

# Biomonitoramento da qualidade do ar do município de Uberaba/MG, utilizando-se líquens como bioindicadores

*Biomonitoring of air quality in the city of Uberaba/MG using lichens as bioindicators*

<sup>1</sup> William Raimundo Costa  

<sup>2</sup> Ariana Thais Duarte 

<sup>3</sup> Henrique Rivani 

<sup>4</sup> Silvio Roberto da Silva 

<sup>5</sup> Ana Maria Zanelatto 

- 1 Biólogo pela Universidade de Uberaba - UNIUBE, Mestre em Ciências Ambientais pelo Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, Especialista em Gestão Ambiental - Diagnóstico e Adequação Ambiental, pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro.
- 2 Graduação em Biomedicina pela Universidade de Uberaba. Especialista em Ciências Ambientais e Análise Ambiental pela Instituição de Ensino Superior Estácio de Sá. Especialista em Vigilância em Saúde Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.
- 3 Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).
- 4 Biólogo pelo Centro de Ensino Superior de Uberaba, atua como agente sanitário da Seção de Vigilância Ambiental em Saúde do município de Uberaba/MG.
- 5 Engenheira química, Especialista em Gestão Ambiental - Diagnóstico e Adequação Ambiental, atua como chefe da Seção de Vigilância em Saúde do município de Uberaba-MG.

## Resumo

Os líquens são associações simbióticas mutualistas entre algas e fungos de extrema importância ecológica. São muito sensíveis e podem ser usados no monitoramento da poluição atmosférica. Considerando o rápido desenvolvimento dos grandes centros, maiores taxas de poluentes acabam sendo emitidas na atmosfera diariamente, refletindo em casos de enfermidades civis e ocupacionais. Devido a isso, o presente estudo realizou o biomonitoramento da qualidade do ar no município de Uberaba/MG, utilizando líquens como bioindicadores. As coletas foram realizadas em fevereiro e março de 2023 em 5 unidades amostrais, adotando raio de coleta de 50 metros. Foram identificadas 56 espécies de líquens distribuídas em 19 famílias, sendo a unidade Parque das Acácias o ponto com maior diversidade, enquanto o Distrito Industrial I apresentou a menor diversidade. Diante do baixo custo do monitoramento passivo da qualidade do ar utilizando líquens como bioindicadores, evidencia-se que estudos sobre o tema podem contribuir para o delineamento de políticas públicas voltadas para o zoneamento municipal, bem como para o controle de poluição atmosférica.

## Palavras-chave:

Ascomycetes. Saúde Pública. Urbanismo. Meio Ambiente. Biologia.

## Abstract

*Lichens are mutualistic symbiotic associations between algae and fungi of extreme ecological importance. They are very sensitive and can be used to monitor air pollution. Considering the rapid development of large urban and industrial centers, higher rates of pollutants end up being emitted into the atmosphere daily, reflecting in cases of civil and occupational illnesses. Due to this, the present study carried out the biomonitoring of air quality in the city of Uberaba/MG, using lichens as bioindicators. The collections were carried out in February and March 2023 in 5 sampling units, adopting a collection radius of 50 meters. 56 species of lichens distributed in 19 families were identified, with the Parque das Acácias unit being the point with the greatest diversity, while the Industrial District I had the lowest diversity. Given the low cost of passive monitoring of air quality using lichens as bioindicators, it is evident that studies on the subject can contribute to the design of public policies aimed at municipal zoning, as well as for the control of atmospheric pollution.*

## Keywords:

Ascomycetes. Public Health. Urbanism. Environment. Biology.

## **1 INTRODUÇÃO**

O atual cenário mundial mostra que 92% da população do planeta está exposta a níveis preocupantes de poluentes atmosféricos, sendo o número de mortes, vítimas desse tipo de poluição, estimado em cerca de 3 milhões de pessoas por ano (WHO, 2016).

Sabe-se que os poluentes lançados na atmosfera, gerados a partir de fontes fixas, tais como termoeletricas, indústrias petroquímicas, de fertilizantes, de cerâmicas, de asfalto, dentre outras, bem como de fontes móveis, a partir da queima de combustíveis em veículos automotores, são nocivos à saúde humana (SZABO et al., 2003; DE SOUZA et al., 2016).

De acordo com Drumm et al. (2014), em centros urbanos, os veículos elevam significativamente as emissões de poluentes atmosféricos, especialmente em locais onde ainda se faz uso de combustíveis que contenham altas concentrações de enxofre em sua composição. Tal fato se torna preocupante, uma vez que essa frota veicular cresce de forma desordenada, contribuindo para o aumento de doenças relacionadas à poluição atmosférica, como cardiopulmonares e câncer, até a morte prematura, em alguns casos (OLMO; PEREIRA, 2011).

A faixa etária mais propensa a problemas relacionados à poluição atmosférica é a de crianças e idosos e, naturalmente, pessoas já portadoras de doenças respiratórias e cardiovasculares (MARTINS et al., 2001; BAKONYI et al., 2004; SALDIVA, 2008).

O monitoramento do nível de poluentes na atmosfera pode ser realizado por meios físico-químicos extremamente eficientes, sendo mensurados em escala local, regional ou global (CONAMA, 1990). No entanto, além de onerosos, esses métodos não são capazes de determinar os efeitos dos poluentes em organismos vivos. Dessa forma, o monitoramento da poluição atmosférica por meio de bioindicadores tem sido viável, uma vez que permite que se obtenha resultados em curto, médio e longo prazo, sem necessariamente ter que utilizar equipamentos de alto custo (ELIASARO et al., 2009).

Dentre os diversos bioindicadores de poluição atmosférica, os líquens são considerados eficientes, estando entre os organismos vivos mais utilizados para esse fim, em função de uma série de características que os favoreçam, tanto para o monitoramento passivo, quanto ativo (NIMIS; CASTELLO; PEROTTI, 1990; GARTY, 1993; MARCELLI, 2006).

Dentre essas características, podem ser citadas: ausência de camadas protetoras, como cutícula, ou camadas serosas, como ocorre nas fanerógamas; ampla distribuição geográfica; nutrição por meio da absorção de nutrientes dispersos no ar; ausência de estrutura de excreção e, por isso, os compostos absorvidos durante sua vida ficam retidos no talo liquênico. Além disso, promovem fotossíntese por meio do componente fotobionte, o que permite que cresçam ao longo de todo o ano, ainda que lentamente, e que absorvam elementos do ar de forma contínua (RAVEN; EICHHRON; EVERT, 2001).

No Estado de Minas Gerais, o monitoramento dos padrões de qualidade do ar ocorre apenas na região metropolitana de Belo Horizonte, sendo amostrados por cerca de 10 estações automáticas operadas pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM, 2018).

O município de Uberaba, apesar de ser de médio porte, é considerado a 4ª maior frota de veículos do Estado de Minas Gerais, com média de veículos a cada 100.000 habitantes maior do que a média nacional (DENATRAN, 2022). É cortado por importantes rodovias da região e possui quatro distritos industriais, entretanto não possui um programa de monitoramento e controle da qualidade do ar.

Sendo assim, face à necessidade de monitoramento da qualidade do ar com a utilização de metodologias de baixo custo, uma vez que, via de regra, municípios não possuem largo orçamento para programas de monitoramento ambiental, o presente estudo se propôs a verificar a qualidade do ar em diferentes pontos da cidade de Uberaba, com diferentes perfis de ocupação, utilizando o biomonitoramento com líquens, uma vez que se apresenta como sendo uma metodologia de baixo custo e que pode ser replicado com facilidade, podendo contribuir com os programas de gestão ambiental do município.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado na cidade de Uberaba, região do Triângulo Mineiro, com população estimada de 340.277 habitantes (IBGE, 2021), distribuída em área territorial de 4.523,957km<sup>2</sup>, apresentando, dessa forma, densidade demográfica de 65,43 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado por apresentar duas estações bem definidas, sendo a estação seca de abril a setembro e a estação chuvosa de outubro a março (KOPPEN-GEIGER, 2017).

Segundo o Departamento Nacional de Trânsito, Uberaba possui frota de 246.822 veículos automotores, dentre automóveis, motocicletas, ônibus, caminhões, entre outros (DENATRAN, 2022). O município conta com quatro distritos industriais que juntos somam mais de 22 milhões de m<sup>2</sup> e abrigam indústrias dos mais variados segmentos, sendo que as do setor químico se concentram no Distrito Industrial III, a 20 km ao sul do centro da cidade (UBERABA, 2023).

As unidades amostrais foram distribuídas de forma que fossem verificados diferentes perfis de ocupação urbana (figura 1), preferencialmente em áreas onde não existiam dados bibliográficos verificados. As referidas unidades amostrais se caracterizam da seguinte forma:

- Unidade amostral 1: localizada em área tipicamente residencial, correspondendo ao parque municipal denominado Parque das Acácias;
- Unidade amostral 2: localizada em área central predominantemente comercial com intenso fluxo de veículos;
- Unidade amostral 3: localizada em área com predominância de ocupação residencial, porém com grande fluxo de veículos em função de ser próxima à Universidade de Uberaba, além de ser situada nas proximidades do aeroporto da cidade;
- Unidade amostral 4: área industrial, localizada em região ocupada integralmente por indústrias, contudo, com ocupação residencial em seu entorno;
- Unidade amostral 5: área residencial com moderada presença de comércio. Apresenta grande fluxo de veículos.

Figura 1 – Mapa da distribuição das unidades amostrais.



Fonte: Autor, 2023

A diversidade de líquens foi levantada nos cinco pontos de estudo, a fim de se verificar a riqueza de espécies. Para tanto, foram coletadas amostras de líquens encontradas nos troncos das árvores de uma área de raio de 50m, aproximadamente, no entorno dos pontos de estudo. As amostras foram levadas para identificação em laboratório com o auxílio de estereomicroscópio e dos testes “C” e “K”, conforme proposto por Marcelli (2006). Essa técnica consiste na utilização de solução de hipoclorito de sódio (C) e hidróxido de potássio (K) como indicadores da presença de determinados ácidos liquênicos, sendo aplicada pequena quantidade da solução no córtex do talo liquênico, observando-se a coloração resultante, a qual, de acordo com suas modificações, determinam a presença ou ausência de determinadas substâncias no talo (MARCELLI, 2006).

Ainda, durante o processo de identificação, foram observadas características que possuem importância taxonômica, segundo Marcelli (2006), como o tipo de talo, presença/ ausência de apressórios, rizinas, hápteros, cílios, fibrilas, sorédios, isídios, cifelas, pseudocifelas, corpos de frutificação, dentre outras.

Com o intuito de ampliar a cobertura do estudo, bem como ampliar o conhecimento acerca da poluição atmosférica em Uberaba, foram utilizados dados publicados que usavam a mesma metodologia de estudos para o biomonitoramento passivo da qualidade do ar no município de Uberaba, com líquens como bioindicadores.

### 3 RESULTADOS

Foram identificadas 56 espécies de líquens, distribuídas em 19 famílias, sendo a mais abundante a Parmeliaceae, com 20 espécies.

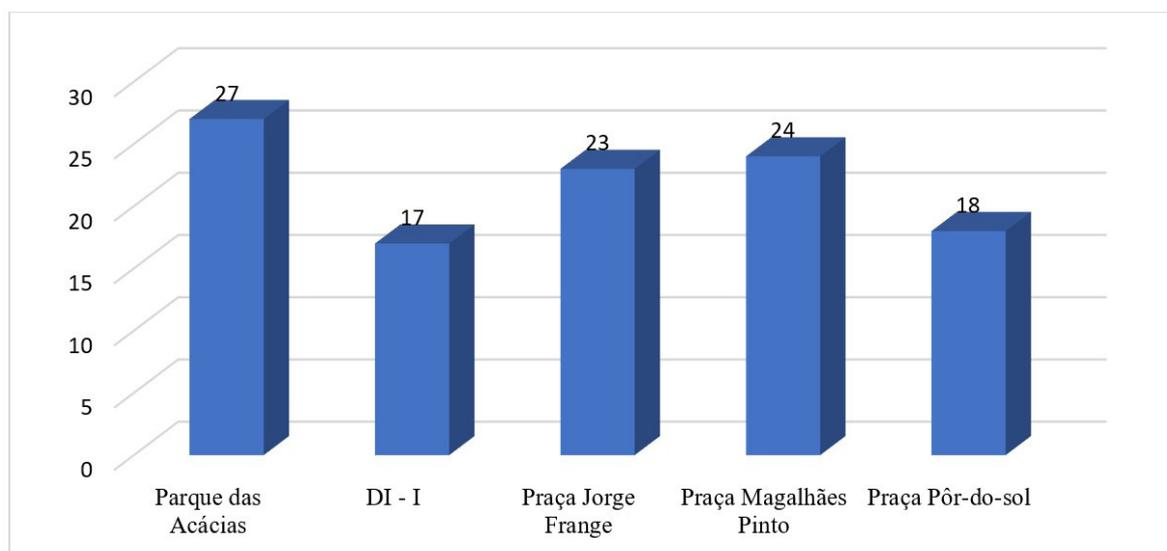
Das espécies identificadas, *Canoparmelia texana* esteve presente somente na unidade amostral denominada Distrito Industrial I (DI-I). A referida espécie é descrita por Cocco et al. (2000) e Saiki et al. (2003) como resistente à poluição atmosférica e, segundo Martins et al. (2008), *C. texana* é apontada como uma espécie favorecida em ambientes alterados. Outras espécies exclusivas da mesma unidade amostral, como *Parmotrema melanothrix*, *Cladonia* sp, *Bacidia* sp, são descritas como tolerantes à poluição atmosférica na literatura especializada. As espécies *Parmotrema tinctorum* e *Chrysothrix* sp também são descritas como tolerantes e foram registradas na unidade amostral DI-I.

As espécies mais bem distribuídas, presentes nas cinco unidades amostrais, foram *Candelaria fibrosa*, *Chrysothrix* sp, *Flavopunctelia* sp, *Parmelinopsis* e *minarum* *Parmotrema tinctorum*, todas consideradas tolerantes à poluição atmosférica.

Das unidades amostrais estudadas, a unidade Parque das Acácias foi a que apresentou maior diversidade de líquens (n=27), podendo ser considerada a que apresenta menor grau de poluição atmosférica. A unidade amostral com menor diversidade de líquens foi a unidade Distrito Industrial I (n=17). Resultado semelhante foi verificado por Raimundo Costa e Mineo (2013), quando verificaram que área industrial foi a que apresentou menor diversidade dentre os sete pontos estudados.

O gradiente de diversidade pode ser verificado na figura 2, a seguir.

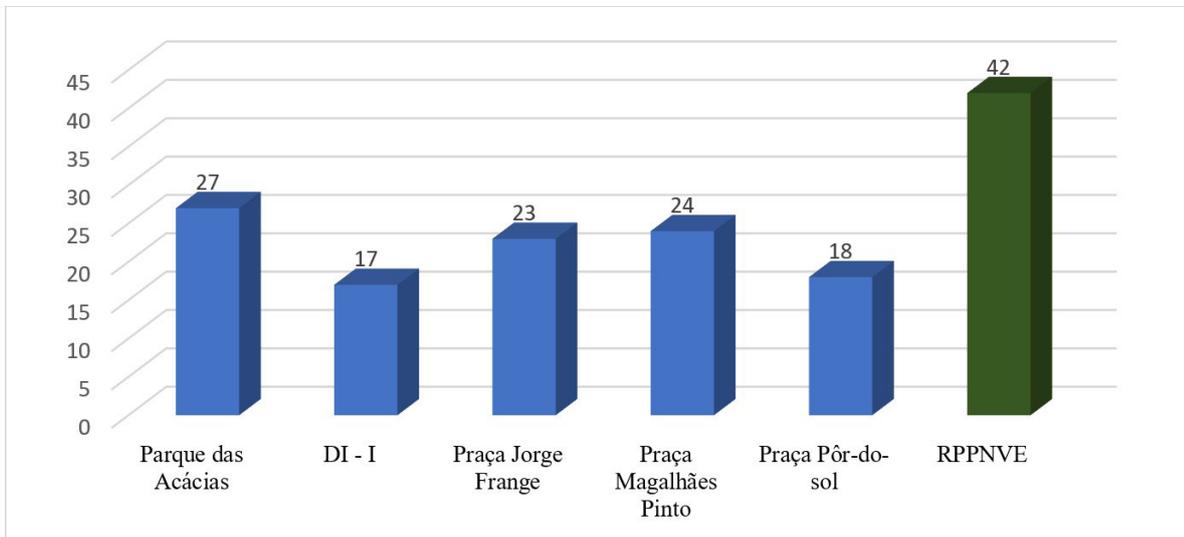
**Figura 2** – Gráfico da diversidade de líquens por unidade amostral.



Fonte: Autor, 2023.

Quando comparados os resultados obtidos no presente estudo com dados colhidos em área isenta de poluição atmosférica, como no caso da Reserva Particular do Patrimônio Natural Vale Encantado – RPPNVE, onde foram registradas 42 espécies (RAIMUNDO COSTA; MINEO, 2013), percebe-se a elevada discrepância de diversidade de líquens (figura 3).

**Figura 3** – Gráfico da diversidade de líquens do presente estudo comparados a diversidade verificada por Raimundo Costa e Mineo (2013) nas áreas da RPPNVE.



Fonte: Autor, 2023.

Considerando os hábitos dos líquens, houve predominância de líquens foliosos com 62,5% do total de registros, conforme apresentado na figura 3.

As Espécies registradas seguem na tabela 1.

**Tabela 1** – Espécies registradas nas unidades amostrais estudadas.

Nomenclatura Científica	Pontos de Estudo				
	Parque das Acácias	DI - I	Praça Jorge Frange	Praça Magalhães Pinto	Praça Pôr-do-sol
<b>FAMÍLIA</b>					
<b>Espécie</b>					
<b>ARTHONIACEAE</b> Rchb. (1941)					
<i>Cryptothecia candida</i> (Kremp) R. Sant.			X		
<b>BIATORACEAE</b> A. Massal. ex Stiz. (1862)					
<i>Bacidia</i> sp De Not.		X			
<i>Bacidia schweinitzii</i> (Fr. Ex E. Michener) A. Schneid	X				
<b>CALICIACEAE</b> Chevall.					
<i>Dirinaria applanata</i> (Fée) D. D. Awasthi	X		X		X
<i>Dirinaria melanocarpa</i> C. W. Dodge		X	X	X	X
<i>Dirinaria</i> sp (Tuck.) Clem. (1909)	X				X
<i>Pyxine</i> sp Tuck. (1877)					X
<b>CANDELARIACEAE</b> Hakul					
<i>Candelaria fibrosa</i> (Fr.) Müll.Arg.	X	X	X	X	X
<i>Candelariella</i> sp1 (Ehrh.) Müll. Arg. (1894)	X				
<i>Candelariella</i> sp2 (Ehrh.) Müll. Arg. (1894)				X	
<b>CHRYSOTRICACEAE</b> Zahlbr.					
<i>Chrysothrix</i> sp (Mont.)	X	X	X	X	X
<b>CLADONIAACEAE</b> Zenker (1827)					
<i>Cladonia</i> sp P. Browne (1756)		X			
<b>COCCOCARPIACEAE</b> Henssen					
<i>Coccocarpia</i> sp Pers. (1827)	X				
<b>COENOGONIAACEAE</b> Stizenb. (1862)					
<i>Coenogonium</i> sp Ehrenb. (1820)	X				X
<b>COLLEMATACEAE</b> Zenker (1827)					
<i>Collema</i> sp Weber ex F. H. Wigg. (1780)	X	X	X	X	

Nomenclatura Científica	Pontos de Estudo				
	Parque das Acácias	DI - I	Praça Jorge Frange	Praça Magalhães Pinto	Praça Pôr-do-sol
<b>FAMÍLIA</b>					
<b>Espécie</b>					
<i>Leptogium</i> sp (Ach.) Gray (1821)			X	X	X
<b>GRAPHIDACEAE</b> Dumort. (1822)					
<i>Graphis pavoniana</i> Fée				X	
<b>LECANORACEAE</b> Körb. (1855)					
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl	X		X	X	X
<i>Pyrrhospora russula</i> Ach.	X				X
<b>OPEGRAPHACEAE</b> Stizenb. (1862)					
<i>Opegrapha</i> sp Ach.					X
<b>PARMELIACEAE</b> Zenker (1827)					
<i>Canomaculina</i> sp (Tuck.) Elix & Hale				X	
<i>Canoparmelia</i> sp (Tuck.) Elix & Hale	X				
<i>Canoparmelia texana</i> (Tuck.) Elix & Hale		X			
<i>Flavopunctelia</i> sp (Krog) Hale (1984)	X	X	X	X	X
<i>Hypotrachyna</i> sp (Vain.) Hale (1974)				X	
<i>Myelochroa lindmanii</i> (Lynge) Elix & Hale				X	
<i>Parmelia</i> sp1 Ach. (1803)			X		
<i>Parmelia</i> sp2 Ach. (1803)			X		
<i>Parmelia</i> sp3Ach. (1803)			X		
<i>Parmelinopsis minarum</i> (Vain.) Elix & Hale	X	X	X	X	X
<i>Parmotrema conferendum</i> Hale	X		X		
<i>Parmotrema diffractaicum</i> (Essl.) Hale			X		
<i>Parmotrema eciliatum</i> (Nyl.) Hale			X		X
<i>Parmotrema flavomedullosum</i> Hale	X	X	X		
<i>Parmotrema melanothrix</i> (Mont.) Hale		X			
<i>Parmotrema mesotropum</i> (Müll. Arg.) Hale	X			X	X
<i>Parmotrema praesorediosum</i> (Nyl.) Hale	X	X	X		X

Nomenclatura Científica	Pontos de Estudo					
	FAMÍLIA	Parque das Acácias	DI - I	Praça Jorge Frange	Praça Magalhães Pinto	Praça Pôr-do-sol
Espécie						
<i>Parmotrema</i> sp A. Massal. (1860)				X	X	
<i>Parmotrema tinctorum</i> (Despr. ex Nyl.) Hale		X	X	X	X	X
<i>Xanthoparmelia</i> sp (Vain.) Hale (1974)					X	
<b>PERTUSARIACEAE</b> Körb. ex Körb. (1855)						
<i>Pertusaria</i> sp1 DC.		X	X			
<i>Pertusaria</i> sp2 DC.					X	X
<b>PHYSIACEAE</b> Zahlbr. (1898)						
<i>Heterodermia obscurata</i> (Nyl.) Trevis					X	
<i>Phaeophyscia</i> sp Moberg (1977)		X				
<i>Physcia aipolia</i> (Ehrh. Ex Humb.) Fünr.		X				
<i>Physcia</i> sp1 (Schreb.) Michaux (1803)				X	X	
<i>Physcia</i> sp2 (Schreb.) Michaux (1803)				X		
<b>PYRENULACEAE</b> Rabenh. (1870)						
<i>Pyrenula</i> sp Ach. (1814)			X			
<b>RAMALINACEAE</b> C.Agardh (1821)						
<i>Biatora</i> sp Fr. (1817)		X			X	
<i>Phyllopsora</i> sp1 Müll. Arg. (1894)		X				
<i>Phyllopsora</i> sp2 Müll. Arg. (1894)		X			X	
<i>Phyllopsora</i> sp3 Müll. Arg. (1894)				X		
<b>TELOSCHISTACEAE</b> Zahlbr.						
<i>Caloplaca</i> sp1 Th.Fr., 1871		X		X		
<i>Caloplaca</i> sp2 Th.Fr., 1871			X			
<i>Xanthoria</i> sp (Fr.) Th. Fr. (1860)			X			
<b>USNEACEAE</b> L.						
<i>Usnea</i> sp Dill. ex. Adans. (1763)		X			X	

Fonte: Autor, 2023.

Todos os dados de diversidade verificados nas cinco unidades amostrais estudadas foram utilizados para compor o mapa temático que considera a diversidade de líquens como parâmetro de avaliação do nível de poluição atmosférica na cidade de Uberaba. Além dos dados levantados primariamente, foram utilizados os seguintes dados obtidos, por meio de revisão bibliográfica:

**Tabela 2** – Dados obtidos a partir de metodologia de revisão bibliográfica.

Referência	Ponto no mapa	Local	Diversidade
<b>Presente Estudo</b>	1	Parque das Acácias	27
	2	Praça Jorge Frange	23
	3	Praça Pôr-do-sol	18
	4	DI - I	17
	5	Praça Magalhães Pinto	24
<b>Referência 1</b>	6	Av Thomaz Bawden de Camargos	11
	7	Praça da Mogiana	11
	8	Praça dos Correios	6
	9	Mata do Ipê	10
	10	ABCZ	7
<b>Referência 2</b>	11	Alfredo Freire	14
	12	CEMEI São Cristóvão	15
	13	Campus I - UFTM	6
<b>Referência 3</b>	14	Tutunas	9
	15	Parque das Américas- Olga	7
	16	Parque das Américas - Maria Rosa	7
	17	Cidade jardim	12
	18	Res. 2000	9
	19	Morada do Sol	7

Fonte: Referência 1: Raimundo Costa & Mineo (2013); Referência 2: Raimundo Costa et al (2018); Referência 3: Chiari et al (2020).

Os trabalhos consultados foram aqueles descritos no item 'metodologia'.

De posse dos dados obtidos no presente estudo, acrescidos dos dados levantados em revisão bibliográfica, foi utilizado o *software* Qgis, versão 2.18, para elaborar mapa de calor (figura 4) com a

distribuição da diversidade de líquens dos cinco pontos estudados e 14 obtidos a partir do levantamento de dados secundários.

**Figura 4** – Mapa de poluição atmosférica da área urbana da cidade de Uberaba obtido a partir do monitoramento com bioindicadores.



Fonte: Autor, 2023.

De acordo com os dados gerados a partir do presente estudo, bem como dos dados obtidos a partir de estudos realizados anteriormente, utilizados para confecção do mapa da figura 4, é possível inferir que a região com maior grau de perturbação e, por consequência, com menor qualidade do ar, seriam as áreas correspondentes as Unidades Amostrais 8, 13, 2, 9, 17, 15 e 16. A área correspondente às Unidades Amostrais 11 e 4, próximas ao Distrito Industrial I, também apresenta nível de perturbação alterado, porém menor do que as citadas anteriormente. A maior parte dos poluentes que comprometem o incremento da diversidade de líquens nas unidades amostrais 8, 13, 2, 9, 17, 15 e 16 tem provável relação com a emissão de poluentes gerados a partir da queima de combustíveis fósseis, uma vez que se tratam de áreas que apresentam intenso fluxo de veículos. A referida situação também foi verificada por Raimundo Costa e Mineo (2013), Raimundo Costa et al. (2018) e Chiari e Raimundo Costa (2020).

#### 4 CONCLUSÃO

Com base nos estudos desenvolvidos, conclui-se que a metodologia de biomonitoramento da qualidade do ar usando líquens como bioindicadores tem potencial de apontar o nível de poluição atmosférica da área a qual está submetida.

Com o presente trabalho, conclui-se ainda que, diante do baixo custo do monitoramento passivo da qualidade do ar, utilizando-se líquens como bioindicadores, o presente modelo de biomonitoramento pode contribuir para o delineamento das políticas públicas voltadas para o zoneamento do município, bem como para o controle de poluição atmosférica, levando-se em consideração o conhecimento acerca das áreas onde esse tipo de poluição se mostra mais evidente.

## REFERÊNCIAS

BAKONYI, S. M. C. et al. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 695-700, 2004.

CHIARI, M., ANHÊ, A. C. B. M., RAIMUNDO COSTA, W., & DOS SANTOS SENHUK, A. P. M. (2020). Biomonitoring of air pollution: a dichotomous key for lichen species identification. **Ciência e Natura**, 42, e77-e77.

COCCARO, D.M.B, SAIKI, M.B.A., VASCONCELOS, M.P. & MARCELLI, M.P. 2000. Analysis of Canoparmelia texana lichens collected in Brazil by neutron activation analysis. In: Biomonitoring of atmospheric pollution (with emphasis on trace elements) BioMAP. **International Atomic Energy Agency, Lisboa**, pp. 143-148

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 003/90**, 1990.

DE SOUZA, R. C.; DA SILVA, M. F.; DELLA JUSTINA, E. E. Escala de Ringelmann como método de avaliação da fumaça emitida pela frota de ônibus urbanos de Porto Velho-RO. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 59, p. 279-293, 2016.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Estatística: Frota veicular 2022**. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica>. Acesso em: 14 dez. 2022.

DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

ELIASARO S. et al. Inventário de macrolíquens epífitos sobre árvores utilizadas na arborização urbana em Curitiba, Paraná, Brasil: Subsídio para biomonitoramento urbano, **Biotemas**, v.22, n. 4, p. 1-8, 2009.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte, 2018**. Disponível em: <http://www.qualidadedoar.org.br/>. Acesso em: 7 jan. 2023.

GARTY, J. Lichens as biomonitors for heavy metal pollution. **Plants as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment**, 1993, p. 193-257.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=317010>, 2021. Acesso em: 19 jan. 2023.

KOPPEN-GEIGER. **Classificação climática de Koppen-Geiger**. Disponível em: [https://portais.ufg.br/up/68/o/classifica\\_o\\_clim\\_tica\\_koppen.pdf](https://portais.ufg.br/up/68/o/classifica_o_clim_tica_koppen.pdf), 2017. Acesso em 12 jan 2023.

MARCELLI, M. P. Fungos Liquenizados. In: XAVIER FILHO, L. et al. **Biologia de Líquens**. Rio de Janeiro, Brasil, 2006. cap. 1. p. 24-74.

MARTINS, L. C. et al. Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 4, p. 220-229, 2001.

MARTINS, S. M. A.; KÄFFER, M. I.; LEMOS, A. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoelétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea**, v. 35, n. 3, p. 425-433, 2008.

NIMIS, P. L.; CASTELLO, M.; PEROTTI, M. Lichens as biomonitors of sulphur dioxide pollution in La Spezia (Northern Italy). **The Lichenologist**, v. 22, n. 03, p. 333-344, 1990.

OLMO, N. R. S.; PEREIRA, L. A. A. Poluição atmosférica e exposição humana: A epidemiologia influenciando as políticas públicas. **Revista De Saúde Meio Ambiente E Sustentabilidade, INTERFACEHS**, v. 6, n. 2, 2011.

RAIMUNDO COSTA, W. et al. **Utilização de líquens no monitoramento ativo e passivo da poluição atmosférica**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG. 2018.

RAIMUNDO COSTA, W., MINEO, M. F.; Os líquens como bioindicadores de poluição atmosférica no município de Uberaba, Minas Gerais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 13, n. 13, p. 2690- 2700, 2013.

RAVEN, P. H; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. **Biologia Vegetal**, cap. 11. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SAIKI, M. et al. **Substrate influence on elemental composition of *Canoparmelia texana* lichenized fungi**. 2003.

SALDIVA, P. Air pollution and our lung disease patients. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2008.

SZABO, A. V. et al. Acúmulo foliar de enxofre e suas relações com alterações no crescimento de plantas jovens de *Tibouchina pulchra* Cogn.(Melastomataceae) expostas nas proximidades do polo industrial de Cubatão, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 379-390, 2003.

UBERABA. Portal da prefeitura municipal de Uberaba. **Empresas: negócios da cidade**. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,1030>. Acesso em: 23 jan. 2023.

WHO. World of Health Organization. **Ambient (outdoor) air quality and health**, 2016. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>. Acesso em: 18 jan. 2023.