

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DA CIDADE DE CASCALHO RICO,
MG, BRASIL, POR MEIO DA ANÁLISE DE COBERTURA DE LÍQUENS**

AIR QUALITY ASSESSMENT OF THE CITY OF CASCALHO RICO, MG, BRAZIL,
THROUGH LICHEN COVERAGE ANALYSIS

Yam Matheus da Silva¹

Cássio Resende de Moraes^{2*}

RESUMO: Nas últimas décadas, devido sobretudo a evolução do homem no âmbito tecnológico, o uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis possibilitaram a intensificação dos impactos ambientais antropogênicos. Em se tratando de poluição atmosférica um dos grandes agravantes está diretamente relacionado com as frotas de veículos e as indústrias movidas a queima de carvão mineral e vegetal, reduzindo a qualidade de vida da biota como um todo. O uso de líquens em prática de monitoramento ambiental configura-se uma valiosa ferramenta no rastreamento da toxicidade de poluentes ambientais, devido a sua sensibilidade as substâncias tóxicas liberadas na combustão incompleta de combustíveis fósseis. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do ar da cidade de Cascalho Rico, Minas Gerais, Brasil, por meio da análise de cobertura de Líquens de aspecto folioso em troncos de *Mangifera indica*. Foram selecionados 6 bairros/localidades da cidade para amostragem de Líquens (Avenida, Entrada da cidade, Arapuça, Centro, Novo Horizonte, Jardim das Palmeiras) e em cada local foi feito a amostragem de cobertura de líquens foliosos em 10 *M. indica*, por meio de um quadro de plástico na dimensão de (40 x 40 cm). O estudo foi acompanhado de grupo testemunha (controle), o qual foi amostrado a cobertura de líquens em *M. indica* em uma fazenda situada na cidade de Monte Carmelo, MG, com baixa intervenção antrópica atmosférica. Os resultados revelaram diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$, Tukey) em todos os bairros/localidades de Cascalho Rico, quando comparado ao grupo testemunha. A baixa porcentagem de líquens na cidade indica alto grau de poluição atmosférica. Os resultados apresentados no presente trabalho nos permitem concluir que a qualidade de ar atmosférico em Cascalho Rico não é satisfatória. A falta de monitoramento físico-químico da qualidade de ar em cidades pequenas, subestima os efeitos toxicológicos dos poluentes atmosféricos na saúde humana. Líquens configuram-se uma excelente ferramenta biológica no rastreamento de regiões com alto índice de poluição atmosférica. Os resultados sugerem a necessidade de mais pesquisas pautadas na toxicologia atmosférica, buscando mais dados ecotoxicológicos, visando a tomada de medidas mitigatórias na cidade ao que tange a qualidade do ar.

Palavras-chave: Poluentes atmosféricos; Líquens foliosos; Bioindicação ambiental.

ABSTRACT: In recent decades, mainly due to the evolution of man in the technological field, the use of renewable and non-renewable natural resources has enabled the intensification of anthropogenic environmental impacts. When it comes to air pollution, one of the major aggravating factors is directly related to vehicle fleets and industries powered by the burning of mineral and vegetable coal, reducing the quality of life of the biota as a whole. The use of lichens in environmental monitoring practices is a valuable tool for tracking the toxicity of environmental pollutants, due to their sensitivity to toxic substances released during the incomplete combustion of fossil fuels. In this sense, the present study aimed to evaluate the air quality of the city of Cascalho Rico, Minas Gerais, Brazil, by analyzing the coverage of foliose lichens on the trunks of *Mangifera indica*. Six neighborhoods/locations of the city were selected for lichen sampling (Avenida, City Entrance, Arapuça, Centro, Novo Horizonte, Jardim das Palmeiras) and in each location, sampling of the coverage of foliose lichens was carried out in 10 *M. indica*, using a plastic frame measuring (40 x 40 cm). The study was accompanied by a control group, which sampled the lichen coverage of *M. indica* on a farm located in the city of Monte Carmelo, MG, with low atmospheric anthropogenic intervention. The results revealed a statistically significant difference ($P < 0.05$, Tukey) in all neighborhoods/localities of Cascalho Rico, when compared to the control group. The low percentage of lichens in the city indicates a high degree of atmospheric pollution. The results presented in this study allow us to conclude that the atmospheric air quality in Cascalho Rico is not satisfactory. The lack of physical-chemical monitoring of air quality in small cities underestimates the toxicological effects of atmospheric pollutants on human health. Lichens are an excellent biological tool for tracking regions with high levels of atmospheric pollution. The results suggest the need for further research based on atmospheric toxicology, seeking more ecotoxicological data, aiming at taking mitigating measures in the city regarding air quality.

Keywords: Atmospheric pollutants; Foliose lichens; Environmental bioindication.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a preocupação com a poluição ambiental é notória, e a contaminação do ar tem sido tema de interesse no meio científico, pois ela pode interferir negativamente com o ambiente, resultando em prejuízos na fauna e na flora, incluindo a saúde humana, caracterizando-se como um fator de importância na busca da implementação do desenvolvimento sustentável (BRAGA et al., 2002).

1- Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério – UIFUCAMP, Monte Carmelo, MG, Brasil.

2- Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. Docente no Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP, Monte Carmelo, MG, Brasil.

*Autor de correspondência: e-mail: cassio.1015@hotmail.com

Existem vários fatores que contribuem para a poluição atmosférica em grandes centros urbanos e em pequenas cidades, tais como atividade industrial e a queima incompleta de combustíveis fósseis pela atividade automobilística. Essa poluição apresenta efeitos toxicológicos adversos sobre os seres vivos (AYOADE, 1998).

Os principais poluentes de origem antrópica são decorrentes da combustão incompleta de combustíveis fósseis, liberando em massa óxidos de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, material particulado, hidrocarbonetos e metais pesados (OLIVEIRA; KUMMROW, 2008; VARDAR et al., 2013).

A exposição a estes poluentes ambientais está diretamente associada a diferentes danos de interesse toxicológico, que incluem, irritação aos olhos, danos ao sistema respiratório (BRIGGS, 1984), eventos genotóxicos, mutagênicos e carcinogênicos.

O biomonitoramento é uma ferramenta utilizada para avaliar a qualidade do ar de ambientes com diferentes formas de impactos ambientais, e consiste em uma análise sistemática das respostas de organismos introduzidos de forma padronizada no ambiente natural por determinado período ou organismos já viventes no ambiente (bioindicadores) (MARKERT et al., 2007).

O uso de bioindicadores configuram-se uma das metodologias mais adequadas para a detecção de efeitos de poluentes atmosféricos sobre organismos. Nos centros urbanos, comumente o padrão de emissão de poluentes ambientais são determinados por análises físico-químicas. No entanto, estas análises são insuficientes para expressar os danos causados em organismos expostos a longo prazo. Nesse sentido, a utilização de bioindicadores com sensibilidade a diferentes graus de poluição ambiental permite uma visão mais detalhada dos possíveis impactos ambientais proporcionados por diferentes xenobióticos atmosféricos. (ARNDT et al., 1995; VDI, 1999; KLUMPP, 2001).

Um dos bioindicadores mais consagrados na toxicologia ambiental no âmbito de verificação da qualidade do ar são os líquens. Líquens podem ser definidos como uma interação simbiótica mutualística entre fungos e algas ou cianobactérias (fotossimbiontes), onde as algas realizam a fotossíntese fornecendo carboidratos ao fungo, enquanto os mesmos fornecem uma proteção física e suplementação hídrica

e mineral (PILEGAARD, 1978; COCCHIETTO et al., 2002; HAVEN, 2010; BAGLIANO, 2012).

Devido a sua grande sensibilidade aos poluentes, os líquens possuem características que favorecem a sua eficácia no biomonitoramento do ar, pois, não apresentam estomas e cutículas, assim, os gases e aerossóis podem ser absorvidos pelo talo e difundir-se rapidamente pelo tecido. A ausência destas estruturas permite excretar as substâncias tóxicas, que são absorvidas, caso o poluente ambiental não tenha capacidade de bioacumulação (MARTINS-MAZZITELLI et al., 2006; VALENCIA e CEBALLOS, 2002).

A cidade de Cascalho Rico, localizado na região Alto Paranaíba, possui 3.037 habitantes vivendo em uma área de 367,732 Km² (IBGE, 2015). Devido à falta de incentivo ao transporte público, a cidade encontra-se em um cenário preocupante, visto que as frotas de veículos de uso pessoal têm aumentado nos últimos anos.

Visando verificar a qualidade do ar da cidade de Cascalho Rico, o presente trabalho tem por objetivo, determinar a qualidade do ar da cidade, por meio do levantamento da cobertura de Líquens em *Mangifera indica*. Avaliar a qualidade do ar, é de suma importância no intuito de prevenir doenças resultantes de quebra de homeostase, proporcionada por poluentes ambientais atmosféricos.

Este trabalho é de grande importância, no âmbito ambiental, pois ainda não foram realizadas pesquisas usando organismos biológicos na cidade com o propósito de analisar a condição ambiental do ar na cidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

A área objeto de estudo foi a cidade de Cascalho Rico, MG, Brasil. O último censo demográfico informou uma população de 3.037 habitantes vivendo em uma área de 367,732 Km² (IBGE, 2015). A economia é baseada na agricultura e atividade leiteira.

Neste trabalho foram selecionados 6 bairros e as coordenadas das fontes poluidoras pontuais foram registradas, visando verificar a contribuição das fontes difusas e pontuais na qualidade do ar da cidade.

Foi selecionado como grupo controle uma área rural distante 7 Km da cidade de Monte Carmelo, MG, Brasil. Tal área foi selecionada devido as características do

ambiente, sendo este considerado como de baixa intervenção antrópica oriunda de poluição atmosférica.

2.2 Análise de cobertura de Líquens

Líquens podem ser classificados de acordo com sua sensibilidade a poluentes ambientais, em basicamente 3 tipos principais (Crostosos, foliosos e frutificosos). Líquens crostosos, os quais aderem fortemente no tronco de árvores tendem a apresentar maior tolerância a poluentes ambientais. Líquens foliosos apresentam sensibilidade intermediária e líquens frutificosos são extremamente sensíveis a ambientes antropizados, reagindo negativamente em ambientes com baixos níveis de poluição atmosférica.

Neste trabalho foi verificado a presença dos três tipos de líquens em tronco de árvores da espécie *Mangífera indica*. A cobertura de líquens foi feita apenas com líquens foliosos do gênero *Canoparmelia*.

10 *M. indica* de cada bairro foram selecionadas para amostragem de cobertura de líquens foliosos. Para o cálculo de porcentagem de cobertura de líquens foi utilizado um quadro de plástico na dimensão de (40 x 40 cm) dividido em 100 quadrantes (4 x 4 cm) (**Figura 1**).

O tronco da *M. indica* (1,5 m de distância do solo) foi revestido com o plástico, e os líquens foram contados nos quadrantes por todo o diâmetro da árvore e foi considerado como porcentagem válida, os quadrantes que foram preenchidos com líquens em pelo menos 25% do quadrante. Para cada quadrante preenchido com líquens foliosos, foi considerado 1% de cobertura.

O diâmetro das mangueiras foi medido e os valores foram expressos em média e desvio padrão, buscando caracterizar a população de *M. indica* amostrada.

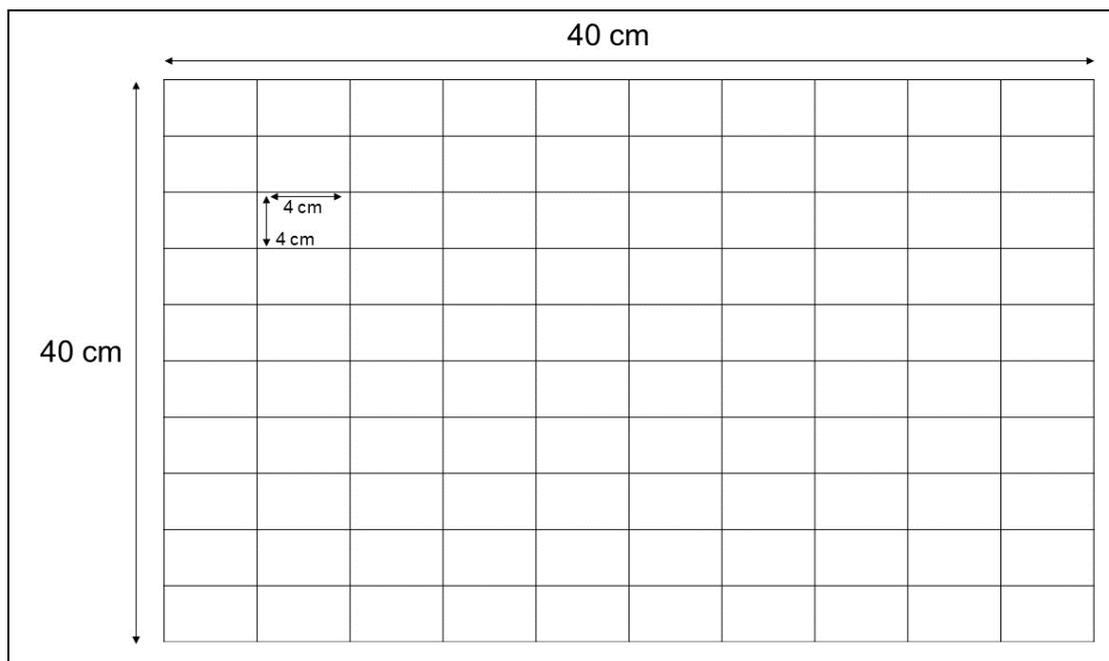


Figura 1: Representação dos quadrantes usados para levantamento da cobertura de líquens foliosos.

2.3 Análise estatística

Para comparar as taxas de bioacumulação, bem como as porcentagens de cobertura dos líquens presentes nas mangueiras, nos diferentes locais de amostragem, foi utilizado a análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey para comparação múltipla. Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho foi avaliado a qualidade do ar da cidade de Cascalho Rico/MG, por meio da análise de cobertura de líquens foliosos em *M. indica*. Foram selecionados 6 bairros na cidade, sendo que em cada bairro, foram amostradas 10 árvores. Na **Tabela 1** estão apresentadas as coordenadas geográficas das *M. indica* amostradas, bem como o diâmetro médio de caule e as principais fontes poluidoras. Embora tenha se observado uma heterogenicidade no diâmetro médio das *M. indica*, esta variável não interfere nos resultados, haja visto que a análise de cobertura de líquens foi convertida em números percentuais, levando em consideração os quadrantes com e sem líquens (mínimo de 25% de cobertura em cada quadrante).

Tabela 1. Fontes poluidoras e coordenadas geográficas referentes aos pontos de coleta de dados referentes a cobertura de líquens em *Mangifera indica*

Local de coleta	Diâmetro da Árvore (cm)	Coordenadas Geográficas	Fontes de poluição atmosférica
Controle	148	-18.413946 e -47.334841	-
Controle	176	-18.413946 e -47.334844	-
Controle	361	-18.413946 e -47.334841	-
Controle	510	-18.413946 e -47.334846	-
Controle	196	-18.413946 e -47.334842	-
Controle	203	-18.413946 e -47.334841	-
Controle	201	-18.413946 e -47.334846	-
Controle	128	-18.413946 e -47.334823	-
Controle	134	-18.413946 e -47.334847	-
Controle	210	-18.413782 e -47.335327	-
Média	226,7 ± 119,1		
Avenida	150	-18.580039 e -47.872812	FV
Avenida	180	-18.580064 e -47.871840	FV
Avenida	255	-18.580471 e -47.872680	FV
Avenida	205	-18.580430 e -47.873110	FV
Avenida	140	-18.580339 e -47.873442	FV
Avenida	300	-18.580852 e -47.874242	FV
Avenida	155	-18.582845 e -47.874244	FV
Avenida	100	-18.582673 e -47.874845	FV
Avenida	250	-18.580328 e -47.874298	FV
Avenida	200	-18.580308 e -47.871401	FV
Média	195,5 ± 61,1		

Entrada da cidade	155	-18.580679 e -47.881374	FV
Entrada da cidade	255	-18.580283 e -47.881561	FV
Entrada da cidade	200	-18.580201 e -47.881140	FV
Entrada da cidade	245	-18.588762 e -47.880531	FV
Entrada da cidade	155	-18.589149 e -47.879281	FV
Entrada da cidade	300	-18.589149 e -47.879281	FV
Entrada da cidade	140	-18.577867 e -47.878675	FV
Entrada da cidade	310	-18.577867 e -47.878310	FV
Entrada da cidade	180	-18.579449 e -47.879163	FV
Entrada da cidade	100	-18.578625 e -47.878761	FV
Média	216,0 ± 58,5		
Bairro Arapuca	200	-18.579103 e -47.876878	FV
Bairro Arapuca	155	-18.579022 e -47.877087	FV
Bairro Arapuca	180	-18.578991 e -47.876851	FV
Bairro Arapuca	300	-18.578920 e -47.877200	FV
Bairro Arapuca	200	-18.578757 e -47.877007	FV
Bairro Arapuca	245	-18.579200 e -47.877356	FV
Bairro Arapuca	140	-18.579149 e -47.877490	FV
Bairro Arapuca	180	-18.578844 e -47.877618	FV
Bairro Arapuca	310	-18.578656 e -47.877549	FV
Bairro Arapuca	255	-18.579335 e -47.877838	FV
Média	123,2 ± 48,3		
Centro	235	-18.578870 e -47.874032	FV
Centro	210	-18.578919 e -47.873871	FV
Centro	180	-18.578838 e -47.873721	FV

Avaliação da qualidade do ar da cidade de Cascalho Rico.....

Centro	300	-18.579726 e -47.874043	FV
Centro	100	-18.578716 e -47.873925	FV
Centro	200	-18.579722 e -47.874225	FV
Centro	150	-18.578604 e -47.875491	FV
Centro	150	-18.578543 e -47.875641	FV
Centro	140	-18.578137 e -47.876307	FV
Centro	250	-18.577518 e -47.875797	FV
Média	191,5 ± 59,7		
Bairro Novo Horizonte	150	-18.575335 e -47.879520	FV
Bairro Novo Horizonte	205	-18.574621 e -47.879738	FV
Bairro Novo Horizonte	150	-18.574674 e -47.878973	FV
Bairro Novo Horizonte	250	-18.575854 e -47.879552	FV
Bairro Novo Horizonte	180	-18.575589 e -47.878780	FV
Bairro Novo Horizonte	100	-18.574501 e -47.878276	FV
Bairro Novo Horizonte	200	-18.574831 e -47.877540	FV
Bairro Novo Horizonte	140	-18.575533 e -47.876199	FV
Bairro Novo Horizonte	210	-18.575055 e -47.876671	FV
Bairro Novo Horizonte	150	-18.575116 e -47.877637	FV
Média	173,5 ± 43,6		
Jardim das Palmeiras	324	-18.345191 e -47.523175	FV/CER
Jardim das Palmeiras	141	-18.345191 e -47.523096	FV/CER
Jardim das Palmeiras	143	-18.345201 e -47.523159	FV/CER
Jardim das Palmeiras	120	-18.345323 e -47.523279	FV/CER
Jardim das Palmeiras	105	-18.345384 e -47.523270	FV/CER
Jardim das Palmeiras	173	-18.345057 e -47.523679	FV/CER

Jardim das Palmeiras	210	-18.579417 e -47.876156	FV/CER
Jardim das Palmeiras	250	-18.579072 e -47.875845	FV/CER
Jardim das Palmeiras	150	-18.579397 e -47.875974	FV/CER
Jardim das Palmeiras	255	-18.578939 e -47.876113	FV/CER
Média	187,1 ± 70,4		

FV: Fluxo de veículo; CER: Industria ceramista.

Na amostragem foram verificados distribuídos nos caules de *M. indica*, Líquens crostosos e foliosos. Líquens frutificosos conseguem crescer em substratos com baixíssima exposição a poluentes ambientais, sendo frequentes em ambientes pouco antropizados, motivo pelo qual não foi observado em nossas análises. Nesse trabalho, não foi avaliado a cobertura de Líquens crostosos devido a sua tolerância a muitos poluentes ambientais, podendo subestimar os efeitos da toxicidade dos poluentes atmosféricos.

Na **Figura 2** está representado o resumo dos resultados obtidos por meio da análise de cobertura de Líquens foliosos. Quando comparado ao controle negativo (área rural, com baixa intervenção antrópica), foi observado diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$, Tukey) na porcentagem de cobertura de líquens em *M. indica* de todos os bairros da cidade, verificando má qualidade do ar atmosférico.

A baixa porcentagem de líquens nos locais amostrados, pode ser justificado pelo grau de poluição atmosférica, devido a fontes de poluição difusa (principalmente automóveis) e algumas pontuais (cerâmicas).

A muito se sabe, que uma ampla magnitude de impactos ambientais tem acompanhado o processo de evolução humana. Componentes abióticos, tais como recursos hídricos (MORAIS et al., 2016; JESUS et al., 2016), solo (CESNIENE et al., 2017; SIMONYAN et al., 2018) e ar (PEREIRA et al., 2013) são constantemente relacionados com danos ambientais de origem antropogênica.

No que diz respeito à poluição atmosférica, a presença de poluentes ambientais, seja por exposição aguda ou crônica, pode resultar em danos em organismos expostos (AMANCIO e NASCIMENTO, 2012).

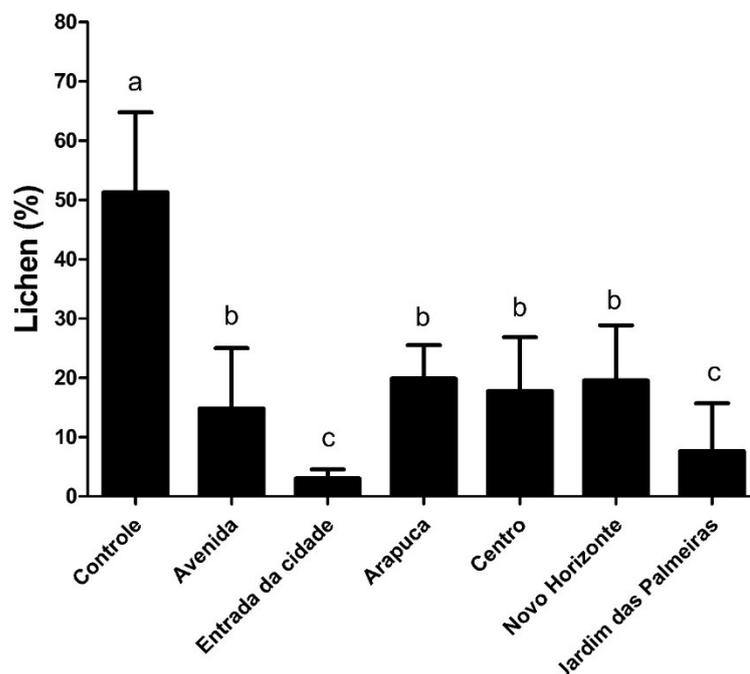


Figura 2. Cobertura de líquens (%) in *Mangifera indica* pertencentes a diferentes regiões da cidade de Cascalho Rico, Minas Gerais, Brasil.

* Médias com diferentes letras nas colunas indicam diferença estatisticamente significativa, de acordo com o Teste de Tukey ($p < 0,05$).

O uso de líquens como bioindicadores de poluição atmosférica é apreciado devido a sua capacidade em absorver os poluentes (VALENCIA e CEBALLOS 2002; MALASPINA et al., 2014; MARTINS-MAZZITELLI et al. 2006), respondendo rapidamente a diferentes graus de poluição, devido a sua sensibilidade a estes compostos (MARTINS et al., 2008).

Dentre os efeitos que os poluentes podem ocasionar na comunidade liquênica, pode-se citar a inibição do crescimento e desenvolvimento do talo, alterações nos processos metabólicos e mudanças anatômicas e morfofisiológicas (BARKMAN 1958, BADDELEY et al, 1973, SCHLENSOD e SCHROETES, 2001). Quando em ambiente com baixos níveis de poluentes atmosféricos, observa-se uma rápida colonização de líquens em tronco de árvores (SANTOS, 2017). Ao contrário, em ambientes com grande nível de poluição atmosférica, verifica-se uma perda progressiva de cloroplastos, o que prejudica a simbiose, levando a morte do complexo liquênico (BARKMAN 1958; MOURA et al, 2012).

Fica evidente que as fontes poluidoras de Cascalho Rico ao liberar poluentes atmosféricos, reduziu a população líquênica em *M. indica*, sendo esta análise uma confirmação dos impactos ambientais gerados pelo desenvolvimento da cidade.

Vale destacar, que dos pontos amostrados, a entrada da cidade e o bairro Jardim das Palmeiras, foram os pontos com menor porcentagem de cobertura de Líquens foliosos (**Figura 2**). Estes resultados podem ser explicados devido as fontes poluidoras nestes pontos. A entrada da cidade por exemplo, corresponde a um local de tráfego de veículo intenso, sendo um local de constante liberação de poluentes devido a queima incompleta de combustíveis fósseis, gerados pelos veículos em trânsito. No bairro Jardim das Palmeiras, é observado atividade ceramistas, atuando como principal fonte de poluição pontual. Atividades ceramistas já foram relacionadas por Campos et al (2016) como uma importante fonte de poluentes ambientais, que por sua vez são responsáveis por desencadear efeitos ecotoxicológicos nos componentes bióticos. Além disso, neste bairro também é observado tráfego intenso de veículos (**Tabela 1**).

Os resultados apresentados neste trabalho entram em concordância com diversos outros, os quais demonstraram que estes simbiontes são altamente sensíveis a diferentes poluentes ambientais, sendo considerado um excelente bioindicador atmosférico.

4. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados no presente trabalho nos permitem concluir que a qualidade de ar atmosférico em Cascalho Rico não é satisfatória. A falta de monitoramento físico-químico da qualidade de ar em cidades pequenas, subestima os efeitos toxicológicos dos poluentes atmosféricos na saúde humana.

Líquens configura-se uma excelente ferramenta biológica no rastreamento de regiões com alto índice de poluição atmosférica. Por fim os resultados apresentados sugerem a necessidade de mais pesquisas pautadas na toxicologia atmosférica, buscando mais dados ecotoxicológicos, visando a tomada de medidas mitigatórias na cidade ao que tange a qualidade do ar.

REFERÊNCIAS

APTROOT, A., SCHUMM, F. 2008b. Key to Ramalina species known from, Atlantic islands, with two new species from the Azores. **Sauteria** 15, 21-57.

AMANCIO, C.T.; NASIMENTO, L.F.C.; Asma e poluentes ambientais: Um estudo de series temporais. **Revista da Associação Médica**, v. 58, p. 302-307, 2012.

ARNDT, U., FLORES, F. & WEINSTEIN, L. 1995. **Efeitos do flúor sobre as plantas: diagnose de danos na vegetação do Brasil**. Editora UFRGS, Porto Alegre.

AYOADE, J.O. Introdução a climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 1998. 332 p

BARKMAN, J.J. 1958. **Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes**. Van Gorcum, Assen.

BADDELEY, M.S., FERRY, B.W., FINEGAN, E.J. 1973. Sulphur dioxide and respiration in lichens. In: **B.W. Ferry, M.S. Baddeley & D.L. Hawksworth** (eds.). Air Pollution and Lichens. The Athlone Press, London, pp. 299-313.

BAGLIANO, Roger Vinicius. Líquens e suas utilizações como indicadores ambientais. Portal Educação, 2012. Disponível em: Acesso em: out 2016.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L. de; VERAS JUNIOR, M.S. O meio atmosférico. In: Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo: Editora Printice Hall, 2002. Cap. 10, p.169-214.

CANÓN, E, R, P.; METZ, G, F.; ANUNCIAÇÃO, R.; ALBURQUEQUE, M.; PEREIRA, A, B.; VICTORIA, F, C.. **Líquens como bioindicadores da poluição em São Gabriel – RS**. Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2008

CAMPOS, C.F.; DE CAMPOS JÚNIOR, E.O.; SOUTO, H.N.; SOUSA, E.F.; PEREIRA, B.B. Biomonitoring of the environmental genotoxic potential of emissions from a complex of ceramic industries in Monte Carmelo, Minas Gerais, Brazil, using *Tradescantia pallida*. *J Toxicol Environ Health* . v. 79, n.3, 123-128, 2016.

CESNIENE, T.; KLEIZAITE, V.; BONDZINSKAITE, S.; TARASKEVICIUS, R.; ZVINGILA, D.; SIUKSTA, R.; RANCELIS, V. Metal bioaccumulation and mutagenesis in a *Tradescantia* clone following long-term exposure to soils from urban industrial áreas and closed landfills. **Mutat Res**, v. 823, p. 65-72, 2017.

HALE, M, E. 1979. How to know the lichens. 2nd edition. **Smithsonian Institution**

HONDA, Neli Kika.; VILEGAS, Wagner. **A química dos liquens**. Química Nova, p. 110-125, 1999.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/cascalho-rico/panorama>>. Acesso em 25 Maio 2018.

JESUS, I. S.; CESTARI, M. M.; BEZERRA MDE, A.; AFFONSO, P. R. Genotoxicity Effects in Freshwater Fish from a Brazilian Impacted River. **Bull. Environ Contam Toxicol**, v. 96, p. 490-5, 2016.

KLUMPP, A. 2001. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In **Indicadores ambientais - temas atuais** (H.L. Martos, N.B. Mais & W. Barrella, eds.). PUC São Paulo, São Paulo (no prelo).

MARKERT, B. 2007. Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, 21: 77-82.

MALASPINA, P.; TIXI, S.; BRUNIALTI, G.; FRATI, L.; PAOLI, L.; GIORDANI, P.; MODENESI, P.; LOPPI, S. Biomonitoring urban air pollution using transplanted lichens: element concentrations across seasons. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p. 12836-12842, 2014.

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

MARTINS - MAZZITELLI, S.M. A., MOTA FILHO, F.O., PEREIRA, E.C., FIGUEIRA, R. 2006. **Utilização de líquens no biomonitoramento da qualidade do ar**. In: L. Xavier Filho, M.E. Legaz, C.V. Córdoba & Pereira, E.C. (eds.). *Biologia de Líquens*. v. 3, 4 ed. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro, pp. 101-133.

MARTINS, S, M, A.; KAFFER, M, I.; LEMOS, A ..Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoelétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea** 35(3): 425-433, 2 tab., 2 fig., 2008

MAZZITELLI, S, M, A, M.; MOTA FILHO, F, O.; PEREIRA, E, C.; FIGUEIRA, R.. Utilização dos líquens no biomonitoramento da qualidade do ar. IN: **Biologia de líquens**. Rio de Janeiro. 619p, 2006.

MORAIS, C. R.; CARVALHO, S. M.; ARAUJO, G. R.; SOUTO, H. N.; BONETTI, A. M.; MORELLI, S.; CAMPOS JUNIOR, E. O. Assessment of water quality and genotoxic impact by toxic metals in *Geophagus brasiliensis*. **Chemosphere**, v. 152, p. 328-34, 2016.

MOURA, J, M., FERNANDES, A, T., SILVA, J, C.. **Utilização de Líquens como Bioindicadores de Poluição Atmosférica na Cidade de Cuiabá – MT**. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012

NOWAK, D. J.; CIVEROLO, K. L.; RAO, S. T.; SISTLA, G.; LULEY, C. J.; CRANE, D. E. **A modeling study of the impact of urban trees on ozone** GETEC, v.19, p.42-58/2024

PILEGAARD, K. (1978) Airborne metals and SO₂ monitored by epiphytic lichens in an industrial area. **Environ. Pollut.**, 17:81-91.

PEREIRA, B. .B.; CAMPOS JÚNIOR, E. O.; MORELLI, S. In situ biomonitoring of the genotoxic effects of vehicular pollution in Uberlândia, Brazil, using *Tradescantia micronucleus* assay. **Ecotoxicology and Environmental Safety** , v. 87, p. 17-22, 2013.

SANTOS, VANESSA SARDINHA DOS.. **Líquens, Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/liquens.htm>>. Acesso em 16 Abril 2018

SCHLENSOD, M., SCHROETES, B. 2001. **A new method for the accurate in situ monitoring of chlorophyll a fluorescence in lichens and bryophytes**. *The Lichenologist* 33: 443- 452.

SÓBIOLOGIA.. **"Líquens"** . Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2018. Disponível em: <<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos/biofungos4.php>>. Acesso em 03 maio 2018.

SIMONYAN, A.; HOVHANNISYAN, G.; SARGSYAN, A.; ARAKELYAN, M.; MINASYAN, S.; AROUTIOUNIAN, R. DNA damage and micronuclei in parthenogenetic and bisexual *Darevskia* rock lizards from the areas with different levels of soil pollution, **Ecotoxicol Environ Saf**. v. 154, p. 13-18, 2018.

SPIELMANN, Adriano Afonso.. **FUNGOS LIQUENIZADOS (LIQUENS)**. São Paulo, outubro de 2006. Disponível em: <http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Fungos_Liquenizados_Spielmann_&_Marcelli.pdf>. Acesso em 03 maio 2018.

VALENCIA, M.C., CEBALLOS, J.A. 2002. **Hongos liquenizados**. **Universidad Nacional de Colombia**, Bogotá.

VDI. 1999. Biological measuring techniques for the determination and evaluation of effects of air pollutants on plants. Fundamentals and aims. VDI 3957/1. VDI/ DIN **Handbuch Reinhaltung der Luft**, v. 1a. Beuth, Berlin.

WEBSTER, J., WEBER, R.W.S. 2007. **Introduction to Fungi**. 3rd edition. Cambridge University Press, Cambridge