

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DE DIFERENTES CIDADES DO TRIÂNGULO MINEIRO POR MEIO DA ANÁLISE DE COBERTURA DE LÍQUENS FOLIOSOS

ASSESSMENT OF QUALITY AIR OF DIFFERENT CITIES IN THE TRIÂNGULO MINEIRO AREA BY ANALYZING FOLIOSE LICHENS COVERAGE

Thiago Franquilino Correa¹
Cássio Resende de Morais²

RESUMO: Os líquens são conhecidos como ótimos bioindicadores de qualidade do ar, em função de sua alta sensibilidade á poluentes atmosféricos. O presente trabalho teve por objetivo, determinar a qualidade do ar da cidade de quatro cidades situadas na Região Alto Paranaíba do Triângulo Mineiro, Brasil, por meio do levantamento da cobertura de Líquens em *Mangifera indica*. Foram selecionadas 4 cidades (Douradoquara, Romaria, Estrela do Sul e Monte Carmelo) e em cada cidade 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 baixa frequência de líquens nos caules de *M. indica* de todas as cidades amostradas, diferindo estatisticamente do grupo controle (testemunha) ($p < 0,05$, Tukey). Concluiu-se que as áreas escolhidas apresentaram baixa quantidade de líquens, indicando intensa descargas de poluentes atmosféricos, gerados principalmente por atividades industriais e pela frota de veículos. Os autores destacam para a necessidade de investir em projetos que visem a redução da emissão de poluentes ambientais, evitando prejuízos na saúde humana e de toda a biota.

Palavras-chave: Líquens; Bioindicadores; Monitoramento ambiental.

ABSTRACT: Lichens are known as excellent bioindicators of air quality due to their high sensitivity to atmospheric pollutants. This study aimed to determine the air quality of four cities located in the Alto Paranaíba region of the Triângulo Mineiro, Brazil, by surveying the

-
1. Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério - UNIFUCAMP
 2. Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP. Especialista e Biotecnologia Ambiental pelo Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Especialista em Toxicologia e Bioquímica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo – FAMEESP. Especialista em Biologia Celular e Molecular pelo Centro Universitário FAVENI - UNIFAVENI. Mestre e Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Docente e Pesquisador pelo UNIFUCAMP. cassio.1015@hotmail.com)

lichen cover of *Mangifera indica*. Four cities were selected (Douradoquara, Romaria, Estrela do Sul, and Monte Carmelo), and in each city, the foliose lichen cover was sampled on 10 *M. indica* using a plastic frame measuring 40 x 40 cm. The study was accompanied by a control group, which sampled the lichen cover of *M. indica* on a farm located in the city of Monte Carmelo, MG, with low atmospheric anthropogenic intervention. The results revealed a low frequency of lichens on the stems of *M. indica* in all sampled cities, differing statistically from the control group ($p < 0.05$, Tukey test). The selected areas presented low lichen numbers, indicating intense discharges of atmospheric pollutants, generated primarily by industrial activities and vehicle fleets. The authors emphasize the need to invest in projects aimed at reducing environmental pollutant emissions, avoiding harm to human health and the entire biota.

Keywords: Lichens; Bioindicators; Environmental monitoring.

1. INTRODUÇÃO

Mesmo sendo fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, a atmosfera pode carregar uma elevada carga de poluentes. Nesse sentido, a poluição atmosférica tornou-se um dos principais problemas nos centros urbanos. A liberação de poluentes atmosféricos pode ocorrer de maneira natural, no entanto, sua intensificação ocorre por intervenção antrópica, sendo a queima de combustíveis fósseis o principal agravante, principalmente pelo crescimento demasiado dos centros urbanos e aumento da frota de veículos (API, 2011). Diante da exposta aglomeração em massa nas áreas urbanas com o crescimento do tráfego de veículos, aumento da densidade populacional e ausência de planejamento para ocupação dos municípios, as consequências provocadas pelos poluentes atmosféricos, são cada vez mais potencializadas (Motta-Filho et al., 2003).

A existência de poluentes em algumas áreas pode ser mensurada através do biomonitoramento, utilizando um método experimental indireto com a utilização de organismos vivos, que respondem ao estresse a que se encontram submetidos por modificações nos ciclos vitais, eventos ecotoxicológicos ou pela acumulação de poluentes (Wappelhorst et al., 2000).

A utilização de microrganismos vivos configura-se uma forma de monitorar a qualidade do ar, pois os mesmos podem sofrer modificações (Rossbach et al., 1999; Wappelhorst et al., 2000; Carreras e Pignata, 2001). Estes organismos geram respostas frente a diferentes concentrações de poluentes ambientais, podendo refletir todo um histórico de vida

de exposição, apresentando por tanto, capacidade de bioindicação de alterações de origens antrópicas (Klumpp et al., 2001; Nimis et al., 2000; Silva et al., 2000).

Um dos biondicadores mais empregados no biomonitoramento da qualidade de ar em centros urbanos são os líquens (Hawksworth et al., 1973; Martine, 1996). Líquens podem ser definidos como uma simbiose existente entre fungos e algas ou fungos e cianobactérias (Valencia e Ceballos, 2002; Aguiar, 2007).

Segundo Baddeley et al (1973), os líquens são sensíveis a uma gama diversificada de xenobióticos ambientais, que incluem óxidos de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, material particulado, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), metais pesados, oxidantes fotoquímicos como o ozônio e o nitrato de peroxiacetila (PAN). Sua sensibilidade está associada a difusão simples dos poluentes ambientais no simbiote e dependendo das características físico-químicas dos poluentes, estes podem bioacumular no simbiote e causar efeitos adversos.

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 linquênico (Barkman, 1958; Moura et al., 2012).

Partindo da premissa que avaliar a qualidade do ar é de suma importância no intuito de prevenir doenças resultantes de quebra de homeostase no homem, bem como diversos eventos toxicológicos na biota como um todo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de ar da região central (centro) de diferentes cidades situadas na Região Alto Paranaíba do Triângulo Mineiro, por meio de análises de cobertura de líquens em *Mangifera indica*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

A área objeto de estudo foi às cidades de Douradoquara (MG), Romaria (MG), Estrela do Sul (MG) e Monte Carmelo (MG), ambas situadas na Região Alto Paranaíba, Minas Gerais, Brasil (**Figura 1**). A economia dessas cidades são baseadas na agricultura, atividade

leiteira e ceramista. Devido ao crescimento populacional e a falta de incentivos em transportes coletivos, os níveis de poluição difusa proveniente da queima de combustível por automóveis têm aumentado nos últimos anos.

Neste trabalho foram selecionados os centros destas cidades 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 fazenda distante 7 Km da cidade de Monte Carmelo (MG), devido às características do ambiente, sendo este considerado como de baixa intervenção antrópica oriunda de poluição atmosférica.

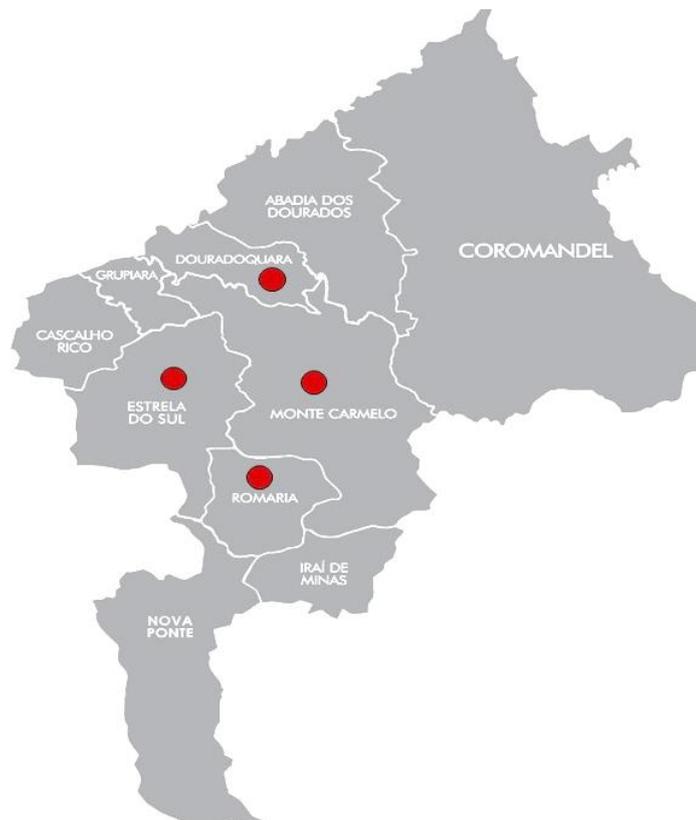


Figura 1: Cidades de coleta de dados de cobertura de Líquens em *Mangifera indica*.

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 nos troncos 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 foram quantificadas a presença de líquens foliosos do gênero *Canoparmelia* em troncos de árvores da espécie *Mangífera indica*. Foram selecionadas dez exemplares de *M. indica* de cada cidade (localizadas no centro ou próximo ao centro urbano) para amostragem de cobertura de líquens. Para o cálculo de porcentagem de cobertura de líquens foi utilizado plástico na dimensão de (40 x 40 cm) dividido em 100 quadrantes (4 x 4 cm) (**Figura 2**).

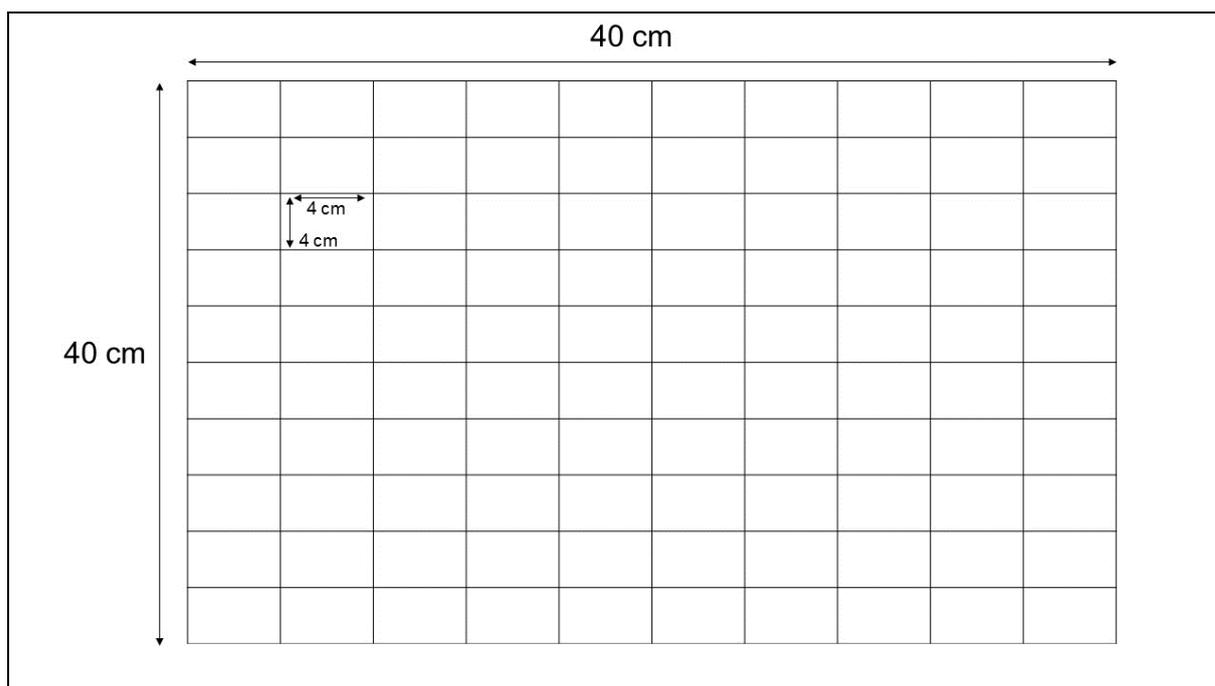


Figura 2: Representação dos quadrantes usados para levantamento da cobertura de líquens foliosos.

O tronco da *M. indica* (1,5m 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.

2.3 Análise estatística

Para comparar as porcentagens de cobertura dos líquens presentes nas mangueiras nas diferentes cidades 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 significativas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho foi avaliado a qualidade do ar de quatro centros urbanos situados na região Alto Paranaíba, por meio de análise de cobertura de Líquens em *M. indica*. Na **Tabela 1** estão apresentadas as coordenadas geográficas das *M. indica* amostradas, bem como as fontes poluidoras em cada cidade. Basicamente a grande maioria das cidades apresentam como fonte de poluentes atmosféricos a frota de veículos (fonte difusa) e indústrias (fontes pontuais).

Tabela 1. Coordenadas geográficas referentes aos pontos de coleta de dados de cobertura de líquens em *Mangifera indica* e as principais fontes poluidoras.

Cidade	Diâmetro da Árvore (cm)	Coordenadas Geográficas	Fontes poluidoras
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 ± 119,18		
Douradoquara	98	-18.436390 e -47.363467	FV
Douradoquara	122	-18.431770 e -47.605790	FV
Douradoquara	149	-18.431840 e -47.605220	FV
Douradoquara	183	-18.431670 e -47.605550	FV

Douradoquara	186	-18.431730 e -47.605360	FV
Douradoquara	102	-18.431960 e -47.605220	FV
Douradoquara	134	-18.432030 e -47.605030	FV
Douradoquara	143	-18.432230 e -47.604832	FV
Douradoquara	174	-18.432135 e -47.644362	FV
Douradoquara	93	-18.432533 e -47.605836	FV
Média	138,4 ± 34,90		
Romaria	122	-18.882440 e -47.583261	FV/IND
Romaria	50	-18.882170 e -47.582990	FV/IND
Romaria	173	-18.882220 e -47.583135	FV/IND
Romaria	93	-18.882210 e -47.583360	FV/IND
Romaria	111	-18.882260 e -47.583120	FV/IND
Romaria	61	-18.882250 e -47.583050	FV/IND
Romaria	239	-18.884476 e -47.582290	FV/IND
Romaria	219	-18.886050 e -47.582010	FV/IND
Romaria	230	-18.884260 e -47.588810	FV/IND
Romaria	130	-18.884290 e -47.588780	FV/IND
Média	142,80 ± 69,09		
Estrela do Sul	120	-18.778825 e -47.692588	FV/IND
Estrela do Sul	64	-18.754410 e -47.691770	FV/IND
Estrela do Sul	133	-18.754410 e -47.691930	FV/IND
Estrela do Sul	232	-18.738510 e -47.689290	FV/IND
Estrela do Sul	120	-18.744490 e -47.684788	FV/IND
Estrela do Sul	134	-18.744410 e -47.684810	FV/IND
Estrela do Sul	76	-18.744520 e -47.684730	FV/IND
Estrela do Sul	100	-18.744460 e -47.684750	FV/IND
Estrela do Sul	90	-18.731080 e -47.697770	FV/IND
Estrela do Sul	163	-18.749433 e -47.691922	FV/IND
Média	123,20 ± 48,33		
Monte Carmelo	167	-18.726707 e -47.495920	FV/IND
Monte Carmelo	117	-18.727136 e -47.495296	FV/IND
Monte Carmelo	199	-18.726796 e -47.495528	FV/IND

Monte Carmelo	415	-18.727818 e -47.493205	FV/IND
Monte Carmelo	227	-18.727087 e -47.494291	FV/IND
Monte Carmelo	48,5	-18.731691 e -47.499684	FV/IND
Monte Carmelo	270	-18.731721 e -47.499495	FV/IND
Monte Carmelo	46,5	-18.731664 e -47.500890	FV/IND
Monte Carmelo	49	-18.732611 e -47.496641	FV/IND
Monte Carmelo	259	-18.731967 e -47.496784	FV/IND
Média	179,70 ± 119,63		

FV: Frota de veículos; IND: Atividade industrial.

A análise de cobertura de líquens do grupo testemunha (controle) indicou alta frequência de líquens foliosos distribuídos nos caules aéreos de *M. indica* ($51,30 \pm 13,46$) indicando excelente qualidade do ar (**Figura 3**). Estes resultados eram esperados devido as características do local de coleta. A Fazenda está localizada a 7 Km da cidade de Monte Carmelo e apresenta baixíssima intervenção antrópica, sendo constituída de 50% de reserva legal. A fazenda baseia-se na agricultura familiar e criação de gado para o próprio sustento.

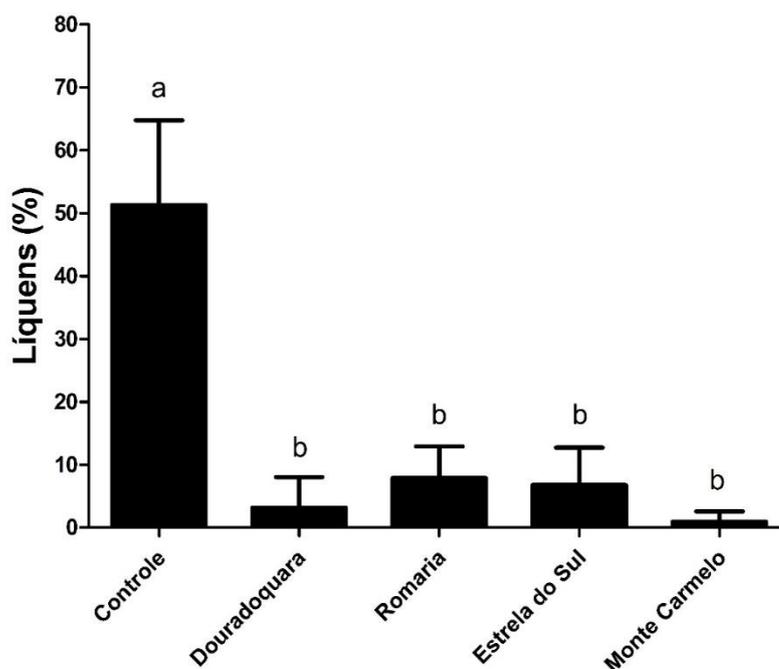


Figura 3: Cobertura de líquens (%) em *Mangifera indica* pertencentes a diferentes cidades da Região Alto Paranaíba do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil.

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

Quando comparado com a amostragem do grupo testemunha foi observado diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$, Tukey) nas amostras coletadas nos caules de *M. indica* de todas as cidades, indicando má qualidade do ar nos centros urbanos amostrados. Embora as cidades sejam consideradas de pequeno porte, a frequência de líquens foliosos demonstrou-se muito baixas, indicando a descarga de poluentes atmosféricos de maneira acentuada.

O município de Monte Carmelo foi registrado como sendo a cidade de maior taxa de poluição, uma vez que apresentou a menor porcentagem ($0,91 \pm 1,66\%$) de líquens nos resultados obtidos. Estes resultados podem ser justificados pelo fato de o município apresentar maior expansão geográfica, ser mais urbanizado e menos arborizado quando comparado as demais cidades. Além disso, a região apresenta intenso tráfego de veículos, como os de uso popular e caminhões movidos a óleo diesel, liberando como subproduto de sua queima, compostos poluentes. Somado a intensa frota de veículos, a cidade conta com baixo investimento em transportes coletivos. O intenso tráfego de veículos configura-se uma das principais causas da baixa qualidade do ar em municípios (Bravn, 2003).

Ainda sobre o mesmo município é importante destacar que a cidade nos últimos anos vem se expandido devido ao setor universitário. De acordo com Andrade et al. (2012), com o crescimento da cidade a população enfrenta congestionamentos, redução de áreas verdes e sobretudo, aumento dos níveis de poluição atmosférica.

Aliado ao intenso tráfego de veículos, a cidade de Monte Carmelo é a nível nacional considerada a capital da telha, devido a intensa produção de produtos ceramista. Em estudo feito por Campos et al (2016) foi constatado redução da qualidade do ar por meio de estudos pautados no biomonitoramento ambiental com *Tradescantia pallida* na cidade de Monte Carmelo, sendo as indústrias ceramistas indicadas como as grandes responsáveis pela poluição.

Douradoquara também apresentou baixa frequência de cobertura de líquens ($3,18 \pm 4,85\%$) e os resultados são justificados devido as características do local de coleta de dados em *M. indica*. As coletas foram feitas na avenida principal (acesso direto ao centro da cidade) e como a cidade conta com apenas esta via asfaltada para entrar na área urbana, todos os veículos comuns e caminhões cruzam este trecho, sendo por tanto considerado como de intenso tráfego de veículos. Paralelamente, na cidade a frota de caminhões ocorre diariamente, sendo destaque o tráfego de caminhões de embarque de lenha e de transporte leiteiro, bem como tratores de uso rural.

Embora Romaria e Estrela do Sul tenham apresentado maiores frequências de cobertura de líquens ($7,87 \pm 5,02\%$ e $6,75 \pm 5,97\%$, respectivamente) quando comparado as *M. indica* de Douradoquara e Monte Carmelo, as cidades também apresentam baixa qualidade de ar atmosférico, sendo evidente nestas cidades a descarga de poluentes oriundos de fontes pontuais (indústrias) e difusas (automóveis).

Segundo Sell (2002) a poluição atmosférica é gerada por seis grupos principais de fontes poluidoras sendo elas: meios de transportes, aquecimento doméstico, geração de energia elétrica (implementação), queima de lixo, incêndios de pastagens e florestas e queima de combustíveis industriais e processos envolvendo emissão. Com o crescimento demasiado dos centros urbanos e aumento da frota de veículos, esses fatores tornaram mais agravantes a poluição atmosférica (API, 2011). Nesse sentido, a fiscalização das fontes poluidoras é fundamental para garantir a qualidade o ar.

Os autores destacam para a necessidade de monitoramento da qualidade e validade dos filtros industriais, outrora instalados nas chaminés, bem como o uso de catalizadores em automóveis. O grande problema ao que tange a poluição de origem da queima incompleta dos combustíveis fósseis em veículos recorre a falta de políticas ambientais aplicadas para tal propósito.

De maneira notável o país indiretamente investe em poluição ambiental, a partir do momento que recorre a cobrança de impostos mais altos em veículos novos, e impostos baixos sobre o IPVA de veículos mais velhos. Desta forma por decorrência da facilidade de manter os documentos dos veículos regularizados, muitos trabalhadores rurais de pequena cidade, bem como de via urbana buscam a economia por meio do uso de veículos mais antigos, os quais liberam maior quantidade de poluentes quando comparados aos veículos mais modernos.

Por fim, neste trabalho foi observado a eficiência do uso de líquens no rastreamento de poluentes ambientais atmosféricos, bem como a determinação da qualidade do ar, conforme descrito por outros autores (Troppmair, 1998; Gonçalves et al., 2007).

A importância em analisar a qualidade do ar atmosférico reside no fato que o ar é essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos, sendo os modelos de estimativas de emissões, através do uso de modelos matemáticos, baseados em análises físico-químicas, insuficientes para estimar o risco ambiental (Klumpp, 2001).

Os problemas decorrentes da poluição atmosférica sobre a saúde humana têm sido considerados em estudos de saúde pública, de saúde ambiental e de toxicologia, apontando

para efeitos que se manifestam principalmente por doenças crônicas, prejudicando a qualidade de vida das populações afetadas ou causando aumento de mortalidade, em situações extremas (Peiter e Tobar, 1998).

4. CONCLUSÃO

O uso de bioindicadores, em especial líquens, permite uma avaliação rápida da qualidade do ambiente. Concluiu-se que as áreas escolhidas apresentaram baixa quantidade de líquens, indicando intensa descargas de poluentes atmosféricos, gerados principalmente por atividades industriais e pela frota de veículos. Os autores destacam para a necessidade de investir em projetos que visem a redução da emissão de poluentes ambientais, evitando prejuízos na saúde humana e de toda a biota.

5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. R.; ALVES, E. R.; SAIKI, M. Procedimentos para Preparação de Amostra de Líquens

AMORIM, W. B. Monitoramento da Concentração e caracterização de Material Particulado Suspenso na Atmosférica. Campinas, SP. 2004 (Tese, Doutorado) 165 p.

ANDRADE, M.F. ORSINI, MAENHAUT, W. Relation between aerosol sources and meteorological parameters for inhalable atmospheric particles in Sao Paulo City, Brazil, *Atmosph. Env.* 28 (1994) 2307-2315.

ANDRADE, M.F., MIRANDA, R.M., FORNARO, A., KERR, A., OYAMA, B., ANDRE, P.A., SALDIVA, P. Vehicle emissions and PM_{2.5} mass concentrations in six Brazillian cities, *Air Qual Atmos Health.* 5 (2012) 79-88.

API, 2011, em EDITORA ABRIL; Planeta Sustentável, , disponível em <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/fosseis-companhias-petroliferas-futuro-mais-eletrico-quatorrodas-545227.shtml>> ; Data de acesso:17 de maio 2011,

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.

BRAGA, B; HESPANHOL, L;CONEJO, J.G.L; BARRO, M.T.L, de:
VERAS,JUNIOR, M.S, O meio atmosférico. In: Introdução e Engenharia Ambiental. São Paulo : Editora Printice Hall, 2002. Cap. 10,p 168-214.

BRASIL. Lei n.º 6.983 de 31/08/1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Diário Oficial da União de 02/09/1981. Disponível em:
<http://www.gov.br/port/CONAMA/index.cfm> Acesso em 27 maio 2018.

CAMPOS, M.L, de A. Introdução á química de ambientes aquáticos e da atmosfera. Departamento de química da faculdade de filosofia ciência e letras da universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2002.

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.

CARNEIRO, R M A, Bioindicadores Vegetais de Poluição Atmosférica: Uma Contribuição para a

CARRERAS, H. A.; PIGNATA, M. L. Comparison among air pollutants, meteorological conditions and some chemical parameters in the transplanted lichen *Usnea amblyoclada*. Environmental Pollution, v.111, p.45-52, 2001.

DALLAROSA, Juliana et al. Study of the chemical elements and polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particles of PM10 and PM2. 5 in the urban and rural areas of South Brazil. Atmospheric Research, v. 89, n. 1-2, p. 76-92, 2008.

FELLENBERG, G. Introdução aos problemas de poluição. São Paulo: Ed. Univ. São Paulo, 1980. 169 p.

FERRY, B. W.; BADDELEY, M. Susan; HAWKSWORTH, David Leslie. Air pollution and lichens. 1973.

GARTY, J,;TOMER, S, ;LEVIN,; os biomonitors mond a caal fired power station in Israel. Environmental rescarch , v . 91, p.186-198, 2003. Disponível em <<http://www.sibi.usp.br/sibi/biblioteca/revista/seleção>. Acesso em 25 de jun 2018.

GONÇALVES, V. F. et al., Utilização de Líquens como Bioindicadores da Qualidade Atmosférica na

IPEA. Comunidade do IPEA. Comunidade n° 103. Poluição veicular atmosférico 2011. <[HTTP:// WWW.ipea.gov.br](HTTP://WWW.ipea.gov.br) Acesso em 27 de jun 2018.

JOLY, A. B. Botânica: Introdução á taxonomia vegetal: 13 edição São Paulo: Cia. Editora Nacional , 2002, 777p.

KLUMPP, ANDREAS. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC, p. 145-171, 2001.

LIMA, J, S; FERNANDES, E, B; *Mangifera indica* and *Phaseolus vulgaris* in the bioindication of air pollution in Bahia, Brazil *ecotoxicology and environmental safety* v.46, p275-278, 2000. Disponível em <<http://www.sibi.usp.br/sibi/biblioteca/revista/seleção>>. Acesso em 25 de jun 2018.

MARTINE, G. População, Meio Ambiente e Desenvolvimento: o cenário global e nacional, in . MARTINE, G. População, Meio Ambiente e Desenvolvimento: verdades e contradições. 2º edição. Campinas : editora UNICAMP, 1996, Cap.1, p.21-39.

MOTA-FILHO, Fernando de O. et al. Análise de pigmentos de plantas e líquens no Recife como parâmetro de avaliação da poluição ambiental. *Revista de Geografia*, v. 20, n. 2, p. 43-61, 2003.

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

NIMIS, P. L. et al. Biomonitoring of trace elements with lichens in Veneto (NE Italy). *Science of the total environment*, v. 255, n. 1-3, p. 97-111, 2000.

PEITER, P.; TOBAR, C. Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 14, p.473- 485, 1998.

POURSAFA, Parinaz et al. The relationship of air pollution and surrogate markers of endothelial dysfunction in a population-based sample of children. *BMC Public Health*, v. 11, n. 1, p. 115, 2011.

ROSSBACH, Matthias et al. Large scale air monitoring: lichen vs. air particulate matter analysis. *Science of the total environment*, v. 232, n. 1-2, p. 59-66, 1999.

Saúde da Comunidade, Dissertação de Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública, Ribeirão Preto-SP, 2004.

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

SILVA, R. A. (2002) *Cladonia verticillaris* (líquen) como biomonitor padrão da qualidade do ar

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.

SUMITA, N.M.; MENDES, M.E.; MACCHIONE, M.; GUIMARÃES, E.T.; LICHTENFELS, A.J.F.C.; LOBO, D.J.A.; SALDIVA, P.H.N. *Tradescantia pallida* cv. *purpurea* Boom in the characterization of air pollution by accumulation of Trace elements.

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

WAPPELHORST, O. et al. Deposition and disease: a moss monitoring project as an approach to ascertaining potential connections. *Science of the Total Environment*, v. 249, n. 1-3, p. 243-256, 2000.