

**AValiação DA QUALIDADE DO AR NA CIDADE DE COROMANDEL,
MINAS GERAIS, BRASIL**

AIR QUALITY ASSESSMENT IN THE CITY OF COROMANDEL, MINAS GERAIS,
BRAZIL

Thiago Luiz de Souza¹

Cássio Resende de Moraes^{2*}

RESUMO: O uso de bioindicadores configura-se uma das metodologias mais adequadas para a detecção de efeitos de poluentes atmosféricos sobre a biosfera. 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 atmosférico. A cidade de Coromandel, MG, Brasil se encontra em estado preocupante ao que diz respeito a qualidade do ar, haja vista que na cidade existe um intenso tráfego de veículos de uso individual. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do ar atmosférico na cidade de Coromandel, MG, Brasil, por meio da análise de cobertura de Líquens foliosos em *Mangífera indica*. Foram selecionados 10 bairros para monitoramento da qualidade do ar. Em cada bairro, 10 *M. indica* foram analisadas quanto a porcentagem de cobertura de líquens foliosos. Os valores de cobertura líquênica foram expressas em média e desvio padrão, e os resultados foram comparados com o grupo testemunha (mangueiras localizadas em região com baixa intervenção antrópica). Todos os bairros apresentaram baixa cobertura de líquens em *M. indica*, quando comparado ao grupo testemunha. A cidade de Coromandel apresenta uma intensa frota de veículos, aliada a diferentes atividades industriais, que acabam por causar a depressão crônica da qualidade do ar atmosférico. Devido a sua sensibilidade, líquens configuram-se excelentes bioindicadores de qualidade do ar atmosférico.

Palavras-chave: Bioindicadores; Líquens; Poluentes atmosféricos

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: casio.1015@hotmail.com

ABSTRACT: The use of bioindicators is one of the most appropriate methodologies for detecting the effects of atmospheric pollutants on the biosphere. In urban centers, the emission pattern of environmental pollutants is commonly determined by physical-chemical analyses. However, these analyses are insufficient to express the damage caused to organisms exposed in the long term. In this sense, the use of bioindicators with sensitivity to different degrees of environmental pollution allows a more detailed view of the possible environmental impacts caused by different atmospheric xenobiotics. The city of Coromandel, MG, Brazil is in a worrying state regarding air quality, given that the city has intense traffic of individual vehicles. In this sense, the present study aimed to evaluate the quality of atmospheric air in the city of Coromandel, MG, Brazil, through the analysis of the coverage of foliose lichens in *Mangífera indica*. Ten neighborhoods were selected for air quality monitoring. In each neighborhood, 10 *M. indica* were analyzed for the percentage of foliose lichen cover. The lichen cover values were expressed as mean and standard deviation, and the results were compared with the control group (mango trees located in a region with low human intervention). All neighborhoods presented low lichen cover in *M. indica*, when compared to the control group. The city of Coromandel has a large vehicle fleet, combined with different industrial activities, which end up causing chronic depression of atmospheric air quality. Due to their sensitivity, lichens are excellent bioindicators of atmospheric air quality.

Keywords: Bioindicators; Lichens; Air pollutants

1. INTRODUÇÃO

O ar que respiramos representa uma mistura heterogênea de gases, dos quais a água, nitrogênio, gás carbônico e oxigênio estão presentes em maior quantidade. O ar atmosférico representa um dos substratos mais importantes para os seres vivos, sendo que a maioria deles depende da presença do ar para realizar suas atividades vitais (OLIVEIRA, 2008).

A interação do homem com o meio ambiente, seja ela harmônica ou não, provoca sérias mudanças a nível global. Essas mudanças, decorrentes da relação histórica sociedade-natureza vem gerando diversos problemas e intensas discussões sobre as questões ambientais em todos os segmentos da sociedade. Visando a melhora da qualidade de vida e da própria sobrevivência das espécies sobre o planeta, a relação entre o homem e a natureza está em processo de reavaliação (LOPES, 2010).

A maior parte dos poluentes atmosféricos origina-se da queima incompleta de combustíveis fósseis (OLIVEIRA; KUMMROW, 2008; VARDAR et al., 2013). Os veículos movidos a combustíveis fósseis são considerados os principais agentes

poluidores do ar, uma vez que eles liberam gases extremamente tóxicos, que incluem monóxido de carbono, óxidos de enxofre e nitrogênio, gás carbônico e metais pesados (OLIVEIRA; KUMMROW, 2008; VARDAR et al., 2013).

O monóxido de carbono tem capacidade de se ligar às hemácias, formando uma ligação estável e irreversível que impede o transporte de oxigênio, dificultando a oxigenação dos tecidos, levando à perda de consciência e até a morte. Sua emissão e acúmulo na atmosfera em larga quantidade também está associado ao efeito estufa (CUNHA, 1998)

Os óxidos de enxofre e nitrogênio correspondem a gases tóxicos que causam diversos distúrbios respiratórios (CUNHA, 1998). Além disso, esses gases reagem com o vapor de água encontrado na atmosfera, formando o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), que se dissolvem na água nas nuvens e precipitam na forma de chuva ácida (CUNHA, 1998).

As chuvas ácidas alteram a composição do solo, causando prejuízos a plantações, florestas e aos ecossistemas aquáticos, além de corroer prédios, casas e monumentos (CUNHA, 1998).

O gás carbônico faz parte da atmosfera terrestre e forma uma camada protetora ao redor da Terra, visando manter o planeta em uma temperatura que seja compatível com a manutenção da vida. Esse processo é denominado efeito estufa. Alterações climáticas acarretam diversos distúrbios no equilíbrio ambiental do planeta. O aumento das concentrações de CO_2 na atmosfera pode supostamente prejudicar o equilíbrio estabelecido entre oceanos e biosfera que fazem suas trocas de carbono através da atmosfera. Em concentrações normais, longe de ser prejudicial, o CO_2 é fator primordial sob dois pontos de vista: metabolismo das plantas e equilíbrio climático global (SANTOS e HELENE, 1990).

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).

Os líquens são organismos resultantes de associações simbióticas entre algas e fungos ou fungos e cianobactérias, que resultam em um talo (AHMADJIAN, 1993). Esses seres são utilizados em ensaios de biomonitoramentos da qualidade do ar, em função da grande sensibilidade (em alguns tipos de fungos) às alterações atmosféricas, derivadas estas, principalmente da queima de combustíveis fósseis.

A cidade de Coromandel-MG situada na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e na microrregião de Patrocínio com estimativa populacional de 28 508 habitantes (IBGE, 2018) têm como principal atividade econômica a agropecuária. O município conta com diversos tipos de culturas na área agrícola, sendo lavouras permanentes (Banana, Café, Laranja, Maracujá, etc) e temporárias (Algodão, Arroz, Feijão, etc.). No âmbito pecuário Coromandel detêm uma grande diversidade de rebanhos. Os de maior escala econômica são os de bovinos, suínos e galináceos. Os municípios limítrofes à Coromandel são Abadia dos Dourados, Monte Carmelo, Patrocínio, Patos de Minas, Lagamar e Vazante (IBGE, 2018).

No período de 2010 a 2016, Coromandel contou com um aumento de aproximadamente 50% na sua frota de veículos, passando de 10.144 para 115.426 (IBGE, 2018). Além destes citados acima, devemos levar em consideração o número de veículos de transporte (diversos tipos de mercadorias e cargas, que transitam de forma passageira pela cidade) e os veículos que visitam a cidade a passeio ou para se deslocarem para outros municípios (IBGE, 2018).

Estas informações demonstram a interdependência do homem aos automóveis, sugerindo grande liberação de poluentes ambientais, que podem por sua vez, interferir com o equilíbrio ecológico.

Visando analisar a qualidade do ar da cidade de Coromandel, este trabalho tem por objetivo, determinar a qualidade do ar da cidade, através do levantamento da cobertura de Líquens em *Mangifera indica*. Avaliar a qualidade do ar é imprescindível no intuito de prevenir doenças resultantes de quebra de homeostase, proporcionada por poluentes ambientais atmosféricos.

Este trabalho possui grande importância, no âmbito ambiental, já que ainda não foram realizados trabalhos utilizando 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 Coromandel, MG, Brasil (18°28'24"S e Longitude: 47°12'01"W). O último censo demográfico informou uma população de 28 508 habitantes vivendo em uma área de 3.313,116 Km² (IBGE, 2018). A economia é baseada 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 10 bairros para monitoramento da qualidade do ar, por meio da análise de cobertura de líquens. Foi selecionado como grupo controle uma área de Fazenda, a qual está situada a 7 Km da cidade de Monte Carmelo. Tal fazenda 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 (Croscosos, foliosos e frutificosos). Líquens croscosos, 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 quantificado 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 plástico na dimensão de (40 x 40 cm) dividido em 100 quadrantes (4 x 4 cm) (**Figura 1**).

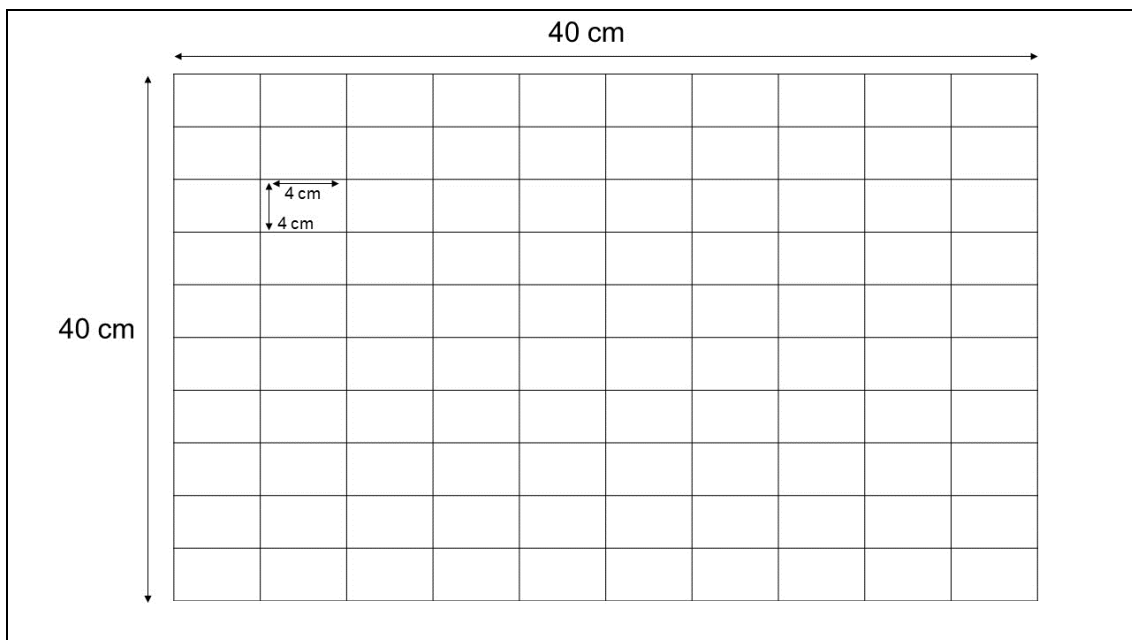


Figura: Representação dos quadrantes usados para levantamento da cobertura de líquens foliosos.

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.

2.3 Análise estatística

Para comparar 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 os efeitos cumulativos dos impactos ambientais atmosféricos gerados pelos poluentes foram analisados por meio da cobertura de líquens em *M. indica*. Como apresentado na **Figura 2** todos os bairros diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) do grupo controle, demonstrando por tanto má qualidade do ar.

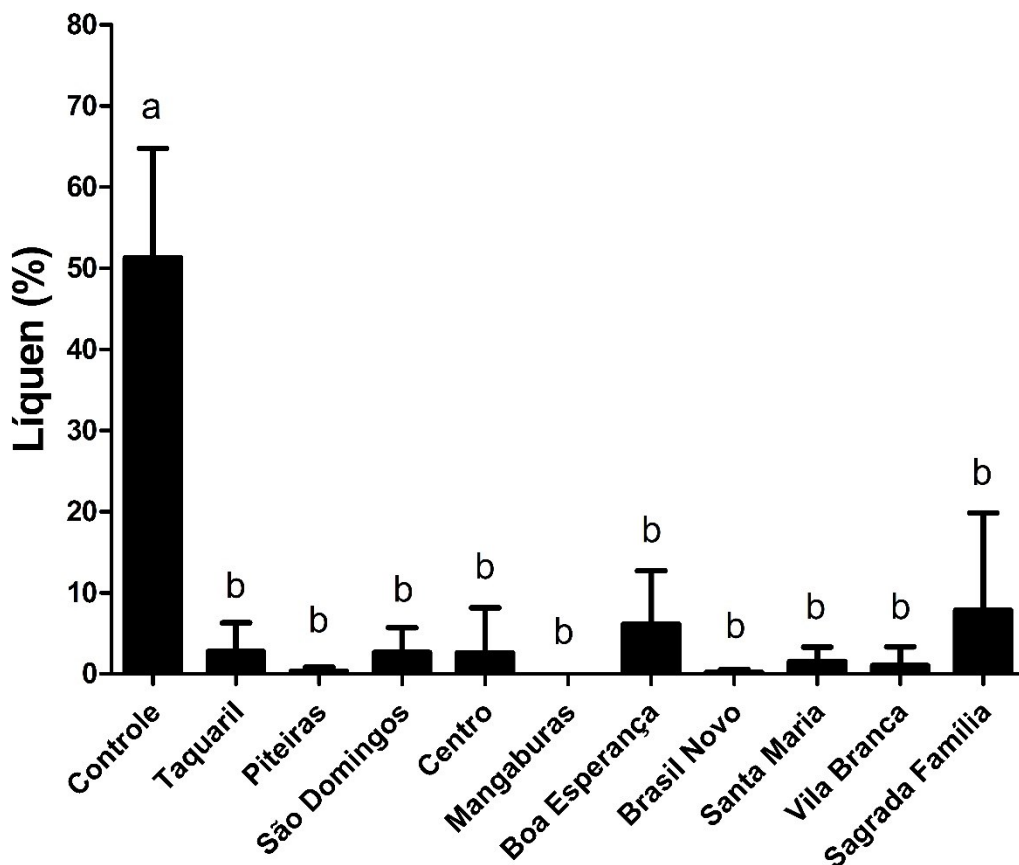


Figura 2: Cobertura de Líquens em *Mangifera indica*, localizadas em diferentes bairros na cidade de Coromandel, Minas Gerais Brasil. Controle: Área preservada.

* Médias com letras diferentes 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 líquênica, 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). 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 líquênico (BARKMAN 1958, MOURA et al, 2012).

Diferentes autores confirmam a eficiência do uso de líquens em técnicas de biomonitoramento da qualidade do ar atmosférico (PINHO et al., 2017; VANINNI et al., 2016; MALASPINA, 2014).

Na cidade de Coromandel, MG, Brasil observa-se uma expansão das áreas urbanas, acompanhado da utilização de transporte motorizado de uso individual, resultando na liberação em massa de grandes quantidades de poluentes atmosféricos. Além disso, na cidade é observado atividade ceramistas, que por sua vez corresponde outro agravante ao que diz respeito a qualidade do ar atmosférico.

Políticas ambientais são necessárias na cidade, como medidas mitigatória para minimizar a liberação e concentração dos principais poluentes atmosféricos, tais como filtros em chaminés, escapamento com catalisadores funcionais, investimento em transportes coletivos e preservação de áreas verdes.

Levando em consideração que os poluentes atmosféricos liberados na queima incompleta de combustíveis fósseis são em suma, dependendo da concentração, prejudiciais ao ambiente, a tomada de decisões preventivas, podem a curto e longo prazo prevenir eventos toxicológicos adversos nos componentes bióticos, incluindo o homem.

4. CONCLUSÃO

Por meio da análise de cobertura de líquens foliosos em *M. indica* foi possível verificar que a cidade de Coromandel, MG, Brasil apresenta uma intensa frota de veículos, aliada a diferentes atividades industriais, que acabam por causar a depressão crônica da qualidade do ar atmosférico. Devido a sua sensibilidade, líquens configuram-se excelentes bioindicadores de qualidade do ar atmosférico.

REFERÊNCIAS

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

BADDELEY, M.S., FERRY, B.W., FINEGAN, E.J. 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, 1973.

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

BRIGGS, W.S. Em Applied Industrial Catalysis; Leach, B. E., ed.; Academic Press: Orlando, 1984.

CUNHA, Sandra Baptista da.; GUERRA, Antônio José Teixeira. Avaliação e Perícia ambiental. – Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1998.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/coromandel/panorama>. Acesso 14 de novembro de 2019.

KLUMPP, A. 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, 2001.

LOPES, T.C.M. Interação da poluição atmosférica e a vegetação arbórea na cidade de São Paulo, 2010.

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.

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

MARTINS - MAZZITELLI, S.M. A., MOTA FILHO, F.O., PEREIRA, E.C., FIGUEIRA, R. 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, 2006.

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

OLIVEIRA, Danielle Palma de; KUMMROW, Fábio. Poluentes da Atmosfera. In: *Fundamentos de Toxicologia*[S.l: s.n.], 2008.

PINHO, P.; BARROS, C.; AUGUSTO, S.; PEREIRA, M. J.; MAGUAS, C.; BRANQUINHO, C. Using nitrogen concentration and isotopic composition in lichens to spatially assess the relative contribution of atmospheric nitrogen sources in complex landscapes. *Environ Pollut*, v. 230, p. 632-638, 2017.

Santos, M.R.P.; HELENE, M. E. M. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO₂-1990.

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

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

VANNINI, A.; GUARNIERI, M.; PAOLI, L.; SORBO, S.; BASILE, A.; LOPPI, S. Bioaccumulation, physiological and ultrastructural effects of glyphosate in the lichen *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr *Chemosphere*, v. 164, p. 233-240, 2016.

VARDAR, N.; ODABASI, M.; HOLSEN, T. M. Particle Dry Deposition and Overall Deposition Velocities of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *Journal of Environmental Engineering*. V. 128, nº 3, p. 269-274, 2013.

VDI. 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, 1999.