Líquens como bioindicadores da qualidade do ar – Uma perspectiva sobre o Caminhos do Mar - Parque Estadual da Serra do Mar, SP

João Pedro Santos Duarte[1]; Beatrice Fernandes do Amaral[2]

[1] Bacharel em Ciências Biológicas (UNISANTA); Mestrando em Ecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos (UNISANTA).
[2] Licenciatura em Ciências Biológicas (UFPA); Pós Graduação em Auditoría, Gestão e Pericia Ambiental (FAMETRO) e Administração de Negócios Internacionais (AGM University); Doutoranda em Administração de negócios com foco em Sustentabilidade (FCU University).

Resumo

As discussões acerca das alterações e impactos causados, além dos níveis de poluentes na atmosfera, trazem cada vez mais à tona o uso de bioindicadores em monitoramentos, sendo os líquens considerados como exímios indicadores da qualidade do ar. O parque ecoturístico Caminhos do Mar, situado no Parque Estadual da Serra do Mar, possui características ambientais e proximidade ao polo industrial de Cubatão, área com histórico de altos níveis de poluentes no passado, dispondo-se como uma ótima opção para estudos e levantamentos pertinentes ao tema, trazendo questões e perspectivas acerca do impacto direto destes poluentes, bem como à restauração ecológica do ambiente antigamente degradado e a relação com a diversidade e ocorrência de líquens. Os resultados obtidos, sugerem que quanto maior a proximidade da região industrial, menor é a diversidade de líquens, sendo limitada a ocorrências de espécies mais tolerantes a poluentes e alterações do ambiente. Além disso, a perspectiva demonstrada, tendo esses organismos como bioindicadores, se mostra de fácil aplicação, podendo ser incrementada e introduzida aos meios convencionais de monitoramento e fiscalização, assim trazendo resultados mais abrangentes, além da economia com técnicas, instrumentos e tecnologias mais avançados, principalmente em áreas remotas.

Abstract

The discussions surrounding the alterations and impacts caused, as well as the levels of pollutants in the atmosphere, increasingly bring to light the use of bioindicators in monitoring, with lichens being considered as excellent indicators of air quality. The ecotourism park Caminhos do Mar, located in the Serra do Mar State Park, has environmental characteristics and proximity to the industrial hub of Cubatão, an area with a history of high levels of pollutants in the past, making it an excellent option for studies and surveys relevant to the topic, raising questions and perspectives regarding the direct impact of these pollutants, as well as the ecological restoration of the previously degraded environment and its relationship with lichen diversity and occurrence. The results obtained suggest that the closer the proximity to the industrial region, the lower the diversity of lichens, limited to occurrences of species more tolerant to pollutants and environmental alterations. Furthermore, the perspective demonstrated, having these organisms as bioindicators, proves to be easily applicable, capable of being integrated into conventional monitoring and enforcement methods, thus providing more comprehensive results, in addition to savings on techniques, instruments, and more advanced technologies, especially in remote areas.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as discussões e temáticas levantadas, após evento da primeira Revolução Industrial no século XVIII, a poluição atmosférica vem se destacando gradativamente devido à alta carga de poluentes liberados na atmosfera pelos variados setores empresariais e industriais, juntamente com impacto causado no presente, além de previsões de cenários para o futuro. A poluição do ar consiste em um dos principais problemas ambientais para a saúde de seres vivos. Em áreas urbanas, diversas implicações na saúde humana se apresentam críticas, principalmente pelo elevado número de automóveis e indústrias emissores de poluentes nessas regiões e seus arredores (VON SCHNEIDEMESSER, 2019). Conforme apontado por Landrigan et al. (2018), no ano de 2015, a poluição atmosférica foi identificada como a causa principal de 16% de todas as mortes globais. Além disso, a poluição representa uma ameaça para a saúde do planeta como um todo, causando danos aos ecossistemas, indivíduos e estando estreitamente ligada à mudança climática global (IPCC, 2021). Cerca de 85% da poluição por partículas no ar e a maior parte da poluição por óxidos de enxofre e nitrogênio, vêm da queima de combustíveis fósseis de países mais desenvolvidos, somado à queima de biomassa por parte de países subdesenvolvidos. (LANDRIGAN et al., 2018). Esses dados evidenciam a urgência da situação, destacando-se a necessidade de monitorar os níveis de poluição para compreender plenamente os problemas e implementar medidas eficazes de controle e mitigação de riscos.

Monitoramentos e levantamentos de poluentes atmosféricos tradicionalmente envolvem métodos onerosos, como o monitoramento em tempo real, amostragem passiva e ativa, espectroscopia, cromatografia gasosa e líquida, bem como análises por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e modelagem computacional. Essas técnicas, embora eficazes, podem incorrer em altos custos de equipamentos, manutenção e desenvolvimento de novas tecnologias de ponta. Através dessas metodologias, é possível avaliar a conformidade com os padrões e limites regulatórios estabelecidos ou recomendados por normas e entidades governamentais relacionadas às concentrações de poluentes atmosféricos e qualidade do ar. No entanto, os resultados dessas medições, não permitem conclusões imediatas sobre os impactos das concentrações atuais de poluentes em seres vivos, já que os potenciais efeitos não dependem apenas da concentração e duração do impacto, mas também de outros fatores, incluindo condições climáticas, estado nutricional, predisposição genética, faixa etária, exposição além de outras variáveis que desempenham papéis significantes (ARNDT et al., 1995).

Dessa forma, o acréscimo de bioindicadores pertinentes à poluição atmosférica e qualidade do ar entre os métodos convencionais, se apresenta como uma abordagem complementar emergente, de forma eficaz e econômica, bem como os líquens ou fungos liquenizados, cujos são amplamente relacionados a concentrações de poluentes na atmosfera e à qualidade do

ar. Sua utilização como bioindicadores pode oferecer vantagens expressivas, incluindo custos reduzidos, simplicidade de implementação e manutenção, além de fornecerem informações complementares às metodologias convencionais (ELIASARO, et al, 2009).

Os líquens, são o resultado de uma delicada associação simbiôntica entre fungos (micobionte) e algas ou cianobactérias (fotobionte), formando a estrutura visível, chamada de talo. A relação entre ambos é mutualística, ou seja, enquanto o micobionte se beneficia da energia produzida pela fotossíntese por parte do fotobionte, este recebe em troca a umidade e nutrientes acumulados pelo micobionte, além de um ambiente físico adequado para seu desenvolvimento pleno (RAVEN et al., 2014; COLONI JUNIOR, 2019). Estes indivíduos, podem apresentar uma elevada especificidade em relação ao ambiente em que estão inseridos, indicando diversas variáveis ambientais, ao mesmo tempo em que exibem uma notável sensibilidade a múltiplos poluentes. São extremamente sensíveis a variações de clima, "hospedeiro", umidade, minerais e nutrientes da poeira no ar, direção e disponibilidade de luz solar, dentre outras variações ambientais. A perturbação do delicado equilíbrio estabelecido entre o micobionte e o fotobionte, somada à sua sensibilidade a distúrbios ambientais, pode acarretar à morte do talo (ELIASARO, 2010), assim podendo diminuir sua diversidade e abundância em um ambiente. Esses organismos, são rapidamente afetados em regiões sujeitas a impactos ambientais como a poluição, sendo extremamente lento o processo de restauração da comunidade, quando viável. O crescimento normalmente ocorre em uma taxa de milímetros por ano, apontando que as sucessões liquênicas podem demandar períodos que variam de décadas a séculos para se completarem (RAVEN et. al, 2014; MARCELLI, 1997). Essa sensibilidade permitiu o uso desses organismos como notáveis indicadores da qualidade atmosférica de um ambiente, dentre diversos biomas e ecossistemas, assim sendo indicados como bioindicadores ambientais (MOTA FILHO et al., 2006; MOREIRA et al., 2017).

Diversas famílias, gêneros e espécies de liquens demonstram ser sensibilizados à presença de dióxidos de nitrogênio, enxofre e metais pesados, substâncias cujas tendem a estar em níveis mais elevados na atmosfera, próximo a áreas industriais (BADDELEY et al., 1973; SCHLENSOG & SCHROETER, 2001; RININO et al., 2005; MIKHAILOVA, 2007). As alterações na estrutura da comunidade de liquens, abrangendo frequência, cobertura, diversidade e vitalidade das espécies, podem estar intimamente relacionadas às concentrações de poluentes presentes na atmosfera (HAWKSWORTH, 1973; VAN HALUWYN & VAN HERK, 2022). Os efeitos de poluentes, se manifestam não apenas pela redução da vitalidade do indivíduo, mas também por sintomas externos e internos característicos. Os líquens não possuem estômatos nem cutícula, o que implica na rápida absorção de gases e componentes do ar, facilmente alcançando as células do componente fotobionte, podendo assim interferir em seu pleno funcionamento. A ausência dessas

estruturas não apenas determina a incapacidade dos líquens para excretar substâncias tóxicas absorvidas, mas também inibe a possibilidade de seleção destas (VALÊNCIA & CEBALLOS, 2002; MARTINS et al., 2008).

A utilização de fungos liquenizados acerca do nível de poluentes na atmosfera, ou em monitoramentos da qualidade do ar, vêm lentamente garantindo espaço no meio acadêmico, dispondo-se de resultados concretos como levantados por Ferreira et al. (1980), Martins et al. (2008), Calvelo et al. (2009), Dutra et al. (2020), Romanoski (2022), Ibarrondo et al. (2016) e Nimis et al. (1991). Tais dados juntos à novas perspectivas e estudos, podem contribuir com a implementação dessa abordagem no meio privado e governamental, adentrando ao âmbito fiscalizador, podendo ser gradativamente utilizada por órgãos reguladores e monitores de poluentes atmosféricos a medida em que novos estudos estruturem informações mais recentes e concretas.

Em geral, fungos liquenizados são mais abundantes em regiões com boa iluminação e alta umidade do ar. Assim, ambientes, úmidos, montanhosos e matas litorâneas são os mais favoráveis para o desenvolvimento pleno desses organismos, apresentando maior diversidade quando comparado a outras condições ambientais (MARCELLI, 1997; RAVEN et al., 2014). Para o Estado de São Paulo, locais com tais características, como a Serra do Mar, são valiosos ambientes para estudos pertinentes e enriquecimento à literatura, assim corroborando com atualizações e novas informações acerca dos líquens.

O parque ecoturístico Caminhos do Mar, inserido a uma Unidade de Conservação Ambiental, o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), SP - Brasil, situado entre o litoral e o planalto, se dispõe com uma grande abundância desses organismos devido a suas características ambientais favoráveis. O Caminhos do Mar abrange uma área aos arredores da usina hidrelétrica Henry Border e da Estrada Velha de Santos (Rodovia SP – 148), ao decorrer da descida na serra. Este, basicamente pode ser dividido em 2 porções, sendo a primeira em Cubatão, compondo da escarpa ao “pé da serra”, enquanto a segunda abrange o planalto a cerca de 780 metros de altura do nível do mar, já no município de São Bernardo do Campo. A entrada e acesso ao Caminhos do Mar nesta 1° Porção, encontra-se vizinha ao importante polo industrial da região, o qual se encontra responsável por praticamente toda a poluição atmosférica emitida no município (SARRA, 2021). Nota-se a presença de grandes indústrias, dentre variados setores como: siderúrgico, químico, de fertilizantes e petroquímico, sendo a Refinaria Presidente Bernardes – PETROBRAS, a mais próxima ao Caminhos do Mar, estando assim inserido proximamente ao raio de emissão dos poluentes liberados. Além disso, a região arredor possui grande influência das atividades do Porto de Santos, cujo registra um intenso tráfego de caminhões, além de servir como rota de acesso ao litoral Sul do estado de São Paulo (INOUHE, 2022).

Anteriormente à implementação da Rodovia Anchieta (SP – 150) em 1947, a Rodovia Caminhos do Mar (SP – 148) era a única rota utilizada na região para

subir e descer a serra do mar. Desde o ano de 1844, a estrada era utilizada para o escoamento de produtos como o café, açúcar e outras mercadorias do planalto à região portuária da baixada santista. Após reparos e modernizações, passou a ser utilizada como principal via para o litoral paulista.

No início do século XX, foram estabelecidas as primeiras indústrias de médio porte em Cubatão, tendo enfoque nos setores de produtos químicos, couro e papel. Posteriormente, o setor industrial em expansão do município, beneficiou-se de energia acessível, fornecida pela primeira hidrelétrica do Brasil, a Henry Borden, construída pela São Paulo Light and Power Company em 1926, localizada vizinha ao Caminhos do Mar. No final da década de 1940, por iniciativas do governo federal, devido a facilidade do transporte marítimo, rodoviário e ferroviário, proximidade do maior centro consumidor do país (São Paulo), além da eficiente disponibilidade de energia (MENDES & GUIMARÃES, 2015), a região vivenciou uma transformação industrial significativa, impulsionada pelo setor petrolífero e pelas indústrias de base (GOLDENSTEIN, 1972). Esse pico de desenvolvimento foi estimulado pelo Plano Nacional Rodoviário de 1945, pela inauguração da Rodovia Anchieta (SP - 150) em 1947 e pela criação da Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão, inaugurada em 1955, a primeira refinaria de petróleo do país. Tais fatos corroboraram com a vocação industrial do município, ampliando exponencialmente seu polo industrial, sendo este reconhecido internacionalmente pela sua eficácia e resultados apresentados.

Posteriormente, após anos de degradação ambiental e desenfreada emissão de poluentes, na década de 1980 Cubatão fora considerada como a cidade mais poluída do mundo, sendo rotulada como “Vale da Morte” pela Organização das Nações Unidas (ONU). De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), por mês, cerca de 30 mil toneladas de poluentes eram lançadas na atmosfera do município. Além dos impactos ambientais negligenciados, a população viera apresentar graves sintomas de saúde, sendo registrados casos de anencefalia em recém-nascidos, além de outras graves complicações à saúde da população cubatense.



Figura 1. Matérias de Randau Marques. A) Capa do Jornal da Tarde de 01/03/1985, evidenciando a degradação ambiental pela emissão de poluentes na serra do mar. B) Matéria de data desconhecida. Disponível em: *https://oeco.org.br/reportagens/quem-foi-randau-marques-o-pioneiro-do-jornalismo-ambiental-no-brasil/.* Acesso em: 05/2024.

Os problemas ambientais e sociais apresentaram grande repercussão na mídia, evidenciando a gravidade da situação. Em resposta, foram implementadas ações de iniciativa municipal, estadual e por parte das indústrias, cujas entraram em vigor para reverter o cenário construído com os anos de degradação. Em 1983, a CETESB) iniciou um programa de recuperação ambiental, visando a regulamentação da emissão de poluentes, em campanha por um "Vale da Vida" (MENDES & GUIMARÃES, 2015). Estima-se que 3 bilhões de dólares foram investidos para revitalizar a cidade. O plano de controle incluía a medição das emissões de gases, a despoluição de rios e córregos, a instalação de filtros nas chaminés e um rigoroso gerenciamento de todos os resíduos produzidos. O governo também iniciou projetos de recuperação do bioma ao redor, conduzindo o replantio de árvores e dispersão de sementes para reintroduzir principalmente espécies extintas na região devastada. Com base em um modelo de cidade sustentável, a proteção ambiental foi implementada em Cubatão, mantendo as indústrias em operação sob um modelo de desenvolvimento sustentável com controle total dos poluentes. Em menos de uma década, durante a Rio 92, a ONU reconheceu o município de Cubatão como um símbolo de recuperação ambiental, tendo apresentado um controle de 98% dos poluentes lançados no ambiente (ALMEIDA, 2019).

Por conseguinte, tendo em vista o histórico da região, as características ambientais favoráveis e desfavoráveis, junto à sensibilidade dos líquens, a utilização desses organismos como bioindicadores certamente pode contribuir na avaliação da qualidade do ar local, além da qualidade do ambiente em si, possibilitando mensurações e

estimativas acerca dos riscos ambientais encontrados na região. A presença, quantidade e a distribuição de determinadas espécies de líquens em uma área, são fatores que podem ser considerados na avaliação de impactos ambientais, além de sugerir uma condição favorável das características ambientais (MOREIRA et al., 2017; COLONI JUNIOR, 2019). Deste modo, o parque ecoturístico Caminhos do Mar, se apresenta como uma ótima opção para levantamentos e estudos pertinentes ao tema, podendo comparar as diferenças de dados obtidos entre as 2 porções citadas e suas devidas considerações e aplicações sobre a proximidade ao polo industrial cubatense e histórico da região.

O presente estudo visa apresentar elementos contribuintes à pesquisa acadêmica, além do fomento ao monitoramento da qualidade do ar e suas vertentes, utilizando líquens cada vez mais como bioindicadores, motivando o surgimento de novas pesquisas e resultados concretos e afunilados sobre a eficiência e melhores formas de aplicação dos líquens como indivíduos bioindicadores.

2. OBJETIVOS

2.2 Principal

A partir de uma revisão bibliográfica, juntamente com uma perspectiva em campo, o presente estudo tem como principal objetivo, demonstrar a facilidade do uso desses organismos como monitores e indicadores da qualidade do ar em variadas regiões e ambientes, se mostrando como uma ferramenta alternativa, podendo diminuir custos envolvidos nestes processos, sejam de curto ou longo prazo, reduzindo assim a necessidade do envolvimento de tecnologias e equipamentos mais sofisticados.

Esta pesquisa permite o compreendimento prévio de fatores responsáveis pelo zoneamento, diversidade e riqueza dos organismos, sendo estes decorrentes de diversas variáveis de parâmetros do ambiente, geográficos e climáticos, além do histórico de impactos ambientais da região.

2.2 Específico

Como objetivo secundário, tem-se a comparação entre os dados obtidos entre as 2 porções do Caminhos do Mar, correlacionando com a quantidade de poluentes atmosféricos e possíveis efeitos relacionados à proximidade do polo industrial de Cubatão.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

A Mata Atlântica, considerada como a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, originalmente se estendia de maneira contínua ao longo da costa brasileira, adentrando ao leste do Paraguai e a nordeste da Argentina em sua porção sul. Em seu auge, o bioma cobria mais de 1,5 milhões Km², sendo 92% dessa extensão localizada em território brasileiro (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2001; GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005). Embora tenha sido grandemente impactada, perdendo mais de 93% do

território original, ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de anfíbios, répteis, aves, mamíferos e plantas vasculares (Myers et al., 2000; Mittermeier et al., 2004), sendo reconhecida como um dos 33 *hotspots* mundiais de biodiversidade. Atualmente apresenta uma cobertura de aproximadamente 420 mil Km² (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2024), estendendo-se de norte a sul do país, indo desde o Estado do Piauí ao Rio Grande do Sul, abrangendo uma variedade de zonas climáticas e formações vegetais, desde tropicais até subtropicais. Sua altitude varia do nível do mar até 2.900 metros, resultando em mudanças abruptas no tipo e na profundidade do solo, vegetação, bem como na temperatura média do ar (MANTOVANI, 2003). As variações longitudinais são igualmente marcantes, com as florestas se tornando mais sazonais à medida que se adentra ao interior do continente, principalmente devido a pluviosidade (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Mantovani, 2003). O bioma apresenta diferentes caracterizações das matas, tais como floresta ombrófila densa e mista, além de florestas decíduas e semidecíduas. Diversas outras formações estão associadas ao bioma, incluindo manguezais, restingas, formações campestres de altitude e brejos (CÂMARA, 2005).

Na perspectiva da distribuição geográfica no Brasil, a área mais extensa de remanescentes contínuos de Mata Atlântica está concentrada entre os estados do Paraná e Rio de Janeiro, destacando-se como uma das regiões de maior riqueza em biodiversidade dentro do bioma. Apesar da proximidade com as duas maiores metrópoles do país, São Paulo e Rio de Janeiro, essas florestas abrigam uma das áreas de Mata Atlântica mais significativas no contexto do *hotspot* de biodiversidade. Nesse cenário, numerosos fragmentos do bioma estão incorporados em unidades de conservação, proporcionando uma base sólida para iniciativas e investimentos de conservação a longo prazo, especialmente para promover a conectividade entre os fragmentos por meio da implementação de corredores ecológicos (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2012).

O principal marco de conservação nessa região é o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), gerido pelo Instituto Florestal, vinculado à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Localizado na porção leste do Estado de São Paulo, ao longo da escarpa da Serra do Mar, o PESM engloba áreas do planalto atlântico e da planície costeira adjacente, estendendo-se de forma contínua com as florestas remanescentes do litoral e do planalto.

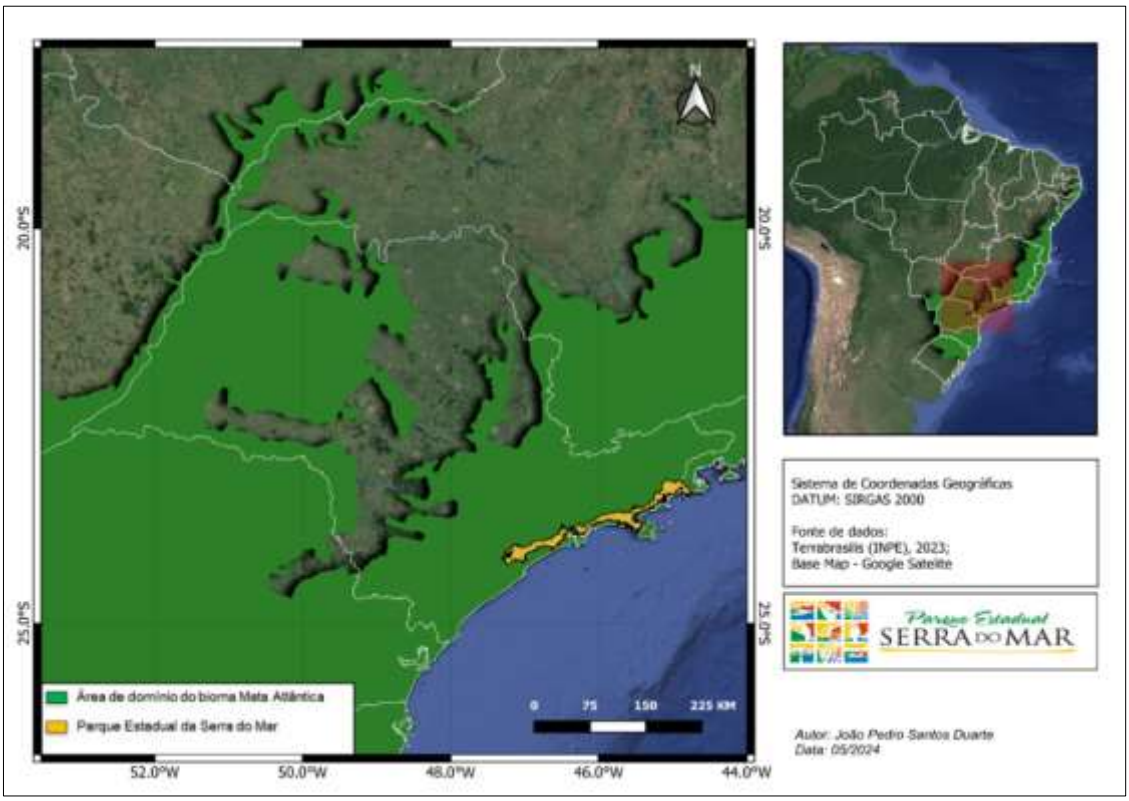

Figura 2. Caracterização da área de domínio da Mata Atlântica e demarcação do Parque Estadual da Serra do mar.

O PESM foi criado a partir do Decreto Estadual N° 10.251, em agosto de 1977, com o intuito de conservar e preservar ecossistemas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Sua área se estende desde a divisa com o Estado de Rio de Janeiro, no município de Ubatuba, até a região sul-litorânea paulista, em Pedro de Toledo, abrangendo uma área de 332 mil hectares do bioma. Devido à sua dimensão, o PESM é gerenciado por núcleos administrativos, totalizando 8 destes distribuídos ao longo de sua extensão.

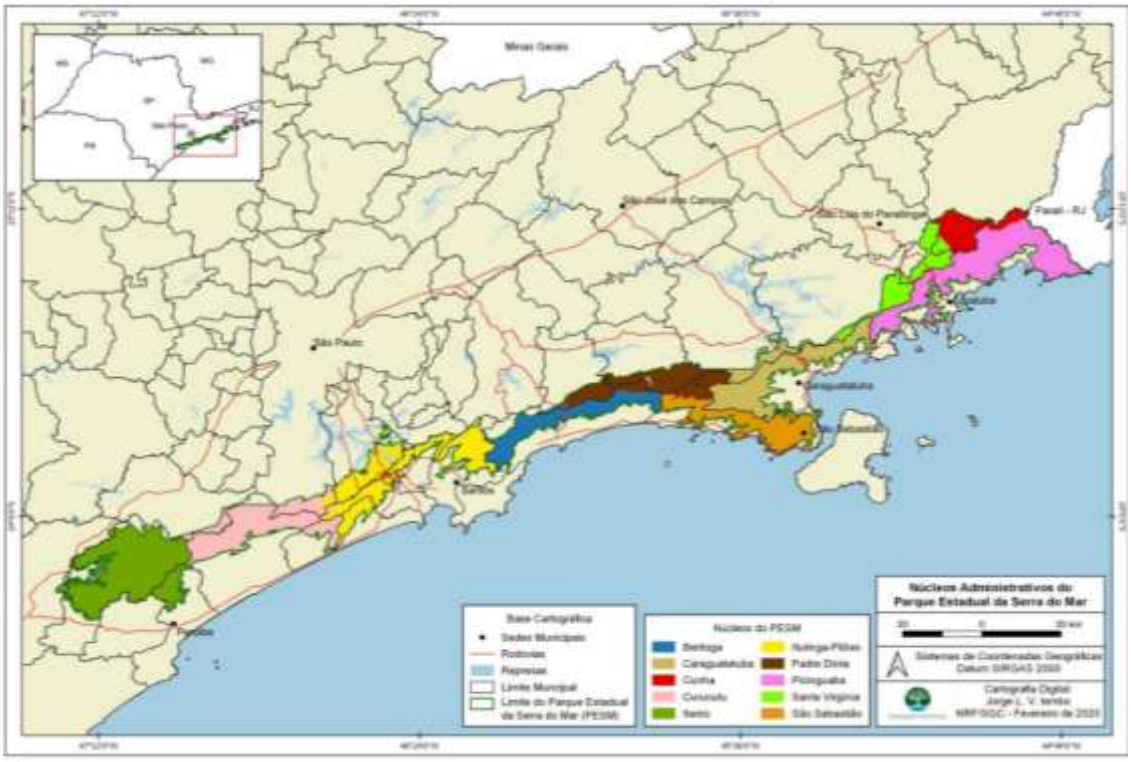

Figura 3. Divisão de núcleos administrativos do Parque Estadual da Serra do Mar. Fonte: Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL), 2024. Disponível em: *https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/editais/2020/09/concorrencia-internacional-no-01-2020/00.* Acesso em 04/2024.

O parque ecoturístico Caminhos do Mar, o qual está situado entre o planalto e a serra do mar, abrangendo os municípios de Cubatão (Porção 1) e São Bernardo do Campo (Porção 2), está inserido no núcleo Itutinga Pilões, cujo abrange os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Paulo, Cubatão, Santos, São Vicente e Praia Grande.

3.2 Perspectiva de Campo

As observações realizadas na Porção 1, foram realizadas em pequenos trechos da Estrada Velha de Santos e tiveram maior foco voltado às intermediações do Centro de Visitantes (Cubatão), localizado ao lado da região industrial mencionada anteriormente. Foi dada a preferência de amostragem em áreas mais próximas a este polo industrial a fim de constatar se essa proximidade pode interferir na ocorrência e diversidade de líquens.

Já para a Porção 2, as observações foram conduzidas ao longo de um dos percursos encontrados no parque, a Trilha da Cachoeira da Torre (aproximadamente 4,5 Km), , além do Centro de Visitantes (São Bernardo do Campo) e seus arredores.

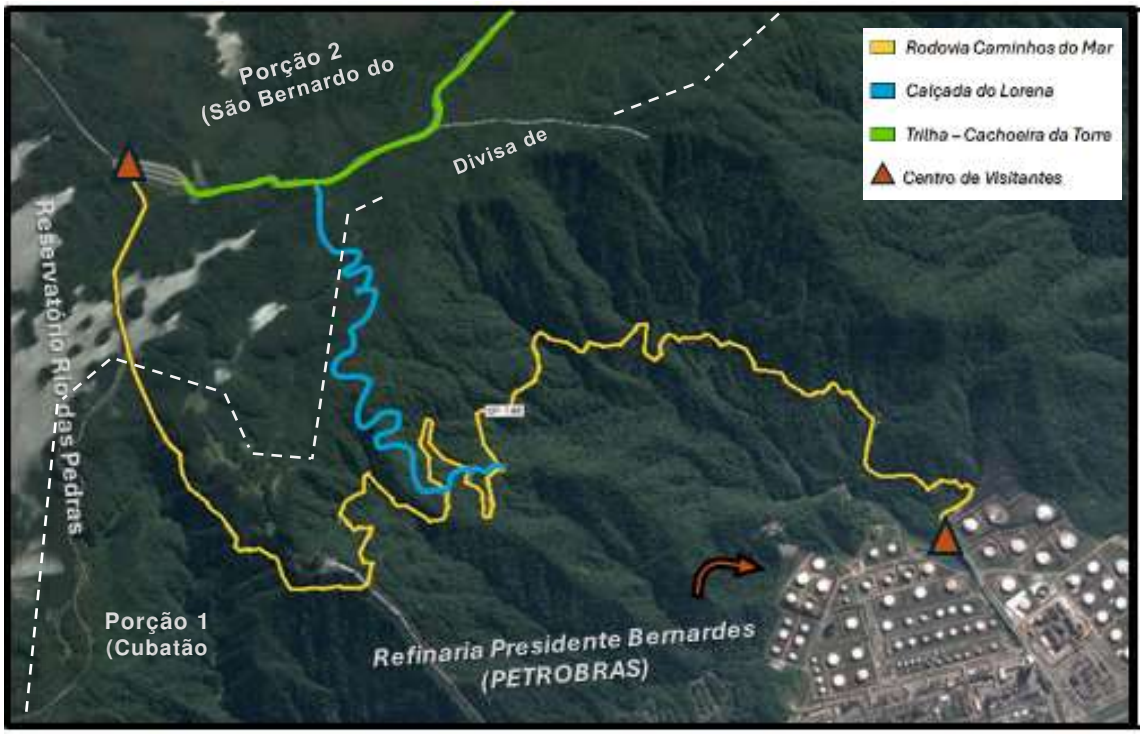

Figura 3. Demarcação dos percursos e roteiros e divisão do Caminhos do Mar (Google Maps - 2024).

A metodologia definida para as observações, se baseia no deslocamento variado pelos locais mencionados. Durante os trajetos, foram realizadas anotações acerca dos diferentes espécimes encontrados, sem intervalos pré-definidos, sendo determinados conforme a vegetação e o detalhamento desejado (Walter & Guarino, 2006). Ao contrário do método de delimitação de parcelas, onde a área de coleta é previamente definida por um quadrante, essa técnica permite a seleção de uma ou mais áreas de preferência e de maior incidência de espécies. O requisito base consiste na busca por espécies distintas entre si, além de locais que apresentem maior diversidade aparente.

3.2 Análise de dados

Inicialmente, os indivíduos registrados em observações de campo foram identificados ao menor nível taxonômico possível, sendo a maior parte concluído em gênero. Posteriormente, os dados foram correlacionados com fontes da literatura. A correlação destes dados com a bibliografia atual, possibilitou uma melhor compreensão sobre a relação de determinados táxons encontrados com a qualidade do ar da região, dentre outras variáveis ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas observações de campo, foram registrados e identificados 11 táxons de líquens, distribuídos entre 5 famílias. Dentre estes, 6 são caracterizados como crostosos, 1 como filamentoso e 4 como foliosos, não sendo avistado qualquer espécime fruticoso.

FAMÍLIA	TÁXON	PORÇÃO 1	PORÇÃO 2
Parmeliaceae	*Canoparmelia spp.*		**X**
	Parmotrema spp.		**X**
	Punctelia spp.		**X**
Arthoniaceae	*Herpothallon spp.*	**X**	**X**
	Herpothallon rubrocinctum	**X**	**X**
	Cryptothecia spp.	**X**	**X**
	Cryptothecia striata	**X**	**X**
	Cryptothecia rubrocincta		**X**
Pertusariaceae	*Pertusaria sp.*		**X**
Coenogoniaceae	*Coenogonium sp.*		**X**
Physiaceae	*Dirinaria applanata*		**X**

Tabela 1. Táxons registrados no Caminhos do Mar.

Através dos resultados e observações de campo, constata-se que as famílias Parmeliaceae e Arthoniaceae foram as mais abundantes. Estas são comumente associadas a biomonitoramentos da qualidade do ar, sendo considerados grupos com a presença de excelentes bioindicadores.

No Caminhos do Mar a Porção 1 se apresentou menos diversa quando comparada à Porção 2, sendo *Cryptothecia striata* a espécie mais dominante ao longo dos trajetos percorridos, havendo esporádicos registros de *Cryptothecia spp* e *Herpothallon spp*. Nesta porção, nota-se que, quanto mais próximo ao "pé da serra", menor a diversidade de líquens, alterando até mesmo a coloração de indivíduos de mesma espécie entre as 2 porções. A vitalidade das espécies pode estar intimamente ligada às concentrações de poluentes atmosféricos.(HAWKSWORTH, 1973; VAN HALUWYN & VAN HERK, 2022). Aos arredores do Centro de Visitantes de Cubatão, a única espécie avistada foi *Cryptothecia striata*. Tal fato pode estar relacionado à proximidade da área industrial e urbana, cuja apresenta maiores concentrações de poluentes atmosféricos, similar à situação registrada por Dutra (2020) e Costa (2013), que sugerem a influência de atividades potencialmente poluidoras, sobre a comunidade liquênica da região a medida em que se aproxima de maiores fontes poluentes.

Dessa forma, a diminuição da qualidade do ambiente à medida em que se desce a serra do Caminhos do Mar, pode ser sugerida pelo fato de apresentar uma menor diversidade, sendo registradas apenas espécies de talo crostoso na Porção 1, os quais são mais resistentes a poluentes e alterações do ambiente. Em contrapartida líquens fruticosos, os quais não foram registrados, são mais sensíveis a estes estímulos externos, assim associando sua presença em uma área com grau elevado da pureza do ar (KÄFFER, 2011; DOS SANTOS, 2018; ROMANOSKI, 2022), além da qualidade do ambiente como um todo, já que estes são os primeiros a desaparecerem em áreas afetadas (MARTINS-MAZZITELLI et al., 2006; BÜDEL & SCHEIDDEGER, 2008)

Os fatores ambientais, como a luz e a umidade, têm um impacto direto na distribuição dos liquens ao longo e ao redor dos troncos (Marcelli, 1987). As propriedades físico-químicas da casca das árvores, incluindo textura, dureza, retenção de água, pH e composição de macro e micronutrientes, também são cruciais para o desenvolvimento das comunidades liquênicas (Brodo, 1973; Marcelli, 1996; Martins, 2006). A luz direta, temperaturas moderadas ou frias, umidade constante (com períodos de seca) e uma atmosfera limpa são as condições climáticas ideais para o crescimento dos liquens (Hawksworth, 1975). Assim, qualquer intervenção humana que altere o ambiente, pode criar novos habitats para espécies raras ou oportunistas, modificando a estrutura das comunidades de liquens (Martins et al., 2011). Levando em consideração o histórico da região, a proximidade do polo industrial de Cubatão e o sistema de rodovias presente, existe a possibilidade de que o ecossistema ali presente possa estar comprometido pela poluição atmosférica, de mesmo que modo que, o ambiente pode ainda não ter se recuperado por completo dos graves danos sofridos no passado principalmente na década de 1980, assim ainda não dispondo-se das condições ambientais favoráveis para o crescimento de talos e espécies mais seletivas e sensíveis. O processo de restauração do ambiente é complexo e duradouro, podendo ou não se concluir dependendo da existência e do grau de proporção de fatores limitantes e estressantes ao meio.

Para a porção 2, esperava-se uma maior variedade liquênica, principalmente os táxons considerados como bioindicadores. A hipótese mostrou-se correta, tendo o registro de todos os 11 táxons encontrados no Caminhos do Mar. Dentre estes, as espécies *Herpothallon rubrocinctum*, *Cryptothecia striata* e *Cryptothecia rubrocincta* foram as mais abundantes, sendo *C. striata* a mais dominante. De acordo com revisões de Dutra (2020), a espécie *Herpothallon rubrocinctum* é comumente encontrada em áreas de preservação ambiental, inferindo que a espécie possa se adequar onde haja pouca ou nula poluição atmosférica e ação antrópica, o que de fato se constata em determinadas áreas do Caminhos do Mar, havendo uma maior ocorrência desta espécie em regiões mais próximas ao planalto, área com menor impacto de poluentes (Porção 2). Além disso, espécies do gênero *Parmotrema* e *Canoparmelia*, foram registradas em boa parte da Porção 2, sendo avistadas em áreas mais abertas, com maior luminosidade. Segundo estudos de Coccaro e Saiki (2001), ambos os gêneros se dispõem adequados em biomonitoramentos devido à capacidade de acumularem variadas substâncias e metais pesados presentes na atmosfera, algo que também pode alterar a fisiologia desses organismos, afetando sua vitalidade, demonstrando sintomas e em sua coloração, distribuição pelo hospedeiro, além do tamanho e forma do talo.

Apesar das implicações ambientais da região em décadas passadas, a área concentrada na Porção 2, não apresenta registros de grandes degradações, possivelmente por ser uma região mais remota e por ser protegida pela barreira geográfica da serra do mar. A perspectiva dos líquens como bioindicadores, junto

ao histórico do Caminhos do Mar e seus arredores, sugere que, por ser uma área mais preservada e distante de fontes poluidoras, há uma maior diversidade e abundância na comunidade liquênica. Este estudo demonstra a facilidade entre a conexão e relação de dados históricos e variações ambientais, por meio da ocorrência desses organismos, mostrando-se de grande utilidade em biomonitoramentos. Os líquens podem ser utilizados em amostragens passivas, tendo em vista que determinadas espécies absorvem os poluentes atmosféricos diretamente do ar ambiente, não havendo ou reduzindo a necessidade de equipamentos amostrais de coleta em geral, assim simplificando o processo de monitoramento.

Segundo Marcelli (1997), a liquenologia é uma das áreas que mais carecem de pesquisadores e conhecimento básico no Brasil. Portanto, pesquisas e iniciativas que adotem essa abordagem, têm o potencial de estimular o meio acadêmico, empresarial e governamental, levando ao desenvolvimento de metodologias inovadoras e modernas para monitorar a qualidade do ar e investigar a influência dos poluentes atmosféricos. Essas iniciativas tendem a complementar os métodos atuais e enriquecer a informação acadêmica acerca desses organismos. Atualmente, estudos sobre o tema central desta pesquisa, ainda são realizados no Brasil, tendo concretas referências na literatura. No entanto, o real entrave se encontra na aplicação dos resultados e informações obtidas, no âmbito monitor, fiscalizador e regularizador das emissões de poluentes.

A utilização de bioindicadores, se demonstra adequada para tais monitoramentos e detecção de impactos sob os organismos. Porém, ressalta-se que esta metodologia não pretende e não é capaz de substituir medições de concentrações ambientais de poluentes pelo uso de métodos físico-químicos, mas fornece informações adicionais referentes a efeitos sobre organismos vivos (ARNDT et al., 1995; KLUMPP, 2001).” Por meio da colaboração entre os órgãos governamentais e pesquisadores especializados, seria possível estabelecer uma abordagem integrada para o monitoramento da qualidade do ar, incorporando o uso de líquens como bioindicadores em complemento aos métodos tradicionais de monitoramento, trazendo simplificações e potenciais economias de custo em tecnologias e equipamentos (FIALHO, 2002; SZCZEPANIAK & BIZIUK, 2003; FUGA *et al.,* 2005) podendo representar um avanço notável junto aos métodos já utilizados por instituições políticas e privadas de Meio Ambiente e seus delimitadores, sejam federais, estaduais ou municipais.

CONCLUSÃO

Com o presente estudo, conclui-se que a espécie *Cryptothecia striata* foi a que apresentou melhor distribuição e dominância em ambas as porções do Caminhos do Mar. Para a Porção 1, foram registrados apenas ocorrências de *Cryptothecia spp.* e esporádicos registros de *Herpothallon spp*. Em contrapartida, a Porção 2 se apresentou mais diversa, sendo encontrados todos os 11 táxons apontados, apresentando maior abundância de *Herpothallon rubrocinctum*, *Cryptothecia striata* e *Cryptothecia rubrocincta*, além de

registros em menores quantidades de *Dirinaria applanata, Canoparmelia spp.* e *Parmotrema spp.* Ressalta-se que dentre estes, *Herpothallon rubrocinctum* e as espécies integrantes dos gêneros Parnotrema e Canoparmelia, são consideradas como bioindicadoras da qualidade do ar, sendo comumente utilizadas e associadas em biomonitoramentos.

A gradativa perda de diversidade à medida em que se aproxima do polo industrial de Cubatão, possivelmente está atrelada às emissões de poluentes na atmosfera local, algo que afeta a vitalidade e distribuição das comunidades liquênicas, além da qualidade do ambiente como um todo devido às degradações e impactos sofridos no passado, podendo este não apresentar as características e condições ideais para um cenário de maior adequabilidade.

Esta pesquisa demonstra que a inclusão dos líquens como bioindicadores no processo de monitoramento e fiscalização de poluentes atmosféricos poderia agregar-se aos métodos já utilizados, melhorando a eficiência e a eficácia do monitoramento ambiental, identificando áreas de risco e orientando a implementação de medidas de controle da poluição de forma mais concreta e direcionada. Essa integração possibilita uma compreensão mais abrangente e holística da qualidade e poluentes do ar, ao mesmo tempo em que se reduzem os custos e se simplifica o processo de monitoramento. Essa abordagem híbrida pode ser especialmente benéfica em áreas onde os recursos financeiros e técnicos são limitados, permitindo uma avaliação mais completa e eficaz da poluição atmosférica, além da implementação de medidas mitigadoras adequadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. Cubatão: de vale da morte a modelo de recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável, 2019. Artigos – Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, Jusbrasil, disponível em: *https://www.jusbrasil.com.br/artigos/cubatao-de-vale-da-morte-a-modelo-de-recuperacao-ambiental-e-desenvolvimento-sustentavel/698169580#:~:text=Calcula%2Dse%20que%20foram%20investidos,de%20todos%20os%20res%C3%ADduos%20produzidos. Acesso em: 05/2024.*

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

BADDELEY, M. S.; FERRY, B. W.; FINEGAN, E. J. Sulphur dioxide and respiration in lichens. Air pollution and lichens, 1973.

BENATTI, M. N.; MARCELLI, M. P. Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo. *Acta Botanica Brasilica*, 2007.

BRODO, I. M. Substrate ecology. In: The Lichens. Hale, M.E. (ed.) Academic. Press. New York, 1973.

BÜDEL, B.; SCHEIDDEGER, C. Thallus morphology and anatomy. Em: Lichen Biology (T. H. Nash III ed.).

Cambridge University Press, Cambridge, p. 40–69, 2008.

CALVELO, S.; BACCALÁ, N.; LIBERATORE, S. Lichens as bioindicators of air quality in distant areas in Patagonia (Argentina). Environmental Bioindicators, v. 4, n. 2, p. 123-135, 2009.

CÂMARA, Ibsen de Gusmão. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas – São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte : Conservação Internacional, 2005. 472 p.

CHENG, M. S. et al. Desafios da gestão da qualidade do ar: dinâmicas e padrões de qualidade do ar no município de Cubatão e entorno. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

COCCARO, D. M. B.; SAIKI, M. Estudo da determinação de elementos-traço em liquens para monitoração ambiental, 2001.

COLONI JUNIOR, G. Concepção de manual de campo para diagnóstico e monitoramento da qualidade do ar utilizando fungos liquenizados. Engenharia Ambiental e Sanitária-Pedra Branca, 2019.

COSTA, W. R. Os líquens como bioindicadores de poluição atmosférica no município de Uberaba, Minas Gerais. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, p. 2690-2700, 2013.

DOS SANTOS, A. R. A grande barreira da Serra do Mar: da trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes. Editora O Nome da Rosa, 2004.

DOS SANTOS, R.K. et al. Liquens utilizados como bioindicadores da qualidade do ar do município minerador de Itabira. Research, Society and Development, v. 7, n. 12, 2018.

DUTRA. V. et al. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar no município de Barbacena-MG. Enciclopédia Biosfera, v. 17, n. 34, 2020.

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

ELIASARO, S.; GUMBOSKI, E. L. Levantamento da flora liquênica da Ilha do Mel, Paraná. Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, 2010.

FERREIRA, M. E. M. C.; TROPPMAIR, H. Estudo biogeográfico de liquens como indicadores de poluição do ar em Cubatão, 1980.

FERREIRA, M. E. M. C. Estudo biogeográfico de liquens como indicadores de poluição do ar em Cubatão-SP. Boletim de Geografia, v. 2, n. 2, p. 52-75, 1984.

FIALHO, R. C. O uso de bioindicadores vegetais no monitoramento e controle da poluição atmosférica – A importância dos Bioindicadores. Informativo técnico publicado pela Associação dos Engenheiros da CETESB – ASEC e pelo Conselho de Representantes dos Funcionários da CETESB – CRF, para

distribuição interna e limitada aos empregados da SMA/CETESB. v. 2. n. 4, 2002.

FUGA, A.; SAIKI, M.; MARCELLI, M. Análise de liquens por ativação neutrônica para estudo da poluição atmosférica na cidade de São Paulo. Internacional Nuclear Atlantic Conference- INAC, Santos, 2005.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Importância da Mata Atlântica e do Parque Estadual da Serra do Mar, capítulo 1, 2012.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Causas - Mata Atlântica. Disponível em: <https://sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>. Acesso em: 03/2024.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995–2000, São Paulo, 2001.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005.

GOLDENSTEIN, L. A industrialização da Baixada Santista: estudo em centro industrial satélite. 1972. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

HAWKSWORTH, D. .L.; ROSE, F.; COPPINS, B.J. Changes in the lichens flora of England and Wales attributable to pollution of the air by sulphur dioxide, 1973.

HAWKSWORTH, D. .L. Lichens - New Introductory, matter and supplementary Index by Smith, A. L. 1921. Cambridge, The Richmond Publishing Co, 1975.

HOGAN, D. J. Condições de vida e morte em Cubatão. Anais do VI Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Olinda: Abep, 1988.

IBARRONDO, I. et al. Resonance Raman imaging as a tool to assess the atmospheric pollution level: carotenoids in Lecanoraceae lichens as bioindicators. Environmental Science and Pollution Research, v. 23, p. 6390-6399, 2016.

INOUHE, E. U. Análise comparativa da qualidade do ar na região de Vila Parisi (Cubatão) e São José do Rio Preto através do índice de qualidade do ar. 2022.

IPCC - Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate change. Cambridge University Press, 2021.

KÄFFER, M. I. Biomonitoramento da qualidade do ar com uso de liquens na cidade de Porto Alegre, RS. Tese (Doutorado em Ciências com Ênfase em Ecologia), UFRGS, Porto Alegre, 2011.

KLANOVICZ, J.; FERREIRA FILHO, C. B. A fabricação de uma cidade tóxica: A Tribuna de Santos e os desastres tecnológicos de Cubatão (Brasil) na década de 1980. Revista Cadernos do Ceom, v. 31, n. 48, p. 10-20, 2018.

KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando

plantas bioindicadoras (EuroBionet). Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, n.4, p. 511-518, 2001.

LANDRIGAN, P. J. et al. The Lancet Commission on pollution and health. The lancet, v. 391, n. 10119, p. 462-512, 2018.

MANTOVANI, W. A degradação dos biomas brasileiros. In: RIBEIRO, W. C. (Ed.). Patrimônio ambiental brasileiro. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2003.

MARCELLI, M. P. Biodiversity assessment in lichenized fungi: the necessary naive roll makers, 1996.

MARCELLI, M. P. Ecologia dos liquens da região sul-sudeste, com especial atenção ao Itanhaém (SP). Tese (Doutorado). São Paulo, Universidade de São Paulo, 1987.

MARCELLI, M. P. Estudo da diversidade de espécies de fungos liquenizados do Estado de São Paulo. BIOTA São Paulo. São Paulo, Fundação André Toselo, p. 1-12, 1997.

MARCELLI, M. P.; FUGA, A.; SAIKI M.; SALDIVA, P. H. do N.; Monitoramento de poluentes atmosféricos por análise de líquenes epífitos. Environmental pollution, Vol. 151, Issue 2, p. 334-340, 2008

MARTINS-MAZZITELLI, S. M. A. Estudo da comunidade liquenizada epifítica em *Dodonea viscosa L.* na restinga do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. Tese de Doutorado. São Paulo, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2006.

MARTINS-MAZZITELLI, S. M. A.; KÄFFER, M. I.; LEMOS, A. Liquens 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 et al. Fungos liquenizados da Mata Atlântica, no sul do Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 25, p. 286-292, 2011.

MARTINS-MAZZITELLI, S. M. A. et al., Utilização de liquens no biomonitoramento da qualidade do ar, in: XAVIER FILHO, L., LEGAZ, M. E., CÓRDOBA, C. V., PEREIRA, E. C. (Eds.) Biologia de Liquens. RJ, p. 101-143, 2006.

MENDES, S. N. S; GUIMARÃES, A. H. T. Vale da Morte: a fotografia na consolidação da imagem negativa de Cubatão. A fotografia na academia: de formadora de imaginários coletivos a fonte de pesquisas, p. 93, 2015.

MIKHAILOVA, I. N. Populations of epiphytic lichens under stress conditions: survival strategies. The Lichenologist, v. 39, n. 1, p. 83-89, 2007.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, J.; MIITERMEIER, C. G.; LAMOURUX, J.; FONSECA, G. A. B. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX Books on Nature Series, Mexico City, 2004.

MOREIRA, F. D.; FONSECA, M. M.; FERREIRA, L.; AGUIAR, R. A.; SANTOS, S. C.; CARPENEZ, T. G.; SANTIAGO, I. F. Uso de liquens como bioindicadores da qualidade do ar em centro urbano, Juiz de Fora, MG. 6º

Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. 20 a 23 de junho. 2017.

MOTA FILHO, F. O. et al. Influência de poluentes atmosféricos em Belo Jardim (PE) utilizando Cladonia verticillaris (líquen) como biomonitor. Química Nova, v. 30, p. 1072-1076, 2007.

MYERS, N.; MITTERMEIER R. A.; MITTERMEIER, C.; FONSECA, A. B. G.; KENT, J. Biodiversity Hotspots For Conservation Priorities. Nature, v. 403, p. 853-858, 2000.

NIMIS, P. L.; LAZZARIN, G., GASPARO, D. Lichens as bioindicators of air pollution by SO2 in the Veneto Region, 1991.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate 1. Biotropica, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

PALHARINI, K. et al. Impacto da atividade agrícola e da estrutura de comunidades botânicas sobre a comunidade de liquens cortícolas em fragmentos de cerrado, 2020.

PEREIRA, W. R., & MARCELLI, M. P. Líquens da reserva biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba. *Acta botanica brasilica*, *3*, 89-94, 1989.

RAVEN, F. E.; EICHHORN, S. Raven Biologia Vegetal. 8ª Edição. Rio de Janeiro, 2014.

RININO, S. et al. New histochemical techniques for the localization of metal ions in the lichen thallus. The Lichenologist, v. 37, n. 5, p. 463-466, 2005.

ROMANOSKI, D. L.; GUMBOSKI, E. M. Líquens enquanto bioindicadores da qualidade ambiental, 2021.

ROMANOSKI, D. L. et al. Avaliação da qualidade do ar por meio da utilização de Liquens. 2022.

SARRA, S. G.; MÜLFARTH, R. C. K. A poluição atmosférica e a saúde da população na cidade de Cubatão no período de 2010 a 2020, v. 7, n. 7, p. 73509-73531, 2021.

SCHLENSOG, M.; SCHROETER, B. A new method for the accurate in situ monitoring of chlorophyll a fluorescence in lichens and bryophytes. The Lichenologist, v. 33, n. 5, p. 443-452, 2001.

SZCZEPANIAK, K.; BIZIUK; M. Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution. Environmental Research, 2003.

VAN HALUWYN, C.; VAN HERK, C.M. Bioindication: The community approach, 2002.

VAZ, R. P. Levantamento preliminar de liquens epifíticos comumente utilizados como bioindicadores da qualidade do ar na estação ecológica da UFMG, Brasil: gêneros parmotrema e canoparmelia, 2012.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. 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, Vol. 1a, Beuth, Berlin, 1999.

VON SCHNEIDEMESSER, E. et al. Air pollution at human scales in an urban

environment: Impact of local environment and vehicles on particle number concentrations. Science of the Total Environment, v. 688, p. 691-700, 2019.

WALTER, B. M. T; GUARINO, E. S. G. Comparação do método de parcelas com o" levantamento rápido" para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido restrito. Acta Botanica Brasilica, v. 20, p. 285-297, 2006.