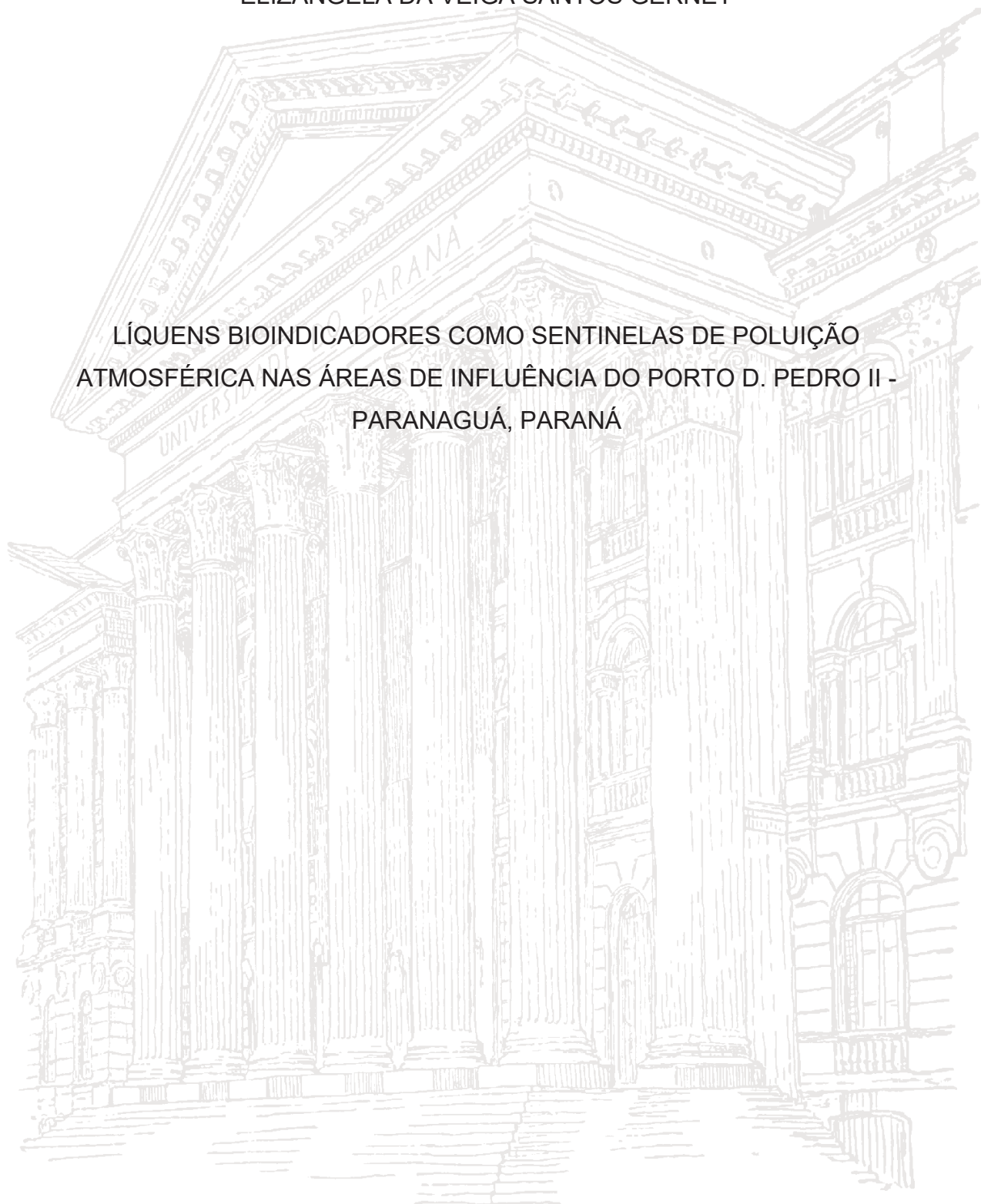


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELIZÂNGELA DA VEIGA SANTOS GERNET

LÍQUENS BIOINDICADORES COMO SENTINELAS DE POLUIÇÃO  
ATMOSFÉRICA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO D. PEDRO II -  
PARANAGUÁ, PARANÁ



MATINHOS

2021

ELIZÂNGELA DA VEIGA SANTOS GERNET

LÍQUENS BIOINDICADORES COMO SENTINELAS DE POLUIÇÃO  
ATMOSFÉRICA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO D. PEDRO II -  
PARANAGUÁ, PARANÁ

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Territorial Sustentável, no curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável da Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Arantes Reis  
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Everson da Silva

MATINHOS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte  
Biblioteca da Universidade Federal do Paraná - Setor Litoral

G376I Gernet, Elizângela da Veiga Santos

Líquens bioindicadores como sentinelas de poluição atmosférica nas áreas de influência do Porto D. Pedro II – Paranaguá, Paraná / Elizângela da Veiga Santos Gernet ; orientador Rodrigo Arantes Reis ; coorientador Luiz Everson da Silva. – 2021.

75 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná - Setor Litoral, Matinhos/PR, 2021.

1. Biodiversidade líquênica. 2. Sistemática. 3. Saúde. 4. Paranaguá (Paraná). I. Dissertação (Mestrado) – Programa do Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável. II. Título.

CDD – 582.29



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR LITORAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DESENVOLVIMENTO  
TERRITORIAL SUSTENTÁVEL - 40001018081P3

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ELIZÂNGELA DA VEIGA SANTOS GERNET** intitulada: **LÍQUENS BIOINDICADORES COMO SENTINELAS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO D. PEDRO II - PARANAGUÁ, PARANÁ**, sob orientação do Prof. Dr. **RODRIGO ARANTES REIS**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

MATINHOS, 29 de Setembro de 2021.

Assinatura Eletrônica

29/09/2021 15:04:19.0

RODRIGO ARANTES REIS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

29/09/2021 15:47:49.0

DIOMAR AUGUSTO DE QUADROS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

29/09/2021 17:15:57.0

EVERALDO DOS SANTOS

Avaliador Externo (INSTITUTO FEDERAL DE EDUC., CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARANÁ)

## RESUMO

A poluição do meio ambiente é um problema urgente e de importância mundial, e estudos que qualifiquem e quantifiquem a contaminação atmosférica é de relevância indiscutível. O uso de bioindicadores e biomonitores para avaliação da qualidade do ar tem apresentado uma demanda crescente entre pesquisadores das mais diversas áreas, pela facilidade de acesso ao material e precisão nos resultados obtidos. Devido sua alta capacidade de absorver e acumular elementos poluentes presentes na atmosfera, os líquens estão dentre os principais organismos utilizados como biomonitores. Têm-se como objetivo deste trabalho, apontar quais espécies ou gêneros de líquens apresentam potencial como indicador de poluição atmosférica. Como metodologia inicial, foram levantadas as espécies ou gêneros de líquen utilizados como bioindicadores no Brasil, em pesquisas relativas à qualidade do ar ou biomonitoramento. Para tanto, decidiu-se realizar uma revisão sistemática da literatura na qual foram escolhidos três bancos de dados: *Springer Link*, *Science Direct*, e *Google Scholar*. Observou-se que a metodologia de análise mais utilizada para avaliar a quantidade de teores de elementos foi ativação de nêutrons (INAA), e para parâmetros fisiológicos foram as análises de clorofila a e b, caroteno e feofitina a e b. Após o levantamento fez-se necessário obter informações a respeito da ocorrência dos líquens na área de pesquisa. Optou-se por buscar em banco de dados de coleções. Valeu-se do *speciesLink*, que forneceu informações sobre a micota liquenizada da região. Ao todo foram encontrados registros relativos à 23 espécies de líquens e três gêneros, sendo citadas 21 localidades nos cinco municípios da área de estudo, tendo prevalecidas as coletas em áreas de conservação ambiental. Os líquens que tiveram maior representação pertencem à família *Parmeliaceae*, destacando-se os gêneros *Canoparmelia*, *Canomaculina*, *Parmotrema*. *Ramalina peruviana* apresentou coletas os para cinco municípios (Antonina, Guaraqueçaba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná) demonstrando ampla distribuição. Há potencial em utilizar os líquens como bioindicadores e biomonitores nesta área para análises de presença e qualidade da poluição do ar.

Palavras-chave: Biodiversidade liquênica. Sistemática. Saúde.

## ABSTRACT

Environmental pollution is an urgent problem of global importance, and studies that qualify and quantify atmospheric contamination are of indisputable relevance. The use of bioindicators and biomonitors to assess air quality has shown a growing demand among researchers from the most diverse areas, due to the ease of access to the material and precision in the results obtained. Due to its high capacity to absorb and accumulate polluting elements present in the atmosphere, lichens are among the main organisms used as biomonitors. The objective of this work is to point out which species or genera of lichens have potential as an indicator of atmospheric pollution. As an initial methodology, the species or genera of lichen used as bioindicators in Brazil in research on air quality or biomonitoring were surveyed. Therefore, it was decided to carry out a systematic review of the literature in which three databases were chosen: Springer Link, Science Direct, and Google Scholar. It was observed that the most used analysis methodology to assess the amount of element contents was neutron activation (INAA), and for physiological parameters were the analysis of chlorophyll a and b, carotene and pheophytin a and b. After the survey, it was necessary to obtain information about the occurrence of lichens in the research area. We chose to search a collection database, the *speciesLink*, which provided information on lichenized mycota in the region. Altogether, records were found for 23 species of lichen and three genera, with 21 locations in the five municipalities of the study area being cited, with collections in environmental conservation areas prevailing. The lichens that had the greatest representation belong to the *Parmeliaceae* family, highlighting the genera *Canoparmelia*, *Canomaculina*, *Parmotrema*. *Ramalina Peruviana* presented collections for five municipalities (Antonina, Guaraqueçaba, Morretes, Paranaguá and Pontal do Paraná) showing a wide distribution. There is potential to use lichens as bioindicators and biomonitors in this area for analyzing the presence and quality of air pollution.

Keywords: Lichen biodiversity. Systematics. Health.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DA ÁREA DE ESTUDO.....	31
FIGURA 2 - ELEMENTOS QUÍMICOS IDENTIFICADOS NAS ANÁLISES DE LÍQUENS.....	47
FIGURA 3 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADAS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema Praesorediosum</i> , DISCRIMINADAS NA TABELA 6.....	49
FIGURA 4 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema dilatatum</i> , DISCRIMINADAS NA TABELA 7. ....	50
FIGURA 5 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema tinctorum</i> , DISCRIMINADAS NA TABELA 8. ....	52
FIGURA 6 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema sancti-angeli</i> , DISCRIMINADAS NA TABELA 9.....	53
FIGURA 7 – ESPÉCIES DE <i>Parmotrema</i> . ....	53
FIGURA 8 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Ramalina peruviana</i> , DISCRIMINADAS NA TABELA 10. ....	54
FIGURA 9 - Espécime de <i>Ramalina peruviana</i> . ....	55
FIGURA 10 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADAS AS ESPÉCIES DE OS EXEMPLARES DE <i>Teloschistes lavicans</i> , <i>Parmotrema flavescens</i> , <i>Canoparmelia caroliniana</i> , <i>Cladia aggregata</i> , <i>Cladonia verticillaris</i> e <i>Rimelia simulans</i> , DISCRIMINADAS NA TABELA 11. ....	57
FIGURA 11 - LÍQUENS CITADOS NA TABELA 11. ....	57
FIGURA 12 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO <i>Canomaculina</i> , DISCRIMINADAS NA TABELA 12.....	58
FIGURA 13 - SEMELHANÇA ENTRE AS ESPÉCIES. ....	59
FIGURA 14 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO <i>Parmotrema</i> , DISCRIMINADOS NA TABELA 13.....	60
FIGURA 15 - DIFERENTES ESPÉCIES DO GÊNERO <i>Parmotrema</i> .....	60

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESULTADOS DOS PROCESSOS DE BUSCA NAS RESPECTIVAS PLATAFORMAS.....	35
TABELA 2- TABELA DESCREVENDO OS TRABALHOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA <i>SPRINGER LINK</i> . ....	35
TABELA 3 - TABELA DESCREVENDO OS TRABALHOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA <i>SCIENCE DIRECT</i> .....	37
TABELA 4 - TABELA DESCREVENDO OS TRABALHOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA <i>GOOGLE SCHOLAR</i> . ....	38
TABELA 5 - LÍQUENS UTILIZADOS NOS TRABALHOS ANALISADOS .....	43
TABELA 6 - DIFERENTES LOCALIDADES (FIGURA 3) DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADAS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema praesorediosum</i> .....	49
TABELA 7 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema dilatatum</i> . ....	50
TABELA 8 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema tinctorum</i> . ....	51
TABELA 9 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Parmotrema sancti-angeli</i> .....	52
TABELA 10 -DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE <i>Ramalina peruviana</i> . ....	54
TABELA 11 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES de <i>Teloschistes flavicans</i> , <i>Parmotrema flavescens</i> , <i>Canoparmelia caroliniana</i> , <i>Cladia aggregata</i> , <i>Cladonia verticillaris</i> e <i>Rrimelia simulans</i> . ....	56
TABELA 12 -DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO <i>Canomaculina</i> . ..	58
TABELA 13 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO <i>Parmotrema</i> . ....	59
TABELA 14 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO <i>Usnea</i> . ....	61



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 CONTEXTO E PROBLEMA .....	10
1.2 OBJETIVOS .....	12
1.2.1 Objetivo Geral .....	12
1.2.2 Objetivos Específicos .....	12
1.3 JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 POLUIÇÃO DO AR .....	14
2.2 BIOINDICADORES .....	18
2.3 LÍQUENS COMO BIOINDICADORES .....	20
2.4 BREVE HISTÓRICO DO PORTO D. PEDRO II .....	21
2.4 IMPACTO AMBIENTAL DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA PROVENIENTE DO PORTO DE PARANAGUÁ .....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	28
3.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA .....	32
3.3 ESCOLHA DE ESPÉCIES LIQUÊNICAS BIOINDICADORAS PARA O LITORAL DO PARANÁ .....	33
3.4 INFORMAÇÕES GERAIS REFERENTES ÀS ESPÉCIES SELECIONADAS .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
4.1 LÍQUENS BIOINDICADORES NO BRASIL .....	35
4.2 LÍQUENS SELECIONADOS NA BASE DE DADOS ( <i>SPECIES LINK</i> ) .....	48
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTO E PROBLEMA

Um ambiente saudável é um direito universal (CAVALLO, 2019). No Brasil o Art. 225. da Constituição Federal de 1988 assegura:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

Porém, a realidade na maioria das grandes cidades deixa claro que os prejuízos causados pela interferência do ser humano e suas tecnologias ameaçam, não só a garantia do bem viver no presente, mas coloca em risco o futuro da continuidade da espécie humana neste planeta (MACHADO, 2020).

Apesar dos impactos antrópicos não serem um problema recente, apenas a pouco mais de quatro décadas começou a se discutir com certa frequência o tema da poluição. Carneiro (2004), afirma que só nas duas últimas décadas do século XX, os cuidados direcionados ao meio ambiente e seus recursos naturais passaram a ter maior destaque nos campos técnicos e científicos, assim como o conceito de qualidade ambiental.

Após diversos episódios de catástrofes ambientais, a temática se popularizou e nos dias atuais (ano de 2021) é amplamente discutida em qualquer meio de comunicação, fazendo parte de rodas de conversa cotidianas. Isto se deve talvez pelo fato de os impactos da poluição serem universais, visto que os ecossistemas estão interligados através dos fluxos de energia e ciclagem de nutrientes (CRUZ, 2015).

Embora a história nos lembre de forma impressionante momentos em que as condições adequadas à vida foram desrespeitadas, cotidianamente não enxergamos com clareza todos os riscos aos quais estamos expostos. Os poluentes que já existiam na natureza e os de origem antrópica interagem entre si e criam armadilhas por vezes invisíveis à saúde dos seres vivos (CARSALADE, 2013).

A poluição atmosférica exemplifica de maneira satisfatória esse risco, já que por vezes, podemos ver alguns poluentes como a fumaça e a poeira, mas ignoramos as interações químicas que acontecem entre alguns elementos, os quais nossos olhos não detectam (CARSALADE, 2013).

Estas perturbações estão relacionadas principalmente ao modo de vida desenvolvimentista, que anseia um rápido crescimento econômico, explorando excessivamente os recursos naturais. A relação que se dá entre as sociedades atuais e a paisagem que as cerca produz um espaço no qual se objetiva potencializar esse desenvolvimento (MAKI et al., 2013). Como exemplo disso temos os sistemas portuários, que utilizam áreas próximas à ecossistemas frágeis e 'pioneiros' para se tornarem pólos de escoamento da grande produção das necessidades de uma sociedade consumista.

A produção de um espaço portuário traz consigo todo um conjunto de passivos ambientais e potenciais poluentes. Bailey et al. (2004) afirmam que os portos marítimos contribuem significativamente para a poluição ambiental nas áreas urbanas costeiras.

Desta forma, estabeleceram-se certos níveis aceitáveis de poluentes atmosféricos, previstos em legislação, forjando assim uma preocupação do ser humano para consigo mesmo, que criou diversos meios artificiais para monitorar de maneira silenciosa as consequências destes impactos. Em contrapartida, outros seres bióticos (bioindicadores) escancaram a invisibilidade dos poluentes, secando, enfraquecendo e desaparecendo aos milhares (HAWKSWORTH et al., 1970).

Dentro da problemática estabelecida neste trabalho, está a questão da possível poluição do ar direta e indiretamente ligada às atividades do Porto de Paranaguá, que invariavelmente trazem problemas ambientais e sociais. Sabe-se, porém, que instrumentos e equipamentos de coleta e análise de qualidade do ar têm custo elevado, dificultando os processos de pesquisa por órgãos interessados, e privando a sociedade civil da autonomia em obter dados relativos à qualidade ambiental. Considera-se desta maneira, como metodologia barata e mais acessível o uso de bioindicadores para a avaliação da poluição atmosférica.

Carneiro (2009) aponta estudos realizados em análise de poluição atmosférica, os quais utilizaram espécies vegetais como bioindicadores, tendo relacionado 224 espécies em diferentes regiões do mundo.

Silva (2009) afirma que os líquens são reconhecidos como indicadores biológicos de ambiente, possibilitando desta maneira, serem ser ótimos biomonitores para avaliação de qualidade do ar. Fuga (2002) afirma que no Brasil dados sobre análise de líquens para uso em biomonitoração são bastante escassos, apesar destes organismos atualmente serem estudados como indicadores da qualidade da poluição ambiental.

Desta maneira se propõe investigar em literatura o potencial da biota líquênica indicadora de qualidade da poluição ambiental, para servir de referencial teórico para trabalhos de biomonitoramento que possam ser desenvolvidos neste ambiente rico e diverso, que carece de atenção em todos os sentidos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Apontar quais espécies ou gêneros de líquens têm potencial indicador de poluição atmosférica nas áreas de influência do Porto D. Pedro II, no Litoral do Paraná.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar quais espécies ou gêneros de líquen são utilizados como bioindicadores no Brasil;
- Identificar as principais técnicas utilizadas de análise dos poluentes e a presença dos poluentes nos trabalhos levantados;
- Verificar em banco de dados quais líquens utilizados como bioindicadores no Brasil ocorrem no litoral do Paraná;
- Mapear a ocorrência dos líquens selecionados para a área de estudo;
- Levantar informações gerais referentes às espécies escolhidas;
- Apontar quais líquens têm potencial bioindicador para o Litoral do Paraná

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A preocupação crescente com os níveis atuais e futuros dos poluentes atmosféricos aumentou a busca por métodos que viabilizem o estudo e o monitoramento de poluentes ambientais. O uso de bioindicadores para avaliação da qualidade da poluição atmosférica, e o biomonitoramento são metodologias que têm apresentado uma demanda crescente entre pesquisadores das mais diversas áreas. Os líquens estão dentre os principais organismos utilizados como bioindicadores, devido sua alta capacidade de absorver e acumular elementos poluentes presentes na atmosfera (MAKI et al., 2013). Segundo Dos Santos et al. (2018), utilizar líquens como organismos indicadores, sentinelas da poluição atmosférica, é uma metodologia fácil e simples.

É importante ressaltar, que existem diversos trabalhos relacionados à poluição do ar em Paranaguá (REIS et al., 2015; GURGATZ et al., 2017; TAGLIATELLA, 2017; SOUSA et al., 2020), mas, no entanto, a rede de monitoramento é bastante precária. Seria necessário encontrar mecanismos que auxiliem nesta avaliação da qualidade do ar, onde a utilização de bioindicadores pode se apresentar como uma ferramenta eficiente, barata e confiável.

A poluição do meio ambiente é um problema urgente e de importância mundial, e estudos que qualificam e quantificam a contaminação atmosférica são de grande relevância frente às crescentes preocupações em relação às questões ambientais. (MAKI et al., 2013).

Portanto, o levantamento de dados referentes a uma metodologia mais barata e acessível que as tradicionais, colaboram para as pesquisas referentes à poluição atmosférica no litoral paranaense. A sistematização das informações, a interpretação e divulgação destes dados levantados, podem se tornar referencial para pesquisas que indiquem a vulnerabilidade de grupos ou comunidades expostas a fontes danosas à qualidade de vida e fortalecer projetos realizados na região.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 POLUIÇÃO DO AR

Grande parte das pessoas associa o surgimento da poluição do ar com o evento histórico da Revolução Industrial em meados do séc. XIX, no entanto tal problemática tem uma história bem antiga. Os contaminantes inicialmente depositados na atmosfera eram naturais, como as cinzas, fumaça e gases de vulcões e gêiseres, incêndios florestais, poeiras e as tempestades de areia em regiões áridas e umidade em áreas de floresta (FERREIRA, 2019).

Atualmente no século XXI, a maior parte da poluição ambiental é produzida pelo ser humano e está diretamente relacionada aos processos de industrialização. Roseiro e Takayanagui (2005), afirmam que são vários os processos da poluição do ambiente que podem comprometer a qualidade de vida pela contaminação do ar, cuja percepção pode ocorrer nos níveis locais, regionais e globais, sendo que os efeitos da contaminação do solo, do ar e da água se espalham territorialmente, podendo ser sentidos em áreas vizinhas, que muitas vezes não abrigam as fontes de emissão (CARNEIRO, 2004).

As mais importantes fontes de poluentes atmosféricos são indústrias, tais como: usinas termoelétricas, incineradores de lixo, queimadas de floresta para expansão de lavouras, e especialmente, o tráfego de veículos automotores e complexos portuários (ZANOBETTI et al. 2002; PHILIPPI, 2004). Concentrações elevadas de poluentes atmosféricos representam um risco para a saúde humana, danificam a flora e a fauna e destroem monumentos históricos e construções modernas. O ar, elemento abiótico do meio ambiente, está ligado ao processo de respiração, fotossíntese, transpiração, aos fenômenos climáticos e meteorológicos, além de ter significado econômico, biológico e ecológico (FREITAS e NOBRE, 1997).

Sérios problemas de saúde acabam ocorrendo quando a concentração dos poluentes do ar aumenta, sem o mesmo ser adequadamente disperso devido à meteorologia, topografia e outros fatores. São nos grandes centros urbanos que os poluentes atmosféricos se tornam os principais agentes causadores de problemas ligados à saúde humana, animal e vegetal. As alterações no sistema imunológico

de pessoas saudáveis e danos no trato respiratório, principalmente em idosos, crianças e pessoas com pré-disposição, como bronquite, rinite e asma, foram amplamente estudadas (MARTINS et al., 2002).

Alguns episódios históricos agudos trouxeram grandes prejuízos para a saúde humana, como o ocorrido no Vale do Rio Meuse na Bélgica em 1930, com 60 mortes causadas por problemas respiratórios em três dias; Donora, Pensilvânia, em 1948, com 20 mortes registradas em uma semana; Londres, Inglaterra, 1952, aumentando em quatro mil o número de óbitos por contaminação por enxofre, no período de três a quatro dias; e na cidade de Nova York, 1966, com mais de 70 mortes confirmadas por problemas respiratórios, no período de uma semana. Em cada caso, uma inversão térmica segurou os poluentes próximos da superfície da terra causando mais morbidade e mortalidade do que o usual, especialmente, entre os mais velhos e naqueles com comorbidades relacionadas ao sistema cardiorrespiratório (BARBOSA et al., 2012).

Kluczkovski (2015) exemplifica que os efluentes aéreos são constituídos por gases, névoas, gotículas e material particulado, tendo em maior parte a sua origem na atividade industrial. O material particulado é formado por mistura de partículas sólidas e/ou líquidas presentes na atmosfera, com tamanho e densidade pequenos o suficiente para permanecer em suspensão por determinado tempo (GURGATZ, 2018). Proveniente de fontes naturais ou antropológicas tem sua distinção detectada através de análises de composição, as quais diferem nos valores encontrados naturalmente na crosta terrestre com os valores atmosféricos (BRIMBLECOMBE, 1996).

No Brasil, o histórico da legislação sobre poluição, tem início com a Lei Federal nº. 6.938/81 que define poluição como sendo “uma espécie de degradação ambiental, oriunda de atividades” (BRASIL, 1981). Ou seja, poluição é a degradação ambiental necessariamente resultante de atividades de pessoas físicas ou jurídicas.

Em 15 de junho de 1989, a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº5 criou o (PRONAR), Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar, que fixa parâmetros para a emissão de poluentes gasosos e materiais particulados por fontes fixas (BRASIL, 1989).

Em 19 de novembro de 2018, foi criada a Resolução nº 491, que considera como referência, os valores de qualidade do ar recomendados pela Organização

Mundial da Saúde - OMS de 2005, bem como seus critérios de implementação (BRASIL, 2018). Estabelecendo em seu Art. 1º, padrões de qualidade do ar e complementando em seu Art. 2º, a definição de poluente atmosférico que é:

qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (BRASIL, 2018).

Com relação aos veículos automotores em uso, o CONAMA prevê em suas resoluções a instalação de Centros de Inspeção e Manutenção de Veículos, com normas e regulamentos específicos. A inspeção periódica das emissões de poluentes foi instituída através da Resolução CONAMA - 07, de 31 de agosto de 1993 (BRASIL, 1993b), e condiciona o licenciamento anual à respectiva aprovação. Neste processo os veículos devem ser submetidos à inspeção de gases, partículas e à verificação da integridade dos itens de controle de emissões. Também temos a Lei 8.723 de 28 de outubro de 1993, que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências (BRASIL, 1993a).

Vale a pena ressaltar também a Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. A lei institui o crime por causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora (Brasil, 1998).

No estado do Paraná, através da Resolução SEMA - 041/02, são estabelecidos padrões de emissão para processos industriais, assim como critérios de automonitoramento das emissões (PARANÁ, 2002). Segundo Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2019), o monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba teve início na década de 1980, com a operação de quatro estações de amostragem do ar, fixas e manuais, localizadas uma em Curitiba e três em Araucária. Estas estações analisam três dos sete parâmetros previstos em Lei (Resolução CONAMA 03/90): Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Fumaça (BRASIL, 1990).

A Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar do Instituto Água e Terra (IAT) realiza um monitoramento sistemático da qualidade do ar, alegando ser esta a



ferramenta adequada à gestão deste recurso ambiental. No município de Paranaguá, este processo de monitoramento passou a ser analisado de maneira sistêmica a partir de 2016, com a instalação de uma estação automática de monitoramento da qualidade do ar e parâmetros atmosféricos legislados por parte do órgão ambiental, a partir de um convênio assinado com o Banco Mundial em 2012 (IAP, 2016).

Também existem alguns trabalhos relacionados ao tema, desenvolvidos por diversos pesquisadores. Moreira (2011), utilizou líquens fruticosos como bioindicadores em áreas relacionadas ao porto de Paranaguá, identificando a relação deste com a poluição e também Gurgatz et al. (2017) analisaram parâmetros fisiológicos em líquens da espécie *Teloschistes flavicans*, com a intenção de identificar áreas de risco ambiental em Paranaguá.

Gurgatz et al. (2016) abordaram uma metodologia utilizando cascas de árvore como biomonitoros para avaliar risco ambiental da poluição do ar e identificaram um contexto de injustiça ambiental na região de Paranaguá. Antoniaconi et al. (2016) verificaram a ocorrência de asma e rinite em adolescentes de Paranaguá, estudantes de colégios próximos à área portuária e Vecchia (2019) analisando prontuários médicos e considerando atendimentos por doenças respiratórias, concluiu que o impacto das atividades portuárias em Paranaguá têm influência no processo de adoecimento de sua população.

Gurgatz (2018) realizou uma avaliação de material particulado fino, fuligem e poluentes gasosos ( $\text{NO}_2$  e  $\text{SO}_2$ ), com o objetivo de determinar fontes de emissão e o risco relativo de mortalidade para a população. Também, houve a pesquisa de Sousa et al. (2020), que monitoraram a qualidade do ar ao longo de 12 meses, utilizando equipamentos para avaliação das concentrações de amônia ( $\text{NH}_3$ ), dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e material particulado em suspensão.

De acordo com Reis et al. (2015), estudos que aumentem a compreensão dos tipos e composições de poluentes é essencial para a região de Paranaguá, pois o município se coloca como um modelo para o estudo da poluição atmosférica portuária e em florestas.

## 2.2 BIOINDICADORES

Derisio (2012) discorre que os usos do ar são naturalmente metabólicos para animais e vegetais, sendo estes beneficiados por fenômenos naturais meteorológicos. Acrescenta que os usos tecnológicos como: comunicação, transporte, combustão, processos industriais e, principalmente, a utilização do ar como receptor e transportador de resíduos das atividades humanas, tem como resultado o uso indiscriminado ou abusivo, em áreas geográficas limitadas ou confinadas, surgindo a poluição do ar (DERISIO, 2012).

Portanto, Ricklefs (2009) afirma que pequenas variações na temperatura, no volume de chuvas, radiação solar, acidez do solo ou poluição atmosfera, determinam desestabilidades nos organismos terrestres. As modificações ambientais podem acarretar mudanças fisiológicas, morfológicas, adaptativas ou extinguir espécies mais sensíveis. Esses organismos são altamente sensíveis a poluentes, a toxinas e a perturbações do meio, podendo servir como alertas de desequilíbrio ambiental (RICKLEFS, 2009).

Klumpp (2011) descreve que o efeito que um determinado poluente num bioindicador é a parte final de uma cadeia de eventos que começa com a emissão do poluente pela fonte emissora, seguida da dispersão (vento e precipitações) que determinam as concentrações sobre os seres humanos, animais, plantas e materiais.

Segundo Klumpp (2001), em 1859 e 1866 foram publicados estudos científicos por Grindon e Nylander respectivamente, a respeito da observação de mudanças na composição de comunidades líquênicas epífitas em áreas poluídas. Bioindicadores respondem à contaminação por sofrerem alterações de sua fisiologia, ou por sua capacidade em acumular elementos ou outras substâncias diferentes que as naturais para si (BAGLIANO, 2012).

Mas foi apenas nas últimas décadas do séc. XX que trabalhos a respeito de bioindicação alcançaram o estágio do desenvolvimento necessário para seu uso rotineiro (KLUMPP, 2001). Neste sentido, este mesmo autor define que a bioindicação, no sentido ecotoxicológico, pode ser utilizada com o uso de seres vivos para verificação e avaliação dos efeitos da poluição ambiental.

Segundo De Bruin, (1990); Freitas e Nobre, (1997); Garty, (2001), a biota de uma área impactada pode trazer informações importantes sobre a poluição

atmosférica local, podendo-se utilizar organismos vivos como bioindicadores dos níveis de poluentes atmosféricos. Para Klumpp et al. (2001), foi só a partir de meados do século passado, que se iniciou o processo de utilização de organismos vivos em método auxiliar de detecção de alterações perigosas da qualidade do ambiente, denominado de biomonitoramento, que se constitui em método experimental indireto de verificação da presença de poluentes numa determinada área.

Segundo Maki et al. (2013), o biomonitoramento é uma importante forma de se acompanhar a evolução da poluição atmosférica, utilizando-se bioindicadores, que são seres de natureza diversa, os quais servem para avaliação da qualidade ambiental. Podem ser utilizados de maneira ativa, expondo-se espécies previamente preparadas no ambiente cuja qualidade será analisada ou de forma passiva, quando se faz a avaliação dos seres que habitam a área de estudo (MOTA FILHO, 2007).

Os organismos sensíveis a níveis de poluentes podem, segundo Carneiro (2004) e Pedroso (2007) assim ser classificados:

- Bioindicadoras: Aqueles que apresentam sintomas visíveis como necroses, cloroses. Apresentam também distúrbios fisiológicos, caracterizados por redução no crescimento, no número e diâmetro das flores, ou outros segmentos de reprodução.
- Biosensoras: São aqueles que reagem aos efeitos dos poluentes com efeitos invisíveis. Apresentam alterações bioquímicas, fisiológicas e no nível celular.
- Bioarticuladoras: Organismos que também não apresentam sintomas visíveis, sendo mais resistentes aos poluentes, podendo, porém, acumular poeira e gases dentro dos seus tecidos.
- Biointegradoras: São aqueles que indicam impacto da poluição por meio de mudanças em suas populações, como aparecimento, desaparecimento ou mudança na densidade populacional e de comunidades.

Dentre os organismos bioindicadores, destacam-se os líquens, os musgos e as plantas superiores, os quais têm sido amplamente empregados como métodos complementares de monitoramento da qualidade do ar e da qualidade e presença de poluentes (MAKI, 2013).

Fialho (2002) afirma que há vantagens quando se aplica bioindicadores em relação aos métodos convencionais de avaliação da qualidade ambiental devido ao

baixo custo, podendo, inclusive, serem utilizados para avaliação cumulativa de eventos ocorridos em um determinado período de tempo, resgatando um histórico ambiental não passível de detecção ou medição por outros métodos.

A principal vantagem do uso de bioindicadores se dá pela estreita relação existente entre o monitor e o ecossistema analisado, pois o primeiro pode fazer parte do segundo e interagir com os poluentes que realizam a ciclagem no ambiente, pois os efeitos de um poluente sobre um organismo variam muito em função dos elementos ambientais, que podem provocar efeitos sinérgicos, aditivos ou antagonísticos (CARNEIRO, 2004).

O uso de bioindicadores é uma metodologia adequada para a detecção de efeitos de poluentes atmosféricos sobre organismos. A coleta sistemática de dados relativos a esses efeitos permite a criação de um inventário de respostas à poluição, o que representa o terceiro sistema de informação no controle da qualidade do ar, adicionalmente aos inventários de emissões e de concentrações ambientais (SLOOF e WOLTERBEEK, 1991). Dentre os principais organismos bioindicadores, destacam-se os líquens epifíticos que devido sua alta capacidade de absorver e acumular muitos elementos, dentre eles metais, são bastante interessantes do ponto de vista ambiental.

### 2.3 LÍQUENS COMO BIOINDICADORES

De acordo com Santos (2011), seres vegetais têm maiores níveis fenotípicos, concluindo que os efeitos são mais aparentes nestes do que em animais. Isto pode se tornar mais fácil de mensurar e qualificar a perturbação.

O biomonitoramento com o uso de líquens principalmente, surge como uma alternativa na análise de particulados do ar, da deposição de metais pesados e também gases poluentes, já que a monitoração por meio de medidas com equipamentos técnicos tem sido em geral, realizada em pequena escala, devido principalmente à falta de metodologias sensíveis e baratas que permitam a medição de vários contaminantes presentes em grandes áreas.

Os líquens são associações simbióticas entre algas verdes ou cianobactérias (fotobiontes) e fungos (micobiontes), sendo que as algas ou cianobactérias realizam a fotossíntese e produzem carboidratos para uso próprio e para os fungos (RODRIGUES e RAYA-RODRIGUES, 2012).

Para Conti e Cecchetti (2001), os líquens, além de serem muito sensíveis às mudanças antropogênicas do meio ambiente, apresentam vantagens em relação à sua utilização no estudo da poluição aos métodos convencionais de monitoramento devido ao baixo custo e facilidade na amostragem. De acordo com Nieboer (1972), a alta ocorrência dos líquens possibilita também a monitoração de extensas regiões geográficas de interesse sob o ponto de vista da poluição ambiental.

Os líquens, como organismos simbióticos excepcionais, são encontrados em todas as regiões do mundo e, geralmente, em áreas submetidas a condições climáticas severas. Mesmo com a capacidade de sobreviver nos mais diversos ambientes eles são muito sensíveis à poluição do ar atmosférico tendo sido utilizados como bioindicadores porque diferentemente dos vegetais superiores, não dependem de um sistema radicular para a absorção de nutrientes, e por possuírem cutícula reduzida ou, em geral, ausente, incorporam com facilidade altos níveis de poluentes (PILEGAARD, 1976).

Martins et al. (2011), apresentam informações sobre a micota liquenizada que ocorre na área de abrangência do bioma Mata Atlântica na região sul do Brasil, citando 88 táxons de fungos liquenizados, distribuídos em 18 famílias e 36 gêneros. Desta forma, pode-se afirmar que no litoral do Paraná há potencial bioindicador para análise de qualidade do ar, uma vez que esta região está inserida no último remanescente contínuo de Mata Atlântica do Brasil, e por ser considerada um *Hotspot*, tornam-se necessários estudos aprofundados sobre esta área que está sobre a influência de atividades altamente poluidoras como as portuárias (MARTINS et al. 2011).

#### 2.4 BREVE HISTÓRICO DO PORTO D. PEDRO II

Segundo Freitas (1977), a história do Porto em Paranaguá remonta ao início do povoamento da região, com a chegada, na década de 1550, de degredados vindos de São Vicente e Cananéia, que transformaram a enseada ao redor da Ilha da Cotonga, em improvisado e seguro atracadouro. Quando estes personagens passaram para o continente, à margem esquerda do Rio Taquaré, hoje Itiberê, surgiu o Porto de Nossa Senhora do Rosário, situado na parte sul da Rua da Praia, e que, a curta distância também, chegava-se ao Largo da Igreja Matriz.

Este antigo porto, N. S. do Rosário, durante os séculos seguintes, avançou por toda a margem esquerda do Rio Itiberê, em direção à sua foz, já na baía de Paranaguá. A maior movimentação comercial ao longo da Rua da Praia impusera a ampliação do cais. Entretanto, sem trabalhos de dragagem, o assoreamento do rio era grave, obrigando as embarcações maiores fundear na enseada ao redor da Ilha da Cotinha, no chamado Porto do Alemão. O transporte de carga para embarque e recebimento das mercadorias descarregadas das embarcações, era realizado pelas lanchas e canoas. Impunha-se então a construção de um novo porto em local com melhor calado, e que se situava mais ao fundo da baía de Paranaguá (VILARINHO, 1971).

O grupo empresarial, constituído pelos senhores Pedro Aloys Scherer, José Gonçalves Pêcego Júnior e José Maria da Silva Lemos, através do Decreto Imperial nº 5.053, de 14 de agosto de 1872, obteve autorização para construção e melhoramento do porto da enseada do Gato - assim chamado por haver ali morando um descendente do bandeirante Manuel de Borba Gato - situado à margem meridional da baía de Paranaguá. Entrosando-se o melhoramento do porto do Gato com as obras da construção da estrada de ferro Paranaguá- Morretes, no dia 02 de dezembro de 1873 - aniversário de sua Majestade o imperador Dom Pedro II - realizou-se a inauguração dos trabalhos, contando com a presença de ilustres autoridades e destacados convidados (MORGENSTERN, 1986).

Na Câmara Municipal, em sessão realizada a 10 de janeiro de 1874, por proposta apresentada pelo vereador Joaquim Mariano Ferreira, o antigo porto do Gato, passou a denominar-se: Porto Dom Pedro II (WESTPHALEN, 1962).

Com a transferência da concessão imperial da estrada de ferro Paranaguá – Curitiba à Compagnie Générale de Chemins de Fér Brésiliens, a nova concessionária construiu no novo porto um ancoradouro mais seguro que o cais do rio Itiberê podia oferecer, construindo um trapiche feito de pedras até a linha de baixa-mar e daí em diante, de madeira, alcançando a cota de profundidade de 4,7m. A estrutura de pedras tinha o comprimento de 85 m e a de madeira de 45 m. O trapiche assegurava a atracação dos navios que traziam os materiais de construção ferroviária (WESTPHALEN, 1962).

Segundo Morgenstern (1986), foi criado o Decreto Imperial nº10.350, de 14 de setembro de 1889, que acabou declarando caduca a concessão ao grupo paranaguense, constante do Decreto Imperial nº 5053, de 14 de agosto de 1872. O

primeiro ato oficial de concessão ao governo do Estado do Paraná foi através do governo da república, pelo Decreto Federal nº12.477, de 23 de maio de 1917, que autorizou a construção de obras e melhoramentos do porto.

As obras de construção do porto foram contratadas pela companhia de construção civil e hidráulica que, iniciadas em 1926, foram paralisadas devido a revolução de 1930. Novo contrato firmado em 22 de fevereiro de 1933, agora entre o governo do Estado do Paraná e a empresa Christiani Nielsen Engenheiros e Construtores S/A, de nacionalidade dinamarquesa, mas com filial no Rio de Janeiro, possibilitando o prosseguimento na gestão do Interventor Manoel Ribas, quando o porto Dom Pedro II foi finalmente inaugurado no dia 17 de março de 1935 (MORGENSTERN, 1986).

A partir deste momento, a cidade de Paranaguá começou a criar uma nova feição. Todo o mobiliário e a infraestrutura do espaço urbano crescem e se adaptam às necessidades portuárias e aos diferentes ciclos econômicos cujos produtos são escoados para diferentes partes do Brasil e do mundo (WESTPHALEN, 1962).

Embora o ciclo econômico da mineração no Brasil, segundo Affonso d'Escragnole Taunay, tenha começado por Paranaguá, até meados do séc. XVII Paranaguá estava totalmente na "periferia do sistema econômico brasileiro" e tudo que existe sobre o período em que o Paraná permaneceu anexado a São Paulo, ou seja, até 1853, são pequenas referências à sua atividade econômica (PADIS, 1981).

De acordo Freitas (1977), terminado o ciclo do ouro, Paranaguá entrou em estado de penúria. O povo, sem motivação e maiores oportunidades, permanecia voltado para a atividade de subsistência, apoiado na pesca, na agricultura e no comércio com o planalto, formando uma sociedade estável e preguiçosa, por décadas seguidas. Foi nessa época que surgiram os caminhos para o planalto de Curitiba e outras regiões do estado, aparecendo então o ciclo econômico do Tropeirismo.

Este ciclo que predominou no Paraná nos sécs. XVIII e XIX, não influiu diretamente no porto de Paranaguá, que continuou estacionado em seu desenvolvimento, mas beneficiou Curitiba e o interior do estado, fazendo prosperar a região, e esse progresso alcançou Paranaguá (FREITAS, 1977).

Com o fim do Tropeirismo, Paranaguá se viu acordada e o porto movimentado por um novo ciclo econômico. Entrava em cena com força, a erva-

mate. Também conhecida como Congonha, era uma árvore nativa das florestas paranaenses e seu maior mercado era o Platino e também o Chile, isto é, Buenos Aires, Montevideo e Santiago. O fornecedor tradicional dessa mercadoria era o Paraguai e o paranaense estava então, afastado desse comércio (STECA e FLORES, 2002).

Para Wachowicz (1995), por questões políticas, nos idos de 1800 vieram então os comerciantes de Buenos Aires comprar o produto em Paranaguá, porto do litoral sul brasileiro mais conhecido, e assim, abriram o comércio da erva-mate. Inicialmente a erva seguia para o mercado platino na sua forma natural (congonhas), mas depois, leis protecionistas impediram a exportação da erva no seu estado natural, permitindo a exportação somente quando beneficiada. A extração da erva ganha volume a partir de 1820 e acaba por conquistar o mercado platino. Em 1826 pelo porto de Paranaguá, foram exportados 69,81% de Congonhas; 8,21% de madeira e 7,12% de arroz pilado.

Com a instalação da província no ano de 1853, vieram as melhorias das estradas e a construção da estrada de ferro Paranaguá-Curitiba (princiada em 1880 e inaugurada em 1885), definindo a hegemonia do porto de Paranaguá sobre o porto de Antonina, seu rival ferrenho, como ponto inicial da estrada de ferro. Também a Alfândega se mudou, e o novo prédio portentoso para a época, inaugurado oficialmente em 28 de outubro de 1911, refletia a prosperidade da terra parnanguara e de seu porto (MORGENSTERN, 1986).

Para Morgenstern (1986), o porto de Paranaguá passava a ser um importante porto importador. O maior fluxo de sua movimentação era de mercadoria descarregada dos navios. A exportação de madeira de pinho ocupa, na conjuntura entre guerras, o segundo lugar na pauta das exportações paranaenses. Por um breve período, por ocasião da 2ª Grande Guerra, conforme o valor oficial das exportações, a madeira liderou a pauta de exportação. Ao término do conflito, a vez seria do café.

Este produto exportado pelo Porto de Paranaguá seria um novo ciclo econômico paranaense, mas não tinha ainda, grande expressão, no conjunto da produção nacional. Na década de 1960, a cafeicultura paranaense alcança sua maioria, tornando-se o maior estado produtor do país e do mundo. Em 1929, época da grande crise mundial, o café paranaense contribuía com 2,1% da produção nacional, e em 1961 e 62 a contribuição do Paraná alcançava a 50,03%



da produção nacional. Entre os anos de 1965 e 1970, registraram-se super safras de café no Brasil, e o Porto de Paranaguá chegou a armazenar 15 milhões de sacas em mais 70 armazéns pertencentes a 43 companhias armazenadoras. (AMATUZZI DE PINHO, 1980).

Nestes mesmos anos dourados para a produção do café iniciou-se, ainda de forma tímida, a exportação de milho, e nos seguintes, soja e farelos. Mas, foi somente a partir de 1972 que foram melhoradas as condições de recepção, armazenamento e embarque no Porto de Paranaguá, com a implantação do Programa Nacional dos Corredores de Exportação. Este programa efetivou a construção de silos e a fixação de equipamentos de embarque com grande capacidade, fazendo com que o Porto estivesse modernizado e pronto para grandes exportações de cereais e subprodutos em todo o Brasil. (AMATUZZI DE PINHO, 1980).

De acordo com Cortes (2010), a partir dos anos 1980, a soja colocou o Porto de Paranaguá entre os mais importantes do mundo, tendo na iniciativa privada crédito para a construção de novos armazéns, pátios, silos e outros de grande valor e complexidade, sendo posteriormente implantado o Programa Nacional dos Corredores de Exportação.

O Porto de Paranaguá, notadamente a partir da implantação do plano nacional dos corredores de exportação (PNCE), ingressou em fase de expansão, alcançando recordes de movimentação que o situaram entre os grandes portos nacionais e ponto de escala obrigatória das grandes rotas internacionais. A partir deste momento, modernos navios Graneleiros, Supergraneleiros, Roll-on Roll-off, Propaneiros, Lashes, Porta-Containers, Frigoríficos, com frequência regular aportam em Paranaguá para operação de carga e descarga de uma gama variada e crescente de mercadorias, desde produtos agrícolas até cargas industriais, sem citar o incremento do comércio de cabotagem, apresentando-se como exemplo mais flagrante a movimentação de carvão pelo Porto de Antonina (VASCONCELOS, 2010).

Ao longo do cais comercial, com extensão de 2.106 metros e profundidade de 8 a 12 metros, alinham-se seis pontos de embarque de cereais e subprodutos, constituindo a característica básica do Porto de Paranaguá, escoadouro de produtos primários de uma hinterlândia de 500.000 km<sup>2</sup>. Essas instalações graneleiras contam com uma capacidade estática de 504.000 toneladas de

armazenamento, recepção de 5.150 T/H e embarque de 5.350 toneladas horárias. Somente o complexo comumente denominado de "Corredor de Exportação", englobando as instalações dos Silos Horizontais e Silo Vertical de 100.000 toneladas da A.P.P.A. e Silos Horizontais da Cotriguaçu, dispõe de uma capacidade armazenadora de 286.000 toneladas, e expedição da ordem de 3.000 T/H (VASCONCELOS, 2012).

Os óleos vegetais são embarcados no Porto, através de dois sistemas: direto, no costado do navio e em instalações especializadas. No sistema tradicional, o bombeamento se faz diretamente do veículo para o navio, que apesar dos inconvenientes de ordem operacional provocados pelo grande afluxo de caminhões tanques na faixa portuária, proporcionam rendimentos da ordem de 560 T/H. Nos terminais especializados da Cargill e da Dibal, com capacidade de armazenamento de 18.000 toneladas, tais condições caem para 100 T/H e 450 T/H, respectivamente, se bem que a operação é efetuada sob forma contínua, sem as normais paralisações que ocorrem no sistema tradicional (VASCONCELOS, 2012).

Além dessas instalações, o Porto tem à disposição dos usuários, terminais especializados para Produtos Químicos e Derivados e Petróleo, este último administrado pela Petrobrás. Há também nas proximidades a presença de grandes indústrias de fertilizantes em escala global (ABRAHÃO, 2011).

Os Fertilizantes são descarregados pelo sistema tradicional de caçambas acopladas em guindastes de pórtico, com a descarga para funis reguladores e destes para caminhões tipo "caçambas" ou vagões. Tal sistema também é utilizado no desembarque de sal e de outros sólidos à granel (VASCONCELOS, 2012).

## 2. 4 IMPACTO AMBIENTAL DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA PROVENIENTE DO PORTO DE PARANAGUÁ

Observa-se ao analisar a trajetória histórica do Porto D. Pedro II, que todo o tecido urbano da cidade de Paranaguá está intrinsecamente relacionado à evolução do complexo portuário e também mesclada a este. Bailey et al. (2004) afirmam que a atividade portuária causa uma série de impactos ambientais, podendo afetar significativamente as comunidades locais e os ecossistemas marinhos e terrestres em torno de si.

Bailey et al. (2004) exemplificam que os equipamentos atrelados ao Porto e que causam impactos ambientais são: caminhões a diesel, navios, trens, complexos industriais que se instalam próximos. Para Gurgatz (2018), a atividade portuária consolidada na navegação oceânica e o tráfego de veículos de grande porte têm relação direta na redução da qualidade de vida da população de Paranaguá. Vecchia (2019) afirma que as atividades do complexo portuário de Paranaguá têm influência temporal e espacial nos gastos de saúde pública.

Sousa et al. (2020) encontraram em seus estudos poluentes que podem estar relacionados ao tráfego de veículos pesados, e também a presença de amônia na atmosfera, cogitando esta ser resultante da atividade industrial de fertilizantes. Para estes pesquisadores, Paranaguá se apresenta como um espaço propício a ser estudado no que diz respeito à poluição atmosférica, pois seu isolamento geográfico de outros centros industriais e a presença de toda a área do porto organizado são fatores que possibilitam identificar e quantificar os poluentes emitidos in loco.

Segundo Gurgatz (2018) a Associação dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), realiza uma avaliação mensal de material particulado total em 12 pontos, sendo avaliado somente um ponto por dia. Na opinião deste autor, esta avaliação não proporciona a possibilidade de comparação entre os pontos estudados e nem a realidade do estado da qualidade do ar na região. Para tanto, a urgência de estudos relacionados aos impactos de poluição atmosférica se torna imperativos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A planície do Litoral Paranaense estende-se por cerca de 91 Km de extensão, entre a Vila do Ararapira (Superagui) até a barra do Rio Saí-Guaçu (Guaratuba), atingindo seu máximo de largura (50 Km), na baía de Paranaguá. É formada por sedimentos continentais e costeiros de idade cenozóica e principalmente quaternária. Os sedimentos costeiros foram depositados em dois sistemas deposicionais: o de planície costeira com cordões litorâneos (*strand-plain*) e o estuarino. O sistema de planície com cordões inclui principalmente sedimentos de face litorânea (*shoreface*), praia e, depositados durante as fases regressivas ocorridas após os máximos das transgressões Cananéia e Santos, no Pleistoceno Superior e Holoceno (MARTIN e SUGUIO, 1986; MARTIN et al. 1988; BIGARELLA, 1946).

Aspectos geomorfológicos datam a geologia do começo do Quaternário recente, quando os sedimentos marinhos começaram a ser recobertos por processos terrestres, como a formação de restos de decomposição (serrapilheira) e a conseqüente formação dos solos oriundos desta decomposição, dos depósitos de sedimentos fluviais e da lixiviação pelas águas da chuva (FERNANDES, 1947).

Ainda segundo MAACK (1968), os sedimentos não consolidados da planície litorânea são constituídos quase que exclusivamente por “areia misturada com restos de mariscos”. Os depósitos arenosos mais recentes possuem coloração amarelo-clara e os mais antigos, mais para o interior da região já coberta pela vegetação, possuem coloração branco-acinzentada. Observa-se a presença de feixes de argila acinzentada entremeados com as areias dos bancos mais compactos, que geralmente aparecem nos cursos médio e superior dos rios, representando sedimentos paleo-estuarinos posteriormente recobertos por areia (LESSA et al., 2000).

Os depósitos pleistocênicos e holocênicos na planície costeira de Paranaguá são separados por uma depressão topográfica associada ao rio Guaraguaçu, o qual atinge, em média, mais de 2 m acima do nível médio do mar. Esta depressão é interpretada como a zona de paleolaguna, descrita anteriormente, associada ao

último nível máximo do mar (5.100 anos A.P.) (MARTIN et al., 1988; ANGULO, 1992).

Conforme a classificação de Köppen, a região possui dois tipos climáticos: Cfa (subtropical úmido mesotérmico, com verão quente e sujeito a geadas pouco frequentes durante o inverno) até as altitudes de 700 m, e Cfb (subtropical úmido mesotérmico, caracterizado por verões frescos e geadas severas) acima de 700 m de altitude (IPARDES, 1990).

O clima da planície costeira paranaense é tipo Cfa (Clima Subtropical Úmido - Mesotérmico), com média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes (ALVARES et al., 2013). O mesmo tipo climático ocorre na Serra do Mar até 700 m de altitude, a partir da qual passa para tipo Cfb (Subtropical Úmido - Mesotérmico com verão fresco), com precipitações mais abundantes, sendo que a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C. A atmosfera do litoral do Paraná é controlada, na maior parte do ano, pelo Anticiclone do Atlântico Sul, sendo que as massas polares são mais atuantes no inverno e a tropical atlântica no verão (VANHONI e MENDONÇA, 2008).

A configuração geral do relevo é o fator estático mais importante na caracterização climática da região costeira paranaense, pois contribui para a existência da grande variedade de climas e de paisagens, devido às diferenças de altitudes e da disposição de suas formas. A Serra do Mar funciona como barreira para o avanço de massas de ar, influenciando na distribuição da umidade e na manutenção de temperatura (MENDONÇA, 2002).

Os ventos na região são influenciados basicamente pelo Anticiclone do Atlântico Sul e pelo Anticiclone Migratório Polar (BIGARELLA et al., 1978). Segundo Maack (1968), os ventos predominantes vêm do quadrante Sudeste (SE), com maior intensidade de janeiro a abril (verão) e setembro a dezembro (primavera). No que diz respeito às precipitações, as chuvas na região estudada são frontais, orográficas e de convecção (IPARDES, 1990), sendo que a estação mais chuvosa é o verão. De acordo com o trabalho de da Rosa (2019), os ventos predominantes na região de Paranaguá especificamente são os ventos fortes, vindos do quadrante Sul – sentido costa litorânea para a cidade. E os ventos mais fracos (brisas leves) apresentam direcionamento do Noroeste e Oeste – sentido porto para a cidade.

A área de abrangência do estudo é formada basicamente por vegetação de restinga arbóreo/arbustiva que é então considerada uma flora heteróclita, pois o terreno da planície é ondulado. Esta cobertura vegetal é denominada Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, que está restrita na área de estudo às planícies costeiras de origem quaternária, apresentando-se em locais situados entre 5 e 30 metros de altitude, com algumas características marcantes, como a ocorrência sobre solos pouco desenvolvidos e a alta suscetibilidade à inundações, decorrentes do aumento de nível do lençol freático durante os períodos mais chuvosos, fatores que determinam uma composição florística e estrutural bastante típica composta de diferentes comunidades ao longo do gradiente de altitude e as formações pioneiras, variando de vegetações herbáceas a restingas arbóreas ricas em epífitas (RODERJAN et al. 2002).

Esta formação florestal é caracterizada por espécies arbóreas que são em geral seletivas higrófilas, e encontram neste ambiente, condições ótimas de desenvolvimento, evidenciado pelas copas bem desenvolvidas e os troncos bem formados (RODERJAN e KUNIYOSHI 1988).

As espécies arbóreas que mais ocorrem, em ordem de importância fisionômica, são a Figueira-de-folha-miúda (*Ficus organensis*), o Tapiá-guaçu (*Alchornea triplinervia*), o Guanandi (*C. brasiliense*), o Ipê-amarelo (*Tabebuia umbellata*), a Guacá-de-leite (*Pouteria cenosa*), o Baguaçu (*Talauma ovata*), o Leiteiro (*Brosimum lactescens*) e o Guamirim-ferro (*Myrcia glabra*). Entre as espécies que determinam a fisionomia e estrutura da floresta destacam-se, quando em solos hidromórficos, o Guanandi (*C. brasiliense*), o Ipê-davárzea (*Tabebuia umbellata*), a Licurana (*Hyeronyma alchorneoides*), o Embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*), as Figueiras (*Ficus* spp.) e a Cupiúva (*Tapirira guianensis*). Quando em solos de melhor drenagem (não hidromórficos), o Guanandi é quase ausente, passando a encontrar espécies de canelas (*Ocotea pulchella*, *O. aciphylla*), cupiúva, tapiá (*Alchornea triplinervia*), *Ficus* spp., Pinheiro-bravo (*Podocarpus sellowii*) e Maçaranduba (*Manilkara subcericea*) (RODERJAN et al. 2002).

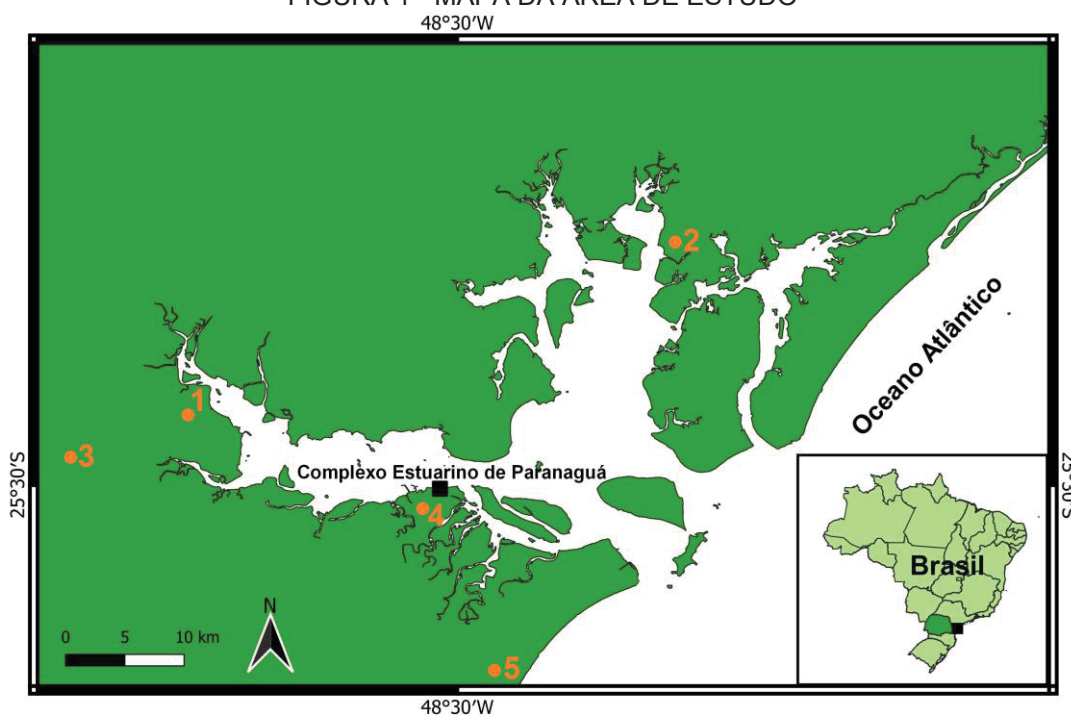
Nesta região podem ser encontradas bromeliáceas, cipós como o *Smilax* sp. e o *Oxypetalum banksii*, euforbiáceas, cactáceas, *Gaylussacia brasiliensis*, *Tibouchina holosericea*, *Cordia verbenacea*, várias samambaias (como a *Acrostichum danaefolium*), orquídeas terrestres (*Epidendrum* sp. e *Cyrtopodium andersonii*), anacardiáceas, mirtáceas, lauráceas e compostas (STELLFELD, 1945).

O município de Paranaguá, principal centro do estudo localiza-se no litoral do Estado do Paraná abrangendo uma área de 802 km<sup>2</sup>, limitando-se com mais quatro municípios litorâneos, presentes neste trabalho: Antonina, Guaraqueçaba, Morretes e Pontal do Paraná. Os municípios de Matinhos e Guaratuba, não foram incluídos por estarem fora da área de influência direta do porto de Paranaguá. A sua baía é uma das maiores do Brasil e se estende até 50 km para o interior do continente, formando com suas águas mais três unidades hídricas: baía de Antonina, baía de Larajeiras e baía de Pinheiros (BOUTIN, 1989).

Ainda segundo Boutin(1989), além dos movimentos portuário e ferroviário a economia do Município apresenta desenvolvido comércio e indústrias, tendo a chamada pesca artesanal realizada por grupos de pescadores localizados em pequenas comunidades espalhadas pelas ilhas na baía, um importante papel nesta economia. No entanto para Avellar (1970) a presença do porto é vital para a economia agroindustrial do Estado do Paraná. É, pois, natural que a economia do município de Paranaguá gire em torno do movimento portuário, ou seja, de mercadorias em trânsito.

O Porto D. Pedro II está situado atualmente no chamado Porto D'água, na Enseada do Gato, às margens da baía de Paranaguá, sendo que seu cais Leste localiza-se de frente para a Ilha da Cotinga e o Oeste em frente ao Rocío (Figura 1).

FIGURA 1 - MAPA DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: A Autora (2021).

Pontos marcando a área central dos municípios que fazem parte da área de estudo: 1- Antonina, 2- Guaraqueçaba, 3- Morretes, 4- Paranaguá e 5- Pontal do Paraná.

### 3.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Para dar início as investigações, foi necessário levantar quais espécies ou gêneros de líquen são utilizados como bioindicadores no Brasil, em pesquisas relativas à qualidade do ar ou biomonitoramento. Para tanto, decidiu-se realizar uma revisão sistemática da literatura.

A revisão sistemática iniciou-se a partir de um tema definido, do qual foi levantada a seguinte questão: Quais líquens são utilizados como bioindicadores/biomonitores de poluição atmosférica em pesquisas realizadas no Brasil?

Foram escolhidos três bancos de dados: *Springer Link*, *Science Direct*, e *Google Scholar*, por serem três grandes plataformas de pesquisa, e no caso do *Scholar*, por ser de acesso livre. Na caixa de busca das plataformas foi utilizada a combinação dos cinco descritores: líquen; bioindicadores; biomonitores; poluição atmosférica; Brasil; sendo que o descritor líquen obrigatoriamente deveria estar contido no título, no resumo ou nas palavras-chave. Nas plataformas *Springer Link* e *Science Direct* foram selecionados apenas artigos em inglês, sendo que a busca com os termos em português não apresentou resultados. Nestas utilizou-se para facilitar a busca os marcadores booleanos AND e OR: ((lichen) AND ((biomonitoring) OR (bioindicator))) AND (atmospheric pollution) AND (Brazil)). No *Google Scholar*, a pesquisa foi feita da mesma maneira, mas a busca foi realizada com palavras chave em português, para facilitar o acesso às revistas indexadas brasileiras. Em todas as plataformas a busca realizada compreendeu trabalhos publicados entre 2000 e 2020.

Após terem sido obtidos os primeiros resultados, foram aplicados critérios de exclusão e inclusão para refinamento da pesquisa. O primeiro teste de exclusão compreendeu em retirar livros, capítulos de livros e Anais de Encontros, Congressos e Simpósios, mantendo artigos, teses e dissertações. Quando encontrados artigos publicados de dissertações e teses, optou-se pela análise daqueles, uma vez que passaram por avaliação de pares. Posteriormente para inclusão, o restante dos trabalhos foram lidos com o propósito de se identificar



espécies ou gêneros de líquens e metodologias e técnicas utilizadas, mantidos então apenas aqueles que tivessem o descritor líquen, ou nome de espécie ou gênero de líquen; metodologia relativa a estudos de concentração de poluentes, qualidade do ar ou biomonitoramento; e cuja pesquisa tenha sido realizada no Brasil. Neste momento também foram retirados trabalhos de revisão e trabalhos repetidos. Trabalhos cuja metodologia é de Avaliação das comunidades liquênicas, utilizando o Índice de Pureza Atmosférica (IAP), com ou sem complemento do Índice de Fator Ambiental (EFC), foram excluídos no resultado final, pois tem como objetivo analisar a qualidade do ar através da composição, riqueza, cobertura, diversidade e amostragem de líquens, não tendo como foco uma espécie ou gênero para eleger como possível bioindicador.

### 3. 3 ESCOLHA DE ESPÉCIES LIQUÊNICAS BIOINDICADORAS PARA O LITORAL DO PARANÁ

Para eleger líquens com potencial bioindicador para o Litoral do Paraná, fez-se necessário obter informações relativas à comunidade liquênica desta área imersa em Mata Atlântica. Como trabalhos relativos ao levantamento de líquens no Paraná, em especial para o litoral, são escassos, optou-se por buscar em banco de dados de coleções, informações sobre a micota liquenizada da região.

O banco de dados utilizado foi o *speciesLink*, desenvolvido pelo CRIA - Centro de Referência em Informação Ambiental, com o objetivo de disponibilizar de forma livre e aberta os dados primários sobre biodiversidade existente em coleções biológicas, através da Internet (CRIA, s/d).

No site foi localizado o Formulário de busca, onde foram inseridas as informações necessárias para a procura dos espécimes. Na coluna “identificação”, foi pesquisada família, gênero ou espécie (obtidos através da revisão de literatura) que se pretendia encontrar; e na coluna “filtros geográficos”, no ícone estados brasileiros foi selecionado o estado do Paraná (CRIA, 2021).

### 3.4 INFORMAÇÕES GERAIS REFERENTES ÀS ESPÉCIES SELECIONADAS

Através de revisão de literatura foram levantadas informações referentes a área de ocorrência, características ecológicas, e potencialidade bioindicadora dos

líquens. As plataformas consultadas foram *Science Direct* (2021), *Springer Link* (2021) e *Google Scholar* (2021). Utilizou-se como descritor de busca o nome científico da espécie e gênero. Foram considerados para análise todos os trabalhos, independente de temporalidade ou categoria (artigos, trabalhos acadêmicos, resumos, relatórios técnicos).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 LÍQUENS BIOINDICADORES NO BRASIL

Como resultado da primeira busca foram encontrados 790 trabalhos nas três plataformas. Após o refinamento para exclusão foram mantidos 618 trabalhos. Posterior ao teste de inclusão (TI), restaram 73 artigos, e excluindo-se trabalhos repetidos e artigos relacionados à metodologia de IAP, restaram 46 (Tabela 01).

TABELA 1 - RESULTADOS DOS PROCESSOS DE BUSCA NAS RESPECTIVAS PLATAFORMAS.

Plataforma	Resultado Geral	Após Teste de	Após Teste de	Resultado Final
		Exclusão	Inclusão	
Springer Link	155	98	10	10
Science Direct	117	82	6	5
Google Scholar	518	438	57	31
<b>Total</b>	<b>790</b>	<b>618</b>	<b>73</b>	<b>46</b>

FONTE: A Autora (2021).

Os trabalhos selecionados foram inseridos em tabelas, com a espécie ou gênero de líquen utilizado como bioindicador e o objetivo central do estudo (Tabelas 2,3 e 4).

TABELA 2- TABELA DESCREVENDO OS TRABALHOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA SPRINGER LINK.

(continuação)			
Título	Líquén	Objetivo do Estudo	Autor(a/es/as) / Ano
1 Analysis of lichen species for atmospheric pollution biomonitoring in the Santo André municipality, São Paulo, Brazil	<i>Canoparmelia texana</i>	Através da Análise de Ativação de nêutrons instrumental, foram examinadas as concentrações de As, Ba, Br, Ca, Cd, Cl, Cr, Cs, Co, Fe, K, La, Mn, Na, Rb, Sb, Sc, Se, U, e Zn	SAIKI, M.; ALVES, E.R. e MARCELLI M. P., 2007
2 Biomonitoring of the atmospheric pollution using lichens in the metropolitan area of São Paulo city, Brazil	<i>Canoparmelia texana</i>	Foram analisados os elementos: Al, K, Na, Se, Ti, Cl, Ca, Rb, As, Ba, Cd, Co, Cr, Fe, La, Mn, Sb, U, Zn, Br e Sc, através do Método de Ativação de nêutrons comparativos	SAIKI, M. et al., 2007

(continuação)

3	Correlation study of air pollution and cardio-respiratory diseases through NAA of an atmospheric pollutant biomonitor	<i>Canoparmelia texana</i>	A metodologia de Análise de Ativação de nêutrons foi utilizada para analisar os elementos: As, Ba, Br, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cs, Fe, Hf, K, Mg, Mn, Na, Rb, Sb, Sc, Se, Th, V, Zn e lantanídeos.	SAIKI, M. et al., 2014
4	Elemental composition evaluation in lichens collected in the industrial city of São Mateus Sul, Paraná, Brazil	<i>Canoparmelia texana</i>	Procedimento de Análise de Ativação de nêutrons para determinação de As, Br, Ca, Co Cr, Cs, Fe, Hf, K, La, Rb, Sb, Sc, Th, U, and Zn	FERREIRA, A. B. et al., 2012
5	Evaluation of trace elements in different species of lichens by neutron activation analysis	<i>Canoparmelia texana</i> , <i>Canoparmelia caroliniana</i> , <i>Parmotrema tinctorum</i> , <i>Parmotrema sancti-angeli</i> , <i>Usnea sp.</i>	A Análise Instrumental de Ativação de nêutrons foi aplicada para determinação de: Al, Br, Cl, K, Mg, Mn, Na, Ti, V, As, Ca, Cd, Ce, Cr, Cs, Cu, Eu, Fe, La, Lu, Mo, Nd, Rb, Sb, Sc, Se, Tb, Th, Yb e Zn.	COCCARO, D. M. B. et al., 2000
6	Lichen specie <i>Canoparmelia texana</i> as bioindicator of environmental impact from the phosphate fertilizer industry of São Paulo, Brazil.	<i>Canoparmelia texana</i>	Utilizando a INNA - Análise de ativação de nêutrons instrumentais, foram verificados os poluentes: U, Th, Ra, Pb, e rare Earth Elements	LEONARDO, L.; DAMATO, S. R e GIOS, B. R., 2014
7	Morphophysiological variation and metal concentration in the thallus of <i>Parmotrema tinctorum</i> (Despr. ex Nyl.) Hale between urban and forest areas in the subtropical region of Brazil.	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Utilizando a Análise de Características Morfofisiológicas / Espectrometria de Absorção Atômica com Chama (FASS), e análise de clorofila a e b, caroteno e feofitina a e b, foram estudados os elementos: Ni, Cu, Cr, Pb e Zn	PORTO, R. K.; KÄFFER, M. I. e SCHMITT, J. L., 2018
8	Perturbation vectors to evaluate air quality using lichens and bromeliads: a Brazilian case study	<i>Parmotrema crinitum</i>	Análise feita com Espectroscópio de emissão atômica de plasma acoplado indutivamente, assistido por nebulizador ultrassônico, para os elementos Cd, Cu, Pb, S, Zn, Al, Fe, La, Ti, e Zr	MONNA, F. et al., 2017
9			Utilizando a INNA - Análise de ativação de	SAIKI, M. et al., 2001

(conclusão)			
	Survey of elemental concentrations in lichen samples collected from São Paulo State	<i>Canoparmelia texana</i>	nêutrons instrumentais foram estudados os poluentes: Al, As, Br, Ca, Cd, Cl, Co, Cs, Fe, Hf, K, Mg, Na, Rb, Sb, Sc, Se, Ti, Th, U, V e Zn
10	The application of lichens as ecological surrogates of air pollution in the subtropics: a case study in South Brazil	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Líquens transplantados para posterior análise de: contagem de células de algas vivas, e medição de S e metais: Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Ni, Pb, V e Al através de Espetrometria de Emissão Óptica de Plasma (ICP-OES) com acoplamento indutivo
			KOCH, N. M. et al., 2016

FONTE: Organizado pela Autora (2021).

TABELA 3 - TABELA DESCREVENDO OS TRABALHOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA SCIENCE DIRECT (continuação)

	Título	Líquén	Objetivo do Estudo	Autor(a/es/as) / Ano
1	Assessment of atmospheric pollution in the vicinity of a tin and lead industry using lichen species <i>Canoparmelia texana</i>	<i>Canoparmelia texana</i>	Através da Análise por ativação de nêutrons instrumental, foram verificados teores de As, Ba, Br, Co, Cr, Cs, Fe, Hf, Rb, Sb, Sc, Se, Ta, Th, U, Zn, Zr e Elementos de Terras Raras (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb e Lu); os elementos Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Cu, F, Ga, Nb, Ni, Pb, Sr, e V, foram determinados utilizando a convencional espectrometria de fluorescência de raios – X dispersiva de comprimento de onda (XRF); e Ra e Pb foram determinados usando contador de fluxo proporcional na separação radioquímica seguida por contagem alfa e beta bruta	LEONARDO, L. et al., 2011
2	Atmospheric pollutants monitoring by analysis of epiphytic lichens	<i>Canoparmelia texana</i>	Utilizando a Análise de Ativação de nêutrons, foram determinados teores de As, Ba, Br, Ca, Cl, Cr, Co, K, Fe, La, Mn,	FUGA, A. et al., 2008

(conclusão)

			Mo, Na, Rb, Sb, Sc, Se, U, and Zn	
3	Natural radionuclides in lichens, mosses and ferns in a thermal power plant and in an adjacent coal mine area in southern Brazil	<i>Rimeliella sp.</i> , <i>Ramalina peruviana</i> , <i>Usnea sp.</i> , <i>Parmotrema tinctorum</i> , <i>P. santi-angeli</i> , <i>P. cf. praesorediosum</i> , <i>Heterodermia pseudospeciosa</i> , <i>Canoparmelia crozalsiana</i> , e <i>C. texana</i>	Foi utilizada a técnica espectrometria alfa para a determinação dos isótopos de U, To e Po.	GALHARDI, J. A. et al., 2017
4	Physiological changes of the lichen <i>Parmotrema tinctorum</i> as result of carbon nanotubes exposition	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Foram avaliados parâmetros fisiológicos, eficiência de fotossíntese, permeabilidade celular e internalização de nanopartículas utilizando microscopia eletrônica de varredura SEM), microscopia eletrônica de transmissão (TEM), análise de espectroscopia Raman e termogravimétrica.	VIANA, C. O. et al., 2015
5	Use of bioindicators to evaluate air quality and genotoxic compounds in an urban environment in Southern Brazil	<i>Parmotrema tinctorum</i> e <i>Teloschistes exilis</i>	As análises dos poluentes foram realizadas por Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES) para os elementos S, Pb, Cd, Zn, Cr e Hg.	KÄFFER, M. I. et al., 2012

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

TABELA 4 - TABELA DESCREVENDO OS TRABALHOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA GOOGLE SCHOLAR.

(continuação)

	Título	Líquen	Objetivo do estudo	Autor(a/es/as) / Ano
1	Absorção de chumbo antrópico por populações de líquens do gênero <i>Usnea</i> em área industrial	gên. <i>Usnea</i>	Analisar teores de Pb através da Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES).	SOARES, J. F. et al., 2014
2	Análise do Líquen <i>Cladonia verticillaris</i> (Raddi) Fr., em Condições de Laboratório sob efeito do Estireno e Ciclohexano	<i>Cladonia verticillaris</i>	Extratos orgânicos foram analisados em ensaios de cromatografia de camada delgada (CCD) e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), após aplicação de estireno, ciclohexano e água deionizada	VILLAROUCO, F. M. O. et al., 2007

(continuação)

3	Avaliação da Concentração de Alguns Íons Metálicos em Diferentes Espécies de Líquens do Cerrado Sul-Mato-Grossense	<i>Parmotrema tinctorum</i> , <i>P. dilatatum</i> , <i>P. miranda</i> , <i>P. flavescens</i> , <i>P. delicatulum</i> , <i>Pseudoparmelia sphaerospora</i> , <i>P. hypomiltha</i> e <i>Usnea subcavata</i> .	Determinação dos íons metálicos Zn, Fe, Cr, Co, Cu e Mn pela espectrometria de absorção atômica de Chama	RAPOSO JUNIOR, J. L.; RÉ-POPPI, N. e HONDA, N. K., 2007
4	Avaliação da Poluição Atmosférica de Elementos Químicos pela Análise de Líquen Epifítico no Campus da Cidade Universitária de São Paulo	<i>Canoparmelia texana</i>	Através de análises pelos métodos de espectrometria de Fluorescência de raios X (XRFS) e ativação neutrônica (NAA) foram determinados teores de As, Br, Ca, Cl, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Rb, S, Sr e Zn, Cd, Co, Cs, La, Mg, Sb, Sc, Se, U e V.	ROCHA, R. R., 2015
5	Avaliação da Qualidade do Ar em Ambiente Industrial, Usando Líquen como Biomonitor de Possíveis Riscos de Intoxicação Ocupacional	<i>Cladonia verticillaris</i>	Análise do teor de Fenóis corticais e medulares através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência e Cromatografia em Camada Delgada em líquens transplantados, e Análise de Quantificação de Pigmentos (clorofilas, feofitinas) e morfologia através de Lupa, para líquens contaminados em laboratório por Estireno.	OLIVEIRA, M. A. G. S., 2011
6	Avaliação da Qualidade do Ar na Área Urbana de Frederico Westphalen, RS, através da determinação de Sr, Zr, Br, Cu e Zn em Amostras de Líquens	Gen. <i>Parmotrema</i>	Através de Espetrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva, determinar a presença de Br, Cu, Sr, Zn e Zr.	FIOREZE, M. & SANTOS, E. P., 2013
7	Biomonitoração da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Recife	<i>Cladonia verticillaris</i>	Al, Ba, Ca, Cd, Cl, Fe, K, Mg, Mn, P, Pb, Sb, Sr, Th, V e Zn foram quantificados por meio de Fluorescência de Raios-X por Dispersão de Energia (EDXRF) e Espectrometria de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS), após o período de exposição de seis meses do transplante.	THIAGO OLIVEIRA DOS SANTOS, 2016
8	Biomonitoração da Qualidade do Ar em Decorrência da Queima da Cana-de-açúcar na Reserva Ecológica de	<i>Cladonia verticillaris</i>	A Determinação dos metais Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb e Zn foi realizada por Espectrometria por Absorção Atômica e	THIAGO OLIVEIRA DOS SANTOS, 2011

(continuação)

Gurjaú-PE		Análise por Ativação Neutrônica.		
9	Biomonitoramento da Qualidade do Ar com Uso de Líquens na Cidade de Porto Alegre, RS	<i>Parmotrema tinctorum e Teloschistes exilis</i>	Análise da estrutura e de danos morfofisiológicos nas espécies de líquens por poluentes atmosféricos.	KÄFFER, M. I., 2011
10	Biomonitoramento da Qualidade do Ar em Vertente do Lério – PE, e sua correlação com a ocorrência de doenças pulmonares	<i>Cladonia verticillaris</i>	Através de Cromatografia em Camada Delgada e Líquida de Alta Eficiência, foi analisada a produção de ácido fumarprotocetrárico do Líquen transplantado.	CUNHA, M. H. A., 2005
11	Biomonitoramento de Metais em Suspensão Atmosférica na Sub-Bacia do Arroio Sapucaia, RS-Brasil	<i>Rimelia simulans e Canomaculina sp.</i>	Analisar concentração de Al, Ca, Pb, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, K e Na, utilizando a Absorção Atômica com chama, com forno de grafite, com vapor frio e fotometria de chama com ar-GLP.	PROCHNOW, T. R., 2005
12	Biomonitoramento e variabilidade espacial do dióxido de enxofre em ar urbano	gên. <i>Usnea</i>	Avaliação da concentração de Dióxido de Enxofre através do método turbidimétrico com análise em fluxo (Sistema FIA)	KEMERICH, P. D. C. et al., 2011
13	<i>Cladonia verticillaris</i> (líquen), como Biomonitor Padrão da Qualidade do Ar no Distrito de Jaboatão - PE	<i>Cladonia verticillaris</i>	Foram quantificados por Espectrômetro de Emissão Atômica por Plasma Indutivamente Aplicado os teores de Pb, Cd, Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni e Ca.	SILVA, R. A., 2002
14	<i>Cladonia verticillaris</i> (Raddi) Fr., para Diagnóstico da Salubridade do Ar Decorrente da Extração e Beneficiamento de Calcário em Vertente do Lério, Pernambuco (Brasil)	<i>Cladonia verticillaris</i>	Análise da produção de ácido fumarprotocetrárico através de Cromatografia de Camada Delgada e Líquida de Alta Eficiência em Líquen transplantado.	CUNHA, M. H. A. et al., 2007
15	Determinação de Isótopos de Urânio e Tório em Amostras de Líquens <i>Canoparmelia texana</i>	<i>Canoparmelia texana</i>	Os teores dos isótopos de U e Th em amostras de líquens foram determinados por espectrometria alfa após separação radioquímica com resina de troca iônica e medidas dos elementos de interesse em detector de silício do tipo barreira de superfície.	ALENCAR, M. M., 2008
16	Efeitos da Poluição Atmosférica como Fator de Estresse Ambiental na Estrutura e	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Testes fisiológicos e teores de S, Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Ni, Pb, V e Al foram medidos utilizando-	KOCH, N. M., 2016



(continuação)

	na Funcionalidade das Comunidades de Líquens		se o Espectrômetro de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES)	
17	Estudo da Determinação de Elementos-traço em líquens para Monitoração Ambiental	<i>Canoparmelia texana</i>	Analisar líquens epífitos pelo método de ativação com nêutrons Al, As, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Eu, Fe, K, La, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Tb, Th, Ti, U, V, Yb e Zn.	COCCARO, D. M. B., 2001
18	Estudo sobre a composição elementar nas amostras de líquen epífítico utilizado como bioindicador da poluição aérea na cidade de São Paulo	<i>Canoparmelia texana</i>	O método de análise por ativação neutrônica (NAA) seguida da espectrometria de raios gama, foi utilizado para determinação de As, Br, Ca, Co, Cr, Cs, Fe, K, La, Rb, Sc, Se e Zn.	MONTEZANI, E., 2010
19	Impacto da Atividade Agrícola e da Estrutura de Comunidades Botânicas sobre a Diversidade de Líquens Cortícolas em Fragmentos de Cerrado	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Os valores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, Pb, Cr, Cd, Ni e Al, foram avaliados por meio de uma matriz de correlação e combinados em uma análise de componentes principais (PCA). A concentração da extração dos pigmentos fotossintéticos (clorofila a, b e total), foi realizada através de espectrofotômetro para os comprimentos de onda 665 e 648 nm.	PALHARINI, K. M. Z., 2020
20	Influência de Poluentes Atmosféricos em Belo Jardim (PE) utilizando <i>Cladonia verticillaris</i> (Líquen) como Biomonitor	<i>Cladonia verticillaris</i>	Análise da produção do ácido fumarprotocetrárico e de atranorina através de Cromatografia em camada delgada (CCD), Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e Microscopia eletrônica de varredura (MEV).	MOTA FILHO, S. et al., 2007
21	Líquens Utilizados como Biomotores da Qualidade do Ar no Parque da Jaqueira – Recife – Pernambuco	<i>Parmotrema praesorediosum</i>	Foram analisados pigmentos fotossintéticos (clorofilas a e b e feofitinas a e b) do líquen, através de comprimentos de onda em um Espectrofotômetro.	SILVA, A. K. O. et al., 2014
22	Monitoramento da Ação do Formaldeído sobre <i>Cladia aggregata</i> (Líquen), em Condições de Laboratório.	<i>Cladia aggregata</i>	Monitoramento da ação do Formaldeído, através de Cromatografia em camada delgada (CCD), em contaminação simulada em laboratório.	CRUZ, M. et al., B2009

(continuação)

23	Monitoramento da Emissão de Poluentes por Motores Movidos a Biodiesel Através do Uso de Líquen	<i>Cladonia verticillaris</i>	As Análises dos teores de pigmentos fotossintéticos (clorofila a, b e total, e feofitina a e b) e quantificação fenólica (ácidos protocetrárico, fumaprotocetrárico e atranorina) se deram através de comprimentos de onda, utilizando-se um espectrofotômetro. A avaliação da vitalidade celular se deu por determinação de percentual de células mortas e vivas através de contagem em microscópio ótico.	PEREIRA, I. M. C., 2014
24	<i>Teloschistes flavicans</i> (SW.) Norman como indicador de Poluição Atmosférica em Paranaguá - PR	<i>Teloschistes flavicans</i>	Para determinação dos percentuais de clorofila e feofitina, foi utilizado um espectrofotômetro, nos comprimentos de onda 415 e 435 nm.	GURGATZ, B. M. et al., 2017
25	Tracking atmospheric dispersion of metals in Rio de Janeiro Metropolitan region (Brazil) with epiphytes as bioindicators	<i>Parmotrema crinitum</i>	As determinações analíticas dos elementos Na, K, Al, Mn, Pb, Ni, Cr foram realizadas com um ARCOS ICP- AES	MARQUES JUNIOR, A. N. et al., 2018
26	Uso de <i>Cladonia verticillaris</i> (Raddi) Fr. (Líquen) como Biomonitor da Qualidade do Ar no Complexo Industrial de Suape – PE	<i>Cladonia Verticillaris</i>	Foi realizada avaliação de pigmentos e fenóis quantificados em espectrofotômetro, e de danos à estrutura externa do líquen, utilizando lupa estereoscópica e microscopia eletrônica de varredura.	FREITAS, F. M. R., 2006
27	X-012 – Qualidade do Ar: Uso de Líquens e Técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva para Monitoramento	gên. <i>Parmotrema</i>	Através de Espetrômetro de Fluorescência de Raios-X pó Energia Dispersiva, determinar a presença de Al, Ba, Ca, Fe, K, S, Si e Ti.	FIOREZE, M. et al., 2013
28	Uso de Líquens e da Técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva para Monitoramento da Qualidade do Ar	gên. <i>Parmotrema</i>	Avaliação da Qualidade do Ar através do monitoramento de Ca, Si, Fe, Al, K, S, Ti, e Ba, determinados por Espetrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva	SANTOS, E. P. et al., 2014
29	Uso de Líquens Epifíticos no Biomonitoramento da Poluição Atmosférica da Região Metropolitana de São Paulo	<i>Canoparmelia texana</i>	O método de Análise por Ativação Neutrônica foi aplicado à determinação dos elementos As, Ba, Br, Ca, Co, Cr, Cl, Cs, Fe, K, La, Mn, Mo, Na,	FUGA, A., 2006

(conclusão)

			Rb, Sb, Sc, Se, U e Zn.	
30	Utilização de Líquens como Bioindicadores de Contaminação Atmosférica por Radionuclídeos naturais e Metais em Região Impactada por TENORM	Líquen	Através da Análise por Ativação de nêutrons (AAN), e Determinação da Atividade alfa e beta total após separação radioquímica dos elementos de interesse, foram verificados teores de Ra, Pb, U, Th, Hf, Ta e Elementos de terras raras.	LEONARDO, L., 2010
31	Utilização de Líquens no Monitoramento Ativo e Passivo da Poluição Atmosférica	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Foram analisadas as concentrações dos elementos N, Fe, S, Cu e Zn nos talos dos líquens em espectrômetro de emissão atômica	COSTA, W. R., 2018

FONTE: A Autora (2021).

Após a tabulação dos dados, verificou-se quais espécies ou gêneros de líquens foram utilizados com maior frequência, o que pode ser observado na Tabela 5. Ao todo foram encontrados registros relativos à 23 espécies de líquens e três gêneros.

TABELA 5 - LÍQUENS UTILIZADOS NOS TRABALHOS ANALISADOS (continuação)

<b>espécie ou gênero</b>	<b>Quantidade</b>
<i>Canoparmelia texana</i>	15
<i>Parmotrema tinctorum</i>	11
<i>Cladonia verticillaris</i>	10
gên. <i>Parmotrema</i>	3
gên. <i>Usnea</i>	2
<i>Parmotrema crinitum</i>	2
<i>Parmotrema praesorediosum</i>	2
<i>Parmotrema sancti-angeli</i>	2
<i>Teloschistes exilis</i>	2
<i>Usnea</i> sp.	2
gên. <i>Canomaculina</i>	1
<i>Canoparmelia caroliniana</i>	1
<i>Canoparmelia crozalsiana</i>	1
<i>Cladia aggregata</i>	1
<i>Heterodermia pseudospeciosa</i>	1
<i>Parmotrema delicatum</i>	1
<i>Parmotrema dilatatum</i>	1
<i>Parmotrema flavescens</i>	1
<i>Parmotrema Miranda</i>	1
<i>Pseudoparmelia hypomiltha</i>	1
<i>Pseudoparmelia sphaerospora</i>	1
<i>Ramalina peruviana</i>	1
<i>Rimelia simulans</i>	1
<i>Rimeliella</i> sp.	1
<i>Teloschistes flavicans</i>	1

<i>Usnea subcavata</i>	1
Líquen	1

---

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

Na avaliação dos artigos levantados, observou-se que a metodologia de análise mais utilizada para avaliar a quantidade e os teores dos elementos em líquens bioindicadores foi Ativação Neutrônica Instrumental (INAA) (ABDALLAH et al., 2011).

Nesta técnica, uma fonte de nêutrons é utilizada para excitar os núcleos dos átomos que compõe determinado material, sendo então que estes núcleos excitados decaem para seus estados fundamentais, emitindo radiações gama que são características de cada isótopo de um elemento. A análise dos espectros de emissão, desta forma, permite não só a identificação e a distinção dos elementos que constituem o material analisado, como, também, permitem calcular as suas concentrações, possibilitando entender a composição do material (Abdallah et al. 2011).

A segunda técnica mais observada nos artigos foi espectrometria de emissão óptica de plasma (ICP-OES), que consiste numa detecção multielementar que utiliza uma fonte de plasma extremamente quente para excitar os átomos ao ponto de emitirem fótons de luz de comprimento de onda característicos e específicos de um determinado elemento. O número de fótons produzidos está diretamente relacionado à concentração desse elemento na amostra. Ocupa lugar de destaque na literatura, pois é bastante utilizada para determinação quantitativa de elementos (metais, semimetais e alguns não metais), em uma ampla variedade de amostras, como materiais biológicos, água e solo, sendo de fácil metodologia e com obtenção precisa de resultados (SANTOS JUNIOR et al., 2006)

As metodologias de espectrômetro de fluorescência de raios-X por energia dispersiva e absorção atômica com chama e forno em grafite também foram utilizadas aumentando as possibilidades de metodologias viáveis para análise de elementos potencialmente poluentes (LEONARDO et al., 2011; PORTO et al., 2018).

Com relação aos elementos de maior interesse nas verificações analíticas, temos como resultados baseado nos artigos levantados, a Figura 2. Podemos observar que os elementos Zn e Fe, são os que receberam maior destaque, pois são metais pesados, que em altas concentrações causam contaminação (Li et al.,

2002). Para Alexandre et al. (2012), estes dois elementos estão constantemente entrando em contato com o substrato, causando degradação de áreas e difícil revegetação no local. Entretanto, em níveis adequados, estes metais são micronutrientes essenciais para manutenção da vida dos organismos, pois além de participarem de vários processos biológicos, atuam como componentes estruturais de muitas proteínas.

Segundo Oliveira e Oliveira, (2011), o uso de fungicidas, fertilizantes, esterco de animais, lixo urbano, lodo de esgoto no solo e deposição de poeiras industriais, pode elevar as concentrações destes micronutrientes no solo, tornando-os tóxicos.

É importante lembrarmos também, que Zn é o 23º elemento mais abundante no planeta e é encontrado em praticamente todos os ambientes. Faz parte do substrato após o intemperismo físico e químico da rocha matriz, apresentando-se como Zn orgânico e inorgânico, estando disponível principalmente como  $Zn^{2+}$  (BROADLEY et al., 2007).

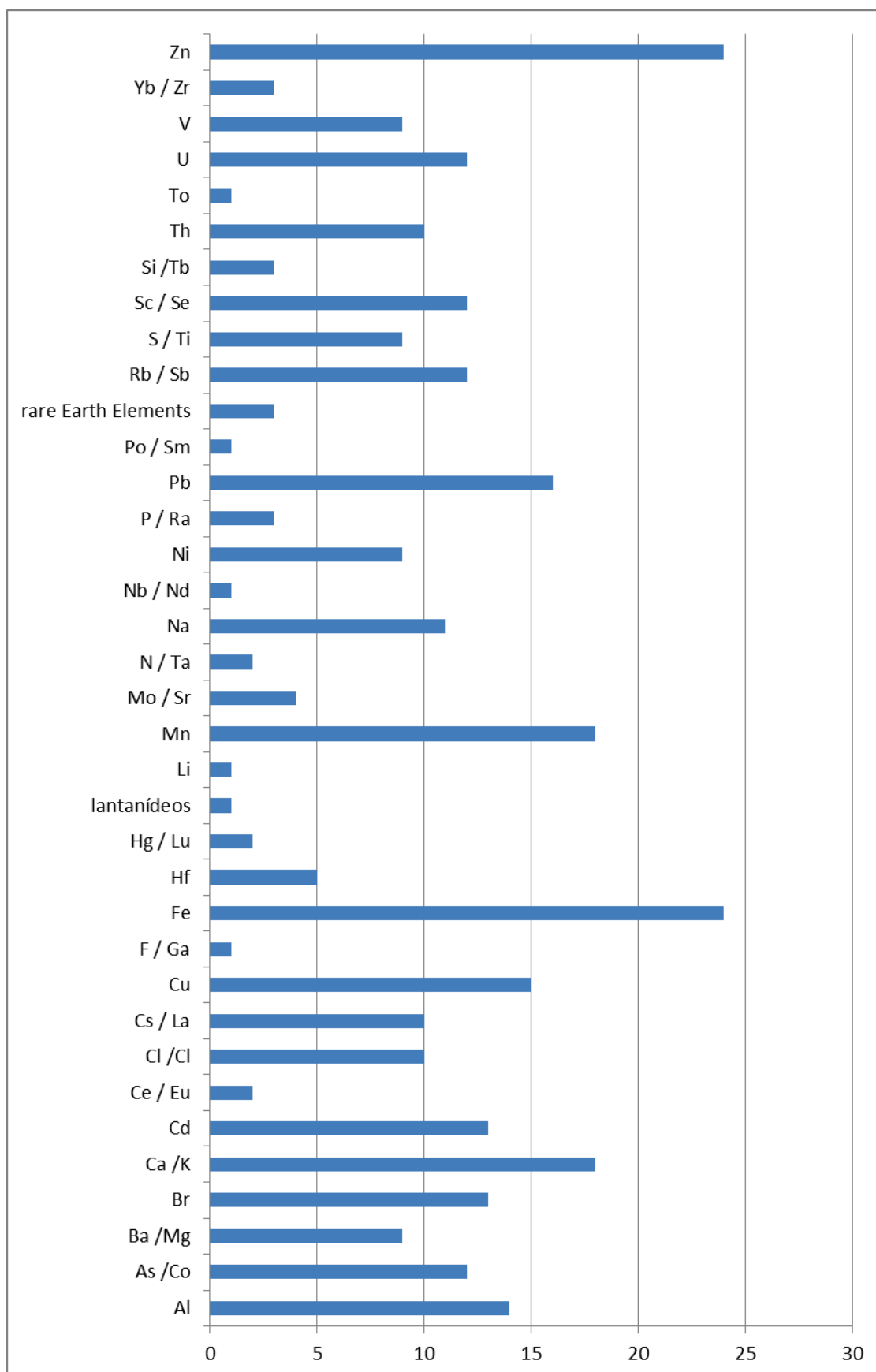
Já o Fe, é um micronutriente essencial para a manutenção da vida, mas pouco disponível na maioria dos solos. Nas plantas está relacionado a importantes atividades metabólicas além de ser indispensável nos processos de fixação de nitrogênio, respiração e fotossíntese. É um poluente impactante, principalmente em áreas próximas a mineração, que aparece como Material Sólido Particulado de Ferro (MSPFe) (KUKI et al. 2009).

A presença destes dois elementos no ambiente também pode estar diretamente associada à industrialização e à produção de rejeitos biossólidos e agroquímicos (LI et al., 2002). Através destas características mencionadas acima, compreende-se a importância na seleção destes elementos sendo talvez uma das justificativas para o maior destaque em pesquisas diretamente relacionadas a eles.

Outro importante elemento que se sobressaiu nos trabalhos analisados (Figura 2), foi o Manganês (Mn), que se encontra na natureza combinado com outros elementos, formando em sua maioria óxidos. Está amplamente disperso nas rochas, no entanto não há conhecimento de sua ocorrência na forma metálica, ocorrendo de forma geral na natureza como silicatos, carbonatos, óxidos e hidróxidos. A contaminação do meio através do Mn ocorre principalmente por atividades agrícolas e de maneira secundária através das atividades industriais e descarte de resíduos (SAMPAIO et al., 2008).

O chumbo (Pb), é outro elemento que se sobressai (Figura 2), e que segundo Alleoni et al. (2005), tem sua origem dividida em litogênico (origem na rocha matriz) e antropogênico (origem pela ação do homem). Com relação à contaminação do ambiente pelo Pb, esta tem origem, principalmente, nas emissões atmosféricas, provenientes de fábricas de baterias automotivas, de fundições de metais e indústrias químicas (TACKETT, 1987).

FIGURA 2 - ELEMENTOS QUÍMICOS IDENTIFICADOS NAS ANÁLISES DE LÍQUENS



FONTES: A Autora (2021).

Para analisar parâmetros fisiológicos dos líquens, as análises mais citadas foram determinação de percentuais de clorofila a e b, caroteno e feofitina a e b. Segundo Pereira (2014), após o preparo das amostras que são infusas em dimetilsulfóxido – (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO – a 100%, os extratos filtrados são submetidos análise em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 536, 630, 647, 664, 666 e 691 nm, para quantificação de clorofilas (a), (b), (c), (d) e total, tendo seus resultados aplicados em fórmulas matemáticas para os cálculos dos teores de clorofila (a), (b), (c) e (d) e feofitinas (a) e (b).

Silva et al. (2014) afirmam que a determinação dos teores de pigmentos fotossintéticos é um parâmetro útil na análise de contaminação por metais, pois a degradação da clorofila ocorre quando o contaminante entra na célula, neste momento a clorofila, a qual é produto básico da fotossíntese, transforma-se em feofitina, ou destrói os cloroplastos, sítio de sua ocorrência.

#### 4.2 LÍQUENS SELECIONADOS NA BASE DE DADOS (*species Link*)

Embora *Canoparmelia texana* tenha sido a espécie mais utilizada para análises no Brasil, como se pode observar na Tabela 5, no banco de dados de coletas esta foi encontrada apenas em regiões de Planalto para o estado do Paraná, corroborando com Coccaro (2001), que afirma a não ocorrência da espécie em áreas litorâneas do Brasil. Segundo Fuga (2005), a *Canoparmelia* aparece em regiões com concentração da poluição relativamente elevada, ocupando espaços de outras espécies que já desapareceram. Outro motivo que talvez justifique a alta utilização desta espécie para análises é que a família *Parmeliaceae* compõe um dos maiores e mais dispersos grupos de ascomicetes liquenizados foliosos do mundo, ocorrendo em quase todos os biomas, o que fez com que os liquenólogos brasileiros concentrassem a maioria de seus estudos nesta família (MARCELLI et al., 2011).

*Parmotrema praesorediosum* apresentou 35 coletas para o litoral do Paraná, em 11 pontos diferentes, nos municípios de Antonina e Guaraqueçaba, tendo para a localidade Reserva Natural de Itaqui dois pontos com coordenadas geográficas distintas (Tabela 6 e Figura 3). Esta espécie também pertence à família



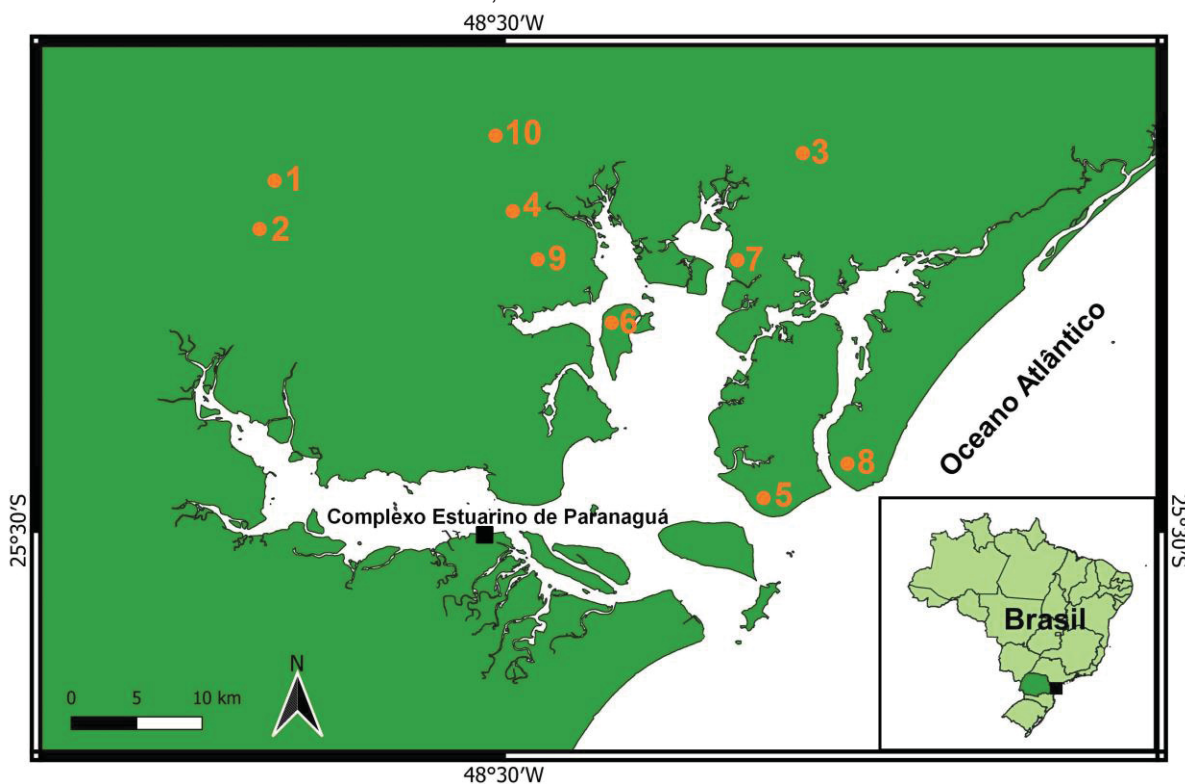
*Parmeliaceae*, sendo um dos possíveis motivos, como mencionado no parágrafo anterior, pelo seu destaque observado nos artigos analisados.

TABELA 6 - DIFERENTES LOCALIDADES (FIGURA 3) DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADAS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema praesorediosum*.

Município	Localidade
Antonina	1. Estrada Rio Pequeno (Fazenda Ana Terra)
	2. Rio Cachoeira
Guaraqueçaba	3. Estrada para Reserva Ecológica Salto Morato
	4. Fazenda Esteves (Reserva Natural de Itaqui)
	5. Ilha das Peças
	6. Ilha Rasa
	7. Morro Quitumbê
	8. Parque Nacional de Superagüi
	9. Reserva Natural de Itaqui
	10. Taçaçaba

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

FIGURA 3 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADAS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema Praesorediosum*, DISCRIMINADAS NA TABELA 6.



FONTE: A Autora (2021).

Para *Parmotrema dilatatum* foram encontradas 32 coletas para a área de estudo, em nove pontos diferentes de Antonina e Guaraqueçaba, corroborando com as informações discutidas por Donha, (2005), em seu trabalho de levantamento de líquens na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba-PR. Esta é uma espécie corticícola e lignícola, amplamente distribuída no litoral baixo da APA de

Guaraqueçaba em áreas de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, manguezais, restinga e pasto (DONHA, 2005).

Também houveram duas coletas em pontos distintos para a localidade Ilha das Peças (Tabela 7 e Figura 4). Esta é uma espécie cosmopolita, sendo registrada no Brasil para os estados do PA, MT, GO, MG, MS, SP, PR, SC e RS (Donha 2005).

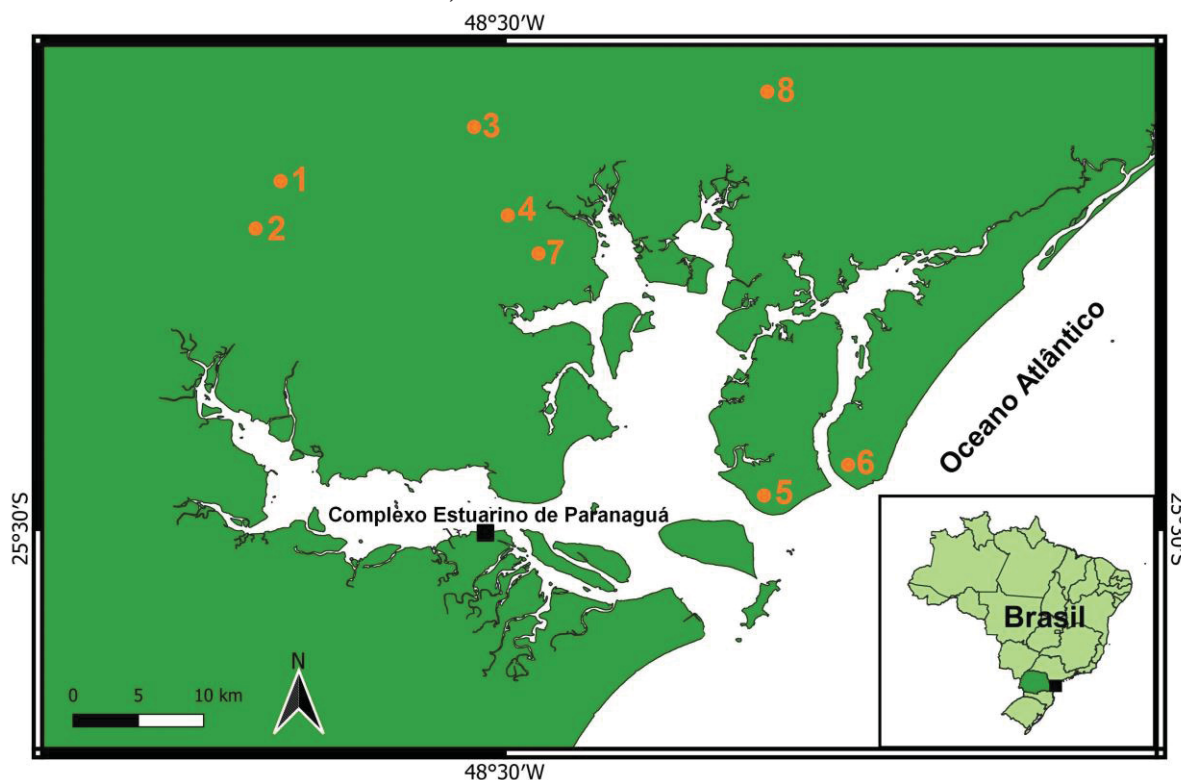
Raposo Junior et al (2007), demonstra a eficiência bioacumuladora desta espécie, utilizando-a para validar sua metodologia, adicionando padrão misto dos metais Cu, Zn, Mn, Co, Cr e Fe.

TABELA 7 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema dilatatum*.

Município	Localidade
Antonina	1. Estrada Rio Pequeno
	2. Chácara Donha
Guaraqueçaba	3. Estrada Tagaçaba
	4. Fazenda Esteves (Reserva Natural de Itaqui)
	5. Ilha das Peças
	6. Parque Nacional de Superagüi
	7. Reserva Natural de Itaqui
	8. Reserva Natural de Salto Morato

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

FIGURA 4 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema dilatatum*, DISCRIMINADAS NA TABELA 7.



FONTE: A Autora (2021).

*Parmotrema tinctorum* apresentou quatorze coletas para a região do litoral, em nove pontos diferentes, em Antonina e Guaraqueçaba. As localidades se encontram descritas na tabela 08, apresentando duas coletas com coordenadas geográficas diferentes para a localidade Estrada Rio Pequeno (Fazenda Ana Terra) (figura 5). Segundo o trabalho de Vaz (2012), esta espécie é uma das mais coletadas e utilizadas para biomonitoramento devido à facilidade na sua identificação taxonômica o que também é citado para a espécie *Canoparmelia texana*, anteriormente discutida.

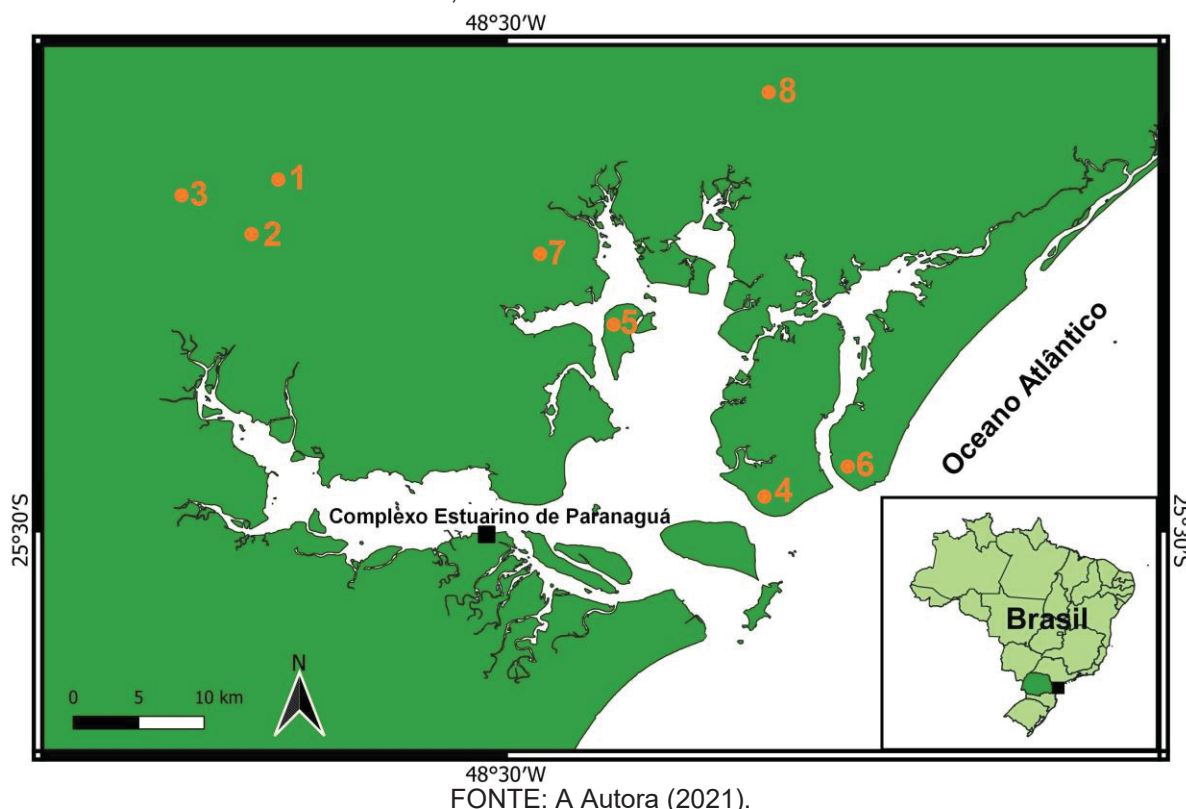
Martins et al (2008) citam *Parmotrema tinctorum* como bioindicador da qualidade do ar, ou seja, apontam que esta espécie mostra sintomas e efeitos indicando a presença dos poluentes. Coccaro (2001), verificou através de análise de ativação neutrônica, a possibilidade da determinação de 30 elementos para esta espécie, e correlacionou de maneira positiva a estatística dos resultados obtidos para *Canoparmelia texana*, *Canoparmelia caroliniana*, *Parmotrema sancti-angeli*, *Usnea sp* com *Parmotrema tinctorum*, mostrando a viabilidade de se obter a intercalibração entre as espécies, sugerindo que para análises, umas podem ser utilizadas onde as outras não estejam disponíveis.

TABELA 8 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema tinctorum*.

<b>Município</b>	<b>Localidade</b>
Antonina	1. Estrada Rio Pequeno
	2. Estrada Rio Pequeno (Fazenda Ana Terra)
	3. Rio Cachoeira
Guaraqueçaba	4. Ilha das Peças
	5. Ilha Rasa
	6. Parque Nacional de Superagüi
	7. Reserva Natural de Itaqui (Fazenda Esteves)
	8. Reserva Natural de Salto Morato

FONTE: Organizado pela Autora (2021).

FIGURA 5 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema tinctorum*, DISCRIMINADAS NA TABELA 8.



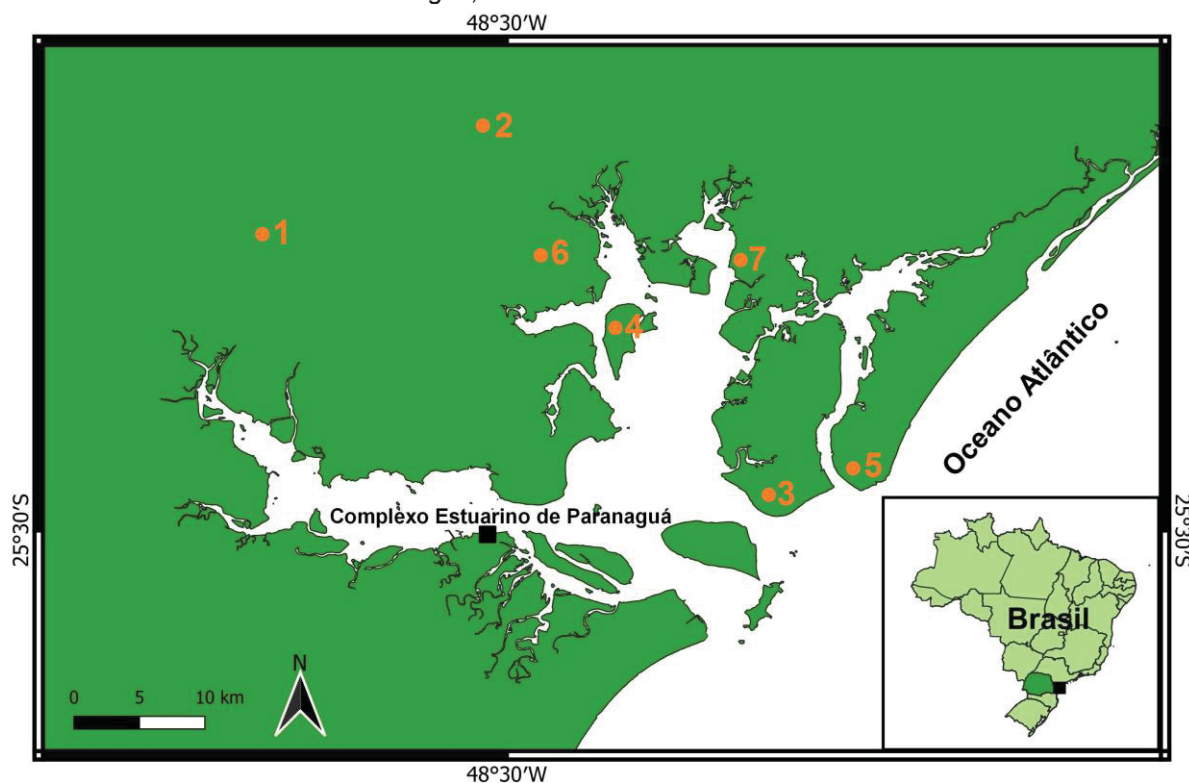
*Parmotrema sancti-angeli*, embora apresente uma ampla complexidade para identificação taxonômica (complexo de espécies) (LEONARDO, 2010), este grupo apresentou 11 coletas em sete pontos diferentes, nos municípios de Antonina e Guaraqueçaba (Tabela 9 e Figura 6). De acordo com Leonardo (2010), esta espécie apresenta excelentes características de acumulação, sendo uma ótima bioindicadora.

TABELA 9 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema sancti-angeli*.

Município	Localidade
Antonina	1. Chácara Donha
	2. Estrada Tagaçaba
Guaraqueçaba	3. Ilha das Peças
	4. Ilha Rasa
	5. Parque Nacional de Superagüi
	6. Reserva Natural de Itaqui
	7. Sede do município, frente à baía

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

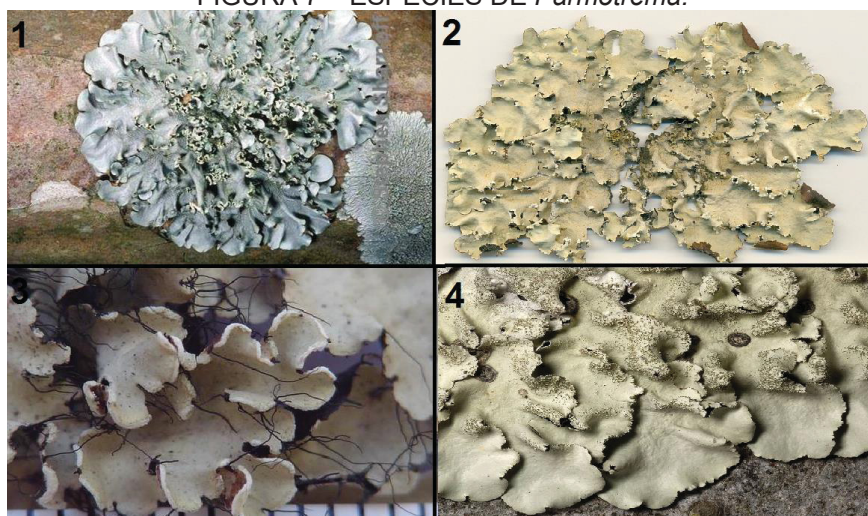
FIGURA 6 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Parmotrema sancti-angeli*, DISCRIMINADAS NA TABELA 9.



FONTE: A Autora (2021).

Na Figura 7 pode-se observar imagens de espécies de *Parmotrema*, onde se nota as semelhanças entre elas, o que para um não especialista a diferenciação em campo pode ser bastante difícil.

FIGURA 7 – ESPÉCIES DE *Parmotrema*.



FONTE: 1- *Parmotrema praesorediosum*, Stephen Sharnoff (2019), 2- *Parmotrema dilatatum*, Cristina Donha (s/d), 3- *Parmotrema sancti-angeli*, Adriano Spielmann (s/d) 4- *Parmotrema tinctorum*, Frank Bungartz (2019).

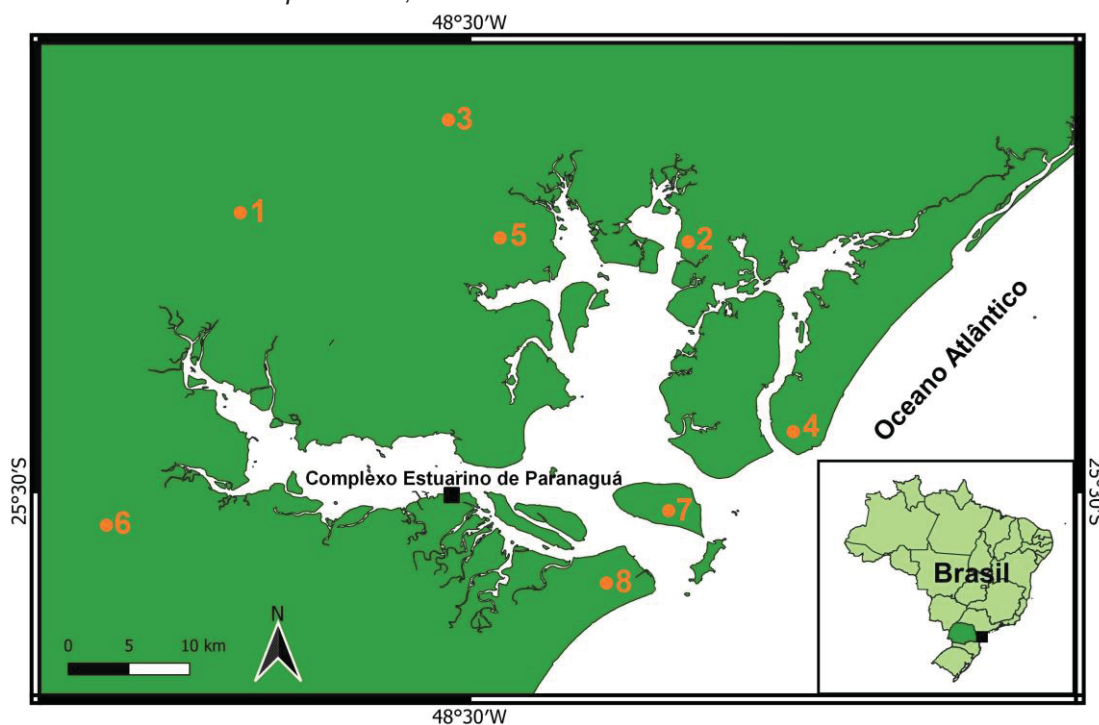
A espécie *Ramalina peruviana* apresentou 11 registros para a região do estudo, em oito pontos diferentes de cinco municípios do litoral, sendo a única espécie de líquen que apresentou registros para todos os cinco municípios presentes na área de estudo (Tabela 10 e Figura 8).

TABELA 10 -DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Ramalina peruviana*.

Município	Localidade
Antonina	1. Chácara Donha
	2. Beira Mar
Guaraqueçaba	3. Estrada Tagaçaba
	4. Parque Nacional de Superagüi
	5. Reserva Natural de Itaqui
Morretes	6. Estação IAPAR
Paranaguá	7. Ilha do Mel
Pontal do Paraná	8. Pontal do Sul

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

FIGURA 8 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DE *Ramalina peruviana*, DISCRIMINADAS NA TABELA 10.



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 9 - Espécime de *Ramalina peruviana*.

FONTE: Adriano Spielmann (*Pictures of Tropical lichens*).

*Teloschistes flavicans* apresentou nove coletas para a área de estudo, sendo em quatro diferentes pontos de quatro municípios. Segundo Alborn (1989), tem distribuição predominantemente em áreas litorâneas, com alta pluviosidade, e é encontrado com frequência em áreas de restinga. Gurgatz et al. (2017) transplantaram *T. flavicans* na região de Paranaguá para posterior análise de degradação de clorofila e verificaram danos morfofisiológicos nos espécimes transplantados, corroborando com Hawksworth et al. (1970), que em seu estudo sobre poluição por dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), caracteriza a espécie como boa bioindicadora, pois esta não apresenta tolerância à maiores concentrações deste poluente.

*Parmotrema flavescens* apresentou sete coletas para a área de estudo, sendo dois pontos diferentes em dois municípios.

*Canoparmelia caroliniana* apresentou duas coletas em dois diferentes pontos, apenas para o município de Antonina. Segundo Koch et al., (2012), a presença de *C. caroliniana* indica que há alguma influência antrópica no local, modificando a estrutura da comunidade, pois esta espécie é indicadora de ambientes eutrofizados.

*Cladia aggregata*, de acordo com Koch et al., (2012), está amplamente distribuída pela América do Sul, África do Sul, Australásia, sudeste da Ásia, Sul do

Japão e Índia, no entanto apresentou apenas uma coleta para a região de morro, em Guaraqueçaba.

*Cladonia verticillaris*, de hábito terrícola, é considerada a mais representativa de sua família, sendo endêmica da costa brasileira, podendo ser encontrada da Paraíba ao Rio Grande do Sul (SILVA, 2009). Os resultados em pesquisas de Silva (2002) mostraram que o líquen é capaz de perceber e demonstrar por alterações em sua morfologia, níveis relativamente pequenos de metais pesados. Esta espécie é comumente utilizada em monitoramento ambiental (SILVA, 2009). Apresentou apenas uma coleta para a região litorânea, no município de Antonina.

*Rimelia simulans* apresentou uma coleta para a região, no município de Guaraqueçaba. Esta espécie é corticícola e lignícola, encontrada em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Montana, em locais bem iluminados e desmatados (Donha, 2005).

As localidades podem ser observadas na Tabela 11, e sua distribuição no mapa, na figura 10. Sua diversidade pode ser notada, principalmente a respeito da coloração de *Teloschistes flavicans* (Figura 11).

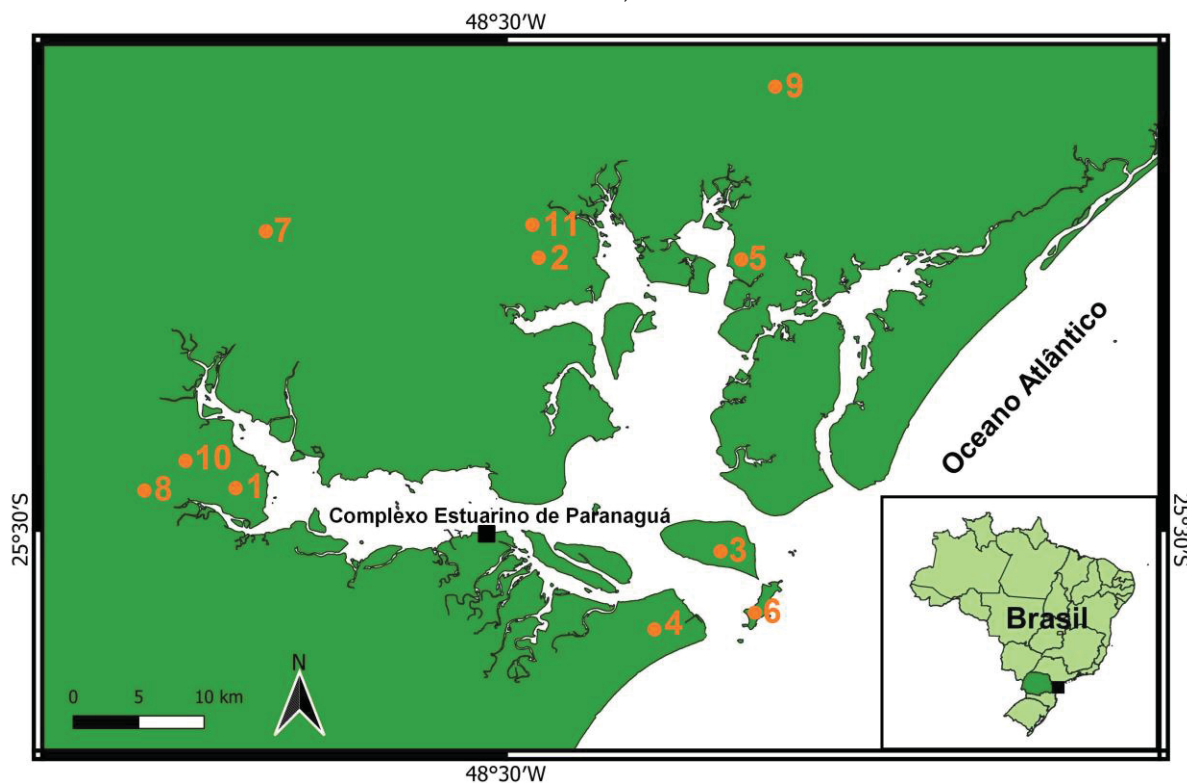
TABELA 11 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES de *Teloschistes flavicans*, *Parmotrema flavescens*, *Canoparmelia caroliniana*, *Cladia aggregata*, *Cladonia verticillaris* e *Rimelia simulans*.

<b>Espécie</b>	<b>Município</b>	<b>Localidade</b>
<i>Teloschistes flavicans</i>		
	Antonina	1. Pinheirinho
	Guaraqueçaba	2. Reserva Natural de Itaqui
	Paranaguá	3. Ilha do Mel
	Pontal do Paraná	4. Pontal do Sul
<i>Parmotrema flavescens</i>		
	Guaraqueçaba	5. Beira mar
	Paranaguá	6. Costão rochoso, Ilha do Mel
<i>Canoparmelia caroliniana</i>		
	Antonina	7. Estrada Rio Pequeno (Fazenda Ana Terra)
		8. Reserva Biológica de Sapitanduva
<i>Cladia aggregata</i>		
	Guaraqueçaba	9. Morro Marquinho, Reserva Natural Salto Morato
<i>Cladonia verticillaris</i>		
	Antonina	10. Rio Conceição
<i>Rimelia simulans</i>		
	Guaraqueçaba	11. Reserva Natural de Itaqui

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

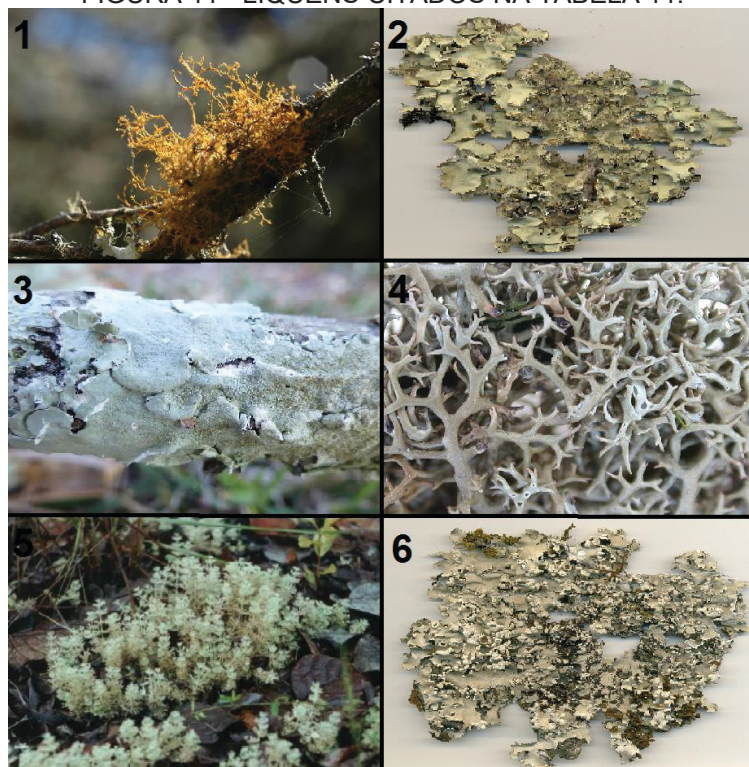


FIGURA 10 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADAS AS ESPÉCIES DE OS EXEMPLARES DE *Teloschistes lavicans*, *Parmotrema flavescens*, *Canoparmelia caroliniana*, *Cladia aggregata*, *Cladonia verticillaris* e *Rimelia simulans*, DISCRIMINADAS NA TABELA 11.



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 11 - LÍQUENS CITADOS NA TABELA 11.



FONTE: *Teloschistes flavicans* (Einar Tindal - *Pictures of Tropical Lichens*), 2- *Parmotrema flavescens* (Cristine Donha - *Pictures of Tropical Lichens*), 3 - *Canoparmelia caroliniana* (Troy McMulin - CNALH), 4 - *Cladia aggregata* (André Aptroot - *Pictures of Tropical Lichens*), 5 - *Cladonia*

*verticillaris* (Rita Alves Silva, 2002), 6 - *Rimelia simulans* Cristina Donha (*Pictures of Tropical Lichens*)

Para a *Usnea* sp. citada no trabalho '*Natural radionuclides in lichens, mosses and ferns in a thermal power plant and in an adjacent coal mine area in southern Brazil*', (GALHARDI et al., 2017) considerou-se apenas a pesquisa acerca do gênero.

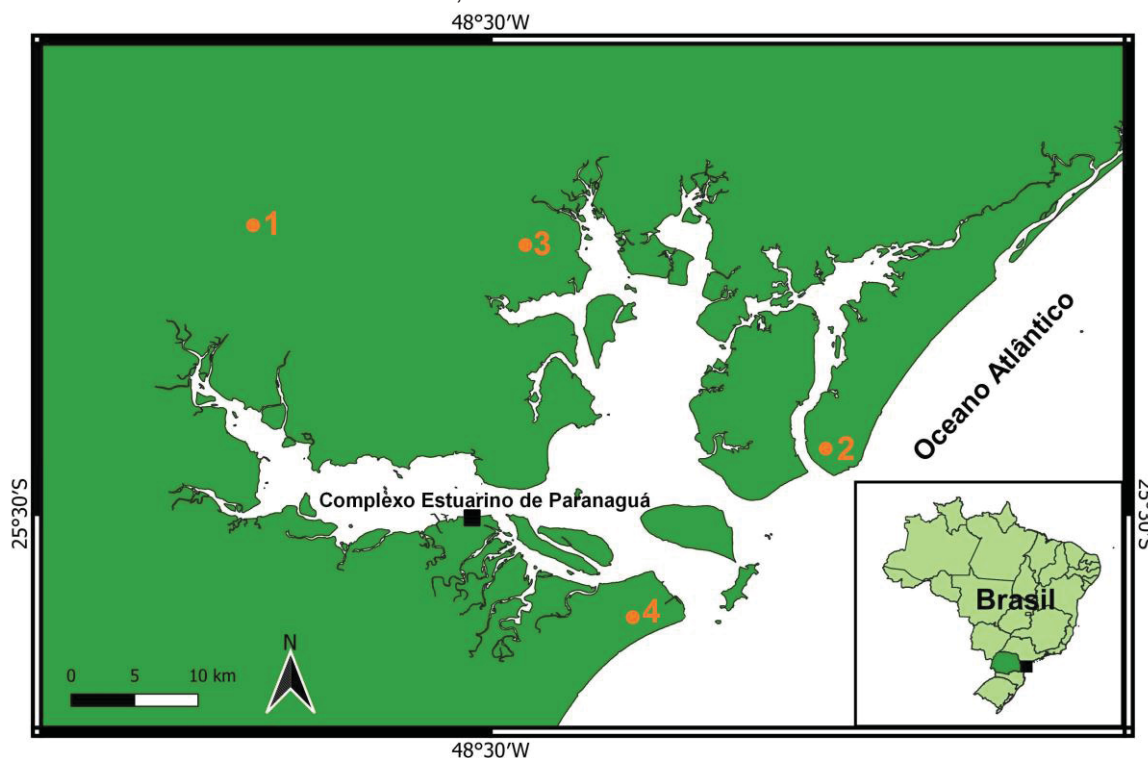
O gênero *Canomaculina* apresentou quatro coletas para três municípios, em quatro diferentes pontos, sendo identificadas duas espécies diferentes (Tabela 12 e Figura 12).

TABELA 12 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO *Canomaculina*.

Município	Localidade
Antonina	1. Chácara Donha
Guaraqueçaba	2. Parque Nacional de Superagüi
	3. Reserva Natural de Itaqui
Pontal do Paraná	4. Pontal do Sul

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

FIGURA 12 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO *Canomaculina*, DISCRIMINADAS NA TABELA 12.



FONTE: A Autora (2021).

Como se pode observar na Figura 13, o gênero *Canomaculina* tem muita semelhança na morfologia de suas espécies, típico da família *Parmeliaceae*.

FIGURA 13 - SEMELHANÇA ENTRE AS ESPÉCIES.



FONTE: 1- *Canomaculina subtinctoria* e 2- *Canomaculina neotropica*. (Cristina Donha - *Pictures of Tropical Lichens*)

O gênero *Parmotrema* apresentou 38 registros para o litoral, em 15 pontos diferentes nas cinco cidades inseridas na área de estudo (Tabela 13). Com 17 espécies diferentes, tendo coletas em coordenadas geográficas diferentes para os pontos Parque Nacional de Superagüi, Reserva Natural de Itaquí e Reserva Natural Salto Morato (Figura 14).

TABELA 13 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO *Parmotrema*.

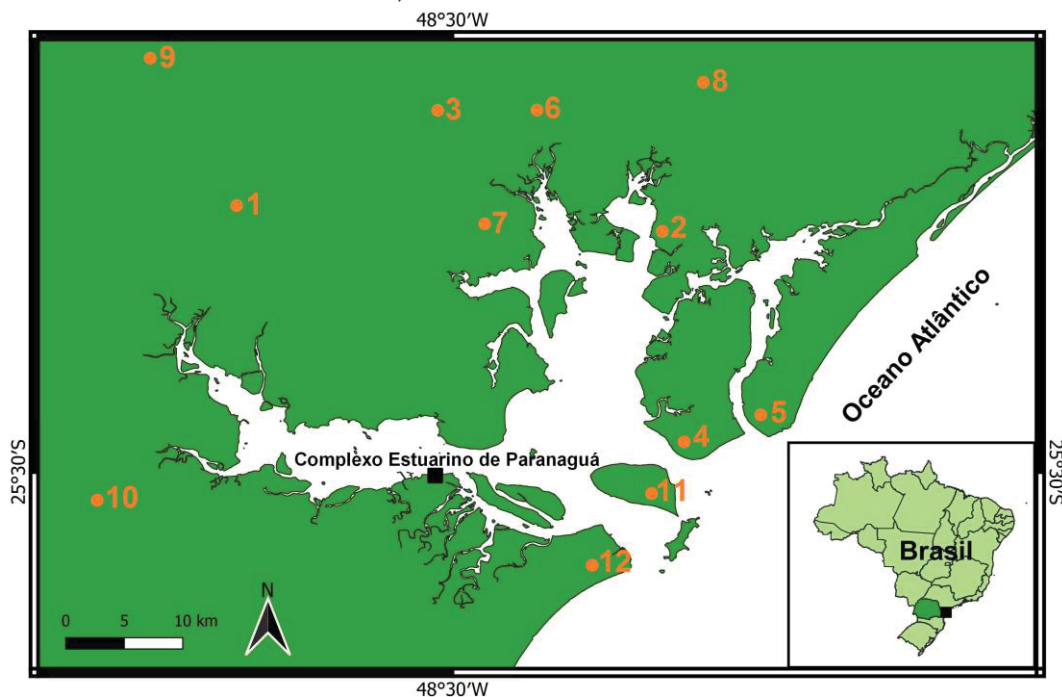
Município	Localidade
Antonina	1. Rio Cachoeira (próximo à Chácara Donha)
Guaraqueçaba	2. Beira Mar
	3. Estrada Tagaçaba
	4. Ilha das Peças
	5. Parque Nacional de Superagüi
	6. PR 405
	7. Reserva Natural de Itaquí
	8. Reserva Natural Salto Morato
Morretes	9. Serra Virgem Maria
	10. Estação IAPAR
Paranaguá	11. Costão rochoso, Ilha do Mel
Pontal do Paraná	12. Campus do CEM/UFPR – Pontal do Sul

FONTE: Organizada pela Autora (2021).

Donha (2005) revisa a ocorrência do gênero *Parmotrema* para o estado do Paraná, e cita a ocorrência de *P. sancti-angelii*, *P. subrugatum*, *P. tinctorum*, *P. consors* entre outras. A mesma autora demonstra a diversidade de espécies do gênero em seu trabalho de pesquisa, relatando 30 espécies de *Parmotrema* para a área do litoral Paraná que coincide com este estudo. Na Figura 15 pode-se

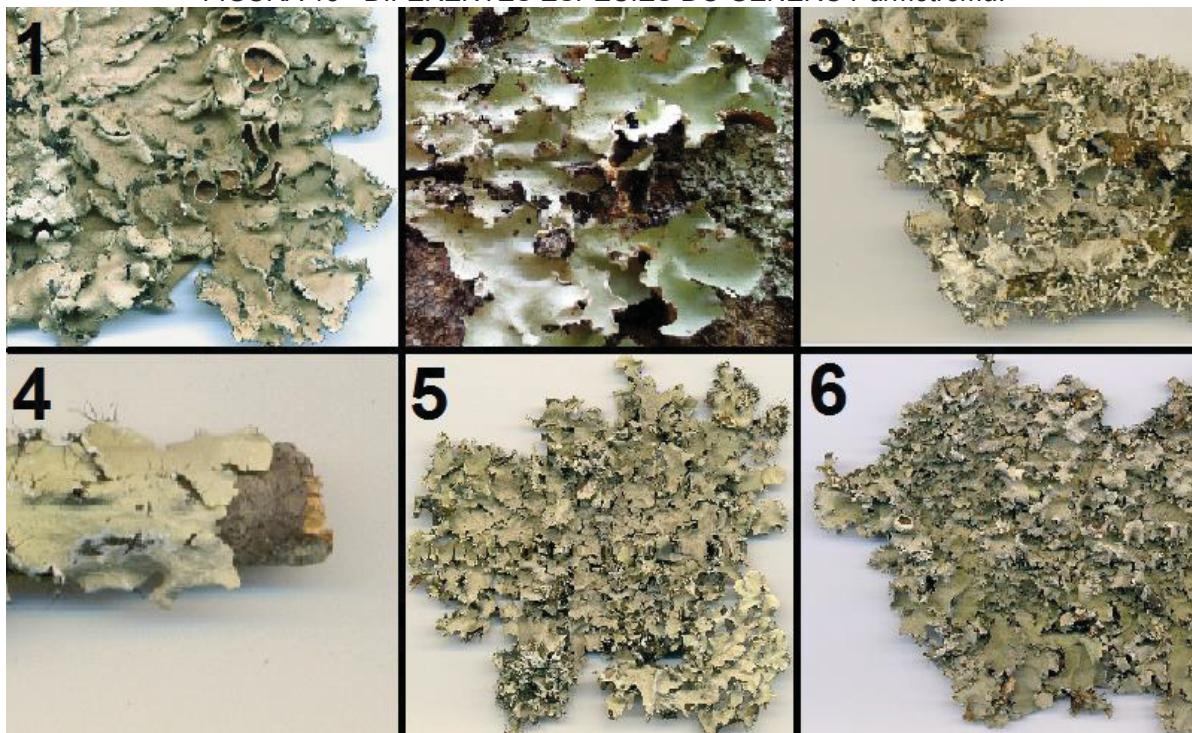
observar as espécies do gênero *Parmotrema* que foram coletadas e presentes no banco de dados.

FIGURA 14 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO *Parmotrema*, DISCRIMINADOS NA TABELA 13.



FONTE: A Autora (2021).

FIGURA 15 - DIFERENTES ESPÉCIES DO GÊNERO *Parmotrema*.



FONTE: 1- *Parmotrema consors*, (Adriano Spielmann - *Pictures of Tropical Lichens*), 2- *P. cristiferum* (Troy McMulin - CNALH), 3- *P. madilynae*, (Cristine Donha - *Pictures of Tropical Lichens*), 4- *P.*

*marraense* (Cristine Donha - *Pictures of Tropical Lichens*), 5- *P. subrugatum* (Cristine Donha - *Pictures of Tropical Lichens*), 6- *P. wainii* (Cristine Donha - *Pictures of Tropical Lichens*).

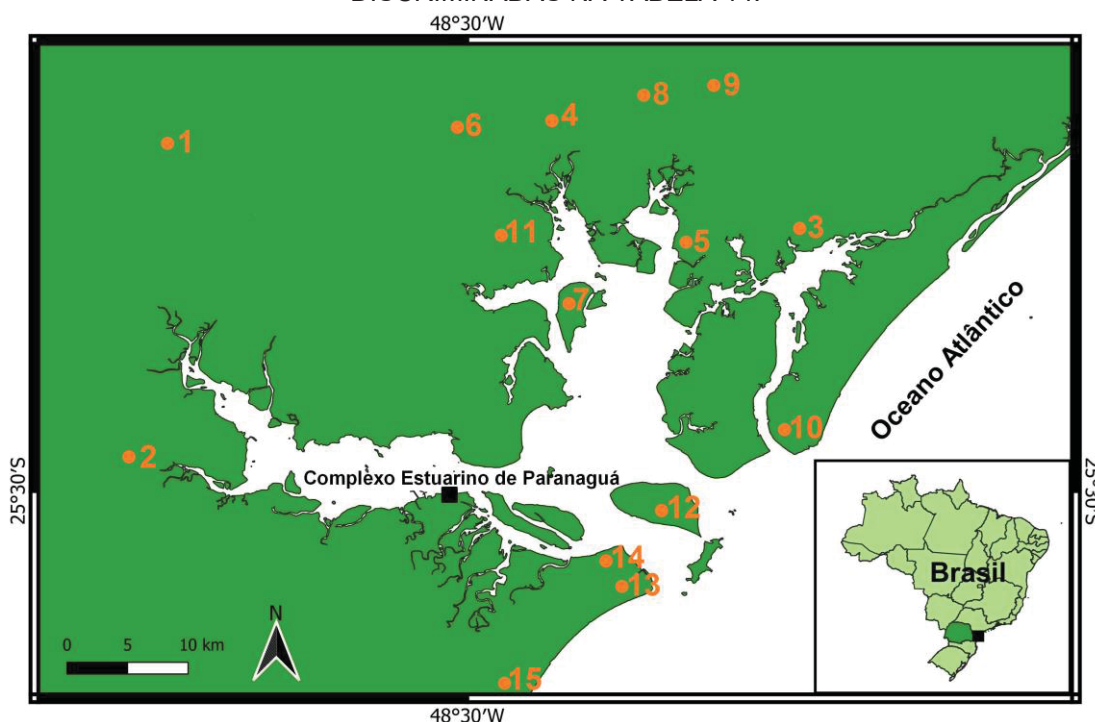
O gênero *Usnea* apresentou 46 registros de coletas para 15 pontos, em quatro municípios (Tabela 14). Com seis espécies diferentes e 30 exemplares sem identificação completa, tendo coletas de coordenadas geográficas distintas para a localidade Ilha do Mel (Figura 16).

TABELA 14 - DIFERENTES LOCALIDADES DENTRO DE CADA MUNICÍPIO EM QUE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO GÊNERO *Usnea*.

Município	Localidade
Antonina	1. Chácara Fritz
	2. Reserva Biológica de Sapitanduva
Guaraqueçaba	3. Baía dos Pinheiros
	4. Beira da estrada – PR 405
	5. Beira mar
	6. Estrada Tagaçaba
	7. Ilha Rasa
	8. Mirante
	9. Morro Marquinho, Reserva Natural Salto Morato
	10. Parque Nacional de Superagüi
	11. Reserva Natural do Itaqui
	12. Fortaleza, Ilha do Mel
Paranaguá	13. Pontal do Sul
Pontal do Paraná	14. Porto Pontal Paraná
	15. Praia de Leste

FONTE: Organizado pela Autora (2021).

FIGURA 16 - LOCALIDADES ONDE FORAM COLETADOS OS EXEMPLARES DO Gênero *Usnea*, DISCRIMINADAS NA TABELA 14.



FONTE: A Autora (2021).

*Canoparmelia crozalsiana*, *Parmotrema crinitum*, *Teloschistes exilis* e *Usnea subcavata* apresentaram coletas para o estado do Paraná fora da área de estudo, assim como o gênero *Rimeliella* sp.

*Heterodermia pseudospeciosa*, *Parmotrema delicatum*, *Parmotrema miranda*, *Pseudoparmelia hypomiltha* e *Pseudoparmelia sphaerospora* não apresentaram registros para o estado, concordando com o trabalho de Martins et al. (2011), o qual não cita estas espécies para área de Mata Atlântica.

Ao todo foram citadas 21 localidades nos cinco municípios da área de estudo, tendo prevalecido as coletas em áreas de conservação ambiental. As localidades que apresentaram maior número de coletas foram Reserva Natural do Itaqui e Parque Nacional do Superagüi, possivelmente porque os pesquisadores buscam áreas preservadas para fazer coleta.

Trabalhos relativos a levantamento, distribuição e identificação de espécies se fazem necessários para esta área. Sendo o maior remanescente de Mata Atlântica, infere-se que haja não só ocorrência de outras espécies, mas possibilidade de novas descrições.

Estudos que caracterizem o potencial que cada grupo, gênero ou espécies têm, ainda são tímidos no Brasil. Os estados onde se concentraram a maior parte das publicações foram São Paulo e Rio Grande do Sul. No Paraná se percebe um crescimento de publicações referentes à estudos de poluição atmosférica, com foco nos trabalhos realizados por Gurgatz et al. (2017) e Sousa et al. (2020).

Observa-se potencialidade bioindicadora principalmente para *Teloschistes flavicans*, pois apresentou no estudo de Gurgatz et al. (2017) danos morfofisiológicos relacionados à atividade portuária. Pode-se desta maneira, ser utilizada em transplantes em áreas onde se sugere que haja poluição, e seguindo a metodologia de análise de clorofila e feofitina, auxiliando no mapeamento de áreas com níveis elevados de contaminantes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das pesquisas bibliográficas realizadas, pode-se concluir que os líquens tem um elevado grau de popularidade como elemento bioindicador de qualidade do ar.

Observou-se que a metodologia de análise mais utilizada pelos pesquisadores, para avaliar a quantidade e os teores dos elementos, foi ativação de nêutrons (INAA), possivelmente por ser uma análise relativamente barata e metodologicamente simples, com resultados altamente satisfatórios, embora metodologias como ICP e Absorção Atômica sejam igualmente interessantes, o que facilitaria processos de análise de elementos em líquens no litoral do Paraná, uma vez que em uma das Universidades (UFPR) presente na região litorânea do estado tenha estes dois tipos de equipamentos.

As metodologias para parâmetros fisiológicos mais utilizadas foram as análises de clorofila a e b, caroteno e feofitina a e b. São estas também módicas em relação às outras, permitindo com que se façam transplantes de espécimes para melhor averiguação da qualidade do ar, identificando ambientes com alta concentração de SO<sub>2</sub> atmosférico, o que leva à morte a célula vegetal, fazendo com que o espécime definhe.

A predominância de *Canoparmelia texana*, e de outras espécies da família *Parmeliaceae* nos trabalhos analisados, pode estar relacionado ao fato desta família ser um dos maiores e mais dispersos grupos de ascomicetes liquenizados foliosos do mundo. De acordo com a literatura consultada, *Canoparmelia texana* é uma espécie com grande potencial para estudos de concentrações de poluentes atmosféricos, tendo como característica ser bioarticuladora. Martins et al. (2018), afirma que nos locais onde esta espécie não esteja disponível, pode-se utilizar com sucesso *Canoparmelia caroliniana*, *Parmotrema sancti-angeli*, *Usnea sp* e *Parmotrema tinctorum*, pois a viabilidade de se obter a intercalibração entre as espécies foi positiva em seu trabalho.

O gênero *Parmotrema* apresentou grande variedade de espécies coletadas nos cinco municípios presentes na área de estudo, o que lhe confere o status de bom candidato para pesquisas, por suas características fisiológicas serem semelhantes e de fácil reconhecimento.

Outra espécie que se destacou nos artigos levantados foi *Ramalina peruviana*, o que pode estar relacionado ao fato de ser cosmopolita, vantagem que confere à espécie grande potencial bioindicador.

Também *Teloschistes flavicans* apresenta potencial para análises, pela facilidade de identificação e por ser mais sensível à poluição, sugerindo que caso seja encontrada, há neste local uma qualidade do ar satisfatória.

Há potencial em utilizar os Líquens como bioindicadores e biomonitores nesta área para análises de presença e qualidade da poluição do ar. Considerando a biodiversidade existente na área de estudo, acredita-se que dentre estes organismos citados com ocorrência para a região, existam outros igualmente potenciais sentinelas de poluição.



## REFERÊNCIAS

ABDALLAH, M.; MANSOUR, N. A.; ALI, M. A.; HASSAN, M. F. Neutron Activation Analysis of cement bulk samples. **Advances in Applied Science Research**. V. 2, n. 4, p. 613-620, 2011. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.imedpub.com%2Farticles%2Fneutron-activation-analysis-of-cement-bulk-samples.pdf&clen=175676&chunk=true>. Acesso em: 28 Ag. 2020.

ABRAHÃO, C. M. S. Porto de Paranaguá: transformações espaciais decorrentes do processo de modernização capitalista e integração territorial entre os anos 1970 e 2010. Brasil, 2011. 295 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

ALBORN, O. Revision of the lichen genus *Teloschistes* in central and southern Africa. **Nordic Journal of Botany**. v. 8, n. 5, p. 521-537, 1989.

ALLEONI, L. R. F.; BORBA R. P.; CAMARGO O. A. Metais Pesados: da cosmogênese aos solos brasileiros. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, Á. P.; CARDOSO, E. J. **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2005. p. 2-42.

ALEXANDRE, J. R.; OLIVEIRA, M. L. F.; SANTOS, T. C.; CANTON, G. C.; CONCEIÇÃO, J. M.; EUTRÓPIO, F. J.; CRUZ, Z. M. A.; DOBBS, L. B.; RAMOS, A. C. Zinco e Ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo. **Natureza on line**. V. 10, n. 1, p. 23-28, 2012. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.naturezaonline.com.br%2Fnatureza%2Fconteudo%2Fpdf%2F05\\_AlexandreJRetal\\_023028.pdf&clen=156131&chunk=true](chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.naturezaonline.com.br%2Fnatureza%2Fconteudo%2Fpdf%2F05_AlexandreJRetal_023028.pdf&clen=156131&chunk=true). Acesso em: 17 Out. 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, n. 6, 711–728 p. 2013. DOI10.1127/0941-2948/2013/0507

AMATUZZI DE PINHO, L. A. A Importância do Porto de Paranaguá no Programa Nacional dos Corredores de Exportação. **Palestra proferida por ocasião da visita ao porto da Escola Superior de Guerra em 14 de agosto de 1980**. Paranaguá: Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, 1980.

ANGULO, R. J. Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. Brasil, 1992. 334 p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-09122015-110705/pt-br.php>. Acesso em 05 Jan. 2021.

ANTONIACONI, G.; VECCHIA, A. D.; SOGABE, P. S.; et al. Prevalência de asma e rinite em estudantes de 13 e 14 anos no município de Paranaguá, Paraná. In: ABRAHÃO, C. M. S.; REIS, R. A.; CHEMIN, M.; TIEPOLO, L. M. **Litoral do Paraná:**

**território e perspectivas.** Volume 2: Cultura, saúde e educação / organizadores: Cinthia Maria de Sena Abrahão et al. Curitiba: Brazil Publishing, 2016. P. 223-240.

AVELLAR, H. A. **História Administrativa e Econômica do Brasil.** Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Cultura – (MEC), 1970.

BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade.** v. 2, n.1, 2012.

BARBOSA E. M; BARATA M. M. L. & HACON S., S. A saúde no licenciamento ambiental: uma proposta metodológica para a avaliação dos impactos da indústria de petróleo e gás. **Ciência & Saúde Coletiva** v. 17, n. 2, p. 299-310, 2012.

BAILEY, D.; SOLOMON, G. Pollution prevention at ports: clearing the air. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 24, n. 7 á 8, p. 749–774, 2004.

BIGARELLA, J. J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology.** v. 1, pp. 75-111, 1946. Disponível em <https://www.scielo.br/j/babt/a/dCHQScdfTNPtx3Hk5Fhrhv/?lang=pt> . Acesso em 01 jul.2020.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J. & WERNER, A. A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional). In: PARANÁ. Secretaria de Estado do Planejamento – Associação de Defesa e Educação Ambiental. Curitiba: Governo do Paraná, 248 p., 1978.

BOUTIN, L. Paranaguá - Desenvolvimento Sócio-Econômico e Cultural. **Separata da Boletim Informativo – IHGEP (Instituto Histórico e Geográfico do Estado do Paraná)**, n. 46. Curitiba, 1989.

BRASIL- **Lei nº 8.723** de 28 de outubro de 1993. Publicado no D.O.U. de 29 de outubro de 1993.

BRASIL- **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Publicada no D.O.U. de 13 de fevereiro de 1998.

BRASIL - **Lei Federal nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Publicada no D.O.U. de 02 de setembro de 1981.

BRASIL- MMA- **Resolução CONAMA nº003**, de 28 de junho de 1990. Publicada no D.O.U. de 22 de agosto de 1990.

BRASIL- MMA- **Resolução CONAMA nº5**, de 15 de junho de 1989. Publicada no D.O.U. de 25 de agosto de 1989.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 007**, de 31 de agosto de 1993. Publicada no D.O.U. em 31 de dezembro de 1993.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº3**, de 28 de junho de 2006. Padrões de Qualidade do Ar. Brasília, 2006.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 491**, de 19 de novembro de 2018. Publicada no D.O.U. de 21 de novembro de 2018.

BRIMBLECOMBE, P. **Air Composition and Chemistry**. Press: Cambridge University, 1996.

BROADLEY, M. R; WHITE, P. J; HAMMOND, J. P; ZELKO, I. & LUX, A. Zinc in plants. **New Phytologist**, v. 173: 677-702, 2007.

CARNEIRO, R.M.A. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. 2004. 144f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-19102004-170613/en.php>. Acesso em: 5 Jul. 2019.

CARSALADE, A. M. **Interações entre mudanças climáticas globais e poluição atmosférica local: Implicações para a expansão do setor elétrico brasileiro**. 2013. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). Instituto Alberto Luiz Coimbra, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), 2013. Disponível em: <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/aleph-UFR01-000799620>. Acesso em: 17 Abr. 2020.

CAVALLO, G, J, A. O Direito humano a um ambiente saudável, à participação e à *ius commune*. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.16, n.36, p.41-65, set/dez. 2019. Acesso em: 24 Jun. 2020. <http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v16i36.1598>.

COCCARO, D. M. B. **Estudo da Determinação de Elementos-Traço em Líquens para Monitoração Ambiental**. 2001. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo, 2001. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001207560>. Acesso em: 24 Jun. 2021.

CONTI, M. E.; CECCHETTI, G. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment – a review. **Environmental Pollution**, v. 114, p. 471–492, 2001.

CORTES, G. M. **Paranaguá, século XXI: um salto para o futuro**. Rio de Janeiro: Arte América, 2010.

CRIA. Data base. Manual de Utilização. Sem data. Disponível em <http://splink.cria.org.br/files/speciesBase/lastversion/Manual.pdf>. Acesso em: 2 Mar. 2021.

CRUZ, D, D. **Ecologia**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2015.

DE BRUIN, M. Applying Biological Monitors and Neutron Activation Analysis in Studies of Heavy Metal Air Pollution. **IAEA Bulletin**, v. 4, p. 22-27, 1990.

FERNANDES, J. L. Contribuição à geografia da Praia de Leste. **Arquivos do Museu Paranaense**. v. 6, p. 3-44, Curitiba, 1947.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

DONHA, C. D. **Os Gêneros Canomaculina, Parmotrema e Rimelia (Ascomycota Liqueenzados, Parmeliaceae) na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba – Paraná – Brasil**. 2005.129p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2005. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/34141>. Acesso em: 23 Ag. 2020.

DOS SANTOS, R. K.; GOMES, N. C.; OLIVEIRA, G. A.; RODRIGUES SILVA, J. J.; DE ALVARENGA, C. A.; BELARDI, R. Líquens utilizados como bioindicadores da qualidade do ar do município minerador de **Itabira Research, Society and Development**, v. 7, n. 12, 2018.

FERREIRA, K. S. O. **Inventário de emissões de poluentes atmosféricos de cinco lavanderias industriais do município de São João Nepomuceno (MG)**. 38f. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Arquitetura e Engenharias, Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019.

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, setembro de 2002 In: MAKI, E.S.; SHITSUKA, R.; BARROQUEIRO, C.H.; SHITSUKA, D.M. Utilização de Bioindicadores em Monitoramento de Poluição. **Biota Amazônia**. Macapá, v.3, n.2, p.169-178, 2013.

FREITAS, W. F. História de Paranaguá, das origens à atualidade. **Boletim Informativo do Instituto Histórico e Geográfico de Paranaguá**. Paranaguá, 1977.

FREITAS, M. C.; NOBRE, A. S. Bioaccumulation of Heavy Metals Using *Parmelia sulcata* and *Parmelia caperata* for Air Pollution Studies. **Journal Radioanalytic Nucl. Chemical**, v. 217, p. 17-20, 1997.

FUGA, A.; SAIKI, M.; VASCONCELLOS, M. B. A.; HONDA, N. K. & SIQUEIRA, O. S. Análise de espécies de líquens epifíticos para uso na biomonitoração de poluentes atmosféricos. **Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento**. v. 4, n. 3, parte 2, 2002. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Frepositorio.ipen.br%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F7429%2F093910001.pdf%3Fsequence%3D1&clen=3424850>. Acesso em 12/12/2020.

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

FUGA, A. **Uso de Líquens Epifíticos no Biomonitoramento da Poluição Atmosférica da Região Metropolitana de São Paulo**. 2006. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Ipen, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-15052012-133838/pt-br.php>. Acesso em 17 Nov. 2020.

GALHARDI, J. A.; GARCÍA-TENORIO, R.; FRANCÉS, I. D.; BONNOTO, D. M.; MARCELLI, M. P. Natural radionuclides in lichens, mosses and ferns in a thermal power plant and in an adjacent coal mine area in southern Brazil. **Journal of Environmental Radioactivity**. v. 167, p. 43-53, 2017.

GARTY, J. Biomonitoring Atmospheric Heavy Metals With Lichens. **Critical Review Plant Science**, v. 20, p. 309- 371, 2001.

GURGATZ, B. M. **Avaliação de material particulado fino, fuligem e poluentes gasosos na região portuária de Paranaguá**. 102 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) - Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos (PR), 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/55756>. Acesso em: 28 Ag. 2020.

GUGARTZ, B. M.; CARVALHO-OLIVEIRA, R.; OLIVEIRA, D. C.; JOUCOSKI, E.; ANTONIACONI, G.; SALDIVA, P. H. N. & REIS, R. A. Atmospheric metal pollutants and environmental injustice: A methodological approach to environmental risk analysis using fuzzy logic and tree bark. **Ecological Indicators**. 71, p. 428–437, 2016.

GURGATZ, B. M.; MOREIRA, C. A.B.; ANTONIACONI, G. & REIS, R. A. *Teloschistes flavicans* (sw.) Norman como indicador de poluição atmosférica em Paranaguá – PR. **RBCIAMB**. n.44, p. 27-39, 2017.

HAWKSWORTH, D. L.; ROSE, F. Qualitative Scale for estimating Sulphur Dioxide Air Pollution in England and Wales using Epiphytic Lichens. **Nature**, v. 227, n. 5.254, p. 145-148, 1970.

IAP. Monitoramento de Qualidade do Ar. Disponível em: [www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1413](http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1413). Acesso em: 26/09/2019.

IAP. Paranaguá ganha Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar. Disponível em: [www.iap.pr.gov.br/2016/06/930//paranagua-ganha-Estacao-de-Monitoramento-da-Qualidade-do-Ar.html](http://www.iap.pr.gov.br/2016/06/930//paranagua-ganha-Estacao-de-Monitoramento-da-Qualidade-do-Ar.html). Acesso em: 02/10/2019.

IPARDES. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba: IparDES, 1990.

KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L. & BARRELA, W. Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações. EDUC: São Paulo, 2001.

KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede européia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). **Revista Brasileira de Botânica**. v. 4, p. 511-518, 2001.

KOCH, N. M.; MALUF, R. W. & MARTINS, S. M. A. Comunidade de líquens foliosos em *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme (ASTERACEAE) em área de Floresta Ombrófila Mista no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, v. 67, n. 1, p. 47- 57. Porto Alegre, 2012.

KUKI, K. N; OLIVA, M. A & COSTA, A.C. The simulated effects of iron dust and acidity during the early stages of establishment of two coastal plant Species. **Water Air Soil Pollution**, v. 196: p. 287–295, 2009.

LEONARDO, L. Utilização de líquens como bioindicadores de contaminação atmosférica por radionuclídeos naturais e metais em região impactada por TENORM. 2010. 136p. Tese. (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de pesquisas energéticas e nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-20062011-151917/pt-br.php>. Acesso em: 13 Fev. 2020.

LEONARDO, L.; MAZZILLI, B. P.; DAMATTO, S. R.; SAIKI, M.; OLIVEIRA, S. M. B. Assessment of atmospheric pollution in the vicinity of a tin and lead industry using lichen species *Canoparmelia texana*. **Journal of Environmental Radioactivity**. v. 102, p. 906-912, 2011.

LESSA, G. C.; ANGULO, R. J.; GIANNINI, P. C. & ARAUJO, A. D. Stratigraphy and holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. **Marine Geology**, n. 165, p. 87- 108, 2000.

LI, X.; CHEN, B.; FENG, G. & CHRISTIE, P. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of Zn phytotoxicity and mineral nutrition of host plants. In 17th WCSS, Thailand. 2002.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: UFPR, 1968.

MACHADO, I, L, O. Proteção ao meio ambiente e às gerações futuras: desdobramentos e reflexões bioéticas. **Saúde em debate**. Rio de Janeiro, v. 44, n. 124, p. 263-274, Jan./Mar. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/qwqC4w64RTNh7PJDQHggdNF/?lang=pt>. Acesso em: 22 Set. 2020.  
<https://doi.org/10.1590/0103-1104202012419>.

MAKI, E. S.; SHITSUKA, R.; BARROQUEIRO, C. H. & SHITSUKA, D. M. Utilização de Bioindicadores em Monitoramento de Poluição. **Biota Amazônia**. v.3, n2, p. 169-178. Macapá, 2013.

MARCELLI, M. P., CANÊZ, L. S., BENATTI, M. N., SPIELMANN, A. A., JUNGBLUTH, P. & ELIX J. A. Taxonomical novelties in Parmeliaceae. **Bibliotheca Lichenologica**: 106, p. 211-224, 2011.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. & AZEVEDO, A. E. G., Mapa geológico costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina, n°. 28, seção Geologia Básica, n°. 18. Brasília: DNPM, 1988.

MARTIN, L. & SUGUIO, K., Excursion route along the coastal plains of states of Paraná and Santa Catarina In: International Symposium of sea level changes and quaternary shorelines. Special Publication, INQUA. n. 1, p.39-124, São Paulo, 1986.

MARTINS, S. M. A.; KAFFER, M. I.; ALVES, C. R.; PEREIRA, V. C. Fungos liquenizados da Mata Atlântica, no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**. v. 25, n. 2, p. 286-292. 2011.

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

MARTINS, L. C.; LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A.; GONÇALVES, F. L.T.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**. V. 36, n. 1, p. 88-94, 2002.

MENDONÇA, F. Aspectos da problemática ambiental urbana da cidade de Curitiba/PR e o mito da "capital ecológica". **GEOUSP - Espaço e tempo**. v.1, p.179 – 188. São Paulo, 2002.

MORGENSTERN, A. **Porto de Paranaguá - Período 1648-1935**. Volume I. Paranaguá: Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, 1986.

MOREIRA, C. A. B. **Avaliação da Qualidade do Ar no Município de Paranaguá Utilizando Indicadores Biológicos**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Gestão Ambiental) Setor Litoral – Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2011.

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

NIEBOER, E.; AHMED, H. M.; PUCKETT, K. J.; RICHARDSON, D. H. S. The heavy metal content of lichens in relation to distance from a nickel smelter in Sudbury. **Ontario Lichenologist**, v. 5, p. 292-304, 1972.

OLIVEIRA, I. P, OLIVEIRA, L. C. Metais pesados. **Revista Eletrônica Faculdade de Iporá** v.1, p. 59-86, 2011.

PADIS, P. C. **Formação de uma economia Periférica: O Caso do Paraná**. São Paulo: HUCITEC, 1981.

PEDROSO, Andrea N.V. **Poluentes Atmosféricos & Plantas Bioindicadoras. Instituto de Botânica – IBt**. Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Curso de Capacitação de Monitores e Educadores. S. Paulo, 2007.

PEREIRA, I. M. C. **Monitoramento da emissão de poluentes por motores movidos a biodiesel através do uso de líquen**. 2014. 66p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), UFPE, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11024> . Acesso em: 28 Ago. 2019.

PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo: Manole, 2004.

PILEGAARD, K.; Airborne metals and SO<sub>2</sub> monitored by epiphytic lichens in na industrial area. **Environmental Pollution**, v. 17, p. 81-91, 1976.

PORTO, R. K.; KÄFFER, M. I.; SCHMITT, J. L. Morphophysiological variation and metal concentration in the thallus of Parmotrema tinctorum (Despr. ex Nyl.) Hale between urban and forest areas in the subtropical region of Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 25, n. 2, 2018.

RAPOSO JUNIOR, J. L.; RÉ-POPPI, N. & HONDA, N. K. Avaliação da concentração de alguns íons metálicos em diferentes espécies de líquens do cerrado Sul-mato-grossense. **Química Nova**. v. 30, n. 3, p. 582-587, 2007.

REIS, R. A.; GURGATZ, B. M.; SOUSA, F. F. C. S.; LAUTERT, L. F. C. & SILVA, L. E. Poluição atmosférica, saúde e cidades portuárias - perspectivas para Paranaguá. In: I Simpósio Brasileiro De Desenvolvimento Territorial Sustentável Anais. Matinhos, 2015. Disponível em [https://eventos.ufpr.br/SPPP/II\\_SPPP/paper/view/1345/523](https://eventos.ufpr.br/SPPP/II_SPPP/paper/view/1345/523). Acesso em 12/09/2021.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

ROCHA, R.R. **Avaliação da Poluição Atmosférica de Elementos Químicos pela Análise de Líquen epifítico no Campus da Cidade Universitária de São Paulo**. 2015. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Tecnologia Nuclear – Aplicações) – IPEN, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-02122015-085541/pt-br.php>. Acesso em: 2 Ag. 2020.

ROSA, T. K.L. **Caracterização da dinâmica climática do município de Paranaguá – Pr**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2019.



RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. & HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Ambiente**, n. 24. p. 75-92, 2002.

RODERJAN, C. V. & KUNIYOSHI, Y. S. Macrozoneamento Florístico da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba: APA - GUARAQUEÇABA. **FUPEF**, Série Técnica, n. 15, Curitiba, 1988.

RODRIGUES, M. S.; RAYA-RODRIGUES, M. T. M. Análise de risco ecológico com o uso do bioindicador *L. multiflorum*. **Journal Brazilian Soc. Ecotoxicological**, v.7, p. 9-13, 2012.

ROSEIRO, M. N.V. & TAKAYANAGUI, A.M.M. Controle da qualidade do Ar no Brasil e no estado de São Paulo: Aspectos legais. **Revista FAFIBE**. v. 01, São Paulo, 2005.

SAMPAIO, M. J. A.; ANDRADE, M. C.; DUTRA, A. J. B. & PENNA, M. T. M. **Mangânês** (in): Rochas e minerais industriais, CETEM, 2<sup>o</sup>ed., p. 633-648, 2008.

SANTOS, B. G. Árvores de estuário apresentam assimetria foliar em resposta a estresse por salinidade? Prática da Pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica. Curso em Pós Graduação em Ecologia da USP. São Paulo, 2011.

SANTOS JUNIOR, D; TARELHO, L. V. G.; KRUG, F. J.; MILOR, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; VIEIRA JUNIOR, N. D. Espectrometria de emissão óptica com plasma induzido por laser (LIBS) – Fundamentos, aplicações e perspectivas. **Revista Analytica**. n. 24, 2006.

SLOOF, J. E.; WOLTERBEEK, H. T. Lichens as biomonitors for radiocesium following the Chernobyl accident. **Journal Environmental Radioact.**, v.16, p. 229-242, 1992.

SILVA, A. K. O; PEREIRA, I. M. C.; SILVA, N. H.; MOTA-FILHO, F. O.; PEREIRA, E. C. G. Líquens utilizados como biomonitores da qualidade do ar no parque da Jaqueira – Recife – Pernambuco. **Geo UERJ**. v. 1, n. 25, p. 239-256. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, A. R. ***Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. como agente tripanocida sobre *Trypanossoma cruzi***. 2009. 59p. Dissertação. (Mestrado em Biologia Vegetal) – Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/665>. Acesso em: 23 Ago. 2021.

SILVA, R. A. ***Cladonia verticillaris* (líquen) como biomonitor padrão da qualidade do ar no Distrito de Jaboatão – PE**. 2002. 148 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002. Disponível em: <https://1library.org/document/q013rglz-cladonia-verticillaris-liquen-biomonitor-padrao-qualidade-distrito-jaboatao.html>. Acesso em: 27 Jul. 2019.

SOUSA, F. F. C.; TAGLIATELA, E. V.; GURGATZ, B. M.; Huergo, L. F.; REIS, R. A. Análise de NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> e PTS na Atmosfera de Paranaguá – PR. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. v.9, n.1, p. 212-229, 2020.

STECA, L. C. & FLORES, M. D. **História do Paraná – Do século XVI à década de 1950**. Londrina: UEL, 2002.

STELLFELD, C. Contribuições para o estudo da flora marítima do Paraná. **Arquivos do Museu Paranaense**, v. 4, p. 237-247, Curitiba, 1945.

TAGLIATELA, E. V. S. **Distribuição temporal de NO<sub>2</sub> E NH<sub>3</sub> no aerossol atmosférico em Paranaguá-PR**. 2017. 143 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos (PR), 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/51719>. Acesso em: 12 Ag. 2020.

TACKETT, S. L. Lead in the environmental: effects of human exposure. **American Laboratory, Shelton**, v. 19, p. 32-41, 1987.

VANHONI, F. & MENDONÇA, F. O Clima do Litoral do Estado do Paraná, **Revista Brasileira de Climatologia**, p. 1-15, 2008.

VASCONCELOS, F. E. **Paranaguá Século XXI: Um salto para o futuro**. Ed. 01. 206 p., 2012.

VAZ, R. P. Levantamento preliminar de líquens epifíticos comumente utilizados como bioindicadores da qualidade do ar na estação ecológica da UFMG, Brasil: gêneros *Parmotrema* e *Canoparmelia*. 2012. 62p. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

VECCHIA, A. D. **Estudo da correlação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias em Paranaguá – PR**. 2019.105 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos (PR), 2019. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/65505>. Acesso em: 15 Set. 2020.

VILARINHO, S. R. **A Origem de Paranaguá, Coisas Nossas**. v. 5, Paranaguá, 1971.

WACHOWICZ, R. C. **História do Paraná**. Curitiba: Gráfica Vicentina, 1995.

WESTPHALEN, C. M. O Porto de Paranaguá no ano de 1826. **Boletim Informativo da Universidade Federal do Paraná – Departamento de História**. Curitiba, 1962.

ZANOBETTI, A.; SCHWARTZ, J.; SAMOLI, E. The temporal pattern of mortality responses to air pollution: a multicity assessment of mortality displacement. **Epidemiology**, v. 13, p.87-93, 2002.

Sites:

Google Scholar. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>.

Science Direct. Disponível em:  
<https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/sciencedirect>.

Species link. Disponível em: <https://specieslink.net/>.

Springer Link. Disponível em: <https://link.springer.com/>.