

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CHAPECÓ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**DANIELA LOUREIRO ROMANOSKI**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR POR MEIO DA  
UTILIZAÇÃO DE LIQUENS**

**ERECHIM-RS  
2022**

**DANIELA LOUREIRO ROMANOSKI**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE  
LIQUENS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Germano dos Santos Murara

Coorientador: Prof. Dr. Emerson Luis Gumboski

**ERECHIM-RS  
2022**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Romanoski, Daniela Loureiro  
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR POR MEIO DA UTILIZAÇÃO  
DE LIQUENS / Daniela Loureiro Romanoski. -- 2022.  
97 f.:il.

Orientador: Doutor em Geografia Pedro Germano dos  
Santos Murara

Co-orientador: Doutor em Botânica Emerson Luiz  
Gumboski

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da  
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Geografia,  
Chapecó, SC; Erechim, RS, 2022.

I. Biogeografia, Liquenologia, Bioindicadores,  
Qualidade do Ar. I. Murara, Pedro Germano dos Santos,  
orient. II. Gumboski, Emerson Luiz, co-orient. III.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - CHAPECÓ

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 19/2022 - PPGGEO - CH (10.41.13.10.06)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Chapecó-SC, 05 de outubro de 2022.

Ata de Defesa de Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Geografia

Aos três dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte e dois, às nove horas, de modo remoto, reuniu-se a banca examinadora para defesa da dissertação apresentada por Daniela Loureiro Romanoski, intitulada: "Avaliação da qualidade do ar por meio da utilização de líquens", composta pelos professores: Prof. Dr. Pedro Murara - Presidente (orientador/UFFS), Profª. Drª. Marília Hartmann - Membro titular (avaliador interno/UFFS) e Prof. Dr. Iwelton Madson Celestino Pereira (Membro titular externo/UPE). O presidente da banca examinadora deu por aberta a sessão e, logo a seguir, passou a palavra à mestranda para que, em até trinta minutos, expusesse seu trabalho. Terminada a exposição, passou-se à arguição da Banca Examinadora.

Os membros examinadores decidiram por ( x ) aprovar ( ) reprovar o trabalho.

Observações: Acatar as sugestões apresentadas pela banca.

Nestes termos, esta ata segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora e pela mestranda.

*(Assinado digitalmente em 05/10/2022 14:42)*

MARILIA TERESINHA HARTMANN  
PROFESSOR DO MAGISTERO SUPERIOR  
ACAD - ER (10,44,05)  
Matrícula: 00059507

*(Não Assinado)*

PEDRO GERMANO DOS SANTOS MURARA  
FUNÇÃO INDEFINIDA  
ACAD - ER (10,44,05)  
Matrícula: 00059108

*(Assinado digitalmente em 05/10/2022 11:07)*

EMERSON LUIZ GUMBOSKI  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 000.000.659-00

*(Assinado digitalmente em 05/10/2022 16:25)*

DANIELA LOUREIRO ROMANOSKI  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 000.000.259-00

*(Assinado digitalmente em 05/10/2022 11:29)*

IWELTON MADSON CELESTINO PEREIRA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 000.000.424-00

Processo Associado: 23205.028753/2022-01

Visualize o documento original em <https://sipac.uffrs.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 19, ano: 2022, tipo: ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO, data de emissão: 05/10/2022 e o código de verificação: 0ae3ec35e1

Dedico este trabalho a minha madrinha Hilda (*in memoriam*),  
sua partida repentina nos deixou um vazio,  
mas meu coração sempre estará cheio do seu amor.

## AGRADECIMENTOS

Este período chega ao fim, um sonho que um dia foi distante se realiza e se faz necessário agradecer a todos que me apoiaram, me ajudaram e viveram comigo esses dois anos muito intensos. A todos o meu abraço, carinho, amor e gratidão eternos.

Agradeço a Deus em primeiro lugar pela vida, pela saúde, as oportunidades, por realizar meus grandes sonhos e me fazer sua filha. Tu és soberano.

Agradeço ao meu esposo por me enxergar como eu sou e me amar mesmo assim, por sempre me incentivar, pela companhia nos trabalhos de campo e coletas, pelos mais de 2600 km percorridos em todas as viagens, por planejar e viver tudo comigo. Você sempre me acolheu, nos momentos de desânimo e dificuldade, dizendo que ia passar e passou, me fez rir, muitas vezes de mim mesma e também esteve presente em todas as alegrias e pequenas conquistas. Obrigada por ser quem é e por esses quase 16 anos de vida juntos. Você é meu melhor amigo, obrigada por tanto, te amo!

A minha mãe por todo apoio, companhia em tudo e em qualquer lugar e incentivo em todas as áreas da minha vida. Obrigada por ser nossa fonte de alegria, por inspirar a todos a sua volta, você é o nosso maior presente, te amamos muito!

Aos meus irmãos por tudo em toda vida, apesar de sermos tão diferentes somos muito iguais, agradeço a Deus por vocês e a mãe e por tudo que já vivemos e superamos juntos, amo vocês!

Ao meu orientador Dr. Pedro Murara, sempre disposto, alegre, de bem com a vida, motivado e cheio de ideias, sempre correndo atrás de novos projetos e oportunidades para si e seus alunos, buscando sua melhor versão a cada dia. Agradecer é pouco pelo tanto feito nestes dois anos, foram muitas mensagens, reuniões, planos e ações. Obrigada pelo seu tempo, pela gentileza em todos os momentos, pela prestatividade e amizade que criamos ao longo de todo esse tempo. Você me inspira, me orgulho por ter trabalhado contigo nesse tempo e te desejo tudo de melhor sempre!

Ao meu coorientador Dr. Emerson Gumboski, agradeço sua paciência infinita, ensinar um tema tão complicado, a distância ou em curtos encontros presenciais, mesmo tento dificuldades e não sendo da área você sempre me tratou com respeito e gentileza. Obrigada por ter disponibilizado seu tempo, seu conhecimento, por amar o que faz e

mostrar isso na sua maneira de ensinar, sua leveza e alegria são contagiantes, sou grata por ter vivenciado esse período contigo e com o seu auxílio.

A professora Gisele Lima, uma pessoa que olha a todos com ternura, enxergando o melhor das pessoas. Que se importa, apoia e muitas vezes defende seus alunos. Obrigada por nunca me deixar de lado, por sempre acreditar em mim (mais que eu muitas vezes), por falar a verdade com gentileza e por fazer ciência com maestria, sou sua fã. Para mim sempre será mais que uma profe, é uma amiga que levarei pra toda vida.

Aos amigos de toda a vida pelo incentivo, por vibrarem comigo a cada etapa vencida, por entenderem minha ausência muitas vezes e por confiarem no meu propósito e se alegrarem nas minhas alegrias.

Aos colegas do mestrado, Ana, Bruna, Yuri, Vinicius e Nadialine, mesmo não nos encontrando pessoalmente uma única vez nestes dois anos viraram amigos. Obrigada por me ajudarem tanto, pelo acolhimento, pelas conversas, trabalhos e discussões que marcaram tanto esse período de aulas. Pelos momentos de choro e lamento coletivos, mostrando que todo mundo sofre, mas também em algum momento todo mundo vence. Sou grata pela amizade de cada um e por ter vocês na minha vida, me orgulho por cada trajetória, admiro a cada um por seus temas de pesquisa e por desenvolvê-los com dedicação e coragem. Espero encontrá-los em breve!

Aos professores de todas as disciplinas do mestrado, a cada aula me tornei diferente e mais forte, aprendendo muito mais que Geografia, aprendi a olhar o outro com cuidado e zelo, e respeitar a cada área de conhecimento, a vocês meu agradecimento genuíno.

O grupo de estudos Gebiogeno, por me incluírem em todas as atividades, pela oportunidade de assistir aulas de tantos pesquisadores maravilhosos e inspiradores.

Ao técnico de laboratório Jonas Goldoni, pelo auxílio a prática de laboratório. Prestativo, atencioso e educado sempre, obrigada pela sua ajuda, sem dúvida foi indispensável para os resultados deste trabalho.

A Fabiana Bertoncini, gestora da Flona Caçador, obrigada por nos permitir trabalhar na unidade de conservação, por confiar na seriedade deste trabalho, sua colaboração foi primordial para a realização desta pesquisa.

A fapesc pela concessão da bolsa de estudos que permitiu custear as viagens e despesas decorrentes a este trabalho.

*“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu”.*

*(Eclesiastes 3. 1)*



## **RESUMO**

Com intuito de contribuir com a discussão acerca da análise e monitoramento da qualidade do ar, o trabalho buscou compreender a relação dos líquens enquanto bioindicadores da qualidade ambiental. A partir da seleção de uma Unidade de Conservação no estado de Santa Catarina, efetuamos a identificação das espécies de líquens encontradas em uma localidade de clima subtropical, analisamos a ausência e presença das espécies e discutimos a relação com o ambiente em questão com o objetivo de verificar se as espécies encontradas possibilitam compreender e indicar a qualidade do ar. Uma vez efetuada a classificação dos líquens utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental, foi aplicada análise de pigmento fotossintetizante que possibilitou identificar níveis de clorofila e feofitina nos bioindicadores. Os resultados apontaram para uma situação de boa qualidade do ar na área de estudo e a pesquisa contribui com informações relativas aos parâmetros de análise de degradação ambiental. Ademais, acrescenta-se uma importante contribuição com a área de Biogeografia com foco na liquenologia, trazendo as espécies coletadas, identificadas e registrando a existência na área de estudo e na região de pesquisa como bioindicadoras da qualidade ambiental.

**Palavras chave:** Biogeografia, Biomonitoramento, líquens.

## **ABSTRACT**

In order to contribute to the discussion about the analysis and monitoring of air quality, the work sought to understand the relationship between lichens as bioindicators of environmental quality. From the selection of a Conservation Unit in the state of Santa Catarina, we identified the species of lichens found in a subtropical climate, analyzed the absence and presence of the species and discussed the relationship with the environment in question with the objective of to verify if the species found make it possible to understand and indicate the quality of the air. Once the classification of the lichens used as bioindicators of environmental quality was performed, analysis of photosynthetic pigment was applied, which made it possible to identify levels of chlorophyll and pheophytin in the bioindicators. The results pointed to a situation of good air quality in the study area and the research contributes with information related to the parameters of analysis of environmental degradation. In addition, an important contribution is added to the area of Biogeography with a focus on lichenology, bringing the species collected, identified and recording the existence in the study area and in the research region as bioindicators of environmental quality.

Keywords: Biogeography, Biomonitoring, lichens

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	12
2. Caracterização da Área de Estudo.....	16
2.1. Contextualização da Região .....	16
2.2. O Município de Caçador .....	17
2.3. Distrito de Taquara Verde .....	18
2.4. Floresta Nacional de Caçador .....	22
3. Biogeografia.....	29
3.1. A BIOGEOGRAFIA ENQUANTO CIÊNCIA INVESTIGATIVA .....	29
3.2. BIOMA MATA ATLÂNTICA .....	32
3.3. FITOGEOGRAFIA .....	34
3.4. FLORESTA DE ARAUCÁRIA.....	38
3.5. BIOINDICADORES .....	42
3.6. BIOMONITORAMENTO ATIVO E BIOMONITORAMENTO PASSIVO .....	44
4. LIQUENS.....	45
4.1. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS .....	45
4.2. LIQUENS BIOINDICADORES.....	50
5. Materiais e Métodos.....	53
6. Resultados e discussão .....	62
7. Considerações Finais.....	85
8. Referências.....	86
ANEXO I .....	96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Município de Caçador no estado de Santa Catarina, apresentando a localização da Área de estudo Floresta Nacional Caçador.....	17
Figura 2. Mapa de Localização da área de estudo, Unidade de Conservação Floresta Nacional de Caçador, cidade de Caçador, Santa Catarina. ....	18
Figura 3. Comunidade do distrito de Taquara Verde, localizada no Município de Caçador, Santa Catarina e ao fundo vista de parte da Floresta Nacional de Caçador. ....	20
Figura 4. Vista da direita da comunidade do distrito de Taquara Verde, localizada no Município de Caçador, Santa Catarina, e ao fundo parte da Floresta Nacional de Caçador.....	21
Figura 5. Mapa das Principais Unidades de Conservação de Santa Catarina. ....	28
Figura 6. Mapa de Biomas do Brasil.....	32
Figura 7. Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina.....	37
Figura 8. Estrato superior com <i>Araucaria angustifolia</i> característico da Floresta Ombrófila Mista, Floresta Nacional de Caçador, Santa Catarina. ....	39
Figura 9. Distribuição da FOM na Região Sul do Brasil .....	40
Figura 10. Feto arborescente: <i>Dicksonia sellowiana</i> , planta característica do sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista. Floresta Nacional de Caçador, Santa Catarina.....	41
Figura 11 - Simbiose entre fungo e alga .....	45
Figura 12. Exemplos de tipos de talos Líquênicos registrados neste estudo.....	49
Figura 13. Organograma demonstrativo de sequência de chave de gênero utilizada para identificação de líquens.....	55
Figura 14. Pontos de coletas de Amostras de <i>Parmotrema tinctorium</i> , <i>Ramalina celastri</i> e <i>Usnea</i> sp. para análise de pigmento fotossintetizante. ....	56
Figura 15. Etapas de preparação de infusão de material botânico para análise de Pigmento fotossintetizante.....	59
Figura 16. Sequência de etapas de trabalho em laboratório realizados após o processo de infusão e preparação para leitura de amostras no aparelho espectrofotômetro.....	60
Figura 17 - Líquens coletados do tipo de Talo Crostoso Parte 1.....	67
Figura 18 - Líquens coletados do tipo de Talo Crostoso Parte 2.....	67
Figura 19 – Amostras do Líquen <i>Herpothallon rubrocintum</i> , mesmo tipo de talo em cores distintas devido a concentração maior de pigmentos no segundo exemplar. ....	68
Figura 20. Líquens crostosos em tronco de árvoreFonte: o autor. ....	69
Figura 21 - Líquens coletados do tipo de Talo Dimórfico .....	70
Figura 22. Líquen coletado do tipo de Talo Esquamuloso, <i>Eschatogonia prolifera</i> .....	72
Figura 23. Líquen coletado do tipo de Talo Filamentoso: <i>Coenogonium byssohallinum</i> Amostra coletada, amostra visualizada em microscópio respectivamente .....	73
Figura 24. Líquens coletados do tipo de Talo Fruticoso. ....	74
Figura 25 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 1.....	76
Figura 26 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 2.....	77
Figura 27 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 3.....	78
Figura 28 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 4.....	79
Figura 29 - Líquen <i>Leptogiun megapoticum</i> no momento da coleta e após o processo de secagem respectivamente. ....	79
Figura 30 - Exemplos de talos de líquens encontrados em maior frequência em consideração a maior circunferência da árvore.....	80
Figura 31. Teores de Clorofila e feofitina A e B. Gênero <i>Ramalina celastri</i> .....	81
Figura 32. Teores de Clorofila e Feofitina A e B. Gênero <i>Parmotrema tinctorium</i> . ....	82
Figura 33. Níveis de Clorofila e Feofitina A e B. Gênero <i>Usnea</i> sp. ....	83

## 1. INTRODUÇÃO

No início do século XX, o mundo conhece os impasses relacionados a falta de água potável e de alimentos, mas julgava-se que o ar, necessário para respiração dos seres humanos e de outros seres vivos, nunca deixaria de estar disponível de forma adequada à manutenção da vida. Contudo, a qualidade do ar tornou-se uma das maiores preocupações da humanidade (RUSSO, 2010).

A poluição do ar é atualmente um dos problemas ambientais mais importantes para saúde coletiva, principalmente em áreas urbanas. As adversas implicações na saúde humana se mostram críticas particularmente em centros populacionais, bem como em pontos críticos de emissões, como as originadas do tráfego de automóveis (SCHNEIDEMESSER, 2019).

As doenças causadas pela poluição do ar foram responsáveis por cerca de 9 milhões de mortes prematuras em 2015 – 16% de todas as mortes em todo o mundo – três vezes mais mortes do que por AIDS, tuberculose e malária juntos e 15 vezes mais do que por todas as guerras e outras formas de violência (LANDRIGAN *et al.*, 2018).

As transformações causadas nos efeitos térmicos e na qualidade do ar através da poluição, ficaram mais intensas principalmente após a segunda metade do século XX, enquanto resultado da revolução industrial, associada a frequência e aumento de eventos extremos de temperatura, além da excessiva emissão de poluentes na atmosfera (IPCC, 2021). Esses efeitos, acompanhados das desigualdades sociais e ambientais no espaço urbano, podem afetar a saúde e a qualidade de vida da população. Isso porque o processo de urbanização também favoreceu o surgimento e agravamento de diversas doenças (MORAES *et al.*, 2019).

Os grupos mais suscetíveis aos efeitos insalubres da poluição atmosférica são crianças, idosos e indivíduos com histórico de doenças respiratórias (DR) e cardiovasculares (OLIVEIRA *et al.*, 2011; NOGUEIRA *et al.*, 2011; PONTES *et al.*, 2016). Doenças respiratórias em crianças, em especial as infecções respiratórias agudas, asma e bronquite, são relacionadas a altos níveis de poluição do ar e, são causas comuns de morbimortalidade. No entanto, em idosos que as doenças respiratórias ainda são o principal motivo de internação (NOGUEIRA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2013).

As crianças correm alto risco de doenças relacionadas à poluição (PONTES *et al.*, 2016) e mesmo exposições a doses extremamente baixas a poluentes durante as janelas de vulnerabilidade no útero e na primeira infância podem resultar em doenças,

incapacidades e morte na infância e ao longo da vida (PONTES *et al.*, 2016; LANDRIGAN *et al.*, 2018).

Se tratando da prevalência da tríade atópica (eczema, rinite e asma) esta é maior em crianças e adolescentes, cujos sintomas se iniciam antes dos seis anos de idade, sendo mais evidentes entre famílias carentes que vivem em área urbana, o que pode elevar os custos e implicações socioeconômicas (NICOLUSSI *et al.*, 2014).

No Brasil, um país com cerca da metade da população vivendo em condições precárias, com déficit de estrutura de saneamento básico, a poluição do ar constitui como mais um importante agravo a saúde humana. Aliado a exclusão social decorrente do atual sistema de desenvolvimento econômico, prevê-se que num futuro próximo as doenças respiratórias passarão a contribuir para o aumento de riscos e efeitos à saúde humana (LARA; BATISTA, 2020).

A poluição põe em perigo a saúde do planeta, destrói os ecossistemas e está intimamente ligada à mudança climática global (IPCC, 2021). A queima de combustível fóssil em países de alta e média renda, associado a queima de biomassa em países de baixa renda é responsável por 85% da poluição por partículas no ar e por quase toda a poluição por óxidos de enxofre e nitrogênio (LANDRIGAN *et al.*, 2018).

Vários efeitos adversos à saúde foram atribuídos à poluição do ar, embora a gravidade da resposta dependa muito do tipo de poluição, do nível de exposição e da suscetibilidade individual (COLLS, 2002).

O CONAMA classifica que o padrão de qualidade do ar é um dos instrumentos de gestão, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica (MMA, 2018).

A Resolução CONAMA nº3, de 28 de junho de 1990, define poluente atmosférico como sendo qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, ou que possam tornar o ar:

- I - Impróprio, nocivo ou ofensivo a saúde;
- II - Inconveniente ao bem-estar público;
- III - Danoso aos materiais, à fauna e flora;

IV - Prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades da comunidade; (MMA, 2018).

Além dos níveis de poluentes e seu já comprovado impacto na saúde, deve-se considerar outros fatores, como socioeconômicos, demográficos e de geolocalização para compreender a vulnerabilidade das diferentes populações quanto ao impacto da poluição (LARA e BATISTA, 2020).

A expansão urbana é uma ameaça constante a biodiversidade, o ser humano se apropria dos recursos naturais ao mesmo tempo em que se desenvolve e torna os remanescentes florestais cada dia mais vulneráveis, dificultando o processo de regeneração natural quando se trata de fauna e flora, mas também prejudicando em relação a qualidade ambiental local.

Com a diminuição de áreas de florestas e aumento de áreas urbanas, de agricultura e de pecuária, facilmente cria-se um desequilíbrio e infinitas alterações na dinâmica dos ecossistemas, como por exemplo, a diminuição de espécies de plantas nativas que dependem de condições específicas de desenvolvimento, diferente de espécies que se adaptam com mais facilidade e acabam se sobressaindo, são espécies oportunistas, que acabam adquirindo resistência ou tolerância aos efeitos da poluição.

A fragmentação das florestas é outro problema a ser destacado, a divisão dos hectares em fragmentos, dificulta a circulação dos animais dispersores, modifica a dinâmica de composição estrutural do ambiente e também diminui a capacidade de regeneração natural da floresta, isso acontece pela mudança de prioridade de uso para tal ambiente, seja abertura de estrada ou rede de transmissão, por exemplo.

No Brasil, a pecuária extensiva necessita de amplas áreas de pastagem e compete diretamente com a presença florestal. No ano de 2021, somente a Amazônia teve uma área de 10 mil quilômetros quadrados de mata nativa derrubadas, o equivalente a metade do estado de Sergipe (IMAZON, 2022).

As áreas agrícolas se caracterizam pela substituição de áreas verdes e florestadas em detrimento do plantio de outras espécies. Porém, o modelo de extensas áreas de produção de grãos, característico no Brasil, com foco na alta produtividade conta com o uso intensivo de produtos agrotóxicos têm nos últimos anos se intensificando, elevando ao patamar de líder no uso de agrotóxicos mundial (PIGNATI, 2018).

Como o uso dos agrotóxicos vem se intensificando no Brasil, principalmente devido ao modelo de desenvolvimento adotado no país, por sua subordinação econômica ao mercado de *commodities* agrícolas, enfrenta-se um grave problema de saúde pública

pela ampla exposição da população, em especial dos trabalhadores a estes defensivos. Outras espécies animais e vegetais também sofrem danos pela contaminação do ambiente. Como resultado, tem-se o comprometimento da vida, que ameaça as gerações atuais e futuras (FIOCRUZ, 2018).

A ligação entre a qualidade ambiental local e as atividades econômicas de uma região necessitam de um olhar especial sobre as relações de causas e efeitos a respeito da poluição ambiental e seus danos. Entender a realidade local facilita na aplicação de ações de biomonitoramento ambiental, não somente evitando desequilíbrios em ecossistemas grandes e pequenos ou perda de espécies, mas demonstram os processos pelos quais as espécies estão passando durante o seu desenvolvimento.

É importante ressaltar, que os ambientes, mesmo que isolados, fazem parte de um contexto ambiental geral, e que suas características individuais e posteriormente conjuntas, nos ajudam a interpretar situações de causa e efeito, principalmente durante os processos de degradação ambiental.

A Geografia enquanto ciência analisa nas mais diversas escalas, a influência das atividades humanas em um determinado lugar, sejam elas degradadoras ou não. Trata a poluição atmosférica como um problema crescente e como uma importante agravante na qualidade ambiental. Diante do aumento populacional, associado a expansão territorial de uma localidade, automaticamente produtos, serviços, transporte e espaços de construção e moradia são necessários, causando uma perda de área natural e um ganho de frações do espaço para ser habitado e construído.

Neste contexto e com intuito de contribuir pelo olhar da Biogeografia que o trabalho buscou caracterizar os líquens enquanto bioindicadores da qualidade do ar. Por meio da realização do levantamento da flora liquenizada da área de estudo, identificando as espécies encontradas, relacionando ausência, presença e fisiologia com as condições ambientais existentes.

Buscou-se observar as ações do entorno da área de estudo com o ambiente em questão e relacionar com a qualidade ambiental local e ainda, procurou-se entender as características biológicas da floresta ombrófila mista e como as condições ambientais desta formação florestal facilitam no desenvolvimento dos líquens e na permanência de algumas espécies em específico.



## **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA REGIÃO**

O processo de urbanização crescente no estado de Santa Catarina vem se intensificando desde a metade do século XX. As paisagens que foram outrora predominantemente naturais e/ou rural, e se modificaram ao longo das últimas décadas, principalmente pela intensa atividade comercial relacionada as agroindústrias locais, com destaque para a região interiorana (oeste do estado), que ao longo dos anos se constituem como uma das principais atividades econômicas de Santa Catarina.

O processo de ocupação do espaço geográfico em Santa Catarina condicionou intensa pressão sobre os recursos naturais restando, atualmente, fragmentos reduzidos e isolados de biomas e ecossistemas associados (VITALI; UHLIG, 2010).

O estado de Santa Catarina apresenta suas atividades agropecuárias assentadas predominantemente na agricultura familiar diversificada. Mais de 90% dos imóveis rurais do Estado caracterizam-se por propriedades de até 50 hectares, com mão de obra familiar e produção de, no mínimo, três atividades agropecuárias (PROCHNOW, 2008).

O sistema agroindustrial se consolida como um segmento moderno da produção de carnes, estimulado por inúmeros fatores que outrora foram imprescindíveis para sua consolidação, principalmente, a partir dos anos 1970, quando se iniciaram as exportações brasileiras de carne tornando o Brasil um dos maiores exportadores mundiais do produto no século XXI (HENTZ, 2014).

A atividade agroindustrial é movimentada não somente pela produção de alimentos em pequena e grande escala através dos produtores rurais de várias propriedades agrícolas espalhadas pela região, mas também por todas as outras atividades secundárias indispensáveis que envolvem esse processo produtivo e comercial.

## 2.2. O MUNICÍPIO DE CAÇADOR

O município de Caçador fica localizado na porção centro-norte do estado de Santa Catarina (Figura 1). Tem uma área de 984.285 km (IBGE, 2016), população estimada de 79.313 (IBGE, 2019). Sua latitude é 26°46 '31 e longitude 51°00'54, com uma altitude média de 920 metros e faz divisa com os municípios de Calmon, Lebon Régis, Rio das Antas, Arroio Trinta, Macieira e Água doce (PMC, 2021).

Figura 1. Localização do Município de Caçador no estado de Santa Catarina, apresentando a localização da Área de estudo Floresta Nacional Caçador.



Fonte: o autor

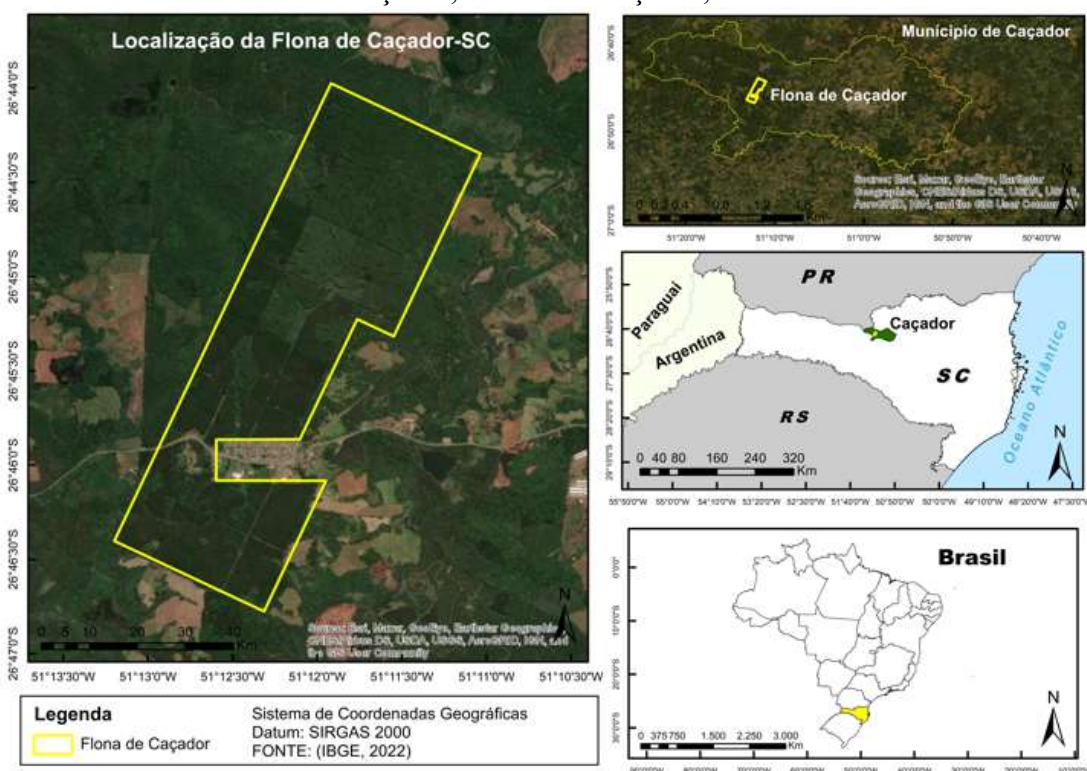
O nome de Caçador, segundo a tradição, se deve a Francisco Corrêa de Melo que assim chamou o lugar devido à grande quantidade de caça que havia na região. Tiveram os colonizadores de lutar contra as feras e os índios botocudos, que ocupavam toda a zona, chegando mesmo a atacar as turmas de construção da Estrada de Ferro São Paulo-Rio Grande, cujos trilhos alcançaram Caçador em 1910 (IBGE, 1959).

A área de estudo se trata de uma unidade de conservação, com a gestão atribuída a Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), denominada Floresta Nacional de Caçador (FLONA de Caçador) localizada no distrito de Taquara Verde que pertence ao município de Caçador.

### 2.3. DISTRITO DE TAQUARA VERDE

O distrito de Taquara Verde é uma comunidade semirrural, localizada a cerca de 26km do centro da cidade de Caçador, localizado no entorno da Floresta Nacional de Caçador (Figura 2). De acordo com dados do IBGE, o distrito foi desmembrado do município de Porto União – SC, no ano de 1935. É possível observar no mapa abaixo o distrito de Taquara Verde em relação a UC e a posição em que está localizado.

Figura 2. Mapa de Localização da área de estudo, Unidade de Conservação Floresta Nacional de Caçador, cidade de Caçador, Santa Catarina.



Fonte: Nadialine Zabot, 2022.

O distrito criado através do Projeto de Lei nº 58, de 13 de junho de 1923, de iniciativa da Câmara Municipal de Porto União, com a seguinte denominação; 6º Distrito de Paz de Taquara Verde (Câmara Municipal de Caçador, 2019).

Segundo um informante local o Distrito de Taquara Verde é mais antigo que o município de Caçador, pertencendo anteriormente a outras comarcas. As principais atividades da comunidade são empregos nas indústrias madeireiras, nas empreitadas de corte de pinus e de roçada, e de meeiros ou diaristas nas lavouras nas épocas das culturas de primavera e verão (alho, cebola e tomate) (SILVA, 2006).

O assentamento urbano Taquara Verde tem se beneficiado da FLONA através da coleta controlada, em sistema de cooperação, de pinhão no seu interior, gerando um aumento significativo de renda. Beneficia-se ainda da coleta de galhadas caídas no interior da FLONA para uso doméstico. Em função destas atividades é fácil estabelecer uma relação de parceria com a comunidade, já que a mesma compartilha com o Ibama o interesse pela preservação da área (IBAMA, 2005).

A coleta de pinhão feita na Flona pelos moradores do distrito de Taquara Verde, município de Caçador, dá-se de duas formas: pela coleta no solo, quando os pinhões caem naturalmente com a maturação das pinhas ou pela subida na árvore e derrubada destas prematuramente, sendo a subida feita, muitas vezes, com o auxílio de esporas e, às vezes, sem equipamento nenhum. A derrubada das pinhas, geralmente, é feita com a utilização de uma vara de bambu (SILVA; REIS, 2009). A venda do pinhão ainda auxilia como uma renda extra para famílias que trabalham nas lavouras da região. Podemos observar nas figuras 3 e 4 que a comunidade de Taquara Verde se estabeleceu aos arredores da unidade de conservação e se mantém apesar dos anos com um tamanho relativamente pequeno.

Figura 3. Comunidade do distrito de Taquara Verde, localizada no Município de Caçador, Santa Catarina e ao fundo vista de parte da Floresta Nacional de Caçador.



Fonte: o autor, abril de 2022

Figura 4. Vista da direita da comunidade do distrito de Taquara Verde, localizada no Município de Caçador, Santa Catarina, e ao fundo parte da Floresta Nacional de Caçador.



Fonte: o autor, abril de 2022

A comunidade possui cerca de 250 famílias, sendo que a maioria não é natural do local, vindas dos outros estados do sul e de outras localidades de Santa Catarina, apresentando muitos moradores flutuantes, aparecem para prestar algum tipo de serviço, moram em casas coletivas, ficam por um tempo e depois se mudam, segundo relatos de moradores locais muitos acabam ficando no local. Devido à proximidade da comunidade com a área da FLONA, se torna comum a entrada de pessoas para coleta de lenha, plantas medicinais e ornamentais e principalmente pinhão (SILVA, 2006).

## 2.4. FLORESTA NACIONAL DE CAÇADOR

A FLONA de Caçador foi criada pela Portaria Nº 560 de 25/10/1968 (os citados Parques Florestais do extinto Instituto Nacional do Pinho, no estado de Santa Catarina, passam a denominar-se Floresta Nacional de Caçador, Floresta Nacional de Chapeco e Floresta Nacional de Três Barras) com uma área de 710 ha. Com a maior quantidade de áreas reflorestadas, o grande potencial é a exploração madeireira, juntamente com a produção de mudas, piscicultura, produção de mel, coleta de sementes, ecoturismo, pesquisa e educação ambiental, recomposição das áreas desflorestadas (IBAMA, 2002).

Possui o relevo de tipo plano, ondulado a suave ondulado, recortado por rios que formam vales em forma de 'V'. Localizada na Unidade de Mapeamento Vacaria, a qual apresenta solos de formação basáltica. Os solos predominantes são os cambissolos, havendo áreas com formação de horizonte B latossólico e, ainda, presença de solos hidromórficos, especialmente nos banhados. O horizonte A varia de fraco a moderado. Quimicamente, são solos de elevada acidez, baixa saturação de bases e elevados teores de alumínio trocável e de matéria orgânica (Relatório Parametrizado - Unidade de Conservação, 2007).

Encontra-se próxima às vertentes setentrionais da bacia do rio Uruguai, formando a bacia do Rio do Peixe. No interior da FLONA, ocorrem vários riachos de pequena magnitude, os quais eventualmente formam, ao longo de seus cursos, banhados. Além disso, estes riachos abastecem os açudes internos da Flona e são, em sua maioria, afluentes do Rio XV de Novembro, o qual corta o distrito de Taquara Verde e deságua no Rio do Peixe. As temperaturas máximas ficam em torno de 29°C e as mínimas em torno de 0°C, com média estabelecida em 16°C (Relatório Parametrizado - Unidade de Conservação, 2007).

A Floresta Nacional de Caçador é uma Unidade de Conservação (UC) que tem Gestão atribuída ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade - ICMBIO. As unidades de conservação se constituem de áreas de floresta, de diferentes tamanhos, protegidas por lei que buscam a preservação ambiental de determinados locais e possibilitam sobrevivência e reestabelecimento da biodiversidade ambiental.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) é o órgão executivo federal cuja atribuição é proteger o patrimônio natural e promover o desenvolvimento socioambiental nas áreas protegidas (unidades de conservação) brasileiras. São 76,1 milhões de hectares distribuídos nos diferentes biomas brasileiros –

Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa, Pantanal e Marinho-Costeiro. Estão sob sua responsabilidade o gerenciamento de 320 unidades de conservação, abrigando uma grande diversidade de espécies da flora e fauna e dando suporte para milhares de comunidades de extrativistas (ICMBIO, 2014).

A economia local é baseada, principalmente, em atividades madeireiras e agrícolas. A Unidade tem em seu entorno direto, na maior parte de seu perímetro, plantios de Pinus e Araucária, e em menores proporções plantios de tomate e milho, sendo que nenhuma destas atividades utiliza a ferramenta fogo em suas atividades, com exceção dos terrenos destinados à pastagem (IBAMA, 2005).

A FLONA de Caçador está classificada como unidade de conservação de uso sustentável, onde permite que algumas famílias, pertencentes a populações tradicionais que já habitavam o local antes da criação ou regulamentação da unidade tenham suas casas dentro do território protegido e que alguns moradores utilizem os recursos naturais para subsistência, como a coleta de pinhão para comercialização de pequena escala.

É importante ressaltar que todas as atividades realizadas pelos moradores locais, envolvendo extrativismo ou manejo, devem estar de acordo com as normas estabelecidas pelos órgãos competentes pela gestão do local. Além de alguns moradores, a área conta com uma área de sede, contendo uma portaria, um escritório, cozinha, banheiros, galpão, oficina, área de alojamento com camas e infraestrutura para receber pessoas e garagem para os veículos oficiais.

A UC possui uma característica de floresta mais aberta, com a vegetação menos densa, com árvores mais afastadas entre si, com vegetação predominantemente nativa, grande quantidade de serrapilheira e regeneração natural em estágio médio em algumas partes. Existe uma grande parte que está em processo de corte de araucária e pinus para extração de madeira e posterior comercialização. A UC não apresenta plano de manejo, além de ter uma baixa produtividade de trabalhos e pesquisas científicas na área.

As UCs visam assegurar e proteger os recursos ambientais e contribuem para a manutenção dos ambientes naturais, garantindo que as áreas de floresta completem o seu ciclo de regeneração natural, animais possam se reproduzir e desenvolver e proteger os recursos hídricos. Mesmo sendo ambientes fragmentados, colaboram para o meio ambiente como um todo.

Proporciona a produção natural de ervas, alimentos, testes para processo produtivo orgânico, manutenção a qualidades do ar e equilíbrio do clima, além de em muitos casos ser portadora de beleza cênica, cultural e lazer. Muitas vezes se tornam



refúgios de vida silvestre em meio as grandes cidades, através da formação de corredores ecológicos e um ponto de equilíbrio da qualidade ambiental mediante a poluição das áreas urbanas e industriais.

Conflitos sobre o uso da terra é o que mais se encontra nas tomadas de decisão quanto à ouvida da população na criação de uma unidade de conservação. A partir do momento em que a criação de áreas protegidas influencia o ordenamento territorial, gera processos conflituosos. Esse ordenamento, porém, é essencial na busca de desenvolvimento social com justiça e conservação ambiental. (NOGUEIRA *et al.*, 2018)

Não somente para auxiliar na conservação e preservação destas áreas, as UCs, evitam que pessoas façam uso desenfreado dos recursos naturais, sem o manejo adequado ou sem autorização dos órgãos competentes, não sendo permitido o uso de recursos para fins comerciais em grande escala.

Aproximadamente 20% do território do Brasil está sob diferentes categorias de proteção em relação a Unidades de conservação. Considerado um país megabiodiverso, o Brasil supera as 200 mil espécies registradas. Estimativas indicam que esse número pode chegar a mais de 1,8 milhões de espécies, levando-se em conta o universo ainda desconhecido nos biomas brasileiros. São mais de 220 etnias indígenas e diversas comunidades tradicionais, como quilombolas, caiçaras, extrativistas e ribeirinhos (ICMBIO, 2014).

A Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. O SNUC define unidade de conservação (UC), como o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção (BRASIL, 2000).

Um dos maiores desafios para manter e gerir esses territórios são tão grandes quanto a sua dimensão territorial e sua diversidade cultural, social e ambiental. Apropriação ilegal de terras públicas, desmatamento ilegal, garimpo, extração ilegal de madeira, biopirataria, são somente alguns dos problemas enfrentados pelos gestores destas áreas. As unidades de conservação estão organizadas em dois grandes grupos:

1. Unidades de Proteção Integral - com a finalidade de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, tendo regras e normas restritivas. Segundo o quadro 1. Pertencem a esse grupo as seguintes categorias:

Quadro 1. Unidades de Conservação de Proteção integral

<b>Unidades de conservação de Proteção Integral</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Objetivo</b>
ESEC - Estação Ecológica	Preservação ambiental e pesquisa científica;
REBIO - Reserva Biológica	Preservação biológica integral, sem interferência humana direta ou modificações ambientais;
PARNA - Parque Nacional	Preservação ambiental, pesquisa científica, turismo ecológico e educação ambiental voltada para interpretação da importância da grande relevância ecológica e beleza cênica;
REVIS - Refúgio de Vida Silvestre	Proteção a ambientes naturais, assegurando condições de reprodução de espécies locais e migratórias de fauna e flora;
MONA - Monumento Natural	Preservação de sítios naturais raros, singulares e de importante beleza cênica.

Fonte: o autor, adaptado de (NOGUEIRA *et al.*, 2018).

As unidades de proteção integral visam uma proteção total da natureza, especificamente do local onde estão estabelecidas. Essas unidades abrigam espaços de beleza cênica única, grande relevância ecológica local e em alguns casos possuem espécies raras, ameaçadas de extinção e endêmicas, todos esses motivos são de grande valor para a biodiversidade como um todo.

Podem ser locais de grande interesse para a pesquisa científica, principalmente pelo fato de estarem mais bem preservadas e com o ambiente o mais natural possível, não são permitidas vistas para lazer, apenas para cunho educacional, a entrada na área necessita de autorização prévia.

São áreas de domínio público e não é permitida venda nem ocupação de qualquer tamanho de área para terceiros. As UCs de uso sustentável também buscam um alto nível de preservação, mas são áreas mais flexíveis quanto a visitação e uso sustentável dos recursos naturais, permitindo algumas interações mesmo que pequenas na área.

2. Unidades de Uso Sustentável - concilia a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. Esse grupo é constituído pelas categorias:

Quadro 2. Unidades de Conservação de Uso Sustentável

<b>Unidades de conservação de Uso Sustentável</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Objetivo</b>
APA - Área de Proteção Ambiental	Área geralmente extensa, com pouca ocupação humana, busca disciplinar o processo de ocupação, assegurar a sustentabilidade e garantir a diversidade biológica;
ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico	Área geralmente pequena, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com exemplares biológicos regionais raros, extraordinários. Busca manter os ecossistemas conservados;
FLONA - Floresta Nacional	Área com cobertura florestal predominantemente nativa, objetiva o uso sustentável dos recursos naturais e pesquisa científica;
RESEX - Reserva Extrativista	Área habitada por populações tradicionais com subsistência baseada no extrativismo, agricultura de subsistência e criação de animais de pequeno porte. Busca proteger os recursos naturais e assegurar o uso sustentável da área;
REFAU - Reserva de Fauna	Área natural, com populações de fauna nativas, residentes ou migratórias, que possam ser estudadas mediante ao manejo adequado dos recursos do local;
RDS - Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Abriga populações tradicionais, baseadas em sistemas sustentáveis de exploração de recursos naturais, com saberes passados através de gerações e adaptados a condição ambiental atual, buscando a proteção e manutenção da diversidade biológica.
RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural	Propriedade privada, guardada através dos anos, tendo objetivo de conservar a diversidade biológica.

Fonte: o autor, adaptado de (NOGUEIRA *et al.*, 2018).

O estado de Santa Catarina conta com 16 UCs, principais, que tem a gestão atribuída aos órgãos federais. Algumas delas fazem divisa com os estados do Rio Grande do Sul e Paraná. No quadro abaixo podemos observar sua classificação e municípios aos quais pertencem:

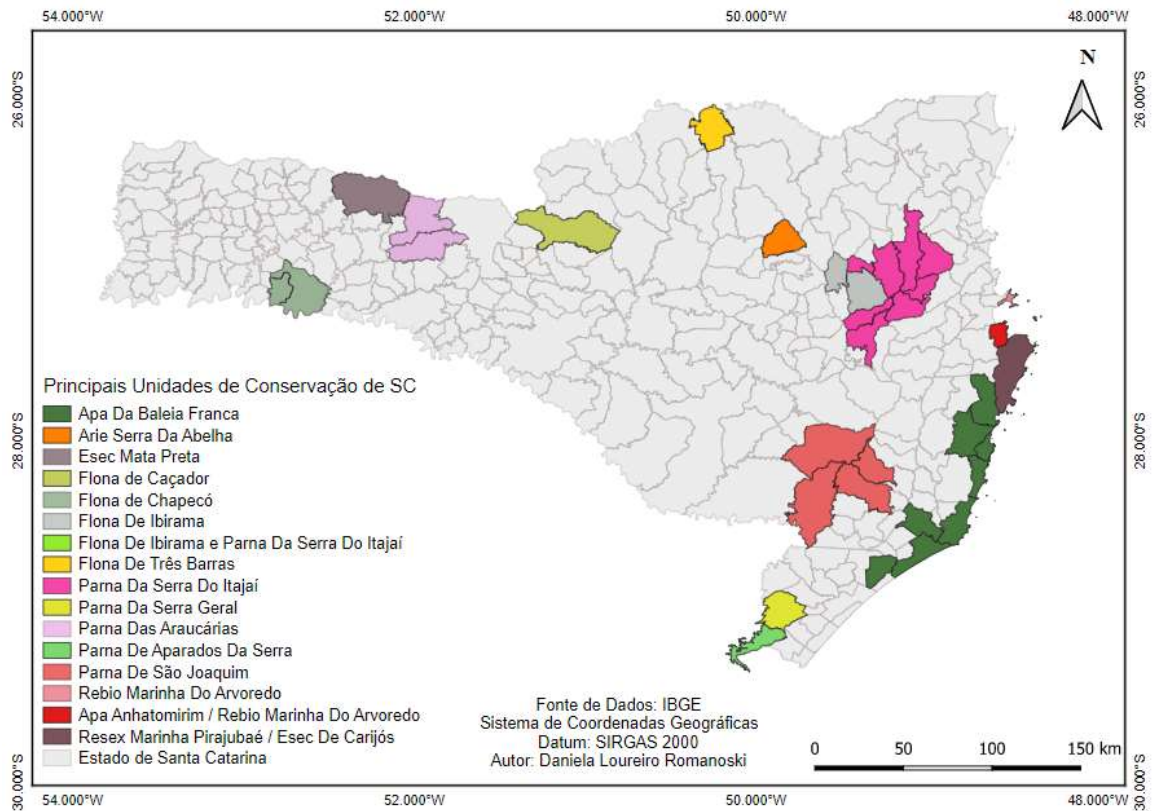
Quadro. 3 Principais unidades de conservação do estado de Santa Catarina:

Nome da Unidade	Municípios de Abrangência
Apa Anhatomirim	Governador Celso Ramos (SC)
Apa Da Baleia Franca	Florianópolis (SC), Garopaba (SC), Içara (SC), Imbituba (SC), Jaguaruna (SC), Laguna (SC), Palhoça (SC), Paulo Lopes (SC), Tubarão (SC)
Arie Serra Da Abelha	Vitor Meireles (SC)
Esec De Carijós	Florianópolis (SC)
Esec De Mata Preta	Clevelândia (PR), Palmas (PR), Abelardo Luz (SC)
Flona De Caçador	Caçador (SC)
Flona De Chapecó	Chapecó (SC), Guatambú (SC)
Flona De Ibirama	Apiúna (SC), Ibirama (SC)
Flona De Três Barras	Três Barras (SC)
Parna Da Serra Do Itajaí	Ascurra (SC), Apiúna (SC), Blumenau (SC), Botuverá (SC), Gaspar (SC), Guabiruba (SC), Indaial (SC), Presidente Nereu (SC), Vidal Ramos (SC)
Parna Da Serra Geral	Cambará do Sul (RS), Jacinto Machado (SC), Praia Grande (SC)
Parna Das Araucárias	Passos Maia (SC), Ponte Serrada (SC)
Parna De Aparados Da Serra	Cambará do Sul (RS), Praia Grande (SC)
Parna De São Joaquim	Urubici (SC), Orleans (SC), Grão Pará (SC), Bom Jardim da Serra (SC)
Rebio Marinha Do Arvoredo	Bombinhas (SC), Florianópolis (SC), Governador Celso Ramos (SC)
Resex Marinha Pirajubaé	Florianópolis (SC)

Fonte: o autor, adaptado de (NOGUEIRA *et al.*, 2018).

Alguns municípios do estado de SC como Florianópolis, Apiúna e Praia Grande, possuem mais de uma UC em seu território. No mapa abaixo (figura 5), é possível verificar a distribuição dessas unidades de conservação no estado de Santa Catarina.

Figura 5. Mapa das Principais Unidades de Conservação de Santa Catarina.



Fonte: O autor.

Todas as UC tiveram em sua região processos de degradação em função do desenvolvimento local, em alguns casos para comercialização de madeira, outros por domínio e ocupação de terras para agricultura. Alguns destes ambientes ganharam status de área de preservação em um período decisivo para a permanência desses habitats naturais, a região do litoral catarinense por exemplo, a especulação imobiliária se faz mais presente a cada ano, as construções e estruturas de veraneio avançam em relação ao mar e principalmente a vegetação de restinga, antes vista como “feia”.

O fato de serem áreas de grande interesse para o bioma contribuiu para que esses locais fossem vistos com bons olhos e mantidos preservados, com ações de educação ambiental e conscientização de que o uso das áreas está vinculado ao cuidado para que permaneçam com a qualidade ambiental e beleza cênica local.

### 3. BIOGEOGRAFIA

#### 3.1. A BIOGEOGRAFIA ENQUANTO CIÊNCIA INVESTIGATIVA

As paisagens que se apresentam aos nossos olhos não são, assim, apenas a soma de elementos vivos e não vivos que coabitam uma dada superfície da Terra, mas o arranjo em que esses elementos estão dispostos uns em relação aos outros, o que lhes permite desencadear processos de diferentes naturezas e intensidades. A resposta, aparentemente óbvia, tem desdobramentos intermináveis para o campo da Geografia Física e, mais especificamente, para a Biogeografia (FIGUEIRÓ, 2015).

A biogeografia é um ramo da Ciência Geográfica, com amplo campo de investigação científica que estuda a distribuição dos seres vivos ao longo do globo terrestre, bem como as modificações e adaptações dos organismos vivos através das condições naturais e antrópicas ao longo do tempo em diferentes escalas de análise (TROPPEMAIR, 2002; ROMARIZ, 2012; MURARA, 2016).

Tradicionalmente a Biogeografia é dividida em: Biogeografia histórica, que objetiva reconstruir a origem, dispersão e extinção de taxa e biotas; e Biogeografia ecológica, que analisa a distribuição atual e a variação geográfica da diversidade em função das interações entre organismos e o meio físico e biótico (BARBOSA, 2011).

Entender o porquê de cada espécie estar limitada a determinado ponto do planeta e quais as condições físicas que a levaram a se desenvolver e permanecer é um dos principais objetos de estudo desta ciência. De onde vieram; são de um ancestral comum; os trópicos influenciam nesta distribuição; clima, topografia e interação com outras espécies são facilitadores ou limitadores deste desenvolvimento; estes e outros questionamentos permeiam os estudos da biogeografia.

Os estudos biogeográficos caracterizam-se, dentro de uma abordagem geocológica, por buscar uma compreensão da paisagem com base em uma análise integrada dos seus elementos, partindo do princípio de que a distribuição dos seres vivos na superfície da Terra responde tanto a processos históricos de origem e dispersão das espécies quanto a condicionantes abióticos que controlam a presença ou a ausência dessas espécies (FIGUEIRÓ, 2015).

Para alcançar a compreensão geral da biosfera, o biogeógrafo busca compreender as relações dos seres vivos com o ambiente, com as condições climáticas, edafológicas e biológicas. Assim a biogeografia apresenta um caráter de ciência síntese: a partir de dados

analíticos obtidos por diferentes especialistas, possibilita deduzir, dentre o conjunto de casos particulares que oferece o mundo, certas leis fundamentais para a distribuição dos seres vivos (RUIZ-ESPARZA, 2009).

A Biogeografia, como ciência, começou no século XVIII, uma época em que prevalecia a ideia de que a Terra, o clima e suas espécies eram imutáveis. Acreditava-se na concepção bíblica de que as plantas e os animais, assim como o homem, tinham sido criados por Deus. Naturalistas como Lineu (1707-1778), Georges Buffon (1707-1788), Alexander von Humboldt (1769-1859) e Augustin de Candolle (1778-1841) se destacaram na busca por explicar a distribuição dos seres vivos e suas causas.

Em 1858, Charles Darwin (1809-1882) divulga, através da leitura na Real Academia de Ciências da Inglaterra, documentos dele próprio e do também inglês Alfred Wallace (1823-1913), que havia chegado independentemente a conclusões semelhantes às de Darwin, uma teoria que explicava a origem de todas as espécies por meio da seleção natural. Nesta teoria, Darwin demonstrou a importância fundamental de relações entre os seres vivos e as interações entre estes e o ambiente para o funcionamento dos ecossistemas (BARBOSA, 2011).

Essas pesquisas e teorias pioneiras para a época, ainda são pertinentes as discussões de hoje, muito mais que referências, esse período nos auxiliou a um melhor entendimento do funcionamento da terra como um todo, oceanos, continentes e seres vivos, mostrando que todos os ambientes são integrados de alguma forma, estabelecendo cadeias e relações de dependência.

Tais estudos geraram um grande volume de investigações sobre o papel limitante das comunidades e a capacidade fisiológica dos seres vivos de suportar as condições de determinados ambientes. Este conhecimento é muito útil na agricultura, na biologia da conservação, no planejamento ambiental, entre outros (FURLAN, 2001).

Os organismos variam muito na maneira com que dependem uns dos outros. Alguns organismos autotróficos como certos tipos de algas e líquens, não apenas produzem seu próprio alimento a partir da luz solar, dióxido de carbono, água e minerais, mas habitam ambientes físicos extremamente inóspitos, como fontes quentes e rochas nuas, onde podem encontrar e interagir diretamente com poucas outras espécies (BROWN & LOMOLINO, 2006).

Quando se trata de tamanho, fragmentos florestais de pequeno porte estão mais sensíveis e sujeitos a qualquer um desses processos de degradação ambiental, não somente pelo tamanho da área, mas também pela pouca variedade de indivíduos de uma

mesma espécie, menor cobertura vegetal, alteração de microclima, diminuição de fluxo pequenos animais, sementes ou pólen e principalmente menor área de amortecimento do entorno (PACIENCIA e PRADO, 2004; RODRIGUES e NASCIMENTO, 2005).

Um das principais consequências advindas da fragmentação é a propagação dos efeitos de borda nos fragmentos, modificando a estrutura da vegetação, promovendo mudanças microclimáticas e conseqüentemente, alterando a composição e distribuição das espécies, acarretando perdas na biodiversidade (CAMPOS *et al.*, 2018).

Os aspectos físicos do meio influenciam diretamente a estabilidade dos ambientes naturais. À medida que se adentra em um fragmento florestal é possível notar a influência de tais fatores. A temperatura e a umidade são mais acentuadas nas bordas dos fragmentos, gerando sobre o meio, espécies da fauna e da flora, o efeito de bordas (SILVA *et al.*, 2019). A cada área aos poucos degradada e distanciada de sua característica natural e inicial, uma grande variedade de espécies decai, enfraquece ou desaparece, assim diminuindo gradativamente a biodiversidade e a riqueza de espécies do local.

É importante destacar que a Biogeografia busca entender como o ser humano transforma o ambiente à sua volta e as consequências destas transformações (CHIROL e COSTA, 2018). A presença e atuação do ser humano no espaço geográfico resulta em profundos impactos sobre o ambiente natural.

É, portanto, objetivo também da Biogeografia fornecer informações básicas que possam ser usadas como orientação para melhor manejar o ambiente natural, tornando possível prever e atenuar consequências das alterações antrópicas (BARBOSA, 2011).

Se faz necessário entender o estado de conservação e a pressão antrópica sofrida pelos fragmentos florestais. Obter subsídios de análise para formulação de políticas públicas e medidas de controle sobre áreas em vulnerabilidade, permitindo compreender a dinâmica dos elementos bióticos e abióticos, e oferecer mecanismos ambientais necessários à conservação da biodiversidade (CAMPOS *et al.*, 2018).

Neste sentido a pesquisa em Biogeografia assume uma feição particular em relação aos trabalhos desenvolvidos por outras disciplinas, como Ecologia, Botânica e Zoologia, uma vez que a Biogeografia busca articular o conhecimento verticalizado das outras ciências para integrá-lo na explicação da paisagem terrestre.

Para tanto, tornou-se necessária a elaboração de um referencial metodológico próprio à Biogeografia, capaz de abarcar a complexidade e a totalidade dos processos envolvidos na estruturação da paisagem ou na distribuição de um determinado táxon na superfície da Terra (FIGUEIRÓ, 2015).

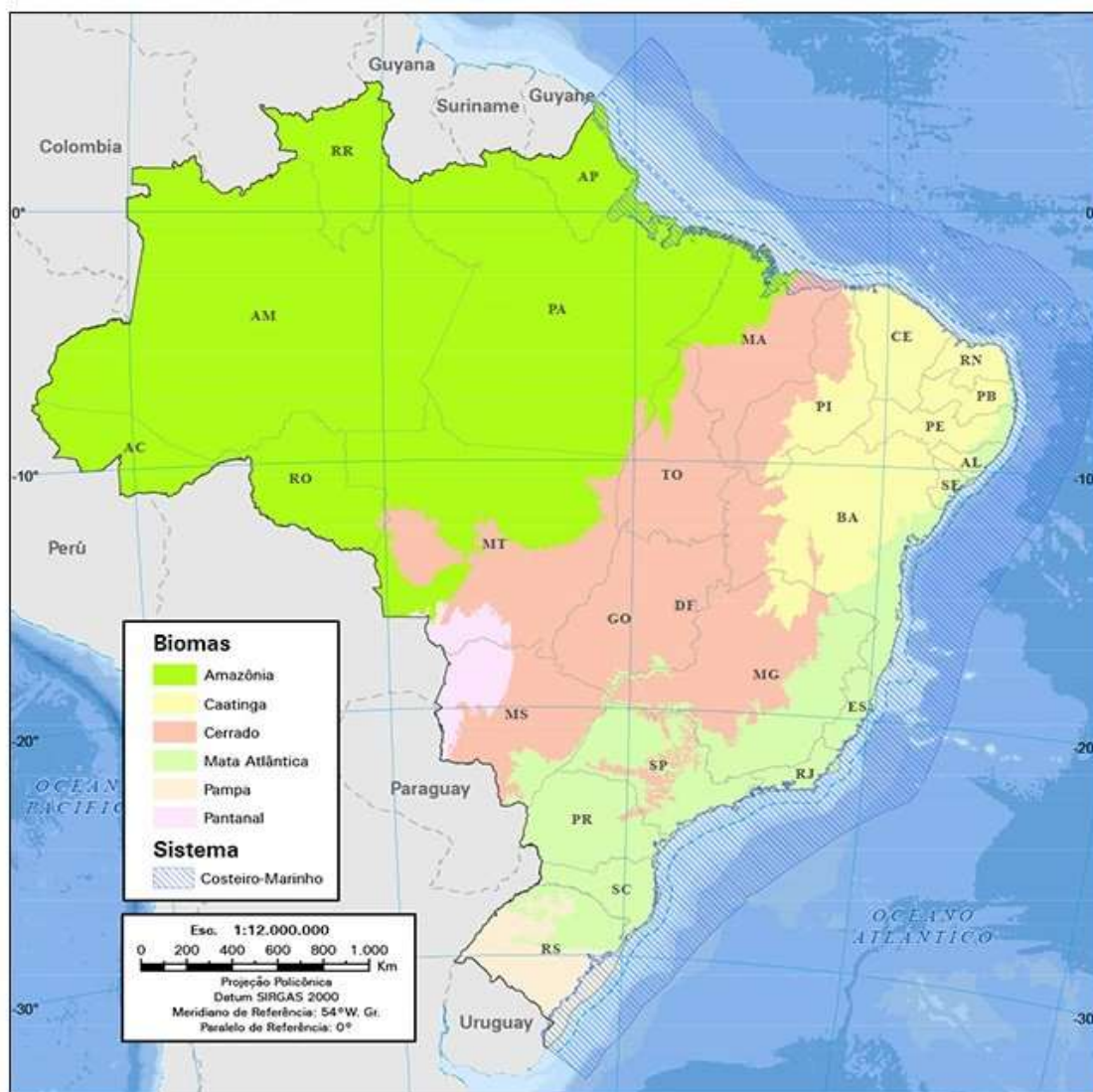


### 3.2. BIOMA MATA ATLÂNTICA

O Bioma Mata Atlântica, é caracterizado por um mosaico diversificado de ecossistemas, apresenta estruturas e composições florísticas diferenciadas, decorrentes das variações de solo, relevo e características climáticas diversas em sua ampla área de ocorrência no Brasil (VITALI e UHLIG, 2010).

Quando os primeiros europeus chegaram ao Brasil, em 1500, a Mata Atlântica cobria 15% do território nacional, área equivalente a 1.306.421 km<sup>2</sup> (figura 10). A Mata Atlântica é composta por um conjunto de ecossistemas que incluem as faixas litorâneas ao longo da costa Atlântica, com seus manguezais e restingas, florestas de baixada e de encosta da Serra do Mar, florestas interioranas, as matas de araucárias e os campos de altitude (PROCHNOW, 2008).

Figura 6. Mapa de Biomas do Brasil



Fonte: IBGE, 2008.

No ano de 1988, a Constituição Federal Brasileira reconheceu o bioma Mata Atlântica como um “patrimônio nacional”. Mais adiante em 2006, foi aprovada a Lei da Mata Atlântica (11.428/2006), que regulamentou a proteção e uso dos recursos da floresta. Neste período, a Fundação SOS Mata Atlântica participou ativamente da mobilização da sociedade e do poder público para a construção e aprovação desta legislação. (SOS MATA ATLANTICA, 2021).

A Mata Atlântica é reconhecida como o mais descaracterizado dos biomas brasileiros em questão de biodiversidade, foi palco dos primeiros e principais episódios da colonização e ciclos de desenvolvimento do País. Sua área de abrangência tem hoje a maior densidade de população e lidera as atividades econômicas do Brasil. Ainda assim, suas reduzidas formações vegetais remanescentes abrigam uma biodiversidade ímpar, assumindo uma importância primordial para o País, além de inúmeros benefícios ambientais oferecidos (IBGE 2008).

Mesmo reduzida e muito fragmentada, a Mata Atlântica ainda abriga mais de 20 mil espécies de plantas, das quais 8 mil são endêmicas, ou seja, espécies que não existem em nenhum outro lugar do Planeta. É a floresta mais rica do mundo em diversidade de árvores (PROCHNOW, 2008).

As atividades que mais contribuíram para a redução da área dessas florestas foram a exploração de madeira que se iniciou no final do Império, devido a concessões feitas pelo governo à abertura de estradas de ferro, e pela colonização alemã e italiana, com intensos e descontrolados desmatamentos para ampliação das áreas de agricultura e pastagens (SAUERESSIG, 2012).

A Mata Atlântica se estende ao longo de 17 estados brasileiros: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí (SOS MATA ATLANTICA, 2021).

Rumo ao interior, de norte a sul, ela limita-se com tipos de vegetação bem diferentes: no Nordeste ela se limita com a caatinga; na Região Sudeste, com o cerrado, na Região Sul, com a Floresta de Araucárias e os campos limpos. Como toda floresta tropical, ela impressiona pela sua densidade e pela sua heterogeneidade ou variedade em espécies (biodiversidade) (PEREIRA, 2009).

Sua existência está atrelada a tipos climáticos que variam de climas quentes e úmidos a moderadamente frios (mesotérmicos), reinantes na fachada atlântica brasileira. Temperaturas altas, elevada umidade relativa do ar, precipitações abundantes, nevoeiros

frequentes em algumas áreas, e intensa luminosidade, caracterizam tais climas. A diversidade do relevo contribui, regionalmente, para as modificações estruturais da mata (PEREIRA, 2009).

Cerca de 120 milhões de pessoas vivem na área do Bioma da Mata Atlântica, o que significa que a qualidade de vida de aproximadamente 70% da população brasileira depende da preservação dos remanescentes, os quais mantêm nascentes e fontes, regulando o fluxo dos mananciais d'água que abastecem as cidades e comunidades do interior, ajudam a regular o clima, a temperatura, a umidade, as chuvas, asseguram a fertilidade do solo e protegem escarpas e encostas de morros (PROCHNOW, 2008).

Neste bioma estão localizadas 9 das 12 grandes bacias hidrográficas do Brasil (Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Paraíba, São Francisco, Paraná, Uruguai e Paraguai), alimentadas por rios como São Francisco, Paraíba do Sul, Tietê, Doce, Ribeira de Iguape, Paraná, entre outros. As florestas da Mata Atlântica também contribuem com a quantidade e a qualidade da água potável que abastece mais de 145 milhões de pessoas, em 17 estados e 3.429 cidades (SOS MATA ATLANTICA, 2022).

### 3.3. FITOGEOGRAFIA

Ao encontro desta visão, a fitogeografia trabalha com as mais diversas espécies vegetais, entendendo características de desenvolvimento e dependência entre todos os seres constituintes de um mesmo ecossistema (TROPPEMAIR, 2002; ROMARIZ, 2012).

Entre os fatores que condicionam a extensão e a forma da área de distribuição de uma espécie, o clima tem importância primordial. Concretamente, a temperatura e umidade relativa do ar são os parâmetros que condicionam a maior parte da distribuição espacial dos organismos (FURLAN, 2001).

Segundo Ruiz-Esparza (2009), os estudos de Fitogeografia em nosso país iniciam-se com as observações de viajantes Europeus que, cruzando o Brasil deixaram numerosos trabalhos. No início do século XVIII destacaram-se Humboldt, seguido por August Saint Hillare (1799-1853), Carl Friedrich Von Martius (1794-1868). Devemos mencionar os trabalhos do engenheiro e botânico brasileiro João Barbosa Rodrigues (1842-1909), em 1890 tornou-se diretor do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Estudos efetuados no estado de Santa Catarina (KLEIN, 1978 e IFFSC, 2022) apontam para cinco regiões fitogeográficas, a Floresta Estacional Decidual (FED), a

Floresta Ombrófila Mista (FOM), a Floresta Ombrófila Densa (FOD), os Campos e a vegetação litorânea (restinga) (Quadro 4).

Essa configuração fitoecológica (fitogeográfica) está associada ao fato de que o estado de Santa Catarina apresenta dois tipos climáticos que, de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013), são identificados como subtropical úmido com verão quente (Cfa), que ocorre principalmente na baixada litorânea e nas porções de menor altitude do planalto (extremidade oeste e vale do rio Uruguai), e o subtropical úmido com verão fresco (Cfb), presente no Planalto Catarinense.




Se tratando de composição florística é extremamente variada,

com grande biodiversidade, tanto em termos taxonômicos como em termos de formas de vida e de tamanho dos vegetais. Predominam nessa formação florestal, dentre as árvores, membros das famílias das leguminosas, bignoniáceas, lauráceas, meliáceas, mirtáceas, apocináceas, rutáceas, entre tantas outras. No estrato rasteiro, são mais freqüentes as plantas herbáceas das famílias das musáceas (helicônias), marantáceas, zingiberáceas, begoniáceas e algumas espécies de bromeliáceas terrestres. No grupo das epífitas ocorrem numerosas espécies das famílias das aráceas (filodendros), bromeliáceas e orquidáceas, que muito contribuem para a ornamentação interna da mata. Determinadas plantas destacam-se, ora pelo seu porte avantajado, ora pela sua beleza ou valor econômico, como as figueiras (gên. *Ficus* e *Urostigma*), a juçara (*Euterpe edulis*), o feto arborecente ou samambaiaçu (*Cyathea schanschin*) e a minúscula bromeliácea pendente, conhecida por “barba-de-velho” (*Tillandsia usneoides*), muito comum em algumas árvores da floresta subtropical, na condição de epífita. (Pereira, 2009).

Este conjunto de tipologias vegetacionais tem sido enquadrado como pertencentes à área de “Domínio da Mata Atlântica” (DECRETO LEI 750, 1993), e se caracterizam por apresentarem diversidade bastante acentuada, mas distintas entre si. Esta diversidade implica em variações que podem ser agrupadas sob pontos distintos: fisionomia, estrutura, composição, dinâmica, ambientes edáficos, estratégias reprodutivas, fenologia e padrão espacial (REIS, 1993).

O estado de Santa Catarina tem sua extensão territorial totalmente inserida no Domínio do Bioma Mata Atlântica. Sendo este bioma extremamente rico e biodiverso, possui diferentes tipos de vegetação, influenciados por fatores ambientais como altitude, relevo, solo e clima. As principais tipologias vegetacionais no estado são:

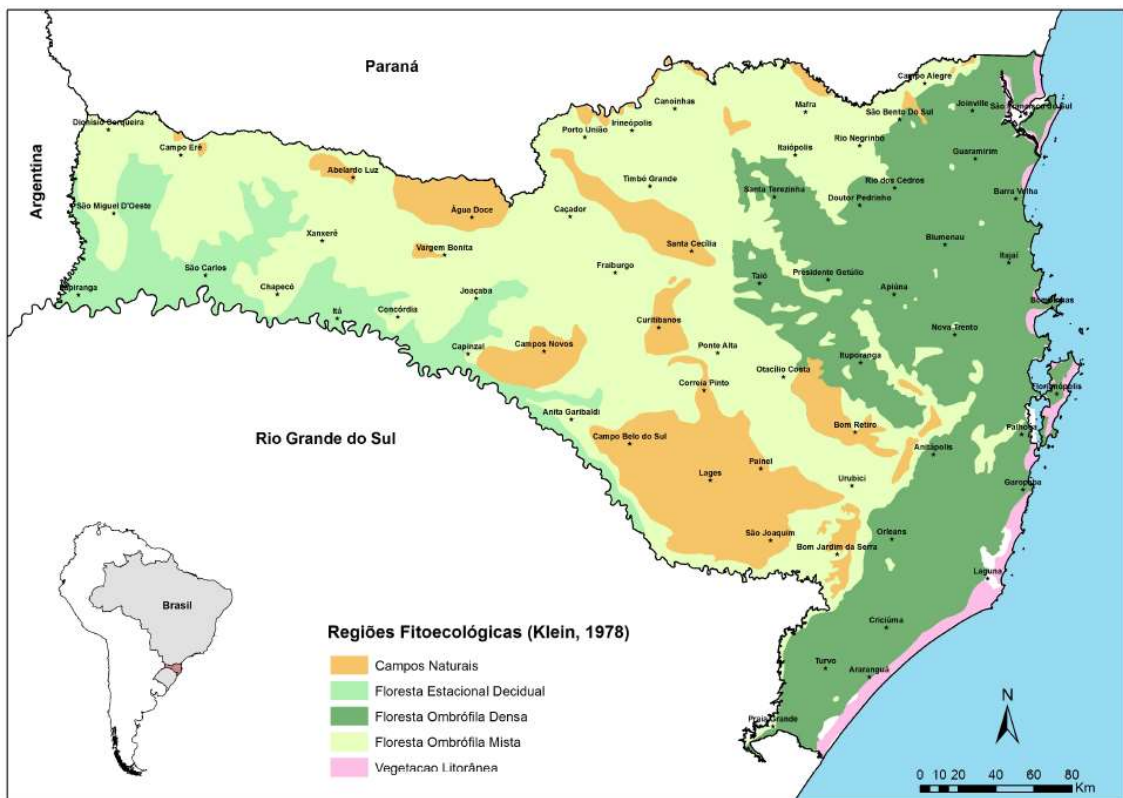
Quadro 4. Tipologias Vegetacionais da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina

Floresta Ombrófila Mista (FOM)	
<p>Ocorre em altitudes superiores a 500 m, sobretudo entre 800m e 1.200m, é adaptada a temperaturas baixas. Também chamada de Estacional Mista ou Floresta de Araucária, sendo esta é a sua principal espécie. Abriga diversas espécies foliosas, entre elas (<i>Ocotea porosa</i>), espécie símbolo do estado. Originalmente cobria 45% de SC</p> <p><b>Foto: Floresta Ombrófila Mista. IFFSC, 2014.</b></p>	
Floresta Ombrófila Densa (FOD)	
<p>Também chamada de Floresta Pluvial Estende-se pelo litoral e serras litorâneas de SC. Sua característica é de floresta fechada, úmida, com várias camadas e estratos de plantas. Uma espécie característica é o palmito-juçara, também ocorrem samambaias, figueiras, canelas, guamirins, cipós, bromélias, orquídeas e outros epífitos. Originalmente cobria 31% do estado.</p> <p><b>Foto: Parna Serra do Itajaí. IFFSC, 2014.</b></p>	
Floresta Estacional Decidual (FED)	
<p>Ocorre mais ao oeste do estado. Está presente próxima ao Rio Uruguai e divisa com a Argentina. Nesta fitofisionomia, parte das árvores perdem as folhas no período mais seco e frio do ano. Ela é uma floresta mais aberta e repleta de cipós, e abriga importantes espécies madeireiras como a <i>canafístula</i>, a <i>grápia</i> e o <i>angico-vermelho</i>. Originalmente cobria 8% de SC</p> <p><b>Foto: FOD - Rio Pelotas. Foto: IFFSC, 2014.</b></p>	
Campos Naturais	
<p>Estão associados à FOM e são caracterizados pela vegetação predominantemente herbácea, com alta diversidade de espécies. Originalmente cobriam 14% do território do Estado (também chamado de Estepe Ombrófila, ou vegetação campestre).</p> <p><b>Foto: Bom Jardim da Serra Foto: IFFSC, 2014.</b></p>	
Vegetação litorânea (restinga e mangue)	
<p>Ocorre no litoral de SC, apresenta uma extensão de aproximadamente 460 km. Originalmente cobria 2% do estado. Nesta região encontra-se a restinga (vegetação pioneira que ocupa faixas de depósitos de areia) e os mangues, os quais estão associados a lagunas, baías e estuários, sujeitos ao regime das marés.</p> <p><b>Foto: Florianópolis. IFFSC, 2014</b></p>	

Fonte: O Autor, Adaptado de IFFSC, 2014.

Apesar da grande diversidade geral existente no Estado (2.372 espécies de plantas vasculares foram encontradas, representando cerca de 40% de todas as espécies do bioma Mata Atlântica), os remanescentes florestais são empobrecidos: em média, apenas 30 a 50 espécies lenhosas são presentes nas florestas amostradas, quando o ideal seria de 60 a 100 (SEVEGNANI e SCHROEDER, 2013). É possível observar no Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina, (figura 7) elaborado por Klein em 1978, as regiões divididas de acordo com suas características fitoecológicas.

Figura 7. Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina



Fonte: IFFSC, 2022.

De modo geral, as pesquisas em fitogeografia são pautadas nas grandes formações vegetais, bem como, a partir de espécies arbóreas e arbustivas. No entanto, constituindo-se de um grupo simbiótico extremamente diverso e complexo, os líquens (fungos liquenizados) ocorrem em vários substratos e ambientes, muitas vezes em lugares onde outros organismos não seriam capazes de se desenvolver e, por esse e outros motivos, se tornam como interessantes ‘organismos’ a serem investigados.

### 3.4. FLORESTA DE ARAUCÁRIA

A FOM, também é conhecida como Mata de Araucárias, pois o Pinheiro Brasileiro (*Araucaria angustifolia*) constitui o andar superior da floresta, com sub-bosque bastante denso (figura 8). Antes da interferência humana, essa formação ocorria em grandes proporções nas regiões dos planaltos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, e em maciços descontínuos, nas partes mais elevadas de São Paulo, Rio de Janeiro e sul de Minas Gerais (PROCHNOW, 2008).

O Planalto das araucárias, trata-se de uma área que, pela posição geográfica e altitudes, sofre acentuada influência das massas polares atlânticas, resultando em fortes geadas e, ocasionalmente, até curtos períodos de precipitação de neve. As condições ambientais resultantes proporcionam a essas áreas uma característica paisagística e ecológica determinante na sua biogeografia (SEVEGNANI e SCHROEDER, 2013).

Autores divergem sobre a divisão de estratos aos quais se apresenta, para (SANTOS, 2010), é caracterizada por apresentar dois estratos, um superior com a presença dominante da *Araucaria angustifolia* e um estrato inferior constituído por árvores e arbustos mais baixos pertencentes em sua maioria a família das Myrtaceae como a Canela sassafrás (*Ocotea odorifera*).

Já para outro autor, (REIS, 1993) em uma descrição mais antiga, é formando o estrato de árvores emergentes o pinheiro compõe o primeiro estrato ou das megafanerófitas. Seguem ainda outros três estratos com formas arbóreas, formando respectivamente o estrato das macrofanerófitas, mesofanerófitas e nanofanerófitas, sendo o quinto estrato formado pelas ervas.

No estado de Santa Catarina, podemos considerar a importância da Floresta Ombrófila Mista, como uma mantenedora da biodiversidade local. Também vista como um parâmetro de resistência e resiliência ambiental para os estados da região Sul. A *Araucária angustifolia*, árvore símbolo da FOM vem se mantendo ao longo de ciclos de exploração e comercialização madeireira e intensa degradação de seu habitat natural. Seu fruto o pinhão é bastante apreciado nos estados da região Sul, o que conta a favor da busca pela preservação desta floresta.

Figura 8. Estrato superior com *Araucaria angustifolia* característico da Floresta Ombrofila Mista, Floresta Nacional de Caçador, Santa Catarina.



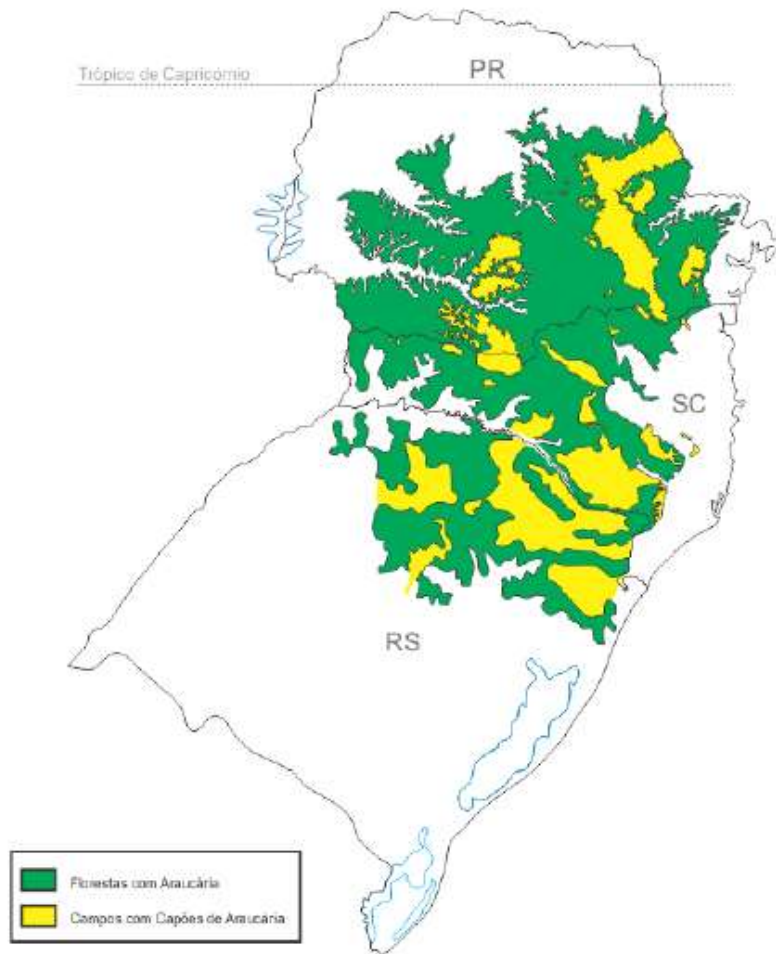
Fonte: o autor.

O estado de Santa Catarina está totalmente inserido no Bioma da Mata Atlântica e, até o início do século passado, menos de 5% de suas florestas haviam sido destruídas. Hoje restam apenas 17,46%, área equivalente a 1.662.000 hectares, dos quais 280.000 podem ser considerados florestas primárias, enquanto os outros 1.382.000 são florestas secundárias (PROCHNOW, 2008).

Apesar de fragilizada, a Mata Atlântica atualmente presente em Santa Catarina desempenha importantes funções ecológicas e proveem serviços ambientais, como a proteção dos mananciais e das áreas de recarga dos aquíferos, a manutenção da biodiversidade, a amenização do clima e a proteção contra os desastres ambientais. (SEVEGNANI e SCHROEDER, 2013). Na figura 9, um mapa, da distribuição da FOM na região Sul do Brasil, e como contempla os três estados da região Sul.



Figura 9. Distribuição da FOM na Região Sul do Brasil



Fonte: SAUERESSIG (2012).

Na Floresta Ombrófila Mista, a presença da *Araucaria angustifolia* imprime uma fitofisionomia muito peculiar, ao mesmo tempo em que também imprime uma estruturação característica para esta tipologia florestal.

O estrato superior forma uma cobertura característica, dando a impressão de tratar-se de uma formação uniestratificada. Mais sob a cobertura das copas das araucárias encontram-se outras espécies de árvores, arbustos, ervas e epífitas, que variam em número e porte dependendo do local e do estágio de desenvolvimento da comunidade em questão (BIODIVERSIDADE RS, 2010).

O sub-bosque desta área é bem diversificado com presença de diversas espécies como a cataia (*Drymis brasiliensis*), podocarpus (*Podocarpus lambertii*), amora silvestre (*Rubus* sp.), samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis*), taquara (*Merosthachis* sp.) e a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) dentre outras espécies (SILVA, 2006).

No estrato inferior também se encontram espécies de plantas nativas e em extinção, como a planta popularmente conhecida como Xaxim, (*Dicksonia sellowiana*), conforme a figura 10.

Figura 10. Feto arborescente: *Dicksonia sellowiana*, planta característica do sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista. Floresta Nacional de Caçador, Santa Catarina.



Fonte: o autor.

A planta *Dicksonia sellowiana*, é encontrada no estrato inferior da Floresta Ombrófila Mista e estabelece relação de dependência com a (*Araucaria angustifolia*), busca sempre condições de ambientes parcialmente sombreados e úmidos. Foi intensamente explorada nos anos 90 em função da produção de vasos ornamentais, que utilizavam como matéria prima principal o caule da planta (LOUREIRO, 2015).

Existem 15.476,19 hectares de Mata Atlântica em Caçador, essa área equivale a mais de 20 mil vezes o tamanho de um campo de futebol isso representa 15,72 % da mata atlântica original no município, "os resultados incluem apenas a vegetação nativa acima de 3 hectares". Formações naturais mata: 14.896 ha. e campos naturais: 579ha (SOS MATA ATLANTICA, 2021).

### 3.5 BIOINDICADORES

O biomonitoramento, utilizando bioindicadores ambientais dos mais diversos tipos, vem ganhando espaço no âmbito da pesquisa científica relacionada a qualidade ambiental. Podem ser considerados indicadores ambientais ou bioindicadores espécies e conjuntos de espécies com capacidade de reagir e registrar distúrbios ou alterações no ambiente ao qual fazem parte.

Alguns seres vivos apresentam rápida mudança aos impactos ambientais, principalmente animais, seres mais sensíveis a mudanças climáticas e degradação do habitat, alterando seu ciclo reprodutivo, sua procura por alimento e conseqüentemente na diminuição da biodiversidade. Já outros organismos são extremamente resistentes, conseguindo viver por muito tempo em ambientes completamente degradados, em condições anoxia (sem oxigênio) (PRESTES e VINCENCI, 2019).

Os modelos de estudo da qualidade ambiental de um determinado local, procuram caracterizar fenômenos causados pela poluição exercida sobre as estruturas biológicas da paisagem em conjunto com os ecossistemas locais, em grau de isolamento ou em um contexto de grupo.

Técnicas e pesquisas de investigação acerca do biomonitoramento da qualidade do ar são empregadas há mais de cem anos na Europa. No nordeste do Brasil, os estudos foram iniciados há menos de uma década, na busca de se otimizar e adequar metodologias apropriadas para ambientes de clima temperado, sobretudo no Estado de Pernambuco (SILVA, 2002).

O crescente movimento para a utilização de indicadores biológicos como método de detecção de mudanças no ambiente se deu através da resposta eficaz e rápida, visto que são recursos mais econômicos, pois não requerem instalações prévias, não usam energia elétrica e podem ser distribuídos em diversos pontos em uma área de estudo (MOTA FILHO *et al.*, 2006).

Pode-se apontar como bioindicadores, por exemplo, mudanças na riqueza e abundância de espécies de populações de diferentes comunidades, no tamanho dos espécimes e na integridade reprodutiva. Como biomarcadores pode-se citar como exemplos: atividade enzimática, integridade do DNA, presença de determinadas enzimas, conteúdo de lipídios (ANDRÉA, 2008).

Qualquer ser vivo pode ser utilizado como indicador, no entanto, espécies menos sensíveis respondem mais lentamente e com menor eficácia que espécies mais

susceptíveis aos agentes impactantes. Por outro lado, os biomonitores executam algum tipo de monitoramento, com respostas qualitativas e/ou quantificáveis de elementos estranhos ao ambiente. Neste caso, líquens, musgos e folhas das plantas, que respondem de forma precisa aos experimentos de detecção, são frequentemente empregados na avaliação de elementos traço em material particulado do ar atmosférico (MOTA FILHO *et al.*, 2006).

Muitos grupos animais ou espécies têm sido propostos como indicadores da qualidade ambiental. Autores, geralmente, defendem o uso de um dado táxon como um indicador oferecendo uma lista de várias características (como, por exemplo, comportamento de especialista, sensibilidade às mudanças de habitat, ampla distribuição) (PRESTES e VINCENCI, 2019).

Os organismos bioindicadores, apesar de não morrerem por alterações do ambiente, respondem a elas por meio de reações comportamentais ou metabólicas mensuráveis, que indicam e refletem alguma mudança no ambiente onde eles vivem. Um indicador é definido como um índice ou uma medida final para avaliar a saúde de um sistema, seja ele econômico, físico ou biológico, e bioindicador é como a biota ou o componente biótico de um ecossistema que é utilizado como indicador da qualidade do ambiente (ANDRÉA, 2008).

Através do biomonitoramento seja passivo ou ativo é possível mensurar fatores abióticos de alteração ambiental, como alterações na qualidade do ar ou poluição do solo e da água por exemplo. São técnicas de aplicação distintas, mas com a capacidade de fornecer um alcance de dados em muitos casos imediato e de boa qualidade.

Essas análises são também feitas para caracterizar a saúde do ambiente, indicar o grau de perigo e dar suporte às determinações dos possíveis riscos ecológicos de mudanças na saúde do ambiente. Na agricultura, o uso de agrotóxicos ou pesticidas pode representar um desses riscos porque pode provocar alterações indesejáveis nos ecossistemas por alterações nas funções, atividades, número e abundância de indivíduos de diferentes populações, assim como em características do próprio ambiente (ANDRÉA, 2008).

### 3.6 BIOMONITORAMENTO ATIVO E BIOMONITORAMENTO PASSIVO

A demonstração dos métodos para biomonitoramento servem como referência para equipes de pesquisa, nos quesitos de coleta de dados, experimentação, identificação e avaliação dos fatores envolvidos na qualidade do ar, tais como o inventário botânico, identificação de espécies e a análise da dinâmica das populações com a qualidade do ar (COLLONI JUNIOR, 2019).

Dos diferentes métodos empregados para monitorar a qualidade do ar, o monitoramento passivo utilizando organismos, consiste na análise das espécies vegetais existentes no local, para tanto se faz necessário levantar dados quanto à abundância, cobertura e frequência de cada espécie liquênica (MARTINS *et al.*, 2008).

O biomonitoramento ativo (BMA) é uma ferramenta útil na detecção e quantificação de impactos ambientais e consiste em utilizar organismos coletados em ambientes não poluídos e translocá-los para ambientes contaminados, quantificando suas respostas, sejam elas bioquímicas, fisiológicas e/ou orgânicas (SANTANA, 2016).

Sendo assim, o biomonitoramento ativo ocorre quando as espécies são cultivadas em condições controladas, padronizadas e expostas no local em que será estudada a qualidade do ar. O biomonitoramento passivo ocorre quando as análises são feitas em espécies que habitam o local a ser analisado e onde os poluentes acumularam-se ao longo do tempo (PEREIRA, 2005).

Segundo Andréa, (2008) esta modalidade de análise é utilizada na busca por caracterizar a saúde do ambiente, indicar o grau de perigo e dar suporte às determinações dos possíveis riscos ecológicos de mudanças na saúde do ambiente. Na agricultura, o uso de agrotóxicos ou pesticidas pode representar um desses riscos podendo provocar alterações indesejáveis nos ecossistemas por alterações nas funções, atividades, número e abundância de indivíduos de diferentes populações, assim como em características do próprio ambiente.

Ambas as opções possuem baixo custo na implementação da pesquisa, no processo de coleta de amostras e no tratamento dos dados, trazendo assim uma nova alternativa de análise da qualidade ambiental. A utilização das respostas de um sistema biológico a respeito de algum agente estressor, possibilitam realizar um planejamento para todo o sistema, preparando medidas mitigatórias ou compensatórias e visando a recuperação da normalidade de um ambiente em processo de degradação.

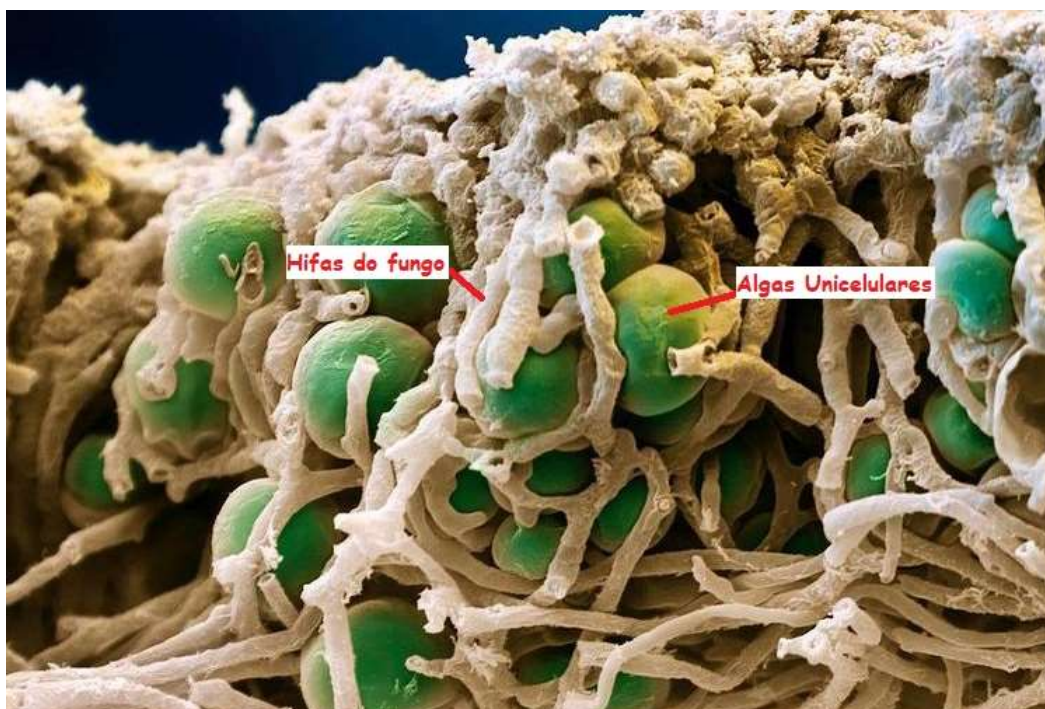
## 4. LIQUENS

### 4.1. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Representados por associações simbióticas entre fungos e algas verdes ou cianobactérias, os quais, em conjunto formam uma estrutura chamada talo, os líquens absorvem a umidade e componentes do ar por todo o talo (fúngico, em sua maior parte), e obtém carbono e demais nutrientes a partir da fotossíntese realizada pelas algas ou cianobactérias (MARCELLI, 1998; SEAWARD, 2008; COLONI JUNIOR, 2019).

A simbiose “viver junto” é uma associação estreita e duradoura entre organismos de espécies diferentes (RAVEN *et al.*, 2007). A figura 11 mostra como acontece esse entrelaçamento entre fungo e alga.

Figura 11 - Simbiose entre fungo e alga



Fonte: Sciencephotolibrary, 2022.

A grande maioria dos líquens é constituída por Ascomycota, embora também existam Basidiomycota liquenizados. Além disso, algumas raras espécies de quase todos os grupos de fungos podem formar líquens. Portanto, a liquenização (formação dos líquens) deve ser um processo altamente vantajoso para os fungos, e acredita-se que ela apareceu várias vezes, em momentos e em grupos taxonômicos diferentes, durante a história evolutiva do reino Fungi (MARCELLI, 1998).

Mais de 95% do volume do líquen é normalmente constituído pelo fungo liquenizado (micobionte), que abriga populações de algas ou cianobactérias (fotobionte) entre suas hifas. Por terem em sua morfologia a camada fotobionte necessitam de luz, de modo que os líquens são encontrados geralmente crescendo sobre o substrato, e não dentro dele (MARCELLI, 2006).

Marcelli (1998) e Raven *et al.*, (2007) concordam em dizer que a mais simples ideia que se pode apresentar para um líquen é simplesmente de um fungo que cultiva fotobiontes entre as hifas de seu micélio. Os filamentos dos fungos são denominados hifas, e a massa de hifas de um organismo é conhecida como micélio (as palavras “micélio” e micologia – o estudo dos fungos – derivam do grego mico, que significa “fungo”). O crescimento das hifas ocorre em seus ápices, porém as proteínas são sintetizadas em todo o micélio.

Cada grupo possui características biológicas e morfologias diferentes e em alguns casos se assemelham a alguns tipos de vegetais. Podem se localizar em troncos e ramificações de árvores (corticícolas), no solo (terrícolas), sobre rochas (saxícolas), sobre folhas (folicolas) e praticamente em qualquer tipo de substrato estável por algum tempo (MARCELLI, 1998; MARTINS, 2006; GROSMANN *et al.*, 2011).

Variam em complexidade, desde formas muito simples até estruturas morfológica e anatomicamente muito complexas. Por motivos práticos, normalmente são separados em formas ou tipos morfológicos. Entre os principais tipos, estão os crostosos, esquamulosos, foliosos, filamentosos e fruticosos (KÄFFER, 2009).

Os líquens de talo crostoso apresentam uma estrutura dorsiventral, isto é, são bastante achatados e aderidos ao substrato, por vezes totalmente imerso ao substrato, formando “crostas”, por não apresentam córtex inferior, e as hifas da medula é que prendem o líquen ao substrato, este grupo agrega o maior número de grupos taxonômicos e abrigam espécies de comportamento muito variado (KÄFFER, 2009; GROSMANN *et al.*, 2011; PALHARINI, 2020).

No tipo esquamulosos, o talo é composto por pequenas escamas que crescem agregadas, formando manchas, ou espalhadas nas fendas das cascas de árvores. Líquens de formas filamentosas constituem-se de fios muito finos, com textura semelhante a um feltro e aveludado ao tato. O tipo de talo folioso também apresenta estrutura dorsiventral, geralmente planos, porém apresentam um córtex inferior e estruturas próprias de fixação, como rizinas ou tomento. Além disso, apresentam lobos (divisões mais ou menos

arredondadas) ou lacínias (divisões mais alongadas) bem definidas (KÄFFER, 2009; PALHARINI, 2020).

Os líquens fruticosos são formados por ramos, que lembram pequenos arbustos, que podem ser simples, divididos, cilíndricos ou achatados. O talo pode estar crescendo de forma ereta, perpendicular ao substrato, ou pendente de rochas, troncos ou galhos de árvores ou ainda prostrado em relação ao substrato. Por fim, o talo dimórfico é a combinação entre outros dois tipos de talos. Inicia-se com apenas um tipo de talo, posteriormente assume outro tipo agregado ao talo inicial, podendo manter-se assim unificado ou o talo primário pode desaparecer, permanecendo apenas o “novo” ou secundário (KÄFFER, 2009; PALHARINI, 2020). É possível observar as características individuais de cada tipo de talo líquênico detalhadamente no quadro 5.

Quadro 5 – Características dos talos líquênicos.

<b>Tipo de Talo</b>	<b>Característica/Hábito</b>
Crostoso	Não possui Córtex Inferior; Permanece aderido ao substrato por toda a medula; Forma achatada em forma de “crosta”
Dimórfico	Combinação de outros dois tipos de talo; Podem ser crostosos-fruticosos ou escamosos-fruticosos; Surgem com apenas um tipo de talo, posteriormente assumindo outro; Com o tempo pode evanescer e permanecer apenas o talo secundário;
Esquamuloso	Pequenas escamas agregadas Às vezes como estrutura aveludada, semelhante ao feltro.
Filamentoso	Constituído por fios muito finos, frouxamente entrelaçados; Algumas espécies imperceptíveis a olho nu;
Folioso	Talo de estrutura laminar ou dorsiventral; Geralmente possuem córtex inferior; Possuem estruturas próprias de fixação como rizinas ou tomento;
Fruticoso	São formados por ramos semelhantes a pequenos arbustos; Talo cilíndrico ou achatado; Crescem eretos, pendentes e/ou perpendiculares ao substrato; Se prendem ao substrato se enroscando a ele ou por um apreensório;

Fonte: o autor, adaptado de Marques (2008).



Mesmo não necessitando de uma condição especial de desenvolvimento, pesquisadores acreditam que alguns ambientes e árvores específicas são favoráveis e atrativos à aderência de espécies de líquen. Para Marques (2008) o ritidoma do tronco de coníferas como cipreste dos pântanos (*Taxodium distichum*), tende a ser mais ácido e retem níveis de nutrientes mais baixos do que o tronco das árvores decíduas.

Käffer (2005) mostrou que *Araucaria angustifolia* é um excelente “hospedeiro” para o estabelecimento de líquens, especialmente pela estrutura rugosa da casca. Alterações que ocorram nesse ambiente florestal também tendem a influenciar as condições climáticas, principalmente de luminosidade e umidade. Essas diferenças na estrutura da floresta poderiam modificar rapidamente a composição dos líquens, especialmente em ambientes sombrios e úmidos típicos, como dos gêneros *Phyllopsora* e *Coenogonium*, restritos a esse tipo de ambiente, além de *Sticta*, *Collema* e *Leptogium*.

Ainda em análise a habitats em São Pedro de Moel (MARQUES, 2008) enfatiza que à medida que a árvore envelhece, a casca sofre alterações ao nível da textura, capacidade de retenção de água, deposição de nutrientes e propriedades químicas, que constituem uma grande diversidade de microhabitats favoráveis a instalação de diferentes comunidades de líquens. Fatores como a exposição, a humidade atmosférica e o estado de conservação do bosque têm também bastante influência sobre o processo de colonização líquênica.

Para Martins (2008) e Marcelli (1998) os líquens apresentam certa preferência pela natureza física da casca mais que da espécie da árvore. Árvores jovens com casca lisa apresentam em sua maioria comunidades líquênicas com formas crostosas, árvores mais velhas com casca rugosa apresentam comunidades mais diversificadas com líquens de formas crostosas, foliosas e fruticosas. A diante, a figura 12 mostra os principais tipos de talos de líquens, através de fotografias de amostras coletadas na área de estudo.

As cores dos líquens variam de branco a negro, passando por tonalidades de vermelho, laranja, marrom, amarelo e verde, e esses organismos contêm muitos compostos químicos incomuns. Muitos líquens são usados como fontes de corantes; por exemplo, a cor característica do tweed Harris resultou originalmente do tratamento da lã com um corante de líquen.

Muitos líquens também têm sido usados como remédios, componentes de perfumes ou pequenas fontes de alimento. Algumas espécies estão sendo investigadas quanto à sua capacidade de secretar compostos antitumorais (RAVEN *et al.*, 2007).

Figura 12. Exemplos de tipos de talos Liquênicos registrados neste estudo.



A. Folioso, B. Fruticoso, C. Filamentoso, D. Esquamuloso, E. Dimórfico, F. Crostoso.

Fonte: o autor.

Esses organismos tem sido estudados e pesquisados em muitas áreas da ciência, como biologia, medicina e farmácia por exemplo.

Os líquenes na medicina tradicional começaram a ser utilizados nos séculos XV e XVI e surgiram a partir de interpretações dos usos da Grécia Antiga, bem como da aplicação da Doutrina das Assinaturas. São mais comumente usados para tratar feridas, distúrbios da pele, problemas respiratórios e digestivos e preocupações obstétricas e ginecológicas (CRAWFORD, 2019).

Possui diversas propriedades como agente de proteção contra intensas radiações, como aleloquímicos, ações farmacológicas como, antimicrobiana, antioxidante, antiviral, antitumoral, inseticida, anti-inflamatória entre outras (MOREIRA, 2015). Dentre os benefícios de sua utilização, destacam-se a utilização na indústria têxtil, de perfumes e cosméticos. Também são referidos como úteis na fermentação para a produção de álcool, alimentação, entre outros (SILVA, 2006).

Pesquisas na área de medicina detectaram três metabólitos secundários de líquens (ácido úsnico, atranorina e ácido fumarprotocetrárico) foram avaliados por suas atividades antibacteriana e antibiofilme in vitro contra três cepas de *Staphylococcus aureus* sensíveis e resistentes à metilina (MRSA) de pacientes com fibrose cística (POMPILIO, 2013).

O *Staphylococcus aureus* é uma bactéria do grupo dos cocos gram-positivos que faz parte da microbiota humana, mas que pode provocar doenças que vão desde uma infecção simples, como espinhas e furúnculos, até as mais graves, como pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico e septicemia, entre outras (SANTOS *et al.*, 2007).

Moreira (2015) constatou através de sua pesquisa que ácido úrico produziu inibição 100% de crescimento dos fungos *Candida tropicalis* e *Candida kefyr* em baixa concentração. Desta forma, pode-se verificar que esta espécie de líquen apresenta substâncias promissoras como modelos para o desenvolvimento de compostos com diferentes atividades farmacológicas.

#### 4.2. LIQUENS BIOINDICADORES

Dentre os diversos tipos de bioindicadores que podem ser analisadas para estudos de poluição ambiental, os líquens apresentam vantagens relacionadas, inicialmente, à sua ampla ocorrência, facilidade de amostragem e capacidade de acumular diversos elementos de interesse sob o ponto de vista ambiental (COCCARO, 2001).

São reconhecidos como indicadores biológicos de ambientes e, por excelência, também biomonitores da qualidade do ar. Por isso, é possível, através do seu uso, o estabelecimento de escalas quantitativas e qualitativas para avaliação dos índices de contaminação de áreas com as mais diversas características de poluição atmosférica. (SILVA, 2002)

Líquens têm alta afinidade com o ambiente em que vivem, indicando desde a umidade do ar, acidez do substrato e pH, além de demonstrarem alta sensibilidade a inúmeros tipos de poluentes. Por isso, são considerados bioindicadores de qualidade ambiental bem como da qualidade do ar e, pela capacidade de absorver e reter contaminantes atmosféricos em suas células funcionam também como biomonitores (MOTA FILHO *et al.*, 2006).

Os líquens mostram alta sensibilidade a poluentes, não somente pela diminuição da sua vitalidade, como por sintomas externos característicos. A grande sensibilidade está estreitamente relacionada com sua biologia. A alteração do balanço simbiótico entre o fotobionte e o micobionte pode ser evidenciada com rapidez através da ruptura desta associação. Anatomicamente, os líquens não possuem estomas nem cutícula, o que significa que os gases e aerossóis podem ser absorvidos pelo talo e difundir-se rapidamente pelo tecido onde está o fotobionte (MARTINS *et al.*, 2008).

Alterações na composição e na taxa de crescimento da comunidade líquênica podem ocorrer devido a alterações no microclima da região, modificações da cobertura vegetal e presença de poluentes atmosféricos (MARCELLI, 2006).

Os líquens funcionam como um filtro biológico que retém todos os elementos do meio que os rodeia, designadamente compostos de enxofre, sais de cálcio, nitratos e muitos outros metais pesados da atmosfera, da água da chuva ou do substrato e acumulam estes elementos no talo em quantidades que seriam fatais para outros seres vivos. Os poluentes produzem alterações na estrutura das comunidades a nível morfológico e fisiológico dos indivíduos (MARQUES, 2008; COLLONI JUNIOR, 2019).

Em análise a compostos químicos na região metropolitana de São Paulo (MARCELLI *et al.*, 2008) explicam que os líquens têm sido considerados um dos mais valiosos biomonitores de poluição do ar. Como tal, têm sido amplamente usados para avaliar contaminantes atmosféricos de elementos traços. As vantagens do uso de líquens sobre a amostragem de ar convencional e técnicas é de que os líquens são perenes e podem ser encontrados na maioria dos habitats terrestres.

Como não dispõem de nenhum mecanismo para excretar os elementos que absorvem, alguns líquens são particularmente sensíveis a compostos tóxicos. Esses compostos são responsáveis pela deterioração da quantidade limitada de clorofila presente nas células da alga ou da cianobactéria. Os líquens são indicadores muito sensíveis dos componentes tóxicos do ar poluído (particularmente de dióxido de enxofre) e eles estão sendo cada vez mais utilizados no monitoramento dos poluentes atmosféricos, particularmente ao redor das cidades (RAVEN *et al.*, 2007).

Além de ter uma forte resistência a acontecimentos exteriores ao seu ambiente, são sensíveis a ponto de desenvolver uma capacidade de registro biológico, capacidade essa que o destaca como um bioindicador de qualidade ambiental algumas espécies têm a relação de ausência e presença ligada a condições específicas de ambiente, como por exemplo uma boa qualidade do ar, o simples fato de existir em uma determinada área

sugere uma condição favorável de qualidade ambiental e do ar, ou uma interação saudável entre o líquen e os agentes de entorno (COLLONI JUNIOR, 2019).

Processos mais comuns de biomonitoramento da qualidade do ar utilizando líquens envolvem análises de comunidades, características e estruturas morfológicas, fisiológicas e celulares. Além disso, os métodos para estudo e diagnóstico da qualidade do ar com líquens já vêm sendo disseminados há décadas, e podem ser aplicados à diferentes condições de ambiente, substrato e espécies de líquens. De acordo com estudos realizados, a cobertura e frequência de líquens são variáveis importantes para a investigação da pureza atmosférica (COLLONI JUNIOR, 2019).

O conhecimento das comunidades liquênicas em ambientes naturais pode nos levar a entender as alterações que essas áreas apresentam quando ocorre qualquer modificação ambiental devido à interferência antrópica, o que confere a grande importância da utilização do grupo como bioindicadores (LUCHETA e MARTINS, 2014).

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para elaboração do presente trabalho envolveu em primeiro momento a pesquisa bibliográfica, está dividida em três etapas: revisão teórica, a revisão empírica e a revisão histórica. Cabe destacar que o estado da arte sumariza o que já se sabe sobre o tema e os principais entraves metodológicos.

Para a seleção das fontes de informação foram utilizados livros; bancos de teses e dissertações de universidades, artigos científicos, revistas científicas, documentos, entre outros. Foram utilizados como base trabalhos sobre a mesma temática anteriormente desenvolvidos em outras regiões do país, buscando entender a realidade do objeto de pesquisa na área e buscando dialogar com outras visões e experiências obtidas por pesquisadores, a fim de reconhecer pontos a serem trabalhados e discutidos para um melhor aproveitamento do processo de pesquisa e potenciais resultados.

Os trabalhos de campo aconteceram em dois momentos da pesquisa. Na primeira etapa as coletas de amostras foram realizadas em área de floresta nativa, com objetivo inicial voltado para três pontos: 1. faixas abertas de corte de vegetação, 2. áreas parcialmente sombreadas, 3. corredores abertos para entrada de luz solar. Neste primeiro momento foram realizadas 3 saídas a campo, sendo 1 campo de reconhecimento, 2 campos de coleta.

As coletas para a primeira fase de laboratório foram realizadas em forma de caminhada. Esta técnica consiste basicamente, na realização de pelo menos três caminhadas em linha reta na vegetação, realizando coletas e anotações de dados durante intervalos de tempo regulares e consecutivos (intervalos que podem variar de cinco a 15 minutos) definidos em função do tipo de vegetação e do detalhamento pretendido (WALTER e GUARINO, 2006).

Diferente do método de parcelas onde a área de coleta é pré-determinada por um quadrante, esta técnica permite escolher a área de preferência e de maior incidência da espécie a coletar. O pré-requisito básico foi buscar por espécies diferentes entre si, com maior diversidade aparente, em toda a circunferência e extensão do troco da árvore, até a medida determinada pelo método PAP – (Perímetro à altura do peito), sendo até 1,50m de altura do tronco.

A retirada de amostras foi realizada com a ajuda canivete, tesoura de poda e facão. A metodologia de coleta consiste em remover o talo liquênico do substrato (troncos de árvore, galhos, folhas, etc...), que por vezes está preso por um único apreensório ou por

rizinas, em casos de coleta de líquens crostosos é necessário remover um pedaço da casca da árvore para que o tamanho da amostra seja satisfatório, sempre buscando o mínimo de dano possível a árvore, em relação a todos os outros talos a retirada é feita com facilidade.

Em sequência foram armazenadas em sacos de papel pardo, identificado com o nome da árvore a qual foi coletada. Em algumas situações as amostras coletadas foram armazenadas em um mesmo pacote, por terem sido retiradas de uma mesma árvore.

Para esta etapa, o objetivo definido foi encontrar o maior número de espécies diferentes entre si, para verificar a ausência e presença dos líquens na área de estudo. Mesmo em quantidade reduzida, cada espécie encontrada é importante ser considerada pois contribui para o conhecimento sobre a diversidade ambiental do local.

É importante afirmar que não foram considerados posição solar, exposição ao vento ou localização no tronco da árvore na hora de realizar a coleta.

Em laboratório os materiais foram separados em amostras individuais e passaram por um processo de secagem natural, em temperatura ambiente (em média 20°C) por um tempo médio de 2 a 3 dias. Todo material não pertencente ao líquen foi retirado e eliminado da amostra (restos de madeira, teia de aranha, restos de outras plantas, pequenos insetos mortos), buscando uma maior clareza para o momento de identificação.

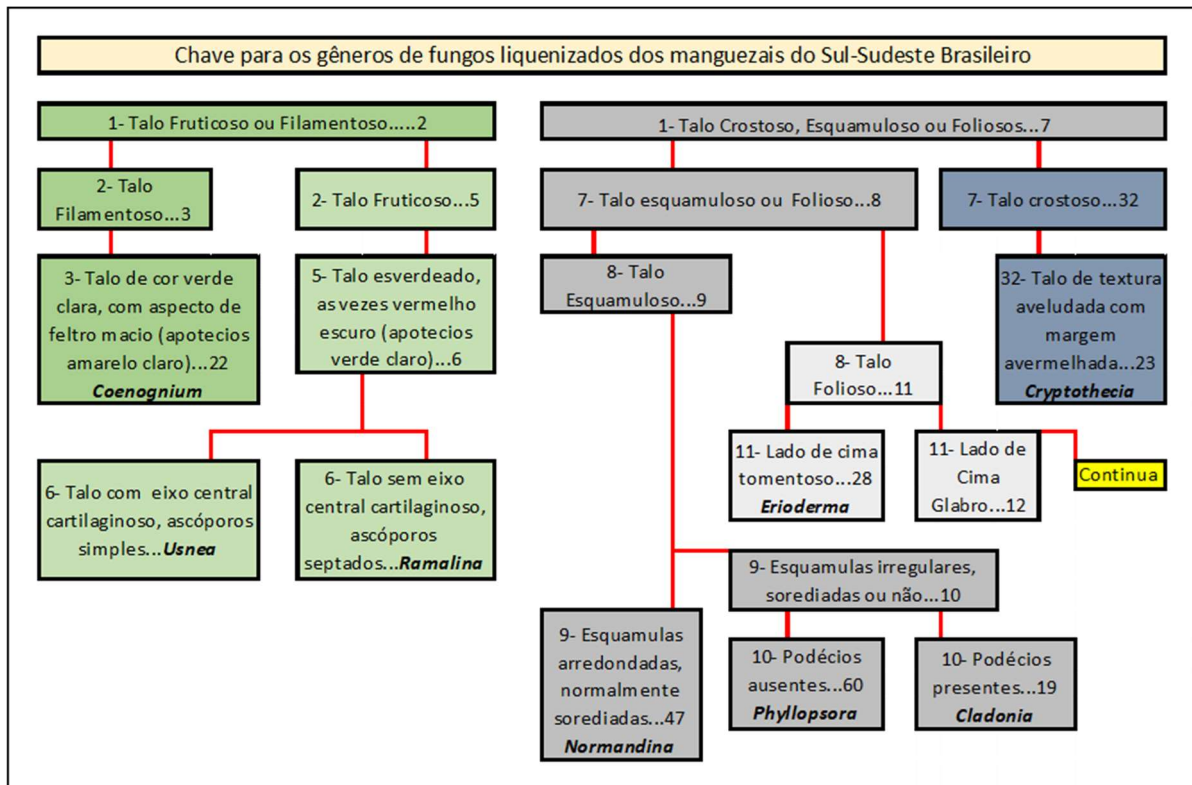
As análises laboratoriais e leituras de amostras para identificação de espécies ocorreram no laboratório de Micologia, na Universidade de Joinville – Univille. Foi necessário efetuar um treinamento prévio de identificação das espécies que contou com o apoio do Prof. Dr. Emerson Luiz Gumboski. Os espécimes foram analisados em microscópio ótico e microscópio estereoscópico, para verificar características e estruturas de importância taxonômica.

Foram realizados dois dias de treinamento para identificação das espécies, bem como análises em microscópio e consulta de espécie guiada por chave de gênero de acordo com cada família de espécie de líquen. As descrições de cada espécie identificada tiveram como base material bibliográfico já descrito por outros autores da área.

As análises morfológicas foram realizadas sob microscópio estereoscópico compacto, marca Olympus, de 6,7x a 45x (usando oculares de 10x) e para as análises anatômicas, cortes das estruturas foram feitos à mão livre, sendo observados pontos sequenciais orientados pela chave de gênero. Em microscópio são observados inúmeras características como: coloração, talo oco ou sólido, se possuem margens ciliadas ou não, diferentes tamanhos de lobos, apotécios, superfície lisa ou pilosa, se possui cífelas ou pseudocífelas, córtex inferior presente ou ausente, entre outras características.

Para realizar a identificação exata de cada líquen é necessário utilizar um recurso didático explicativo, de caráter investigativo, conhecido como chave dicotômica de identificação ou também conhecidas como chave de gênero (Figura 13).

Figura 13. Organograma demonstrativo de sequência de chave de gênero utilizada para identificação de líquens



Fonte: o autor, adaptado de Benatti e Marcelli (2007).

A chave de gênero é um recurso utilizado para identificação biológica, são listas que podem sugerir caminhos de investigação e que indicam características individuais de plantas, utilizadas para diferenciar grupos de espécies vegetais. Cada informação seja confirmando ou negando uma característica, leva a um número de linha, o qual contém uma próxima dica, que pode ser a solução da busca, encontrando um nome de espécie ou pode ser mais uma característica dando continuidade.

O material bibliográfico e as chaves utilizadas para este trabalho foram elaborados pelos pesquisadores que trabalham com espécies ou grupos específicos de líquens, cada grupo de espécie tem sua chave individual e detalhada, tendo assim inúmeras chaves de identificação. Cada identificação foi supervisionada e confirmada pelo coorientador da pesquisa.



Alguns grupos de líquens, necessitam de testes químicos de coloração (teste de spot) em seu processo de identificação. Esta etapa se faz necessária pois algumas espécies possuem metabólitos secundários que podem ser avaliados.

Para realizar este teste é necessário retirar um pedaço mínimo de talo, semelhante ao tamanho de uma ponta de caneta, esta retirada é feita com uma lâmina de barbear Gillete Wilkinson, ou lâmina de bisturi e a aplicação do reagente é feita através da visualização por microscópio. Para este trabalho, foram utilizados apenas teste de irradiação por luz ultravioleta (UV), teste com hidróxido de potássio a 10% (teste K) e hipoclorito de sódio (água sanitária) a 40% (teste C) metodologia adaptado de (MARQUES, 2008)

Para a segunda etapa da pesquisa, foi realizado um trabalho de campo extra para coleta de amostras, buscando especificamente três espécies de líquens, sendo duas de talo fruticoso, *Ramalina celastri*, *Usnea* sp., e uma de talo folioso *Parmotrema tinctoriun*.

Essas espécies foram selecionadas por apresentarem talos volumosos, são de fácil visualização em campo e identificação imediata, além de terem ampla distribuição nacional. Foram coletadas 40 amostras no total, no entorno da comunidade e limites da unidade de conservação, sendo denominados P1- Lama, P2- Lebre, P3- Sede, (figura 14).

Figura 14. Pontos de coletas de Amostras de *Parmotrema tinctoriun*, *Ramalina celastri* e *Usnea* sp. para análise de pigmento fotossintetizante.



Fonte: Google Earth.

Os pontos de coleta foram escolhidos de acordo com o tipo de área, levando em consideração as características e locais de maior probabilidade de incidência dos líquens e também qual o tipo de borda existente próximo a cada ponto de coleta:

**Ponto 1- Lama:** área de corte e retirada de vegetação. Esta área está envolta de vegetação, mas tem presença diária de caminhões e maquinários responsáveis pela mão de obra de extração de madeira. Coordenadas geográficas 51°12'43" O – 26°46'08" S.

**Ponto 2- Lebre:** foi escolhido por ter em sua borda uma lavoura, no momento da coleta de amostras a área estava com cultivo de milho. A área foi escolhida pela possibilidade de contaminação por agrotóxicos ou qualquer resíduo proveniente da agricultura, levando em consideração a interação do exterior com a margem da UC, considerou-se uma possibilidade de avaliar mudanças e alterações na característica dos líquens. Coordenadas geográficas 51°20'31" O – 26°77'43" S.

**Ponto 3 – Sede:** foi escolhido devido à proximidade com a rodovia SC 350 km 68, a qual possui grande circulação de veículos e caminhões e por ter a frequente circulação de pessoas que moram na área de entorno da Sede da UC. Dentre as áreas de coleta, esta possui vegetação menos densa e maior distância entre uma árvore e outra. Coordenadas geográficas 51°21'37" O – 26°76'57" S.

Outros dois pontos eram pretendidos, sendo um deles uma área nas proximidades do antigo cemitério da comunidade de Taquara Verde, onde não foi possível coletar devido ao acesso a área estar provisoriamente interrompido por uma obra. O ponto denominado área restrita tem divisa e acesso por uma propriedade particular, não sendo permitido o acesso para coleta por parte do proprietário.

Efetuada a coleta, foi realizada a secagem em temperatura ambiente cerca de 20°C, separação, limpeza, identificação por chave de gênero, e prática de laboratório. Para a parte prática foram utilizados o espaço do Laboratório de Bioquímica e Genética do campus UFFS, Chapecó, bem como materiais e utensílios, e o auxílio a prática foi feito pelo técnico responsável Jonas Goldoni.

O objetivo deste segundo momento foi determinar a quantidade de pigmento fotossintetizante de amostras do mesmo gênero, visando um comparativo em teores de clorofila e feofitina entre os pontos da área de estudo e entre as duas UC.

A eficiência fotossintética está relacionada ao desenvolvimento das plantas, neste caso as algas liquenizadas, em diferentes ambientes. Através desta eficiência é possível mensurar inúmeros fatores de favorecimento ou de prejuízo para o organismo em avaliação. A análise da clorofila nos fornece informações não somente em nível de mensuração de poluentes, mas em questões simples como adubação em plantações, ação de pragas e carências nutricionais.

A determinação dos teores de pigmentos fotossintéticos é um parâmetro útil, o contaminante ao entrar na célula degrada a clorofila, produto básico da fotossíntese, transformando-a em feofitina. Destroi os cloroplastos, sítio de sua ocorrência, o funcionamento básico do líquen é prejudicado por ser a fotossíntese o processo inicial de sua sobrevivência (MOTA-FILHO *et al.*, 2003).

A clorofila (A, B, C e D) é um dos grupos de pigmentos, além dos carotenóides (carotenos e xantofilas) e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético (pigmentos fotossintetizantes). A clorofila A está presente em todas as células que produzem seu próprio alimento através da fotossíntese. No que se refere à clorofila B, está se encontra presente em plantas verdes em conjunto com a clorofila A. As clorofilas C e D são receptores secundários, encontradas principalmente em algas e cianobactérias. (CETESB, 2014, SILVA, 2013).

As clorofilas são pigmentos verdes, comuns em todas as células fotossintéticas. Por sua estrutura química ser instável, são facilmente degradadas, resultando em produtos de decomposição que modificam a percepção e qualidade dos alimentos. Esta revisão trata dos vários fatores que interferem na degradação das clorofilas, como a luz, radiação, calor, ácidos, oxigênio, alteração enzimática e interação com outros pigmentos (STREIT *et al.*, 2005).

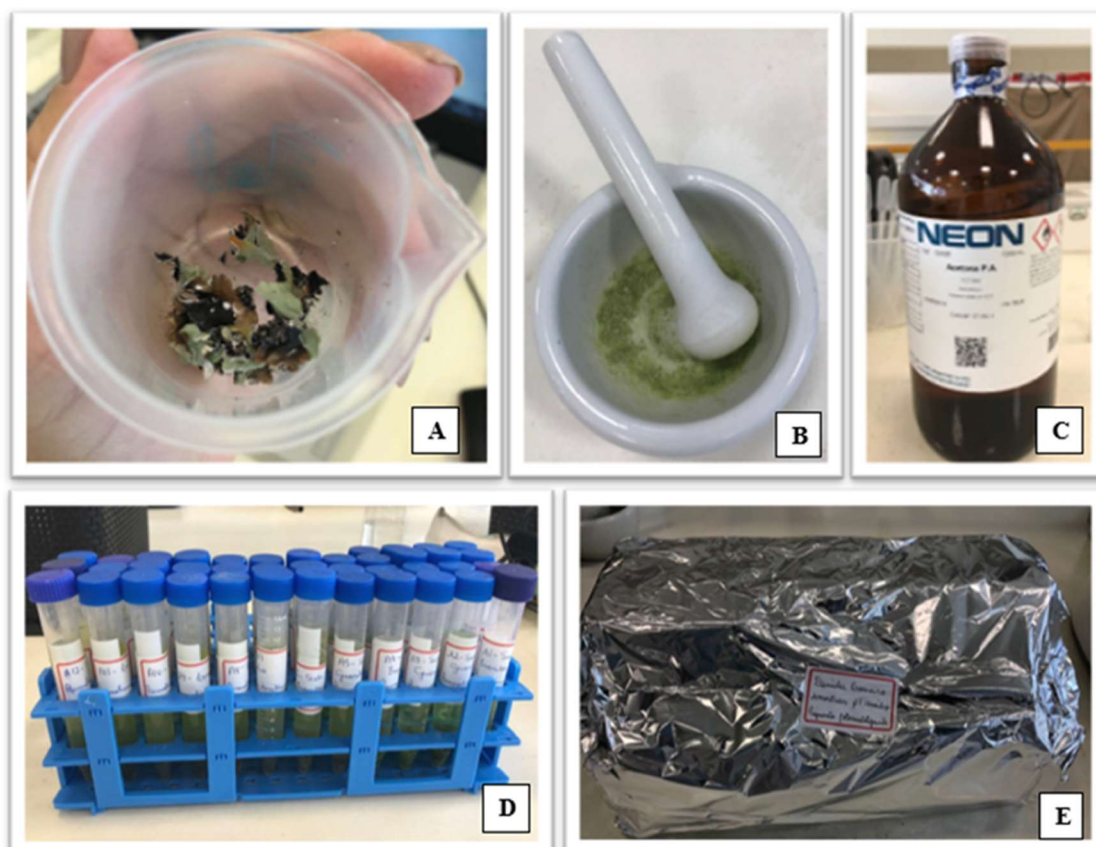
O método espectrofotométrico de Richards e Thompson (1952), modificado por Creitz e Richards (1955), para estimar os pigmentos do fitoplâncton, ainda é utilizado. Esse método envolve a medida da absorvância em três comprimentos de onda, para estimar as clorofilas A, B e C, e é conhecido como método tricromático. Como a clorofila A é o pigmento predominante e está presente em todos os grupos vegetais, sendo a indicadora ideal da biomassa fitoplanctônica, atualmente o método espectrofotométrico monocromático é o mais frequentemente utilizado (CETESB, 2014).

Os pigmentos fotossintéticos presentes e a sua abundância variam de acordo com a espécie. A clorofila A (Chl A) está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese oxigênica. As bactérias fotossintetizantes são desprovidas de clorofila a e

possuem em seu lugar a bacterioclorofila como pigmento fotossintético. A Chl A é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (STREIT *et al.*, 2005).

Para essa etapa, as amostras foram separadas, extraída de cada amostra uma quantidade menor de cerca de 0,200mg de talo líquênico, pesado em balança analítica de precisão. Esse material foi macerado com bastão e pilão de cerâmica, colocado em tubete plástico de ponta cônica e tampa de rosca, identificados pela espécie de líquen, número de amostra e local de coleta e foi aplicada uma solução de acetona 80%. Após este procedimento, as amostras foram envoltas em papel laminado e guardadas em local privado de luz por 48 horas (Figura 15).

Figura 15. Etapas de preparação de infusão de material botânico para análise de Pigmento fotossintetizante.

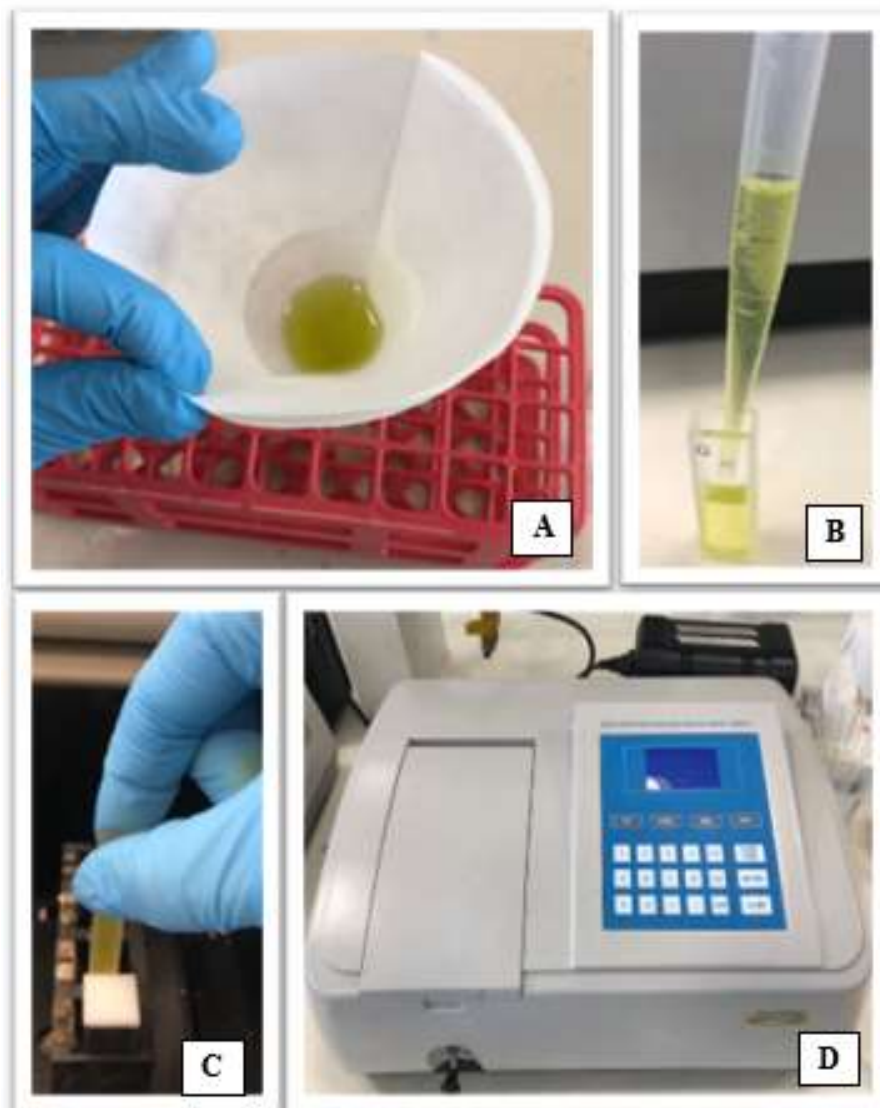


**A.** Quantidade de líquen utilizado para cada infusão, correspondente a 0,200mg, pesado em balança analítica. **B.** Processo de maceração em pilão de cerâmica. **C.** Solução de acetona 80%. **D.** Tubetes preparados com a infusão de líquen macerado e acetona. **E.** Material pronto e embalado para permanecer em local privado de luz por 48 horas.

Fonte: o autor.

Esta metodologia de análise utiliza resultados obtidos em laboratório, visando quantificar quantidades de (Clorofila A 666nm, Clorofila B 546nm, Feofitina 663 e 645nm), buscando identificar níveis de alteração de clorofila para feofitina, nas amostras de líquens coletadas na área de estudo. Passado tempo necessário de infusão, os tubetes foram abertos, o líquido do recipiente foi filtrado individualmente em filtros de papel, para que somente o líquido fosse avaliado sem sujeira ou impurezas (Figura 16).

Figura 16. Sequência de etapas de trabalho em laboratório realizados após o processo de infusão e preparação para leitura de amostras no aparelho espectrofotômetro.



**A.** Filtragem da infusão em filtro de papel. **B.** Preparação do tubete de vidro para ser colocado no aparelho espectrofotômetro. **C.** Compartimento de leitura de amostra. **D.** Aparelho de espectrofotômetro.

Fonte: o autor.

Cada amostra foi colocada em um tubete de vidro próprio para este tipo de análise e cada amostra foi submetida a análise em aparelho de espectrofotômetro UV/VIS, da marca Novainstruments, série 1600, nos quatro comprimentos de onda 666, 663, 645, 546nm (Figura 16). Os resultados das leituras foram aplicados em fórmulas para cálculo dos teores de clorofilas a e b (HILL, 1963) e feofitinas a e b (VERNON, 1960).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa da pesquisa foi direcionada a buscar a diversidade líquênica na área de estudo e verificar os fatores associados ao ambiente em que as amostras foram encontradas e coletadas.

Dialogando com as bibliografias a respeito da temática, vinculando com as informações encontradas no trabalho de campo e nos tipos de líquens coletados, foi possível constatar um maior quantitativo de líquens em ambientes abertos, áreas de vegetação menos densa, com um maior distanciamento entre as árvores, bem como, espaços parcialmente ensolarados, sem incidência direta de sol.

Nas áreas de interior da floresta, com vegetação mais densa e fechada não foram percebidas e encontradas muitas espécies, quando comparadas com áreas de vegetação menos densa, sendo encontrados em uma distância aproximada de até 15 metros da borda ao centro. É importante destacar que esta distância e situação encontrada, se aplica a esta área de estudo, não sendo via de regra para outras localidades.

É possível afirmar que a *Araucaria angustifolia* é uma grande facilitadora de desenvolvimento e suporte para diversas espécies da FOM, não sendo diferente com os líquens, 80% das espécies foram coletadas em troncos de araucaria. A aderência na casca mais rugosa e o espesso diâmetro dos troncos neste caso, aponta ser um facilitador de desenvolvimento para líquens de talo folioso e fruticoso.

Espécies exóticas como *Pinus* e *Eucalipto* não tem grande presença na UC, mas em meio a vegetação nativa alguns indivíduos são encontrados. Não foi observada nenhuma espécie de líquen aderido ao tronco ou na proximidade dos mesmos.

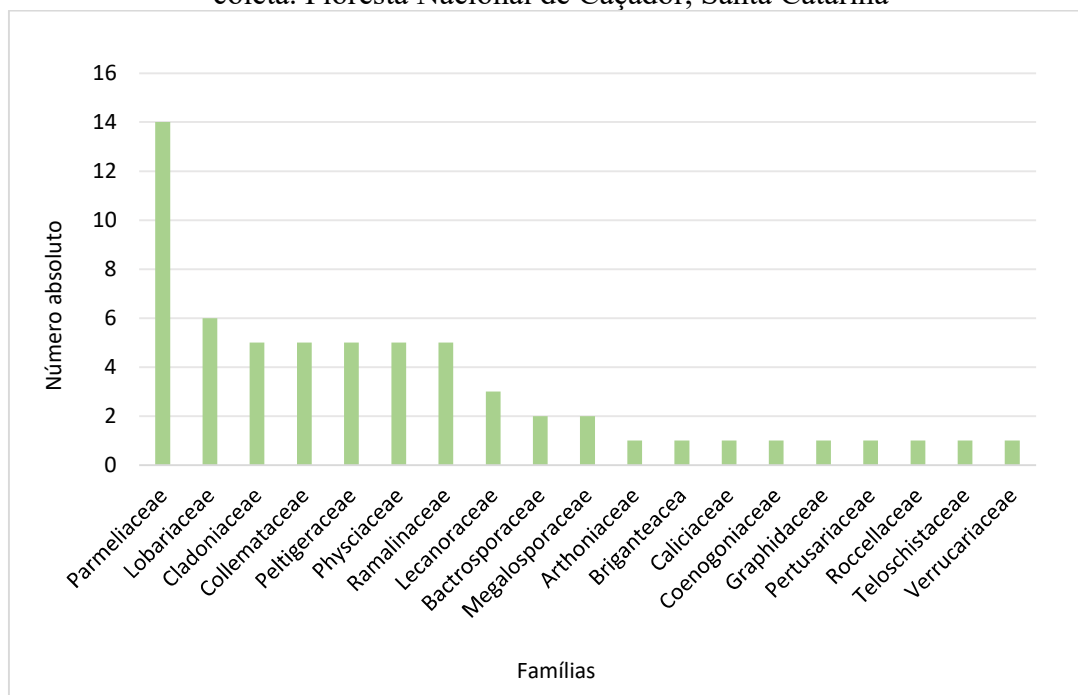
O acesso dos moradores locais a UC é bastante frequente, em todos os trabalhos de campo realizados foi possível verificar a presença de moradores locais circulando pelos arredores e dentro da área da UC. No trabalho de campo realizado em 20/04/2022 já havia moradores coletando pinhão, principalmente devido a grande quantidade que já haviam caído pelo chão. Por ser uma Unidade de Conservação de uso sustentável tal prática é permitida.

Todas as espécies de líquens encontradas e selecionadas para estudo apresentavam boa vitalidade no momento da coleta, principalmente os com tipo de talo folioso. Na situação desta UC é possível afirmar que esta vitalidade apresentada está associada a posição da amostra em relação ao centro da floresta, espécies que estavam em sentido ao interior da mata, apresentaram vitalidade maior que as que estavam posicionadas no

sentido para fora da mata, recebendo assim intempéries diversas e incidência solar extrema.

Ao todo foram coletadas 87 amostras na primeira parte do estudo. Dento das coletas efetuadas foram identificados 60 táxons liquênicos diferentes entre si, distribuídos 28 gêneros e 19 famílias, conforme gráfico 1.

Gráfico – 1. Predominância de famílias de Líquens encontradas na primeira etapa de coleta. Floresta Nacional de Caçador, Santa Catarina



Fonte: o autor.

Os táxons que apresentam maior frequência nas áreas amostradas foram da família Parmeliaceae com 14 espécies, divididas entre talos fruticosos e talos foliosos. A segunda maior foi a família Lobariaceae com 6 espécies (todos os talos foliosos).

Com 5 espécies cada as famílias Cladoniaceae (todos dimórficos), Peltigeraceae (todos foliosos), Collemataceae (todos foliosos) Ramalinaceae (2 talos foliosos, 2 talos fruticosos e 1 talo crostoso). O mesmo tipo de família não garante o mesmo tipo de talo, podendo variar como o exemplo da família ramalinaceae.

A família Physciaceae aparece com 4 espécies (todos foliosos), Lecanoraceae com 3 espécies (todos foliosos), Megalosporaceae e Bactrosporaceae com 2 espécies (todos crostosos). Por último com uma espécie cada, as famílias Briganteaceae, Caliciaceae, Graphidaceae, Arthoniaceae, Roccellaceae, Pertusariaceae (todos de talo



crostoso), Verrucariaceae (talo esquamuloso), Teloschistaceae (talo fruticoso), Coenogoniaceae (talo filamentosos).

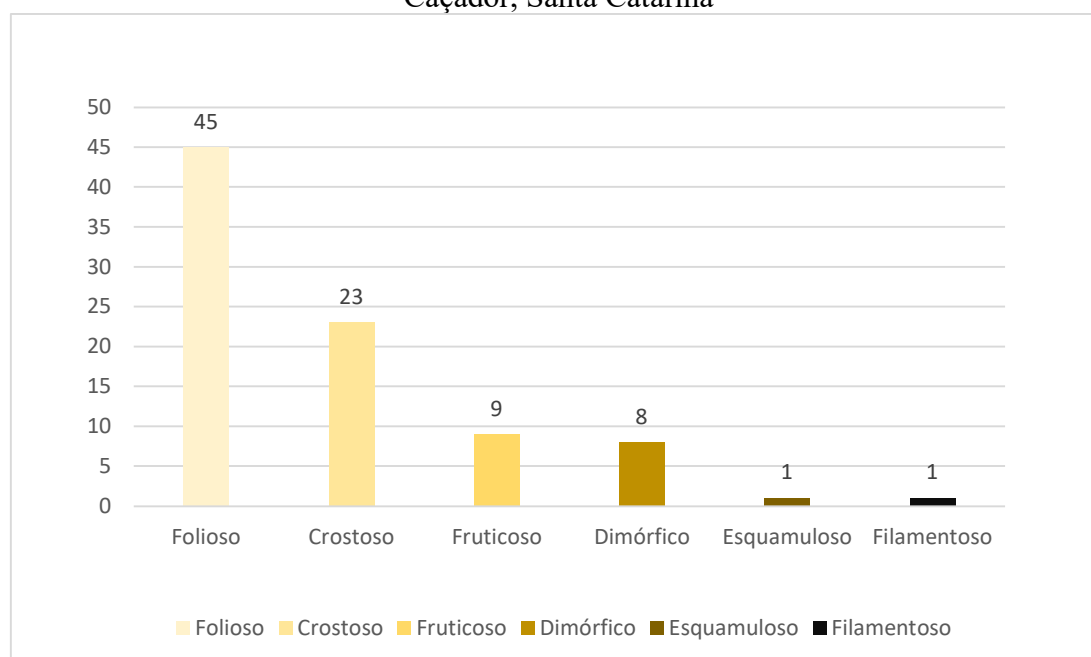
Esses resultados são esperados, uma vez que a família Parmeliaceae é a que possui a maior dominância e riqueza de espécies no Brasil, possuindo 2400 espécies distribuídas em 85 gêneros (BLANCO *et al.*, 2005), e a família Graphidaceae é a segunda maior família de líquens (RIVAS-PLATA *et al.*, 2013).

Marcelli *et al.* (1998) também citaram que em florestas de Mata Atlântica, os ramos e galhos expostos à luz e troncos nas bordas das florestas apresentam uma grande diversidade de Parmeliaceae e Graphidaceae.

Os forófitos onde a maioria dos líquens foram coletados pertencem às espécies *Araucaria angustifolia*.

Ainda é possível dividir as coletas por tipo de talo. Conforme o gráfico 2, foram identificadas as seguintes quantidades por tipo de talo, sendo: 8 talos dimórfico, 1 talo esquamuloso, 1 talo filamentosos, 45 talos foliosos, 9 talos fruticosos, 23 talos crostosos.

Gráfico – 2. Contagem de espécies por tipo de talo, coletados na Floresta Nacional de Caçador, Santa Catarina



Fonte: o autor.

O tipo de talo folioso representa 54% da amostragem, isso pode estar vinculado a todas as espécies terem sido coletadas em árvore de casca rugosa, principalmente *Araucaria angustifolia*, abundante na área de estudo, a mesma que retêm bastante

umidade, dois facilitadores de instalação, já que líquens deste tipo de talo se fixam com mais facilidade neste tipo de casca.

Os ambientes de coleta foram relativamente úmidos e com cobertura vegetal mais densa, tendo incidência solar indireta e claridade constante. Esse tipo de talo apresenta mediana tolerância a poluição, alguns tipos de talo folioso apresentaram certa resistência a ambientes poluídos, como por exemplo *Canoparmelia texana* (Tuck.)

Elix & Hale afirmam que *Canoparmelia texana* é um líquen epífito que aparece em regiões de poluição relativamente elevada, onde todas as outras espécies já desapareceram (MARCELLI, 1998). Enquanto as outras espécies desaparecem de regiões poluídas, *C. texana* é muito mais abundante nessas regiões do que nos ambientes naturais não poluídos, o que o caracteriza como uma espécie indicadora de poluição, com comportamento similar à *Lecanora onizaeoides* da Europa.

Os líquens de talo crostoso apresentaram 23% do total de amostras, dentro deste, 90% das amostras deste tipo de talo foram coletadas em área de processo de corte de vegetação, com grande exposição ao sol e densidade vegetal reduzida, além de o número reduzido de árvores menores com casca lisa, que são locais de preferência de instalação de líquens crostosos, e umidade reduzida favorece a instalação do líquen.

A ausência de outros tipos de talo nesta área indica uma diminuição na qualidade ambiental local, levando em consideração a predominância dos líquens crostosos que são mais resistentes a poluição e as alterações do ambiente. Isso se deve não somente a poluição e ações de entorno, mas também uma questão de variação de tipologia ambiental encontrada na área.

Líquens de talo fruticoso atingiram 11% da amostra, são líquens sensíveis a poluição, pois sua fisiologia permite o registro biológico a respeito da diminuição da qualidade ambiental local. Martins Mazzitelli *et al.* (2006), afirmam que em locais de grande poluição ambiental são os primeiros a desaparecer.

Os gêneros *Usnea* e *Ramalina* são abundantes na área de estudo e também no Brasil, mas apesar desta abundância, não foram encontradas muitas variações de espécie deste tipo de talo, apesar de grande quantidade de talos encontrados a diversidade entre os gêneros não é grande.

Os líquens de talo dimórfico atingiram apenas 10% da amostra de análise, todos correspondentes a família Cladoniacea. São comprovadamente bioindicadores de qualidade do ar em biomonitoramento ativo, principalmente espécies de *Cladonia vercillaris*, abundante no cerrado brasileiro.

Os líquens de talo esquamuloso e filamentosos apresentaram apenas 1 amostra cada, totalizando 2% da amostra. Isso acontece porque os talos são pequenos e de difícil identificação.

As espécies coletadas em campo na primeira etapa da pesquisa foram separadas por tipo de talo e são apresentadas em forma de tabela e imagens.

As tabelas de 1 a 6 apresentam as espécies coletadas e identificadas na primeira etapa da pesquisa, separadas por família e apresentadas por ordem alfabética. Os líquens de talo crostoso foram classificados em 10 diferentes famílias, resultando em 14 espécies diferentes (tabela 1).

Por apresentarem alta eficiência na captação de energia, os crostosos são afetados pela lenta taxa de reidratação, ao contrário dos não crostosos que rapidamente conseguem se reidratar através da umidade do ar (NASCIMENTO, 2018). Muitos tem aparência rugosa e cores que vão de cinza claro a branco (Figura 17 e 18).

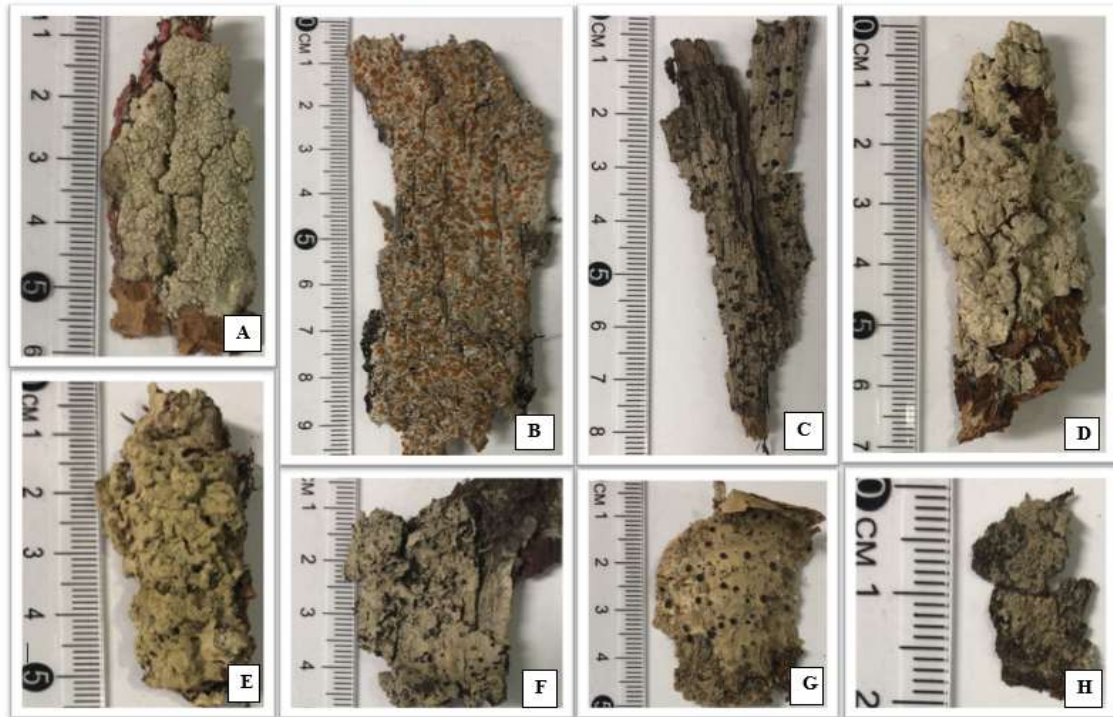
Alguns casos o mesmo tipo de talo pode apresentar tamanhos e cores diferentes entre amostras. Isso acontece devido a idade do talo ou pela diferença no padrão de umidade. Talos úmidos possuem coloração viva, diversas tonalidades de cor e demonstram boa vitalidade, são brilhosos, diferente dos talos quando secos, em alguns casos a cor muda, fica opaca e com a aparência sem vida.

Tabela 1. Família, nome de espécie de talo do tipo Crostoso.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
Arthoniaceae	<i>Herpothallon rubrocintum</i>
Bactrosporaceae	<i>Bactrospora jenikii</i>
	<i>Bactrospora macrospora</i>
Briganteacea	<i>Brigantiae leucoxantha</i>
Caliciaceae	<i>Caliciun hyperelloides</i>
Graphidaceae	<i>Graphis globosa</i>
	<i>Lecanora aff. casuarinophila</i>
Lecanoraceae	<i>Lecanora aff. subalbellina</i>
	<i>Lecanora cf. argentata</i>
	<i>Megalospora sulphurata</i>
Megalosporaceae	<i>Megalospora tuberculosa</i>
	<i>Pertusaria sp.</i>
Pertusariaceae	<i>Lopezaria versicolor</i>
Ramalinaceae	<i>Mazosia sp.</i>
Roccellaceae	

Fonte: o autor

Figura 17 - Líquens coletados do tipo de Talo Crostoso Parte 1



A. *Pertusária*. B. *Brigantiae leucoxantha*. C. *Bacstropora macrospora*. D. *Graphis globosa*. E. *Lecanora casuarinophila*. F. *Megalospora sulphurata*. G. *Lopezaria versicolor*. H. *Lecanora aff. argentata*.

Fonte: o autor.

Figura 18 - Líquens coletados do tipo de Talo Crostoso Parte 2



A. *Pertusaria sp.* B. *Megalospora tuberculosa* C. *Bactrospora jeniki* D. *Lecanora aff. subalbelina*. E. *Caleciun hyperelloides*.

Fonte: o autor

Para exemplificar essa mudança de cor é possível observar dois talos do mesmo tipo, líquen *Herpothallon rubrocintum* (Figura 19). Neste caso a segunda amostra possui uma concentração maior de pigmento, sendo essa amostra coletada em um caule de *Dicksonia sellowiana*, significativamente úmido e vascularizado em toda sua extensão, tendo o líquen crostoso uma aderência grande ao caule, neste caso, contribui para a vitalidade e coloração viva.

Esta espécie de líquen (*Herpothallon rubrocintum*) ficou popularmente conhecida através de uma fake News. Diversos meios de comunicação divulgaram esta espécie como “líquen vermelho”, afirmando que quando encontrado em determinado local, este líquen indicaria uma boa qualidade do ar. É importante afirmar que não existe confirmação científica, pesquisa ou qualquer evidência de que esta espécie é uma bioindicadora de qualidade do ar.

Figura 19 – Amostras do Líquen *Herpothallon rubrocintum*, mesmo tipo de talo em cores distintas devido a concentração maior de pigmentos no segundo exemplar. Ambas amostras coletadas na área de estudo, Flona Caçador, Santa Catarina.



Fonte: o autor

Também chamados de microlíquens, os líquens crostosos ou crustosos como também são chamados por alguns autores, tem por característica principal seu tamanho reduzido, aparência de “casca”, por vezes sem delimitação de início ou fim, em muitos casos conseguem uma camuflagem perfeita com o forófito ao qual está inserido. A olho nu, sua identificação é difícil, principalmente em casos de coloração opaca ou semelhante ao tronco.

Diversas espécies possuem apotécios sobressalentes (pequenas estruturas arredondadas) coloração viva, sendo esta característica um facilitador para a visão, mas a principal forma de percebê-los é através de uma lupa em campo e principalmente dispor de tempo de observação.

A figura 20 apresenta uma fotografia feita em campo, de um tronco de árvore em adiantada decomposição, é possível verificar a presença de microlíquens. Apenas com a imagem aumentada e detalhada é possível perceber a diversidade de espécies do talo crostoso neste tronco. Amostras deste tipo, com tamanha aderência ao tronco são praticamente impossíveis de remover, já que são tão pequenos e aderidos que ao tentar retirar amostra acaba se desfazendo.

Figura 20. Líquens crostosos em tronco de árvore



Fonte: o autor.

Em relação ao tipo de talo dimórfico, apenas espécies do gênero *Cladonia* foram encontradas e coletadas na área de estudo (Tabela 2), com representantes de 5 espécies. Esta família pertence à ordem Lecanorales, e é posicionada dentro da classe dos Ascomycetes; possui como fotobionte algas verdes unicelulares.

Tabela 2. Família, nome de espécie de tipo de talo Dimórfico.

Família	Espécie
Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> aff. <i>polystomata</i>
	<i>Cladonia</i> <i>ahthii</i>
	<i>Cladonia</i> <i>furfuracea</i>
	<i>Cladonia</i> <i>miniata</i>
	<i>Cladonia</i> <i>subsquamosa</i>

Fonte: o autor

Figura 21 - Líquens coletados do tipo de Talo Dimórfico



A. *Cladonia furfuracea*. B. *Cladonia subsquamosa*. C. *Cladonia miniata*. D. *Cladonia* aff. *polystomata*. E. *Cladonia ahtii*.

Fonte: o autor

Quanto à adaptação ecológica, as populações de Cladoniaceae estão geralmente confinadas, e têm períodos distintos de erupção ou contração, que dependem dos ciclos de sucessão (SILVA, 2006).

Em áreas litorâneas do nordeste brasileiro com solos arenosos, como extensão da Mata Atlântica, ou em interface com bioma semiárido de Caatinga e florestas úmidas de alta montanha, denominados brejos, líquens da família Cladoniaceae são encontrados formando almofadas nestes solos. Eles interagem com seu substrato, influenciando a composição química e a biota (PEREIRA *et al.*, 2019).

O gênero *Cladonia* apresenta muitas espécies (cerca de 700 pelo mundo todo), dentre as quais há uma boa parcela restrita a ambientes bem preservados (e.g., *Cladonia imperialis* e *Cladonia secundana*) e outras com certa rusticidade, que ocorrem inclusive em áreas urbanas, como é o caso de *Cladonia subsquamosa* (GUMBOSKI, comunicação pessoal; AHTI, 2000).

O líquen *Cladonia verticillaris* tem sido amplamente estudado no Brasil, como uma maneira de quantificar poluentes atmosféricos e biomonitorar variações de poluição do ar. A exemplo podemos citar (PEREIRA, 2014), que afirma após um estudo direcionado para motores movidos a biodiesel, que entre as diversas espécies que podem ser utilizadas para monitorar a presença de poluentes atmosféricos, está a *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr., espécie endêmica do Brasil e muito comum no Nordeste brasileiro.

Um estudo recente avaliou o líquen *Cladonia verticillaris* como um indicador de impactos negativos derivados da combustão de misturas de biodiesel, tendo como resposta a baixa degradabilidade metabólica de *Cladonia verticillaris* espécies com altas concentrações de poluentes neste estudo ratifica sua aplicação como um excelente biomonitor ambiental (SILVA *et al.*, 2021).

Este crescimento em estudos direcionados a este tipo de líquen está ligado a espécie ser endêmica e encontrada em relativa abundância no estado. Ao ser submetida a emissões provenientes da queima de combustíveis, *Cladonia verticillaris* entrou em processo de estresse com forte redução de sua vitalidade. Esta combinação de poluentes, quando associada aos particulados de chumbo, levou o líquen a fenecer (MOTA-FILHO *et al.*, 2006).

Os indivíduos representados pelo talo Esquamuloso apresentaram apenas uma espécie: *Eschatogonia prolifera*, originária da família Verrucariaceae (tabela 3, figura 22). Este talo foi coletado por acidente, no momento da identificação, foi percebido quando visto detalhadamente em microscópio, estava anexado em outra amostra. A pesquisa em microscópio possibilitou que a amostra fosse vista e identificada.



Tabela 3. Família, nome de espécie de tipo de talo Esquamuloso

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
Verrucariaceae	<i>Eschatogonia prolifera</i>

Fonte: o autor

Figura 22. Liquen coletado do tipo de Talo Esquamuloso, *Eschatogonia prolifera*.



Fonte: Pictures tropical lichens, 2022.

O mesmo se deu para os indivíduos de talo Filamentoso que apresentaram apenas uma espécie: *Coenogonium byssohallimun*, da família Coenogoniaceae (tabela 4). Com tamanho reduzido o talo filamentoso foi pouco coletado.

Sua característica é semelhante aos líquens de tipo de talo crostoso, aparentemente se parece com feltro, com superfície aveludada, mas quando visto em microscópio mostra detalhes de sua morfologia, um emaranhado de pequenos filamentos, como fios tramados em tecido e apotécios alaranjados (figura 23).

Tabela 4. Família, nome de espécie de tipo de talo Filamentoso

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
Coenogoniaceae	<i>Coenogonium byssohallinun</i>

Fonte: o autor

Figura 23. Líquen coletado do tipo de Talo Filamentoso: *Coenogonium byssohallinun*  
 Amostra coletada, amostra visualizada em microscópio respectivamente



Fonte: o autor

Aptroot & Caceres (2018), afirmaram que até o momento, 109 espécies deste gênero são conhecidas em todo mundo, sendo 52 espécies reconhecidas no Brasil, mostrando que cerca de metade da biodiversidade mundial deste gênero é presente neste país.

Os indivíduos representados pelo talo Fruticoso contabilizaram 8 espécies e 3 famílias (tabela 5). Importante destacar que espécies de talo fruticoso são indicadores de área de preservação e boa qualidade do ar.

De acordo com Martins Mazzitelli *et al.* (2006), os líquens fruticulosos são os mais sensíveis a poluição atmosférica, sendo os primeiros a desaparecerem em áreas muito poluídas. Os líquens pertencem ao gênero *Ramalina*, tem cerca de 250 espécies distribuídas em todas as regiões do mundo (MOREIRA, 2015)

Tabela 5. Família, nome de espécie de tipo de talo Fruticoso.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
Parmeliaceae	<i>Usnea angulata</i>
	<i>Usnea erinacea</i>
	<i>Usnea parvula</i>
	<i>Usnea rubicunta</i>
	<i>Usnea sp.</i>
Ramalinaceae	<i>Ramalina celsa</i>
	<i>Ramalina pusiola</i>
Teloschistaceae	<i>Teloschistes flavicans</i>

Fonte: o autor

Espécies deste tipo de talo foram encontrados em abundância em todos os pontos de coleta, principalmente diversos tipos de *Usnea sp.* (figura 24).

Figura 24. Líquens coletados do tipo de Talo Fruticoso.



A. *Ramalina celastri*. B. *Usnea rubricunda*. C. *Usnea angulata*. D. *Usnea erinacea*. E. *Usnea parvula*. F. *Usnea*. G. *Ramalina pusiola*. H. *Teloschistes flavicans*.

Fonte: o autor

Desta forma, é possível afirmar que a UC ainda preserva espécies de líquens de talo fruticoso e, portanto, aponta para uma boa qualidade do ar.

Considerando que o dióxido de enxofre é tóxico para uma variedade de líquens, incluindo tanto os que contêm cianobactérias como *Lobaria* e também alguns com alga verde como *Usnea* (RICHARDSON & CAMERON, 2004), a presença destas espécies na área de estudo corrobora para qualidade positiva do ar.

O talo Folioso é o mais abundante na área de estudo (gráfico 1), contabilizando 31 espécies identificadas a partir das 6 famílias encontradas (tabela 6).

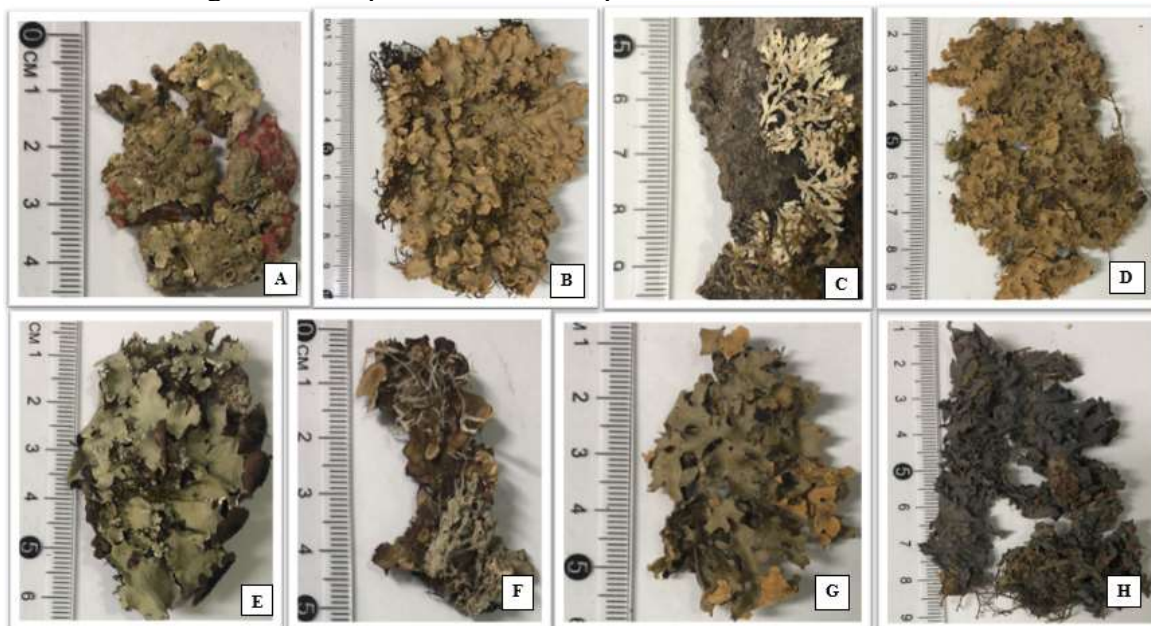
Tabela 6. Família, nome de espécie de tipo de talo Folioso.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
Collemataceae	<i>Leptogium atlanticum</i>
	<i>Leptogium austroamericanum</i>
	<i>Leptogium azureum</i>
	<i>Leptogium isidio sellum</i>
	<i>Leptogium megapotamicum</i>
Lobariaceae	<i>Pseudocyphellaria</i> sp.
	<i>Sticta aff. fuliginosa</i>
	<i>Sticta</i> cf. <i>fuliginosa</i>
	<i>Sticta</i> cf. <i>weigeli</i>
	<i>Sticta</i> sp.
Parmeliaceae	<i>Sticta weigeli</i>
	<i>Canoparmelia caroliniana</i>
	<i>Canoparmelia crozaesiana</i>
	<i>Canoparmelia texana</i>
	<i>Hypotrachyna endochlora</i>
	<i>Parmotrema clavuliferum</i>
	<i>Parmotrema</i> sp.
	<i>Parmotrema tinctorum</i>
	<i>Punctelia mirabilis</i>
	<i>Punctelia</i> sp.
Peltigeraceae	<i>Crocadia aff. auratta</i>
	<i>Crocadia durata</i>
	<i>Emmanuelia americana</i>
	<i>Emmanuelia elaeodes</i>
Physciaceae	<i>Emmanuelia erosa</i>
	<i>Heterodermia caserettiana</i>
	<i>Heterodermia japonica</i>
	<i>Heterodermia leucomela</i>
Verrucariaceae	<i>Heterodermia obscurata</i>
	<i>Psoroglaena cubensis</i>
	<i>Remototrachyna costaricensis</i>

Fonte: o autor

Os macroliquens foliosos (Figura 25 a 29) acumulam a maior biomassa entre todos os tipos de crescimento liquênico e, portanto, dependem de uma combinação ótima de temperatura, umidade e luz; geralmente crescem melhor em climas temperados, com alta precipitação e em ambientes abertos (NASCIMENTO, 2018).

Figura 25 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 1



**A.** *Canoparmelia caroliniana*. **B.** *Emannuellia americana*. **C.** *Heterodermia japônica*. **D.** *Emannuellia elaiodes*. **E.** *Parmotrema clariferun*. **F.** *Heterodermia leucomella*. **G.** *Pseudocyphellaria*. **H.** *Leptogiun azureun*.

Fonte: o autor

Espécies foliosas de crescimento rápido são fortes na competição por espaço o que consequentemente faz com que ocorra um aumento na cobertura, além disso, as espécies foliosas são mais sensíveis às alterações ambientais que as espécies crostosas (MARTINS *et al.*, 2008).

É perceptível também que os macrolíquens, atingiram a maioria em representatividade de coletas de amostras. Isso se deve não somente a maior quantidade de espécies deste tipo de talo encontradas no local, mas também a facilidade de reconhecimento dos mesmos devido a seu tamanho e sua morfologia, em grande parte concentrada em foliosos, que em grande maioria tem tamanho grande e volume diferenciado em relação a outras, se destaca entre outros táxons menos conhecidos como os crostosos, por exemplo.

As espécies *Heterodermia obscurata*, *Parmotrema tinctorum* (ambas de talo folioso) e *Usnea* sp. (de talo fruticoso) foram indicadas por (MARTINS *et al.*, 2008) como bioindicadoras de qualidade do ar, tendo capacidade de determinar a presença de poluentes. A espécie *Parmotrema* sp., principalmente *Parmotrema tinctorum* (figura 26,

foto C), devido a facilidade de identificação da espécie, foliosa de grande proporção. Algumas espécies do tipo de talo fruticoso dos gêneros *Usnea* sp. e *Teloschistes* sp., por exemplo, também são utilizados (FUGA *et al.*, 2005; KAFFER; 2011).

Figura 26 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 2



**A.** *Crocardia* aff. *aurata*. **B.** *Heterodermia obscurata*. **C.** *Parmotrema tinctorium*. **D.** *Crocardia aurata*. **E.** *Remototrachyna costaricensis*. **F.** *Leptogiun isodiocillun*. **G.** *Leptogiun astroamericanium*. **H.** *Sticta* cf. *fuliginosa*.

Fonte: o autor

Todas essas espécies de talo folioso (tabela 5) e fruticoso (tabela 6), foram encontradas na área de estudo, reforçando as características de boa qualidade do ar para a localidade de investigação.

No Brasil dentre os gêneros de líquens foliosos mais utilizados para estudos relacionados a qualidade do ar são *Canoparmelia* sp., marceque se apresenta com abundância em cidades não litorâneas e de grau de poluição elevado no Brasil (FUGA *et al.*, 2005, COCCARO *et al.*, 2000 e SAIKI *et al.*, 2003).

Em um estudo mais recente, Marcelli *et al.*, (2008), podem constatar que concentrações de elementos químicos em amostras de *Canoparmelia texana*, em diferentes níveis de poluição foram comparados e os achados indicaram que esta espécie pode ser usada para monitorar áreas urbanas poluídas.

Silva *et al.* (2014) avaliaram a qualidade do ar no parque da Jaqueira, Recife- PE a partir da flora liquênica existente. Determinaram o Índice de Pureza Atmosférica (IPA)

e foram quantificados pigmentos fotossintéticos da espécie de líquen *Parmotrema praesorediosum*. Em todos os quadrantes foram encontradas espécies de líquens, no entanto *P. praesorediosum* só foi localizada em 55% do parque, área também considerada como padrão de qualidade do ar de bom a superior.

A análise do líquen em termos relativos, traz uma ideia geral do estado de o nível de poluição de vários elementos na área de estudo, embora ainda seja difícil apontar as fontes exatas de elementos que são acumulados pelo líquen, sua distribuição ajuda a elucidar sua origem.

Figura 27 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 3



**A.** *Heterodermia cassetiana*. **B.** *Hypotrachyna endochlora*. **C.** *Sticta ct. weigelli*. **D.** *Leptogiun megapotamicum*. **E.** *Canoparmelia texana*. **F.** *Leptogiun atlanticum*. **G.** *Sticta es. fuliginosa*. **H.** *Canoparmelia crozalsiana*.

Fonte: o autor

Figura 28 - Líquen coletado do tipo de Talo Folioso - Parte 4



A. *Emannuella erosa*. B. *Psoroglaena cubensis*. C. *Sticta weigelli*. D. *Parmotrema*. E. *Punctelia mirabilis*. F. *Punctelia* sp. G. *Sticta* sp.

Fonte: o autor

Uma espécie de aspecto mais gelatinoso foi coletada em um ambiente sombreado, espécie *Leptogiun megapotamicum*, (figura 29) que foi coletada de um galho de *Araucaria angustifólia*, em avançado estado de decomposição e excessivamente úmido, este foi o único talo coletado em um galho já caído, não sendo observados outros casos. Grande parte das amostras coletadas foram retiradas de troncos de araucárias, mas com a casca firme e em alguns casos de difícil retirada.

Figura 29 - Líquen *Leptogiun megapotamicum* no momento da coleta e após o processo de secagem respectivamente.



Fonte: o autor.

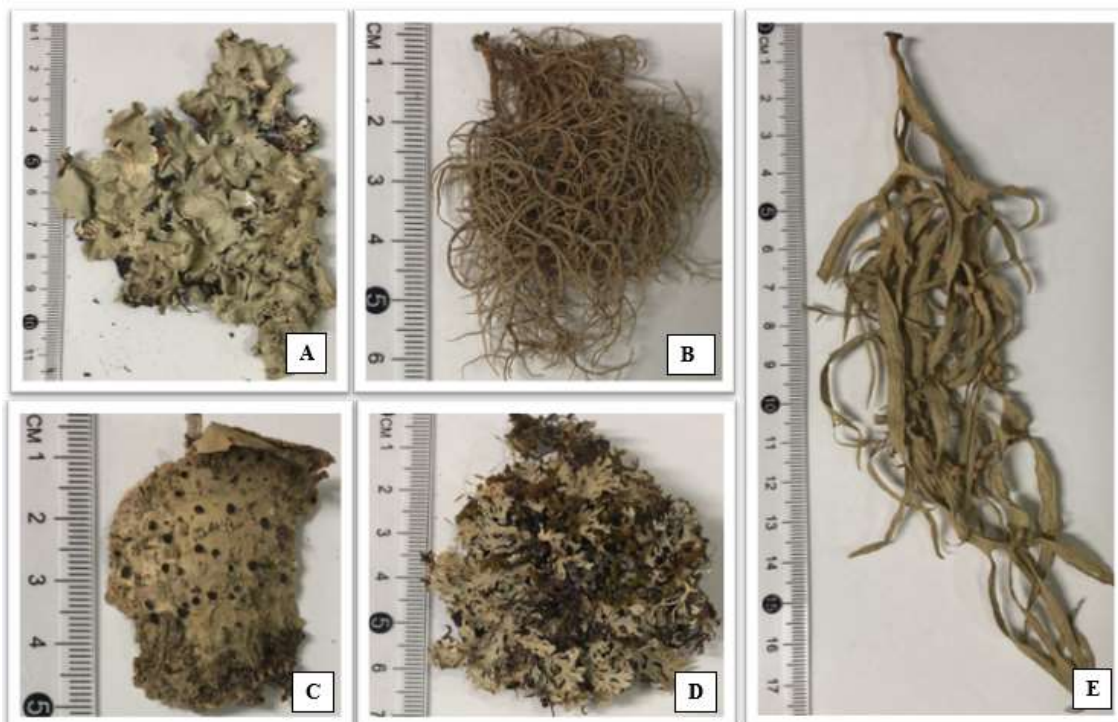


Os cianolíquens fixam o nitrogênio atmosférico, são geralmente ricos em nutrientes e quando em abundância contribuem para os balanços de nutrientes do ecossistema, podendo acontecer tanto por lixiviação do talo quando molhado e escorre ao solo e quando os talos se decompõem ao chão da floresta (RICHARDSON & CAMERON, 2004).

Muitos cianolíquens, incluindo gêneros conspícuos (facilmente notado) como *Erioderma*, *Leptogium*, *Lobaria*, *Nephroma*, *Pannaria*, *Parmeliella*, *Peltigera*, *Sticta* e *Pseudocyphellaria* são restritos ou são mais abundantes em florestas mais antigas e maduras (RICHARDSON & CAMERON, 2004).

As árvores de circunferência maior concentravam em grande parte dos tipos de talo foliosos como por exemplo o gênero *Parmotrema tinctorum* e *Heterodermia caserettiana*. Também foi ricamente encontrado o tipo de talo fruticoso, por exemplo do gênero *Usnea erinacea* e *Ramalina celastri*. Nas árvores de circunferência menor e caules mais estreitos foram coletadas em grande parte espécies de líquens crostosos, como por exemplo os gêneros *Lopezaria versicolor*. A figura 30 mostra exemplos dos talos de líquens encontrados.

Figura 30 - Exemplos de talos de líquens encontrados em maior frequência em consideração a maior circunferência da árvore.



A. *Parmotrema tinctorum*. B. *Usnea erinacea*. C. *Lopezaria versicolor*. D. *Heterodermia caserettiana*. E. *Ramalina celastri*.

Fonte: o autor.

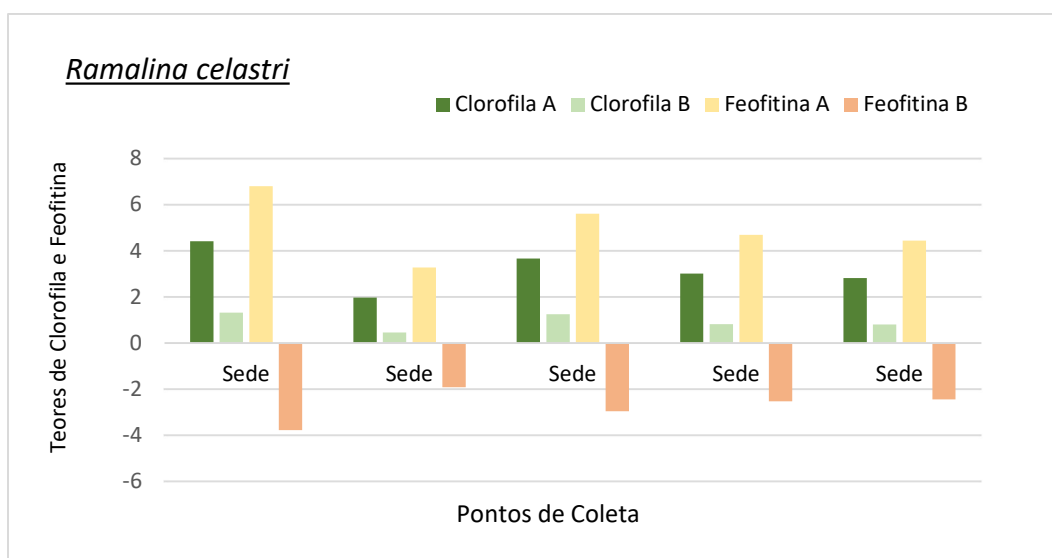
É perceptível também que os macrolíquens, atingiram a maioria em representatividade de coletas de amostras. Isso se deve não somente a maior quantidade de espécies deste tipo de talo encontradas no local, mas também a facilidade de reconhecimento dos mesmos devido a seu tamanho e sua morfologia, em grande parte concentrada em foliosos, que em grande maioria tem tamanho e volume diferenciado em relação a outras. Se destaca entre outros táxons menos conhecidos como os crostosos por exemplo.

A avaliação dos teores de clorofila está diretamente relacionada com os percentuais de células mortas. Sendo o líquen uma associação de alga e fungo, a morte de células verdes originárias das algas apresenta uma correlação com a queda na produção de clorofila, taxa de pigmentos fotossintetizantes e, conseqüentemente, morte do líquen (MARTINS MAZZITELLI *et al.*, 2006).

Contudo é importante esclarecer que esta metodologia confirma que o líquen é suscetível a perceber as ações de seu entorno como fontes potencialmente poluidoras e degradadoras da área estudada, mesmo não mostrando o poluente em si, é possível afirmar anormalidade em sua fisiologia através dos níveis de clorofila e feofitina.

Os líquens do gênero *Ramalina celsa*, foram encontrados apenas no ponto sede. Os níveis de feofitina são maiores em todas as coletas deste gênero. Diferente do gênero *Parmotrema tinctorium* encontrado nos 3 pontos de coleta, mas em pequena quantidade e o gênero *Usnea sp.* encontrando em abundância e de diferentes tamanhos em todas as áreas de coleta.

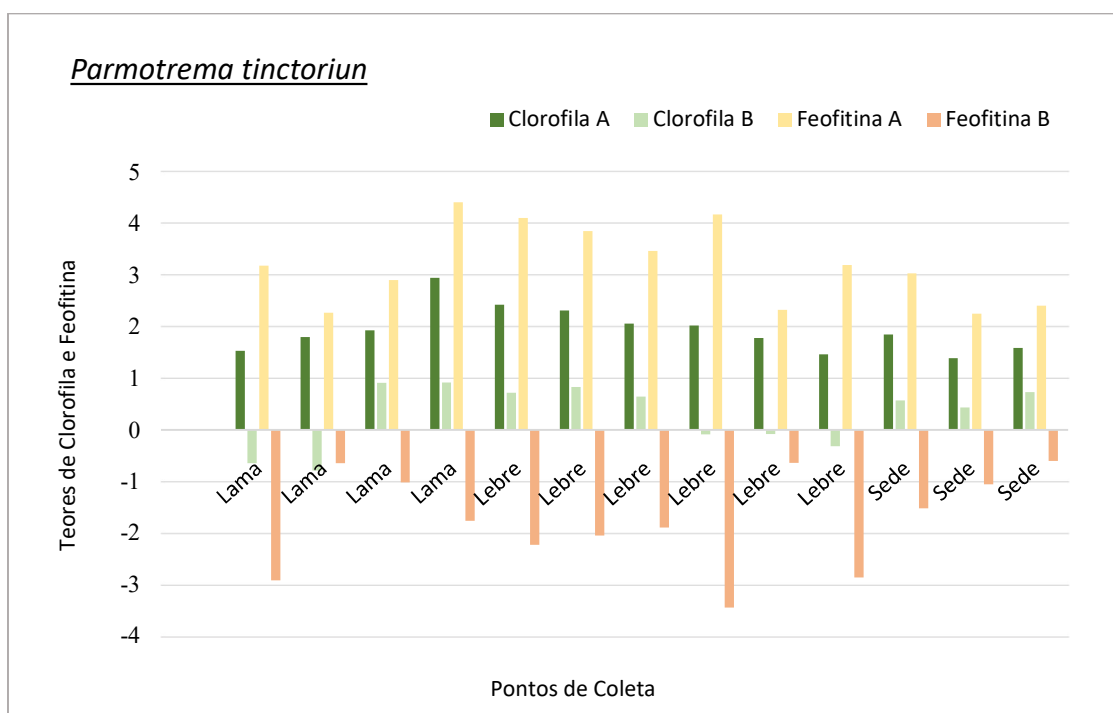
Figura 31. Teores de Clorofila e feofitina A e B. Gênero *Ramalina celsa*



Fonte: o autor.

Avaliando o gênero *Parmotrema tinctorium* é possível verificar que os níveis de feofitina são maiores que os níveis de clorofila, principalmente nos pontos lama e lebre, demonstrando forte interação do líquen com o ambiente externo, seja em questões de poluição ambiental ou diminuição da qualidade ambiental.

Figura 32. Teores de Clorofila e Feofitina A e B. Gênero *Parmotrema tinctorium*.

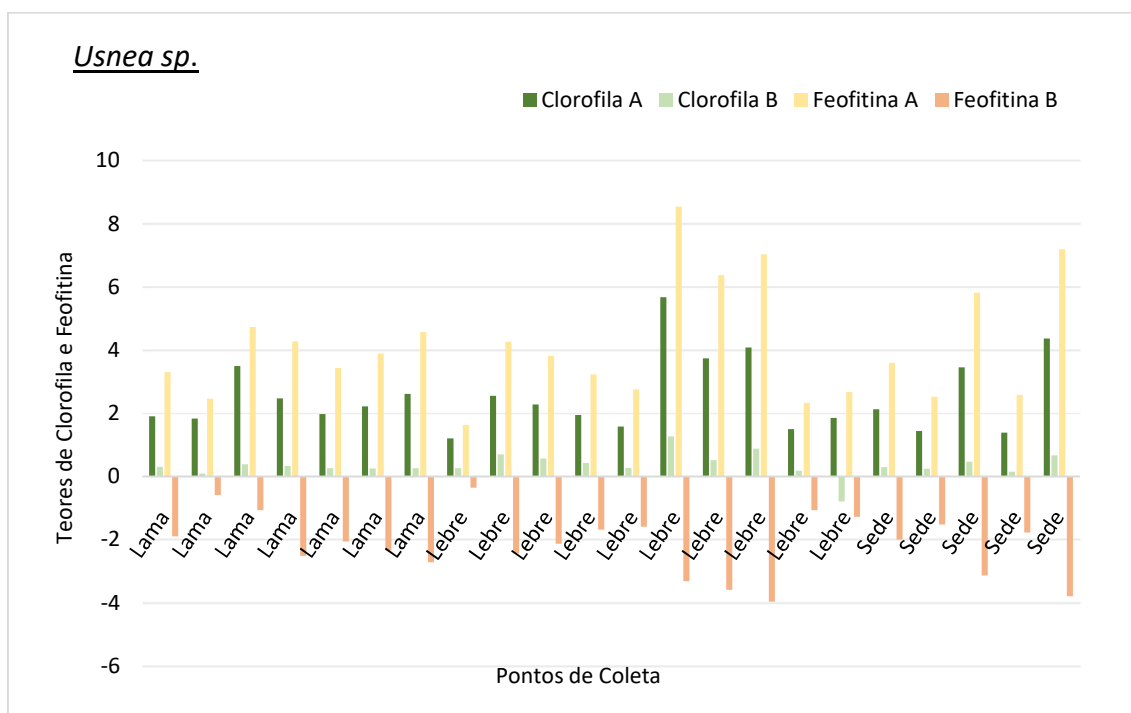


Fonte: o autor.

Em ambos os pontos analisados os líquens apresentaram desequilíbrio entre os níveis de clorofilas e feofitinas. Em todas as áreas foi possível perceber a relação direta entre a degradação da clorofila e o aumento de feofitina proporcionalmente, estabelecendo uma relação de causa e efeito.

O ponto Lebre se encontra em circunvizinhança de uma área de lavoura de milho. A amostra n° 33, encontrada no ponto lebre, possuía um tamanho relativamente superior as demais, atingindo 0,86cm de comprimento. Este crescimento em tamanho do líquen pode estar ligado a farta umidade do local, devido à irrigação destinada a área de plantio próxima. Neste ponto todas as amostras demonstraram uma quantidade maior de clorofila, mas, com níveis de feofitina bastante próximos.

Figura 33. Níveis de Clorofila e Feofitina A e B. Gênero *Usnea sp.*



Fonte: o autor.

Na Unidade de Conservação FLONA Caçador os valores clorofilianos médios se apresentarem maiores para *Ramalina celastri*, seguido de *Usnea sp.* e *Parmotrema tinctorum*. Interessante observar que os valores de clorofila A e feofitina B se mantiveram próximos, o que pode indicar uma substituição mais frequente dos plastos.

Pereira (2014) menciona que a produção da clorofila é fundamental para a manutenção dos organismos fotossintetizantes, sendo que a feofitina é um produto da degradação da primeira. Deste modo, a quantificação de tais pigmentos está diretamente relacionada a possíveis impactos na fisiologia de cada organismo.

A UC Flona Caçador sofre com interferências indiretas oriundas de áreas próximas. A proximidade com áreas agrícolas é uma delas, onde a presença de agrotóxicos acaba afetando não somente a vitalidade das espécies nativas, mas também diminui a biodiversidade local, bem como enfraquece e empobrece a diversidade ambiental dentre outras problemáticas.

Importante salientar também que a UC, se encontra localizada as margens da rodovia SC 350, importante rota de escoamento de produção e com grande circulação de veículos de pequeno, médio e grande porte. Sabe-se que os automóveis emitem compostos como monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, óxidos

sulfúricos e materiais particulados (CETESB, 2015), já indicados por alguns autores como importantes influenciadores na composição da comunidade liquênica (i.e., PERLMUTTER *et al.* 2017).

A Unidade de conservação Floresta Nacional de Caçador apresentou-se uma boa mantenedora da biodiversidade local, mesmo sendo categorizada como UC de uso sustentável e não tendo plano de manejo, sua gestão atribuída ao ICMBIO assegura que este remanescente florestal seja protegido e preservado.

A flora liquênica coletada e identificada é importante para uma primeira análise em diversidade de líquens na região, buscando este entendimento em relação as espécies, foi possível entender a característica da formação florestal em questão, e como a ausência e presença de líquens está ligada as ações de entorno, efeito de borda e a qualidade ambiental de um local.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O biomonitoramento é uma forma eficaz de avaliar a qualidade ambiental de determinadas áreas;
- Investigação, avaliação de riscos, monitoramento, medidas preventivas, conscientização ambiental e medidas mitigatórias andam juntas na busca por um equilíbrio entre meio ambiente e sociedade;
- A qualidade ambiental é um objeto de estudo ambiental e social, tendo em vista que meio ambiente e sociedade andam juntos.;
- É possível afirmar que a ausência e presença dos líquens em determinada área é uma forma de avaliar a qualidade ambiental de qualquer área de estudo;
- O biomonitoramento através de líquens é eficaz, seja na modalidade passivo ou ativo;
- Todos os líquens coletados foram identificados, sendo o primeiro registro das espécies na região;
- Estudos na área de biogeografia reforçam a necessidade de se ter uma interdisciplinaridade entre as ciências nos cursos de graduação e pós graduação, não somente entre Biologia e Geografia, mas nas mais diversas áreas de estudo.
- As espécies de líquens coletadas, identificadas serão depositadas no herbário da UNIVILLE, na cidade de Joinville, SC.

## 8. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, Nº 6, p. 711–728, 2013.

ANDRÉA, M.M. de Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos. 2008. Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/Bioindicadores/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/Bioindicadores/index.htm)>. Acesso em: 20/2/2022

APTROOT, A.; CACERES, M. E. S. *Coenogonium upretianum* (Ascomycota: Coenogoniaceae), a new corticolous lichen species from Brazil. *Cryptogam Biodiversity and Assessment*. Volume (2018), e-ISSN :2456-0251, 11-13.

BARBOSA, M. R. V. Fundamentos de Sistemática e Biogeografia. Ciências Biológicas, Cadernos Virtuais. Ed Universitária, UFPB, João Pessoa, PB, 2011.

BENATTI, M. N. MARCELLI, M. P. Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do Rio Itanhaém, São Paulo. *Acta bot bras.* 21(4): 863-878.2007

BIODIVERSIDADE RS. **Projeto Biodiversidade RS**. 2010. Disponível em: [http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=secoes\\_portal&id=26&submenu=14](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=secoes_portal&id=26&submenu=14)>. Acesso em: 11/01/2022

BLANCO, O., CRESPO A., DIVAKAR, P.K., ELIX, J.A. & LUMBSCH, H.T. 2005. Molecular phylogeny of parmotremond lichens (Ascomycota, Parmeliaceae). *Mycologia*, 97:150-159

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)> Acesso em: 24/06/2022.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. Biogeografia. 2. ed. Fumpec, Ribeirão Preto, SP, 2006.

CAMPOS, J. O.; SANTOS, J. da S.; SILVA M. do S. S. S.; LIMA, V. R. P. de.; Análise e propagação dos efeitos de borda no parque estadual Mata do Pau – Ferro, Areia – PB *Revista Geográfica Acadêmica* v.12, n.2, (2018).

Câmara Municipal de Caçador. Projeto de lei CMC Nº 2/2019 de Municipio de Porto União institui a criação do Distrito de Taquara verde, 2019. Disponível em: <https://www.camaracacador.sc.gov.br/proposicoes/Projeto-de-Lei-ordinaria-CMC/2019/1/0/3916>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade do ar no Estado de São Paulo**. Série de Relatórios. São Paulo, 2015.

CHIROL, A. A.; COSTA, N.; Biogeografia. Volume único. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2018.

COCCARO, D. M. B. **Estudo da Determinação de Elementos-Traço em Líquens para a Monitoração Ambiental**, Dissertação (Mestrado em Ciências), São Paulo, 2001.

COLONI JUNIOR G. **Concepção de manual de campo para diagnóstico e monitoramento da qualidade do ar utilizando fungos liquenizados**, Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária), Unisul, Palhoça, 2019.

COLLS, J. **Poluição do Ar: Medição, Modelagem e Mitigação**, Segunda Edição (2ª ed.). Londres, julho, 2002.

CRAWFORD, S. D. Lichens used in traditional medicine. In: Lichen secondary metabolites. Springer, Cham, 2019. p. 31-97

CETESB, 2014 Determinação de Clorofila a e Feofitina a: método espectrofotométrico NORMA TÉCNICA CETESB 3ª Edição Fev/2014. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/L5306.pdf>. Acesso em 20/07/2022.

ELIASARO, S. VEIGA, P. W.; DONHA, C. G. NOGUEIRA, L. Inventário de macrolíquens epífitos sobre árvores utilizadas na arborização urbana em Curitiba, Paraná, Brasil: Subsídio para biomonitoramento urbano. *Biotemas*, v. 22, n. 4, p. 1-8, 25 abr. 2009

FIGUEIRÓ, Adriano Severo. Biogeografia: Dinâmicas e Transformações da Natureza. São Paulo, Oficina de Textos, 2015.

FIOCRUZ: Fundação Osvaldo Cruz. Série Fiocruz - Documentos Institucionais/Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade. **Agrotóxicos e Saúde**. Rio de Janeiro, 2018

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

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Mata Atlântica Vai à Escola. Cartilha Aqui tem Mata? 2º edição. São Paulo, 2021. Disponível em <https://www.aquitemmata.org.br/#/>. Acesso em 03/07/2022.

FURLAN, S. A. O clima, os solos e a biota. In: ROSS, J.L.S (Org). Geografia do Brasil. São Paulo: Edusp, 2001

GROSMANN, A. F.; MOURA, L.F. de; JACOBUK, M. M.; KUHN, T. Z.; FRANCO, E. T. H. Composição e diversidade de líquens em três diferentes áreas no “mato do Silva”, Chiapetta, RS. Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica, UNIJUÍ, 2011.

GUMBOSKI, E. L.; ELIASARO, S. **Espécies de Cladonia P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) do Supergrupo Cladonia em restingas e costões rochosos dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, Brasil**. Hoehnea, 2012

HENTZ, C. **O agronegócio no Oeste Catarinense e seus desdobramentos no consumo produtivo na cidade de Chapecó-SC**. VIII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Vitória – ES, agosto, 2014.



HILL, R. Chlorophyll. In: FLORKIN, M.; STOTZ, H. *Comprehensive Biochemistry*. vol. 9, pp. 73, 1963

IFFSC. **Inventário Florístico Floresta de Santa Catarina**. Disponível em: <https://www.iff.sc.gov.br>. Acesso em: 13 de março de 2022.

ICMBIO. Revista Práticas inovadoras na gestão de Áreas Protegidas gestores empreendedores: Inovação na gestão de Unidades de conservação. edição 01 – ano 2014. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/praticasinovadoras/>. Acesso em 04/07/2022

ICMBIO. Estudo e levantamento de solos da Floresta Nacional de Três Barras. Estudos de apoio à elaboração do Plano de Manejo. Três Barras: ICMBio. 2010

IMAZON. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Boletim do Desmatamento. Disponível em: <https://imazon.org.br/>. Acesso em: 13 de maio de 2022.

IBAMA, 2005. Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais da Floresta Nacional de Caçador (Santa Catarina). Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/planos\\_operativos/47floresta\\_nacional\\_cacador-sc.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/planos_operativos/47floresta_nacional_cacador-sc.pdf) acesso em 19/06/2022

IBAMA, 2002. Dados e informações referentes a criação e composição da Floresta Nacional de caçador. Disponível em: <https://nossosparques.org.br/es/arp/1293> acesso em 31/08/2022.

IBGE, 1959. Informações históricas do Município de Caçador - SC. In: Enciclopédia dos municípios Brasileiros. Volume XVIII, Rio de Janeiro: 1959. v. 32. p. 49-53. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv27295\\_32.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv27295_32.pdf) Acesso em 07/01/2022

IBGE, 2008. **Mapas de Biomas e de Vegetação** – Dados 2004 – IBGE – Estudo Brasileiro de Geografia e Estatística. In: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) – Acesso em 19/01/2022

IBGE, 2021. Estimativas e dados de população do Município de Caçador – SC Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/cacador.html>. Acesso em 31/08/2022.

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

KÄFFER, M. I.; ALVES C. R.; CÁCERES, M. E. da S., MARTINS, S. M. de A.; VARGAS, V. M. F.; Caracterização da comunidade líquênica corticícola de Porto Alegre e áreas adjacentes, RS, Brasil. *Acta bot. bras.* 25(4): 832-844. 2011

KÄFFER, M. I.; Estudo de líquens cortícolas foliosos em um mosaico de vegetação no sul do Brasil. São Leopoldo, RS. Dissertação (Mestrado em Biologia) UNISINOS, São Leopoldo, 2005.

KÄFFER M. I.; MARCELLI, M. P. **Líquens da Floresta com Araucária**. /n: Fonseca, C. R.; Souza, A. F.; Leal Zanchet, A. M.; Outra, T. L.; Backes, A. & Ganade, G. (eds.),

Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável. Holos, Editora, Ribeirão Preto. p. 153-160. 2009

KLEIN, R. M. Flora Ilustrada Catarinense: **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues. 1978.

LANDRIGAN, P. J.; FULLER, R.; ACOSTA, N. J. R.; ADEYI, O.; ARNOLD, R.; BASU, N.; *et al.* The Lancet Commission on pollution and health **Lancet**, 391 (2018), pp. 462-51

LARA, F. S. de; BATISTA, N. L. Impacto da poluição do ar em áreas urbanas na saúde da população como os fatores socioeconômicos e Geográficos interferem nos efeitos nocivos da poluição do ar? XXVIII Congresso virtual de iniciação científica da Unicamp. Unicamp, 2020.

LOUREIRO, D. Distribuição da *Dicksonia sellowiana* na Floresta Ombrófila Mista: Um recorte para a Floresta Nacional de Chapecó. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia), Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS, Chapecó, novembro, 2015.

LUCHETA, F.; MARTINS, S. M. de A. Líquens foliosos e fruticosos corticícolas do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, v. 69, n. 1, p. 29-35, julho 2014

MAKI, E. S. M.; SHITSUKA R.; BARROQUEIROS C. H.; SHITSUKA. D. M. Utilização de Bioindicadores em Monitoramento de Poluição. Macapá, AM, volume 3, número 2, p. 169-178, 2019. Disponível em <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>. Acesso em 19/07/2022.

MARCELLI, M. P. History and current knowledge of Brazilian lichenology. In: **LICHENOLOGY in Latin America: history, current knowledge and application**. São Paulo: CETESB, 1998b, p. 25-45

MARCELLI, M. P. Fungos Liquenizados. In: XAVIER FILHO, L. et al. *Biologia de Líquens*. 1. Edição. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2006.

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

MARQUES, J. Líquenes–Ribeiro de São Pedro de Moel. *Vertigem*, Porto, 2008. Disponível em: [https://saidaslagunadeaveiro.files.wordpress.com/2014/05/marinhagrande\\_liquenes.pdf](https://saidaslagunadeaveiro.files.wordpress.com/2014/05/marinhagrande_liquenes.pdf) Acesso em 01/02/2022.

MARTINS, S. M. A.; **Estudo da Comunidade Liqueeniada Epífita em *Dodonaea viscosa* L. na restinga do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, 2006.

MARTINS, S. M. de A.; KÄFFER, M. I.; ALVES, C. R.; PEREIRA V. C. Fungos liquenizados da Mata Atlântica, no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 25(2): 286-292. 2011.

MARTINS - MAZZITELLI, S. M. A.; MOTA FILHO, F. de O.; PEREIRA, E. C.; & FIGUEIRA, R. Utilização de líquens no biomonitoramento da qualidade do ar. *In* *Biologia de Líquens* (L. Xavier Filho, ME Legaz, CV Córdoba & Pereira, EC eds.). Âmbito Cultural, Rio de Janeiro, p. 101-133, 2006

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

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 491/2018**. [S. l.], 21. nov. 2018

MOTA FILHO, F. de O.; PEREIRA, E. C.; DE LIMA, E. S.; DA SILVA, N. H.; FIGUEIREDO, R. C. B.; Influência de Poluentes Atmosféricos em Belo Jardim (PE) Utilizando *Cladonia Verticillaris* (Líquén) como Biomonitor. **Quim. Nova**, Vol.30 nº 5 São Paulo, setembro /outubro, 2006.

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

MORAES, S. L.; ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; GALVANI, E. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. *CSP Cadernos de. Saúde Pública* 2019; 35(7): e 00101418

MOREIRA, A. S. N. Estudo Químico e Atividade Biológica de *Ramalina Usnea* (L.) R. Howe. (Tese De Doutorado) Doutorado Em Ciências Naturais. Campos Dos Goytacazes – RJ, julho – 2015

MURARA, P. G. Caminhos da Biogeografia. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 58, p. 176-188, 2016.

NASCIMENTO E. L. de L. Relações Filogenéticas De Líquens da Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga. Tese (Doutorado em Biologia de Fungos) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

NICOLUSSI, F. H.; SANTOS, A. P. M. dos.; ANDRÉ, S. C. da S.; VEIGA, T. B. TAKAYANAGUI, A. M. Poluição do ar e doenças respiratórias alérgicas em escolares. *Rev Saúde Pública* 2014;48 (2): 326-330

NOGUEIRA, B. G. de S.; AJEWSKI, F.F.; FLORES, G. J. O.; MICALOSKI, M. M.; BATISTA, R. L. M. Introdução às unidades de conservação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

NOGUEIRA, V. B. M.; NOGUEIRA, R. N.; CÂNDIDO, G. A.; SOUZA, V. C de.; SILVA, S. S. F. da. Efeitos das alterações climáticas e antrópicas na saúde do idoso.

**Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano - RBCEH.** Passo Fundo, v. 8 n. 1 p. 88-106, jan. /abr., 2011.

OLIVEIRA, T. G.; MORAES, J. da. S. B. de. MOREIRA, F. T.; ARRELARO, R. C. RICARDI, V. A.; BERTAGNON, J. R. D.; JULIANO, Y. Avaliação das internações de crianças de 0 a 5 anos por infecções respiratórias em um hospital de grande porte. **Einstein**; 9, p. 514-527, 2011.

PACIÊNCIA, M. L. B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica.** V.27, n4, p. 641-653. Out-dez. 2004.

PALHARINI, K. M. Impacto da atividade agrícola e da estrutura de comunidades botânicas sobre a comunidade de líquens cortícolas em fragmentos de Cerrado. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação), Instituto Federal Goiano, Goiás, 2020.

PEREIRA, I. M. C. Monitoramento Da Emissão de Poluentes por Motores Movidos a Biodiesel através do uso de Líquen. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

PEREIRA, A. B. Mata atlântica: uma abordagem Geográfica. Nucleus, volume 6, n.1, abril. 2009.

PEREIRA, V. C. M. Bioindicadores para o monitoramento da qualidade de ar: Estado de arte e Perspectivas. Dissertação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo-IPT. 2005

PEREIRA, E. C.; SANTOS, L. P.; SILVA, A. K. de O.; SILVA, R. F. da.; SILVA, N. H. da.; BURIL, M. de L. L.; MARTINS, M. C. B.; SANTIAGO, R.; VICENTE, C.; LEGAZ, M. E.; Interaction of Cladoniaceae Lichens With Quartzarenic Neosols in Northeastern Brazil: A Mini Review. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.12, n.06 (2019) 2302-2312

PERLMUTTER, G.B., BLANK, G.B., WENTWORTH, T.R., LOWMAN, M.D., NEUFELD, H.S., PLATA, E.R. **Effects of highway pollution on forest lichen community structure in western Wake County, North Carolina, U.S.A.** *The Lichenologist*, 2017.

PIGNATI, W. Entenda por que o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Entrevistado por: Mariana Lucena em 2018. Galileu. Notícias/perigo. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT150920-17770,00.html>. Acesso em: 13 mai. 2022.

PMC – Prefeitura Municipal de Caçador. Dados do Município de Caçador: Disponível em: <https://www.cacador.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/10737> Acesso em 08/01/2022 e <https://turismo.cacador.sc.gov.br/sobre-a-cidade#dados-municipio>

POMPILIO, A. et al. Antimicrobial and antibiofilm activity of secondary metabolites of lichens against methicilin-resistant *Staphylococcus aureus* strains from cystic fibrosis patients. *Future Microbiology*, v. 8, n. 2, p. 281–292, 2013

PONTES, C. C.; LEITE, M. de L.; GAVÃO, N.; VIRGENS FILHO, J. S. Efeitos do clima na saúde: análise das internações de crianças menores de cinco anos por pneumonia no município de Ponta Grossa – PR. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 12, v. 18, p. 38-52, jan./jun. 2016.

PRESTES, R. M.; VICENZI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, Curitiba, volume 2, n° 4, pg. 1473-1493, Jul./set. 2019.

PROCHNOW, M.(org.) *Matas Legais – Planejando Propriedades e Paisagens*, 1ª Ed, Rio do Sul, SC, 2008.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E.; 2007. **Biologia Vegetal**, 7a. ed. Coord. Trad. J. E. Kraus. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

REIS, A. Manejo e conservação das florestas catarinenses. Trabalho apresentado para o concurso público de professor titular no Centro de Ciências Biológicas (UFSC), 1993.

RIVAS PLATA, E.; PARNMEN, S.; STAIGER, B.; MANGOLD, A.; FRISCH, A.; WEERAKOON, G.; HERNÁNDEZ M., J.E.; CÁCERES, M.E.S.; KALB, K.; SIPMAN, H.J.M.; COMMON, R.S.; NELSEN, M.P.; LÜCKING, R. & LUMBSCH, H. T. 2013. A molecular phylogeny of Graphidaceae (Ascomycota, Lecanoromycetes, Ostropales) including 428 species. *MycKeys* 6: 55–94.

Relatório Parametrizado - Unidade de Conservação Flona Caçador - SC. Disponível em <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=78>. Acesso em 27/06/2022

RICHARDSON, D.H.S. & CAMERON R.P. 2004. Cyanolichens: their response to pollution and possible management strategies for their conservation in northeastern North America. *Northeast Naturalist* 11: 1-22

RODRIGUES, P. J. F. P.; e NASCIMENTO, M. T. Fragmentação Florestal: Breves Considerações Teóricas sobre Efeitos de Borda. **Rodriguésia** 57 (1): 63-74. 2006.

ROMARIZ, D. A. **Biogeografia: temas e conceitos** – São Paulo: Scortecci, 2012.

RUIZ-ESPARZA J. M. A. *Biogeografia*. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe CESAD, 2009

RUSSO, P. R. A qualidade do ar no município do Rio de Janeiro: Análise espaço-temporal de partículas em suspensão na atmosfera. *Revista de C. Humanas*, Vol. 10, N° 1, p. 78-93, jan./jun. 2010.

SANTANA, M. S. Biomonitoramento ativo no Rio Iguaçu: Aplicação de múltiplos Biomarcadores para avaliação dos efeitos de fontes difusas de Contaminação em

*Oreochromis niloticus* (tilápia). Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular). Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2016.

SANTOS, A. L. dos.; SANTOS, D. O.; FREITAS, C. C. de.; FERREIRA, B. L. A.; AFONSO, I. F.; RODRIGUES, C. R. CASTRO, H. C. *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar. Medicina Laboratorial • J. Bras. Patol. Med. Lab. 43 (6) Dez 2007.

SANTOS, R. C. M. Mata Atlântica: Características, Biodiversidade e a história de um dos biomas de maior prioridade para conservação e preservação de seus ecossistemas. Trabalho de Conclusão de Curso, (Licenciatura em Ciências Biológicas), Centro Universitário Metodista, Belo Horizonte – MG, 2010

SPIELMANN, A. A. Fungos Liquezados (Líquens), São Paulo, outubro, 2006. Disponível em: [http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/estagio\\_docencia/estagio\\_docencia.htm](http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/estagio_docencia/estagio_docencia.htm) acesso em 07/02/2022

SAUERESSIG, D. **Levantamento dendrológico na floresta ombrófila mista e implementação de um sistema de identificação “online”**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2012.

SAIKI, M., FUGA, A., ALVES, E.R., VASCONCELLOS, M.B.A. & MARCELLI, M. 2003. The use of *Canoparmelia texana* lichenized fungi in the study of atmospheric air pollution. In: Third International Workshop on Biomonitoring of Atmospheric Pollution, Ljubljana, pp. 705-708

SEAWARD, M. R. D. Environmental role of lichens. In: Nash TH, editor. Lichen Biology. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2008

SCHNEIDEMESSER, E. V.; STEINMAR, K. E. C. W.; BONN, B.; GERWIG, H.; QUEDENAU, J. Air pollution at human scales in an urban environment: Impact of local environment and vehicles on particle number concentrations, **Science of The Total Environment**, Volume 688, Pages 691-700, 2019.

SILVA, B. F. da.; PEREIRA, I. M. C.; MELO, J. C. de.; MARTINS, M. C. B.; BARBOSA, M. O.; SILVA, A. K. O.; SIQUEIRA, W. N. de; SILVA, N. H. da.; OLIVEIRA A. F. M. de.; VICENTE, C.; LEGAZ, M. E.; PEREIRA, E. C. *Cladonia verticillaris* (lichen) indicates negative impacts derived from the combustion of biodiesel blends: an alert for the environmental management for biofuels use. Springer Nature Switzerland Environ Monit Assess. 2021 193: 809.

SILVA, A. M. C. da.; MATTOS, I. E.; IGNOTTI, E.; HACON, S. de S. Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias. Revista Saúde Pública 2013. 47(2):345-52

SILVA C. V. da. Aspectos da obtenção e comercialização de pinhão na região de Caçador - SC. Dissertação (Mestrado Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SILVA, C. V. da.; REIS, M. S dos.; Produção de pinhão na região de Caçador, SC: aspectos da obtenção e sua importância para comunidades locais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 363-374, out.-dez., 2009

SILVA, C. de O.; AVILA, D. M. R.; BICA, J. B.; DALZUCHIO, M. S.; REMPEL, C.; BARROS, C. S.; ALMEIDA, C. de S. F. Efeito de borda sobre o componente arbóreo de um fragmento do morro da harmonia, município de Teutônia, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Georaguaiá* ISSN:2236-9716 Barra do Garças -MTv.9, n.1, p.6-17. abril, 2019.

SILVA, A. K. de O.; PEREIRA, I. M. C.; DA SILVA, N. H.; MOTA FILHO, F. de O.; PEREIRA, E. C. G. Líquens Utilizados Como Biomonitorios da Qualidade do ar no Parque da Jaqueira - Recife - Pernambuco. Universidade Do Estado Do Rio De Janeiro-UERJ, GEO UERJ: Revista Do Departamento De Geografia, ano 16, n° 25, vol.1, P.239, 2014.

SILVA, R. A. *Cladonia verticillaris* (líquen), como biomonitor padrão da qualidade do ar no Distrito de Jaboatão – PE. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais), Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife – PE, 2002.

SILVA, H P de B. Radiossensibilidade gama de *Cladonia substellata* vainio (Líquen) e o conseqüente efeito sobre rochas calcárias. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Tecnologias Energéticas e Nucleares. Recife/Pernambuco, 2006.

SILVA, B. C. G. da. Efeitos de contaminantes sobre *Cladonia verticillaris*. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

SOS MATA ATLANTICA, 2021. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Mata Atlântica Vai à Escola. Cartilha Aqui tem Mata? 2º edição. São Paulo, 2021. Disponível em <https://www.aquitemmata.org.br/#/> Acesso em 03/07/2022.

SEVEGNANI, L. SCHROEDER, E. Biodiversidade Catarinense: Características, Potencialidades, Ameaças. Blumenau/ SC: Edifurb, 2013.

STREIT, N. M. et al. as clorofilas. *Ciência Rural*, v. 35, n. 3, p.748, maio/junho, 2005.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 5ª ed., Rio Claro, Ed. Do autor, 2002.

VERNON, L. P. Spectrophotometric determination of chlorophyll and phaeophytins in plants extracts. *In: Anal. Biochem.* 32, 11-42, 1960

VIBRANS, A. C. ; SEVEGNANI L. ; GASPER, A. L. de. ; LINGNER, D. V. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**, Volume III, Floresta Ombrófila Mista. Edifurb, Blumenau, 2013.

VITALI, M.; UHLIG, V. M. ; Unidades de Conservação de Santa Catarina. Sustentabilidade em Debate, Santa Catarina, 2010.

WALTER, B. M. T.; GUARINO, E. de S. G. Comparação do método de parcelas com o “levantamento rápido” para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido restrito. **Acta bot. bras.** 20(2): 285-297. 2006.

Dados Floresta Nacional de Caçador. Acesso em 16/11/2021  
<https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/1293>

Dados de tipos climáticos e temperatura no estado de Santa Catarina. Disponível em:  
[https://ciram.epagri.sc.gov.br/?option=com\\_content&view=article&id=708&Itemid=483](https://ciram.epagri.sc.gov.br/?option=com_content&view=article&id=708&Itemid=483)  
Acesso em 04/07/2022

Fonte do histórico de Caçador - SC: Disponível em: <https://www.cacador.net/historia-de-cacador>. Acesso em 25/06/2022

Foto *Eschatogonia prolifera*: Disponível em: <https://www.tropicallichens.net/5014.html>. Acesso em 24/08/2022



## ANEXO I

Relação de famílias e espécies de líquens encontrados na Floresta Nacional de Caçador, Município de Caçador, SC.

	Familia	Espécie	Tipo de Talo
1	Arthoniaceae	<i>Herpothallon rubrocintum</i>	Crostoso
2		<i>Herpothallon rubrocintum</i>	Crostoso
3		<i>Herpothallon rubrocintum</i>	Crostoso
4	Bactrosporaceae	<i>Bactrospora jenikii</i>	Crostoso
5		<i>Bactrospora jenikii</i>	Crostoso
6		<i>Bactrospora macrospora</i>	Crostoso
7	Briganteacea	<i>Brigantiae leucoxantha</i>	Crostoso
8		<i>Brigantiae leucoxantha</i>	Crostoso
9		<i>Brigantiae leucoxantha</i>	Crostoso
10		<i>Brigantiae leucoxantha</i>	Crostoso
11		<i>Brigantiae leucoxantha</i>	Crostoso
12		<i>Brigantiae leucoxantha</i>	Crostoso
13	Caliciaceae	<i>Caliciun hyperelloides</i>	Crostoso
14	Cladoniaceae	<i>Cladonia aff. polystomata</i>	Dimórfico
15		<i>Cladonia aff. polystomata</i>	Dimórfico
16		<i>Cladonia ahthii</i>	Dimórfico
17		<i>Cladonia ahthii</i>	Dimórfico
18		<i>Cladonia furfuracea</i>	Dimórfico
19		<i>Cladonia miniata</i>	Dimórfico
20		<i>Cladonia subsquamosa</i>	Dimórfico
21		<i>Cladonia subsquamosa</i>	Dimórfico
22	Coenogoniaceae	<i>Coenogonium byssothallinum</i>	Filamentoso
23	Collemataceae	<i>Leptogium atlanticum</i>	Folioso
24		<i>Leptogium austroamericanum</i>	Folioso
25		<i>Leptogium azureum</i>	Folioso
26		<i>Leptogium azureum</i>	Folioso
27		<i>Leptogium azureum</i>	Folioso
28		<i>Leptogium isidio sellum</i>	Folioso
29		<i>Leptogium megapotamicum</i>	Folioso
30		<i>Leptogium megapotamicum</i>	Folioso
31	Graphidaceae	<i>Graphis globosa</i>	Crostoso
32	Lecanoraceae	<i>Lecanora aff. casuarinophila</i>	Crostoso
33		<i>Lecanora aff. subalbellina</i>	Crostoso
34		<i>Lecanora cf. argentata</i>	Crostoso
35	Lobariaceae	<i>Pseudocyphellaria sp.</i>	Folioso
36		<i>Sticta aff fuliginosa</i>	Folioso

37		<i>Sticta cf. fuliginosa</i>	Folioso
38		<i>Sticta cf. fuliginosa</i>	Folioso
39		<i>Sticta cf. weigelli</i>	Folioso
40		<i>Sticta sp.</i>	Folioso
41		<i>Sticta weigeli</i>	Folioso
42	Megalosporaceae	<i>Megalospora sulphurata</i>	Crostoso
43		<i>Megalospora tuberculosa</i>	Crostoso
44	Parmeliaceae	<i>Canoparmelia caroliniana</i>	Folioso
45		<i>Canoparmelia caroliniana</i>	Folioso
46		<i>Canoparmelia caroliniana</i>	Folioso
47		<i>Canoparmelia crozaesiana</i>	Folioso
48		<i>Canoparmelia texana</i>	Folioso
49		<i>Hypotrachyna endochlora</i>	Folioso
50		<i>Parmotrema clavuliferum</i>	Folioso
51		<i>Parmotrema sp.</i>	Folioso
52		<i>Parmotrema sp.</i>	Folioso
53		<i>Parmotrema tinctorum</i>	Folioso
54		<i>Punctelia mirabilis</i>	Folioso
55		<i>Punctelia sp.</i>	Folioso
56		<i>Punctelia sp.</i>	Folioso
57		<i>Usnea angulata</i>	Fruticoso
58		<i>Usnea angulata</i>	Fruticoso
59	<i>Usnea erinacea</i>	Fruticoso	
60	<i>Usnea parvula</i>	Fruticoso	
61	<i>Usnea rubicunta</i>	Fruticoso	
62	<i>Usnea sp.</i>	Fruticoso	
63	Peltigeraceae	<i>Crocadia aff. auratta</i>	Folioso
64		<i>Crocadia aurata</i>	Folioso
65		<i>Crocadia aurata</i>	Folioso
66		<i>Crocadia aurata</i>	Folioso
67		<i>Emmanuelia americana</i>	Folioso
68		<i>Emmanuelia americana</i>	Folioso
69		<i>Emmanuelia elaeodes</i>	Folioso
70		<i>Emmanuelia elaeodes</i>	Folioso
71		<i>Emmanuelia elaeodes</i>	Folioso
72	<i>Emmanuelia erosa</i>	Folioso	
73	<i>Emmanuelia erosa</i>	Folioso	
74	Pertusariaceae	<i>Pertusaria sp.</i>	Crostoso
75		<i>Pertusaria sp.</i>	Crostoso
76	Physciaceae	<i>Heterodermia caserettiana</i>	Folioso
77		<i>Heterodermia japonica</i>	Folioso
78		<i>Heterodermia leucomela</i>	Folioso

79		<i>Heterodermia obscurata</i>	Folioso
80	Ramalinaceae	<i>Eschatogonia prolifera</i>	Esquamuloso
81		<i>Ramalina celastri</i>	Fruticoso
82		<i>Ramalina pusiola</i>	Fruticoso
83		<i>Remototrachyna costaricensis</i>	Folioso
84		<i>Lopezaria versicolor</i>	Crostoso
85	Roccellaceae	<i>Mazosia sp.</i>	Crostoso
86	Teloschistaceae	<i>Teloschistes flavicans</i>	Fruticoso
87	Verrucariaceae	<i>Psoroglaena cubensis</i>	Folioso