

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS “CIÊNCIA É 10!”

Lisandra Jacobi Kolling

**PERCEPÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO  
MÉTODO CIENTÍFICO**

Porto Alegre

2021

Lisandra Jacobi Kolling

**PERCEPÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO  
MÉTODO CIENTÍFICO**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientadoras: Profa. Dra. Ionara Rodrigues Siqueira.

Dra. Caroline Tuchtenhagen Rockembach.

Porto Alegre

2021

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a percepção de indicadores de qualidade ambiental, especificamente, a qualidade do ar, pelos alunos da Escola Estadual de Ensino Jacob Hoff, por meio de levantamento e identificação de características morfológicas e anatômicas de líquens exemplos: cor, tipos, corticícolas, foliosos e fruticosos, a fim de desenvolver uma formação voltada às necessidades da sociedade atual. Os alunos do Ensino Fundamental foram convidados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica como atividade investigativa, por meio da qual observaram que a qualidade do ar impacta nos seres vivos, e assim reconheceram os líquens como bioindicadores da qualidade do ar em microrregiões selecionadas do município de Harmonia, onde residem, comparando com diferentes regiões do Rio Grande do Sul, especificamente do Vale do Caí, São Sebastião do Caí. Os estudantes foram desafiados a construir um texto sobre qualidade do ar, poluição e impacto em seres vivos que foi obtido anteriormente à experimentação propriamente dita, para detecção dos conhecimentos prévios sobre o assunto. Os estudantes e a professora coletaram dados sobre os tipos de líquens, densidade e outras características, em regiões próximas às suas residências. Na cidade de Harmonia, a coleta de informações os alunos aplicarão na avenida localizada no centro da cidade que possui um alto fluxo de carros, e as professoras cursista e orientadora de Trabalho de Conclusão de Curso TCC, respectivamente na cidade de São Sebastião do Caí. Possibilitando a comparação entre as diferentes regiões e demais observações como o fluxo de carros. Assim, o levantamento foi realizado pelos alunos e pesquisadores participantes e aconteceu mediante a observação e o desenvolvimento do processo pedagógico de ensino e aprendizagem utilizando o método científico, realizando o levantamento de dados e a análise destes. Os dados foram analisados pelos pequenos cientistas, correlacionando quais espécimes ocorrem com maior incidência e em qual área, urbana ou rural. A partir dos dados levantados, foi elaborado um projeto sobre qualidade e poluição do ar que atingiu a comunidade escolar e local.

Palavras-chave: Poluição; Líquens; Bioindicadores ambientais; Qualidade do ar.

## **ABSTRACT**

This study aims to evaluate the perception of environmental quality indicators, specifically, air quality, by students at the Jacob Hoff State School of Education, through a survey and identification of morphological and anatomical characteristics of lichens, examples: color, types, cork, leafy and fruity, to develop training geared to the needs of today's society. Elementary school students will be invited to carry out scientific research as an investigative activity, through which they will observe that air quality impacts living beings, and thus recognize lichens as bioindicators of air quality in selected microregions of the municipality de Harmonia, where they live, compared to different regions of Rio Grande do Sul, specifically Vale do Caí, São Sebastião do Caí. Students will be challenged to build a text on air quality, pollution and impact on living beings that will be obtained prior to the experiment itself, to detect prior knowledge on the subject. Students and teachers will collect data on lichen types, density and other characteristics in regions close to their homes. In the city of Harmonia, the collection of information will be applied by students on the avenue located in the center of the city, which has a high flow of cars, and on the Completion of Course Work TCC course teacher and advisor, respectively, in the city of São Sebastião do Caí. Enabling the comparison between different regions and other observations such as the flow of cars. Thus, the survey will be carried out by the participating students and researchers and will take place through the observation and development of the pedagogical process of teaching and learning using the scientific method, carrying out data collection and analysis. The data will be analyzed by small scientists, correlating which specimens occur with greater incidence and in which area, urban or rural. Based on the data collected, a teaching project on air quality and pollution will be developed that will reach the school and local community.

**Keywords:** Pollution; Lichens; Environmental bioindicators; Air quality.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>8</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>5 METODOLOGIA / PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 ÁREA DE ESTUDO PREVISTA.....</b>	<b>15</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>7 CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>APÊNDICE 1 – PROTOCOLO SEMIESTRUTURADO COLETA DE DADOS .....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE 2 – CARTILHA DE IDENTIFICAÇÃO DOS LÍQUENS .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO 3 – CARTA DE ANUÊNCIA .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO 4 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO TCLE.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO 5 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO TALE.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os reflexos gerados pelos impactos dos processos antrópicos, desencadearam nos últimos anos uma visão antropocêntrica, visando a ações de debate, reflexão que estão diretamente vinculadas à biodiversidade, sustentabilidade e conservação dos ecossistemas em sua integralidade. Nesse sentido é relevante investir em ações humanitárias voltadas a estratégias que sejam empregadas para a mitigação dos impactos ambientais, resultados das suas atitudes, dessa forma zelando por uma conduta consciente, responsável voltada a essas questões globais. Portanto, estudos e práticas que visam à conservação e preservação da biodiversidade são essenciais (SANTOS et al. 2020).

Segundo Silva e Vieira (2017), os inúmeros poluentes cooperam com os desequilíbrios ambientais, sendo que a poluição atmosférica ocupa o primeiro lugar quando o tema está relacionado a patologias respiratórias. O ar atmosférico com elevadas concentrações de poluentes como: dióxido de enxofre  $SO_2$ , monóxido de carbono  $CO$ , os óxidos de nitrogênio  $NO_x$ , são nocivos à saúde pública. Como o autor Silva e Vieira (2017) traz em seu artigo, há ainda a ocorrência de outros poluentes relevantes que são oriundos da volatilização e/ou combustão de combustíveis fósseis, com o fluxo de veículos, emissões de gases industriais os principais são os compostos orgânicos voláteis (COV's) e os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA's).

Dessa forma, a população está exposta a este ambiente danoso. Diferentes ações amplas que visem a melhoria da qualidade do ar para todos os organismos podem ser consideradas, como as alternativas ecologicamente corretas que tenham como objetivo mudanças de hábitos, por exemplo, utilizar meios de transporte como: transporte público, ciclovias, bicicleta, carona solidária com menor impacto ao ambiente. (KÄEFFER 2011). Na pesquisa realizada por Käeffer (2011), no ambiente urbano, a taxa de poluição do ar é uma questão presente nos últimos séculos fomentada obviamente, pelas queimadas nas florestas, combustíveis fósseis e as emissões atmosféricas provenientes dos processos fabris. As taxas elevadas das fontes poluidoras fixas e móveis, especificamente nas grandes metrópoles somatizou consideravelmente o acúmulo nos níveis dos poluentes atmosféricos.

De acordo Gonçalves et al. (2007), a degradação ambiental nos grandes centros urbanos reflete nas concentrações impróprias dos componentes químicos, sem que haja um sistema abrangente de rastrear simultaneamente devido aos recursos inovadores, em função dos custos altos da metodologia físico-química habituais podendo reduzir por intermédio da adesão do biomonitoramento. Os bioindicadores são espécies, comunidades de espécies, cuja a presença a grandeza (riqueza) de indivíduos de uma determinada espécie são indicadores

biológicos que atuam em uma determinada condição ambiental. Onde relacionam, analisam fatores antrópicos e/ou fatores naturais, os bioindicadores são ferramentas essenciais para o monitoramento ambiental. (KOCH 2012).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos em escala mundial, com o intuito de “avaliar a capacidade dos bioindicadores” de realizarem esse tipo de monitoramento. Os bioindicadores revelam a condição de uma determinada área, em decorrências ou a variedade biológica do meio que estão inseridos. Por este motivo, são os primeiros a apresentarem mudanças estruturais, quando há presença de poluentes ou suscetíveis instabilidades no ambiente. (DUTRA et al. 2020).

Como aponta Brito, Gomes e Silva (2015), a educação ambiental condiz com ações que tenham como objetivo a conscientização sobre os recursos naturais o autor reitera que:

[...] Na década de 70, a educação ambiental (EA) foi concebida como uma preocupação dos movimentos ecológicos com uma prática de conscientização capaz de alertar sobre a finitude e má distribuição no acesso aos recursos naturais, envolvendo as pessoas em ações sociais consideradas ambientalmente adequadas (BRITO, GOMES e SILVA 2015, p. 2).

Em meados dos anos 70, a concepção de educação ambiental, foi consolidada ao longo dos movimentos ecológicos, revela com práticas com a intenção de alertar sobre o uso indevido dos recursos naturais, inclusive ao acesso dos recursos ambientais, abrangendo os indivíduos em ações sociais, levando em conta ações adequadas a natureza.

Assim, como afirma Silva (2012), a autora do livro “Primavera Silenciosa”, Rachel Carson, a ambientalista relatava em sua obra a utilização de inúmeros componentes químicos que ocasionavam degradação ambiental ao longo dos ecossistemas. A sua incansável luta pela busca incessante do despertar da consciência ecológica na humanidade contribuiu com exemplo de literatura contribuindo para a produção científica de qualidade.

Segundo Brito, Gomes e Silva (2015), “A discussão sobre educação ambiental se difundiu, mostrando o significado do ambiente como fruto dos seres humanos ligado ao meio social e ambiental.” Os fatos interrelacionados que envolvem professores, alunos e a sociedade, em conjunto ações que exijam desenvolver ações reais, a fim de promover a conscientização. Dessa forma o conhecimento construído a partir da conscientização envolve a busca pela qualidade de vida dos indivíduos.

Conforme uma pesquisa apresentada por Moreira (2017), na atualidade, a educação ambiental é consolidada como uma nova extensão a ser inserida no processo de ensino, é relevante, pois traz ao debate as questões ambientais que nos mostra as percepções

intelectuais do conhecimento, de valores e ações mediante uma nova realidade a ser construída.

Assim como afirma Martins, Käeffer e Lemos (2008), os líquens são espécimes extremamente sensíveis à poluição atmosférica que são empregados como bioindicadores, foram objetos de inúmeras pesquisas que objetivam o monitoramento das alterações atmosféricas em múltiplas localizações. Alguns organismos possuem sensibilidade aos dióxidos de nitrogênio e enxofre, do mesmo modo como metais pesados, substâncias químicas que estão presentes em grandes ou pequenas proporções na atmosfera nas áreas industriais.

Nas palavras de Oliveira e Giacomazzo (2017), a pesquisa escolar é o meio para instigar o conhecimento dos educandos em atividades práticas exploratórias com a metodologia investigativa. Todavia a pesquisa, no âmbito escolar consolida as estratégias pedagógicas que inserem o educando enquanto ator ativo neste processo de ensino. De acordo com Oliveira e Giacomazzo (2017) [...] “Se aprender é proceder a uma síntese, ensinar, conseqüentemente, é criar situações que promovam essa síntese, entre aquilo que o aluno já construiu previamente e as novidades que estão sendo trazidas”. Todo o envolvimento neste aprendizado resulta dos elementos essenciais, fundindo-os de forma harmônica, buscando o equilíbrio em ensinar, criando vínculos que favorecem o crescimento entre o que o educando já havia construído anteriormente aos aprendizados novos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O nosso objetivo foi desenvolver percepção de indicadores de qualidade ambiental, especificamente qualidade do ar, pelos estudantes da Escola Estadual Jacob Hoff, através de um levantamento e tentativa de identificação de características anatômicas de líquens como por exemplo: cor, tipos, corticícolos, foliosos e fruticosos ou chegando a algum táxon, encontrados nos troncos de árvores próximas a sua residência, ainda comparando os achados com diferentes áreas, inclusive São Sebastião do Caí.

Este trabalho visou aguçar os estudantes à investigação, observação do seu ambiente e assim a conscientização da necessidade de conservação, além da utilização dos líquens como bioindicadores de qualidade do ar.

Assim, especificamente, os estudantes deveriam:

- Comparar o padrão dos líquens da área vale do Caí e da cidade de Harmonia.

- Realizar observações das amostragens dos bioindicadores de monitoramento na qualidade do ar nas localizações das residências dos mini-cientistas (alunos).
- Observar e analisar a estimativa na abundância dos espécimes líquens nas árvores observadas que utilizaram na metodologia científica investigativa na pesquisa.

### **3 JUSTIFICATIVA**

A presente pesquisa foi estruturada com o objetivo da percepção de indicadores de qualidade ambiental, especificamente qualidade do ar, pelos estudantes localizados no município de Harmonia, realizaram um levantamento e tentativa de identificação de características de líquens, que analisaram a sua existência baseado no pensamento científico, analítico e reflexivo.

Grande parte da população trabalha no ramo da suinocultura, agricultura e indústria, essas atividades contribuem com as taxas de poluentes nas emissões atmosféricas.

Nas palavras de Martins, Käeffer e Lemos (2008) os líquens apresentam alta sensibilidade a agentes poluentes, isso ocorre não somente pela redução da sua vida de que modo os sintomas externos específicos.

Atualmente sabe-se que as doenças respiratórias têm sido agravadas pela qualidade do ar não estar favorável existem alternativas viáveis, para o monitoramento da qualidade do ar, por meio dos bioindicadores que monitoram a qualidade do ar (VIOTTO E SANTANA,2008). As práticas sustentáveis voltadas a preservação da biodiversidade, qualidade de vida, como a utilização de alternativas de transporte coletivo, a prática de exercícios físicos que promovem o bem estar físico e mental, que são comprovados por estudo científico como os autores destacam Viotto e Santana (2008).

Em outra pesquisa realizada por Brito, Gomes e Silva (2015) afirma que as plantas, os líquens são extremamente vantajosos nessa abordagem de métodos por oferecer fácil adaptação, manuseio, cultivo e baixo custo, apresentando resultados com propriedades de conservação, tendo inclusive fácil avaliação. Por esta razão se entende que é imprescindível a conscientização da comunidade local, dos mini-cientistas envolvidos, a fomentar a investigação se a população liquênica será satisfatória e se estará relacionada a qualidade do ar nas áreas que abrangem a pesquisa em questão. Dessa forma promovendo a conscientização e contribuindo para a preservação da biodiversidade, a importância desses organismos no monitoramento da qualidade do ar, que está diretamente condicionada à saúde dos integrantes da comunidade.

#### 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Os grandes centros urbanos emitem altos índices de poluentes, em razão de inúmeras atividades industriais, entre outros fatores a concentração desses gases, geram a poluição no ar que respiramos. Os autores Moreira et al. (2017) descrevem que nos centros urbanos o grande fluxo de veículos, seguido das emissões que são provenientes das indústrias, causam danos na qualidade do ar, deixando assim com maior concentração de compostos químicos o ar que respiramos afetando de forma direta a saúde da população interferindo dessa forma na qualidade de vida populacional (MOREIRA et al.,2017).

De acordo com Braz e Longo (2019, p. 2), “[...] altas emissões de gases poluentes oriundos principalmente da massiva frota de veículos automotores e a queima de combustíveis fósseis, [...]” o relato do autor, sobre as taxas massivas de poluentes, particularmente as altas emissões de gases se devem a contribuição da queima de combustíveis fósseis gerada pela excessiva frota de veículos automotores, fato esse comum nas zonas urbanas, que corrobora para o efeito estufa.

Por isso Martins, Käffer e Lemos (2008) recorda que uns dos fatores para o acréscimo significativo da concentração de poluentes nocivos nestas áreas também salienta que:

destaca-se o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), material particulado, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), metais pesados, oxidantes fotoquímicos como o ozônio (O<sub>3</sub>) e o nitrato de peroxiacetila (PAN). (MARTINS, KÄFFER e LEMOS 2008, p. 425.)

Devido ao impacto pela combustão de combustíveis fósseis, e do acréscimo relevante na frota de veículos automotores e das emissões de poluentes industriais nessas regiões.

Segundo relatado por Oliveira e Giacomazzo (2014), todavia a sensibilidade dos líquens é de grande relevância, para a diversidade biológica, destacando-se a qualidade do ar. São os melhores bioindicadores por meio das propriedades específicas fisiológicas, que possuem detectam as alterações que o ambiente sofre, resultado da poluição ambiental.

Sobre essa questão Oliveira e Giacomazzo (2014), também salienta que: “[...] sendo assim sua presença indica ar menos poluído e sua ausência a ocorrência de poluição. [...]” portanto a importância dos líquens enquanto bioindicadores, é suscetível na presença de altas taxas de poluentes, e quando a sua ausência indica a existência de poluição.

Conforme dados apresentados por Vaz e Pieroni (2012), os bioindicadores são organismos que podem ser manipulados para delimitar de forma quantitativa de contaminantes, classificando-os com alto grau de sensibilidade ou acumuladores enquanto os

bioindicadores são espécimes que são empregadas para determinação qualitativa de elementos ambientais. (VAZ; PIERONI, 2012). Costa (2018) afirma que na extensa grandeza de bioindicadores de poluição atmosférica, os líquens apresentam eficiência comprovada cientificamente em diferentes estudos, destacando-se entre os organismos vivos, empregados para esse fim, devido a uma sequência de características próprias que são favoráveis, para ambos os monitoramentos tanto passivo, quanto ativo. (COSTA, 2018).

Sobre essa questão Käeffer (2011), descreveu que os líquens possuem hábitos distintos, tem ocorrência diversificada em inúmeros tipos de substratos tem potencial de se fixar, em troncos galhos de árvores esses são denominados corticícolas, e os demais em substratos diversos como: rochas saxícolas, solos terrícolas e folhas folícolas. (KÄEFFER 2011).

Isso foi constatado por Capelato (2007), que observou que os líquens na sua condição de sobrevivência, tais fatores são atribuídos os espécimes, mas, contudo, destacam-se os aspectos microclimáticos, que estão ligados à umidade e luminosidade, sendo que as partes líquidas, como água da chuva e vapor d'água são retidos pelos líquens, um fator crucial para o seu desenvolvimento é a luminosidade. (CAPELATO, 2007).

Dutra et al. (2020) destacam que os líquens são caracterizados pela associação simbiótica entre fungos, de modo geral ascomicetos e algas unicelulares geralmente cianofíceas ou de cianobactérias. Observou que nessa relação mutualística com as algas, produzem substâncias orgânicas por meio da fotossíntese, através deste processo o líquen se beneficia, oferecendo proteção às algas. Por isso Oliveira (2017) caracteriza que os líquens são formados através da associação entre algas e fungos e, devido a isso não são hábeis para controlarem o volume de água, visto que ocorrem variações a partir da umidade que há em seu habitat. A sua classificação taxonômica pertence ao Reino Fungi, como descrito por Lucheta e Martins (2014), os espécimes estabelecem uma relação mutualística. Dessa forma os organismos igualmente são beneficiados. A sua característica peculiar, se deve ao fato de ser extremamente sensível à poluição atmosférica, fato que confere a sua biologia e por sua vez dispõem-se como bioindicador da qualidade ambiental.

Sayuri et al. (2013) afirmou que a simplicidade estrutural, característica marcante dos líquens, é fator crucial a susceptibilidade à qualidade do ar atmosférico, a sua nutrição, a alimentação é de modo higroscopicamente, ou seja, são capazes de absorver a umidade do ar retendo substâncias neles presentes, especialmente o nitrogênio. Lucheta e Martins (2014) afirmam que os líquens não apresentam cutícula, a sua fragilidade em razão da ausência dos

estômatos, dessa forma possibilitam a absorção de gases e aerossóis pelo talo, que por sua vez se disseminam com rapidez pelo tecido causando danos e alterações em sua anatomia.

Conforme Moura, Fernandes e Silva (2012), a capacidade dos líquens de sobreviverem e a abundante área geográfica em que se localizam e a sua capacidade de depositar elementos minerais, além das suas condições fisiológicas, tornando-os importantes bioindicadores de qualidade do ar atmosférico.

Segundo uma pesquisa realizada no Jardim Botânico em Porto Alegre-RS, publicada por Lucheta e Martins (2014), os exemplares das famílias *Parmeliaceae* e *Physciaceae* têm a peculiaridade de se desenvolver em locais com maior luminosidade, geralmente em bordas de mata. (LUCHETA e MARTINS, 2014).

De acordo Moreira e Siqueira (2007, p.78) “No Ártico, os líquens são a principal forragem para renas no inverno, como são sensíveis a poluição, servem de sensores ambientais perto de áreas industriais e cidades.” Contudo, torna-se relevante os líquens enquanto bioindicadores ambientais, são associadas a outros fatores notáveis, possuem outras utilidades como alimentação para as renas no Ártico, durante a estação que apresentam temperaturas extremamente baixas como afirma o autor em sua pesquisa.

Como aponta Nóbrega et al. (2012) que identificou a ação antimicrobiana em compostos orgânicos de espécimes de líquens *Cladonia substellata* e *C. crispatula*, o ácido úsnico extraído das espécies como princípio ativo. Em seus estudos conclui que a determinada substância obstrui o crescimento de fungos e bactérias Gram-positivas. O autor descreve a prática farmacológica das substâncias líquênicas, além de se estender em outros segmentos nas indústrias têxteis e de alimentos.

Segundo, Pereira et al. (2018) a metodologia científica é constituída da seguinte forma a “observação organizada de fatos”, a realização de experimentos, da inferência dos fatos, partindo do raciocínio lógico e “da comprovação científica” dos desfechos, vale destacar que para o autor o método científico se resume na lógica aplicada a ciência. Nessa metodologia se busca respostas as questões que foram investigadas, é o percurso que deve ser seguido com a finalidade de formular a teoria científica.

A pesquisa científica visa estudar, testar hipóteses que estejam diretamente relacionadas a uma determinada temática, como relatado por Braz e Longo (2019), dessa forma promovendo a contribuição para a sociedade científica através de novas descobertas por meio da efetivação dos métodos, técnicas, práticas ligadas aos novos resultados do estudo em questão. Como aponta Linhares e Alves (2014), identificar os limites quanto os benefícios das pesquisas quantitativa e qualitativa torna-se viável dessa forma trabalhar com ambas na

sua integralidade entre elas. A presente pesquisa, compõe tanto a pesquisa qualitativa e a quantitativa.

Sobre essa questão, Medeiros (2011) discorre que os projetos contendo o raciocínio científico podem ser estratégias essenciais para a aprendizagem sobre a sua realidade e nesse contexto sobre educação ambiental. A conscientização dos alunos sobre a necessidade da preservação do meio ambiente, impacto na qualidade do ar que respiramos, na saúde coletiva local e a sua integridade física. Conforme dados apresentados por Zanette (2017), a pesquisa qualitativa pode ser uma abordagem a ser utilizada na escola, os pesquisadores desse estudo, intervirem na pesquisa nessa ocasião analisaram, refletiram as probabilidades e as limitações no uso desse tipo de métodos qualitativos.

Em outra pesquisa, apresentada por Medeiros et al. (2011), salienta que essa abordagem metodológica qualitativa é eficiente no aprendizado do educando na comunidade escolar fomenta a educação ambiental, isso fica claro na seguinte afirmação: “[...] A educação ambiental nas escolas contribui para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar [...]” (MEDEIROS et al., 2011, p. 2-3)

O papel da escola na formação dos cidadãos responsáveis convictos de ações que visam à preservação ambiental e a sustentabilidade, com aptidão para distinguir o certo do errado de forma responsável que atuem na sua comunidade dentro da realidade socioambiental, comprometendo-se com a vida, e o zelo pelo bem estar. (MEDEIROS et al. 2011). O método a ser utilizado é determinante, em um projeto, para alcançar os objetivos do estudo por isso Brito, Gomes e Silva (2015) recordam que as plantas e os líquens são extremamente vantajosos nessa abordagem de métodos por oferecer fácil adaptação, manuseio, cultivo e baixo custo, apresentando resultados com propriedades de conservação, tendo inclusive fácil avaliação.

Os autores Lucheta e Martins (2014) destacam, em seus dados, que a área urbana contribui para a diversidade da comunidade líquênica, em seus dados tabulados apresenta espécies que são características em áreas que sofreram alterações de alguma forma:

[...] inserida em área urbana, apresentando um mosaico de vegetação que cria diferentes micro habitats. Portanto, apresentou tanto espécies características de áreas alteradas e indicadoras de ambientes urbanos (*Canoparmelia texana*, *Dirinaria picta*, *Heterodermia obscurata*, *Parmotrema tinctorum*, *P. reticulatum* e *Physcia aipolia*) referidas por Martins et al. (2008) e Käßer et al. (2011b), espécies características de áreas preservadas (*Crocodia auratae* *Teloschistes flavicans*). (LUCHETTA e MARTINS, 2014, p. 33)

Como aponta o estudo de Lucheta e Martins (2014), a pesquisa foi desenvolvida no Jardim Botânico de Porto Alegre, onde é composta por ambiente mesclado área urbana e de preservação. A diversidade da vegetação dos líquens, está diretamente relacionada aos micros habitats. Dessa forma, apresentou espécimes de áreas que sofreram alterações e as bioindicadoras de ambientes urbanos, como *Anoparmelia texana*, *Dirinaria picta*, *Heterodermia obscurata*, *Parmotrema tinctorum*, *P. reticulatum* e *Physcia aipolia* referidas por Martins et al. (2008) e Käffer et al. (2011b), e como espécies características de áreas preservadas, *Crocodia aurata* e *Teloschistes flavicans*. Assim como afirma Käffer et al (2011, p. 832) os gêneros *Parmotrema* e *Rimelia* são relacionadas a espécimes da família *Pyxinaceae* sendo que determinadas espécies crostrosas por sua vez pertencem as áreas urbanas já *Crocodia aurata* e *Teloschistes flavicans*, espécies que são oriundas de zonas preservadas.

Nas palavras de Oliveira, os bioindicadores da qualidade do ar têm algumas espécies que através do contato com qualquer poluente, exibem variações nas suas características fisiológicas e morfológicas. Visto que, a possibilidade de ocorrência da subtração da densidade populacional de espécimes que possuem sensibilidade aos poluentes ou o a concentração do poluente no bioindicador. (OLIVEIRA 2017).

## 5 METODOLOGIA / PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo tem caráter investigativo, foi realizada uma pesquisa de cunho científico com metodologia quantitativa-qualitativa.

Os participantes do projeto que foram descritos como mini-cienistas, são alunos na faixa etária 14 a 16 anos, contempla os alunos do ensino fundamental, matriculados no 9º ano, turma 92 do turno da tarde na Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff, localizada no município de Harmonia-RS. Os alunos da turma 92 foram convidados a participar das observações, foram distribuídos os termos TALE e TCLE aos 12 alunos, inicialmente eram 15 alunos, desses houve 4 transferências e 2 cancelamentos de matrícula. Apenas nove alunos(as) tiveram adesão ao projeto.

Os alunos que atuaram nesta pesquisa, e fizeram de forma voluntária no contraturno da escola, ou seja, a mesma não teve valor avaliativo nas disciplinas curriculares do colégio.

As buscas foram baseadas em trabalhos que descrevam os líquens nas regiões citadas, como *Heterodermia obscurata*; *Parmotrema tinctorum*; *Physcia aipolia*; *Teloschistes exilis* e *Usnea angulata* entre outras espécies, e isso foi demonstrado por um estudo realizado por

Lucheta e Martins (2014) relacionadas à qualidade do ar, que atuam diretamente como bioindicadores encontrados nos troncos/ cascas de árvores.

Este trabalho realizou uma observação e análise dos resultados sobre os indicadores de qualidade ambiental, especificamente qualidade do ar, pelos estudantes da Escola Estadual de Ensino Jacob Hoff, que realizaram um levantamento e tentativa de identificação de características anatômicas de líquens, por exemplo: cor, tipos, corticícolos, foliosos e fruticosos ou chegando a algum táxon, encontraram nos troncos de árvores próximas a sua residência, ainda comparando os achados com diferentes áreas, incluindo São Sebastião do Caí.

O presente estudo respeitou as diretrizes do Curso de Especialização em Ensino de Ciências-Anos Finais do Ensino Fundamental Ciência é 10! - UFRGS e critérios estabelecidos na Resolução 466/2012 Conselho Nacional de Saúde (CNS); Resolução 510/2016 Ética na pesquisa do (CNS) os preceitos éticos estabelecidos no que se refere a zelar pela legitimidade das informações, quando necessárias, tornando os resultados desta pesquisa públicos, foram considerados em todo o processo de construção do trabalho. O projeto foi avaliado pela Comissão de Pesquisa do ICBS/UFRGS e foi aprovado pelo CEP-UFRGS sob nº CAAE: 51330021.1.0000.5347. Após a aprovação ética e do consentimento dos estudantes e dos responsáveis, o projeto começou a ser desenvolvido com os estudantes.

Primeiramente, todos os alunos da referida turma foram convidados a participar do projeto de pesquisa como cientistas-mirins. Foram esclarecidos pela professora sobre os objetivos do projeto e após concordância do aluno e do responsável, culminando com a assinatura do TCLE (ANEXO 4) e do TALE (ANEXO 5).

Os alunos foram a base da pesquisa, fortalecendo os laços de vínculo com a ciência de forma prazerosa, envolvidas com as temáticas biodiversidade e sustentabilidade inseridas na grade curricular da disciplina de Ciências. Os estudantes, que concordarem em participar do projeto, foram desafiados e elaboraram um texto sobre “Poluição do ar e impacto sobre os seres vivos” antes de qualquer exposição de aula sobre o assunto ou estratégia de ensino. Os alunos não foram instrumentalizados previamente para a elaboração deste texto, pois as professoras almejavam perceber o conhecimento prévio, em virtude disso nenhuma intervenção foi realizada por este motivo, para não interferir no desfecho dessa atividade.

As professoras, orientadora e cursista, realizaram um estudo preliminar próximo das suas residências para estimar o número necessário de árvores para estimar o impacto da poluição sobre o perfil de líquens, com base nessas observações foram estabelecidas as amostragens descritas neste projeto.

Os cientistas-mirins participantes realizaram as observações, amostragens nas proximidades em suas residências, foi garantindo a sua integridade física, psíquica e emocional, devido à pandemia Covid-19. Os pesquisadores-mirins exploraram seu ambiente próximo e analisaram entre 5 (mínimo) e 10 (máximo) árvores próximas a sua residência. Os alunos foram orientados a baixar, e assim manusearam e utilizaram o aplicativo PlantNet que identificou a nomenclatura científica e popular das árvores. Os estudantes registraram os achados no formulário semiestruturado (APÊNDICE 1) e avaliaram os indivíduos de espécimes nas árvores.

O protocolo semiestruturado foi disponibilizado como cópia xerográfica. A lista foi readequada a partir de pesquisas em fontes renomadas, voltado à divulgação científica. A tabela preliminar foi readequada a partir de imagens de outras espécies que foram inseridas na presente pesquisa.

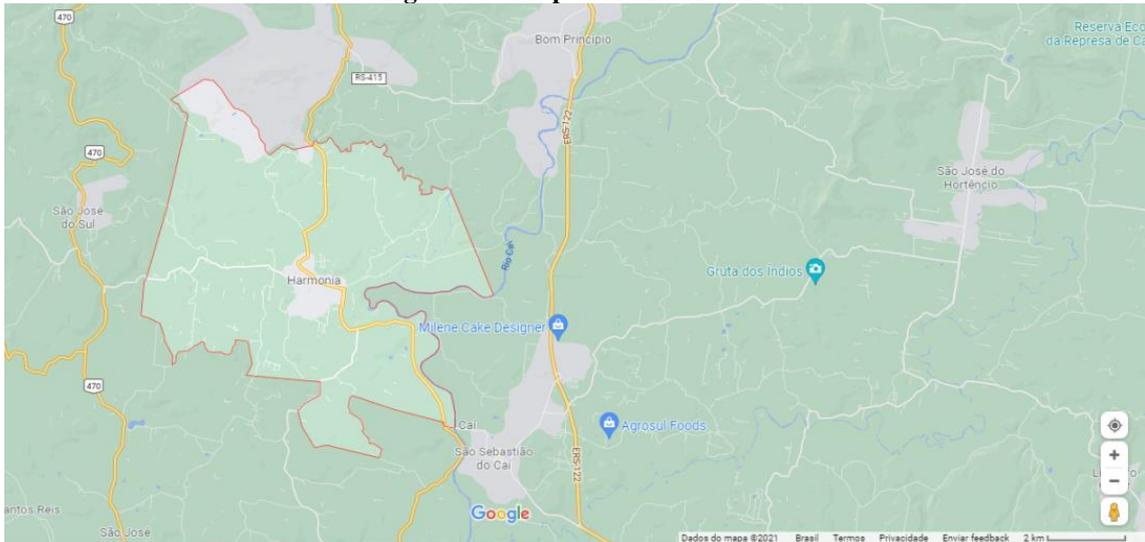
O projeto foi apresentado aos alunos, em sala de aula, sob orientação da Professora cursista: sobre o que realizariam, a utilização e manuseio do aplicativo PlantNet, para identificação dos nomes científicos das árvores que ocorreram as observações dos líquens. Aos responsáveis pelos alunos, foi disponibilizado um vídeo na plataforma Google Classroom apresentando os detalhes do projeto. Alguns alunos perguntaram se valeria nota.

A professora cursista observou e coletou dados para a pesquisa em quatro locais, sendo dois locais no centro na cidade de Harmonia e outros dois na cidade de São Sebastião do Caí sendo um ponto na região central e outro fora do perímetro urbano.

## **5.1 ÁREA DE ESTUDO PREVISTA**

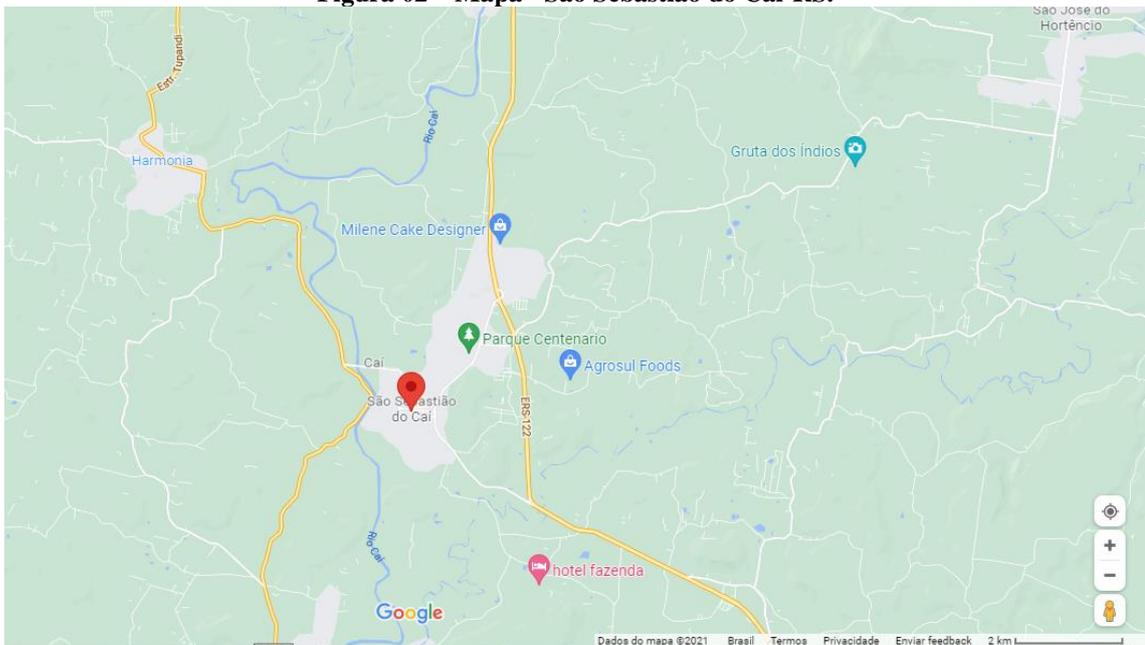
A amostragem da pesquisa abrangeu o perímetro urbano e zona rural na cidade de Harmonia em São Sebastião do Caí, com finalidade de identificar quais espécimes de líquens, quantos indivíduos foram identificados estabelecendo a relação entre os bioindicadores e a qualidade do ar nos locais onde foram previamente identificados. O mapeamento dos grupos locais onde os líquens foram caracterizados, catalogados, foi registrado na pesquisa.

**Figura 01 - Mapa - Harmonia-RS.**



Fonte: Google Maps (2021a).

**Figura 02 – Mapa - São Sebastião do Caí-RS.**

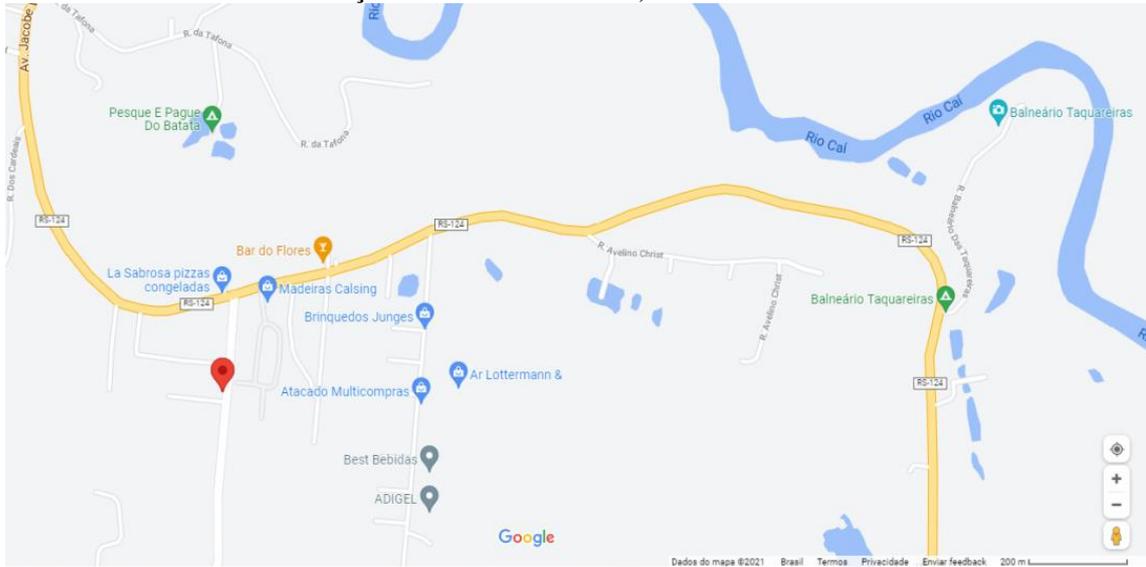


Fonte: Google Maps (2021b).

Foi dividida em cinco grupos: dois grupos na cidade de Harmonia, foram denominados: grupo H-A para os organismos que foram identificados, quantificados na zona urbana; grupo H-B aos indivíduos que realizaram igualmente classificados na área rural.

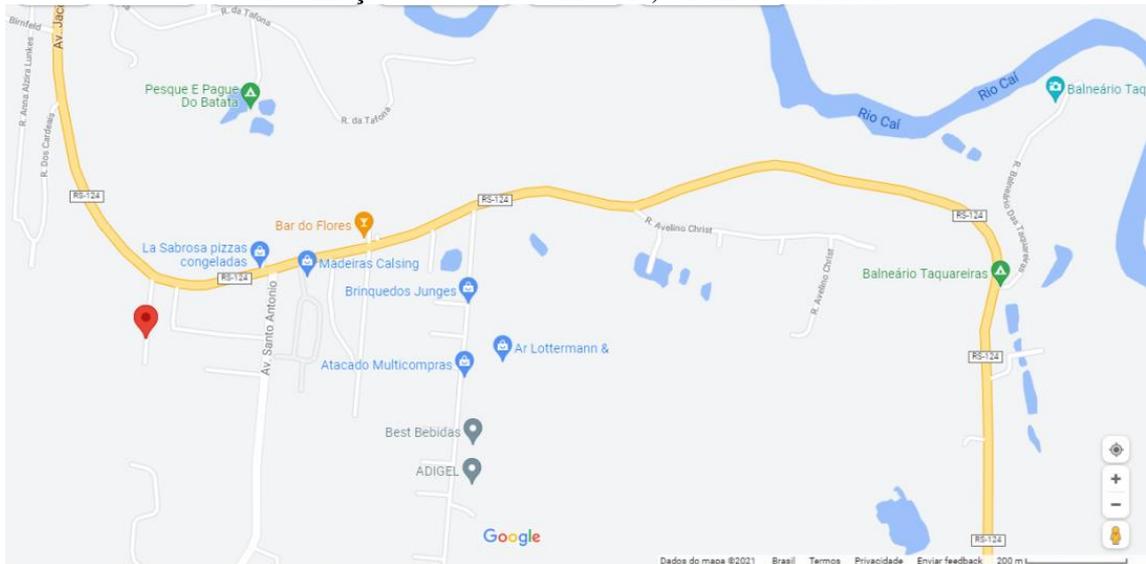
Os grupos que constituem o município de São Sebastião do Caí foram denominados S-D aos pontos que irão ser coletados na zona urbana e S-E aos locais que foi identificado na zona rural.

**Figura 03-H-B: Estrada: Santo Antônio, s/nº-Harmonia RS.**  
**Localização: -29.56210687449721, -51.412746204675095**



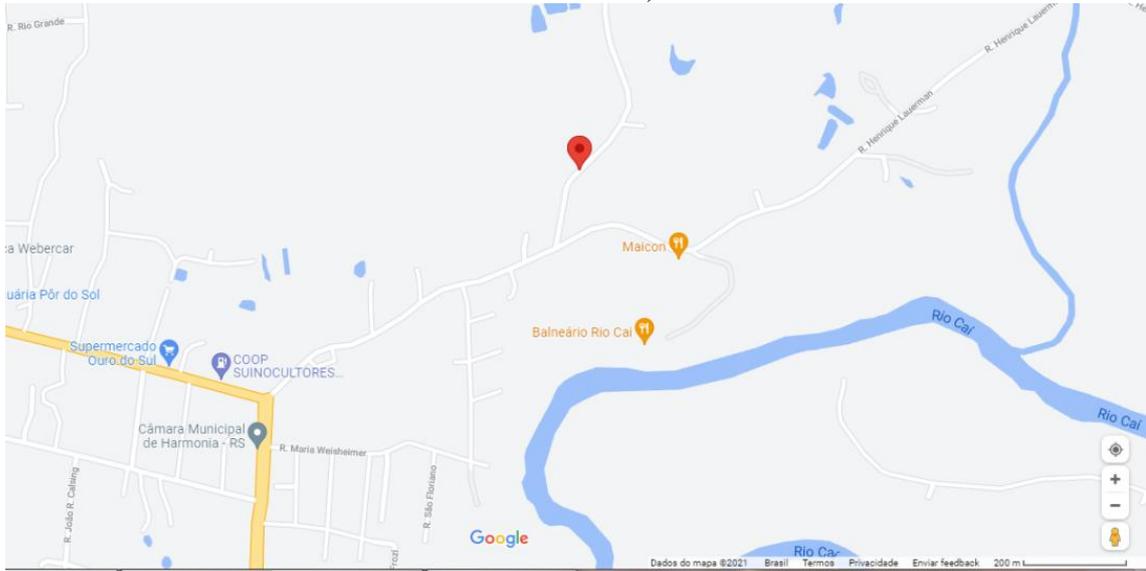
Fonte: Google Maps (2021c).

**Figura 04 - H-B: Rua: Cecília Kunrath, nº: 160-Harmonia RS.**  
**Localização: -29.561615331106825, -51.41510360282316**



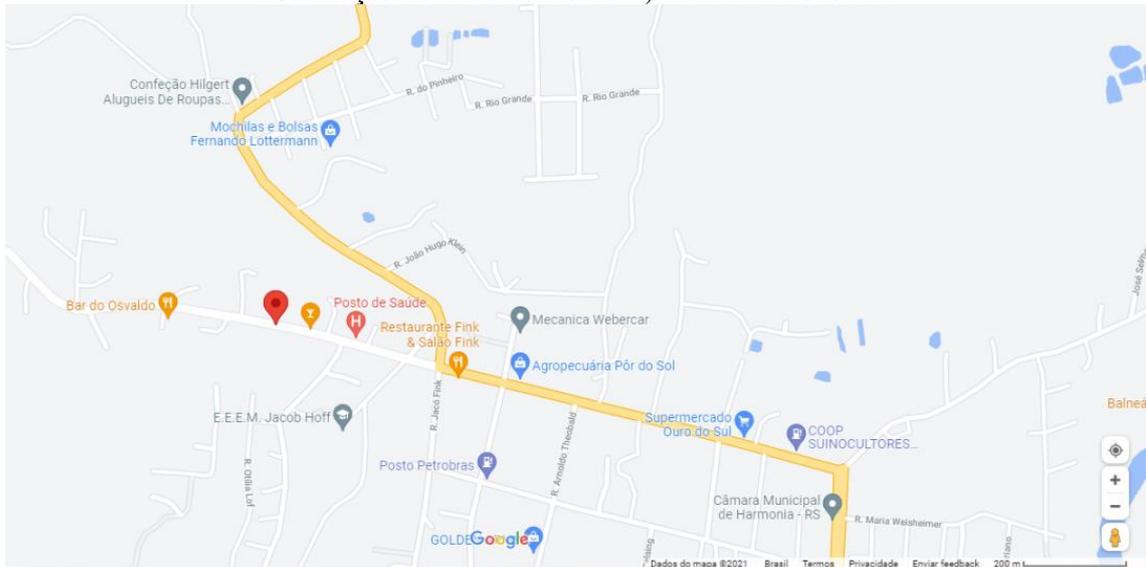
Fonte: Google Maps (2021d).

**Figura 05 - H-B imagem: Rua: José Selmo Laueremann, S/Nº Vila Rica-Harmonia RS.  
Localizado: -29.546951578592537, -51.40984778562751**



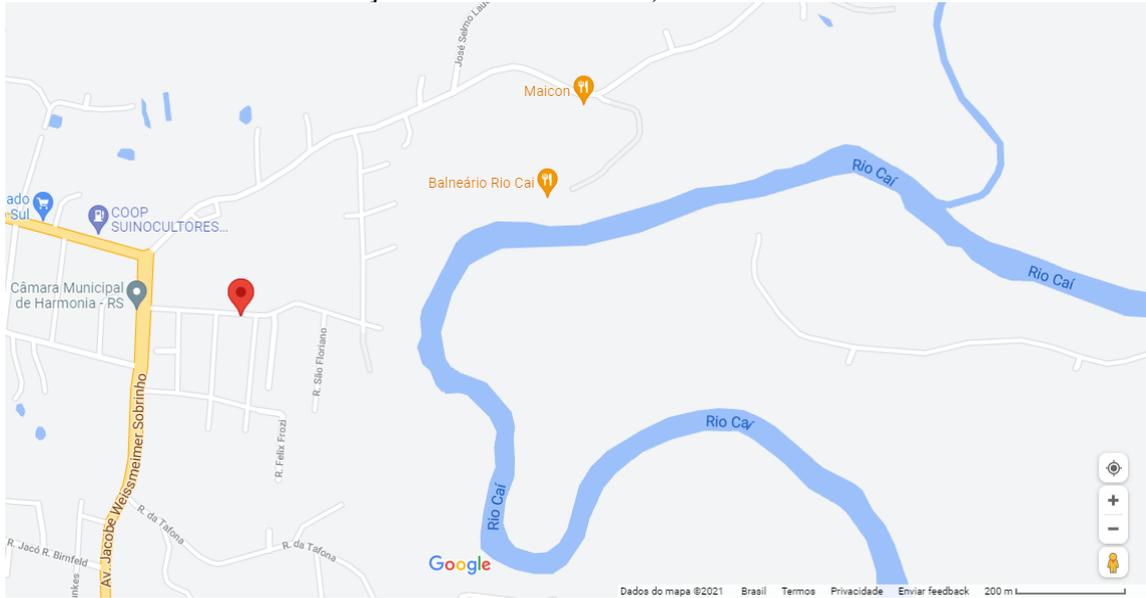
Fonte: Google Maps (2021e).

**Figura 06 - H-A: Rua: 25 de Julho-Harmonia RS.  
Localização:-29.549076314897054,-51.424291418167414**



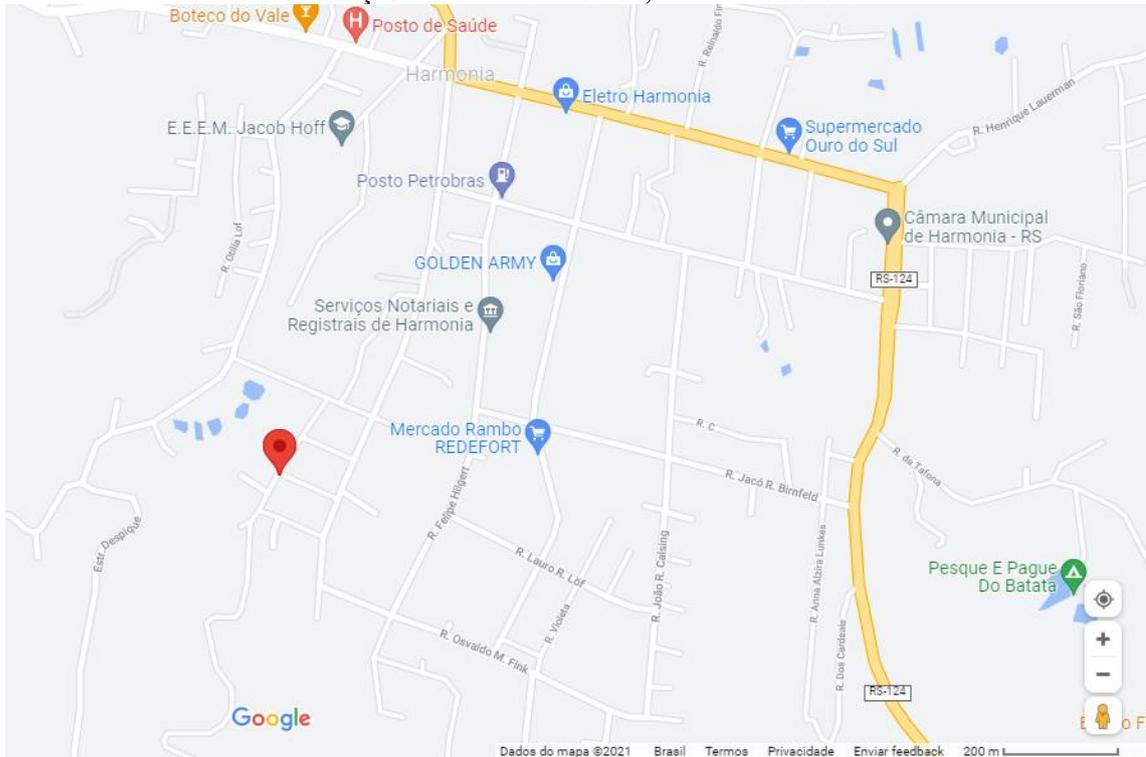
Fonte: Google Maps (2021f).

**Figura 07 - H-A: Rua: Maria Weisheimer-Harmonia RS.**  
**Localização: -29.55197190636155, -51.4143562188058**



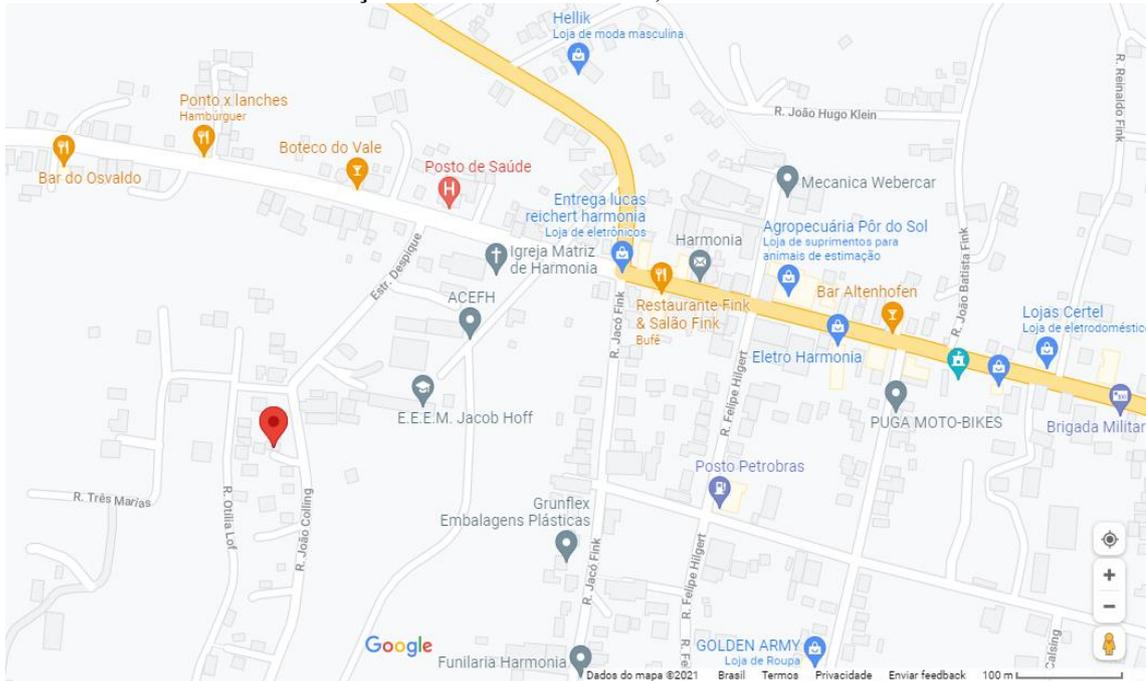
Fonte: Google Maps (2021g).

**Figura 08 - H-A: Rua: Três de Maio, n°: 151, Centro-Harmonia RS.**  
**Localização: -29.55557851483131, -51.42731930282324**



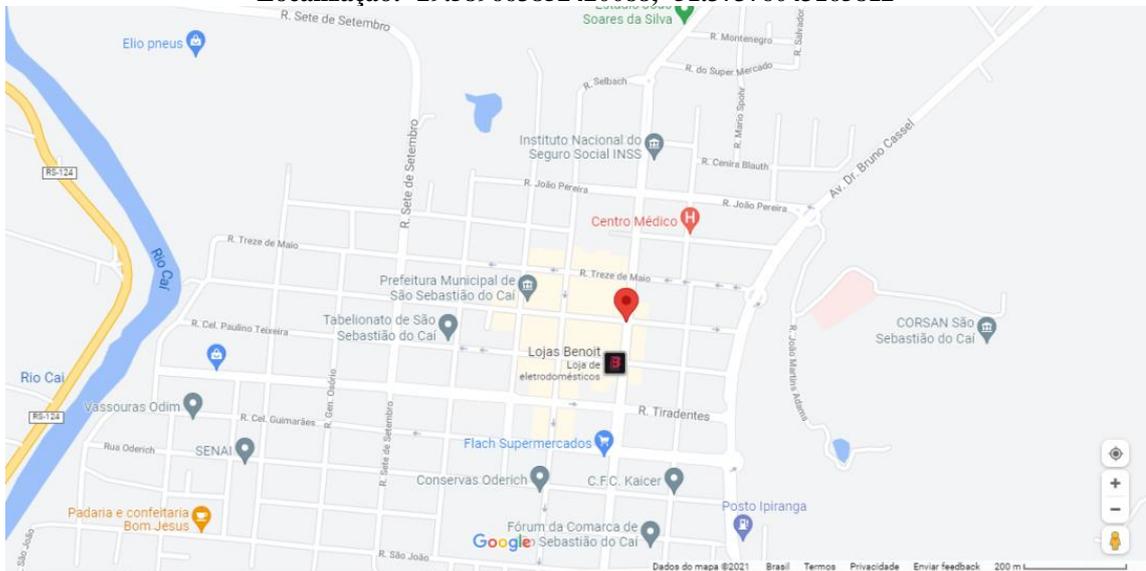
Fonte: Google Maps (2021h).

**Figura 09 - H-A: Rua: João Colling, nº: 258, Centro-Harmonia RS.**  
**Localização: -29.550647748829267, -51.42765866049542**



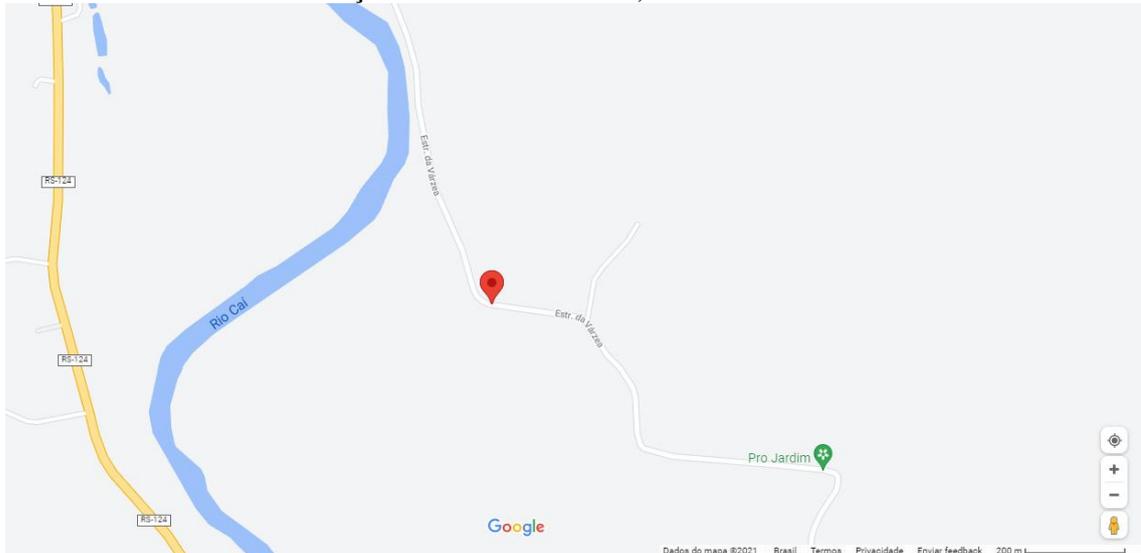
Fonte: Google Maps (2021i).

**Figura 10- S-D: Avenida Egídio Michaelsen, Centro, São Sebastião do Cai**  
**Localização: -29.589663852420088, -51.37376043165812**



Fonte: Google Maps (2021j)

**Figura 11 - S-E: Estrada da Várzea, Vila Rica, São Sebastião do Cai**  
**Localização: -29.56747971136515, -51.388811516370076**



Fonte: Google Maps (2021k).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É interessante destacar que três alunos(as) não puderam atuar como pesquisadores mirins. Os três alunos(as) que não participaram, foram nomeados de alunos: A, B e C, assegurando o total sigilo e confidencialidade dos dados. Dois relataram que os pais não autorizaram e o terceiro sentiu-se incapaz de realizar. A aluna denominada “A” demonstrou interesse em participar, e perguntou: “Professora eu posso participar do projeto mesmo meus pais não terem autorizado?”

O aluno nomeado “B” que não participou, pois os pais também não autorizaram, relatou que: “Profe eu ajudei o colega “X” na hora das observações moramos na mesma rua, adorei ajudá-lo, gostaria muito de ter participado, queria que a minha mãe tivesse mudado de ideia”. O aluno “C” relatou a professora cursista que se sentia incapaz de fazer parte do projeto, demonstrou receio, medo e realizar as observações. No pátio da escola, fizemos uma pequena demonstração, um *teste/simulado* com os alunos identificando as árvores através do aplicativo PlantNet e observaram os líquens nas árvores, alguns alunos perguntavam “Profe esse líquen aqui é crostoso, folioso e/ou fruticoso?” Já traziam as suas dúvidas, com a convicção de estarem certos.

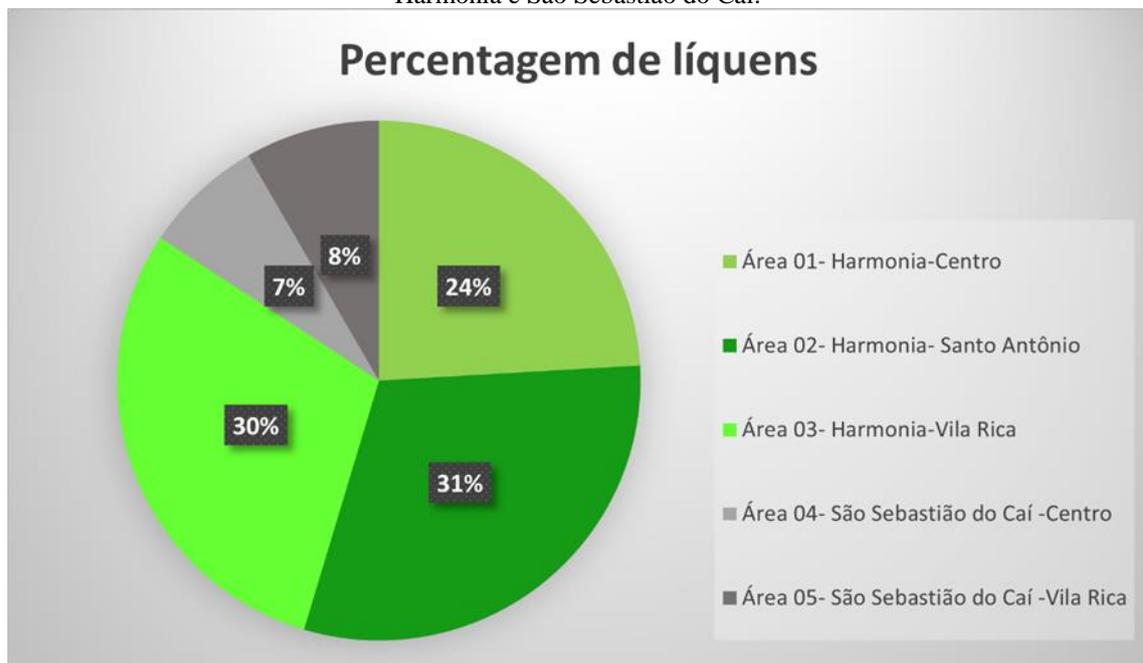
Os estudantes demonstraram interesse, despertaram aquele *brilho no olhar*, em meio ao simulado na escola. Então foram distribuídos nove protocolos semiestruturados e cartilhas de identificação de líquens, inclusive crachás de identificação dos pesquisadores aos alunos foram entregues, onde eles escreveram seus nomes. A maioria dos alunos (as) perguntou se já

podiam pendurar os crachás. Os mini-cientistas relataram que tiveram facilidade, em observar e fazer o levantamento de dados sobre os líquens e adoraram usar o aplicativo, alguns alunos relataram que pediram emprestado e/ou compartilhado a internet dos pais, para conseguir identificar os nomes científicos das espécies das árvores, mencionaram já conhecer algumas árvores pelos nomes populares como: pitangueira, ingazeira.

Os educandos relataram que nem perceberam o tempo passar. Após as observações, dados coletados, os estudantes foram orientados como proceder e confeccionaram os gráficos no laboratório de informática da escola.

Houve a descrição de onze perguntas no protocolo semiestruturado, os pontos a serem destacados neste trabalho são os seguintes itens: identificação das árvores, cobertura dos líquens, abundância dos líquens, características dos líquens, fluxo de carros e localização do ponto de coleta nas proximidades das suas residências, onde os alunos realizaram as observações, sendo que cada aluno amostrou entre cinco a dez árvores.

**Figura 12 – Percentagem de líquens** encontrados nos diferentes pontos de coleta da pesquisa nos municípios de Harmonia e São Sebastião do Caí.



Fonte: Autora (2021).

A fim de atender as exigências do Comitê Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) organizamos em formato de macro a micro, sendo o macro no que tange aos bairros e a micro refere-se as ruas dos bairros. Os pontos de coletas se concentram em áreas, onde cada ponto específico equivale, ou seja, ao local a rua onde os

alunos realizaram as coletas próximos as suas residências, que compõem a determinada micro região em que os alunos e a professora cursista realizaram as coletas.

Conforme demonstrado na Figura 12, a área: 02 Harmonia-Santo Antônio destacou-se apresentando 31% das espécies de líquens encontrados nessa localização. Os dados sugerem que esses resultados estão relacionados as características ambientais da cidade em estudo, pois nessa área a cobertura de matas ciliares é densa, fica distante cinco quilômetros do centro onde por sua vez apresenta menor tráfego de veículos, não há presença de unidades fabris nessa área. Tal fato está ligado a distribuição amostral dos líquens, que atuam como bioindicadores da qualidade do ar já que o habitat da comunidade liquênica se desenvolve preferencialmente em bordas de matas, áreas verdes, indicando uma qualidade do ar significativa, (boa) fato esse que corrobora com os resultados obtidos nessa pesquisa. De acordo, com os relatos pela autora Koch (2012) os líquens, são organismos que atuam como bioindicadores biológicos, e sua característica inerente devido a sensibilidade a diferentes alterações ambientais, tornando evidente a associação com a poluição atmosférica. O ar daquela localidade: área 02-Santo Antônio, foi considerado de boa qualidade, sobretudo nas áreas com maior densidade arbórea.

Já na área: 01 Harmonia-Centro apontou 24% das amostragens da densidade dos líquens não são significativas, tais fatores podem estar associados com as emissões de gases poluentes lançados na atmosfera, nessa área, pois essa zona é central da cidade, onde está localizado um frigorífico e inclusive em razão disso, o tráfego de veículos pesados é intenso e com isso liberando mais CO<sub>2</sub>. Esses achados, da quantificação dos líquens foram constatados e corroboram com o que os autores trazem em seu artigo. Os autores Lucheta e Martins (2014) verificaram em seu estudo que em áreas com menor intervenção do trânsito de veículos automotores, identificava-se estado de conservação dos líquens baseando-se nas espécies amostradas no estudo, *C. aurata* e *T. falvicans*.

O ponto de coleta situado na área: 03 Harmonia-Vila Rica apresentou 30% da riqueza dos líquens amostrados, essas perspectivas evidenciam a importância dos líquens enquanto bioindicadores de monitoramento da qualidade do ar. Essa área está próxima a área 02 onde foi constatado percentuais semelhantes com cerca de (31%), essa área (03) descrita, situa-se cerca de dois quilômetros do Balneário (Taquareiras), que é banhado pelo rio Caí, região de Área de Preservação Ambiental, com vasta cobertura florestal, mata ciliar, ambiente propenso ao desenvolvimento da comunidade liquênica. Os líquens são conhecidos como os melhores bioindicadores dos níveis de poluição aérea, “por serem sensíveis à poluição ambiental”.

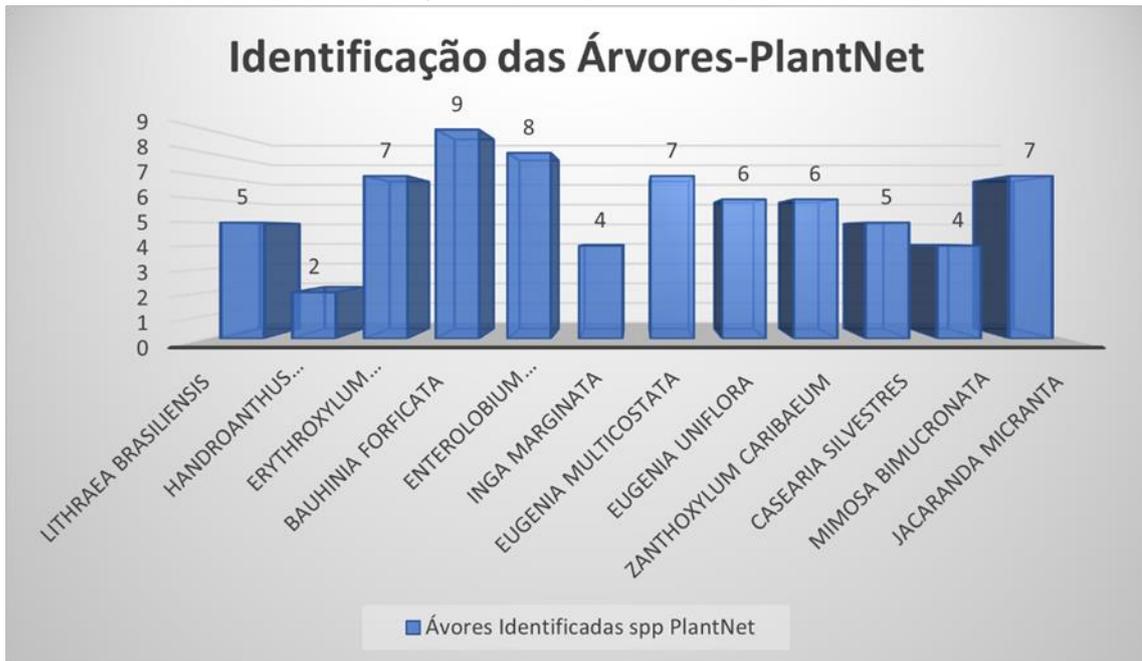
Quando eles não estão presentes no ambiente, indicam altas concentrações de poluentes emitidos no ar. (OLIVEIRA e GIACOMAZZO, 2017).

No município de São Sebastião do Caí, onde a professora cursista realizou as coletas, nas respectivas áreas (4 e 5): a área 4 São Sebastião do Caí-Centro indica 7% dos líquens apontados nos resultados desse estudo. A área descrita está localizada na região central da cidade, onde está estabelecida a empresa Conservas Oderich S.A., com intenso tráfego de veículos de grande porte e médio porte tal fator está associado a determinada abundância (de líquens) observada. Esses resultados, são observados nestes pontos de coletas onde a abundância dos líquens é mínima, por estarem próximos do local de observação da presente pesquisa. Nessas regiões onde as altas emissões de gases poluentes devido aos processos industriais, emissões de gases poluentes, oriundos principalmente da massiva frota de veículos automotores e a queima de combustíveis fósseis, comum em áreas urbanas o que favorece o efeito estufa. (BRAZ E LONGO 2019).

A área 5 São Sebastião do Caí-Vila Rica, apresentou 8% dos dados processados, a distância é cerca de 3,5 km da região central da cidade, a respectiva área amostrada localiza-se rodeada por propriedades rurais, com abundância de agro florestas, áreas arbóreas com grande riqueza de fauna e flora. Esse fator contribui para esses achados. Os autores Lucheta e Martins (2014), destacam que pode ter variação na distribuição da população líquênica devido as condições microclimáticas onde os líquens habitam, esse fato comprova os dados obtidos em nossa pesquisa.

Um estudo realizado na cidade de Criciúma apontou a presença de líquens em quatro bairros da cidade, relacionando este fator com a qualidade do ar, visto que os líquens atuam como bioindicadores ambientais. Há evidências descritas por pesquisas que o desenvolvimento dos líquens é comprometido quando a presença de poluição. Oliveira e Giacomazzo (2017).

**Figura 13- Identificação das árvores**, utilizando o Aplicativo PlantNet, no levantamento realizado pelos estudantes do nono ano 92 da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff.



Fonte: Autora (2021).

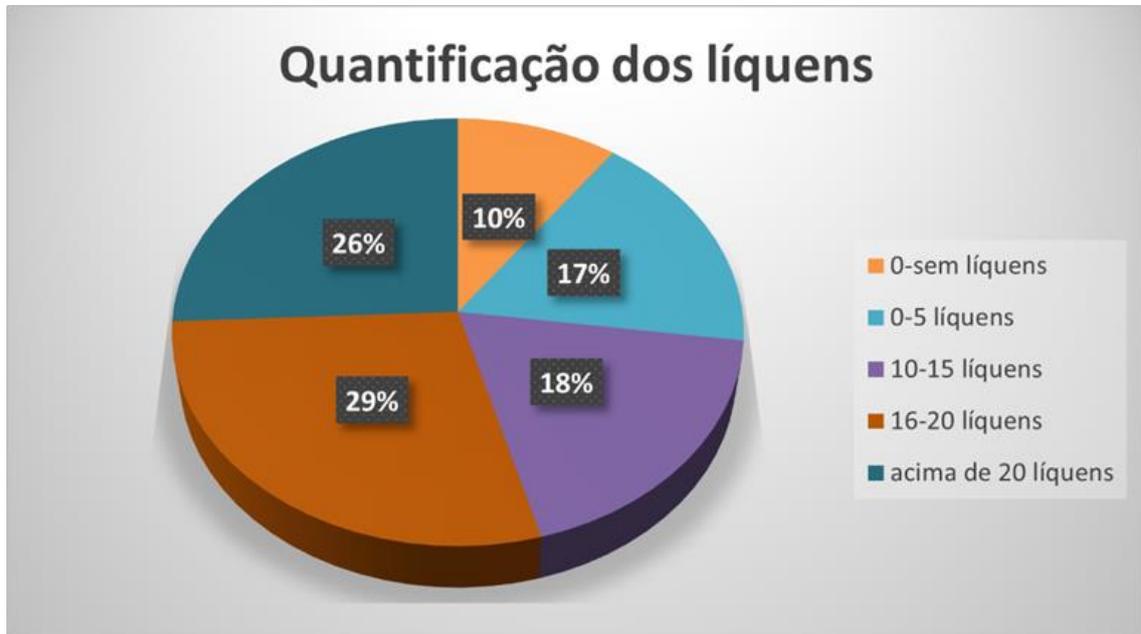
A Figura 13 demonstra as doze espécies de árvores mais citadas no levantamento realizado pelos alunos do nono ano, da turma 92, da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff.

Foram relatadas em cada observação de dez a cinco exemplares de árvores. As seguintes árvores identificadas por meio do aplicativo PlantNet, conforme a figura 13 a seguir em ordem crescente. Destaca-se as espécies que foram observadas pelos mini-cientistas em maior abundância: *Bauhinia forficata* (*Pata de vaca*), *Enterolobium contortisiliquum* (*Timbaúva*), *Eugenia multiconstata* (*Araça*), *Jacaranda micranta* (*Carobão*).

Conforme uma pesquisa realizada por Santos et al. (2015) na cidade de Aracajú, os seus dados coletados os espécimes de árvores foram: *Bauhinia forficatae* de outro gênero Bignoniaceae, popularmente conhecido como ipê-amarelo, esses dados corroboram com os achados em nossa pesquisa.

Os líquens existentes em troncos de árvores, são considerados bons indicadores biológicos relacionados à qualidade do ar, devido a sua sensibilidade à poluição, destaca-se dióxido de enxofre, flúor, ozônio entre outros. Entretanto quando a sua riqueza, ou seja, as quantidades em grande proporção, sinalizam que nessa área o nível de poluição do ar apresenta baixo índice, proporcionando aos seres vivos parâmetros positivos referente a qualidade do ar. (Santos et al. 2015).

**Figura 14- Índice de população líquênica**, avaliada como percentual de cobertura de líquens, quantidade de líquens por árvore no levantamento realizado pelos estudantes do nono ano 92 da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff.



Fonte: Autora (2021).

Os alunos realizaram o levantamento da quantidade de líquens por cada árvore (Figura 14), utilizando uma escala de zero, onde não há presença de líquens; de cinco a dez líquens, de dezesseis a vinte líquens e acima de vinte líquens, ou seja, que estejam tomados de líquens. Segundo relatado por Käeffer (2011), os líquens são estruturas simbióticas, possuem hábitos diversificados, o seu desenvolvimento ocorre em áreas extremas, tanto em florestas de monocultura, regiões industriais e até mesmo em espaços urbanos.

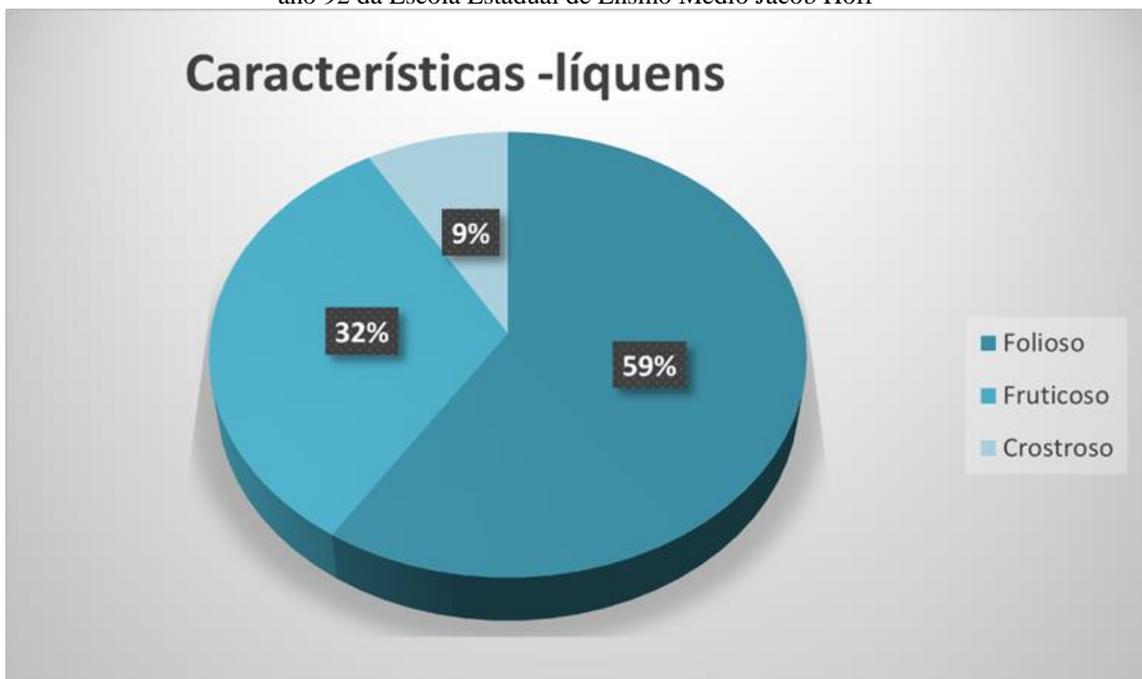
As amostragens realizadas pelos alunos na cidade de Harmonia de meio urbano em diferentes pontos de coleta contaram com 09 participantes de acordo com a quantidade de líquens por cada árvore observada, conforme a Figura 14, os dados amostrados que prevaleceram na sua maioria foram de 29% sendo de dezesseis a vinte líquens, com 26% acima de vinte líquens; seguido de 18% com dez a quinze líquens; 17% zero a cinco líquens e 10% sem a presença de nenhum líquen. Sobre essa questão o autor traz em sua análise de dados o levantamento de dados em quatro bairros que foram os bairros escolhidos, os estudantes investigaram os dados e observaram que a discrepância na concentração dos líquens nas regiões em que foram pesquisadas. (OLIVEIRA e GIACOMAZZO, 2017).

Durante a pesquisa, na tabulação de dados, um estudante relatou que: *“Este trabalho que fizemos sobre os líquens na nossa escola e perto da nossa casa foi bem produtivo, pois*

*nele conseguimos ver que existem várias espécies de líquens, com várias cores e formatos diferentes. Profe Lisandra eu não sabia que os líquens são nossos protetores.”*

Enquanto os alunos (as) elaboravam os gráficos, uma aluna comentou: *“Profe, morávamos em Sapucaia do Sul por vários anos, nos mudamos para a Harmonia, há pouco tempo, já faz um ano, enquanto morávamos na outra cidade, sempre ficava muito doente, tenho asma. Depois de alguns meses que moramos aqui em nossa cidade (Harmonia), não tive crises com tantas frequências?”* A análise dessa aluna, relaciona com a qualidade do ar à sua condição de saúde, evidenciando que eles desenvolveram raciocínio científico por meio investigativo com a metodologia científica, uma vez que mais de metade (55%) das árvores observadas pelos alunos possuem mais de 16 líquens por árvore.

**Figura 15- Frequência de hábitos dos líquens** encontrados no levantamento realizado pelos estudantes do nono ano 92 da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff



Fonte: Autora (2021).

Os resultados constatados no levantamento de dados das características dos líquens, executados pelos alunos da Escola Jacob Hoff evidencia que a proporção dos líquens foliosos é maior do que em relação aos crostosos. O hábito mais frequente foi de líquens de tipo foliosos, como demonstrado na Figura 15. As características dos líquens que predominaram nas coletas de dados dos alunos da turma 92 foi composta por: 59% líquens foliosos, 32% fruticosos e 9% crostosos.

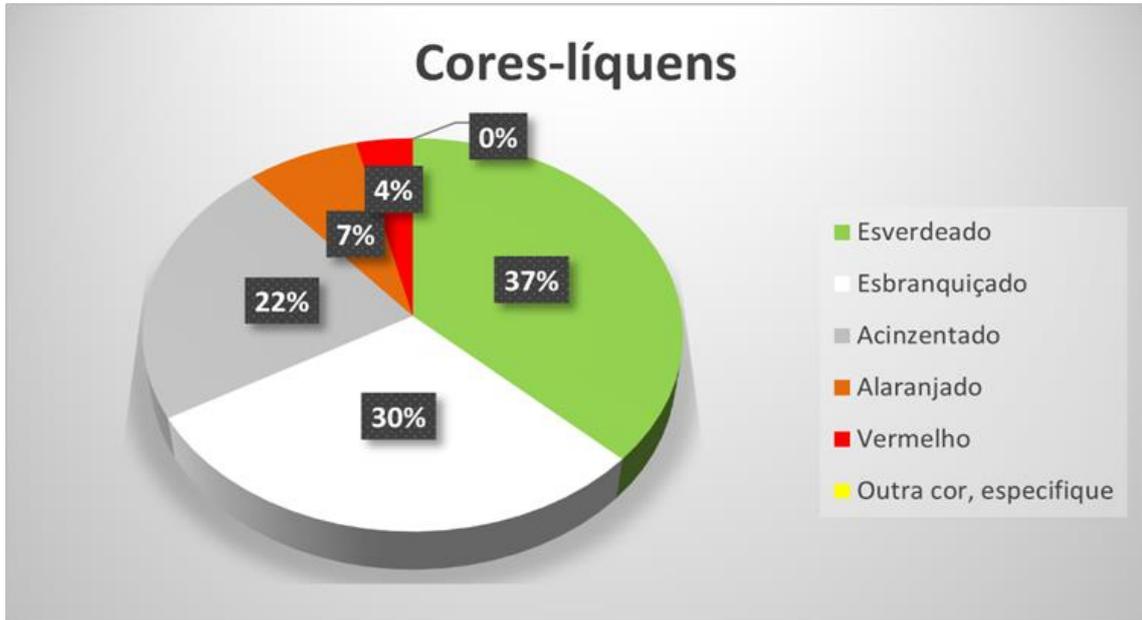
Isso também é comentado por Costa et al. (2020) que descreveu a presença de líquens foliosos e crostosos o que está corroborando com os nossos resultados. Já os fruticosos o autor destaca que não apareceu em dois pontos de coleta, devido a sua sensibilidade elevada aos poluentes. Com os dados obtidos pelo autor, os líquens fruticosos são mais sensíveis aos agentes poluentes do que em relação aos líquens crostosos, estes possuem maior resistência, com isso a existência de líquens fruticosos em um determinado ambiente sugere uma melhoria na qualidade do ar de forma significativa.

De acordo com Lehnen et al. (2017), os líquens fruticosos apresentam maior sensibilidade à poluição atmosférica e em resultado disso desaparecem em “áreas muito degradadas”, portanto sugere-se que na área rural amostrada, as condições climáticas, estão associadas as características ambientais deste local e com isso são mais favoráveis para o desenvolvimento dessas espécies, comparando ao ambiente urbano analisado.

Conforme Kaeffer e Azevedo (2015), a abundância dos líquens fruticosos se dão em ambientes mais abertos e ensolarados, dessa forma são considerados com grau maior de sensibilidade e as possíveis alterações.

Um aluno se posicionou sobre a atividade: *“O estudo que fizemos observando os líquens que tem em nossa cidade foi bem legal, pois conseguimos conhecer um pouco mais sobre onde eles vivem e também identificar espécies com a tabela que a professora deu. Achei bem interessante essa atividade que os mostrou como temos uma biodiversidade rica aqui em nosso estado.”* A observação deste aluno, torna-se evidente a interação que eles fazem em relação à pesquisa aplicada.

**Figura 16- Frequência de cores encontradas em líquens** no levantamento realizado pelos estudantes do nono ano 92 da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff.



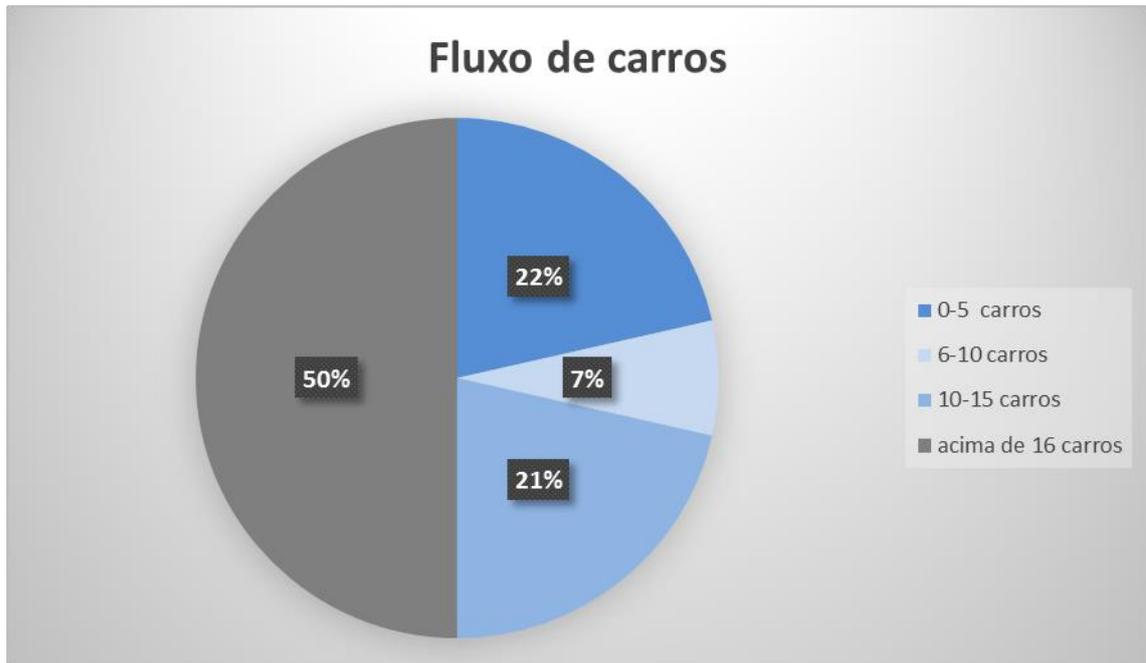
Fonte: Autora (2021).

Os estudantes observaram também características como as cores dos líquens (Figura 16). As cores verde e esbranquiçada predominaram, ou seja, obtiveram maior índice de cobertura nesta pesquisa. Foram 37% de líquens esverdeados, 30% esbranquiçados, 22% de acinzentados e 7% na cor alaranjada e 4% na cor vermelha.

Kaeffer et al. (2011) também salienta que as cores mais frequentes nos líquens em seu estudo foi acinzentado, verde claro, escuro e esbranquiçado. Esses dados apontados no estudo corroboram com a coleta de dados executados pelos mini-cientistas do nono ano, 92. Os dados que obtivemos em nossa coleta de dados corroboram parcialmente os achados de Soares et al. (2017).

No decorrer da produção textual dos alunos após as amostragens da pesquisa um aluno mencionou: *“Professora sempre achava que os líquens não tinham nenhuma serventia, arrancava das árvores para brincar, nem sabia o nome desse bichinho, mas agora não vou deixar ninguém encostar e nem chegar perto!”*

**Figura 17 – Fluxo de carros** nos locais de coleta no levantamento realizado pelos estudantes do nono ano 92 da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff.



Fonte: Autora (2021).

A Figura 17 mostra o fluxo de carros nos locais de coleta em ambos os municípios participantes, sendo que metade dos locais de coleta apresentou um fluxo de mais de 16 carros. Nas amostragens do fluxo de carros, que foram realizadas pelos alunos do nono ano, 92, nas proximidades das suas residências, no protocolo semiestruturado, foi descrito de zero a cinco carros, de seis a dez carros, de dez a quinze carros e acima de dezesseis carros. Em nossos resultados predominou com 50% acima de dezesseis carros, com 22% de zero a cinco carros, 21% de dez a quinze carros e 7% de seis a dez carros.

Lehnen et al. (2017) menciona sobre a utilização dos líquens como bioindicadores ambientais, já em meados do século XIX, onde originou inúmeras pesquisas com o objetivo do monitoramento ambiental, seja através de estudo para a avaliação da qualidade do ar em ambientes urbanos e industriais.

Um aluno indagou: *“Mas a passagem dos tratores que passam na minha rua também entra nessa conta de quantidade de carros, Professora?”* Essas concepções construtivas, que contribuem no processo de evolução da percepção do ambiente pelos alunos, e o papel da prática e do potencial do uso do método científico como ferramenta de aprendizado.

Na aula em que os alunos, escreveram o texto sobre biodiversidade, relacionando com a pesquisa que aplicamos, debatemos ao final da aula, dialogamos, onde eles expressavam a sua opinião sobre a atividade investigativa. Nesse instante notou-se a absorção dos conceitos: *“Achei bem legal a pesquisa que fizemos, nela conhecemos um pouquinho sobre quem são os*

*líquens e onde eles vivem. Também conseguimos observar que temos uma diversidade muito grande deles em nossa cidade.”*

Cabe destacar que a troca de opiniões, pensamentos e informações que os alunos em conjunto com a professora cursista fizeram, faz com que ambas as partes tragam a discussão ações ambientais mundiais, onde uma aluna menciona: *“Porque na COP 26 todos os países, não se ajudaram? O nosso planeta está morrendo! Assisti na televisão, a China acha que não vai precisar de um ar limpo para respirar? E se lá não tiver os líquens?”*.

## **7 CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos demonstram que a localidade na área 03 Harmonia-Vila Rica que mais foram observadas os líquens pelos mini-cientistas da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff pelo nono ano, 92.

Nas observações durante as coletas de dados, os líquens cujas características predominaram na pesquisa foram: os foliosos, fruticosos foram encontrados com maior quantidade. Em toda a extensão da pesquisa, os alunos desenvolveram habilidades tais como: observação de tipos de líquens, observação e análise quanto aos seus hábitos e colorações. Realizaram análises de dados, tabularam os achados da pesquisa, identificaram as espécies de árvores (onde os líquens habitam em seus substratos), quantificaram e classificaram os líquens referente: aos seus hábitos, as características anatômicas (cores, formatos, hábitos) nas áreas de pesquisa que abrange os municípios de Harmonia e São Sebastião do Caí de modo aleatório.

Os alunos perceberam que não basta apenas preservar os ecossistemas, mas também a conscientização sobre *biodiversidade* a tomada de novos hábitos de vida, como o uso de transportes que sejam alternativos, viáveis as condições locais como: o uso de bicicleta, o sistema de carona solidária, a utilização de combustíveis renováveis e inclusive como uma aluna fala: *“Aqui na nossa cidade já tem em algumas propriedades aquele equipamento o biodigestor, para não largarmos esse negócio, polui né Professora?* Na outra ponta da sala um aluno complementa: *esse negócio é o metano, é o grande causador da destruição da camada de ozônio, né Prof<sup>a</sup>?* No que tange as discussões, observações falas dos alunos (as), os depoimentos relatados pelos alunos revelam que o processo de ensino-aprendizagem, atingiu plenamente seus objetivos da presente pesquisa. Enquanto professora, a jornada da pesquisa científica na prática, em sala de aula, foi desafiadora, motivadora e com experiências únicas, o que mais me chamou a atenção foi o desprendimento, o avanço dos alunos enquanto seres pesquisadores, desenvolvendo seus conhecimentos pelo mundo da pesquisa.

Durante a execução da pesquisa, os alunos desenvolveram percepções sobre biodiversidade, interligada com os líquens enquanto bioindicadores do monitoramento da qualidade do ar, relacionando as observações empíricas do cotidiano com as novas informações elaboradas a partir do uso do método científico. Neste processo de ensino-aprendizagem, os alunos desenvolveram outros conhecimentos como de possível identificação das espécies de árvores através do uso de tecnologia (aplicativo PlantNet).

O aprendizado que os alunos levam em suas vidas, não se constrói por si só em uma sala de aula sem a intervenção científica. Nota-se pela fala de uma aluna: *“Aprendemos que biodiversidade estuda tudo o que tem vida e também que o Brasil tem uma mega diversidade, relacionando com a atividade que fizemos sobre os líquens ficou bem claro o tamanho da diversidade que temos. Achei bem interessante por observar e identificar algumas espécies de líquens que temos aqui em nossa cidade bah me senti como um cientista trabalhando no laboratório.”*

Em uma perspectiva futura da continuação do projeto, a ideia é de que os resultados poderão ser apresentados à Secretaria Municipal de Meio Ambiente da cidade de Harmonia e, possivelmente, um contato com o Departamento de Ecologia da UFRGS será estabelecido futuramente.

## REFERÊNCIAS

BRAZ, Sofia; LONGO, Regina. Bioindicadores de Poluição Ambiental: Um Estudo Bibliométrico. **XV Fórum Ambiental Alta Paulista** p. 457-469, Jun. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334173759> . Acesso em: 21 jun. 2021.

BRITO, Maria F.; GOMES, Divamélia O. B.; SILVA, Manoel J. M. Biomonitoramento da qualidade do ar com *Tradescantia pallida* como ferramenta no ensino de educação ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.7, n.1, p.97-106, Dez. 2015-Jan 2016. Disponível em: DOI:<http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.001.0008>. Acesso em: 02 jun. 2021.

CAPELATO, Karina. Análise biogeográfica de líquens como indicadores da poluição do ar da cidade de Araras - SP. 2007. 101 f. Tese (Mestrado em Geografia) **Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE)** Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007 São Paulo. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95571>. Acesso em: 22 jun. 2021.

COSTA Mendes Martins Danielle Anne et al.; Indicadores de qualidade do ar através do uso de líquens em área urbana em município mineiro de Itabira / MG Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 9, n. 12, p.1 -30, 2020. DOI: 10.33448/rsdv9i12.11310. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11310>. Acesso em: 14 nov. 2021.

COSTA, William Raimundo **Utilização de Líquens no Monitoramento Ativo e Passivo da Poluição Atmosférica**. 2018. 61f. Tese (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2018. Disponível em: <http://200.131.62.27/bitstream/tede/637/5/Dissert%20William%20R%20Costa.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2021.

DUTRA Vanessa S. V.; SILVA Leonardo M.; BORGIO Ana L.; OLIVEIRA José E. Z.; Líquens como Bioindicadores da Qualidade do Ar no Município de Barbacena-MG **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, v.17, n.34, p. 299 – 311, Dez. 2020. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/liquens.pdf> . Acesso em: 9 jun. 2021.

GOOGLE MAPS. **Mapa - Harmonia-RS**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Harmonia+-+RS/@-29.5322722,-51.4302585,12z/data=!4m5!3m4!1s0x951bff3a96c78c5b:0x5552fe52754fc1ec!8m2!3d-29.5492488!4d-51.4242523>, 2021a. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Mapa - São Sebastião do Caí-RS**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/S%C3%A3o+Sebasti%C3%A3o+do+Ca%C3%AD,+RS,+95760-000/@-29.5717738,-51.3764148,12.72z/data=!4m5!3m4!1s0x951bfddba925c385:0xd5a5a38271ef74ef!8m2!3d-29.5910554!4d-51.3760941>, 2021b. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Estrada: Santo Antônio, s/nº-Harmonia RS.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B033'43.6%22S+51%C2%B024'45.9%22W/@>

[-29.5597991,-51.4063373,16.17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x6f68bc51dd967284!8m2!3d-29.5621069!4d-51.4127462](https://www.google.com/maps/place/29%C2%B033'41.8%22S+51%C2%B024'54.4%22W/@-29.5621069,-51.4127462,2021c), 2021c. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Rua: Cecília Kunrath, nº: 160-Harmonia RS.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B033'41.8%22S+51%C2%B024'54.4%22W/@-29.5621069,-51.4075787,16.17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xa6d15277381e1285!8m2!3d-29.5616153!4d-51.4151036>, 2021d. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Rua: José Selmo Lauermann, S/Nº Vila Rica-Harmonia RS.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B032'49.0%22S+51%C2%B024'35.5%22W/@-29.5485657,-51.4114483,16.17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x4c0281d08d0a19fe!8m2!3d-29.5469516!4d-51.4098478>, 2021e. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Rua: 25 de Julho-Harmonia RS.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B032'54.4%22S+51%C2%B025'39.1%22W/@-29.5473189,-51.4230331,16.17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xe7996f8a4aae3c27!8m2!3d-29.548432!4d-51.427537>, 2021f. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Rua: Maria Weisheimer-Harmonia RS.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B033'07.1%22S+51%C2%B024'51.7%22W/@-29.5511333,-51.4101858,16.17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x251993f964d56893!8m2!3d-29.5519719!4d-51.4143562>, 2021g. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Três de Maio, nº: 151, Centro-Harmonia RS.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B033'20.1%22S+51%C2%B025'38.4%22W/@-29.553525,-51.4274569,15.89z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x1e74cc64cd18d29b!8m2!3d-29.5555785!4d-51.4273193>, 2021h. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Rua: João Colling, nº: 258, Centro-Harmonia RS.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B033'02.3%22S+51%C2%B025'39.6%22W/@-29.5495407,-51.4264288,17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x5e281c1e931d9091!8m2!3d-29.5506477!4d-51.4276587>, 2021i. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Avenida Egídio Michaelsen, Centro, São Sebastião do Caí.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B035'22.8%22S+51%C2%B022'25.5%22W/@-29.5886697,-51.3762551,16.17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xdac52bb8ff9b51b4!8m2!3d-29.5896639!4d-51.3737604>, 2021j. Acesso em 12 nov. 2021.

\_\_\_\_\_. **Estrada da Várzea, Vila Rica, São Sebastião do Caí.** Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/29%C2%B034'02.9%22S+51%C2%B023'19.7%22W/@-29.5666429,-51.3882981,16.17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x57d804e1810adb15!8m2!3d-29.5674797!4d-51.3888115>, 2021k. Acesso em 12 nov. 2021.

GONÇALVES Vanessa Fonseca et al. Utilização de Líquens como Bioindicadores da Qualidade Atmosférica na Cidade de Uberlândia, MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu, p. 1-2, set. 2007. Supl. Trabalho apresentado na VIII Congresso de Ecologia do Brasil Universidade Federal de Uberlândia - UFU, 2007 Caxambu, MG. Disponível em:

<http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiceb/pdf/1185.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2021.

KÄFFER, Márcia Isabel **Biomonitoramento da Qualidade do Ar com Uso de Líquens na Cidade de Porto Alegre, RS**. 2011. 220 f. Tese (Doutorado em Ecologia) -Instituto de Biociências, Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/30187>. Acesso em: 11 jul. 2021.

KÄFFER, Márcia Isabel et al. Caracterização da comunidade líquênica corticícola de Porto Alegre e áreas adjacentes, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** [online]. 2011, v. 25, n. 4, p. 832-844, Epub 24 jan 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000400010>. Acesso em: 26 jun. 2021.

KOCH, Natália Mossmann. **Dinâmica da sucessão líquênica: padrões estruturais e funcionais como indicadores de regeneração florestal**. 2012. 86 f. Tese (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/54527> . Acesso em: 15 nov. 2021.

LUCHETA, Fabiane Martins et al. Líquens foliosos e fruticosos corticícolas do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia, Série Botânica.**, [S. l.], v. 69, n. 1, p. 29–35, 2014. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/3>. Acesso em: 9 jun. 2021.

MAKI, Erica Sayuri et al. Utilização de Bioindicadores em Monitoramento de Poluição. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 169-178, Out. 2013. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/705> . Acesso em: 26 jun. 2021.

MARTINS, Suzana A. M.; KÄFFER, Márcia L.; **Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeétrica, Rio Grande do Sul, Brasil**. *Hoehnea*. v. 35, p. 425-433, Set. 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/310750371\\_Liquens\\_como\\_bioindicadores\\_da\\_qualidade\\_do\\_ar\\_numa\\_area\\_de\\_termoeletrica\\_Rio\\_Grande\\_do\\_Sul\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/310750371_Liquens_como_bioindicadores_da_qualidade_do_ar_numa_area_de_termoeletrica_Rio_Grande_do_Sul_Brasil) . Acesso em: 18 jun. 2021.

MEDEIROS Aurélia Barbosa et al. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 4, article 1, 17, p. 1-17, Set. 2011. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/a-importancia-da-educacao-ambiental-na-escola-nas-series-iniciais.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2021.

MOREIRA Fernanda Deister et al. Uso de Líquens como Bioindicadores da Qualidade do Ar em Centro Urbano, Juiz de Fora, MG. **Anais Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**, Três Rios, p. 198-202, jun. 2017. Supl. Trabalho apresentado na 6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade do UFRJ, 2017 Três Rios, RJ. Disponível em: <http://itr.ufrj.br/sigabi/anais> . Acesso em: 3 jun. 2021.

MOREIRA, Fátima; SOUZA, Maria. **Microbiologia e bioquímica do solo.pdf**. Minas Gerais: UFLA, 2006. v. II Microbiologia e bioquímica do solo. Disponível em: [http://www.esalq.usp.br/departamentos/iso/arquivos\\_aula/LSO\\_400%20Livro%20-%20Microbiologia%20e%20bioquimica%20do%20solo.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/iso/arquivos_aula/LSO_400%20Livro%20-%20Microbiologia%20e%20bioquimica%20do%20solo.pdf). Acesso em: 21 Jun. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. **PESQUISA EM ENSINO: ASPECTOS METODOLÓGICOS (Researchonteaching: methodological aspects)**. In: Actas del PIDEC Adaptado do capítulo 2 do livro Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin, de M. A. Moreira. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda., (1990-2003). 38 f. Tese (Doutorado Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha, em convênio com a UFRGS) - Instituto de Física da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaemensino.pdf> .

NÓBREGA, Nadejda de Azevedo et al. Produção de compostos fenólicos a partir de células imobilizadas do líquen *Parmotremaandinum* (Müll. Arg.) Hale e avaliação de atividade antimicrobiana. **Acta Botanica Brasilica** [online]. v. 26, n. 1, p. 101-107. Mai. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100012>. Acesso em: 27 Jun. 2021.

OLIVEIRA Michele MEZARI, GIACOMAZZO Graziela. Pesquisa no Ensino Médio: Um Relato de Experiência Sobre a Identificação de Líquens como Bioindicadores de Poluição em Criciúma Educação e Produção do Conhecimento nos Processos Pedagógicos. **Seminário de Educação, Conhecimento e Processos Educativos**, Criciúma, p. 7, mai. 2015. Supl. Trabalho apresentado no Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE UNESC, 2015, Criciúma, SC. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/seminarioECPE/article/download/2149/2038>. Acesso em: 6 jun. 2021.

PEREIRA, Adriana Soares **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: Editora UAB/NTE/UFSM, 2018. *E-book*. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1) . Acesso em: 14 nov. 2021.

RIEGEL, Jauna; et al. Utilização de líquens na avaliação da qualidade do ar pela técnica EDX. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 2, 3 mar. 2020. Disponível em: [https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq\\_trabalhos/14627/seer\\_14627.pdf](https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/14627/seer_14627.pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2021.

SANTOS, Carla Alves Zoaid et al. ANÁLISE QUALITATIVA DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE 25 VIAS PÚBLICAS DA CIDADE DE ARACAJU-SE. **Ciência Florestal**, v. 25, n.3, p. 751-763, jul-set.2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/19678/11685>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

SILVA Carlos Eduardo LINS. Cinco décadas de consciência ecológica. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, 08 jul. 2021. Divulgação Científica, n. 202 p. 85. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/reflexoes-sobre-o-cinquentenario-de-publicacao-do-livro-primavera-silenciosa-de-rachel-carson/>. Acesso em: 6 jun. 2021.

SILVA, Alexandre Fernando Vieira. Aspectos da Poluição Atmosférica: Uma Reflexão Sobre a Qualidade do Ar nas Cidades Brasileiras Aspects of air pollution: a reflection about air quality in Brazilian cities. **Ciência e Sustentabilidade**, Divinópolis, v. 3, article 1, p.166-189, Set. 2017. Disponível em: <http://orcid.org/0000-0003-2408-263X>. Acesso em: 11 jul. 2021.

SILVA, Andrezza Karla de Oliveira et al. LIQUENS UTILIZADOS COMO BIOMONITORES DA QUALIDADE DO AR NO PARQUE DA JAQUEIRA – RECIFE – PERNAMBUCO. **Geo UERJ**, [S.l.], v. 1, n. 25, p. 239-256, set. 2014. ISSN 1981-9021. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/5690>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

VAZ Pieroni Raissa **Levantamento preliminar de líquens epifíticos comumente utilizados como bioindicadores da qualidade do ar na estação ecológica da UFMG, Brasil: gêneros *Parmotrema* e *Canoparmelia***. 2012.60 f. Monografia (Especialista em Microbiologia.) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://www.ufmg.br/estacaoecologica/wp-content/uploads/2020/11/2012-VAZ-Raissa-Pieroni-liquens-epifiticos.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

VIOTTO Fernanda Martins et al. Uso de Bioindicador na Análise da Qualidade do Ar: Uma Comparação para a Praça Napoleão Moreira da Silva em Maringá (PR) entre os Anos de 2006 e 2018. **XV Fórum Ambiental Alta Paulista**, Maringá, p. 1239, jun. 2019. Supl. Trabalho apresentado na XV Fórum Ambiental Alta Paulista, 2019, Maringá, PR. Disponível em: <https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/4735/form2368171155.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

ZANETTE, Marcos S.; Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista** [online]. 2017, v. 00, n. 65, p. 149-166. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.47454>. Acesso em: 30 mai. 2021.

**APÊNDICE 1 – PROTOCOLO SEMIESTRUTURADO COLETA DE DADOS**

Disciplina: Ciências

Projeto Percepção de Indicadores de Qualidade Ambiental Utilizando Método Científico em colaboração - UFRGS

Data: \_\_\_\_\_

1- Estimativa de fluxo de carros por hora nessa rua

- a. ( ) 0-5 carros/h
- b. ( ) 6-10 carros/h
- c. ( ) 10-15 carros/h
- d. ( ) acima 16 carros/h

2- Temperatura na hora da coleta

- a. Qual horário que a coleta foi efetuada?

\_\_\_\_\_h min \_\_\_\_\_

- b. Qual a temperatura? (irão utilizar a previsão do tempo, no celular com a localização da sua residência para aferir a temperatura)

\_\_\_\_\_°C

3- Outras condições climáticas (nublado, ensolarado, chuvoso)

- a. ( ) nublado
- b. ( ) ensolarado
- c. ( ) chuvoso

4- Estação do ano (primavera, verão, outono, inverno)

- a. ( ) primavera
- b. ( ) verão
- c. ( ) outono
- d. ( ) inverno

5- Identificação da árvore usando aplicativo - Planta Net

- a. árvore 1 \_\_\_\_\_ spp

- b. árvore 2 \_\_\_\_\_ spp
- c. árvore 3 \_\_\_\_\_ spp
- d. árvore 4 \_\_\_\_\_ spp
- e. árvore 5 \_\_\_\_\_ spp

6- Estimativa de altura da árvore

- a.  menos de 5 metros
- b.  5 a 10 metros
- c.  11 a 15 metros
- d.  16 a 20 metros
- e.  acima de 20 metros

7- Presença de líquens (maior cobertura)

- a.  0-sem líquens
- b.  0-5 líquens
- c.  10-15 líquens
- d.  16-20 líquens
- e.  acima de 20 líquens (tomado de líquens)

8- Cor dos líquens

- a.  esverdeado
- b.  esbranquiçado
- c.  acinzentado
- d.  alaranjado
- e.  vermelho
- f.  outra cor, especifique: \_\_\_\_\_

9- Características dos líquens.

- a.  foliosos

**Imagem 18 - líquen folioso**

Fonte: Google Imagens.

b.  fruticosos

**Imagem 19 - líquen fruticoso**

Fonte: Google imagens

c.  crostoso

**Imagem 20 - líquen crostoso**

Fonte: Google imagens

10- Quais os líquens que tem a maior abundância?

- a.  mais impactados, foliosos.
- b.  mais existentes foliosos (com maior ocorrência).
- c.  mais impactados, fruticoso.
- d.  mais existentes fruticoso (com maior ocorrência).
- e.  mais impactados, crostoso.
- f.  mais existentes crostoso (com maior ocorrência).

## APÊNDICE 2 – CARTILHA DE IDENTIFICAÇÃO DOS LÍQUENS

Na cartilha deste APÊNDICE B, a lista será readequada a partir dessas imagens conforme obtenção de imagens. A tabela preliminar será readequada a partir de imagens de outras espécies que serão inseridas.

Família/Espécie	Nome comum	Imagem de Identificação	Hábito
<i>Parmeliaceae</i>			
<i>Parmotrema reticulatum</i>	Líquene-plissado-reticulado	<p>Imagem – 04</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Folioso
<i>Parmotrema reticulatum</i>	Líquene-plissado-reticulado	<p>Imagem – 05</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Folioso

Fonte: Autora (2021).

<i>Punctelia borrieri</i>	<i>Punctelia</i>	<p>Imagem – 06</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Folioso
---------------------------	------------------	--	---------

Fonte: Autora (2021).

<u><i>Punctelia borrieri</i></u>	<u>Punctelia</u>	<p>Imagem - 07</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Folioso
<u><i>Punctelia borrieri</i></u>	<u>Punctelia</u>	<p>Imagem - 08</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Folioso

Fonte: Autora (2021).

<u><i>Usnea rubicunda</i></u>	Barba de bosque vermelha	<p>Imagem - 09</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Fruticoso
<u>Phyciaceae</u>			
<u><i>Phycia aipolia</i></u>	-	<p>Imagem - 10</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Folioso

Fonte: Autora (2021).

<u><i>Phycia aipolia</i></u>	-	<p align="center"><b>Imagem – 11</b></p>  <p align="center">Fonte: Google imagens</p>	Folioso
<u>Ramalinaceae</u> <u><i>Ramalina farinacea</i></u>	-	<p align="center"><b>Imagem – 12</b></p>  <p align="center">Fonte: Google imagens</p>	Fruticoso

Fonte: Autora (2021).

<u><i>Heterodermia</i></u>	-	<p align="center"><b>Imagem – 13</b></p>  <p align="center">Fonte: Google imagens</p>	Folioso/ Fruticoso
<u><i>Phycia aipolia</i></u>	-	<p align="center"><b>Imagem – 14</b></p>  <p align="center">Fonte: Google imagens</p>	Folioso

Fonte: Autora (2021).

<u>Ramalinaceae</u>			
<u>Ramalina farinacea</u>	-	<p>Imagem - 15</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Fruticoso
<u>Dirinaria picta</u>	-	<p>Imagem - 16</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Crostoso

Fonte: Aurora (2021).

<u>Dirinaria picta</u>	-	<p>Imagem - 17</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Crostoso
<u>Dirinaria picta</u>	-	<p>Imagem - 18</p>  <p>Fonte: Google imagens</p>	Crostoso/folioso

Fonte: Aurora (2021).

## ANEXO 3 – CARTA DE ANUÊNCIA

### CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA

A Diretora da Escola Estadual de Ensino Médio Jacob Hoff localizada na cidade de Harmonia declara estar ciente e de acordo com a participação dos alunos desta Escola nos termos propostos no projeto de pesquisa da professora que atua na sua Escola, Lisandra Jacobi Kölling, no Curso de Especialização em Ensino de Ciências "Ciência é Dez!", que toma como base o ensino de ciências por investigação.

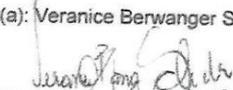
O projeto intitulado "Percepção de indicadores de qualidade ambiental utilizando método científico", tem como objetivo(s) será a percepção de indicadores de qualidade ambiental, especificamente qualidade do ar, pelos estudantes da Escola Estadual de Ensino Jacob Hoff, realizando um levantamento e tentativa de identificação de características de líquens (exemplos: cor, tipos-cortícolas, foliosos e fruticosos) ou chegando a algum táxon, encontrados nos troncos de árvores próximas a sua residência, ainda comparando os achados com diferentes áreas, inclusive de Porto Alegre.

Este projeto de pesquisa encontra-se sob responsabilidade da professora/pesquisadora Dra. Ionara Rodrigues Siqueira da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esta autorização está condicionada à aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS e ao cumprimento aos requisitos das resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da saúde, comprometendo-se os pesquisadores a usar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa exclusivamente para fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo dos sujeitos.

Harmonia, 28 de junho de 2021.

Nome do(a) Diretor(a): Veranice Berwanger Schneider

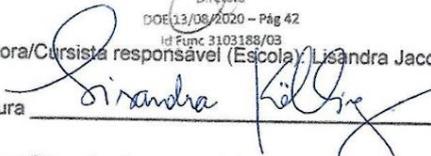
Assinatura

  
Veranice Berwanger Schneider  
Diretora

DOE 13/06/2020 - Pág 42  
Id Func 3103188/03

Professora/Cursista responsável (Escola): Lisandra Jacobi Kölling

Assinatura



Professora/Pesquisadora responsável (UFRGS): Ionara Rodrigues Siqueira

Assinatura



## **ANEXO 4 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO TCLE**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO– TCLE**

Este é um convite para o(a) estudante sob sua responsabilidade participar do projeto intitulado “PERCEPÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO MÉTODO CIENTÍFICO” coordenado pela professora pesquisadora da UFRGS, Ionara Rodrigues Siqueira.

Para decidir, leia cuidadosamente as informações abaixo sobre os procedimentos, benefícios e riscos, tendo qualquer dúvida, pergunte. Não haverá qualquer despesa para participação neste projeto.

O nosso projeto tem como objetivo que os estudantes de escolas tenham contato com ciência, obter e analisar resultados. A participação é voluntária, ou seja, a participação não é obrigatória. A qualquer momento, o estudante poderá desistir de participar, e o consentimento ser retirado. A recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, ou com a Escola. Inicialmente os estudantes (individualmente) irão elaborar um texto sobre “Poluição do ar e impacto sobre os seres vivos” para a professora cursista sondar, observando o conhecimento dos alunos.

Estimamos que os benefícios relacionados com a participação do estudante nestas pesquisas são de aprendizagem, ainda podem no futuro ser úteis para muitos outros estudantes e professores, que poderão ter como base este projeto de pesquisa para suas aulas, as atividades voltadas a pesquisa ocorrerão no contra-turno da escola. Quanto aos riscos, poderá ser incômodo utilizar o protocolo semiestruturado da coleta de dados com fotos de líquens e observar o ambiente e anotar os dados observados, o que tomará o tempo cerca de 60 minutos, os resultados deverão ser registrados em formulário semiestruturado, a pesquisa envolve coleta de dados em áreas urbana e rural; os estudantes deverão observar entre 5 à 10 árvores em locais próximos às suas casas, todas as medidas protetivas cabíveis como uso da máscara, medida de distanciamento social, dessa forma evitando a contaminação pela COVID-19. Os estudantes utilizarão o aplicativo PlantNet, deverão fazer o download em seu celular, após as orientações da Prof<sup>a</sup> cursista, irão manusear, utilizando para fins de identificação dos exemplares das árvores que serão amostradas (identificadas) durante a coleta de dados.

No que se refere aos riscos, poderá causar desconforto, mas lembre-se que será determinante para os estudantes analisarem cientificamente os resultados, embora haja risco de contaminações, todas as medidas serão tomadas para garantir o distanciamento social e evitar contaminação pela COVID-19. Os estudantes deverão observar e comparar os

resultados com os obtidos pelas professoras em áreas com maior tráfego de carros. O estudante e a comunidade escolar terão acesso aos resultados da pesquisa por atividades como palestras e debates, os estudantes sob orientação da profª cursista irão apresentar os dados obtidos da pesquisa (por meio de gráficos) na Feira de Ciências em que a escola promove anualmente a inserção ao meio científico (de forma interseriada e interdisciplinar), dessa forma os alunos irão apresentar com o estande, relatando a proposta do projeto, objetivo geral, introdução, metodologia, sua finalidade, quais resultados alcançamos e qual a importância do tema abordado na pesquisa junto à comunidade escolar.

Todas as informações obtidas a partir por este estudo ficarão guardadas em sigilo sob responsabilidade dos pesquisadores e poderão ser publicadas com finalidade científica sem divulgação dos nomes das pessoas ou escolas envolvidas.

As informações coletadas neste estudo serão publicadas com finalidade científica de forma anônima, ou seja, sem divulgação de nomes ou outra forma de identificação das pessoas envolvidas. As informações coletadas serão divulgadas em conjunto, a fim de garantir o sigilo, impedindo a sua identificação. Todos os formulários receberão códigos, sem registro de nomes dos participantes ou escolas envolvidas, sendo as informações guardadas sob a responsabilidade do pesquisador principal.

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308 3738 E-mail: [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br) Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00h. Durante a pandemia, este atendimento está sendo realizado somente através de e-mail. O estudante e/ou seu responsável poderão contatar a pesquisadora cursista pelo projeto através do E-mail: [lisandra-kolling@educar.rs.gov.br](mailto:lisandra-kolling@educar.rs.gov.br) na Escola, Horário de Funcionamento: terça-feira das 07:35 às 11:30 e das 13:00 às 17:20h.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos e da justificativa da pesquisa de forma clara e detalhada, bem como sobre os procedimentos, riscos e benefícios. **Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação da estudante (que sou responsável) na pesquisa e concordo com a sua participação.** Recebi uma via deste termo de consentimento, bem como a garantia

de resposta a dúvidas ou esclarecimentos relacionados à pesquisa e da segurança da confidencialidade dos dados obtidos.

**Local e data:** \_\_\_\_\_

**Responsável pelo estudante (nome legível):** \_\_\_\_\_

**Assinatura do Responsável pelo estudante:** \_\_\_\_\_

Nome do Pesquisador que aplicou o TCLE: Lisandra Jacobi Kolling

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisador responsável: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ionara Rodrigues Siqueira

Departamento de Farmacologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grandedo Sul, telefone (51) 33083121

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **ANEXO 5 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO TALE**

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE**

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) no projeto de pesquisa “PERCEPÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO MÉTODO CIENTÍFICO”, sob responsabilidade da professora e pesquisadora da UFRGS, Ionara Rodrigues Siqueira.

Para decidir se aceita ou não participar deste projeto, leia cuidadosamente as informações abaixo sobre os procedimentos, benefícios e riscos, tendo qualquer dúvida, pergunte. O nosso grupo visa que os estudantes de escolas tenham contato com ciência, obter e analisar resultados. A participação é voluntária, ou seja, a participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar, e o consentimento ser retirado. A recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, ou com a Escola. Inicialmente os estudantes (individualmente) irão elaborar um texto sobre “Poluição do ar e impacto sobre os seres vivos” para a professora cursista sondar, observando o conhecimento dos alunos.

Estimamos que os benefícios relacionados com a sua participação nesta pesquisa são de aprendizagem, ainda podem no futuro ser úteis para muitos outros estudantes e professores, que poderão ter como base este projeto de pesquisa para suas aulas. As atividades voltadas a pesquisa ocorrerão no contra-turno da escola. Quanto aos riscos, poderá ser incômodo utilizar o protocolo semiestruturado da coleta de dados com fotos de líquens e observar o ambiente e anotar os dados observados, o que tomará o tempo cerca de 60 minutos, deverão ser registrados em formulário semiestruturado; que a pesquisa envolve coleta de dados em áreas urbana e rural; os estudantes deverão observar entre 5 à 10 árvores em locais próximos às suas casas, todas as medidas protetivas cabíveis como uso da máscara, medida de distanciamento social, dessa forma evitando a contaminação pela COVID-19.

Os estudantes utilizarão o aplicativo PlantNet, deverão fazer o download em seu celular, após as orientações da Prof<sup>ra</sup> cursista, irão manusear, utilizando para fins de identificação dos exemplares das árvores que serão amostradas (identificadas) durante a coleta de dados. Ainda, você poderá se sentir cansado ao participar de outras etapas, como a elaboração de textos.

O estudante e a comunidade escolar terão acesso aos resultados da pesquisa por atividades como palestras e debates, os estudantes sob orientação da prof<sup>ta</sup> cursista irão apresentar os dados obtidos da pesquisa (por meio de gráficos) na Feira de Ciências em que a escola promove anualmente a inserção ao meio científico (de forma interseriada e interdisciplinar), dessa forma os alunos irão apresentar com o estande, relatando a proposta do projeto, objetivo geral, introdução, metodologia, sua finalidade, quais resultados alcançarão e qual a importância do tema abordado na pesquisa junto à comunidade escolar.

Todas as informações obtidas a partir por este estudo ficarão guardadas em sigilo sob responsabilidade dos pesquisadores e poderão ser publicadas com finalidade científica sem divulgação dos nomes das pessoas ou escolas envolvidas.

Os seus responsáveis devem autorizar você a participar dessa pesquisa, caso você deseje. Você não precisa se identificar e estará livre para participar ou não. Caso inicialmente você deseje participar, posteriormente você também estará livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. O responsável por você também poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Você não terá nenhum custo e poderá consultar o(a) pesquisador(a) responsável sempre que quiser, por e-mail ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida.

Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e os dados obtidos serão utilizados para divulgação em revistas e reuniões científicas sem identificação de qualquer participante. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de esses poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. Este estudo é importante porque seus resultados fornecerão informações que podem colaborar para boas práticas sustentáveis, buscando alternativas viáveis para a mitigação dos poluentes lançados na atmosfera, minimizando, dessa forma, os danos nocivos à saúde dos habitantes onde a pesquisa será realizada. Assim, a pesquisa visa à colaboração para observação da qualidade do ar, o que está diretamente relacionada à condição do bem-estar das pessoas e de doenças respiratórias. Além disso, contribui também para a preservação da biodiversidade.

O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala

311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308 3738 E-mail: [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br) Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00h. Durante a pandemia, este atendimento está sendo realizado somente através de e-mail. O estudante e/ou seu responsável poderão contatar a pesquisadora cursista pelo projeto através do E-mail: [lisandra-kolling@educar.rs.gov.br](mailto:lisandra-kolling@educar.rs.gov.br) na Escola, Horário de Funcionamento: terça-feira das 07:35 às 11:30 e das 13:00 às 17:20h.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, forneça o seu nome e coloque sua assinatura a seguir.

**Local e data:** \_\_\_\_\_

**Estudante pesquisador (nome legível):** \_\_\_\_\_

**Assinatura do Estudante pesquisador:** \_\_\_\_\_

Nome do Pesquisador (pesquisador cursista) que aplicou o TALE: Lisandra Jacobi Kolling

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisador responsável: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ionara Rodrigues Siqueira

Departamento de Farmacologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, telefone (51) 33083121