



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GUSTAVO GABRIEL DA SILVA ALVES

**USO DO BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR COMO FERRAMENTA  
PARA O ENSINO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Recife

2021

GUSTAVO GABRIEL DA SILVA ALVES

**USO DO BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR COMO FERRAMENTA  
PARA O ENSINO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

**Área de concentração:** Regionalização e Análise Regional.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira

**Coorientadora:** Dr<sup>a</sup>. Maria de Lourdes Lacerda Buril

Recife

2021

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

A474u Alves, Gustavo Gabriel da Silva.  
Uso do biomonitoramento da qualidade do ar como ferramenta para o ensino e  
educação ambiental / Gustavo Gabriel da Silva Alves. - 2021.  
86 f. : il.; 30 cm.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira.  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Lourdes Lacerda Buriel.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.  
Programa de Pós-graduação em Geografia, Recife, 2021.  
Inclui referências, apêndice e anexo.

1. Geografia. 2. Meio ambiente. 3. Qualidade ambiental. 4. Líquens. 5.  
Educação ambiental. I. Pereira, Eugênia Cristina Gonçalves (Orientadora). II.  
Buriel, Maria de Lourdes Lacerda (Coorientadora). III. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2023-002)

GUSTAVO GABRIEL DA SILVA ALVES

**USO DO BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR COMO FERRAMENTA  
PARA O ENSINO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em: 25/02/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eugênia Cristina Gonçalves Pereira (Orientadora – Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dr.<sup>a</sup> Maria de Lourdes Lacerda Buril (Coorientadora - Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dr.<sup>a</sup>. Andrezza Karla de Oliveira Silva (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Larissa Monteiro Rafael (Examinadora Externo)  
Universidade Federal de Sergipe

Dedico esse trabalho ao Colégio Menezes II por abrir as portas da instituição confiando e acreditando no trabalho a ser desenvolvido e, em especial, a todos os alunos do projeto pela dedicação, comprometimento e construção do aprendizado. Sem vocês nada disso seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar meus passos e me fortalecer todos os dias na caminhada, por todo cuidado e amor por mim.

Agradeço a minha mãe Maria José pela dedicação, cuidado e amor. Por sempre me apoiar, por acreditar cada vez mais em mim, pelas palavras de conforto e pela dedicação em estar presente em cada conquista minha. Obrigado por ser meu maior e melhor exemplo de dignidade, coragem e força.

Agradeço aos meus irmãos Ryan Péricles e Valeska Francinne, que cercam a minha vida de alegria com seus grandiosos gestos de amor e cuidado em cada abraço trocado.

Agradeço ao meu padrasto Grimário Francisco, que junto a minha mãe, desempenhou da melhor forma possível o cuidar e o investir várias vezes em meus sonhos.

Agradeço ao meu esposo Leandro Barbosa, por ser a calma nos meus dias mais caóticos, por se dedicar tanto aos meus sonhos, por cuidar de mim em todos os momentos, pela paciência e dedicação nesse processo acadêmico se fazendo tão presente. Agradeço por ser o maior e melhor sinônimo de amor.

Agradeço aos meus familiares (tios, tias, primos, primas, sobrinhos e madrinhas) por torcer em cada conquista minha, pelas palavras de incentivo e por acreditar no meu potencial.

Agradeço a Prof<sup>a</sup> Eugênia Pereira, pelas oportunidades, descobertas, orientações e principalmente, por tanta paciência. Agradeço pelos cuidados em meio a todo o processo e especialmente por ter acreditado em mim. Obrigado por me ajudar a crescer na ciência e como pessoa.

Agradeço a Andrezza Karla por ter me conduzido tão bem até aqui, por acreditar e me apoiar nessa jornada. Agradeço por ter me dedicado tanta atenção e carinho, por todas as orientações e incentivo quando achei que não seria capaz. Agradeço pela generosidade, amizade e pela imensa contribuição nesse processo de formação. Sem sua ajuda, nada disso teria sido tão possível.

Agradeço a Lourdes Buriel pelas orientações, dedicação e participação na construção e execução deste projeto. Agradeço por todos ensinamentos e contribuições feitas ao percorrer dessa formação.

Agradeço aos amigos do Lageam (Deyvson, Beatriz, Bruno, Juliane, Steffane, Iwelton e Margarida) pelo imenso carinho, pelas experiências, pelas tardes de conversa, por sempre vibrar pelas conquistas e por trazer tanta leveza ao dia a dia. Agradeço também a Letícia Santos, por toda ajuda no finalzinho deste trabalho, dedicando um pouco do seu tempo nessa construção.

Agradeço aos amigos que me acompanham desde graduação (Vanubia, Tânelly, Emely, Lindemberg e Bruno) por terem sido fortaleza, por serem tão parceiros, por fazerem parte dessa trajetória com tanta lealdade e amor. Agradeço por terem sido essenciais nos momentos que precisavam ser leves.

Agradeço aos meus amigos (Thaynã, Marcela, Marília, Renata, Maria Eduarda, Thâmara, Thiago, Myrthes, Josi, David e Paloma) por terem entrado em minha vida, por ficarem felizes com as minhas conquistas, por sonharem junto comigo e por fortalecerem sempre a caminhada com muito amor.

Agradeço a Mônica Souza e Sandra Telino por todo carinho, atenção, amizade e dedicação comigo. Agradeço por vocês me acolherem sempre tão bem e por encorajar todos os meus sonhos.

Agradeço a Carina Pereira, por ter sido uma das pessoas que me fortaleceu em inúmeros momentos da minha vida, por sempre ter palavras confortantes e por dedicar tanto amor. Agradeço por você se fazer tão presente na minha trajetória.

Agradeço ao Colégio Menezes 2, por abrirem as portas para as minhas experiências, por acreditarem no meu trabalho, por serem muito pacientes e compreensivos quando. Agradeço em especial a Luciana Mota, por toda partilha e pela amizade construída.

Agradeço aos meus incríveis alunos, por terem aberto espaços de aprendizagem, por abraçarem as minhas ideias, por terem sido tão generosos desde o início desse processo. Agradeço por todos os abraços trocados, por todos os sorrisos partilhados, pelos lanches cercados de boas conversas e por nunca me deixarem desanimar.

Agradeço a FACEPE pela concessão da bolsa viabilizando a execução e realização deste estudo e por contribuir para o meu crescimento na ciência.

“Eu fico tão distraída pensando no lugar aonde quero chegar que esqueço que o lugar onde estou já é muito especial” (KAUR, 2020, p. 132).

## RESUMO

O biomonitoramento com uso de líquens permite a aplicação de técnicas que possibilitem um diagnóstico da qualidade ambiental dos centros urbanos. Visto a facilidade de aplicação, permite seu uso como ferramenta de ensino. Neste sentido, objetivou-se realizar o uso do biomonitoramento como diagnóstico da qualidade do ar na Praça Faria Neves, Recife, Pernambuco, a partir da técnica de determinação do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) como ferramenta para promoção da Educação Ambiental (EA) com alunos do Ensino Fundamental II e Médio. Para a aplicação do estudo foi selecionada a praça Farias Neves, localizada no bairro de Dois Irmãos, zona Norte do Recife. Foram selecionados 12 alunos para participarem das oficinas de formação de conhecimento. Realizaram-se oito encontros teóricos onde foram abordados temas e conceitos geográficos como lugar, paisagem, espaço geográfico, espaços verdes urbanos, poluição atmosférica, degradação ambiental, percepção, educação e monitoramento ambiental, biomonitoramento e uso de líquens como biomonitores, além de treinamento dos métodos realizado próximo à escola, auxiliando no entendimento e na aplicação do IPA, aplicado posteriormente na praça Faria Neves. Para a execução da parte prática foram realizados 6 encontros na área de estudo e se fez inicialmente o mapeamento de ausência e presença de líquens em forófitos existentes na Praça. Em seguida, foi realizada a aplicação da técnica do IPA observando o número de espécies presentes nos quadrantes da malha fixada nas árvores e o percentual de frequência líquênica, levando-se em consideração fatores climáticos, umidade do ar, luminosidade e direção dos ventos. Após a realização da parte prática, os alunos junto ao pesquisador analisaram, trataram e discutiram os resultados para a elaboração da apresentação na escola do Projeto Pesquisa e Ciência. Posteriormente foi realizada a coleta do material líquênico utilizando borrifador, faca e martelo, que foi identificado usando microscópio e lupa estereoscópica. No mapeamento de presença e ausência de líquens, foram contabilizadas 81 árvores, dessas 70 com líquens. Nesses forófitos foi possível observar maior existência de líquens crostosos e foliosos, talos mais resistentes aos poluentes atmosféricos. Os resultados de IPA foram classificados em muito baixo (0,1 – 3,1), baixo (3,1 – 6,1), médio (6,1 – 9,2) e alto (9,2 – 12,2). A partir dos dados obtidos, verificou-se que aproximadamente 90,31% da praça apresentam-se no nível muito baixo e baixo do IPA. Este resultado pode estar atrelado ao intenso fluxo veicular na

via em que a praça está localizada, além de seus arredores servirem como estacionamento, possibilitando maior emissão de poluentes nessa área. As características das cascas das árvores podem também influenciar nos resultados, servindo como habitats propícios ao desenvolvimento dos líquens. Na exposição dos resultados do projeto, foi possível observar que os estudantes identificaram os fatores que podem contribuir para a degradação da qualidade do ar e desenvolvimento dos líquens, bem como a compreensão da aplicação da técnica do IPA possibilitando a análise do ambiente que estão inseridos, resultando na conscientização sobre a importância e a conservação desses espaços, por meio da educação ambiental.

**Palavras-chave:** Índice de Pureza Atmosférica; Líquens; Percepção Ambiental; Educação Básica.

## ABSTRACT

Biomonitoring using lichens allows the application of techniques that allows a diagnosis of the environmental quality of urban centers. Since it is easy to apply, it grants its use as a teaching tool. Under this perspective, the objective was the use of biomonitoring as a diagnosis of air quality in Faria Neves square, Recife, Pernambuco, using the technique of determining the Atmospheric Purity Index (IPA) as a tool for promoting AE with elementary and high school students. For the application of the study, it was selected the Farias Neves square, located in the Dois Irmãos neighborhood, north of Recife. Twelve students were selected to participate in knowledge training workshops. Eight theoretical meetings were held where geographic themes and concepts were defined, such as place, landscape, geographical space, urban green spaces, air pollution, environmental degradation, environmental perception, education and monitoring, biomonitoring and the use of lichens as biomonitors. Moreover, for assisting in the understanding and application of the API later applied at Faria Neves square, a training of these methods was made near the school. For the execution of the practical part, six meetings were held in the study site and, initially, it was made a mapping of lichens' absence and presence in existing phorophytes in the square. Next, the API technique was applied, observing the number of species present in the quadrants of the mesh fixed to the trees and the percentage of lichen frequency, taking into account climatic factors, air humidity, light and wind direction. After conducting the practice, the students and the researcher analyzed, treated and discussed the results for the preparation of a presentation for the Research and Science Project at their school. Subsequently, lichen samples were collected using a spray bottle, knife and hammer and identified using a stereoscopic microscope. In the mapping of presence and absence of lichens, 81 trees were counted, of these 70 with lichens. In these phorophytes, it was possible to observe a higher occurrence of crustose and foliose lichens, more resistant to air pollutants. The API results were classified as very low (0.1 - 3.1), low (3.1 - 6.1), medium (6.1 - 9.2) and high (9.2 - 12.2 ). From the data collected, it was found that approximately 90.31% of the square fit the very low and low levels. This result may be linked to the intense vehicular flow on the road where the square is located, in addition to its surroundings serving as a parking lot, allowing greater emission of pollutants in that area. The characteristics of the trees' barks can also influence the results, as they serve as habitats conducive to the development of

lichens. In the presentation of the project's results, it was possible to observe that the students identified the factors that may contribute to the degradation of air quality and the development of lichens, as well as the understanding of the application of the API technique, enabling the analysis of the environment they are inserted in, resulting in awareness of the importance and conservation of these spaces, through environmental education.

**Keywords:** Atmospheric Purity Index; Lichens; Environmental Perception; Basic Education.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo (Praça Faria Neves, Dois Irmãos) e da instituição de parceira para execução do projeto (Colégio Menezes II, Macaxeira) ambas no município do Recife (PE).....	35
Figura 2 - Mapa da praça Faria Neves, Dois Irmãos, Recife - PE.....	36
Figura 3 - Mapeamento de árvores contabilizadas na Praça Faria Neves, Recife (PE). .....	38
Figura 4 - Aplicação da malha em forófitos na Praça Faria Neves, Recife (Brasil). .....	39
Figura 5 - Folha de preenchimento de acordo com a plotagem da malha em forófito. ....	40
Figura 6 – Cartazes de apresentação com os resultados do biomonitoramento na praça Farias Neves. ....	41
Figura 7 – Exemplo de plano de aula utilizado em um dos encontros teóricos com os alunos do Colégio Menezes II, Recife, Pernambuco. ....	44
Figura 8 - Fluxograma dos encontros teóricos do Projeto, para alunos do Ensino Fundamental II e Médio do Colégio Menezes II, Recife (PE). ....	45
Figura 9 - Mapa de presença e ausência de líquens nas árvores ocorrentes na Praça Faria Neves, Recife (PE).....	48
Figura 10 - Mapa do índice de Pureza Atmosférica na Praça Faria Neves, Dois irmãos (Recife – PE). ....	51
Figura 11 – Gráfico de regressão logarítmica dos valores de frequência e número total dos indivíduos, tendo como parâmetros adicionais o número de espécies encontrados em cada árvore da Praça Faria Neves, Recife - PE.....	53
Figura 12 - Matriz de correlação entre os parâmetros utilizados para o Índice de Pureza Atmosférica na Praça Faria Neves, Recife (PE). ....	54
Figura 13 - Árvore com presença de líquen em área de maior incidência de luz na Praça Faria Neves, Recife (PE).....	61
Figura 14 - Dendrograma do agrupamento das árvores por similaridades entre o índice de Pureza Atmosférica e as variáveis de frequência, número total de indivíduos e números de espécies da Praça Faria Neves (Recife – PE). ....	63

Figura 15 – Construção do Projeto Ensino e Ciência com alunos do Ensino Fundamental II e Médio do Colégio Menezes 2, na Praça Faria Neves, Recife – PE. ....	66
Figura 16 - Espécies liquênicas coletadas em forófitos na Praça Faria Neves, Recife - PE. ....	68
Figura 17 – Líquen fruticoso ( <i>Cladonia macilenta</i> ) encontrado em forófito na Praça Faria Neves–Dois Irmãos, Recife. ....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies arbóreas, biomonitoramento e variáveis do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) da Praça Faria Neves, Dois Irmãos, Recife–PE.....	56
Tabela 2 - Espécies liquênicas identificadas em forófitos na Praça Faria Neves, Recife – PE. ....	67

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al	Alumínio
Ba	Bário
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
Br	Bromo
C	Hipoclorito de Sódio
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CO	Monóxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cr	Cromo
Cu	Cobre
EA	Educação Ambiental
et al.	e outros
FACEPE	Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco
Fe	Ferro
FMI	Fundo Monetário Internacional
IPA	Índice de Pureza Atmosférica
ISS	Instituto de Saúde e Sustentabilidade
K	Hidróxido de Potássio
K	Potássio
KC	Hidróxido de Potássio seguido por Hipoclorito de Sódio
LAFEPE	Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco
MG	Minas Gerais
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
Na	Sódio
Ni	Níquel
NOx	Composto de Nitrogênio
NRVI	<i>Normalizes Remaning Vegetation Index</i> / Normalizado de Vegetação Remanescente
PE	Pernambuco

PEV's	Postos de Entrega Voluntária
PI	Piauí
PRONAR	Programação Nacional de Controle da Qualidade do Ar
RMR	Região Metropolitana do Recife
RS	Rio grande do Sul
S	Enxofre
SOx	Dióxido de Enxofre
Sr	Estrôncio
Ti	Titânio
Zn	Zinco
Zr	Zircônio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Áreas verdes em ambientes urbanos</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Monitoramento ambiental em ambientes urbanos</b> .....	<b>24</b>
2.2.1	Monitoramento da qualidade do ar .....	24
2.2.2	Bioindicadores e biomonitores.....	25
<b>2.3</b>	<b>Educação Ambiental (EA) e monitoramento da qualidade do ar</b> .....	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Projeto de ensino e pesquisa</b> .....	<b>33</b>
3.1.1	Seleção da população-alvo .....	33
3.1.2	Capacitação da população-alvo .....	33
<b>3.2</b>	<b>Área de estudo, caracterização e delimitação</b> .....	<b>34</b>
<b>3.3</b>	<b>Oficina de treinamento das técnicas de biomonitoramento</b> .....	<b>37</b>
<b>3.4</b>	<b>Monitoramento ambiental da praça</b> .....	<b>37</b>
3.4.1	Presença e ausência de líquens.....	37
3.4.2	Índice de Pureza Atmosférica (IPA).....	38
<b>3.5</b>	<b>Exposição de pesquisa e ciências</b> .....	<b>40</b>
<b>3.6</b>	<b>Coleta de material liquênico</b> .....	<b>41</b>
<b>3.7</b>	<b>Identificação dos líquens</b> .....	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Abordagem do biomonitoramento no currículo escolar</b> .....	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Práticas de biomonitoramento</b> .....	<b>47</b>
<b>4.3</b>	<b>Práticas de biomonitoramento e Educação Ambiental</b> .....	<b>64</b>
<b>4.4</b>	<b>Ocorrência das espécies liquênicas</b> .....	<b>67</b>

<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>71</b>
	<b>APÊNDICE A – PLANOS DE AULA .....</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXO A – PROJETO SUBMETIDO E APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA DA UFPE.....</b>	<b>86</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização das cidades brasileiras demonstra um processo de crescimento desordenado, agravado pela falta de planejamento, principalmente nos centros urbanos, que provoca modificações no espaço com o conseqüente comprometimento do bem-estar social e ambiental. Além disso, a industrialização também contribui no agravamento das relações exploratórias das ações antrópicas e o meio ambiente (GANZALA, 2018), desencadeando mudanças e conseqüências ambientais (LONDE; MENDES, 2014).

Os espaços urbanos de área verde, onde predominam áreas cobertas por vegetação, correspondem ao que se conhece como parques, jardins e praças (QUEIROZ, 2014). Essas áreas urbanas são de fácil acesso, tendo o lazer, convívio social, recreação (LONDE; MENDES, 2014) como função principal, visando o bem-estar da população do entorno (COSTA, 2010), proporcionando uma inter-relação entre o ser humano e a natureza (LONDE; MENDES, 2014).

O aumento da temperatura do ar e da superfície do solo está atrelado, em grande parte, à intensificação das atividades humanas com conseqüente substituição dos ambientes verdes por superfícies impermeabilizadas, concentração de veículos e indústrias, elevando a produção artificial de calor e lançamento concentrado e acumulado de partículas e gases tóxicos na atmosfera (GOMES; LAMBERTS, 2009). Os impactos ocasionados pelos combustíveis fósseis vão desde a poluição da água e do ar até o aumento de problemas de asma e câncer na população, bem como alterações no clima mundial (DAPPER et al., 2016).

A qualidade do ar pode ser avaliada em diferentes escalas: local, regional e global. Pode ser realizada através da mensuração das emissões, da utilização de modelos matemáticos e de medidas de concentrações ambientais dos poluentes usando métodos físico-químicos (KLUMPP et al., 2011). O uso de monitores biológicos para a detecção das mudanças ocorridas no meio ambiente é uma técnica rápida e eficaz, sendo o biomonitoramento da qualidade do ar a partir dos líquens um método sistemático que quantifica e qualifica respostas de organismos vivos à poluição.

Os seres vivos, por natureza, indicam o tipo de ambiente em que vivem, e possíveis interferências. Alguns deles são capazes, além disso, de qualificar e

quantificar os agentes contaminantes nos distintos compartimentos do ecossistema (MOTA-FILHO et al., 2005). Devido a sua íntima relação ecofisiológica com a atmosfera, ao invés de com o seu substrato, os líquens são promissores bioindicadores e biomonitores da poluição do ar (OLIVEIRA, 2011; SILVA, 2013), assim reconhecidos desde o início do século XIX (HAWKSWORTH et al., 2005), e inclusive recomendados como bioindicadores em protocolos governamentais em diversos países (MCCUNE, 2000). Dessa forma, possibilitam avaliar sua capacidade de absorver poluentes (SILVA et al., 2015), ou suas alterações fisiológicas (CALVELO et al., 2009). Além da poluição atmosférica, fatores como urbanização, direção dos ventos, alterações climáticas, elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e luminosidade interferem em sua distribuição (KÄFFER et al., 2012).

Nesse contexto, as interferências humanas sobre os sistemas naturais causam, na maioria das vezes, impactos à biota e ao sistema abiótico. Sabe-se que as relações estabelecidas entre o ser humano e o meio ambiente ocorrem de forma desequilibrada. À medida em que os espaços urbanos se expandem com conseqüente degradação, se fazem necessárias observações para perceber e interpretar as inter-relações, a partir da inserção da conscientização e sensibilização dos indivíduos sobre as causas e conseqüências das acentuadas transformações existentes no espaço.

A análise dos problemas ambientais em áreas urbanas perpassa pelo processo de percepção ambiental, que permite o indivíduo compreender o ambiente em que está inserido (BARBOZA et al., 2016), detectando seus problemas e, construindo propostas de mudança da realidade. Essa prática de abordagem possibilita a utilização da educação ambiental como meio de articulação entre estudantes do Ensino Básico e o espaço que os cercam (SANTOS et al., 2012).

Com base no conhecimento acerca da interação e percepção do ambiente que o sujeito pode apresentar, como forma de fomentar práticas conservacionistas, com ênfase à Educação Ambiental (EA), neste estudo utilizou-se a capacidade do líquen em fornecer respostas quali-quantitativas da qualidade do ar. Tais postulados e práticas foram introduzidos a alunos de uma escola de ensino Fundamental e Médio, com vistas à determinação da qualidade do ar em uma praça da cidade do Recife (PE), associando este biomonitoramento à verificação da interação desses estudantes com conceitos, métodos e com o ambiente.

O estudo teve como objetivo o uso do biomonitoramento como diagnóstico da qualidade do ar na Praça Faria Neves, Recife, Pernambuco, a partir da técnica de

determinação do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) como ferramenta para promoção da EA com alunos do Ensino Fundamental II e Médio. Para atingi-lo, foram planejados como objetivos específicos: (a) possibilitar aos alunos do Ensino Fundamental II e Médio a compreensão e reconhecimento dos agentes e fatores responsáveis pelas transformações do espaço urbano na cidade do Recife; (b) realizar, em parceria com os alunos, o biomonitoramento passivo da distribuição liquênica nas árvores existentes na praça Faria Neves, através do Índice de Pureza Atmosférica (IPA); (c) Identificar a diversidade liquênica nos forófitos existentes na praça.

Dessa forma, vale salientar a relevância desta proposta, visto estudos que versem sobre o biomonitoramento usando líquens, como ferramenta de capacitação de estudantes de ensino fundamental II e médio são escassos e poderão produzir futuras gerações mais engajadas na questão ambiental, visto a tomada de consciência dos problemas gerados a partir do uso inadequado dos espaços verdes urbanos (JUCÁ, 2015). Essa perspectiva permitirá mudanças no comportamento dos alunos, expressando-os como cidadãos capazes de se transformarem em sujeitos defensores do meio ambiente (SILVA, 2013).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Áreas verdes em ambientes urbanos

As alterações ambientais realizadas pelas ações antrópicas ameaçam e comprometem os ecossistemas e a biodiversidade (BUSTAMANTE et al., 2012; GIACOMETTI, 2018). Desta forma, as áreas verdes apresentam-se como espaços mitigatórios dos danos da urbanização, favorecendo a qualidade de vida e de saúde da população (SZEREMETA; ZANNIN, 2013), além das funções sociais, ecológica, educativa e estética existentes (COSTA; COLESANTI, 2011; BARGOS; MATIAS, 2011).

A vegetação tem um papel de extrema importância para a minimização dos aspectos negativos referentes à urbanização. A manutenção e implementação de áreas verdes urbanas, dentre elas as praças e parques urbanos, possibilita a melhoria da qualidade de vida. De acordo com Araújo e Ferreira (2014) as áreas verdes apresentam benefícios para a população como qualidade ambiental e de vida, que auxiliam na redução dos impactos resultantes da poluição atmosférica, diminuição da temperatura e servindo como áreas de lazer, realização de atividades físicas, encontro, recreação e contato direto das pessoas com o meio natural (LONDE; MENDES, 2014).

A qualidade e o bem-estar social estão efetivamente relacionados com a manutenção de áreas verdes, principalmente em espaços urbanos, propiciando um conforto térmico natural. A avaliação da importância da vegetação em ambientes urbanos, por meio de diferentes métodos, como índice de temperatura, umidade do ar, velocidade dos ventos, comprovam a capacidade da vegetação como amenizador térmico. Neste sentido, Arruda (2010) evidenciou esse fato ao correlacionar tais métodos mensurados na unidade de conservação de Dois Irmãos (Recife, Pernambuco), e em seu entorno, que apresenta espaços urbanizados. O estudo destacou significativa diferença nos dados de umidade e temperatura do ar entre as áreas avaliadas, atingindo 5 °C de diferença entre o espaço urbanizado e as áreas verdes e 20% na umidade do ar.

Desta forma, Ferreira et al. (2015) destacam que as áreas sem cobertura vegetal no entorno da Praça Sérgio de Freitas Pacheco, Uberlândia, Minas Gerais,

apresentam temperaturas mais elevadas e umidade do ar mais baixa, quando comparadas com a área interna da praça. Neste sentido, Abreu e Labaki (2010) ao realizarem um estudo em Campinas, São Paulo, constataram que as áreas verdes atuam na diminuição da temperatura e o aumento do conforto térmico do seu entorno. Sendo assim, as áreas verdes proporcionam benefícios nas condições climáticas melhorando a qualidade ambiental das cidades, comprovando a importância da arborização na redução da temperatura (OLIVEIRA et al., 2011) e melhoria das condições de vida para sua população.

De acordo com Nucci (2008), as áreas verdes oferecem benefícios ambientais como conforto térmico, diminuição dos impactos da poluição atmosférica, equilíbrio da umidade do ar, além de atuarem como espaços de relações sociais, sendo favoráveis para o relaxamento das condições de tensões e estresses presentes no meio urbano (COSTA, 2010).

As áreas verdes nos centros urbanos se destacam positivamente, trazendo benefícios socioambientais como diminuição das temperaturas, escoamento superficial e redução de ruídos, e econômicos pela valorização imobiliária (AMATO-LOURENÇO et al., 2016), apresentando-se como uma ferramenta eficaz para na relação da urbanização e o clima local em cidade com elevado grau de impermeabilização. Neste sentido, Belo Horizonte (MG), onde há presença de parques urbanos, demonstrou efeito na redução da temperatura e aumento da umidade do ar (FRANCISCO, 2012). O menor grau de arborização tende a ser fator de risco à saúde socioambiental, especificamente quando se observam essas consequências em cidades que apresentam maiores temperaturas e menores valores na umidade relativa do ar em locais sem existência de áreas verdes. Isto pode ser constatado em Teresina (PI), evidenciando a importância e necessidade de espaços verdes para a amenização dos aspectos climáticos (ALBUQUERQUE; LOPES, 2016).

Rodrigues et al. (2019) ao analisarem os impactos da urbanização sobre áreas verdes em Sorocaba, São Paulo, tendo como lócus o Parque Natural dos Esportes Chico Mendes, a partir do mapeamento em escala temporal do Índice Normalizado de Vegetação Remanescente (NRVI - Normalized Remaining Vegetation Index), verificaram que expansão da área urbana e, conseqüente perda da cobertura vegetal com efetivo risco à qualidade ambiental, implicava diretamente na biodiversidade e na vida da população.

As praças e parques urbanos se tornaram ambientes com características diferenciadas, considerados como locais de exceção dentro de uma feição espacial de natureza construída. São capazes de indicar possíveis problemas ambientais em meio urbano, demonstrando uma bioindicação devido à suscetibilidade aos processos de degradação causados pela urbanização, principalmente os referentes aos poluentes atmosféricos. Deste modo, se revertem como importantes áreas para a realização de estudos de monitoramento e qualidade ambiental nas áreas urbanas em seu entorno, possibilitando a compreensão e observação dos problemas ambientais urbanos (GOIS et al., 2012), bem como a construção de planos e programas para gestão do território.

## **2.2 Monitoramento ambiental em ambientes urbanos**

### **2.2.1 Monitoramento da qualidade do ar**

A deterioração dos ambientes urbanos e periurbanos tem trazido reflexos para as grandes cidades brasileiras, sendo a poluição atmosférica um dos maiores desafios a serem enfrentados pela sociedade. A crescente frota automobilística tem se apresentado como grande fator indutor para a perda da qualidade do ar, principalmente em áreas bastante urbanizadas (TEIXEIRA et al., 2008). O aumento da emissão de poluentes atmosféricos, através das indústrias e da grande circulação de veículos, resulta no teor de material particulado suspenso no ar, ocasionando problemas à saúde humana, principalmente doenças respiratórias, alérgicas e dermatológicas (ABE e MIRAGLIA, 2018). Estudos realizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo sobre o consumo dos combustíveis e aumento da frota veicular, ressaltam a importância da implantação de políticas públicas para controle da emissão de poluentes, visando o bem-estar social e ambiental (CETESB, 2019). Em adição, Borinelli (2011) enfatiza que as medidas públicas precisam ser pautadas no enfrentamento dos problemas ambientais por meio da localização das fontes primárias e, de uma melhor fiscalização para o efetivo cumprimento das políticas ambientais.

No Brasil, foi criado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), através da resolução

Nº 05 de 15 de junho de 1989, que objetivou o controle e preservação do bem-estar social, ambiental e a saúde pública por meio de medidas e estratégias ambientais sobre as emissões de poluentes atmosféricos (BRASIL, 1989). Nesse contexto, um estudo realizado pelo Instituto de Saúde e Sustentabilidade (ISS) sobre o monitoramento da qualidade do ar no Brasil, através das implementações de estações para monitorar o ar, com o intuito de uma estratégia de política pública, teve como resultado a instalação e acompanhamento em apenas 94 municípios do país. Salienta-se que grande parte das estações estão localizadas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, enquanto as demais regiões político-administrativas apresentam cenários pouco elucidativos sobre a qualidade do ar, demonstrando as disparidades e agravando os problemas socioambientais (ISS, 2014).

Lisboa (2014) ressalta que 90% dos gases que causam a poluição atmosférica são compostos por monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), hidrocarbonetos, material particulado e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>). O autor complementa que a mensuração dos níveis de poluição atmosférica causada por fontes emissoras estacionárias e/ou móveis se faz necessária, tendo em vista que sua disseminação pode indicar a qualidade do ar no raio de influência das principais fontes. A utilização de métodos e técnicas eficazes para o monitoramento do ar possibilitam a construção de um diagnóstico eficiente do estado ambiental dos grandes centros urbanos. Deste modo, permite implementação de planos e programas que visem salvaguardar o bem-estar social e ambiental.

### 2.2.2 Bioindicadores e biomonitores

O monitoramento das condições ambientais tem estimulado o desenvolvimento de estudos que buscam avaliar as condições de salubridade ambiental por profissionais de diversas áreas do conhecimento. Contudo, os custos com o monitoramento mecânico limitam os avanços, levando os pesquisadores em busca de técnicas alternativas e de baixo custo para o monitoramento ambiental (PEREIRA, 2014).

Como os bioindicadores são organismos que na presença de elementos poluentes sofrem alterações significativas, por terem uma extrema sensibilidade a esses elementos presentes na atmosfera, eles permitem uma avaliação de uma localidade em relação ao nível de poluição do ar, levando em consideração a condição

de existência desses organismos (SILVA et al., 2015). Para Estrada e Nájera (2011) os líquens são utilizados como bioindicadores e biomonitores da poluição do ar. Sendo assim, o biomonitoramento se estabelece como um método passível de utilização, pois os organismos indicadores e monitores são definidos como indivíduos ou comunidades que podem fornecer informações qualitativas e quantitativas sobre as condições ambientais de um ecossistema, mostrando alterações em suas funções vitais, ou sua composição química (ARNDT e SCHWEIZER, 1991; PEDROSO, 2007; SAVÓIA, 2013). Em adição, no caso específico do uso de organismos para monitoramento de poluentes atmosféricos, Prestes e Vicenci (2019) ressaltam que, pelo aumento da degradação ambiental, se faz necessário o uso de técnicas com seres bioindicadores para verificar as variações nos ambientes estudados, analisando o grau em que esses seres vivos estão expostos. Com base nas particularidades do ambiente, o estresse exercido pelo agente poluidor ao agente bioindicador, possibilita que esse organismo demonstre os efeitos da degradação, expondo a presença de poluentes. Desta forma, observar as espécies se torna importante para a preservação e desenvolvimento das ações antrópicas.

Embora diversos organismos já estejam descritos em vasta bibliografia como bioindicadores eficientes, os biomonitores são posicionados em um grupo mais restrito de espécies. Neste contexto, o uso de líquens como bioindicadores e biomonitores vem sendo reconhecido devido a sua sensibilidade aos poluentes, principalmente atmosféricos, e pelo seu alto potencial de bioacumulação (MOTA-FILHO et al., 2005; NASH III, 2008; OLIVEIRA 2011; SILVA 2013), permitindo sua quantificação e qualificação (SEAWARD, 1977; OLIVEIRA, 2011).

Os líquens se configuram como uma associação simbiótica entre um fungo (micobionte) e algas verdes e/ou cianobactérias (fotobionte) sendo mais de 95% da sua estrutura composta pelo micobionte. O corpo do líquen é chamado de talo e os tipos de talos líquênicos mais comuns são o crostoso, caracterizado pelo íntimo contato com o substrato; folioso, cujo talo é de estrutura laminar e aderido ao substrato por partes especializadas do córtex inferior; e fruticoso, de talo cilíndrico ou achatado, ramificando-se a partir de um eixo central (MARCELLI, 2006; NASH III, 2008).

Por serem organismos com ampla distribuição geográfica e possuírem nutrição higroscópica, é possível sua utilização como bioindicadores e biomonitores ambientais, principalmente por apresentarem sensibilidade aos poluentes atmosféricos (VILLAROUCO; ANDRETO, 2005; MARCELLI, 2006; MONTEZANI,

2010). Assim, possibilitam uma análise prévia da qualidade do ar, por serem de fácil quantificação, dando um aporte para possíveis diagnósticos (MOREIRA et al., 2017). Desta forma, os líquens são capazes de absorver e reter metais pesados e hidrocarbonetos existentes em ambientes urbanos, como foi observado na cidade de Porto Alegre (KÄFFER et al., 2012) e, em áreas industriais com emitentes de poluentes que poderiam trazer riscos à saúde humana (OLIVEIRA, 2011).

Estudos desenvolvidos para verificação da qualidade do ar em diferentes localidades estratégicas no Brasil tiveram por intuito observar o grau de poluição e disseminação de contaminantes. Soares et al. (2016) fizeram no município de Três Rios, no Rio de Janeiro, um biomonitoramento passivo utilizando a micota líquênica existente no local e constataram que as áreas de intenso fluxo de veículos apresentaram maiores danos nas amostras líquênicas, como também menores percentuais de cobertura de líquens, indicando sua sensibilidade aos poluentes atmosféricos dispersados por veículos automotores e demais fontes de poluição. Estes resultados corroboram com o estudo de Nerasti et al. (2014), que ao analisarem dois bairros de Jundiaí em São Paulo, evidenciaram que o bairro localizado em área comercial, com intenso fluxo veicular e áreas industrializadas apresentou menor presença de líquens quando comparado ao bairro com menor atividade antrópica. Estes resultados corroboram os estudos de Silva et al. (2009), Silva et al. (2015) e Moreira et al. (2017).

Silva (2002), Martins et al. (2008) e Silva (2013) mencionam que os poluentes são danosos ao metabolismo líquênico. Martins et al (2008) realizaram biomonitoramento passivo em região próxima a uma termoelétrica no estado do Rio Grande do Sul, constatando que as áreas analisadas apresentaram condições insalubres para a formação e resistência líquênica, devido às intensas ações antrópicas, industriais e da termoelétrica, contribuindo para emissão de poluentes na área de estudo. Ao realizar o biomonitoramento ativo, por meio do transplante de líquens, em comparação com dados de monitores mecânicos em área urbana da cidade de Jaboatão dos Guararapes, Silva (2002) evidenciou a maior sensibilidade dos líquens aos poluentes, que apresentaram danos morfológicos e fisiológicos. Silva (2013) realizou suas análises com a espécie *Cladonia verticillaris* retirada do solo arenoso do município de Alhandra-PB, submetido ao sulfato de alumínio, policloreto de alumínio e formaldeído em condições de laboratório, utilizados em Estações de Tratamento de Água, indicando que esses produtos são danosos ao metabolismo

liquênico. Assmann et al. (2017) relatam que os líquens podem ter seu desenvolvimento afetado por conta das altas concentrações de poluentes atmosféricos, tendo em vista que isso também pode levar ao rompimento do talo liquênico, ocasionando a sua morte.

Assmann et al. (2017) realizaram biomonitoramento passivo em Erechim-RS em três pontos: urbano, industrial e rural. Os autores verificaram que a área urbana e industrial apresentou maiores teores de alumínio e chumbo. Esses pontos apresentaram fragmentos florestais menores e menos conservados que a área rural, tornando-se espaços menos resistentes às alterações ambientais e, influenciando na ocorrência de maiores concentrações de poluentes nos líquens. Constataram também, a importância de analisar tanto a borda desses pontos quanto em seus interiores, em virtude da influência da dispersão e força dos ventos que carregam os poluentes para essas áreas, algo também constatado nas pesquisas de Freitas (2006) e Mota Filho et al. (2007). Estes trabalhos demonstram a importância e a necessidade de estudos sobre a dinâmica atmosférica local antes e depois de instalações de unidades industriais.

De acordo com Nieboer et al. (1972), Santos et al. (2014) e Assmann et al. (2017), os líquens podem ser considerados ótimos biomonitores da qualidade do ar e das condições ambientais, pois conseguem absorver íons metálicos, podendo tolerar simultaneamente altas concentrações de vários metais pesados e elementos radioativos devido sua nutrição higroscópica (MARCELLI, 2006; MONTEZANI, 2010; ROCHA, 2015). Neste sentido, Santos (2016) buscou avaliar o grau de poluição em praças e parques urbanos da Região Metropolitana do Recife (RMR) com grande circulação de veículos automotores, a partir de biomonitoramento ativo com uso de *C. verticillaris* (líquen) e *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae), evidenciando que a intensa circulação de veículos corresponde ao fator principal na emissão de elementos químicos no ar, como observado na BR-101 e a PE-15 que apresentaram maior concentração de elementos químicos nas amostras. Em adição, Frioreze e Santos (2013) realizaram comparação de amostras liquênicas em área urbana e rural para observação da qualidade do ar no município de Frederico Westphalen (RS) por meio da quantificação de elementos químicos, sendo verificado nas amostras de área urbana um aumento na presença de alguns metais (Sr, Zr, Br, Cu e Zn). Esse fato foi mais acentuado nos pontos amostrais de intenso fluxo veicular.

Koch et al. (2018) transplantaram amostras de líquen da espécie *Parmotrema tinctorum* para analisar a qualidade do ar em sete cidades do estado do Rio Grande do Sul. Foram identificadas nas amostras a presença de poluentes atmosféricos e metais pesados em todos os pontos analisados. Contudo, duas cidades apresentavam danos severos na qualidade do ar, ambas localizadas em áreas de atividade industrial e com alto índice populacional. O estudo evidencia a necessidade de políticas públicas que visem a saúde da população, o bem-estar e qualidade ambiental. Nesse contexto, Lucheta et al. (2019) analisaram nove pontos no estado do Rio Grande do Sul, em áreas urbanas, suburbanas e rurais. As áreas rurais apresentaram altos valores de pH superficial do substrato, favorecendo a diversidade de espécies liquênicas. Porém, as áreas urbanas com grande fluxo de veículos e atividades industriais contribuíram para a redução do pH superficial do substrato, ficando mais ácido e interferindo na diversidade e nos padrões funcionais dos líquens.

A utilização do biomonitoramento com uso de líquens se mostra uma ferramenta eficaz para construção de um diagnóstico ambiental de zonas urbanas, possibilitando o entendimento de como as transformações no espaço refletem na qualidade ambiental. A sensibilidade desses organismos aos poluentes atmosféricos e aos processos de degradação destaca a possibilidade de sua aplicação eficiente e de baixo custo econômico. A facilidade de aplicação de métodos de monitoramento com líquens também permite sua utilização como ferramenta de ensino. Desta forma, podem ser implementadas estratégias diferenciadas de ensino e capacitação de estudantes de diferentes faixas etárias.

### **2.3 Educação Ambiental (EA) e monitoramento da qualidade do ar**

A educação transforma os olhares da humanidade, por meio de conhecimentos científicos que nortearão a percepção de quem usufruirá dela para seu desenvolvimento, e da EA para o bem-estar de todos. Costa e Colesanti (2011) abordam que nossa percepção vem de algo arraigado em nosso ser, pois os conhecimentos e experiências anteriores fazem com que os cenários sejam observados de maneiras diferentes, visto que há conhecimentos e experiências distintas uns dos outros. Sendo assim, a percepção dos indivíduos junto à EA contribui na formação de seres humanos críticos.

Assim Barboza et al. (2016) ressaltam que a EA contribui no aperfeiçoamento da percepção. Os autores mencionam, ainda, que EA leva a uma percepção ambiental de qualidade, pois é a partir dela que o indivíduo começa a interpretar os sinais do ambiente que está inserido, compreendendo o que suas ações podem acarretar de benefícios e malefícios, seja em escala local, regional ou global.

Diante da necessidade de compreender as inter-relações existentes no meio, de forma a estabelecer os agentes e atores envolvidos na dinâmica do espaço geográfico, é preciso inicialmente o desenvolvimento de estudos das percepções e interpretações ambientais.

Lucena e Freire (2011) atentam ao fato de que a inter-relação ser humano-natureza advinda dos estudos que abordam a percepção ambiental, se vê como estratégia de conservação dos recursos naturais ao abordarem a sensibilização dos indivíduos. Silva (2013) também destaca a importância do estudo da percepção ambiental, pois a partir dela é possível entender as relações presentes entre a sociedade e a natureza, bem como as respostas dos indivíduos referentes às ações sobre o meio. O estudo se faz necessário para não só obter a compreensão do ser humano, como também busca estimular a sensibilidade e a consciência sobre o ambiente em que está inserido (SANTOS; VASCONCELOS, 2017). Desta forma, Pereira et al. (2019) e Palma (2005) complementam que a percepção ambiental pode ser utilizada como ferramenta de proteção ao meio natural, sendo capaz de auxiliar na redução de vários problemas ambientais presentes ou futuros, possibilitados pelo entendimento do seu significado. Portanto, se faz necessário o desenvolvimento de práticas que estimulem o ser humano à reflexão sobre as suas ações e atitudes, através da percepção do espaço que se insere, para desenvolvimento do interesse ambiental (ORSI et al., 2015).

Andrade e Monteiro (2018) ao realizarem o uso da percepção ambiental com alunos do Ensino Médio de uma escola do Paraná, buscaram analisar o entendimento e importância da conservação da biodiversidade através das percepções dos alunos. Contudo, o resultado evidenciou um déficit em relação à compreensão dos estudantes sobre os fatores degradantes da biodiversidade e às medidas que possibilitam conservar esses espaços, comprovando a necessidade de projetos de EA nas escolas. Em adição, Malafaia e Rodrigues (2009) desenvolveram a percepção ambiental com alunos do programa EJA (Educação de Jovens e Adultos). Observaram que os alunos não compreendiam as relações e ações diretas que realizavam sobre

o meio ambiente, reafirmando a importância de inserir a EA nas escolas, além de adequar os conceitos à realidade e experiências dos alunos.

A EA deve ser compreendida como a conscientização, mudança de hábitos e ações sobre as relações estabelecidas do ser humano com a natureza (ESPÍNDOLA et al., 2011). Além da prática conscientizadora, a EA busca promover o equilíbrio entre a sociedade e a natureza, garantindo uma qualidade de vida, como também a compreensão do indivíduo para as responsabilidades com o meio ambiente (FERREIRA et al., 2019), da complexidade existente nele (PALMA, 2005; RODRIGUES; NASCIMENTO, 2017), sendo considerada um processo coletivo que busca caminhos socioambientais que beneficiem a todos (REIGOTA, 1995; FREIRE, 1986; BÖHM et al., 2017). A EA também pode se configurar como uma preocupação ecológica, se vinculando às práticas conscientizadoras e de sensibilização da relação de demanda e oferta, consumo sustentável dos recursos naturais (MELAZO, 2005; CARVALHO, 2006, PINTO, 2013). Contudo, o ensino da EA na escola deve ser voltado para as mudanças de valores enquanto se utiliza o meio ambiente, estabelecendo uma visão crítica, deixando de lado uma educação conservacionista (DIAS, 2004; GUIMARÃES, 2013), sendo presente em todos os períodos educacionais como uma ferramenta interdisciplinar (ESPÍNDOLA et al., 2011; ARAÚJO et al., 2020), resultando em um conjunto de conteúdos e aprendizados que interagem na troca de conhecimento (CARVALHO, 2006; ESCRIVÃO et al., 2011).

A EA pode ser considerada um instrumento de mudanças de hábitos, construindo nos indivíduos uma sensibilização dos problemas encontrados em diversas atividades praticadas sobre o ambiente e, que estão presentes no cotidiano dos alunos, permitindo a formação de cidadãos conscientes de seu papel na sociedade. Ramos e Silva (2011), ao desenvolverem um projeto de EA voltado para importância da coleta de óleos de frituras em uma escola no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, obtiveram a participação de forma positiva dos estudantes e servidores da instituição de ensino. Foram instalados na escola Postos de Entrega Voluntária (PEV's) para depósito do óleo de fritura domiciliar. Desta forma, a prática da EA na comunidade escolar trouxe a conscientização sobre os problemas ambientais decorrentes do descarte incorreto dos óleos de frituras, além de tornar a escola um ponto de coleta para toda a comunidade do entorno.

Vicente (2012) ao realizar atividades de biomonitoramento utilizando líquens com alunos do ensino médio, verificou a eficiência da prática na construção de

cidadãos críticos, pois a partir das observações, discussões e apresentação dos dados obtidos, os alunos puderam constatar que as áreas com maior arborização e menor fluxo de veículos apresentavam maior concentração de líquens. Esta prática contribuiu para o desenvolvimento e construção do conhecimento dos estudantes.

Passos et al. (2018), ao realizarem o biomonitoramento com líquens como ferramenta pedagógica para a EA, puderam observar a compreensão dos alunos sobre os fatores condicionantes que afetam no desenvolvimento e presença líquênica em ambientes urbanos, resultando na sensibilização e reflexão sobre as ações antrópicas no meio ambiente.

O desenvolvimento de atividades práticas da EA resulta em soluções que auxiliam na conservação do meio ambiente (DOS SANTOS et al., 2012). Nesse contexto, o uso das áreas verdes urbanas reflete a importância ambiental, servindo como um espaço de vivência e como ferramenta de ensino fora da escola (ALMEIDA et al., 2004; SANTOS et al., 2020). Essa ferramenta de abordagem se mostrou eficaz para a consolidação de um processo conscientizador da preservação do meio ambiente. Verifica-se, dessa forma, que a utilização de metodologias práticas, são fundamentais para o entendimento e sensibilização das inter-relações existentes entre as ações antrópicas e o meio natural.

Desta forma, a construção de práticas de ensino inseridas na percepção e vivência da realidade próxima possibilita o interesse no aprendizado por estar presente no cotidiano. Sendo assim, as transformações espaciais ocasionadas nos centros urbanos e a existência de pequenas áreas verdes, como praças urbanas, apresentam-se como espaços favoráveis para o desenvolvimento de atividades voltadas à percepção e EA. Estas podem levar aos alunos a compreensão dos agentes e fatores-causa, como também a mudança de atitude que vise o equilíbrio entre a natureza e a sociedade. Deve-se dar importância da aplicabilidade de metodologias voltadas para a percepção dos alunos e realização de projetos de EA para o entendimento que as ações do ser humano resultam diretamente no meio natural.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Projeto de ensino e pesquisa**

Para execução do projeto, inicialmente houve sua submissão ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco (protocolo número CAAE 39131020.3.0000.5208), pois a pesquisa envolveu interação com pessoas, bem como o consentimento dos pais e/ou responsáveis pelos estudantes do Ensino Fundamental II e Médio do Colégio Menezes 2, pois são todos menores de idade.

##### **3.1.1 Seleção da população-alvo**

Foram selecionados 12 alunos dentre as turmas do Ensino Fundamental II (9º ano – 7 alunos) e Médio (1º - 2 alunos, 2º ano – 1 aluno e 3º ano – 2 alunos) do Colégio Menezes II, com faixa etária de 14 a 17 anos. A escolha por essas séries e idade ocorreram por acreditar-se que esses estudantes possuíam uma maior compreensão acerca dos problemas ambientais, podendo auxiliar no desenvolvimento de hábitos mais conscientes, desta forma estabelecendo um maior entendimento sobre as ações antrópicas sobre o meio ambiente. A seleção da escola se deu por ela não desenvolver trabalhos escolares de EA. Com isso, a implementação de atividades voltadas a EA poderia abrir espaços para que a instituição pudesse dar continuidade a tais ações, inserindo projetos de EA passando a entender a necessidade de inserir projetos no âmbito escolar. A seleção dos alunos ocorreu por meio da apresentação do projeto através de uma exposição de PowerPoint mostrando os objetivos do projeto, a execução esperada, os temas que seriam trabalhados, local do estudo e duração do projeto. Posteriormente, os alunos interessados realizaram inscrição e, deste quantitativo de alunos houve a avaliação do rendimento escolar junto à coordenação pedagógica da instituição.

##### **3.1.2 Capacitação da população-alvo**

O primeiro módulo do projeto correspondeu à capacitação dos estudantes com aulas teóricas e discussão de temas correlatos à pesquisa como: (i) espaço

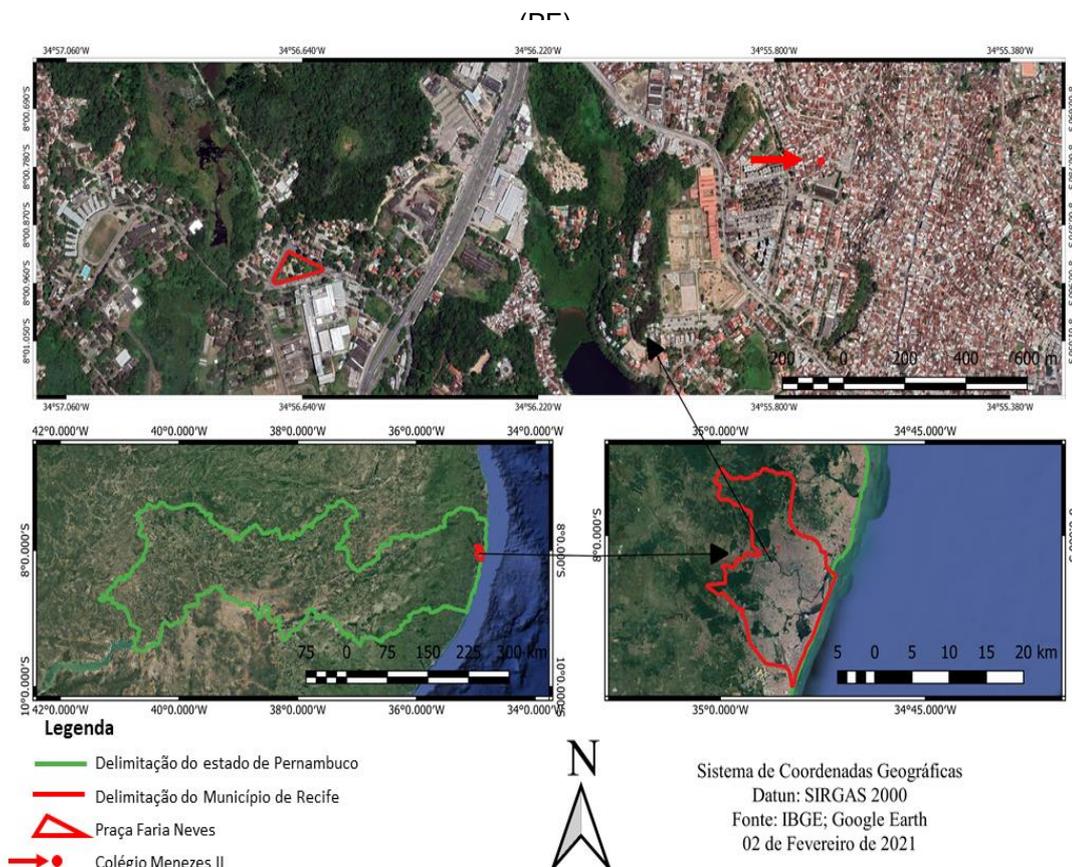
geográfico, (ii) paisagem, (iii) lugar, (iv) áreas verdes, (v) poluição atmosférica, (vi) degradação ambiental, (vii) percepção e educação ambiental, (viii) monitoramento ambiental, (ix) biomonitoramento e (x) líquens como biomonitores, (xi) o que são líquens e sua morfologia. Estes temas subsidiaram a melhor compreensão da proposta de estudo e capacitação dos estudantes para o desenvolvimento das práticas de biomonitoramento, bem como auxiliaram os alunos nas percepções do ambiente analisado e nas interpretações dos resultados obtidos. Os assuntos trabalhados na capacitação foram escolhidos por resultar no entendimento do processo de transformação das áreas urbanas, permitindo a construção de teorias, percepções e práticas que visem o equilíbrio e racionalidade entre a relação sociedade e natureza, além de auxiliar nas aplicações de técnicas que possibilitem um diagnóstico das condições ambientais, podendo a partir de práticas de ensino perceber, compreender e vivenciar a realidade que estão inseridos. Os encontros foram realizados quinzenalmente no Colégio Menezes II, no bairro da Macaxeira (Recife – PE).

Em segundo momento, os alunos confeccionaram as malhas utilizadas na técnica do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) utilizando papel quarenta quilos, régua, lápis, borracha, cola e tesoura. Os estudantes foram divididos em 3 grupos de 4 alunos que, em seguida, prepararam 12 tiras com 3 cm de largura e 43 cm de comprimento. Depois de cortada foram coladas 6 tiras de forma horizontal e 6 tiras na vertical formando a malha com 25 quadrantes.

### **3.2 Área de estudo, caracterização e delimitação**

Foi selecionada a praça pública Faria Neves, localizada no bairro de Dois Irmãos, Recife – PE para a aplicação do biomonitoramento com alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio do Colégio Menezes 2. A área de estudo foi selecionada em virtude de sua proximidade geográfica à instituição de ensino básico (Figura 1), por serem bairros vizinhos com distância de 1,45 km entre eles, além de caracterizar-se como um espaço diferenciado por apresentar uma via de intenso fluxo veicular, apresentando-se como uma área promissora para o desenvolvimento das técnicas do biomonitoramento e, avaliação do Índice de Pureza Atmosférica.

Figura 1 - Localização da área de estudo (Praça Faria Neves, Dois Irmãos) e da instituição de parceira para execução do projeto (Colégio Menezes II, Macaxeira) ambas no município do Recife



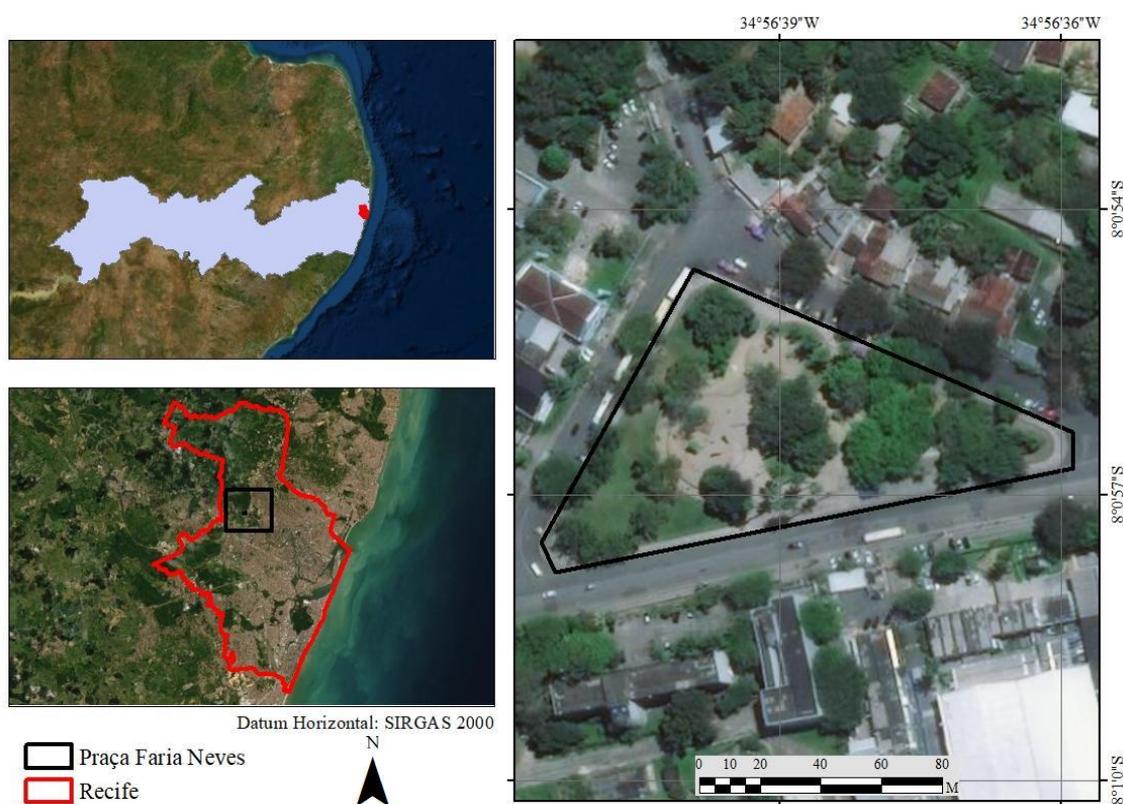
Fonte: IBGE, 2016. Autor: Iwelton Pereira, 2019.

A Praça Faria Neves teve sua construção realizada em um terreno que pertencia ao antigo Engenho Dois Irmãos. Após a extinção das atividades no engenho, deu-se em 1875 o início ao processo de povoamento e criação do bairro. Parte das terras passaram a ser da Companhia Privada do Beberibe, construindo o primeiro abastecimento d'água da região. Também foram construídos os trilhos do bonde elétrico, dando início ao povoamento do bairro de Dois Irmãos (COSTA, 2001).

No início do século XX houve a construção do Horto de Dois Irmãos, a Universidade Federal Rural de Pernambuco, o Departamento de Saneamento do Estado de Pernambuco e a vila operaria de Dois Irmãos fortalecendo o povoamento e ocupação da área. Ao longo dos anos a região foi acomodando diversas outras atividades econômicas, como a Usina Dois Irmãos (Casa de Eventos) e comércio para sustento dos próprios moradores (SÁ CARNEIRO et al., 2007; MARTINS et al., 2020).

A Praça Faria Neves, também conhecida como praça de Dois Irmãos, está localizada na Zona Norte do Recife (Figura 2). Após o processo de ocupação passou a dar início ao jardim projetado pelo paisagista Roberto Burle Marx no ano de 1958. Contudo, por longos anos serviu como estacionamento para o Zoológico do Recife. A estrutura atual foi o resgate do projeto inicial de Burle Marx, que ocorreu como restauração da obra inicial em 2006 pela Prefeitura do Recife. A área serve como um ambiente de lazer, encontros sociais, atividades físicas e bem-estar da população (ROTEIROS PE, 2020; PRAÇAS E PARQUES, 2019; ALVES, 2017).

Figura 2 - Mapa da praça Faria Neves, Dois Irmãos, Recife - PE.



Fonte: IBGE, 2016. Autor: Tiago Holanda, 2019.

O Colégio Menezes II está localizado no bairro da Macaxeira, Recife - PE. A instituição desenvolve o compromisso com o processo de ensino-aprendizagem pautada na construção do conhecimento e habilidades dia a dia, buscando atividades pedagógicas em que os alunos possam trocar experiências. Apesar de não desenvolverem projetos voltados a Educação Ambiental de forma contínua, a escola se mostra sempre à disposição para receber propostas que possam ser executadas,

auxiliando no aprendizado dos seus alunos e que possam contribuir na construção de cidadãos conscientes e que possam refletir sobre seus espaços de vivência.

### **3.3 Oficina de treinamento das técnicas de biomonitoramento**

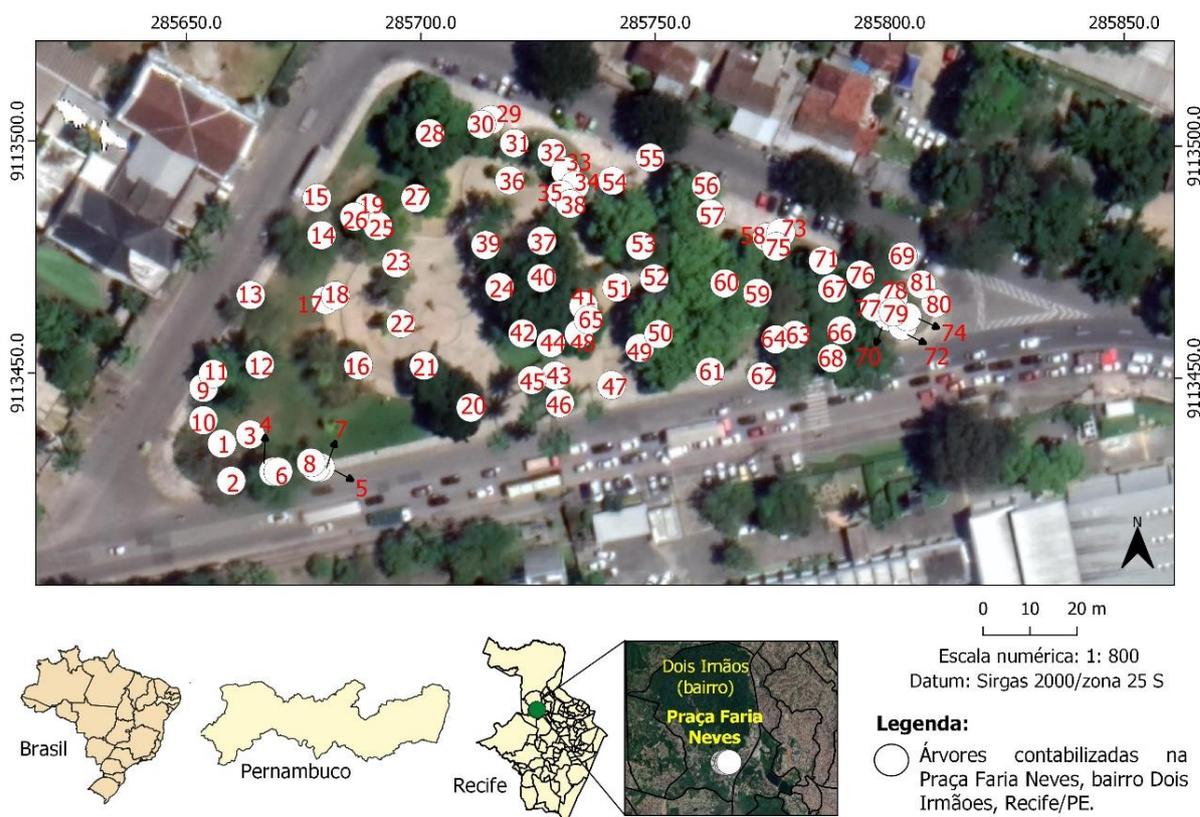
Após as aulas teóricas, foram realizadas oficinas de treinamento com os alunos para identificação dos líquens, observar a diferença dos talos (crostoso, folioso e fruticoso) e das espécies liquênicas, através da sua cor, tamanho, forma do talo e estruturas. Os estudantes aprenderam a usar equipamentos úteis para a execução das técnicas do biomonitoramento, como por exemplo, a bússola, que auxiliou a identificar a direção de maior predominância de líquens nas árvores.

### **3.4 Monitoramento ambiental da praça**

#### **3.4.1 Presença e ausência de líquens**

Os alunos observaram a existência de líquens na área de estudo e, em seguida, mapearam sua presença e ausência, observando no primeiro momento (i) o número de forófitos existentes no local (Figura 3), (ii) em quais deles existia a presença de líquens e, (iii) em quais pontos da praça seria possível aplicar o método de determinação Índice de Pureza Atmosférica. Os encontros para a realização das técnicas de biomonitoramento ocorreram entre os meses de agosto e outubro de 2019.

Figura 3 - Mapeamento de árvores contabilizadas na Praça Faria Neves, Recife (PE).



Fonte: IBGE, 2016, adaptado pelo autor, 2021.

### 3.4.2 Índice de Pureza Atmosférica (IPA)

Para aplicação do IPA na Praça Faria Neves, os estudantes fixaram em cada árvore com presença de líquens uma malha de dimensão de 50 cm x 50 cm, composta por 25 quadrados dimensionados com 5 cm de lado cada. A malha foi fixada no forófito em altura variando de 1,0 a 1,50 m, de acordo com a presença liquênica no local (Figura 4) e, posteriormente, os estudantes adicionaram as informações na folha de preenchimento (Figura 5). A partir da plotagem da malha na árvore foram computadas as informações de número de espécies liquênicas por forófito, frequência de espécies de líquens por quadrado da malha e, percentual de cobertura de líquens sob a superfície da malha.

Figura 4 - Aplicação da malha em forófitos na Praça Faria Neves, Recife (Brasil).



Fonte: Gustavo Alves, 2019.

Os dados foram aplicados na fórmula expressa por:  $IPA = N (Q \times f) / 10$ , onde  $N$  = número de espécies liquênicas encontradas na área;  $Q$  = índice ecológico específico para cada espécie;  $f$  = frequência da cobertura. O índice ecológico ( $Q$ ) para cada espécie foi calculado como a média de todas as espécies acompanhantes em cada área amostrada. Para a determinação do IPA foi utilizada metodologia desenvolvida por Le Blanc e De Sloover (1970) adaptado por Silva et al. (2014), considerando dados de frequência, cobertura e índice de cada espécie. Foi também considerada a direção predominante da biomassa de líquens por árvore, com auxílio de uma bússola, correlacionando-a com a direção dos ventos e umidade atmosférica.

Figura 5 - Folha de preenchimento de acordo com a plotagem da malha em forófito.

## Índice de Pureza Atmosférica- IPA

Arvore \_\_\_\_\_

Direção na arvore (presença de líquen): \_\_\_\_\_

Observações sobre o ponto: \_\_\_\_\_

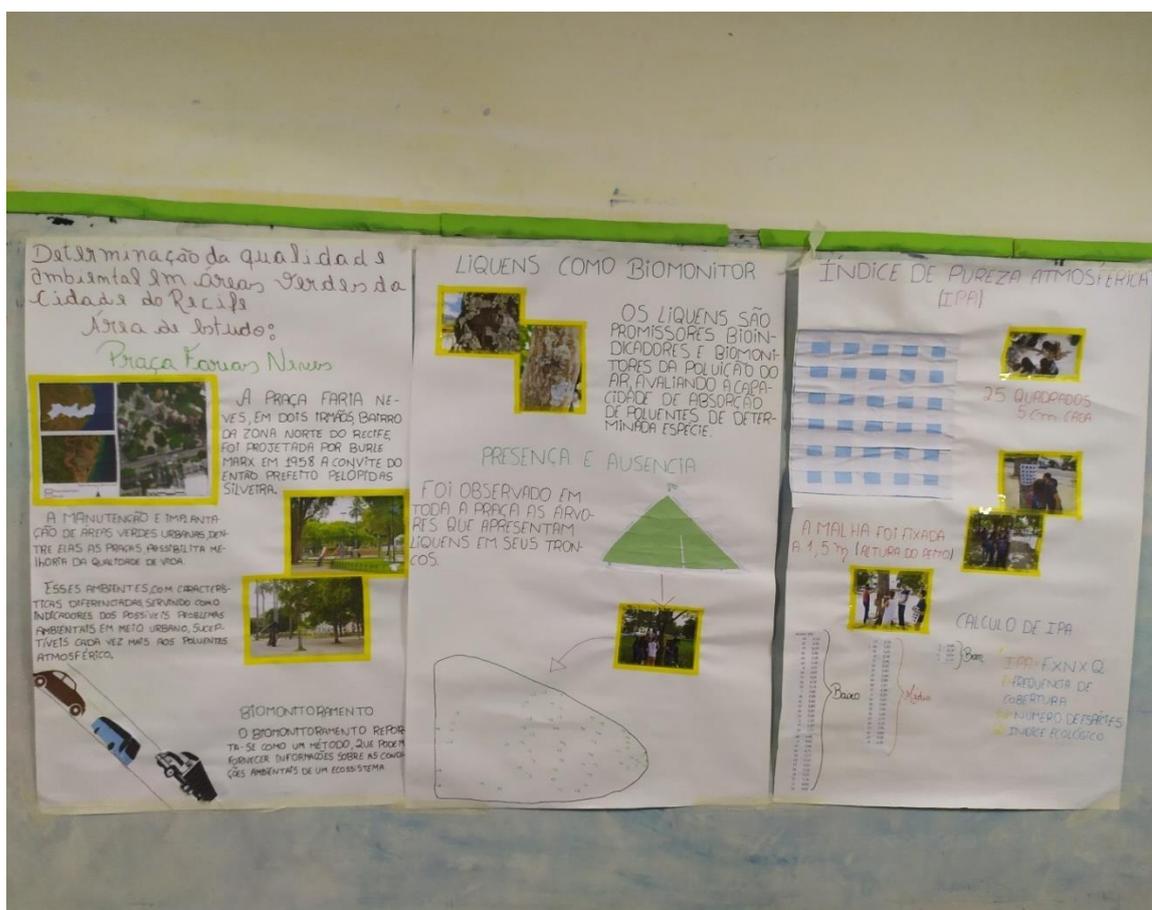

Fonte: Gustavo Alves, 2019.

### 3.5 Exposição de pesquisa e ciências

A partir dos dados obtidos na aplicação da técnica do IPA, reuniões foram realizadas entre os alunos e o pesquisador onde os dados foram aplicados na fórmula do IPA e, em seguida, foram tabulados em uma planilha para a classificação dos níveis do IPA. Após tratamento dos dados, os alunos foram capazes de construir hipóteses, cartazes demonstrando a área estudada (Figura 6), a resolução dos cálculos de IPA, bem como matriz de presença e ausência de líquens em forófitos. Como produto desta etapa, apresentaram os resultados em um evento do colégio denominado “Exposição Ensino e Ciência”, que contou com a presença dos demais alunos, pais, professores e pesquisadores da UFPE. O evento teve intuito de mostrar os resultados e

conclusões que os alunos chegaram com o desenvolvimento da análise da qualidade ambiental da área de estudo, como uma forma avaliativa e de fixação do conteúdo trabalhado em todo processo de desenvolvimento do projeto.

Figura 6 – Cartazes de apresentação com os resultados do biomonitoramento na praça Farias Neves.



Fonte: Gustavo Alves, 2019.

### 3.6 Coleta de material liquênico

Em momento posterior ao projeto finalizado com os alunos, o pesquisador realizou a coleta do material liquênico para identificação das espécies presentes no local. Esta foi realizada nos forófitos submetidos a análise de IPA, para conhecimento da diversidade encontrada em cada árvore, bem como na Praça. Para a coleta, foram utilizados borrifador para umedecer os líquens, faca e, quando necessário, martelo para sua remoção do substrato e, saco de papel para acondicionamento. Foram anotados os dados referentes a cada exemplar, como número do forófito, posição no

forófito, bem como dados de identificação (Hale, 1983; Brodo et al. 2001).

### **3.7 Identificação dos líquens**

Foi usado microscópio estereoscópico para observação da forma, cor, dimensão, face superior e inferior do talo, assim como a presença ou ausência, forma, localização e abundância de estruturas como: cílios, fibrilas, máculas, pseudocifelas, sorédios, isídios, picnídios e ascomas. Para observação das estruturas anatômicas o talo foi cortado à mão livre e os cortes observados sob microscópio óptico para identificação das estruturas internas como: fotobionte, cor e rigidez da medula, forma, septação, tamanho e cor dos ascósporos, e forma e tamanho dos conidiósporos. Para identificação das substâncias típicas de cada espécie, foram realizados testes de coloração, a saber: hidróxido de potássio (K), hipoclorito de sódio (C), hidróxido de potássio seguido por hipoclorito de sódio (KC), e p-fenilenodiamina (P) no córtex e medula do talo líquênico; bem como teste de fluorescência, com exposição do talo à luz ultravioleta (UV 360 nm) (Hale, 1983; Huneck & Yoshimura, 1996; Brodo et al. 2001). A partir dessas informações, e com o auxílio de chaves de identificação, os espécimes foram identificados a nível de espécie.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Abordagem do biomonitoramento no currículo escolar**

A partir das observações realizadas no material didático utilizado na instituição e, diante da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a fim de analisar a abordagem dos conteúdos e entendimento dos alunos sobre os conceitos trabalhados na geografia, servindo como base para o desenvolvimento das atividades de biomonitoramento, pode-se constatar que os assuntos necessários para a execução do projeto não faziam parte da grade curricular de todas as séries presentes no estudo. Como, exemplo, pode ser mencionado o 9º ano do Ensino Fundamental II. Já o Ensino Médio continha na grade curricular apenas alguns dos assuntos trabalhados no projeto, verificando também que nenhuma das grades curriculares apresentavam a abordagem do biomonitoramento da qualidade do ar. Desta forma, observou-se que tais deficiências viessem a dificultar a realização das atividades propostas.

Sendo assim, foi necessária a elaboração de aulas sobre os conceitos geográficos e sobre biomonitoramento (Figura 7), explanando e trabalhando os conteúdos necessários que auxiliaram os alunos na prática e realização da metodologia proposta (Figura 8), a fim de facilitar a aprendizagem sobre a temática da pesquisa.

Durante os encontros teóricos e explicação dos assuntos, houve diálogos com os estudantes a fim de entender seus pontos de vista e conhecimentos prévios sobre poluição ambiental, biomonitoramento, líquens e degradação ambiental. Pode-se observar que os alunos tinham um entendimento breve sobre os assuntos de poluição e degradação ambiental, ao exemplificarem os tipos de poluição e seus aspectos negativos exercidos sobre o meio ambiente. No entanto, houve a necessidade de buscar novas informações sobre os conteúdos, pois os estudantes não sabiam o quanto esses aspectos modificavam o meio ambiente e que eram prejudiciais à saúde humana. Desta forma, a respeito dos assuntos direcionados mais especificamente ao biomonitoramento, os alunos demonstraram não ter uma compreensão ou mesmo nunca tinham ouvido falar, uma vez que esses conteúdos não faziam parte de suas grades curriculares.

Figura 7 – Exemplo de plano de aula utilizado em um dos encontros teóricos com os alunos do Colégio Menezes II, Recife, Pernambuco.

---

**Aula 01 – Data: 23/02/2019**

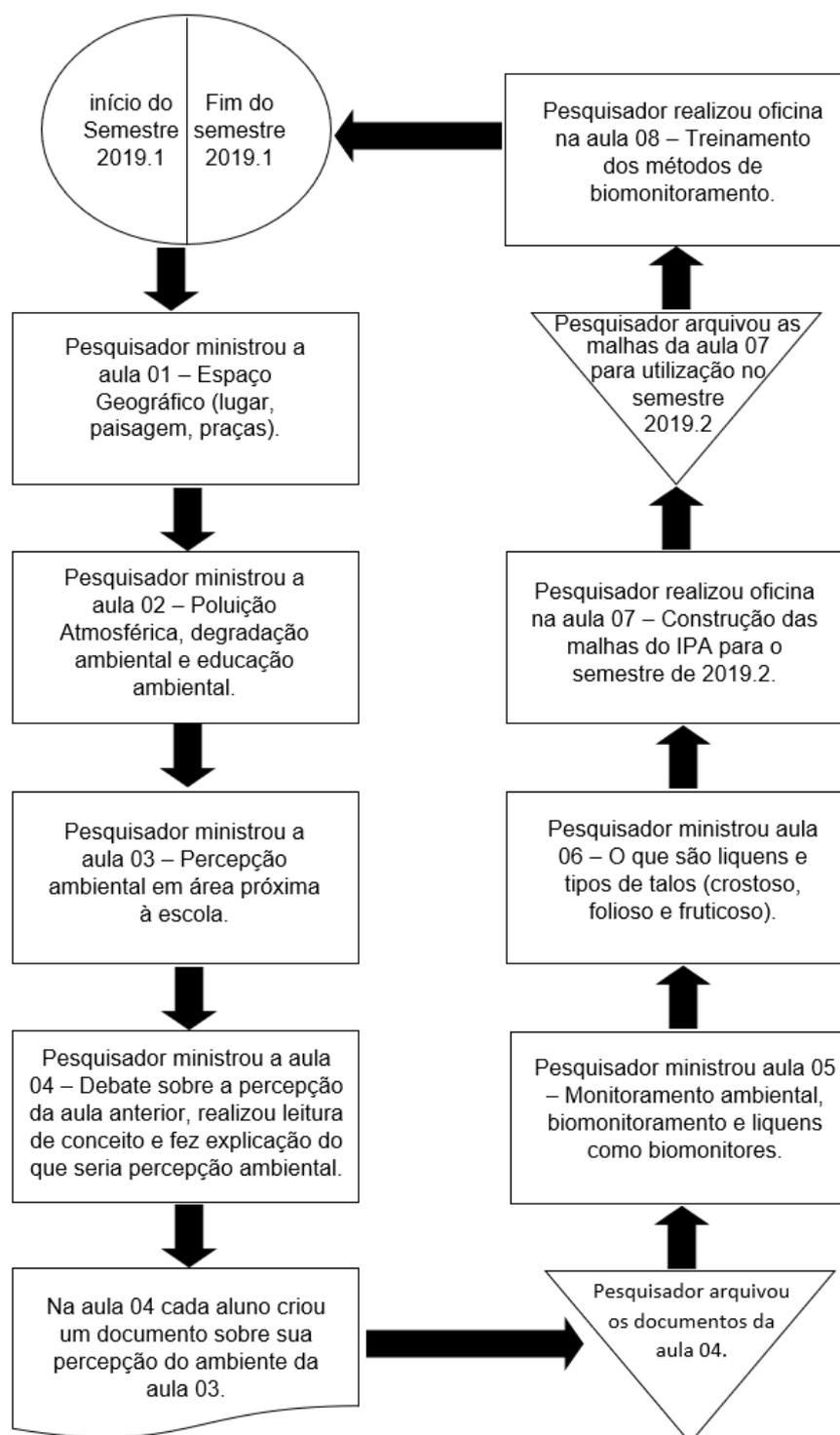
---

<b>Assunto</b>	<b>Recurso didático</b>	<b>Objetivo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço geográfico;</li> <li>• Lugar;</li> <li>• Paisagem;</li> <li>• Áreas verdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de uma apresentação em Power point.</li> <li>• Debate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender as dinâmicas geográficas, bem como as relações humanas com a produção do espaço tendo como resultado a inter-relação existente.</li> </ul>

---

Fonte: Gustavo Alves, 2019.

Figura 8 - Fluxograma dos encontros teóricos do Projeto, para alunos do Ensino Fundamental II e Médio do Colégio Menezes II, Recife (PE).



Autor: Gustavo Alves, 2020.

Os conceitos e temas abordados nas aulas teóricas foram essenciais para o entendimento das atividades práticas que foram executadas posteriormente, pois os alunos puderam compreender como executá-las e passar a ter um olhar mais crítico sobre a área de estudo, além de possibilitar a aplicação desses conceitos em seu cotidiano. Estas aulas proporcionaram aos alunos um incentivo às suas observações, análises e discussão sobre os conteúdos do projeto, como também foi possível trazer uma metodologia de ensino-aprendizagem mais dinâmica, podendo correlacionar as teorias com as vivências e realidade dos estudantes.

Desta forma, o processo de ensino-aprendizagem estabelecido na execução do projeto buscou relacionar os conceitos à vivência e realidade dos alunos, facilitando a compreensão dos assuntos trabalhados. Segundo Silva; Silva (2012) o ensino-aprendizagem na geografia baseia-se no conhecimento dos conceitos geográficos, prática do professor e no conhecimento do aluno, facilitando o entendimento dos conceitos através dos seus espaços de vivência. Segundo Pimenta (2001) o ensino da geografia ocorre entre a teoria e prática, auxiliando no desenvolvimento das mudanças sociais, através das ações antrópicas e no cotidiano dos alunos estabelecendo relação entre o conceito e a realidade em que estão inseridos (CALLAI, 2000).

Para Santos (2010) a geografia deve ser ensinada além de uma maneira descritiva, passando a dar lugar às práticas vividas pelos educandos. A nova forma de ensino de geografia direciona os alunos a interpretar as teorias ensinadas, buscando compreender a realidade ao seu redor, relacionando não só aos aspectos geográficos, mas à interdisciplinaridade existente nesses espaços (MOREIRA CALADO, 2012).

Portanto, as discussões realizadas em sala de aula serviram como uma ferramenta de contribuição no ensino-aprendizagem dos estudantes e no desenvolvimento dos seus conhecimentos e de novos saberes. Além disso, foi um instrumento importante para que os alunos pudessem agregar conhecimentos para a prática do biomonitoramento, aprendendo as técnicas de mapeamento de ausência e presença de líquens nas árvores, como executar a técnica do IPA e como usar a bússola, instrumento utilizado para saber a direção predominante dos líquens no forófito.

Sendo assim, as áreas verdes são ótimos espaços para a execução do biomonitoramento, servindo também com um método de ensino em espaço não

formal. Segundo Vaine; Lorenzetti (2017), são os espaços naturais e urbanos que podem desenvolver práticas educativas. Neste contexto, a seleção da Praça Faria Neves como espaço utilizado para o desenvolvimento da técnica de biomonitoramento corrobora os autores recém mencionados.

Desta forma, estes espaços proporcionam um aprendizado mais produtivo, uma vez que os alunos passam a estabelecer contato direto com a área de estudo e suas primeiras observações, como as árvores presentes nessas áreas, bem como as funções e finalidades estabelecidas pela população que frequenta esses espaços. Com isso, uma metodologia de ensino que estabelece uma relação com a natureza pode resultar em um melhor desempenho na aprendizagem (ALCÂNTARA; FACHÍN-TERÁN, 2010). Portanto, essa proposta foi satisfatória, pois os alunos conseguiram aprender novos assuntos, aprimorar os conhecimentos já existentes, como também construíram conhecimento das práticas de biomonitoramento possibilitando construir diagnósticos das condições ambientais. Segundo Moreira Calado (2012), é importante proporcionar a relação direta dos alunos com a área a ser estudada, acarretando na contribuição para o entendimento das relações sociedade e natureza.

## **4.2 Práticas de biomonitoramento**

O monitoramento das condições de salubridade do ambiente tem se apresentado como imperativo, dentro do contexto de intensa interferência observada nos sistemas terrestres. Deste modo, após as aulas teóricas, os estudantes passaram a executar as técnicas do biomonitoramento com o uso dos líquens para aferir a qualidade ambiental na Praça Faria Neves.

Nos primeiros encontros práticos os estudantes puderam desempenhar a observação da praça através do mapeamento da quantidade de árvores presentes na área e, posteriormente, o mapeamento da presença e ausência de líquens em forófitos. Os resultados obtidos mostraram que a praça tinha um quantitativo de 81 árvores presentes no local e, 70 delas apresentavam líquens em suas estruturas (Figura 9).

Figura 9 - Mapa de presença e ausência de líquens nas árvores ocorrentes na Praça Faria Neves, Recife (PE).



Legenda: árvores 22 e 36 com presença de líquens e árvores 50 e 60 ausência de líquens na Praça Faria Neves – Dois Irmãos, Recife.

Apesar da presença de líquens encontrada na Praça Faria Neves, havia a predominância de espécies crostosas, que são bastante aderidas ao substrato e, as foliosas que apresentam o aspecto da folha. Essas espécies são consideradas mais resistentes à poluição e, típicas de ambiente urbano (FUGA et al., 2008; KAFFER, 2011; SILVA et al., 2014). Contudo, foi registrada, apenas em duas árvores (06 e 11), a presença de uma espécie fruticosa. Esses dados estão de acordo com Martins et al. (2008), evidenciando a pouca presença de espécies fruticosas em área urbano-industrial.

É possível relacionar os estágios dos efeitos causados pela poluição atmosférica, a partir do diagnóstico das evidências analisadas na biomassa de líquens, seguindo parâmetros como: presença ou ausência de líquens, sua diversidade de espécies, crescimento (WILL-WOLF, 2017), cobertura e frequência.

Após os resultados do mapeamento de presença e ausência de líquens, os discentes passaram a executar a técnica do Índice de Pureza Atmosférica. Os dados obtidos do IPA foram divididos em quatro categorias levando em consideração os valores mínimos e máximos encontrados, sendo classificados como muito baixo (0,1 – 3,1), baixo (3,1 – 6,1), médio (6,1 – 9,2) e alto (9,2 – 12,2) (Figura 10). Verificou-se que aproximadamente 90,32% da Praça Faria Neves estão inseridos em níveis considerados como muito baixo e baixo. Os dados mostram que toda área da praça apresenta os menores índices do IPA nos valores entre muito baixo (53,22%) e baixo (37,9%), podendo ser relacionados à localização, visto que a área está inserida em rota com intensa circulação de veículos, próxima à BR-101, além dos arredores da praça servirem como estacionamento, contribuindo sobremaneira para poluição atmosférica no seu território.

Devido ao crescimento acelerado das áreas urbanas e, conseqüentemente com a intensa circulação automobilística, os impactos causados pela emissão dos poluentes atmosféricos são cada vez mais danosos ao meio ambiente. Segundo Assman et al. (2017) os impactos da poluição atmosférica podem ocasionar danos ao desenvolvimento dos líquens, ou a morte desses organismos, uma vez que eles são sensíveis aos poluentes atmosféricos.

Segundo Meneghini et al. (2012), a emissão dos poluentes através dos automotivos é considerada como maior causadora da poluição do ar, através da emissão de gases como o óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), derivados de hidrocarbonetos e

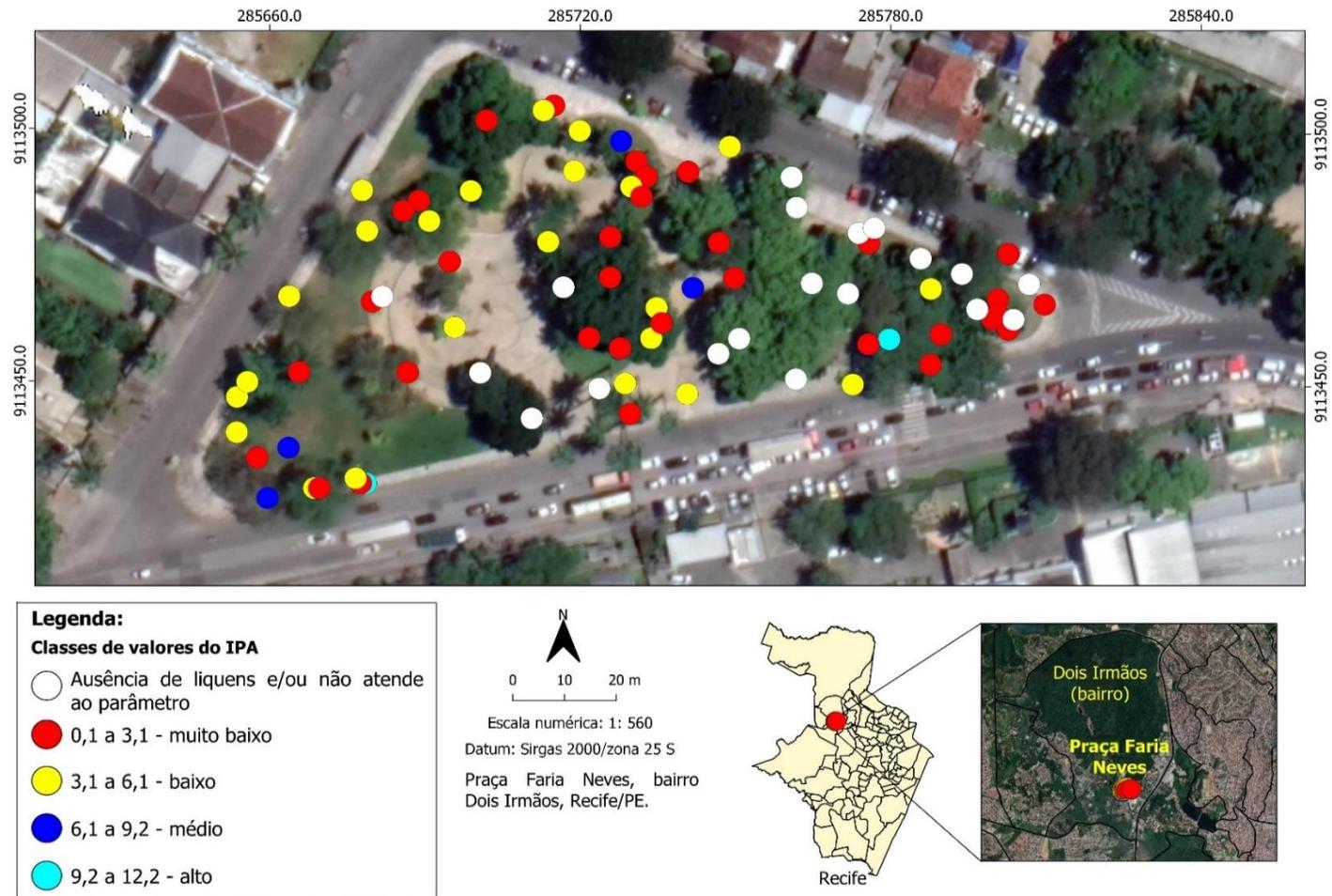
chumbo. As emissões desses elementos químicos na atmosfera trazem riscos à saúde da população e degradação ambiental, bem como configuram como péssima a qualidade do ar dessas áreas.

A praça apresenta uma via (rua Manuel de Medeiros) com grande fluxo de automóveis ao seu redor por servir como eixo de ligação entre grandes avenidas, como a BR-101 e Av. Caxangá. Por ser uma via com bastante fluxo de carros, ônibus e caminhões, torna-se adequada para o monitoramento da poluição atmosférica, resultando no desenvolvimento e na degradação dos líquens. Além disso, pode-se observar que nos horários de pico há um intenso engarrafamento e, conseqüentemente, uma acentuada emissão e concentração de poluentes na área. Costa et al. (2020) ratificam que áreas com intenso tráfego de veículos durante todo o dia apresentaram baixa qualidade do ar, em relação aos pontos com fluxo veicular moderado.

Santos (2016), ao realizar o biomonitoramento na Região Metropolitana do Recife, verificou que as maiores concentrações dos elementos químicos estavam na BR-101. Sendo assim, as correntes de ventos podem ser consideradas também como um dos fatores relevantes para o resultado obtido, uma vez que a corrente atuante na praça vem de Leste, possibilitando o carreamento dos poluentes dos veículos que circulam pela BR-101, concentrando-os nessa área, bem como o fluxo da via principal da área que colabora na emissão e concentração dos poluentes.

Segundo Silva et al. (2015), a direção e distribuição líquênica nos troncos dos forófitos podem estar relacionadas à direção do vento, que conduz partículas dos poluentes emitidos em áreas de intensa circulação de veículos. Neste sentido, é possível relacionar os valores muito baixo e baixo do IPA encontrando na praça aos poluentes carregados pelos ventos. As árvores, em sua grande maioria, exibiram frequência, número de indivíduos e espécies líquênicas muito baixa, reforçando os danos dos poluentes.

Figura 10 - Mapa do índice de Pureza Atmosférica na Praça Faria Neves, Dois irmãos (Recife – PE).



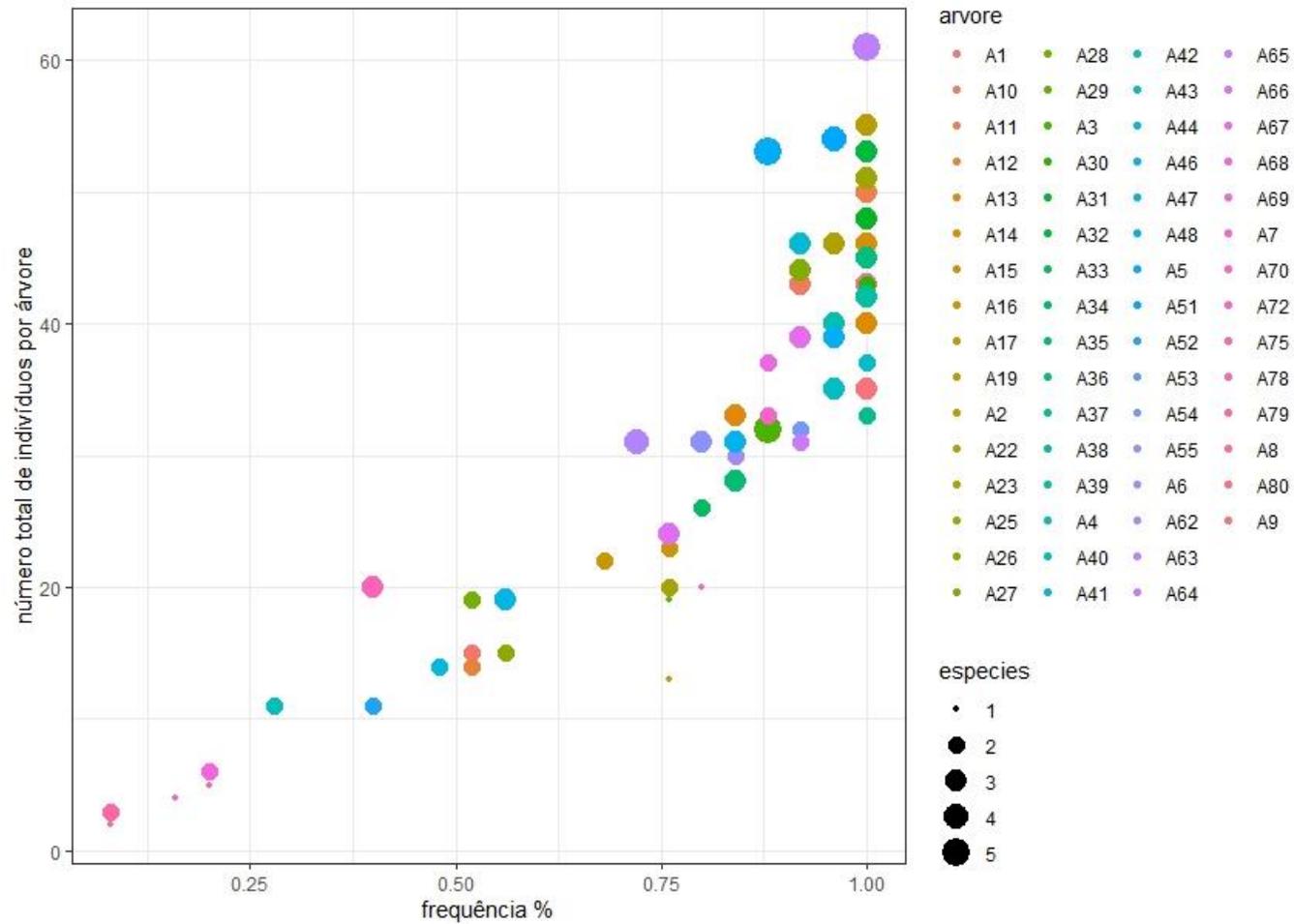
Autor: Gustavo Alves, 2020.

Os valores do IPA podem também ser associados ao cruzamento dos valores de frequência de líquens nos forófitos e, número total de indivíduos presentes na malha. Desta forma, pode ser observado através do gráfico de regressão logarítmica, que o padrão dominante de concentração, está predominantemente na relação com frequência de 100% de líquens na malha apresentando número de indivíduos igual ou superior a 40 e, à existência de espécies iguais ou superiores a 3 (Figura 11). Contudo, as árvores 9, 30, 33, 37 e 42 apresentam-se como exceção, podendo este fato estar relacionado à localização desses forófitos, que estão próximos a via de intenso fluxo veicular bem como em área da praça que serve como estacionamento, contribuindo para uma maior e mais concentrada emissão dos poluentes.

A árvore 63 mostrou-se como exceção, apresentando valor considerado alto do IPA e, que embora tenha sido notada uma frequência de 100% de líquens onde foi fixada a malha e, um maior quantitativo total dos indivíduos (61), foi encontrada presença significativa de líquens crostosos, formas de vida mais resistentes aos poluentes. Este mesmo parâmetro pode ser considerado para a árvore 02 que mesmo estando localizada na margem da praça, está no nível médio do IPA, apresentando frequência de 100% e número total de indivíduos 55, podendo ser relacionada à região de predominância dos líquens, estando localizada ao lado oposto à corrente de ar.

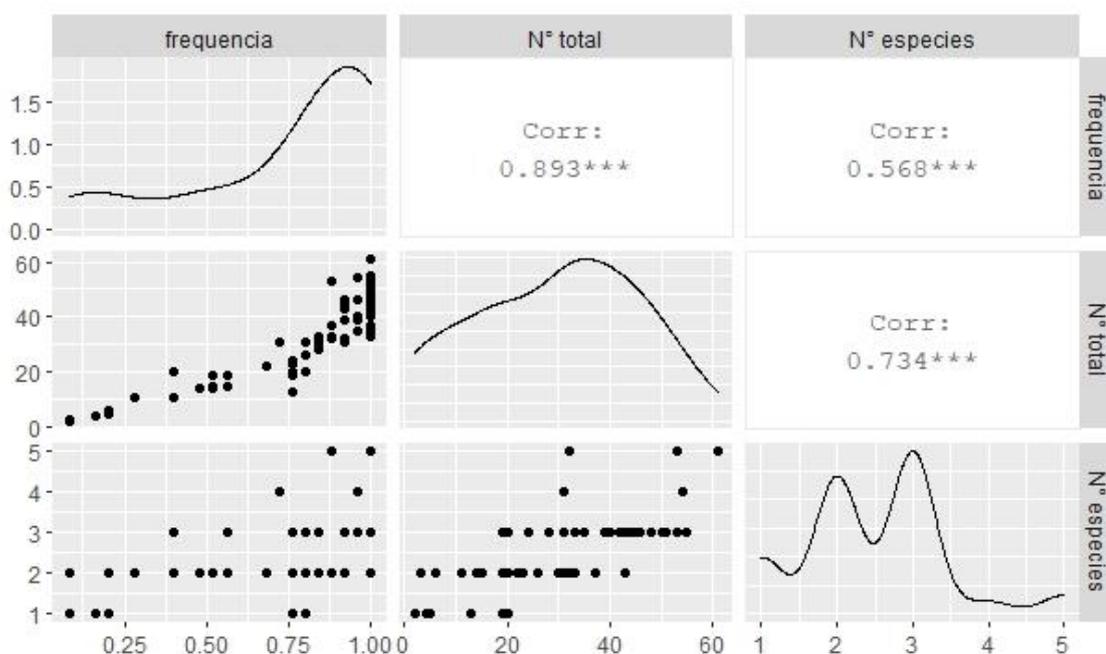
Verificou-se também que o padrão de concentração a partir de 80% apresentam número de indivíduos superior a 30 e número de espécies igual ou maior que 2. Porém nesse grupo, pode-se observar que as árvores 03 e 05, foram as únicas a apresentarem número de espécie maior, 4 e 5 respectivamente. Embora esses forófitos estejam na margem da praça, esse resultado pode ser caracterizado pela presença dos líquens estarem localizados ao Norte da árvore, sentido contrário a área de emissão dos poluentes.

Figura 11 – Gráfico de regressão logarítmica dos valores de frequência e número total dos indivíduos, tendo como parâmetros adicionais o número de espécies encontrados em cada árvore da Praça Faria Neves, Recife - PE.



A matriz de correlação para os parâmetros utilizados no IPA enfatiza os dados obtidos no dendrograma, apresentando numericamente a semelhança entre os parâmetros analisados (Figura 12). Verificou-se a similaridade entre a frequência e o número total de indivíduos encontrados na malha, com correlação de 0,893 e, número total com o número de espécies com correlação de 0,734. Contudo, quando comparada a frequência ao número de espécies, constata-se menor correlação entre si (0,568). Isso demonstra que a frequência de cobertura do líquen na malha não depende do número de espécies encontradas. Porém, o número total estabelece a existência da correlação com o número de espécies para obtenção dos seus valores.

Figura 12 - Matriz de correlação entre os parâmetros utilizados para o Índice de Pureza Atmosférica na Praça Faria Neves, Recife (PE).



Autor: Gustavo Alves, 2020.

Segundo Silva et al. (2015), a presença de semáforos pode resultar numa maior emissão de poluentes, uma vez que os carros passam longo período estacionado nesse local. Assim, este fato corrobora os resultados encontrados nas árvores 64, 68 e 70 com valores de IPA 2,4, 2,9 e 2,6. Esses fórofitos estão próximos ao semáforo da avenida, além da concentração de líquens se encontrar no sul, sudeste e oeste, respectivamente, favorecendo o recebimento direto desses poluentes. Esses pontos, apesar de apresentarem uma frequência e número de indivíduos líquênicos significativo em sua estrutura, apresentaram apenas duas espécies na malha. De

acordo com Moreira et al. (2017) nas áreas de maior tráfego de veículos a frequência de líquens é inferior às áreas de menor fluxo de automóveis.

Outro fator importante a ser considerado aos pontos (02, 03, 05, 63, 64, 68 e 70) está relacionado a sua espécie arbórea (*Tabebuia rosea* - Ipê Rosa). Santos et al. (2018) mencionam ter encontrado maior concentração de líquens sobre esta espécie, considerada uma árvore que propicia um habitat favorável ao líquen. Esse resultado foi obtido nas árvores 02, 03 e 05, porém as demais árvores da mesma espécie responderam de forma distinta, constatando que dependendo da localização onde os líquens se concentram e, da direção dos ventos, pode ser que tenha uma menor variabilidade de espécies liquênicas, por conta do grau de poluição. As árvores 10, 13, 14 e 15, que são de mesma espécie, também apresentaram valores baixos do IPA, pois o entorno da região onde essas árvores se encontram serve de estacionamento para o Zoológico, praça, Lafepe, casa de festa e comércio encontrados em volta da praça, além da pouca presença de forófitos na proximidade, fazendo com que a circulação dos ventos nessa localidade seja maior, favorecendo o recebimento dos poluentes. Segundo Ecker (2014); Shinzato, Duarte (2011), a vegetação pode contribuir no controle da dispersão dos ventos, bem como na filtragem da poluição.

Sendo assim, diversos fatores podem influenciar na biomassa liquênica em relação à poluição atmosférica, entre eles e a direção dos ventos, umidade, mudanças climáticas, extensão da área e, os níveis de emissão dos poluentes (KÄFFER, 2011). Portanto, a frequência, o número de indivíduos e a quantidade de espécies são condições importantes para a observação dos impactos ambientais de uma determinada área (MOREIRA et al., 2017), (Tabela 1).

Segundo Lehnen et al. (2017) as estruturas das árvores podem influenciar na predominância dos líquens. A rugosidade e a porosidade nas cascas dos forófitos resultam em diferentes espécies de líquens, tornando os troncos das árvores características importantes para o desenvolvimento e presença da comunidade liquênica (ELLIS, 2012; LIE et al., 2009).

Tabela 1 – Espécies arbóreas, biomonitoramento e variáveis do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) da Praça Faria Neves, Dois Irmãos, Recife–PE.

Árvore	Espécie arbórea	IPA	Presença e ausência	Frequência	(continua)	
					Número total de líquens contabilizado	Número de espécies
1	<i>Adansonia digitata</i>	1,19	sim	52%	15	2
2	<i>Tabebuia rosea</i>	6,60	sim	100%	55	3
3	<i>Tabebuia rosea</i>	8,18	sim	88%	32	5
4	<i>Tabebuia rosea</i>	4,60	sim	96%	40	3
5	<i>Tabebuia rosea</i>	10,56	sim	88%	53	5
6	<i>Syagrus oleracea</i>	2,38	sim	84%	30	2
7	<i>Syagrus oleracea</i>	0,80	sim	80%	20	1
8	<i>Syagrus oleracea</i>	5,16	sim	100%	43	3
9	<i>Tabebuia rosea</i>	4,20	sim	100%	35	3
10	<i>Tabebuia rosea</i>	5,13	sim	92%	43	3
11	<i>Cocos nocifera</i>	6,00	sim	100%	50	3
12	<i>Elaeisis guineensis</i>	1,11	sim	52%	14	2
13	<i>Tabebuia rosea</i>	3,95	sim	84%	33	3
14	<i>Tabebuia rosea</i>	5,19	sim	100%	40	3
15	<i>Tabebuia rosea</i>	5,52	sim	100%	46	3
16	<i>Couropita guianensis</i>	1,83	sim	76%	23	2
17	<i>Couropita guianensis</i>	1,75	sim	68%	22	2
18	<i>Genipa americana</i>	árvore fina	sim	0	0	0
19	<i>Couropita guianensis</i>	0,76	sim	76%	13	1
20	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Líquén na raiz	sim	0	0	0
21	<i>Caesalpinia echinata</i>	Líquén na raiz	sim	0	0	0
22	<i>Genipa americana</i>	5,15	sim	96%	46	3
23	<i>Tabebuia avellaneda</i>	1,59	sim	76%	20	2

(continua)

24	<i>Morinda citrifolia</i>	árvore fina	sim	0	0	0
25	<i>Couropita guianensis</i>	6,12	sim	100%	51	3
26	<i>Schinus terebinthifolius</i>	1,19	sim	56%	15	2
27	<i>Couropita guianensis</i>	5,27	sim	92%	44	3
28	<i>Mangifera indica</i>	1,51	sim	52%	19	2
29	<i>Mangifera indica</i>	0,76	sim	76%	19	1
30	<i>Genipa americana</i>	3,44	sim	100%	43	2
31	<i>Roystonea regia</i>	5,76	sim	100%	48	3
32	<i>Roystonea regia</i>	6,36	sim	100%	53	3
33	<i>Roystonea regia</i>	2,64	sim	100%	33	2
34	<i>Roystonea regia</i>	2,08	sim	80%	26	2
35	<i>Roystonea regia</i>	3,27	sim	84%	28	3
36	<i>Genipa americana</i>	5,40	sim	100%	45	3
37	<i>Basiloxylon brasikiensis</i>	2,64	sim	100%	33	2
38	<i>Roystonea regia</i>	0,80	sim	8%	2	1
39	<i>Roystonea regia</i>	5,04	sim	100%	42	3
40	<i>Licania tomentosa</i>	0,87	sim	28%	11	2
41	<i>Mangifera indica</i>	4,03	sim	96%	35	3
42	<i>Roystonea regia</i>	2,96	sim	100%	37	2
43	<i>Roystonea regia</i>	5,52	sim	92%	46	3
44	<i>Roystonea regia</i>	1,34	sim	48%	14	2
45	<i>Roystonea regia</i>	pouco líquen	sim	0	0	0
46	<i>Roystonea regia</i>	2,26	sim	56%	19	3
47	<i>Roystonea regia</i>	3,70	sim	84%	31	3
48	<i>Roystonea regia</i>	4,66	sim	96%	39	3
49	<i>Syzygium malaccense</i>	0	não	0	0	0
50	<i>Syzygium malaccense</i>	0	não	0	0	0
51	<i>Genipa americana</i>	8,64	sim	96%	54	4
52	<i>Basiloxylon brasikiensis</i>	0,88	sim	40%	11	2
53	<i>Syzygium malaccense</i>	0,80	sim	8%	2	1

(conclusão)

54	<i>Roystonea regia</i>	2,55	sim	92%	32	2
55	<i>Roystonea regia</i>	3,72	sim	80%	31	3
56	<i>Syzygium malaccense</i>	0	não	0	0	0
57	<i>Syzygium malaccense</i>	0	não	0	0	0
58	<i>Syzygium malaccense</i>	0	não	0	0	0
59	<i>Syzygium malaccense</i>	pouco líquen	sim	0	0	0
60	<i>Syzygium malaccense</i>	0	não	0	0	0
61	<i>Syzygium malaccense</i>	0	não	0	0	0
62	<i>Livistona chinensis</i>	4,95	sim	72%	31	4
63	<i>Livistona chinensis</i>	12,20	sim	100%	61	5
64	<i>Tabebuia rosea</i>	2,46	sim	92%	31	2
65	<i>Talisia esculenta</i>	0,20	sim	20%	5	1
66	<i>Livistona chinensis</i>	2,87	sim	76%	24	3
67	<i>Livistona chinensis</i>	4,66	sim	92%	39	3
68	<i>Tabebuia rosea</i>	2,95	sim	88%	37	2
69	<i>Pritchardia pacifica</i>	0,48	sim	20%	6	2
70	<i>Tabebuia rosea</i>	2,64	sim	88%	33	2
71	<i>Livistona chinensis</i>	árvore fina	sim	0	0	0
72	<i>Livistona chinensis</i>	0,16	sim	16%	4	1
73	<i>Pritchardia pacifica</i>	0	não	0	0	0
74	<i>Livistona chinensis</i>	0	não	0	0	0
75	<i>Livistona chinensis</i>	2,40	sim	40%	20	3
76	<i>Pritchardia pacifica</i>	0	não	0	0	0
77	<i>Livistona chinensis</i>	pouco líquen	sim	0	0	0
78	<i>Pritchardia pacifica</i>	0,2	sim	20%	5	1
79	<i>Livistona chinensis</i>	0,24	sim	8%	3	2
80	<i>Livistona chinensis</i>	0,08	sim	8%	2	1
81	<i>Livistona chinensis</i>	pouco líquen	sim	0	0	0

Essas espécies responderam de formas distintas à presença e à biodiversidade de líquens; segundo Apezatto-da-Gloria e Carmello-Guerreiro (2003), as espécies arbóreas apresentam diferentes características no tecido de revestimento, a periderme, além de possuírem aspectos físico-químicos distintos e, em suas estruturas, que podem conferir condições de adaptação nas áreas que se encontram, como também auxiliar nas condições microclimáticas favorecendo a colonização dos líquens em seus troncos.

Um exemplo dessas diferentes respostas, foram as árvores 28 e 29 da espécie *Mangifera indica* (Mangueira) que apresentaram valores muito baixo e baixo do IPA. Esses dados podem ser atribuídos a área servir de estacionamento, afetando o desenvolvimento dos líquens, bem como às características da casca, que podem contribuir nesses resultados. Segundo Lima (2005), a mangueira é considerada ótimo bioindicador da qualidade do ar, pois retém material particulado em sua estrutura alterando as substâncias da planta (ácido ascórbico e prolina), fazendo com que sejam resistentes aos poluentes atmosféricos (ALMEIDA, 2000). Maki et al. (2013) ao monitorarem a qualidade do ar na Região Metropolitana de Vitória (Espírito Santo), verificaram a presença de diversos elementos químicos (Al, Ba, Ca, Cr, Cu, S, Zn, Sr, Fe, Mn, Mg, Ni, K, Na e Ti) na espécie *Mangifera*. É possível que este fator tenha contribuído nos resultados encontrados nas árvores dessa espécie situadas na praça. O mesmo pode ser observado na árvore 41 (*M. indica*), que embora localizada no centro da praça encontra-se em uma área onde os forófitos são mais altos, facilitando a passagem circulação dos ventos.

Foi possível observar que 45,68% das árvores presentes na praça são palmeiras, que se diferenciam de acordo com a espécie, e que estão distribuídas em todos as áreas. Os forófitos da família Arecaceae (palmeiras) responderam com valores muito baixo e baixo do IPA e, embora tenham apresentado frequência entre 80 e 100% em sua estrutura, foram encontradas poucas espécies de líquens, variando entre 2 e 3 delas. Esse mesmo dado pode ser observado por Santos et al. (2015) ao realizarem o biomonitoramento na Av. Cond. da Boa vista e na Praça Oswaldo Cruz, no centro do Recife. Os autores observaram que na área onde foi encontrada a espécie de palmeira (Praça Oswaldo Cruz), houve uma maior cobertura de líquens no seu tronco. Contudo, as árvores 44 e 46 apresentaram cobertura inferior a 60%, podendo ser explicada pela localização desses forófitos, que se encontram na

margem da praça recebendo diretamente os poluentes da avenida, além da árvore 46 apresentar danos decorrentes das ações antrópicas (cimento no tronco), comprometendo o desenvolvimento dos líquens (VIOTTO, SANT'ANA, 2019).

A árvore 38 também apresentou ponto crítico em relação às espécies de palmeiras, com IPA de 0,8 e baixa frequência (8%), número de indivíduos (2) e espécies (1) presentes em sua estrutura. Embora esteja mais afastada da margem que serve como estacionamento, observou-se que ela se encontra em uma área com pouca umidade e luminosidade, podendo afetar na presença dos líquens. Este fato pode ser corroborado por Ellis (2012), que menciona as características ambientais como influenciadoras na presença e distribuição dos líquens em todo o tronco, destacando a luminosidade e a umidade.

Outra exceção a esse grupo foi a árvore 32, que apresentou valor de IPA 6,3. Este, considerado como médio, pode ocorrer pela luminosidade direcionada ao local, bem como a irrigação presente na praça, contribuindo para maior umidade da casca e, pela frequência dos líquens ser em lado oposto à área que serve de estacionamento (Figura 13).

Desta forma, é possível observar que os fatores como precipitação, luminosidade, umidade, microclima, direção dos ventos e qualidade do ar também são condicionantes para o desenvolvimento e diversidade de espécies líquênicas (FORBES, 2015).

Figura 13 - Árvore com presença de líquen em área de maior incidência de luz na Praça Faria Neves, Recife (PE).

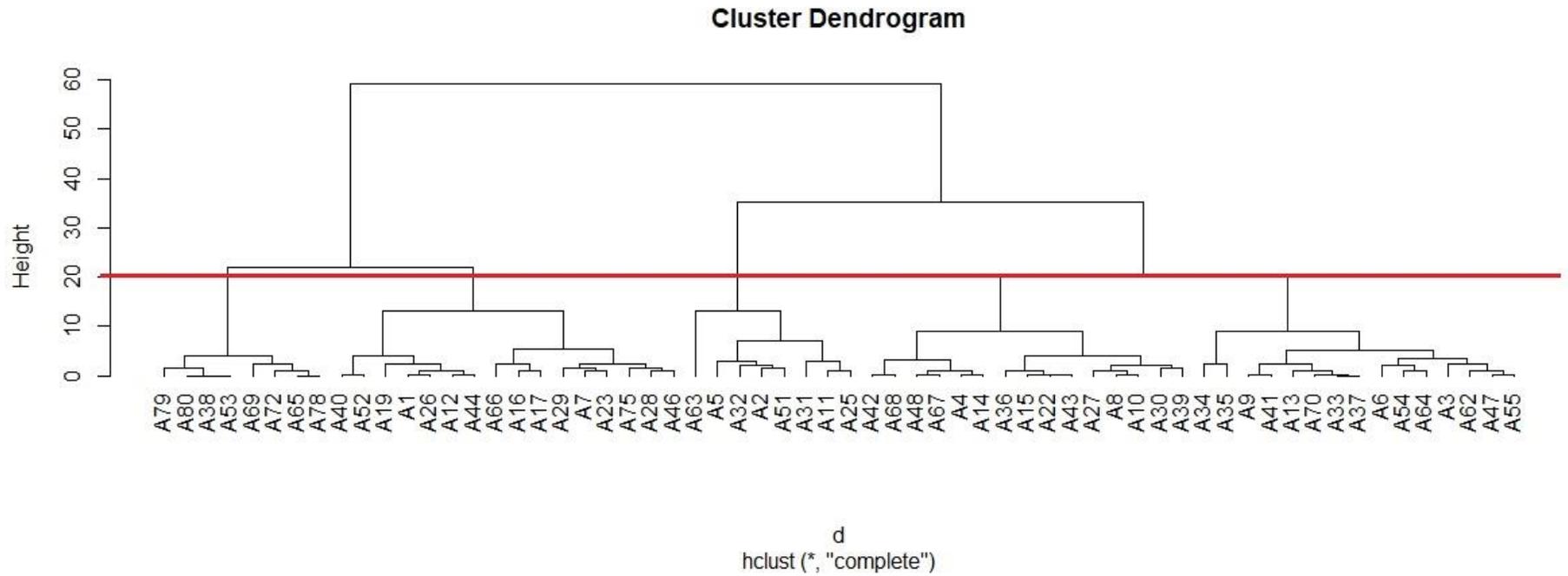


Fonte: Gustavo Alves (2020)

A análise do agrupamento por similaridade para os valores obtidos pelo IPA resultou na formação de cinco *clusters*: (i) as árvores 79, 80, 38 e 53 em associação com as árvores 69, 72, 65 e 78 foram agrupadas por apresentarem valores muito baixo do IPA, contudo esses subgrupos estão associados pela similaridade da baixa frequência e número total de espécies de líquens encontradas nas árvores. Esses forófitos podem estar agrupados também pela semelhança de sua localização, pois estão próximos à área de estacionamento da praça propiciando o recebimento de poluentes; (ii) o agrupamento entre as árvores 40, 52, 19, 1, 26, 12, 44 com as árvores 66, 16, 17, 29, 7, 23, 75, 28 e 46, que ocorreu também pelos valores muito baixo do IPA, porém se diferenciando do *cluster* anterior pelos valores do número total de espécies somadas em todos os quadrantes da malha e, pela frequência de líquens serem mais elevadas, como também podem estar associados pela característica das árvores com cascas mais rugosas e pela localização, estando em áreas com menor

quantitativo de forófitos facilitando a circulação dos ventos carregando os poluentes e próximos a via principal da praça (árvore 7); (iii) o *cluster* formado pelas árvores 63, 5, 32, 2, 51 associadas as árvores 31, 11 e 25 se diferencia quando comparado aos valores do IPA, uma vez que o primeiro subgrupo encontra-se entre os valores médio e alto do IPA enquanto o segundo, nos valores baixos. Contudo sua similaridade pode estar relacionada aos valores elevados do número total de espécies somados em toda a malha e, pelos altos valores de frequência dos líquens. Essa associação pode ser caracterizada também pela estrutura da casca, que pode propiciar um melhor habitat para o desenvolvimento dos líquens, resultando em um grupo que apresentou quantitativos de espécies significativos em sua estrutura; (iv) agrupamento estabelecido entre as árvores 42, 68, 48, 67, 4, 14, 36, 15, 22, 43, 27, 8, 10, 30 e 39 apresentou valores muito baixo e baixo do IPA. Nesse contexto, enfatiza-se a localização dessas árvores, ocorrentes nas laterais da praça que servem como estacionamento e, próximas à via de intenso fluxo de veículos. Contudo, verificou-se que o número total de indivíduos na malha é superior a 37, diferenciando-se dos *clusters* com mesmos valores de IPA; (v) composto pelas árvores 34, 35, 9, 41, 13, 70, 33, 37, 6, 54, 64, 3, 62, 47 e 55 foi associado também pelos valores muito baixo e baixo do IPA, porém se diferenciando do grupo que apresentou os mesmos índices, quando comparado ao número total de indivíduos presentes na malha. A este grupo, sua associação pode estar relacionada diretamente à localização desses forófitos próximos às áreas que propiciam a emissão dos poluentes; porém a árvore 41 se encontra mais ao centro da praça, mas com poucas árvores em sua volta, facilitando fluxo dos ventos. Deste modo, a formação dos *clusters* levou em consideração as similaridades entre as variáveis de frequência, número total de indivíduos, número de espécies e características semelhantes entre os forófitos (Figura 14).

Figura 14 - Dendrograma do agrupamento das árvores por similaridades entre o índice de Pureza Atmosférica e as variáveis de frequência, número total de indivíduos e números de espécies da Praça Faria Neves (Recife – PE).



Autor: Gustavo Alves, 2020.

### 4.3 Práticas de biomonitoramento e Educação Ambiental

Ao realizar as atividades de campo com os alunos buscando a percepção sobre o espaço estudado, os alunos puderam analisar os agentes atuantes sobre a área de estudo, bem como os fatores que poderiam contribuir para a degradação da praça e, observação sobre o número de árvores presentes no local, em quais delas era possível encontrar líquens em suas estruturas e, identificar essas árvores. Esta prática permitiu aos estudantes o estímulo à percepção ambiental, pois passaram a observar o espaço a partir do momento que estavam inseridos nele, corroborando com Santos, Vasconcelos (2018), que afirmam a necessidade do indivíduo fazer parte e vivenciar o ambiente para que possa perceber, conservar e cuidar desses espaços.

O desenvolvimento dessa atividade resultou no mapeamento de presença e ausência de líquens, proporcionando aos alunos o aprendizado sobre a técnica, como também adquiriram conhecimento sobre a importância das áreas verdes como um espaço de respostas sobre as ações do ser humano, construindo informações sobre a relação da sociedade-natureza, acarretando uma consciência crítica em relação ao meio ambiente e às atividades antrópicas, levando à participação dos indivíduos na preservação ambiental (JUCÁ, 2015), sendo possível desenvolver suas percepções sobre este espaço.

Este mapeamento proporcionou aos discentes um olhar sobre os pontos que posteriormente serviriam para o desenvolvimento da técnica do Índice de Pureza Atmosférica (IPA), onde os alunos aplicaram a malha e identificaram os números de espécies líquênicas presentes em cada quadrante (Figura 10b). Nesta quantificação, quando analisada, puderam observar os condicionantes para os resultados obtidos, bem como suas hipóteses sobre este espaço. Segundo Santos, Vasconcelos (2018), as observações e respostas ocorrem de forma distintas sobre os indivíduos.

Os alunos ao finalizarem as práticas do biomonitoramento e, após observação sobre a área verde do local de estudo, passaram a identificar os condicionantes de degradação do meio ambiente, podendo destacar os poluentes emitidos pelos veículos automotores e, compreendendo a necessidade do monitoramento do estado ambiental das áreas urbanas.

Através dos debates e discussões realizados com os alunos acerca das áreas verdes no meio urbano, os estudantes trouxeram a importância desses espaços para

a realização de atividades físicas, lazer e convívio social, resultando em melhores condições de vida para os frequentadores dessas áreas. Segundo Londe; Mendes (2014), as áreas verdes exercem diversas funções e benefícios ao meio ambiente e ao bem-estar da população, resultando melhorias na qualidade ambiental e na saúde. Além disso, apresentam-se como espaços alternativos de ensino e práticas de EA. Barton; Pretty (2010) corroboram que estas áreas externas podem contribuir para o aprendizado, uma vez que favorecem relações diretas com a natureza (SZEREMETA; ZANNIN, 2013).

Contudo, além dos benefícios que as áreas verdes proporcionam, foi possível constatar a compreensão de que esses espaços se apresentam como indicadores dos problemas ambientais urbanos, principalmente a contaminação por poluentes atmosféricos. Dessa forma, Moreira (2010) corrobora o que foi observado neste estudo, ao constatar a retenção e absorção de poluentes atmosféricos em todos os pontos analisados no Parque Ibirapuera – SP. Sendo assim, esses ambientes são importantes para análise da degradação ambiental urbana.

A partir das percepções e discussões sobre os resultados obtidos na prática do biomonitoramento na praça Faria Neves, os alunos puderam compreender o quanto a urbanização, as ações antrópicas e a emissão dos poluentes podem interferir e degradar a qualidade ambiental, além de observarem a importância da área verde como meio de respostas e, até mesmo de minimizar estes impactos no meio ambiente. Através dessas hipóteses mencionadas pelos alunos sobre os resultados do biomonitoramento, eles construíram como produto uma apresentação dos dados obtidos. Nessa exposição os alunos puderam partilhar desde o aprendizado das aulas teóricas à execução das técnicas do biomonitoramento, compartilhando suas experiências, conhecimentos e as observações feitas na Praça Faria Neves (Figura 15). Foi possível observar a compreensão dos alunos através das suas explicações e hipóteses apresentadas sobre a importância dos espaços verdes, a necessidade de mudanças de hábitos para a conservação do meio ambiente e, como os organismos presentes nessas áreas podem dar respostas diante dos impactos ambientais, podendo verificar que o desenvolvimento dessas práticas são eficientes para o diagnóstico da qualidade ambiental e, para a sensibilização dos estudantes frente as ações do ser humano sobre a natureza. Segundo Silva (2013), é necessário desenvolver percepções sobre o meio ambiente e correlacionar essas observações

com o conhecimento construído nas atividades de EA à realidade em que estão inseridos, possibilitando aplicar esse aprendizado no seu cotidiano.

Figura 15 – Construção do Projeto Ensino e Ciência com alunos do Ensino Fundamental II e Médio do Colégio Menezes 2, na Praça Faria Neves, Recife – PE.



Legenda: a: observação da presença e ausência de líquens no forófito; b: medição do forófito para fixação da malha; c: realização da prática do IPA; d: exposição do projeto ensino e ciência. Autor:

Gustavo Alves, 2019.

A realização do biomonitoramento como ferramenta de ensino e educação, proporcionou aos alunos uma prática conscientizadora sobre os problemas ambientais urbanos através da EA. Ferreira et al. (2019) mostram a EA como uma maneira pela qual os alunos têm acesso a um conhecimento mais sensível, por envolver as aulas de campo, tornando-os mais conscientes dos problemas ambientais nos quais estão inseridos e são prejudicados, podendo trazer uma mudança no seu comportamento, visão; e também serve como estímulo para que eles busquem soluções para as ações antrópicas danosas à natureza, ao ser humano e à biota local. Além disso, Vicente (2012) enfoca que a pesquisa como prática educacional torna o aprendizado ainda mais prazeroso para o aluno, trazendo o conhecimento mais próximo à vivência dos estudantes. Com isso, é possível obter uma relação de reconhecimento com o assunto abordado.

#### 4.4 Ocorrência das espécies líquênicas

Os resultados obtidos, a partir das identificações das espécies líquênicas presentes em forófitos na Praça Faria Neves, contribuem na correlação dos resultados obtidos no IPA, uma vez que essas espécies encontradas trazem respostas sobre o nível de tolerância às condições ambientais da área. Foram identificadas 13 espécies entre os tipos de talo crostoso, microfolioso, folioso e fruticoso (Tabela 2).

Tabela 2 - Espécies líquênicas identificadas em forófitos na Praça Faria Neves, Recife – PE.

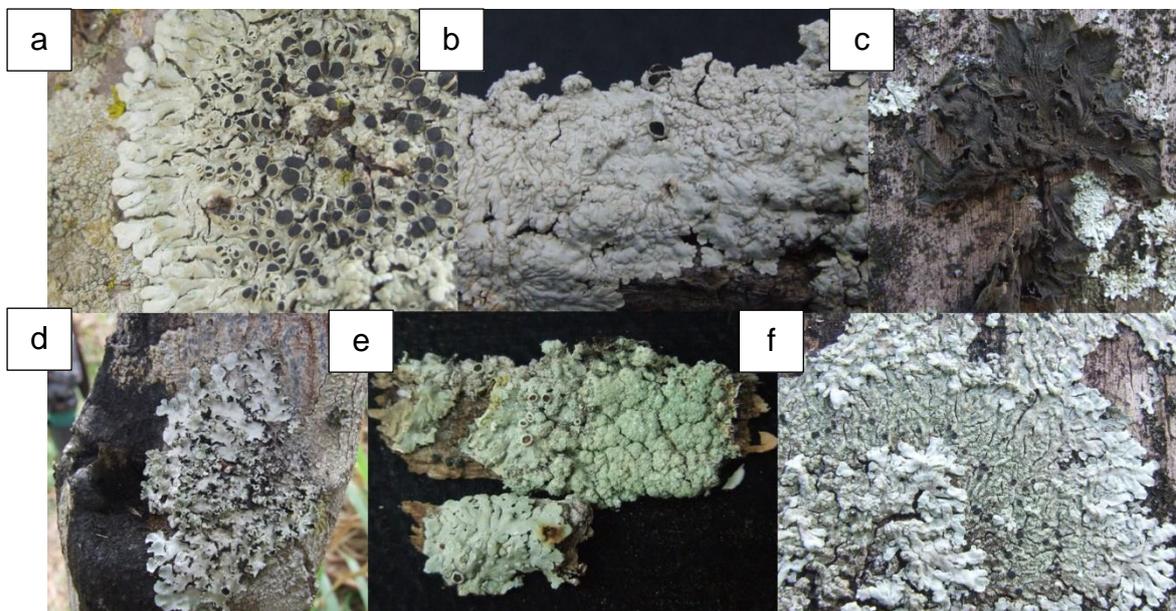
FAMÍLIA	ESPÉCIES	TIPO DE TALO
Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	Crostoso
Caliciaceae	<i>Pyxine cocoes</i>	(Micro)Folioso
	<i>Pyxine solediosa</i>	(Micro)Folioso
Cladoniaceae	<i>Cladonia macilenta</i>	Fruticoso (dimórfico)
Collemataceae	<i>Leptogium azureum</i>	Folioso
Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp.	Crostoso
Parmeliaceae	<i>Parmotrema praesorediosum</i>	Folioso
Physciaceae	<i>Dirinaria applanata</i>	(Micro)Folioso
	<i>Dirinaria picta</i>	(Micro)Folioso
	<i>Dirinaria confluens</i>	(Micro)Folioso
	<i>Hyperpshycia adglutinata</i>	(Micro)Folioso
	<i>Physcia erumpens</i>	(Micro)Folioso
	<i>Physcia solediosa</i>	(Micro)Folioso

Autor: Gustavo Alves, 2021.

*Cryptothecia striata*, uma espécie resistente e adaptada ao ambiente urbano, foi encontrada principalmente nas porções leste e sul da praça, enquanto que *Leptogium azureum*, *Dirinaria applanata* e *D. confluens* foram espécies comuns em toda a praça e, *Pyxine cocoes*, *Dirinaria picta* e *Physcia erumpens* (Figura 16) se mostraram as espécies mais abundantes para a praça e em diversos dos forófitos analisados. *Cladonia macilenta* foi encontrada apenas em dois indivíduos de *Syagrus oleracea* (palmeira catolé), estando provavelmente mais associada ao tipo de superfície do forófito (i.e. alta luminosidade, substrato em decomposição e microclima

úmido), do que em relação a sua localidade na praça, visto que tal palmeira apenas ocorre na sua extremidade oeste.

Figura 16 - Espécies líquênicas coletadas em forófitos na Praça Faria Neves, Recife - PE.



Legenda: a. *Dirinaria confluens*; b. *Dirinaria picta*; c. *Leptogium azureum*; d. *Parmotrema praesorediosum*; e. *Physcia erumpens*; f. *Pyxine cocoas*. Autor: Gustavo Alves, 2021.

A presença de espécies crostosas e foliosas foi predominante em toda as árvores da praça por serem menos sensíveis e mais resistentes aos poluentes atmosféricos. *Cladonia macilenta*, ocorrente nos forófitos 06 e 11 (*Syagrus oleracea*), foi a única espécie fruticosa (dimórfica) encontrada na praça (Figura 17). Líquens fruticosos e dimórficos são mais sensíveis à poluição atmosférica e, alterações do ambiente urbano contribuem para seu desaparecimento visto mais poluídos (MARTINS-MAZZITELLI et al. 2006). Este fato contribui para ratificar os resultados encontrados, pois a Praça Faria Neves apresentou características não favoráveis para o desenvolvimento desse grupo.

Figura 17 – Líquen fruticoso (*Cladonia macilenta*) encontrado em forófito na Praça Faria Neves–Dois Irmãos, Recife.



Fonte: Gustavo Alves (2020)

Desta forma, o biomonitoramento com uso de líquens apresenta-se como método eficaz no diagnóstico das condições ambientais em áreas urbanas (Silva, 2014), além de sua aplicação servir como ferramenta para o ensino e EA.

## 5 CONCLUSÕES

- Evidenciou-se que em 86% das árvores existentes no local havia presença de líquens em suas estruturas e em sua grande maioria, com talos crostosos e foliosos, grupos mais resistentes aos poluentes atmosféricos;
- Constatou-se que a Praça Faria Neves se encontra em níveis muito baixo e baixo do Índice de Pureza Atmosférica, que se pode correlacionar ao fluxo de veículos na via próxima a praça, bem como a área servir como estacionamento intensificando a emissão de poluentes;
- Observou-se que as correntes de vento podem contribuir para os baixos resultados de IPA, transportando poluentes que podem ser acumulados nas estruturas líquênicas, influenciando no seu desenvolvimento;
- Corroborou-se que os padrões de correlação estão associados à frequência de líquens com o número total de indivíduos encontrado na malha;
- Percebeu-se que a proposta de EA, através da percepção dos estudantes resultante das vivências práticas pode possibilitar a compreensão e entendimento da relação do ser humano com o meio ambiente através das observações feitas na Praça Faria Neves, discussão dos resultados do biomonitoramento, correlacionando-os aos conteúdos teóricos estudados no primeiro momento do projeto.

## REFERÊNCIAS

- Abe, K., MIRAGLIA, S. (2018) Avaliação de impacto à saúde do programa de controle de poluição do ar por veículos automotores no município de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira De Ciências Ambientais (Online)**, (47), 61-73. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820180310>.
- ABREU, Loyde Vieira de; LABAKI, Lucila Chebel et al. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117, out./dez. 2010.
- ALBUQUERQUE, M. M.; LOPES, W. G. R. Influência da vegetação em variáveis climáticas: estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. **R. Ra'e Ga**, Curitiba, v.36, p.38 - 68, Abr/2016.
- ALCÂNTARA, M. I. P. de; FACHÍN-TERÁN, A. Elementos da floresta: recursos didáticos para o ensino de ciências na área rural amazônica. **Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA**, 2010.
- ALMEIDA, L. F. R. et al. Educação ambiental em praça pública: relato de experiência com oficinas pedagógicas. **Revista Ciência e Educação**. São Paulo, v. 10, n. 1, p.121-132, 2004.
- ALMEIDA, V. S. **Alterações nos teores de enxofre e de metabólicos indicadores de estresse em árvores adultas de Mangifera Indica L. CV. Espada expostas à poluição área e edáfica, na região do Polo Petroquímico de Camaçari/BA**. Dissertação de Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente – Instituto de Geociências – UFBA, Salvador, 2000.
- ALVES, C. Praça Faria Neves, em Dois Irmãos, precisa de obras de melhorias. **Jornal do Comércio**. Recife, 22 de jan. de 2017. Disponível em: <<https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2017/01/22/praca-faria-neves-em-dois-irmaos-precisa-de-obras-de-melhorias-267704.php>>. Acesso em: 05 de de ago. de 2020.
- AMATO-LOURENÇO, L. F. et al. Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos avançados**, v. 30, p. 113-130, 2016.
- ANDRADE, G. S.; MONTEIRO, D. E. Percepção ambiental de estudantes do ensino médio sobre a biodiversidade: um estudo envolvendo uma escola do Paraná. **Vivências**. Vol. 14, N.26: p.268-280, Maio/2018.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia Vegetal. Viçosa: UFV, 2003. p. 136-137.
- ARAUJO, C. M. A.; FERREIRA, C. C. M. Áreas verdes públicas em juiz de fora, mg: uma análise do estado da arte atual. **Geo UERJ**. Rio de Janeiro - Ano 16, nº. 25, v.2, 2º semestre de 2014, pp.250-275. DOI: <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2014.9668>

ARAÚJO, E. et al. Educação ambiental. **Semana da Diversidade Humana** (ISSN: 2675-1127), n. 3, 2020.

ARNDT, U.; SCHWEIZER, B. The use of bioindicators for environmental monitoring in tropical and subtropical countries. In: ELLENBERG, H. et al (Eds.). **Signals from the environment**. Vieweg, Eschborn: Biological monitoring, 1991. 298p.

ARRUDA, K. E. C. Estudo da Amenidade Térmica Proporcionada pela Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03 (2010) p.196-203.

ASSMANN, Bruna Raquel; CAPELLESSO, ELIVANE SALETE; DARIVA, GIAMARCO. Efeito de borda na concentração de alumínio e chumbo em líquens em área urbana, rural e industrial. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 6, 2017.

BARBOZA, Luciana Arantes Silva; BRASIL, Davi do Socorro Barros; CONCEIÇÃO, Gyselle dos Santos. Percepção ambiental dos alunos do 6 e do 9 anos de uma escola pública municipal de Redenção, Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. 4, p. 11-20, 2016.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba-SP**, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.

BARTON, J., PRETTY, J. What is the Best Dose of Nature and Green Exercise for Improving Mental Health? A Multi-Study Analysis. *Environ. Sci. Technol*, 44, 3947–3955, 2010.

BOHM, Franciele Zanardo et al. Utilização de hortas orgânicas como ferramenta para Educação Ambiental. **Luminária**, v. 19, n. 01, p. 20-26, 2017.

BORINELLI, B. **PROBLEMAS AMBIENTAIS E OS LIMITES DA POLÍTICA AMBIENTAL**. SERV. SOC. REV., LONDRINA, V. 13, N.2, P. 63-84, JAN./JUN. 2011.

BRODO, I.M.; SHARNOFF, S.D.; SHARNOFF S. **Lichens of North America**. Yale University Press. New Haven & London. 795 p. 2001.

BUSTAMANTE, M. et al. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. *Brazilian Journal of Biology*, v. 72, n. 3, p. 655–671, ago. 2012.

CALLAI, H. Estudar o lugar para compreender o mundo. In: CASTROGIOVANNI, A. C. (Org.). **Ensino de geografia: práticas e textualizações no cotidiano**. Porto Alegre: Mediação, 2000.

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

CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. 2.ed. São Paulo: **Cortez**, 2006.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2018**. São Paulo: CETESB, 2019. Disponível em:

<<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wpcontent/uploads/sites/6/2020/02/Relat%C3%B3rio-Emiss%C3%B5es-Veiculares-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2018.pdf>>.

Acesso em: 17 jul. 2020.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 03 (1989)**. Publicada no DOU de 25 de agosto de 1989, Seção 1, páginas 14713-14714. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR.

COSTA, C. S. Áreas Verdes: um elemento chave para a sustentabilidade urbana. **Arquitextos**, São Paulo, v. 11, 2010, 126 p.

COSTA, F. A. P. **Arredores do Recife**. 2. ed. Recife: Massangana, 2001.

COSTA, Renata Geniany Silva; COLESANTI, Marlene Muno. A contribuição da percepção ambiental nos estudos das áreas verdes. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 22, 2011.

COSTA, William Raimundo et al. **Utilização de líquens no monitoramento ativo e passivo da poluição atmosférica**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estud. av.** vol.30 no.86 São Paulo Jan./Apr. 2016.

DIAS, G. F. Educação ambiental: princípios e práticas. 9.ed. São Paulo: **Gaia**, 2004.

DOS SANTOS, Mariane Cyrino; FLORES, Mônica Dutra; ZANIN, Elisabete Maria. Educação ambiental por meio de trilhas ecológicas interpretativas com alunos NEES. **Revista Monografias Ambientais**, v. 5, n. 5, p. 982-991, 2012.

ECKER, V. D. Princípios e recomendações de projetos para a qualidade especial de praças, sob a ótica da Sustentabilidade. III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2014.

ELLIS, C.J. 2012. Lichen epiphyte diversity: A species, community and trait-based review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 14: 131-152.

ESCRIVÃO, G.; NAGANO, M. S.; ESCRIVÃO FILHO, E. A gestão do conhecimento na educação ambiental. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 16, n. 1, p. 92-110, 2011.

ESPÍDOLA, M.; RIBEIRO, A.; CRUZ, M. A Percepção Ambiental como subsídio para a formação do sujeito ecológico na comunidade Loteamento Padre Henrique, Várzea Recife PE. **Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**, v.03, n. 01, jul. 2011.

ESTRADA, V. H. M.; NÁJERA, J. M. El uso de líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica a nivel mundial. **Biocenosis**, v. 25, n. 1-2, 2011.

FERREIRA, L. C. et al. Educação ambiental e sustentabilidade na prática escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 14, n. 2, p. 201-214, 2019.

FERREIRA, L. F.; CARRILHO, S. T.; MENDES, P. C. Áreas verdes urbanas: uma contribuição aos estudos das ilhas de frescor. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 6, n. 2, p. 101-120, jul./dez. 2015.

FREIRE, P. Educação e mudança. São Paulo: **Atual**, 1986.

FREITAS, M. R. **Uso de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. (líquen) como biomonitor da qualidade do ar no complexo industrial portuário de Suape – PE**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

FRIOREZE, M.; SANTOS, E. P. Avaliação da qualidade do ar na área urbana de frederico westphalen, rs, através da determinação de sr, zr, br, cu e zn em amostras de líquens. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 2, p. 129-135, jul./dez. 2013.

FUGA, A.; SAIKI, M.; MARCELLI, M. P.; SALDIVA, P. H. N. Atmospheric pollutants monitoring by analysis of epiphytic lichens. **Environ. Pollut.** 151, 334–340. 2008.

GANZALA, G. G. **A industrialização, impactos ambientais e a necessidade de desenvolvimento de políticas ambientais sustentáveis no século XXI**. ArtigoTCC - 2018. Disponível em: <<https://repositorio.uninter.com/handle/1/295>>.

GIACOMETTI, K de. **Ações antrópicas e impactos ambientais: industrialização e globalização**. ArtigoTCC - 2018. Disponível em: <<https://repositorio.uninter.com/handle/1/108>>.

GOIS, D. V.; BARBOSA, E.; SOUZA, H. T. R.; REIS, V. S.; ZOUZA, R. M. Uso de Espécie Fitoindicadora como Subsídio ao Monitoramento de Mudanças Ambientais em Áreas Urbanas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 4, jul./ago. 2012. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/399/314>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

GOMES, P. S.; LAMBERTS, R. O estudo do clima urbano e legislação urbanística: considerações a partir do caso Montes Claros–MG. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 1, p. 73-91, 2009.

GUIMARÃES, M. Por uma educação ambiental crítica na sociedade atual. **Revista Margens Interdisciplinar**, v. 7, n. 9, p. 11-22, 2013.

HALE, M.E. **The Biology of Lichens**. 3rd ed. Edward Arnold, London. 190 p. 1983

HAWKSWORTH, D.L.; ITURRIAGA, T.; CRESPO, A. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. **Rev. Iberoam. Micol.** 22, 71–82. 2005.

HUNECK, S.; YOSHIMURA, I. **Identification of lichen substances**. Springer, Berlin. 493 p. 1996.

INSTITUTO DE SAÚDE E SUSTENTABILIDADE (ISS). **Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil**. São Paulo: ISS, 2014. 99 p.

KÄFFER, M. I. Biomonitoramento da qualidade do ar com uso de líquens na cidade de Porto Alegre, RS. 2011. 220 f. Tese (Doutorado em Ciências com Ênfase em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KÄFFER, M. I. et al. Use of bioindicators to evaluate air quality and genotoxic compounds in an urban environment in Southern Brazil. **Environmental Pollution**. v. 163, p. 24-31, 2012.

Kaur, Rupī. Meu corpo minha casa [livro eletrônico] / Rupī Kaur. -- São Paulo: Planeta, 2020. 208 p. ISBN 978-65-5535-208-5 (e-book).

KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). In: **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, V. 24, n. 4, p. 511-518, dez. 2011.

Koch, N. M. et al (2018) Air quality assessment in different urban areas from Rio Grande do Sul state, Brazil, using lichen transplants. An **Acad Bras Cienc**. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170987>

LE BLANC, F.S.C.; DE SLOOVER, J. Relation industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. **Canadian Journal of Botany**. 48: 1485-1496. 1970.

LEHNEN, P. G. et al. Estrutura da comunidade de líquens corticícolas em área urbana e rural no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, 72(1):66-74, 30 de abril de 2017.

LIE, M.H., Arup, U., Grytnes, J.A. & Ohlson, M. 2009. The importance of host tree age, size and growth rate as determinants of epiphytic lichen diversity in boreal spruce forests. *Biodiversity and Conservation* 18: 3579-3596.

LIMA, F. D. M. Educação Ambiental e o Educador Ambiental: os desafios de elaborar e implantar projetos de educação ambiental nas escolas. **Revista Monografias Ambientais, Santa Maria**, v.7, n. 7, p.1717-1722, mar-jun 2012.

LIMA, J. S. **Programas de biomonitoramento da qualidade do ar da cidade do Salvador**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, MS, 2005. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/46899/33211>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

LISBOA, H. M. **Controle da poluição atmosférica. Universidade Federal de Santa Catarina.** E-books, Fev./ 2014. Disponível em <<http://repositorio.asces.edu.br/handle/123456789/418>> . Acesso em: 15 Nov. 2020.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES NA QUALIDADE DE VIDA URBANA. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 10 (18): p. 264 - 272, Jun/2014.

LUCENA, M. M. A.; FREIRE, E. M. X. Percepção ambiental sobre uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), pela comunidade rural do entorno, semiárido brasileiro. **Educação ambiental em ação**, v. 35, 2011. Disponível em: <<http://revistaeea.org/artigo.php?idartigo=991>>. Acesso em: 20 de Nov 2020.

LUCHETA, F. et al. Lichens as indicators of environmental quality in southern Brazil: An integrative approach based on community composition and functional parameters. **Ecological Indicators**, v. 107, n. July, p. 105587, 2019.

MAKI, E. S. SHITSUKA, R. BARROQUEIRO, C. H. SHITSUKA, D. M. Utilização de bioindicadores em monitoramento de poluição. *Biota Amazônica*. v.3, n.2. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/705/v3n2p169-178.pdf>>. Acesso em: 20.12 .2020.

MALAFAIA, G., RODRIGUES, A. S. L. (2009). Percepção ambiental de jovens e adultos de uma escola municipal de ensino fundamental. **Revista Brasileira de Biociência**, 7(3), 266-274.

MARCELLI, M. P. **Fungos liquenizados**. In: XAVIER-FILHO, L.; LEGAZ, M. E.; CORDOBA, C. V.; PEREIRA, E. C. G. **Biologia de líquens**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2006. 25-74pp.

MARTINS, A. B. D. S. P., et al. Recreação e lazer na praça faria neves: desafios para a gestão da conservação de um espaço público patrimonial no Recife. **Boletim de Geografia**, 38(2), 33-48, 2020.

MARTINS, S. M. A. et al. 2008. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrônica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea** 35(3): 425-433.

MAZZITELLI, S. M. A. M.; MOTA-FILHO, F. O.; PEREIRA, E. C.; FIGUEIRA, R. **Utilização de líquens no biomonitoramento da qualidade do ar**. In: XAVIER-FILHO, L.; LEGAZ, M. E.; CORDOBA, C. V.; PEREIRA, E. C. G. **Biologia de líquens**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2006. 101-143pp.

MCCUNE, B. Lichen communities as indicators of forest health. **Bryologist** 103 (2), 353–356. 2000.

MELAZO, G. C. Percepção ambiental e Educação Ambiental: Uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientes no espaço urbano. **Olhares & Trilhas**, Uberlândia, Ano VI, n. 6, p. 45-51, 2005.

MONTEZANI, E. **Estudo sobre a composição elementar nas amostras de líquen epifítico utilizado como bioindicador da poluição aérea na cidade de São Paulo**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOREIRA CALADO, F. O ENSINO DE GEOGRAFIA E O USO DOS RECURSOS DIDÁTICOS E TECNOLÓGICOS. *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais* [en línea]. 2012, 3(5), 12-20[fecha de Consulta 18 de Noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552856435003>

MOREIRA, F. D. et al. Uso de líquens como bioindicadores da qualidade do ar em centro urbano, Juiz de Fora/MG. **6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade (ISSN 2525-4928)**. 2017.

MOREIRA, Tiana Carla Lopes. **Interação da vegetação arbórea e poluição atmosférica na cidade de São Paulo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. doi:10.11606/D.11.2010.tde-17032010-134836.

MOTA FILHO, F. O. et al. Influência de poluentes atmosféricos em Belo Jardim (PE) utilizando *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. como biomonitor. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1072-1076, 2007.

MOTA FILHO, F. O. et al. **Líquens: Bioindicadores ou Biomonitores?** Disponível em: <  
[http://biomonitor.ist.utl.pt/biomonitor/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=9](http://biomonitor.ist.utl.pt/biomonitor/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=9)>. 2005. Acesso em: 28 set. 2018.

NASH III, T. H. Lichen sensitivity to air pollution. *In: Lichen Biology*. 2 ed. Cambridge, São Paulo, 2008. 486 p.

NERASTI, A. V.; POMPERMAYER, N. B.; FERREIRA, L. I. LÍQUENS COMO BIOINDICADORES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ, SP. **Anais Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**. V.6, N.1. ISSN (2317-9686). 2014.

NIEBOER, E. et al. Heavy metal content of lichens in relation to distance from a nickel smelter in Sudbury, Ontario. **The Lichenologist**, v. 5, n. 3-4, p. 292-304, 1972.

NUCCI, T. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. Curitiba: o autor, 2.ed. 2008. 150 p.

OLIVEIRA, M. A. G. S. **Avaliação da qualidade do ar em ambiente industrial, usando líquen como biomonitor de possíveis riscos de intoxicação ocupacional**. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

ORSI, R. F. M. et al. Percepção ambiental: Uma experiência de ressignificação dos sentidos. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 32, n. 1, p. 20-38, 2015.

PALMA, I. R. **Análise de percepção ambiental como instrumento ao planejamento de educação ambiental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2005.

PASSOS, M. C. D. et al. **Biomonitoramento na geografia: um subsídio para a educação ambiental**. Anais V CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/46629>>. Acesso em: 01/02/2021. PEDROSO, A. N. V. Poluentes Atmosféricos & Plantas Bioindicadoras. **Instituto de Botânica**. 2007

PEREIRA, I. M. C. **Monitoramento da emissão de poluentes por motores movidos a biodiesel através do uso do líquen**. 2014. 66p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

PIMENTA, S. G. O Estágio na Formação de Professores: Unidade Teoria e Prática? São Paulo: Cortez, 2001.

PINTO, D. V. B. **O CONCEITO DE FORMAÇÃO DA ATITUDE ECOLÓGICA: Problematicando o discurso e a prática de um Programa de Educação Ambiental Governamental–AmbientAÇÃO**. 2013. Dissertação de Mestrado.

Praça de Dois Irmãos ou Faria Neves. **Praças & Parques do Recife**. 2019. Disponível em: <<http://www.pracaseparques.com.br/praca-de-dois-irmaos-ou-faria-neves/>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020.

Praça Faria Neves - Jardins de Burle Marx. **Roteiros Pe**. Pernambuco, 2020. Disponível em: <<https://www.roteirospe.com/portfolio-item/praca-faria-neves/>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental/Bioindicators as environmental impact assessment. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

QUEIROZ, D. A. H. O. **COBERTURA VEGETAL, ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES EM PONTA GROSSA-PR: MAPEAMENTO, TIPIFICAÇÃO E ANÁLISE**. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território : Sociedade e Natureza) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2014.

RAMOS, C. A.; SILVA, V. A. Educação ambiental: Coleta do óleo residual de fritura para a fabricação de sabão, desenvolvido na escola estadual João Paulo I, Município do Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. **Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**, v.03, n. 01, jul. 2011.

REIGOTA, M. Meio ambiente e representação social. São Paulo: **Cortez**, 1995.

ROCHA, R. R. **Avaliação da poluição atmosférica de elementos químicos pela análise de líquen epifítico no campus da Cidade Universitária de São Paulo**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, F. R. et al. Análise integral dos impactos urbanos em áreas verdes: uma abordagem em Sorocaba, Brasil. **R. Ra'e Ga**, Curitiba, v.46, n. 2, p. 135-151, Jun/2019. DOI: 10.5380/raega.

RODRIGUES, J. C. R.; NASCIMENTO, R. S. Saber ambiental, complexidade e educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 5, p. 152-165, 2017.

ROOS, A.; BECKER, E. L. S. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 857-866, 2012.

SÁ CARNEIRO, A. R. S.; FIGUEROA SILVA, A.; MAFRA, F. Restaurando o jardim moderno de Burle Marx: a Praça Faria Neves no Recife-PE. In: SEMINÁRIO DOCOMOMO, 7, 2007, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: PROPARG UFRGS, 2007.

SANTOS, A. L. et al. A criação de uma horta escolar como ferramenta ao ensino de Educação Ambiental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 78811-78827, 2020.

SANTOS, A.; VASCONCELOS, C. Percepção ambiental e mapas mentais: um diagnóstico dos alunos acerca do ecossistema manguezal. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Mato Grosso, v. 5, n. 2, p. 344-359, jul/dez. 2017. ISSN: 2318-6674.

SANTOS, E. P. et al. USO DE LIQUENS E DA TÉCNICA DE ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X POR ENERGIA DISPERSIVA PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR. **Geociências (São Paulo)**, v. 33, n. 1, p. 61-72, 2014.

SANTOS, E. P.; FIOREZE, M.; KEMERICH, P. D. C.; BENTO, A. P.; CARVALHO JÚNIOR, O. Uso de Líquens e da Técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva para Monitoramento da Qualidade do Ar. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 33, n. 1, p.61-72, 2014

SANTOS, J. M. G. **Diversidade de líquens em leguminosas da Reserva Biológica de Mogi-guaçu, SP**. Botucatu, 2012.134p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu da Universidade Estadual Paulista UNESP. Botucatu, 2012.

SANTOS, R. K. et al. Líquens utilizados como bioindicadores da qualidade do ar do município minerador de Itabira. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 12, p. 01-18, e4712480, 2018 ISSN 2525-3409.

SANTOS, R. M. R.; SOUZA, M. L. **O ensino de geografia e suas linguagens**. Curitiba: Ibpex, 2010, (coleção Metodologia do Ensino de História e Geografia; v. 8).

SANTOS, T. O. **Biomonitoração da qualidade do ar na região metropolitana do Recife**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

SANTOS, T. T. T. et al. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar na Avenida Conde da Boa Vista e Praça Oswaldo Cruz, Recife-PE. **Arrudea**. v. 1, n. 2 (2015).

SAVÓIA, E. J. L. **Potencial de Tradescantia pallida cv. Pupurea para acumular metais pesados oriundos da poluição atmosférica particulada na região do grande ABC paulista**. 2013. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica.

SEAWARD, M. R. D. **Lichen Ecology**. London, Academic Press, Inc. 1977. 550 p.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. Impact of VEGETATION ON Urban Microclimates. In: World Sustainable Building Conference. Helsinki, 2011. **Proceedings...** World Sustainable Building Conference. Helsinki: SB11, 2011. V. 2. P. 239-247. SILVA, A. K. DE O. et al. Liquens utilizados como biomonitores da qualidade do ar no Parque da Jaqueira – Recife – Pernambuco. **Geo. UERJ**: Rio de Janeiro – ano 16, n. 25, v. 1, pp. 239-256, 2014.

SILVA, A. K. O.; SILVA, A. K. B. B.; ARAÚJO, E. L.; PEREIRA, I. M. C.; VASCONCELOS, T. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, N. H. **Avaliação do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) no campos da Universidade Federal de Pernambuco – Brasil**. In: anais do IX Encuentro del Grupo de Liquenólogos de América Latina. Corrientes – Argentina, 2009.

SILVA, J. R. **A influência de fatores ambientais na riqueza e composição da micota liquenizada em área de brejo de altitude e caatinga**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe.

SILVA, L. J. C. **Estudo da percepção ambiental dos alunos do ensino médio no Colégio Estadual Manoel de Jesus em Simões Filho, BA**. 2013. Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, M. S. F.; SILVA, E. G. **O ENSINO DA GEOGRAFIA E A CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS GEOGRÁFICOS**. VI Colóquio Internacional: “Educação e Contemporaneidade”. São Cristóvão – SE, 2012.

SILVA, R. A. **Cladonia verticillaris (líquen) como biomonitor padrão da qualidade do ar no Distrito de Jaboatão – PE**. Dissertação de Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002. 159 p.

SILVA, V. R. M.; MARQUES, M. C. S.; CAMPOS, P. A. S. **USO DE LÍQUENS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR DA CIDADE DE CUIABÁ-MT**. **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Edição 28. 2015.

SOARES, C. S. et al. **USO DOS LIQUENS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR EM TRÊS RIOS, RJ**. **Anais 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**. 2016.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P.H.T. A Importância dos Parques Urbanos e Áreas Verdes na Promoção da Qualidade de Vida em Cidades. **R. Ra’e Ga**. Curitiba, v.29, p.177-193, dez/2013.

TEIXEIRA, E. C; FELTES, S; SANTANA, E. R. R. Estudo Das Emissões De Fontes Móveis Na Região Metropolitana De Porto Alegre, Rio Grande Do Sul. **Química Nova**, Vol. 31, pag 244, 2008.

VAINE, T. E.; LORENZETTI, L. **Potencialidades dos espaços não-formais de ensino para a alfabetização científica: um estudo em Curitiba e região metropolitana.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - XI, Anais ... 2017.

VICENTE, R. R. **A pesquisa no ensino de biologia: avaliação da qualidade do ar utilizando líquenes como bioindicadores.** 2012. Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

VILLAROUCO, V.; ANDRETO, L. F. M. **Identificação de parâmetros para concepção de espaços ergonomicamente adequado à habitação social.** In: **congresso internacional de ergonomia e usabilidade de interfaces humano-tecnologia: produtos, programa, informação, ambiente construído.** ERGODESIG, 5 ed. Rio de Janeiro: LEUI/PUC, 2005.

WILL-WOLF, S. et al. Lichen elemental content bioindicators for air quality in upper Midwest, USA: A model for large-scale monitoring. **Ecological Indicators**, Midwest, USA, p. 253-263, 8 mar. 2017.

## APÊNDICE A – PLANOS DE AULA

### Projeto de Ensino e Pesquisa Professor | Gustavo Gabriel da Silva Alves

---

#### Aula 01 – Data: 23/02/2019

Assunto	Recurso didático	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço geográfico;</li> <li>• Lugar;</li> <li>• Paisagem;</li> <li>• Áreas verdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de uma apresentação em Power point.</li> <li>• Debate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender as dinâmicas geográficas, bem como as relações humanas com a produção do espaço tendo como resultado a inter-relação existente.</li> </ul>

---

#### Aula 02 – Data: 09/03/2019

Assunto	Recurso didático	Objetivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição atmosférica</li> <li>• Degradação ambiental</li> <li>• Educação Ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de uma apresentação em Power point.</li> <li>• Apresentação de um vídeo disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6OopxyQd4Bc">https://www.youtube.com/watch?v=6OopxyQd4Bc</a></li> <li>• Roda de conversa sobre os fatores condicionantes que aumenta a poluição do ar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender o fenômeno da poluição atmosférica, quais são os tipos de poluentes e fontes de</li> </ul>

---

---

emissão e seus efeitos nos seres humanos, nos vegetais, na atmosfera.

- Compreender a poluição atmosférica como um dos tipos de degradação ambiental.
- 

---

**Aula 03 – Data: 23/03/2019**

<b>Assunto</b>	<b>Recursos didáticos</b>	<b>Objetivo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A aula será realizada em dois momentos:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observação em área próxima a escola.</li> <li>2. Os alunos irão anotar características que acharam importante no local.</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar os aspectos positivos e/ou negativos na área</li> </ul>

---

**Aula 04 – Data: 13/04/2019**

<b>Assunto</b>	<b>Recursos didáticos</b>	<b>Objetivo</b>
----------------	---------------------------	-----------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debate sobre os aspectos analisados pelos alunos</li> <li>• Leitura e explicação sobre o conceito de percepção ambiental utilizando texto disponível em: <a href="https://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/artigos/percepcao_ambiental.html">https://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/artigos/percepcao_ambiental.html</a></li> <li>• Papel ofício, lápis de cor e hidrocor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar a compreensão dos alunos sobre a percepção ambiental.</li> <li>• Desenvolver um desenho que represente suas percepções sobre a área visitada na aula 03.</li> </ul>
---	---	--

---

**Aula 05 – Data: 27/04/2019**

Assunto	Recursos didáticos	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento ambiental</li> <li>• Biomonitoramento</li> <li>• Líquens como biomonitores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de apresentação em Power point.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender as formas de monitoramento das condições ambientais</li> </ul>

---

**Aula 06 – Data: 11/05/2019**

Assunto	Recursos didáticos	Objetivo
---------	--------------------	----------

---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• O que são líquens</li> <li>• Tipos de talos (crostoso, folioso e fruticoso)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em Power Point.</li> <li>• Exemplos de talos líquênicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o que são líquens e como respondem frente as condições ambientais</li> </ul>
---	--	---

---

**Aula 07 – Data: 25/05/2019**

Assunto	Recursos didáticos	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção da malha para o biomonitoramento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel 40kg, tesoura, lápis, borracha, régua e cola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir as malhas para serem utilizadas na técnica de biomonitoramento.</li> </ul>

---

**Aula 08 – Data: 08/06/2019**

Assunto	Recursos didáticos	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficina de treinamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malhas confeccionada pelos alunos, papel de preenchimento das informações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar treinamento dos métodos de biomonitoramento para as aulas práticas..</li> </ul>

---



## ANEXO A – PROJETO SUBMETIDO E APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA DA UFPE

**GERIR PESQUISA**

Para cadastrar um novo projeto, clique aqui: [Nova Submissão](#) Para cadastrar projetos aprovados anteriores à Plataforma Brasil, clique aqui: [Projeto anterior](#)

**BUSCAR PROJETO DE PESQUISA:**

Título do Projeto de Pesquisa:  CAAE:

Pesquisador Responsável:  Última Modificação:  Tipo de Projeto:

Palavra-chave:

**« SITUAÇÃO DA PESQUISA**

<input checked="" type="checkbox"/> Marcar Todas	<input checked="" type="checkbox"/> Não Aprovado no CEP	<input checked="" type="checkbox"/> Recurso Submetido ao CEP
<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input checked="" type="checkbox"/> Pendência Documental Emitida pela CONEP	<input checked="" type="checkbox"/> Recurso Submetido à CONEP
<input checked="" type="checkbox"/> Em Apreciação Ética	<input checked="" type="checkbox"/> Pendência Documental Emitida pelo CEP	<input checked="" type="checkbox"/> Recurso não Aprovado no CEP
<input checked="" type="checkbox"/> Em Edição	<input checked="" type="checkbox"/> Pendência Emitida pela CONEP	<input checked="" type="checkbox"/> Retirado
<input checked="" type="checkbox"/> Em Recepção e Validação Documental	<input checked="" type="checkbox"/> Pendência Emitida pelo CEP	<input checked="" type="checkbox"/> Retirado pelo Centro Coordenador
<input checked="" type="checkbox"/> Não Aprovado - Não Cabe Recurso		
<input checked="" type="checkbox"/> Não Aprovado na CONEP		

**LISTA DE PROJETOS DE PESQUISA:**

Tipo ↕	CAAE ↕	Versão ↕	Pesquisador Responsável ↕	Comitê de Ética ↕	Instituição ↕	Origem ↕	Última Apreciação ↕	Situação ↕	Ação
P	39131020.3.0000.5208	2	GUSTAVO GABRIEL DA SILVA ALVES	5208 - UFPE - Universidade Federal de Pernambuco - Campus Recife - UFPE/Recife		PO	PO	Aprovado	 