

ESCOLA SESI BENFICA

CAÇADORES DE LÍQUENS: Uma Investigação Sobre Qualidade do Ar

Rio de Janeiro, RJ

2025



Ana Beatriz Soares de Souza¹
Nicolly Thompson Souza Motta²

Edilaine Morais de Souza
Rafael Lopes da Costa

CAÇADORES DE LÍQUENS: Uma Investigação Sobre Qualidade do Ar

Relatório apresentado à 9ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação da Prof. Edilaine Morais de Souza e
coorientação de Rafael Lopes da Costa.

Rio de Janeiro, RJ

2025



RESUMO

A poluição do ar cresce com o tráfego, indústria e queimadas causando danos ao meio ambiente e à saúde humana. No Rio de Janeiro, faltam meios acessíveis para o monitoramento. Essa pesquisa propõe o uso de líquens - simbiose entre fungos e microalgas ou cianobactérias que absorvem os gases tóxicos - como bioindicadores eficientes. Sua presença e desenvolvimento em árvores indicam visualmente a qualidade do ar. O objetivo é coletar dados sobre a qualidade atmosférica onde não há monitoramento da prefeitura, como o site da MonitorAr Rio. O estudo coletou dados em bairros como Benfica, São Cristóvão, Cotia e Xerém, usando métodos estabelecidos com caderno, lupas e fitas métricas. Maior diversidade de líquens foi encontrada em Cotia e Xerém, indicando boa qualidade do ar, ao contrário de Benfica e São Cristóvão. Para ampliar o alcance social, desenvolveu-se um site com inteligência artificial que analisa, a partir de fotos, a presença de líquens e diagnostica a qualidade atmosférica. Criou-se também uma animação na plataforma Scratch, com linguagem acessível para o público. Conclui-se que os líquens são ferramentas eficientes e educativas para monitoramento atmosférico; junto de recursos digitais podem contribuir para a conscientização da sociedade sobre os riscos da poluição do ar.

Palavras-chave: saúde, líquens, tecnologia.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	8
4 METODOLOGIA	10
5 RESULTADOS OBTIDOS	15
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	22



1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica agrava-se devido ao desenvolvimento industrial, queimadas e tráfego veicular. A queima de combustíveis fósseis impacta o meio ambiente - intensificando o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e as chuvas ácidas (GUERRA, 2009) - e a saúde pública, provocando doenças respiratórias como asma, rinite e câncer de pulmão (MENDES, 2018). Segundo a OMS, sete milhões de óbitos anuais relacionam-se à poluição do ar. No Brasil, crescem os casos de câncer pulmonar e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) associados a poluentes como material particulado (MP_{10} e $MP_{2,5}$), dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO) e ozônio (O_3) (ARAÚJO e SALDIVA, 2014; 2022). No Rio de Janeiro, há carência de monitoramento acessível e abrangente. O sistema municipal MonitorAr Rio opera em apenas 8 dos 165 bairros (Pedra de Guaratiba, Campo Grande, Bangu, Tijuca, São Cristóvão, Centro, Copacabana e Irajá) e apresenta inconsistências em dados de quatro poluentes (MONITORAR RIO, 2023), dificultando a identificação de causas de doenças e a formulação de políticas públicas (OLIVEIRA, 2008).

Além dos danos à saúde, a poluição prejudica a vegetação, reduz a fotossíntese e ameaça habitats animais (GALVÃO, 1990; DOS SANTOS et al., 2019). Por isso, líquens emergem como bioindicadores eficazes. Esses organismos simbióticos - fungos e microalgas ou cianobactérias - absorvem poluentes diretamente da atmosfera devido à falta de estômatos e cutículas. São particularmente sensíveis ao SO_2 , que danifica a clorofila e compromete a fixação de nitrogênio em espécies com cianobactérias (RAVEN et al., 2007). Sua presença, diversidade e desenvolvimento indicam qualidade do ar: áreas poluídas exibem "desertos liquênicos", enquanto locais com ar limpo abrigam líquens abundantes e bem desenvolvidos (SANTOS, 2008).

Nesse contexto, a utilização dos líquens como ferramenta de monitoramento ambiental junto dos meios digitais, se torna uma alternativa prática e acessível, pois são facilmente encontrados em diversas áreas. Essa pesquisa visa oferecer aos cidadãos a capacidade de avaliar a qualidade do ar em seu cotidiano de maneira simplista, promovendo maior conscientização e ações para preservar o bem-estar coletivo e o ambiente. Ademais,



o cultivo de microalgas pode contribuir na erradicação dos gases poluentes presentes na atmosfera ao realizar fotossíntese e produzir biomassa.

2 JUSTIFICATIVA

O aumento da poluição do ar, impulsionado pelo tráfego de veículos, alta industrialização e queimadas, afeta negativamente tanto a saúde humana, causando doenças respiratórias como bronquite, rinite e câncer de pulmão, quanto os ecossistemas, implicando aceleração do efeito estufa, aumento do buraco na camada de ozônio e provocação das chuvas ácidas. Apesar disso, não há meios eficientes que tragam informações sobre essa problemática no Rio de Janeiro à população, além da carência de propostas de intervenções que auxiliam na diminuição do impacto negativo desse viés.

A criação de canais de comunicação eficazes sobre o impacto da poluição atmosférica, utilizando como base os líquens como bioindicadores, pode ser fundamental para alterar esse cenário. Os líquens têm a capacidade de indicar, de maneira simples e visual, os níveis de poluição atmosférica, podendo ser uma ferramenta acessível e eficaz para que as pessoas monitorem a qualidade do ar ao seu redor, sem a necessidade de equipamentos especializados ou custos elevados. A criação de um site, animação e mesmo

as redes sociais, pode ser essencial para informar e educar a população sobre a importância dos líquens como indicadores ambientais. Esses canais de comunicação podem não apenas fornecer informações científicas de forma acessível, como também desempenhar um papel importante no que se refere ao monitoramento da qualidade do ar, auxiliando as pessoas a entenderem melhor a situação do ar local da região em que vivem ou passam a maior parte do tempo.

Esses meios somados da observação desses organismos, não só facilitam o acesso a informações importantes sobre o ar atmosférico, como também reforçam o papel ativo da sociedade na proteção ambiental. Além disso, o cultivo de microalgas também ajuda na diminuição dos gases tóxicos lançados na atmosfera terrestre. Logo, o projeto ressalta a eficácia dos líquens para a percepção da condição do ar e como eles - junto dos meios de comunicação e das microalgas - podem ajudar na melhoria da qualidade de vida populacional.



3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Utilizar os líquens como bioindicadores de poluição do ar nos bairros de Benfica, São Cristóvão, Cotia e Xerém, no Rio de Janeiro, além de disponibilizar os dados encontrados para a população de forma simples.

3.2 Objetivos específicos

- Coletar dados sobre a qualidade do ar nos bairros de Benfica, São Cristóvão, Cotia e Xerém localizados na cidade do Rio de Janeiro, Guapimirim e Duque de Caxias, respectivamente;
- Comparar a qualidade do ar nos bairros analisados;
- Reunir dados sobre a poluição do ar atmosférico para que possam servir de informação para a população e órgãos competentes;
- Elaborar um aplicativo e uma animação que facilite e informe sobre a importância dos líquens para a população e, especialmente, para o público infantil.

4 METODOLOGIA

Após uma série de reuniões e revisão bibliográfica realizadas pelas alunas no laboratório escolar, com a orientação dos professores da equipe de ciências da Escola SESI Benfica, as alunas iniciaram as atividades investigativas, decidindo começar sua pesquisa analisando os líquens presentes nas árvores da Praça Natividade Saldanha, localizada em frente à escola. A investigação foi realizada por meio da comparação entre os líquens encontrados em diferentes áreas ao redor do prédio da escola. Devido ao alto índice de criminalidade no bairro, as estudantes não puderam explorar as ruas mais isoladas, próximas à escola.

Utilizou-se os seguintes instrumentos para realizar a pesquisa: lupas, fitas métricas de 1,5 metros e um caderno de campo. Além disso, foi realizada uma investigação sobre os tipos de líquens, os quais se dividem em três principais variedades: (I) folioso ou foliáceo, (II) frutificoso ou arbustivo e (III) crostoso ou crustáceo. Esses líquens podem apresentar diversas cores, como verde, amarelo e rosa.



A figura 1 descreve líquens foliosos ou foliáceos, que incluem variedades gelatinosas e filamentosas. Esses líquens se destacam facilmente do substrato, geralmente possuem lobos bem definidos (FLEIG, et al., 1990).

Figura 1: Líquens foliáceos de coloração amarela



Fonte: Manel Cascante Torrella

A figura 2 descreve líquens arbustivos ou frutificosos, que se fixam ao substrato em um ou poucos pontos, assemelhando-se a arbustos. (FLEIG, et al., 1990).

Figura 2: Líquens Arbustivos de coloração verde claro



Fonte: Arquivo pessoal das autoras



A figura 3 descreve os líquens com uma aparência crustácea ou crostoso, com uma textura que pode ser pulverulenta, lisa, rachada ou granulosa. Às vezes, apresentam pequenos lobos marginais, e podem estar firmemente aderidos ao substrato, sendo removidos apenas com parte do substrato. (FLEIG, et al., 1990).

Figura 3: Líquens crustáceos de coloração rosa



Fonte: Arquivo pessoal das autoras

A equipe de pesquisadores estabeleceu um critério para as medições nas árvores, definindo um intervalo de dois palmos acima do solo, acrescido de 1,5 metros, para delimitar a área de contagem e comparação dos líquens. A análise envolveu a avaliação do tamanho dos líquens, desde os maiores até os menores, além da comparação das cores, variedades e quantidades observadas nas árvores. Foram examinadas 14 árvores nas duas áreas de estudo. Esse parâmetro foi escolhido porque está na altura dos olhos, facilitando a medição e proporcionando melhor visibilidade para o avaliador dos líquens presentes nas árvores. As medições na Quinta da Boa Vista ocorreram em 12/08/2023, e na Praça Natividade Saldanha em 18/08/2023.

Após um período de planejamento, os pesquisadores se deslocaram para o bairro de São Cristóvão, especificamente para a Quinta da Boa Vista. Este local foi escolhido por ser um parque urbano de grande extensão, com relevância histórica, além de abrigar o Museu Nacional. A área também se destaca por ser segura, e monitorada pelo MonitorAr Rio, permitindo a comparação da densidade de líquens com dados oficiais de órgãos

competentes. Em seguida, o grupo de pesquisadores se dirigiu à Praça Natividade Saldanha, em Benfica, para analisar a densidade de líquens nas proximidades da escola.

Para a propagação dos resultados os pesquisadores criaram uma página no Instagram que disponibilizasse informações sobre o que são os líquens e alguns dos resultados encontrados para facilitar o contato das pessoas com as medições. A figura 4 mostra o perfil da rede social.

Figura 4: Instagram da equipe



Fonte: Arquivo pessoal das autoras

Também, para aprimorar o entendimento das pessoas – adultos e crianças - foi desenvolvido uma animação na plataforma Scratch do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachussetts) explicando de forma simples e resumida o que são os líquens, como mostrado na figura 5.

Figura 5: Animação sobre os líquens



Fonte: Arquivo pessoal das autoras

Com a intenção de descobrir como as pessoas usariam o conhecimento dos líquens, foram convidados dois voluntários que foram instruídos sobre o que são os líquens e como eles podem auxiliar no monitoramento da qualidade do ar, eles escolheram o bairro de Xerém e Cotia – no município de Guapimirim - para realizarem suas observações, lugares que eles frequentam. No dia 14/01/2025, uma das autoras foi a Guapimirim realizar novas observações, confirmando as análises do voluntário.

Além disso, para aprimorar a autonomia da população na medição dos líquens, foram efetuadas algumas reuniões, levantando-se a ideia da criação de um site. A partir do dia 16 de abril de 2025, deu início a realização dessa plataforma. O site “Caçadores de Líquens” tem como intuito o diagnóstico da qualidade do ar com a ajuda da inteligência artificial, que catalogue árvores de uma região por meio de fotos tiradas pelos próprios cidadãos e, a partir de análises e comparações com as árvores próximas, diagnostique a qualidade do ar de forma visual, permitindo identificação automatizada desses seres vivos e averiguação da situação atmosférica.



5 RESULTADOS OBTIDOS

Para chegar aos resultados obtidos, as pesquisadoras seguiram a seguinte ordem do processo de análise: delimitação das áreas observadas, observação dos organismos, classificação dos líquens e comparação entre os organismos encontrados nas áreas, como exemplifica a imagem 6.

Figura 6: Diagrama de imagens



Fonte: elaborado pelas autoras



Ao efetuar a comparação entre as duas principais áreas, percebeu-se que a Quinta da Boa Vista mostrou líquens mais desenvolvidos e mais diversos, destacando a boa qualidade atmosférica presente nesse local se comparado à Praça Natividade Saldanha.

No bairro de Benfica, na Praça Natividade Saldanha, achou-se dois tipos de líquens: crustáceo e foliáceo. Também foram registradas três cores diferentes (verde-claro, verde-escuro e amarelo). Dentre essas variações, a coloração verde-claro e o crustáceo foram os mais encontrados, porém menos desenvolvidos. A tabela 1 mostra a relação entre as cores presentes nas localidades.

Tabela 1: Tabela referente a presença das diferentes cores

Área	Número de Indivíduos	Presença de Cor Verde Claro	Presença de Cor Verde Escura	Presença de Cor Amarela	Presença de Cor Rosa
Total	28	28 indivíduos = 100%	17 indivíduos = 60,71%	14 indivíduos = 50%	0 indivíduos = 0%
Benfica	14	14 indivíduos = 100%	8 indivíduos = 57,14%	7 indivíduos = 50%	0 indivíduos = 0%
São Cristóvão	14	14 indivíduos = 100%	9 indivíduos = 64,28%	7 indivíduos = 50%	0 indivíduos = 0%
Cotia	14	14 indivíduos = 100%	0 indivíduos = 0%	1 indivíduo = 7,14%	6 indivíduos = 42,86%
Xerém	6	6 indivíduos = 100%	0 indivíduos = 0%	0 indivíduos = 0%	6 indivíduos = 100%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Não houve a presença de líquens rosa em Benfica e em São Cristóvão, assim como também houve a ausência do tipo arbustivo nesses locais, já que esses se desenvolvem melhor em locais de baixa poluição e litorâneos, respectivamente (GROSMANN, et al., 2011).

Notou-se também uma diferença de sensibilidade de acordo com o tipo e a cor conforme a presença nos bairros. Os líquens mais resistentes à poluição eram, respectivamente: (I) Crustáceo de coloração verde claro, (II) crustáceo de coloração verde



escuro, (III) crustáceo de coloração amarela, (IV) foliáceo de coloração verde clara, (V) foliáceo de coloração verde escura e (VI) foliáceo de coloração amarela. Vê-se os tipos de líquens na tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Tabela referente à comparação dos tipos de líquens vistos

Tipos	Crostosos ou Crustáceos	Foliosos ou Foliáceos	Frutificoso ou Arbustivo
Total	27 indivíduos = 96,42%	17 indivíduos = 60,71%	0 indivíduos = 0%
Benfica	14 indivíduos = 100%	10 indivíduos = 71,42%	0 indivíduos = 0%
São Cristóvão	13 indivíduos = 92,85%	7 indivíduos = 50%	0 indivíduos = 0%
Cotia	8 indivíduos = 57,14%	10 indivíduos = 71,43%	6 indivíduos = 42,86%
Xerém	6 indivíduos = 100%	0 indivíduos = 0%	0 indivíduos = 0%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Um aspecto relevante notado foi que, durante a pesquisa de campo nessa região, as árvores com menor quantidade de líquens mostraram características como ritidomas pronunciados e/ou uma exposição intensa à luz solar, fatores que prejudicaram a ocorrência de líquens em seus troncos (RODRIGUÊS, et al., 2013). Ademais, observou-se a diferença de sensibilidade aos poluentes da atmosfera entre os organismos, sendo os mais resistentes aos mais sensíveis por cores respectivamente, os verdes, os amarelos e os rosas.

No dia da medição, foi-se comparado os dados coletados pelas estudantes com o site da prefeitura do Rio de Janeiro sobre São Cristóvão, a qual indicou uma classificação "moderada", então entende-se que a qualidade do ar em Benfica é classificada como "ruim" ou "péssima", baseando-se na comparação da presença de líquens. Observa-se na figura 7.



Figura 7: Boletim da qualidade do ar em 12/08/2023 do bairro de São Cristóvão.

Estação	Concentração Máxima Poluentes Monitorados						Índice de Qualidade do Ar (IQA _r)	Classificação	Condições Meteorológicas observadas no período: Tendência da Qualidade do Ar para as Próximas 24h:
	Material Particulado (MP ₁₀) [µg/m³]	Material Particulado (MP _{2,5}) [µg/m³]	Ozônio (O ₃) [µg/m³]	Monóxido de Carbono (CO) [ppm]	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) [µg/m³]	Dióxido de Enxofre (SO ₂) [µg/m³]			
Centro	ND	NM	119	0,3	NM	NM	65	Moderada	
Copacabana	42	NM	55	NM	NM	NM	34	Bom	
São Cristóvão	52	NM	82	NM	NM	NM	42	Moderada	
Tijuca	41	NM	64	NM	69	NM	33	Bom	
Trajá	46	ND	100	0,7	86	ND	40	Bom	
Bangu	53	NM	100	NM	61	3	43	Moderada	
Campo Grande	ND	NM	82	NM	53	6	33	Bom	
Pedra de Guaratiba	ND	NM	112	NM	NM	NM	56	Moderada	

Fonte: MonitorAr Rio

Assim, infere-se que os dados fornecidos pelo MonitorAr Rio apresentam falha no monitoramento e são incompletos, já que em sua maioria os gases medidos são apresentados como indisponíveis pela plataforma.

Dessa forma, é fundamental que sejam adotadas medidas voltadas à disseminação de informações sobre a poluição atmosférica e o estado da qualidade do ar, com o propósito de informar a população de maneira precisa e contribuir para a redução dos índices de poluição, evitando que esses poluentes continuem impactando negativamente a vida em sociedade.

Além disso, a medição realizada pelo voluntário 1, em Xerém, no estado do Rio de Janeiro, apresentou grande presença de líquens e muitas variações de tamanhos, provavelmente, por conta da região altamente arborizada. De acordo com o depoimento dele, havia uma grande quantidade de líquens rosa e verde-claro do tipo crustáceo, comprovando que a qualidade do ar daquela região estava muito boa. Em Cotia, também no estado do Rio de Janeiro, não foi diferente, o voluntário 2 relatou a presença de líquens crustáceos, arbustivos e foliáceos, das cores rosa, verde-claro e amarelo de tamanhos variados. Vê-se nas figuras 8 e 9 respectivamente.

Figura 8: imagem dos líquens em Xerém



Fonte: Arquivo disponibilizado pelos voluntários

Figura 9: imagem dos líquens em Cotia



Fonte: Arquivo pessoal dos voluntários

As observações da autora que foi à Cotia revelaram os dados já apontados pelo voluntário, como pode ser visto na figura 10.



Figura 10: Líquens em Cotia em 14/01/25



Fonte: Arquivo pessoal das autoras

Logo, nota-se que Xerém e Cotia mostraram uma qualidade do ar melhor do que Benfica e São Cristóvão por terem líquens mais desenvolvidos e da cor rosa.

Através dos dados coletados torna-se possível o desenvolvimento de propostas de intervenção, como posts de conscientização, com o fim de promover as informações coletadas para a população, e a elaboração de planos que focam na diminuição dos poluentes.

Dessa forma, foi planejada e criada uma forma de conscientização dinâmica da população, uma plataforma com a ajuda da inteligência artificial, de forma que os cidadãos poderiam enviar imagens de árvores locais para a averiguação da qualidade do ar. O site “Caçadores de Líquens” foi desenvolvido em linguagem de programação HTML, e a inteligência artificial integrada, treinada na plataforma Teachable Machine, sendo enviado fotos de diferentes líquens para o banco de dados dessa IA. Após alguns testes e envio de imagens, foi evidente a alta produtividade do site, com respostas claras a partir das imagens, informando se a qualidade do ar está “Excelente”, para os líquens rosas, “Bom” para amarelos, “Moderada” para os verdes e “Ruim” quando não existe nenhum desses organismos na árvore, como mostrado na figura 11.

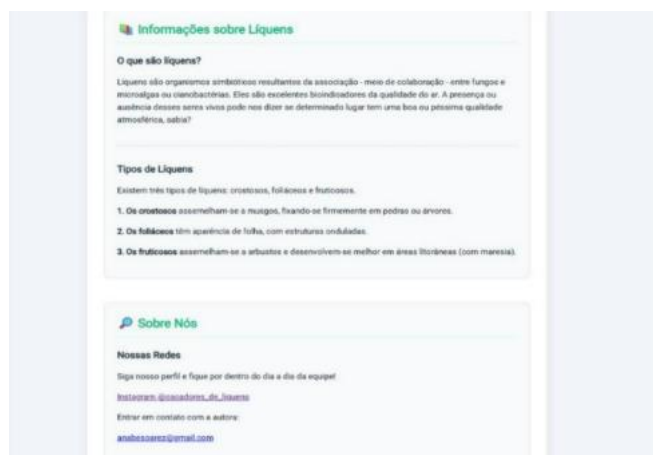


Figura 11: imagem do site



Fonte: arquivo pessoal das autoras

Figura 12: imagem do site



Fonte: arquivo pessoal das autoras

Porém, o treinamento dessa IA ainda não está totalmente completo, apresentando respostas com alguma margem de erro, contudo com o aperfeiçoamento dessa inteligência o resultado será com a margem nula de erro.

Ademais, a animação se mostrou eficiente, mostrando a facilidade que as pessoas, sobretudo as crianças, tiveram para entender a temática tratada na pesquisa. O Instagram do

projeto também se fez importante, no qual a equipe passou a receber muitos comentários e dúvidas das pessoas sobre este tema e os líquens.

Uma proposta de plano com o intuito de reduzir os poluentes, consiste no cultivo de microalgas em recipientes de garrafas PET (ANDRADE, 2018). Esses seres unicelulares, classificados no reino Protista, habitam ecossistemas aquáticos e podem existir tanto individualmente quanto em grupos. Além disso, sintetizam seus próprios nutrientes por meio da fotossíntese, aproveitando a luz solar e o dióxido de carbono para gerar glicose. Entre suas características destacáveis está a rápida capacidade reprodutiva, permitindo a geração significativa de óleos e biomassa. Essa biomassa pode ser utilizada pela indústria de biocombustíveis, enquanto os óleos são aplicados no setor alimentício (CHIES, 2017). Tais organismos desempenham um papel ecológico crucial, atuando como base para a sustentação da vida terrestre, já que são responsáveis pela maior parte do oxigênio atmosférico. Outro benefício ambiental de seu cultivo é a possibilidade de obtenção de créditos de carbono, graças ao papel central do carbono em seu metabolismo (SCHMITZ et al., 2012).

O cultivo de microalgas em garrafas PET pode oferecer múltiplos benefícios ambientais, atuando na captura do CO₂ e liberação de O₂ para purificação do ar atmosférico. Com a implantação de pontos de coleta, a biomassa fotossintética poderia ser aproveitada na produção de biocombustíveis e óleos para a indústria alimentícia, reduzindo tanto a concentração de poluentes existentes quanto as emissões futuras. Essa abordagem propiciaria melhorias na qualidade de vida urbana, diminuindo doenças respiratórias e aumentando a biodiversidade, com impactos positivos para a população e ecossistemas. Paralelamente, a reutilização das garrafas PET diminuiria o descarte inadequado de plásticos, mitigando a geração de microplásticos e preservando os ambientes marinhos.



6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas realizadas para o desenvolvimento desse trabalho mostraram que há algumas coincidências entre as análises dos líquens. Destaca-se a observação de que os líquens tendem a não prosperar nas partes das árvores expostas à luz solar de maneira direta. Além disso, a percepção de uma menor diversidade de organismos em áreas urbanizadas, também emerge como um ponto de convergência entre essas investigações.

Desta forma, ter uma análise mais abrangente e meticulosa que confronte áreas arborizadas com ambientes urbanos ofereceria uma compreensão mais clara das complexas interações entre a vegetação, a qualidade do ar, a biodiversidade local e a saúde humana. Esse tipo de estudo permitiria identificar padrões mais consistentes, proporcionando percepções valiosas para a tomada de decisões voltadas para o planejamento urbano sustentável e a preservação do meio ambiente.

É perceptível a desinformação por parte da população sobre assuntos importantes, como a qualidade do ar e sua relação com a saúde pública. Ao considerar que a poluição ambiental contribui para as mudanças climáticas e o aumento de doenças respiratórias no Brasil, percebe-se que a utilização de líquens como bioindicadores naturais de qualidade do ar, mostra-se como uma maneira eficiente, prática e acessível para analisar a qualidade do ar em regiões que não são dotadas de monitoramento por parte dos órgãos governamentais fiscalizadores, como no caso do MonitorAr Rio.

Para ampliar o alcance dessas informações e promover ações concretas de conscientização, o desenvolvimento de recursos como um site com inteligência artificial para análise de líquens, uma página no Instagram voltada à divulgação científica e educativa, bem como uma animação interativa produzida na plataforma Scratch, são

estratégias que tornam o conhecimento acessível a diferentes faixas etárias e públicos. Além disso, a participação de voluntários treinados reforça a possibilidade de replicar o monitoramento em outras localidades, promovendo o engajamento da comunidade. Com base nas informações obtidas por esses meios, podem ser planejadas intervenções voltadas à redução da poluição atmosférica, contribuindo diretamente para a melhoria da qualidade de vida em áreas urbanas, como o bairro de Benfica.

REFERÊNCIAS

As referências bibliográficas de seu artigo devem ser apresentadas em ordem alfabética e de acordo com a norma da ABNT – NBR 6023.

Siga os exemplos abaixo, sendo que as palavras em itálico são destaques meramente ilustrativos e não devem ser incluídos em seu manuscrito final:

ANDRADE, W. L. B. *Biofixação de gases de efeito estufa por microalga*. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Positivo, Curitiba, 2018.

ARAÚJO, E. C. *Desenvolvimento de nanosensores para detecção de poluentes no Distrito Federal*. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

BRAGA, A. et al. Poluição atmosférica e saúde humana. *Revista USP*, São Paulo, n. 51, p. 58-71, set./nov. 2001. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.v0i51p58-71.



CHIES, V. Pesquisa encontra microalgas que crescem em resíduos e geram biocombustível. *Embrapa 50*, Brasília, p. 12-15, 15 jul. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br>.

Acesso em: 18 ago. 2023.

DOS SANTOS, C. A. et al. Queimadas e seus impactos no ecossistema e na saúde da população. *Revista de Trabalhos Acadêmicos - Universo Recife*, Recife, v. 5, n. 2, p. 45-62, 2019.

FLEIG, M. et al. Gênero dos líquens saxícolas, corticícolas e terrícolas do Morro Santana, Porto Alegre, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 113-130, 1990.

GALVÃO FILHO, J. B. *Poluição do ar*. Brasília: Ipea, 1990. 204 p. (Série Estudos de Políticas Públicas, n. 15).

GROSMANN, A. et al. Composição e diversidade de líquens em três diferentes áreas no "Mato do Silva", Chiapetta, RS. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2011, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: UFRGS, 2011. p. 1-15.

GUERRA, S. A crise ambiental na sociedade de risco. *Lex Humana*, Petrópolis, v. 2, n. 2, p. 177-195, 2009.

MARTINS, S. M. A. et al. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoelétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 425-434, 2008. DOI: 10.1590/S2236-89062008000300008.

MENDES, A. Mortes devido à poluição aumentam 14% em dez anos no Brasil. *Ministério da Saúde*, Brasília, 12 mar. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/saude>. Acesso em: 13 set. 2024.

MONITORAR RIO. *Programa de monitoramento da qualidade do ar*. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <http://jeap.rio.rj.gov.br>. Acesso em: 18 ago. 2023.

OLIVEIRA, V. *A qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: a saúde pública como elo central de articulação e suas implicações na gestão integrada saúde e*



ambiente. 2008. 298 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4340>. Acesso em: 13 set. 2024.

PECHIM, L. Poluição pode causar doenças respiratórias. *Faculdade de Medicina UFMG*, Belo Horizonte, 5 jun. 2020. Disponível em: <https://www.medicina.ufmg.br>. Acesso em: 13 set. 2024.

RAVEN, P. H. et al. *Biologia vegetal*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

RODRIGUES, L. C. et al. Análise morfológica de líquens cortícolas em duas fitofisionomias do cerrado em Cristalina-GO. *Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 123-134, 2013.

ROSEIRO, M. N. V. *Poluentes atmosféricos: algumas consequências respiratórias na saúde humana*. 2003. 82 f. Monografia (Especialização em Saúde Pública) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2003.

SANTANA, K. M. et al. Que ar respiramos? Uma questão de saúde pública. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 12., 2015, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: [s.n.], 2015. p. 1-12.

SANTOS, R. K. et al. Líquens utilizados como bioindicadores de qualidade do ar do município minerador de Itabira. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 7, n. 12, p. 01-18, 2018. DOI: 10.33448/rsd-v7i12.531.

SALDIVA, P. Excesso de urbanização fez com que fôssemos mais doentes. *VivaBem - Uol*, São Paulo, 22 mar. 2022. Disponível em: <https://vivabem.uol.com.br>. Acesso em: 13 set. 2024.

SCHMITZ, R. et al. Aplicações ambientais de microalgas. *Revista CIATEC – UPF*, Passo Fundo, v. 4, n. 1, p. 48-60, 2012.

