

QUEIMADAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SEUS REFLEXOS NA SAÚDE PÚBLICA: UMA ANÁLISE COM BIOINDICADORES LÍQUENS EM CEARÁ-MIRIM/RN

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.IV-035>

Ellen Beatriz de Oliveira Correia Freitas (*), Jean Leite Tavares, Cleonilson Mafra Barbosa

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) campus Natal Central - E-mail: beatriz.freitas@escolar.ifrn.edu.br.

RESUMO

Em Ceará-Mirim/RN há queimadas frequentes de resíduos sólidos domiciliares e de cana-de-açúcar, assim esse estudo possui o objetivo de avaliar a qualidade do ar e averiguar a consequência das queimadas à saúde pública de Ceará-Mirim, a partir da utilização de líquens como bioindicadores. A pesquisa combinou métodos bibliográficos, entrevistas com 50 moradores do bairro Santa Águeda (área diretamente afetada) e análise *in loco* na Praça Barão de Ceará-Mirim. Os líquens, sensíveis a poluentes, foram avaliados em corpo arbóreo de *Ficus carica*, popularmente conhecida como pé de figo, por meio do Índice de Pureza do Ar (IPA), que revelou contaminação média e qualidade do ar baixa, com predominância de líquens crustosos (indicadores de poluição). As queimadas liberam CO, SO₂, NO_x, material particulado e compostos orgânicos voláteis, associados a doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer. Os moradores relataram crises de asma e amigdalite, rinite, dores de cabeça, cheiro forte de fumaça e desconforto térmico devido às queimadas frequentes, especialmente no período noturno e durante o final de ano. Apesar das denúncias, a fiscalização é insuficiente. Conclui-se que a prática ilegal de queima exige políticas públicas urgentes, incluindo gestão adequada de resíduos, conscientização e fiscalização, além do uso contínuo de bioindicadores para monitoramento ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: queimadas, resíduos sólidos, saúde pública, líquens, qualidade do ar.

ABSTRACT

In Ceará-Mirim/RN, frequent burning of household waste and sugarcane residues occurs. This study aims to assess air quality and investigate the public health consequences of these burnings using lichens as bioindicators. The research combined bibliographic methods, interviews with 50 residents of Santa Agueda neighborhood (a directly affected area), and on-site analysis at Praça Barão de Ceará-Mirim. Lichens, which are sensitive to pollutants, were evaluated on *Ficus carica* trees (commonly known as fig trees) using the Air Purity Index (API). The results showed moderate contamination and poor air quality, with a predominance of crustose lichens (pollution indicators). The burning releases CO, SO₂, NO_x, particulate matter, and volatile organic compounds, which are associated with respiratory and cardiovascular diseases, as well as cancer. Residents reported asthma and tonsillitis flare-ups, rhinitis, headaches, strong smoke odors, and thermal discomfort due to frequent burnings, particularly at night and during year-end periods. Despite complaints, enforcement remains inadequate. The study concludes that this illegal burning practice requires urgent public policies, including proper waste management, public awareness campaigns, stricter enforcement, and continued use of bioindicators for environmental monitoring.

KEY WORDS: burning practices, solid waste, public health, lichens, air quality.

INTRODUÇÃO

Em Ceará-Mirim/RN, há queimadas frequentes de resíduos sólidos, constituídos por plástico, papel, alumínio, cana-de-açúcar e demais resíduos orgânicos e domiciliares, assim a emissão de poluentes tóxicos torna-se um problema grave, com impactos significativos para a população e o meio ambiente (SANTOS *et al.*, 2021). Essas queimadas liberam substâncias nocivas, como monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), material particulado (MP) e compostos orgânicos voláteis (COVs) (GALVÃO FILHO, 2023), que podem causar doenças respiratórias, cardiovasculares e até câncer (OMS, 2021). Além disso, contribuem para o agravamento das mudanças climáticas e para a degradação da qualidade do ar (IPCC, 2022).

Diante desse cenário, é essencial adotar métodos eficazes para monitorar e avaliar os níveis de poluição atmosférica (BRASIL, 2020). Nesse contexto, os líquenes emergem como bioindicadores promissores (HONDA; VILEGAS, 1998). São organismos resultantes de uma relação mutualística entre fungos, principalmente do filo *Ascomycota*, e algas ou

cianobactérias (NASH, 2008). Essa associação permite que eles sobrevivam em ambientes onde nenhum dos dois conseguiria viver isoladamente (APTEKAR, 2015). Os fungos são classificados no reino Fungi, enquanto as algas e cianobactérias pertencem aos reinos Protista e Monera, respectivamente (KIRK *et al.*, 2008).

Esses organismos são considerados bioindicadores da qualidade do ar (SANTONI; LIJTEROFF, 2006), pois absorvem umidade e nutrientes diretamente da atmosfera (PINHO *et al.*, 2012), além de serem sensíveis a poluentes e capazes de acumular substâncias tóxicas (CONTARDI *et al.*, 2019). Outra vantagem do uso de líquenes como bioindicadores é a possibilidade de monitoramento a longo prazo (FERREIRA, 2008), sua ampla distribuição em diversos ambientes (BATES *et al.*, 2011) e a facilidade de coleta, já que não exigem equipamentos complexos para estudos (WILL-WOLF *et al.*, 2017). Essas características os tornam ferramentas valiosas para avaliar a saúde ambiental e os impactos da poluição atmosférica (SANTOS *et al.*, 2018).

OBJETIVOS

O presente trabalho possui o objetivo de avaliar de forma qualitativa a qualidade do ar em Ceará-Mirim, através da presença dos bioindicadores líquens e averiguar a consequência das queimadas para a saúde da população da cidade de Ceará-Mirim.

METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em pesquisa bibliográfica advindas de sites, artigos e livros. Além do exposto, foi realizada entrevistas com os 50 moradores do bairro Santa Águeda, correspondente a uma das áreas diretamente atingida (ADA) pelas queimadas e onde se encontra o ponto investigado, havendo uma pesquisa *in loco* para averiguar a qualidade do ar da cidade de Ceará-Mirim.

O ponto estudado para fazer o Índice de Qualidade do Ar (IPA) desta pesquisa é localizado na Praça Barão de Ceará-Mirim, pois é uma área verde cartão-postal da cidade e ADA. O município de Ceará-Mirim possui território de 724,4 km², limitando-se com os municípios de Maxaranguape, São Gonçalo do Amarante, Ielmo Marinho, Taipu e o Oceano Atlântico, nas coordenadas geográficas de latitude: 5° 38' 7" Sul e Longitude: 35° 25' 13" Oeste, a 33 metros de altitude. Faz parte da mesorregião do leste potiguar, microrregião de Macaíba e é parte da região metropolitana da capital, Natal, a qual dista 38 km dela (BRASIL, 2023).

O município em questão encontra-se inserido, no ponto de vista geológico, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos da Suíte Natal (NP3U2n), das formações Açú (Ka), Jandaira (K2j) do Grupo Barreiras (ENb), e pelos depósitos Coluvio-eluviais, (NQc), Litorâneos (Q2l), Aluvionares (Q2a) e das dunas inativas (Qd), (MINISTÉRIO DE MINA E ENERGIA, 2005).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a população atual da cidade pelo último censo destaca que a cidade possui 79.115 habitantes no ano de 2022. A densidade demográfica é de 109,15 habitantes por km² no território do município. Segundo o IBGE, 2022, Ceará-Mirim possui 27.6% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização.

Segundo o Ministério de Mina e Energia (2005), a cidade possui clima tropical chuvoso com verão seco e período chuvoso que dura até o outono, a precipitação média anual é de 1.535,2 mm, o período chuvoso vai de março a agosto, a média anual da temperatura é de aproximadamente 25,3° C, com umidade média de 79%.

Em termos de formação vegetal, o município possui uma Floresta Subcaducifolia – vegetação caracterizada pela queda das folhas das árvores no período de estiagem e Campo de Várzea, manguezal. Os solos predominantes incluem areia de quartzo distrófica, latossolo vermelho-amarelo distrófico e solo gley eutrófico.

Para a pesquisa, o corpo arbóreo deveria possuir diâmetro superior a 30 cm, assim a Ficus carica (“Pé de Figo”) foi selecionada, a qual possui presença em demasia na região estudada e adotada pela cidade como forma de cobertura vegetal.

A metodologia empregada neste estudo baseia-se no método de abundância de espécies, descrito por Ferreira (2008) e Pereira e Quintão (2013). Esse método consiste na quantificação de diferentes espécies de líquens presentes nas árvores,

avaliando sua ocorrência no córtex analisado. Para isso, é necessário selecionar uma área de pelo menos 30 cm de diâmetro por 50 cm de comprimento, que é subdividida em quadrantes de 10 x 15 cm, totalizando 10 unidades de análise.

Para determinar o Índice de Pureza do Ar (IPA), foi utilizada a fórmula proposta por Santoni e Lijteroff (2006), conforme apresentado na Equação 1. Essa abordagem permite avaliar a qualidade do ar com base na diversidade e na presença de líquens, que são sensíveis às variações dos níveis de poluição atmosférica.

$$IPA = \sum \frac{F}{n} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

F = frequência de líquens; e

n = o número de árvores amostradas no ponto de coleta.

Por fim, as amostras consideradas puderam ser classificadas sobre contaminação e qualidade do ar conforme o modelo da Tabela 1:

Tabela 1. Modelo de classificação da qualidade do ar em função do IPA. Fonte: Santos *et al.* (2018).

IPA	Contaminação do ar	Qualidade do ar
IPA < 1	Extremamente alta	Péssima
1 ≤ IPA < 4	Muito alta	Muito alta
4 ≤ IPA < 8	Alta	Má
8 ≤ IPA < 13	Média - alta	Medíocre
13 ≤ IPA < 19	Média	Baixa
19 ≤ IPA < 26	Média - moderada	Média
26 ≤ IPA < 34	Moderada	Discreta
34 ≤ IPA < 43	Baixa	Boa
IPA ≥ 43	Muito baixa	Muito boa

RESULTADOS

Para Santos *et. al* (2021), as queimadas são fontes de poluição do ar. Os líquens são reconhecidos como excelentes bioindicadores devido à sua capacidade de resistir a mudanças ambientais, embora algumas espécies sejam altamente sensíveis a compostos tóxicos, uma vez que não conseguem eliminar as substâncias que absorvem. Essa característica permite associar a presença de poluentes às atividades humanas, destacando a relevância dos líquens no monitoramento da qualidade do ar em áreas urbanas.

A Figura 1 demonstra a amostra do corpo arbóreo localizado na cidade de Ceará-Mirim.



Figura 1: Árvore estudada na Praça Barão de Ceará-Mirim. Fonte: Autor do Trabalho.

De acordo com o Quadro 1, os líquens de tipo crustoso foram os que mais apareceram no corpo arbóreo e as colorações variam de verde, branco e amarelo. Segundo Honda e Vilegas (1998), levando em consideração aos aspectos de coloração na presente árvore, há líquens portadores de algas verdes na árvore, por causa da coloração branca e verde, devido à clorofila das algas e há líquens produzidos por fungos devido à coloração amarela.

Quadro 1. IQAr da Praça Barão de Ceará-Mirim. Fonte: Autor do Trabalho.

Ponto	Espécie	Quadrante	Frequência			IPA	Cont	Quali
			Crustoso	Folioso	Fruticoso			
1	<i>Ficus carica</i>	Q1	1	1	0	15	Média	Baixa
		Q2	1	1	0			
		Q3	1	1	0			
		Q4	1	0	0			
		Q5	1	0	0			
		Q6	1	0	0			
		Q7	1	0	0			
		Q8	1	1	0			
		Q9	1	0	0			
		Q10	1	1	0			
		F total	10	5	0			

Como há maior frequência de líquens crustosos na árvore sendo um indicio de qualidade do ar não sendo boa. Assim, para a classificação se tem: média em relação a contaminação do ar, sendo baixa em relação a qualidade do ar. É importante salientar que o ponto se encontra em área de interferência à queimada ilegal que acontece frequentemente na cidade.

No que tange a entrevista com moradores, todos alegaram que sofrem problemas de saúde causados pela queima de resíduos sólidos. Uma das entrevistadas relatou que em menos de 10 minutos depois de chegar em casa, começou a sentir dor de cabeça. A maioria relata agravamento em crises de asma, garganta, sinusite e rinite. A queima acontece constantemente na região e se agrava no fim do ano.

Os entrevistados relatam que no dia posterior a queimada sempre cai “pó preto”, o qual é o bagaço da cana-de-açúcar queimada. Sobre a atuação do Ministério Público, 5 entrevistados relataram haver denúncias sobre a queima

ilegal, mas nenhuma atitude é tomada. Vale salientar que onde há a queima de resíduos sólidos, há coleta diária de resíduos pelo veículo coletor, assim não há necessidade da queima dos resíduos domiciliares.

Além do exposto, todos os entrevistados relatam desconforto ao cheiro de fumaça, a qual perdura a madrugada inteira. Uma entrevistada relatou que há noites que não consegue dormir devido a dor de cabeça forte pela queima de resíduos sólidos. A população também relata que quando queimam os resíduos, a região se torna mais quente, assim também enfrentam problemas para dormir devido a temperatura.

CONCLUSÃO

As queimadas ilegais representam um sério problema em muitas partes do mundo devido aos impactos negativos que causam ao meio ambiente, à saúde humana e à economia. A utilização de líquens como bioindicadores permitiu identificar uma contaminação média do ar e uma qualidade considerada baixa, refletindo os impactos negativos das práticas de queima ilegal. A presença predominante de líquens crustosos, associada à sensibilidade desses organismos a poluentes, reforça a necessidade de ações urgentes para mitigar os efeitos das queimadas. Além disso, os relatos dos moradores sobre problemas de saúde destacam os danos diretos causados pela emissão de substâncias tóxicas.

Diante desse cenário, é fundamental implementar políticas públicas que promovam a gestão adequada dos resíduos sólidos, evitando a queima e incentivando práticas sustentáveis, como a reciclagem e o descarte correto. A conscientização da população e a fiscalização rigorosa das queimadas ilegais são medidas essenciais para proteger a saúde pública e o meio ambiente. Este estudo reforça a importância do uso de bioindicadores, como os líquens, para monitorar a qualidade do ar e subsidiar decisões que visem à melhoria das condições ambientais e de vida na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APTEKAR, R. **Symbiosis in lichens**. Nature Education Knowledge, v. 6, n. 1, p. 1, 2015.
2. BATES, S. T. *et al.* **A preliminary survey of lichen associated eukaryotes using pyrosequencing**. The Lichenologist, v. 43, n. 1, p. 137-146, 2011.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Qualidade do Ar**. Brasília: MMA, 2020.
4. CIDADE BRASIL. **Município de Ceará-Mirim**. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-ceara-mirim.html>. Acesso em: 18 set. 2023.
5. CONTARDI, M. *et al.* **Lichens as bioindicators of atmospheric quality**. Environmental Science and Pollution Research, v. 26, p. 3001-3010, 2019.
6. FERREIRA, E. J. P. D (2008). **Biomonitorização da qualidade do ar: Caso-estudo na envolvente da fábrica de celulose do Caima**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. 23 set. 2023.
7. GALVÃO FILHO, João Baptista. **Poluição do ar**. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/12059>. Acesso em: 23 set. 2023. IBGE. PANORAMA. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/ceara-mirim/panorama>. Acesso em: 18 set. 2023.
8. HONDA, N. K. VILEGAS, W. **A química dos líquens**. Química Nova, São Paulo, v.21, n.6. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v22n1/1145.pdf>. Acesso em: 23 set. 2023.
9. IPCC. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
10. KIRK, P. M. *et al.* **Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi**. 10th ed. Wallingford: CABI, 2008.
11. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. BRASIL. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE CEARA-MIRIM: projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Recife: Ministério de Minas e Energia, 2005. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16950/1/rel_ceara_mirim.pdf. Acesso em: 18 set. 2023.
12. NASH, T. H. **Lichen Biology**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
13. OMS. **Diretrizes de qualidade do ar**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2021.
14. PINHO, P. *et al.* **Lichens as biomonitors of air quality**. Ecological Indicators, v. 15, p. 1-5, 2012.
15. SANTONI, M.; LIJTEROFF, R. **Índices de pureza atmosférica mediante el uso de líquenes como bioindicadores**. Revista Ambiente, v. 12, n. 3, p. 45-52, 2006.

16. SANTOS, R. K. *et al.* **Lichens used as bioindicator of air quality in mining town of Itabira.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 7, n. 12, p. e4712480, 2018. DOI: 10.33448/rsd-v7i12.480. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/480>. Acesso em: 23 set. 2023.
17. SANTOS, R. K. *et al.* **Líquens como bioindicadores da qualidade do ar em áreas urbanas.** Revista Saúde e Ambiente, v. 15, n. 2, p. 78-92, 2018.
18. SANTOS, Ubiratan de Paula *et al.* **Environmental air pollution: respiratory effects.** Jornal Brasileiro de Pneumologia, [S.L.], p. 20200267, 28 fev. 2021. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. <http://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20200267>.
19. SANTOS, U. P. *et al.* **Poluição atmosférica: efeitos respiratórios.** Jornal Brasileiro de Pneumologia, v. 47, n. 1, p. e20200267, 2021.
20. WILL-WOLF, S. *et al.* **Lichen-based indexes to monitor air quality.** In: LOVETT, G. M. *et al.* (Eds.). Air Monitoring and Ecological Assessment. New York: Springer, 2017. p. 135-152.