

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC DE CUBATÃO
ENSINO TÉCNICO EM MEIO AMBIENTE**

**BIOINDICADORES (*TARDIGRADOS*) COMO MONITOR DA QUALIDADE DO AR
EM CUBATÃO**

Janileide Aparecida¹ janileide.lima@etec.sp.gov.br

Kevin Montovani² kevin.viana01@etec.sp.gov.br

Rhamon Moraes³ rhamon.vieira@etec.sp.gov.br

Yasmin Ribeiro⁴ yasmin.ribeiro32@etec.sp.gov.br

RESUMO

Amostras de musgo e líquens foram recolhidas de 6 locais de amostragem localizados na região de Cubatão, SP. Esses locais foram escolhidos pelas suas características de poluição sonora, grande quantidade de vegetação e poluição do ar. Escolhemos o *Tardigrada* porque ele tem as características de um Bioindicador. Foram feitas análises laboratoriais com o intuito de realizar uma pesquisa concreta. Para a visualização desse micro-organismo, foi necessário o uso do microscópio. O nosso artigo é uma conjunção de bioindicadores com o *Tardigrada*. A qualidade do ar se torna importante no nosso trabalho. Bioindicadores são organismos vivos que podem ser utilizados para avaliar a qualidade ambiental. Eles podem ser plantas, animais, fungos ou microrganismos. Os bioindicadores são utilizados para medir a qualidade do ar, da água, do solo e do ambiente em geral. Eles podem ser utilizados para detectar a presença de poluentes, alterações climáticas, perda de biodiversidade e outros impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: TARDIGRADAS. CRIPTOBIOSE. BIOINDICADOR.

ABSTRACT

Moss and lichen samples were collected from 6 sampling sites located in the Cubatão region, SP. These locations were chosen due to their noise pollution characteristics, large amount of vegetation and air pollution. We chose the Tardigrade because it has the characteristics of a Bioindicator. Laboratory analyzes were carried out with the aim of carrying out concrete research. To visualize this microorganism, it was necessary to use a microscope. Our article is a conjunction of bioindicators with Tardigrade. Air quality becomes important in our work.

Bioindicators are living organisms that can be used to assess environmental quality. They can be plants, animals, fungi or microorganisms. Bioindicators are used to measure the quality of air, water, soil and the environment in general. They can be used to detect the presence of pollutants, climate change, loss of biodiversity and other environmental impacts.

KEYWORDS: TARDIGRADES. CRYPTOBIOSIS. BIOINDICATOR

1. INTRODUÇÃO

Bioindicadores de qualidade ambiental são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam os impactos ambientais em um ecossistema. Sua utilização permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição, principalmente as geradas pelo homem (2019, p. 1).

O termo bioindicador representa qualquer forma de vida capaz de quantificar e monitorar propriedades dos ecossistemas visto que a poluição ambiental vem sendo um problema dos últimos séculos. Os bioindicadores ajudam a identificar os fatores ambientais, podendo ser fatores bióticos, abióticos ou até mesmo monitor da qualidade do ar. Organismos que contém eixos bilaterais (dois lados iguais) podem ser exemplos de bioindicadores, como, abelhas, borboletas, cobras, lagartos, minhocas e peixes.

Um organismo se considera bioindicador quando apresenta alguma reação que pode ser identificada frente a diferenças ou alterações do meio em que vive, por exemplo, frente a contaminação do ar. Muitas espécies são incapazes de adaptar-se ecologicamente ou geneticamente da condição ambiental alterada, de modo que sua ausência é de feito um indício de algum problema (LUTEROFF; LIMA; PRIERI; 2008).

Um bioindicador pode ser tanto benéfico quanto maléfico para o meio ambiente, dependendo do contexto e da função que desempenha. Alguns bioindicadores de benéficos podem ajudar a monitorar a saúde e qualidade ambiental, auxiliando na conservação e tomada de decisões. Por outro lado, bioindicadores maléficos podem indicar a presença de poluentes, degradação ambiental ou problemas na biodiversidade, alertando para a necessidade de ações corretivas.

Com base nas informações fornecidas pelos bioindicadores, medidas podem ser tomadas para proteger, conservar e restaurar o ambiente, a fim de garantir a sua sustentabilidade. Portanto, os bioindicadores têm um papel importante na tomada de decisões e no manejo adequado dos recursos naturais.

Os *Tardigradas* têm uma fisionomia peculiar. Eles são pequenos, medindo geralmente entre 0,1 a 1,5 milímetros de comprimento. Possuem corpos segmentados e cilíndricos, com oito pernas curtas e garras nas extremidades. Seu corpo é coberto por uma cutícula protetora e podem apresentar estruturas como espinhos ou placas. Além disso, possuem uma boca com estilo de sucção e um par de estruturas sensoriais chamadas de estilo de sucção estilete ou bainha bucal. Também são conhecidos por sua capacidade de entrar em um estado de desidratação chamado criptobiose, no qual podem sobreviver por longos períodos sem água. Sua aparência varia entre as espécies, mas geralmente são transparentes ou translúcidas, o que permite visualizar seus órgãos internos.

Na maioria das espécies os sexos são separados e a reprodução ocorre de forma sexuada. Existem algumas poucas espécies hermafroditas nas quais a reprodução pode ser assexuada. Os *Tardigradas* se alimentam de fluidos de plantas, células animais, bactérias, fungos e até mesmo de outros *Tardigradas*.

Segundo destacado em Nelson, Guidetti e Rebecchi, tardígrados são animais de tamanho microscópico, com distribuição cosmopolita e apresentam quatro pares de pernas contendo garras na região terminal (2015, p. 1), São conhecidos como “ursos aquáticos”. Tem caracterização complexa e são pouco estudados quando comparado com outros animais. *Tardigrada* ou ursos d’água é um organismo extremamente presente em nosso cotidiano, geralmente encontrado em florestas, poças d’água ou até mesmo em quintas de certas casas.

De acordo com Brusca, Moore e Shuster (2018, p. 2) existem mais de 1200 espécies de *Tardigradas*, ele possui uma fisiologia para condições ambientais extremas, pode ser considerado o animal mais resistente do mundo. *Tardigrada* pode ser utilizado como um bioindicador de poluentes atmosféricos em determinada região. *Tardigradas* provavelmente se originaram no ambiente marinho, onde muitas espécies de heterotardígrados estão presentes.

Tardigradas acumulam elementos essenciais para a vida, como nitrogênio, carbono e fósforo. Não sendo visível a olho nu, podemos identificá-los através de microscópio, e lupas, se regenera em locais úmidos, por tanto a forma que fazemos a coleta se resultará no estado do micro-organismo, musgos e líquens são de facilidade para achar os *Tardigradas*. Devido à anidrobiose, os *Tardigradas* estão entre os organismos mais resistentes do planeta, capazes de tolerar frio e calor extremos, radiação cósmica, pressão hidrostática, fortes secas, vácuo e outras condições do espaço sideral.

A ausência de *Tardigradas* no planeta afetaria o meio ambiente. Os *Tardigradas* são um grupo de animais extremófilos que podem sobreviver em condições extremas, incluindo temperaturas extremas, radiação, dessecação e falta de oxigênio. Eles são encontrados em todos os habitats do planeta, desde o topo das montanhas até o fundo dos oceanos.

Tardigradas desempenham um papel importante no meio ambiente de várias maneiras. Elas são detritívoras, o que significa que se alimentam de matéria orgânica morta. Elas também são predadoras de outros microrganismos, como bactérias e fungos.

A ausência deles afetaria o ciclo de nutrientes no meio ambiente. Os *Tardigradas* ajudam a decompor a matéria orgânica morta, liberando nutrientes que podem ser usados por outros organismos. Elas também ajudam a controlar as populações de microrganismos, o que pode afetar a saúde do ecossistema. No solo afetaria a decomposição da matéria orgânica, o que poderia levar a um acúmulo de resíduos orgânicos e a uma redução da fertilidade do solo. Na água afetaria a qualidade da água, o que poderia levar a um aumento da poluição. Na atmosfera afetaria a circulação de nutrientes, o que poderia levar a um desequilíbrio ecológico. Em resumo, a ausência de *Tardigradas* no planeta teria um impacto negativo no meio ambiente. Os *Tardigradas* desempenham um papel importante em vários ecossistemas e sua perda teria consequências significativas.

2. DESENVOLVIMENTO

Iniciamos o nosso desenvolvimento por etapas, (quinta-feira) 02/10 tivemos como objetivo principal coletar nosso micro-organismos Tardigrada pelos bairros da Cidade de Cubatão - Sp. Resolvemos coletar de quatro árvores distintas da área escolhida. Utilizamos os materiais adequados para a coleta, pinça, espátula, pipeta e fita crepe. Realizamos a coleta, e guardamos no refratário para levar até o laboratório. Não tivemos sucesso, pois não conseguimos encontrar.

Decidimos fazer uma nova coleta, e optamos fazer no parque anilinas por possuir uma grande quantidade de vegetação, então pensamos em coletar novamente de quatro árvores do mesmo local só que em diferentes pontos. Repetimos o processo novamente, coleta, meterias, análises laboratoriais. E mais uma vez não tivemos sucesso.

Mesmo não achando nosso Bioindicador, *Tardigrada*, não perdemos o principal objetivo do grupo, que é encontrá-lo. Realização de mais uma coleta no Horto da Vila Natal, nosso processo foi o mesmo, depois de coletarmos, levamos até o laboratório e não tivemos sucesso.

Por fim, 6/11 (segunda feira) encontramos o *Tardigradas* na Etec de Cubatão-SP, fizemos a coleta de Líquens no jardim da Etec, retratamos com fotos, e levamos até o laboratório, lá fizemos o procedimento adequado, e encontramos através do microscópio.

DIAS	DATA	HORÁRIO	DADOS DA COLETA		LOCAL
			IDENTIFICAÇÃO ÁRVORE	IDENTIFICAÇÃO PEDRA	
TERÇA-FEIRA	17.10.2023	14:35		PEDRA 2	HORTO-VILA NATAL, CUBATÃO SP
TERÇA-FEIRA	17.10.2023	14:55		PEDRA 3	HORTO-VILA NATAL, CUBATÃO SP
TERÇA-FEIRA	17.10.2024	15:10		PEDRA 4	HORTO-VILA NATAL, CUBATÃO SP
TERÇA-FEIRA	17.10.2023	15:23		PEDRA 5	HORTO-VILA NATAL, CUBATÃO-SP
SEGUNDA-FEIRA	02.10.2023	17:29	ÁRVORE 1		JARDIM SÃO FRANCISCO, CUBATÃO-SP
SEGUNDA-FEIRA	02.10.2023	17:29	ÁRVORE 2		JARDIM SÃO FRANCISCO, CUBATÃO-SP
SEGUNDA-FEIRA	02.10.2023	17:44	ÁRVORE 3		JARDIM SÃO FRANCISCO, CUBATÃO-SP
SEGUNDA-FEIRA	02.10.2023	17:46	ÁRVORE 4		JARDIM SÃO FRANCISCO, CUBATÃO-SP
TERÇA-FEIRA	10.10.2023	14:04	ÁRVORE 1		PARQUE ANILINAS, CUBATÃO-SP
TERÇA-FEIRA	10.10.2023	14:17	ÁRVORE 2		PARQUE ANILINAS, CUBATÃO-SP
TERÇA-FEIRA	10.10.2023	14:21	ÁRVORE 3		PARQUE ANILINAS, CUBATÃO-SP
TERÇA-FEIRA	10.10.2023	14:32	ÁRVORE 4		PARQUE ANILINAS, CUBATÃO-SP
SEXTA-FEIRA	6.11.2023	19:22	ÁRVORE 1		VILA COUTO, ETEC DE CUBATÃO-SP
SEXTA-FEIRA	6.11.2023	19:30	ÁRVORE 2		VILA COUTO, ETEC DE CUBATÃO-SP
QUINTA-FEIRA	12.11.2023	16:15		PEDRA 1	VILA ESPERANÇA, CUBATÃO-SP
QUINTA-FEIRA	12.11.2023	17:15		PEDRA 2	VILA ESPERANÇA, CUBATÃO-SP
QUINTA-FEIRA	12.11.2023	18:15		PEDRA 3	VILA ESPERANÇA, CUBATÃO-SP

Coletar amostras de líquens e musgos dos bairros de Cubatão-SP e realizar análises para verificar a existência de *Tardigradas* nas amostras de campo, utilizando para verificação da qualidade do ar.

Desenvolver pesquisas referente aos Bioindicadores e o *Tardigradas*, coletar amostras de líquens e musgos, quantificar e analisar os dados coletados, observar a qualidade do ar.

Os diversos poluentes que estão presentes no ar em Cubatão, são emitidos por implantação de indústrias ou fumaças que saem de automóveis, essas fumaças ou gases acabam causando diversos riscos e perigos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. Comprovadamente Bioindicadores são fundamentais para uma área ambiental específica, pois ajudam a perceber as consequências das intervenções antrópicas ou mudanças climáticas. Assim conseguindo estimar a qualidade do ar, esses organismos podem ser utilizados para

reduzir e verificar os impactos negativos decorrentes das atividades degradadas nos ecossistemas.

Partículas Inaláveis (MP ₁₀) - Outubro 2023								
Estação	Qualidade e faixa de concentração (média de 24h)					Conc. Média Mensal (µg/m ³)	N	Repr.
	Boa 0 - 50 µg/m ³	Moderada >50 - 100 µg/m ³	Ruim >100 - 150 µg/m ³	Muito Ruim >150 - 250 µg/m ³	Péssima >250 µg/m ³			
Interior e Litoral do Estado	Americana	97%	3%			25	29	S
	Araçatuba	100%				27	31	S
	Araraquara	100%				29	30	S
	Bauru	100%				19	31	S
	Campinas-Centro	100%				27	25	S
	Campinas-Taquaral	100%				20	30	S
	Catanduva	77%	23%			40	31	S
	Cubatão-Centro	100%				19	31	S
	Cubatão-Vale do Mogi	93%	7%			31	15	N
	Cubatão-Vila Parisi	73%	21%	3%	3%	44	29	S
	Guaratinguetá	100%				17	30	S
	Jacaré	100%				20	27	S
	Jaú	100%				23	31	S
	Jundiaí	100%				19	31	S
	Limeira	94%	6%			30	31	S
	Marília	100%				23	29	S
	Paulínia	100%				26	29	S
	Paulínia-Sta Terezinha	81%	19%			36	31	S
	Piracicaba	93%	7%			30	30	S
	Presidente Prudente	94%	6%			28	31	S
	Ribeirão Preto	84%	13%	3%		33	31	S
	Rio Claro-Jd.Guanabara	97%	3%			29	31	S
	S.José Campos	100%				16	29	S
	S.José Campos-Jd.Satélite	100%				14	31	S
	Santa Gertrudes	76%	24%			41	21	S
	Santos	100%				17	31	S
	Santos-Ponta da Praia	100%				20	31	S
	São José do Rio Preto*	-	-	-	-	-	-	-
	São Sebastião	100%				20	31	S
	Sorocaba	100%				19	31	S
Tatuí	100%				17	24	S	
Taubaté	100%				15	29	S	

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nosso artigo foi destinado para comparar a qualidade do ar em diferentes bairros, sendo assim mostrar um micro-organismo não tão conhecido para a aparição de métodos como um bioindicador.

As nossas pesquisas tiveram bases em artigos científicos, livros, sites, jornais e revistas, houve coletas, observação dos dados, discussões sobre o assunto abordado no nosso artigo e possíveis soluções para o tema.

Houve questionamentos sobre o Tardigrada, pois só foi possível a aparição dele em apenas um único bairro. Foram feitos levantamento de hipóteses, como, “Porque não encontramos em outros bairros?” “A ausência de tardigradas afeta o meio ambiente?” “Tardigradas fazem mal a saúde” Todas essas perguntas e diversas outras nos levaram a pensar sobre.

Nosso grupo buscou respostas para essas perguntas, estudos mais aprofundados e pesquisas mais coerentes. Diante disso, se tornou possível responder a essas perguntas, e nos ajudou a conscientizar para as pessoas o quanto o *Tardigrada* é importante para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- Conti, M.E. e Cecchetti, G. (2001). Biological Monitoring: Lichens as Bioindicators of Air Pollution Assessment – A Review. Environmental Pollution HOW, Equipe Wiki. Como Encontrar e Cuidar de um Tardígrado (Urso D'água). **Equipe wiki how**, 2018. Disponível em: [https://pt.wikihow.com/Encontrar-e-Cuidar-de-um-Tard%C3%ADgrado-\(Urso-D%27%C3%A1gua\)](https://pt.wikihow.com/Encontrar-e-Cuidar-de-um-Tard%C3%ADgrado-(Urso-D%27%C3%A1gua)). Acesso em: 19 ago 2023.
- MOREIRA, Isabela. 5 coisas que você precisa saber sobre os tardígrados: Conheça mais sobre esse filo fascinante. revista galileu, 2016. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/01/5-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-os-tardigrados.html>. Acesso em: 15 set 2023.
- OLIVEIRA, Marco Antonio . **Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação:** Environmental bioindicators: insects as a tool for biodiversity monitoring AUTORIASCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS. 1. ed. Minas Gerais SP: Scielo brasil, 2015. 1 p. v. 3. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rceres/a/wwYgZqFJftwbBcKPNNDfwKq/> Acesso em: 24 jun 2023.
- PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental / Bioindicators as environmental impact assessment. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 1473–1493, 2019. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/3258>. Acesso em: 12 out. 2023.

Porto Editora – *tardígrado* na Infopédia [em linha]. Porto: Porto Editora.]. Disponível em [https://www.infopedia.pt/\\$tardigrado/](https://www.infopedia.pt/$tardigrado/) Acesso em: 9 de abr 2023.

ROCHA, Clélia. Tardígrado vira objeto de estudos por ter incrível capacidade de resistência: ardígrado é um animal microscópico que vive em finas películas de água. Ele consegue resistir a temperaturas superiores a 150° e inferiores a 270°. **G1 fantástico**, 2015. Disponível em: <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/01/tardigrado-vira-objeto-de-estudos-por-ter-incrivel-capacidade-de-resistencia.html>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SALLAS, Javier. Ursos d'água sobrevivem até quando disparados, mas não ao impacto **de** um acidente lunar: Astrobióloga espanhola projeta um experimento com tardígrados para verificar se eles poderiam ter sobrevivido ao choque de uma sonda israelense ocorrido em 2019. 4. ed. Australia: El pais, 2021. 1 p. v. 1. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/ciencia/2021-05-28/ursos-dagua-sobrevivem-ate-quando-disparados-mas-nao-ao-impacto-de-um-acidente-lunar.html/> Acesso em 3 de set 2023.

ZATELLI, Katucia Sandra. **Bioindicadores**: conceito e aplicação. 6. ed. Viçosa MG – Brasil: Mata nativa blog, 2019. 24 p. v. 2. Disponível em <https://matanativa.com.br/bioindicadores-conceito-aplicacao/> Acesso em 12 de nov 2023.

Porto Editora – *tardígrado* na Infopédia [em linha]. Porto: Porto Editora.]. Disponível em [https://www.infopedia.pt/\\$tardigrado/](https://www.infopedia.pt/$tardigrado/) Acesso em: 9 de abr 2023

LIMA, Everton. 5 fatos sobre esses seres praticamente imortais. **mega curioso**, 2022. Disponível em: <https://www.megacurioso.com.br/ciencia/121209-tardigrados-5-fatos-sobre-esses-seres-praticamente-imortais.htm>. Acesso em: 12 nov 2023.

ROMANZOTI, Natasha. 5 fatos sobre esses seres praticamente imortais. **hypscience**, 2016. Disponível em: <https://hypscience.com/cientistas-finalmente-descobrem-porque-os-tardigrados-sao-indestrutíveis/>. Acesso em: 05 nov 2023.