

## Líquenes como bioindicadores de poluição atmosférica



**Inês Maria Ferreira da Fonte**

Maria.fe.ferreira@hotmail.com

**Patrícia Alexandra Galrinho Rodrigues**

Patriciaalexandra3@hotmail.com

**Sara Cristina Pires Freitas**

sara-cpf@hotmail.com

**Virgínia Alves Ferreira**

gi\_ni@live.com.pt

**Prof. Paula Maria Lino Veigas Minhoto**

Agrupamento de escolas Abade de Baçal

paulaminhoto@gmail.com

### Resumo

Numa altura em que existem os mais variados equipamentos tecnológicos de avaliação da qualidade do ar recorrer a um organismo vivo para esse efeito não parece uma grande inovação a não ser que traga algum tipo de vantagem adicional, como seja permitir avaliar os efeitos da contaminação para além dos valores instantâneos obtidos por medições químicas. Os líquenes são seres vivos com características particulares, as hifas do fungo absorvem água diretamente da atmosfera, e por isso são particularmente sensíveis à poluição ambiental tornando-se um recurso a que qualquer pessoa pode recorrer para ter uma ideia da qualidade do ar que respira. Foi isso que tentámos fazer neste trabalho, identificar e comparar os líquenes de três locais, determinar a espécie a que pertencem e inferir sobre a qualidade do ar do local de onde os recolhemos, relativamente à quantidade de SO<sub>2</sub> presente.

**Keywords:** *Líquen; simbiose; bioindicador*

### Sobre o(s) autor(es)

**Patrícia Rodrigues (16 anos)** - Reside em Bragança e no futuro pretendeseguir um curso relacionado com a saúde. Diariamente, no tempo de lazer, gosta bastante de praticar desporto e visualizar programas televisivos de entretenimento.

**Virgínia Ferreira (16 anos)** - Gosta de viajar e conhecer sítios e pessoas novas. Um dos seus passatempos é dançar, faz parte de um grupo de Hiphop.

**Sara Freitas (16 anos)** - Gosta de dançar, fazer desporto e desenhar. Faz parte de um grupo de hiphop e por vezes frequenta aulas de equitação que é um dos seus passatempos preferidos.

**Inês Fonte (16 anos)** - Faz ballet há 10 anos, gostava de seguir um curso nessa área, mas também gostava de fazer voluntariado em países mais desfavorecidos.

## INTRODUÇÃO

Bioindicador é um organismo ou uma comunidade que responde à contaminação por substâncias nocivas seja através de alterações das suas funções vitais ou pela acumulação dessas substâncias, fornecendo, assim, informação sobre o meio onde se encontra (Canseco, Anze & Franken, 2006)

Até ao século XVIII, os líquenes foram incluídos no reino das plantas, mais propriamente no grupo dos musgos. Contudo, com a evolução da tecnologia e o melhoramento do microscópio, por volta de 1869, o botânico alemão Schwendener desvendou uma das mais fascinantes características dos líquenes, constatando que não são um único organismo, mas a associação de dois seres vivos diferentes que se ajudam mutuamente, vivendo em estreita cooperação (Nunes, 2011).

Como se observa na figura 1 e segundo Nunes, no líquen

“...existe um fungo, também denominado micobionte, a que se juntam um ou mais indivíduos fotossintéticos, chamados ficobiontes, como as algas verdes (que estão presentes em cerca de 85 por cento das espécies de líquenes) e as cianobactérias (que surgem em aproximadamente 10% dos líquenes). Os restantes 5% resultam da presença simultânea de dois tipos de ficobiontes (Protistas e Moneras)...” (2011, s. p.).



Figura 1- Fotografia da observação microscópica de um líquen (ampliação total 400x)

86

Segundo Silva et al (2008) a associação revela-se vantajosa para todos os organismos envolvidos: a alga (organismo autotrófico) possui clorofila o que lhe permite, através da fotossíntese, transformar água e CO<sub>2</sub> em hidratos de carbono que são absorvidos pelo fungo (organismo heterotrófico); as células da alga estão envolvidas pelas hifas do fungo e por isso protegidas da luz intensa, seca e temperaturas elevadas. A sobrevivência dos líquenes depende quase exclusivamente da atmosfera que os cerca ou da água da chuva. Portanto, qualquer substância que dificulte a fotossíntese das algas que formam seu talo pode provocar a morte do organismo.

Segundo o guia de campo do Ciência Viva nos líquenes é possível distinguir três tipos de morfologia com base no aspecto do talo do líquen: tipo crustáceo, tipo foliáceo e tipo fruticuloso.

- Crustáceos - têm talo com forma achatada, aderem firmemente ao substrato (pedra ou casca de árvore) e são os mais resistentes à poluição;
- Foliáceos - têm talo em forma de folha (laminar) e podem remover-se sem danificar a superfície onde se encontram, árvores, rochas e são sensíveis à poluição;
- Fruticulosos - são ramificados como arbustos, estão unidos ao substrato por um único ponto e são os mais sensíveis à poluição.

Os líquenes por não serem revestidos por uma cutícula protectora, como as folhas das plantas e absorverem directamente a água do ar atmosférico juntamente com contaminantes, tornam-se especialmente susceptíveis a variações atmosféricas e ambientais, bem como a mudanças nas condições de pH do substrato, sendo por isso bons indicadores de poluição ambiental (Viana, Correa, Nory & Vieira, 2010).

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), embora possa ocorrer naturalmente na atmosfera, é um poluente que resulta

essencialmente da queima de combustíveis fósseis utilizados em diversos processos industriais e dos gases libertados pelos escapes dos veículos. Trata-se de um gás incolor, irritante para as mucosas dos olhos e das vias respiratórias, podendo ter, em concentrações elevadas, efeitos agudos e crónicos na saúde humana, nomeadamente ao nível cardiovascular e do aparelho respiratório. Segundo Nunes (2011) os líquenes são extremamente sensíveis às variações dos teores de  $\text{SO}_2$ , sendo esta a principal causa da regressão e do desaparecimento de diversas espécies em várias regiões urbanas e industrializadas da Europa. A presença ou ausência de uma determinada espécie de líquen dá indicações sobre os níveis de  $\text{SO}_2$  do local.

Segundo, Canseco et al. (2006), os líquenes apresentam vantagens relativamente às análises químicas pois nestas os resultados são restritos aos momentos de medição enquanto os líquenes mostram os efeitos da contaminação por períodos de tempo mais dilatados.

## **MATERIAIS E METODOLOGIAS**

### **Materiais**

Sacos plásticos  
Etiquetas  
Bisturi  
GPS  
Fita métrica  
Bloco de notas e marcadores  
Máquina fotográfica  
Microscópio óptico composto  
Lâminas e lamelas  
Estojo de dissecação  
Câmara fotográfica

### **Metodologia**

Este trabalho consistiu na avaliação da qualidade do ar de três locais distintos através da identificação das espécies de líquenes presentes. O trabalho decorreu em várias etapas:

- a) Escolhemos dos locais de amostragem: local A na avenida João da Cruz, junto à praça de táxis, local B numa zona rural a 5 km da cidade e longe da estrada e local C a 12 km do centro da cidade.
- b) Definimos a metodologia de amostragem: mesma espécie de árvore, amostragem a 1 metro do solo e no lado do tronco voltado para sul;
- c) Fotografámos as árvores e recolhemos os exemplares;
- d) No laboratório identificámos os líquenes com auxílio de tabelas;
- e) Observámos os líquenes ao microscópio para distinguir os seres vivos envolvidos;
- f) Fotografámos as preparações microscópicas;
- g) Determinámos qual dos três locais teria maior índice de poluição atmosférica utilizando uma tabela de Nunes (2011) que relaciona a presença de várias espécies de líquenes com o teor em  $\text{SO}_2$  presente no ar.

## RESULTADOS

As figuras 2, 3 e 4 mostram imagens dos tipos de líquenes recolhidos nos três locais. No local A apenas havia os líquenes da figura 2 e nos locais B e C predominavam os líquenes das figuras dois e três.

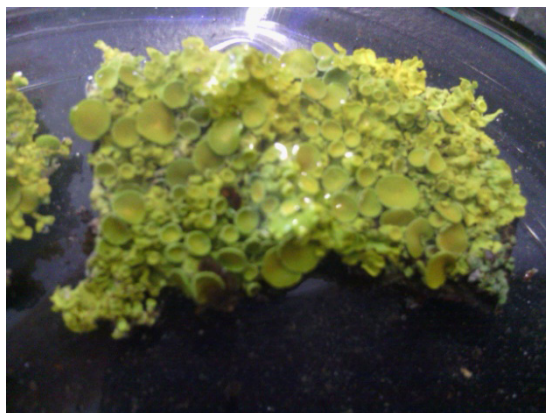


Figura 2 – *Xantoria* recolhida no local A

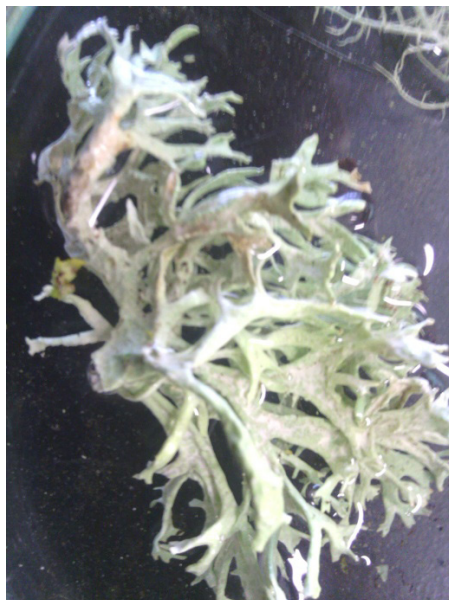


Figura 3 – *Ramalina* recolhida no local B



Figura 4- *Usnea* recolhida no local C

Após consultar a tabela incluída em Nunes (2011) chegámos à concentração de SO<sub>2</sub>, provável dos três locais como se mostra na tabela 1.

Local	Distância	Tipo de líquenes	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
A	Centro da cidade (Av. João da Cruz, perto da praça de táxis)	- Crustáceos ( <i>Xanthoria</i> )	60 a 125
B	5 km do centro da cidade	- Fruticulosos ( <i>Ramalina</i> ) - Foliáceos ( <i>Physcia</i> )	<40
C	12 km do centro da cidade	- Fruticulosos ( <i>Ramalina</i> e <i>Usnea</i> ) - Foliáceos ( <i>Cladonia</i> )	<40

Tabela 1- relação entre os líquenes encontrados e a concentração de SO<sub>2</sub> dos locais

## DISCUSSÃO

A ausência de *Ramalina* e *Usnea* no local A indica que o teor de SO<sub>2</sub> é superior a 60 µg/m<sup>3</sup> e a presença de *Xanthoria* indica que, no máximo, existem no local 125 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub>. O que significa que neste local o teor de SO<sub>2</sub> se situará entre 60 a 125 µg/m<sup>3</sup>. A presença de *Ramalina* e *Usnea* nos locais B e C mostra que os níveis de poluição são baixos <40 µg/m<sup>3</sup>.

Os nossos resultados podiam ser validados através de um confronto com medições do valor do SO<sub>2</sub> presente no ar dos três locais em estudo no momento em que a recolha foi feita. Essa avaliação do SO<sub>2</sub> por métodos químicos não foi feita por a escola não dispor do equipamento e porque daria apenas o valor pontual naquele instante enquanto a presença/ausência da espécie é consequência da exposição continuada a determinados valores do poluente em causa.

## CONCLUSÕES

Verificámos que em zonas de grande tráfego, em consequência da queima de combustíveis fósseis, nos gases libertados pelos escapes dos veículos existe SO<sub>2</sub>. Nestes locais encontram-se líquenes crustáceos e esporadicamente foliáceos. As zonas rurais, com menores índices de poluição atmosférica permitem a sobrevivência de líquenes crustáceos, foliáceos e fruticulosos. Os líquenes têm muitas vantagens em ser usados como complemento a monitorizações químicas tais como: a facilidade de utilização, o baixo custo, a obtenção rápida de resultados e o facto de permitir o acompanhamento da evolução da qualidade do ar num dado local, através da variação da variedade e da vitalidade das espécies líquénicas aí existentes. Um outro benefício, referido amiúde pelos investigadores, relativamente a este “método natural”, é não permitir apenas determinar a qualidade do ar (inferindo a quantidade de poluentes existentes num dado local), mas mostrar claramente os seus efeitos nos seres vivos (Nunes, 2011).

## RECOMENDAÇÕES

Constatámos que, para a mesma área, a distribuição dos líquenes não é independente da espécie da árvore onde se instalam. Em próximos trabalhos seria importante escolher uma área fora do centro urbano onde a variedade de líquenes é maior e estabelecer a relação entre a ocorrência de um tipo de líquen e a espécie a que pertence a árvore.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canseco, A.; Anze, R. & Franken M. (2006). Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del Aire en la ciudad de La Paz, Bolivia. Disponível em: <http://www.ucbcb.edu.bo/Publicaciones/revistas/actanova/documentos/v3n2/v3.n2.Canseco.pdf>
- \_\_\_\_\_. Líquenes da Marinha grande. Universidade do Porto. Disponível em [http://ptflora.up.pt/img/publicacoes/54/marinhagrande\\_liquenes.pdf](http://ptflora.up.pt/img/publicacoes/54/marinhagrande_liquenes.pdf)
- \_\_\_\_\_. Líquenes (guia de campo). Ciência viva. Disponível em [http://www.cienciaviva.pt/veraocv/2011/downloads/Indice\\_Polui%C3%A7%C3%A3O\\_Atmos\(1\).pdf](http://www.cienciaviva.pt/veraocv/2011/downloads/Indice_Polui%C3%A7%C3%A3O_Atmos(1).pdf)
- Nunes, J. (2011). Vigilantes do ambiente. *Super interessante*. 154. Disponível em [http://www.superinteressante.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=488:vigilantes-do-ambiente&catid=6:artigos&Itemid=80](http://www.superinteressante.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=488:vigilantes-do-ambiente&catid=6:artigos&Itemid=80)
- Silva, A.; Santos, E., Gramaxo, F., Mesquita, A., Baldaia, L., & Félix. (2008). *Terra Universo de Vida*. Porto: Porto Editora.
- Viana, H.; Correa, P.; Nory, R. & Vieira, S. (2010). Líquenes como Bioindicadores de Poluição. Disponível em <http://pt.scribd.com/simeiv/d/43779592-APA2-Liquenes-como-Bioindicadores-de-Poluica>

Anexos

Tabelas de classificação de líquenes (site da UP)

Crustáceos

Espécie	Cor do talo			Tipo de talo	
	Branco ou cinzento	Verde	Negro	Crustáceo típico	Pulverolento
<i>Aspicilia calcarea</i>	x			x	
<i>Dimerella lutea</i>		x		x	
<i>Diploicia canescens</i>	x			x	
<i>Graphis scripta</i>	x			x	
<i>Lepraria incana</i>	x	x			x
<i>Pertusaria amara</i>	x			x	
<i>Pertusaria pertusa</i>	x	x		x	
<i>Verrucaria nigra</i>			x	x	

Foliáceos

Espécie	Superfície superior				Superfície inferior		Talo		Presença de Rizinas		Estruturas reprodutoras		
	Amarelo ou Cor-de-laranja	Castanho	Cinzento	Verde	Castanha ou Preta	Branca a Castanho-claro ou amarelo	Mais ou menos uniforme	Com pontos brancos	Claras	Escuras	Apotécios	Isídios	Sorédios
<i>Xanthoria parietina</i>	x					x	x		x		x		
<i>Flavoparmelia caperata</i>				x	x		x						
<i>Parmotrema chinense</i>			x				x						
<i>Punctelia subrudecta</i>			x		x			x		x	x		x
<i>Evernia prunastri</i>				x		x	x				x		x
<i>Hypogymnia physodes</i>			x		x		x						x
<i>Physcia adscendens</i>			x			x	x				x		x
<i>Normandina pulchella</i>				x									

Fruticulosos

Espécie	Ramos com cordão central	Ramos circulares em secção transversal	Ramos achatados em secção transversal	Isídios e sorédios	Sorédios marginais
<i>Ramalina farinacea</i>			x		x
<i>Usnea subfloridana</i>	x	x		x	

90

Tabela de avaliação da qualidade do ar (Nunes, 2011)

Líquenes presentes sobre a casca das árvores	Quantidade de dióxido de enxofre (microgramas por metro cúbico)	Qualidade do ar
<i>Lecanora expallens</i>	125 a 150	Média
<i>Lecanora expallens</i> abundante, <i>Xanthoria parietina</i> não frutificada	70 a 125	Média
<i>Xanthoria parietina</i> abundante e geralmente frutificada, <i>Physciopsis adglutinata</i> e <i>Candelaria concolor</i>	60 a 70	Boa
<i>Physconia grisea</i> , <i>Physcia tenella</i> e <i>Hypocenomyce scalaris</i> , <i>Parmelia borrieri</i> rara	50 a 60	Boa
<i>Parmelia borrieri</i> abundante, <i>Pertusaria</i> e várias espécies associadas, <i>Ramalina sp.</i> , <i>Parmelia caperata</i> e <i>P. perlata</i> raras	40 a 50	Boa
Abundância de espécies de <i>Parmelia</i> ( <i>P. caperata</i> , <i>P. perlata</i> e <i>P. tiliaceae</i> ), além das anteriores (nas cidades), <i>Ramalina sp.</i> e várias espécies associadas	<40	Muito boa
<i>Usnea ceratina</i> , <i>Parmelia perlata</i> e <i>Anaptychia ciliaris</i> (fértil)	35	Muito boa
<i>Lobaria pulmonaria</i> , <i>Usnea florida</i> , <i>Ramalina fraxinea</i> , <i>Physcia leptalea</i> e <i>Dimerella sp.</i>	30	Muito boa
<i>Usnea articulata</i> e <i>Lobaria scrobiculata</i>	Sem SO2	Muito boa