

## BIOINDICADORES LIQUÉNICOS NA CIDADE DE VIGO (GALIZA)

por

N. FERREIRA RODRÍGUEZ\*

FERREIRA RODRÍGUEZ, N. 2011. Bioindicadores liquénicos na cidade de Vigo (Galiza). *Mykes* 14: 93-101.

### RESUMO

Realízase un estudo da distribución da flora liquénica na zona centro da cidade de Vigo para elaborar un mapa de contaminación por SO<sub>2</sub>. Utilízase a escala cualitativa, adaptada por CARBALLAL et GARCÍA (1988) para esta cidade do método europeo proposto por HAWKSWORTH et ROSE (1970). Realízase unha comparativa da evolución da contaminación dende o estudo realizado na cidade de Vigo por ditas autoras.

**Palabras clave:** bioindicadores, liques, Vigo.

FERREIRA RODRÍGUEZ, N. 2011. Lichens as bioindicators of air pollution in the city of Vigo (Galicia). *Mykes* 14: 93-101.

### SUMMARY

We studied the lichen flora in the center of Vigo to make a pollution map by SO<sub>2</sub>. The qualitative scale adapted by CARBALLAL et GARCÍA (1988) for this city based on the European method proposed by HAWKSWORTH et ROSE (1970) was used. Our study compares to the previous one made in Vigo by CARBALLAL et GARCÍA (1988).

**Key words:** bioindicators, lichens, Vigo.

## INTRODUCCIÓN

Cando nos referimos a bioindicadores falamos de organismos ou asociacións de organismos que responden á contaminación, con cambios nas funcións vitais ou con acumulación de ditos contaminantes (ARNDT et al., 1987) proporcionando deste xeito información sobre o medio no que se atopan.

---

\* Asociación Naturalista “Baixo Miño” (ANABAM), Apdo. 59.A Guarda. E-36780-Pontevedra. e-mail: [noefr\\_82@hotmail.com](mailto:noefr_82@hotmail.com)

Entre os organismos que englobamos como bioindicadores podemos atopar dende vertebrados e invertebrados indicativos da calidade da auga, vexetais que utilizamos como ferramenta na avaliación da calidade dos solos ou liques que nos dan unha información precisa acerca dos niveis de polución atmosférica local.

A eficacia dos liques como indicadores da contaminación atmosférica, especialmente fronte ao SO<sub>2</sub>, deriva da súa bioloxía, pois ao carecer de raíces e sistemas de condución, dependen para o seu metabolismo completamente da atmosfera e do substrato no que viven. Son organismos perennes e de gran lonxevidade, o que favorece a súa capacidade para acumular diversos contaminantes. As distintas especies teñen tamén distinto grao de tolerancia aos contaminantes, o que permite mediante o estudo das mesmas, valorar o nivel de contaminación (PINHO *et al.* 2004; CALATAYUD *et SANZ*, 2000).

Os contaminantes provocan nos liques efectos metabólicos e fisiolóxicos con alteración da fotosíntese e respiración, debido á degradación dos pigmentos fotosintéticos; alteracións morfolóxicas e anatómicas, con aparición de manchas e fisuras no talo; dexeneración dos orgánulos celulares do talo na parte algal, plasmólise, diminución, degradación e desprendemento do talo, presentando alteracións no crecemento e na reprodución; efectos sobre as comunidades coa desaparición de especies sensibles, con substitución destas por especies tolerantes e, en xeral, empobrecemento da flora liquénica (CALATAYUD *et SANZ*, 2000; TERRÓN ALFONSO, 1988).

SERNANDER (1926) realizou o primeiro estudo de liques como bioindicadores coa elaboración de mapas en base ás especies presentes. Un paso máis no estudo de bioindicadores liquénicos dérono, en Gran Bretaña, HAWKSWORTH *et ROSE* (1970), desenvolvendo unha escala semicuantitativa relacionando a presenza ou ausencia dunhas 50 especies de liques epífitos coas concentracións medias invernales de SO<sub>2</sub> na atmosfera, diferenciando 10 zonas en canto a calidade do aire (CALATAYUD *et SANZ*, 2000). Esta escala resultou efectiva para a monitorización do SO<sub>2</sub> en Gran Bretaña, pero pode ser diferente para outros territorios por factores climáticos ou corolóxicos, polo tanto, para o presente traballo, utilizouse a escala adaptada por CARBALLAL *et GARCÍA* (1988) para o núcleo urbano de Vigo. Ademais deste método,

outro tipo de aproximación é o uso de índices cuantitativos, sendo o máis utilizado o Índice de Pureza Atmosférica (IPA) de LEBLANC et DE SLOOVER (1970).

## **METODOLOXÍA**

A cidade de Vigo situada na parte occidental da provincia de Pontevedra, ao suroeste de Galiza, esténdese polo Sur da ría do mesmo nome. É o segundo núcleo máis poboado de Galiza con 207.500 habitantes censados no núcleo urbano no ano 2009 (I.N.E., *comunicación persoal*), aínda que, probablemente, o número sexa moito maior.

As características climáticas da cidade sitúana nun clima oceánico con influencias mediterráneas, onde os invernos son suaves e chuviosos e o tempo de verán cálido, outorgándolle un microclima característico.

Cidade aberta ao mar, co monte do Castro e da Guía que lle confiren a urbe unha orografía accidentada. Sobre Vigo actúan ventos locais que inflúen e contribúen á dispersión de contaminantes, principalmente brisas do mar (día) e de terra (noite), resultado do diferente quecemento e arrefriamento que experimentan. Ademais, sobre a superficie urbana, debido a súa rugosidade e estrutura térmica, o calor mantense durante a noite creando as chamadas “illas de calor”, que provoca unha circulación interior das masas de aire acentuando o acumulo de contaminantes (BUENO *et al.*, 1997).

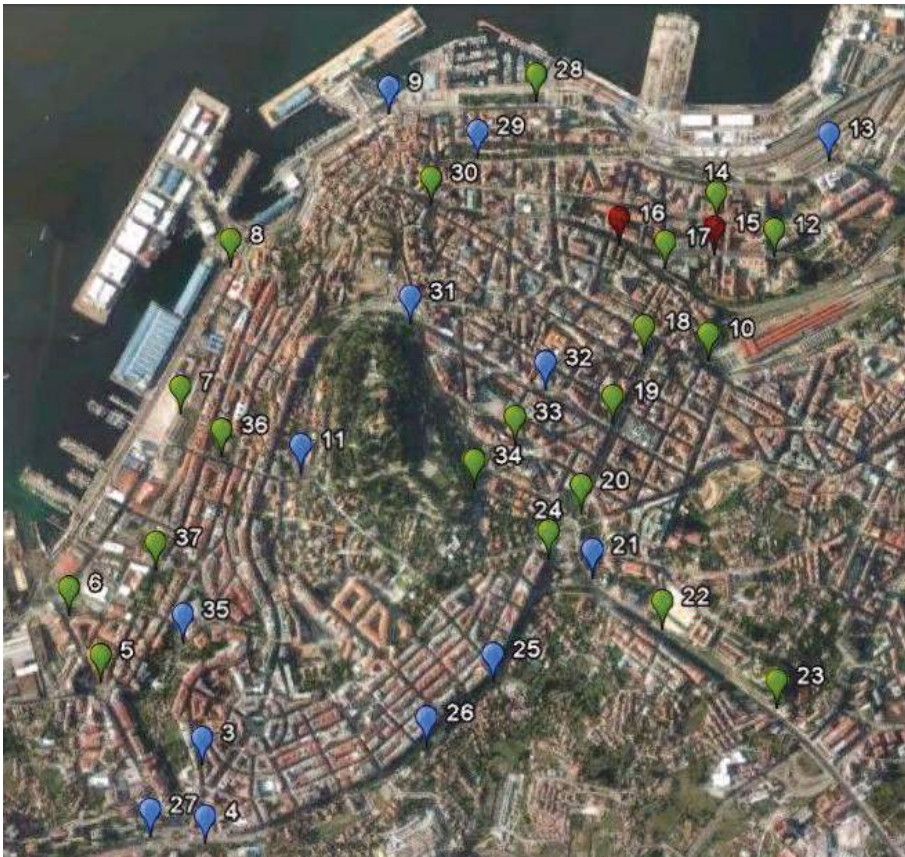
No anterior estudo realizado por CARBALLAL et GARCÍA (1988) utilizáronse os datos obtidos de cinco medidores físico-químicos de seguimento manual para determinar os niveis de emisión de SO<sub>2</sub> a atmosfera, situados na zona máis céntrica da cidade e que soporta unha maior densidade de tráfico rodado. Tomouse unha media dos valores para os seis meses de inverno para os datos de seis anos (1978-1983).

Na actualidade, tan só existe na cidade un destes detectores situado na Avenida de Castelao, zona excluída do actual estudo por situarse nos barrios periféricos da cidade que, a excepción dos meses de verán, non soporta altas densidades de tráfico rodado.

As mostraxes foron realizadas entre os meses de outubro e decembro de 2010 no centro urbano da cidade de Vigo (Mapa 1),

abarcando unha superficie aproximada de 475 hectáreas do casco urbano, e na Cidade Universitaria da mesma urbe, situada a 10 km do centro urbano, a unha altura sobre o nivel do mar de 462 metros, estando así lonxe da polución ambiental urbana, por isto foi utilizada como área de control das diferentes especies liquénicas presentes.

Os núcleos industriais atópanse lonxe do casco urbano, co que, para o presente estudo, percorréronse as principais arterias da cidade por onde discorre a maior parte do tráfico rodado, establecendo unha rede de 37 áreas de mostraxe por distribución aleatoria simple. As mostraxes realizáronse sempre sobre árbores adultos e/ou pedras de edificacións, onde non había presenza de árbores, ou estas non eran indicativas da



**Mapa I:** Situación dos puntos de mostraxe no casco urbano de Vigo. O código colorimétrico de cada punto correspóndese co amosado na Táboa I para cada nivel de contaminación e especies de liques presentes en cada caso (Imaxe Google Earth).

flora líquénica pola porte ou as características da súa codia, caso de *Platanus hispanica*, por ter unha codia que se desprende facilmente de forma periódica, ou *Camellia* sp., cunha codia de carácter ácido e antifúngico. No caso de que o punto de mostraxe fose realizado sobre pedras ou outro material semellante, tivéronse en conta as preferencias do lique polo substrato e a súa bioloxía, procesando os datos obtidos de maneira orientativa.

En cada unha das áreas de mostraxe, tomáronse dúas ou tres árbores dentro dunha distancia de 10 metros aproximadamente, identificando as diferentes especies presentes nunha altura comprendida entre 0,5 e 2 metros, dentro da escala cualitativa de especies adaptada por CARBALLAL et GARCÍA (1988) (Táboa I).

Durante o proceso de identificación utilizáronse as obras dos seguintes autores CALATAYUD et SANZ (2000) e PÉREZ et al. (2003). Conservando rexistro fotográfico aínda que non herbario.

Cos datos obtidos e aplicados á escala cualitativa adaptada para Galiza, trazáronse curvas de isocontaminación tomando como referencia as curvas de nivel e as principais estradas da cidade por onde descorre a maior parte do tráfico rodado. O mapa resultante divide a cidade en catro tipos de zonas atendendo aos niveis de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), seguindo o modelo realizado por CARBALLAL et GARCÍA (1988), e que nos vai permitir realizar a comparación respecto á evolución de contaminantes na urbe.

## **RESULTADOS e DISCUSIÓN**

Tanto a escala cualitativa desenvolvida por HAWKSWORTH et ROSE (1970), como a proposta para Galiza por CARBALLAL et GARCÍA (1988), baséanse para a clasificación das diferentes zonas na identificación de 38 especies de liques. Para o presente traballo escolléronse as representadas máis frecuentemente para cada nivel (resaltadas na Táboa I), e que logo das mostraxes, atopáronse en cada un dos niveis.

Para a análise dos resultados finais, deseñáronse diferentes zonas que resultan da aplicación da escala cualitativa para a cidade, e realízase así o mapa coas curvas de isocontaminación.

Zona	Especie	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
0-3	Candelariella vitelina e Buellia punctata.	máis de 70
4	Comezan a aparecer Opegrapha herbarum e Xanthoria parietina	Aprox. 70
5	X. parietina e O. herbarum ben desenvolvidas; comezan a aparecer Lecanora chlarotera, L. gr. dispersa, Phaeophyscia orbicularis e Physcia adscendens	Aprox. 60
6	L. chlarotera abundante; aparecen máis especies do xénero Opegrapha (O. atra, O. vulgata); son frecuentes Chrysotrix candelaris, Physciopsis adglutinata e Physcia tenella; comezan a aparecer Arthopyrenia antecellans e Parmelia borrei.	Aprox. 50
7	Parmelia borrei, P. caperata e P. soledians aparecen ben desenvolvidas; preséntanse novas especies deste xénero (P. meridionalis, P. revoluta e P. subaurifera) aínda que o número de individuos é escaso; poden aparecer ocasionalmente exemplares de P. perlata; Physcia aipolia, P. clementei e P. stellaris, Fuscidea lighfootii, Lecidella elaeochroma e Rinodina roboris preséntanse por primeira vez; Arthopyrenia antecellans abundante.	Aprox. 40
8	P. perlata aparece ben desenvolvida; en xeral, maior desenvolvemento das especies deste xénero (presenza de P. sulcata); Arthonia radiata e Dimerella diluta preséntanse por primeira vez.	Aprox. 35
9-10	Normandina pulchella, Phaeographis dendritica, especies do xénero Graphis, Enterographa crassa; aparición de especies fructiculosas (Evernia prunastri, Usnea subfloridana, Ramalina farinacea, R. fastigiata, etc.).	Menos de 35

**Táboa I:** Escala cualitativa proposta para Galiza, adaptada por CARBALLAL et GARCÍA (1988). As cores que a ilustran correspóndense coas diferentes zonas de isocontaminación representadas no Mapa 2.

Zonas 0-4: niveis de contaminación iguais ou maiores de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Zonas 5-6: niveis de contaminación entre 50 y  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Zona 7: niveis de contaminación de aproximadamente  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Zonas 8-10: niveis de contaminación menores a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Mapa 2:** Mapa de zonas de contaminación no centro urbano de Vigo. En vermello niveis de contaminación iguais ou maiores de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en amarelo niveis de contaminación entre 50 e  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en azul niveis de contaminación de aproximadamente  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e en verde niveis de contaminación menores a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Imaxe Google Earth).

O mapa de contaminación para a cidade de Vigo (Mapa 2), mostra a zonación da cidade segundo os niveis de contaminación por SO<sub>2</sub>.

A clasificación das diferentes estacións de mostraxe do Mapa 1, baseada nas especies liquénicas presentes, atopámola na Táboa 1, co correspondente código de cores, que se utilizaron para realizar o mapa de contaminación da cidade.

Comparando o presente estudo co realizado por CARBALLAL et GARCÍA (1988), obsérvase unha clara diminución dos valores máximos de contaminación en zonas como Praza América, que pasaron dende niveis superiores aos 70 µg/m<sup>3</sup> a situarse por debaixo dos 60 µg/m<sup>3</sup>, así unha redución da área de contaminación máxima no contorno da rúa García Barbón, aínda que os niveis nesta zona seguen sendo moi elevados. O resto do centro urbano da cidade, salvo zonas puntuais e as de maior tránsito, teñen uns niveis de contaminación por SO<sub>2</sub> de aproximadamente 40 µg/m<sup>3</sup>.

As causas desta redución da contaminación, e en definitiva, unha mellora nas condicións ambientais, poderían deberse á nova ordenación do tráfico na cidade, que desvía a maior parte do mesmo pola estrada de circunvalación, desconxestionando as zonas de maior tránsito (caso de Praza América).

Por outra banda, o uso do transporte público, a eficiencia enerxética dos automóviles actuais respecto aos de 20 anos atrás, os sistemas de catalizador e a gasolina sen chumbo, reducen as emisións contaminantes dos mesmos, principal fonte de SO<sub>2</sub> no casco urbano; agora ben, o aumento no número de vehículos na cidade podería compensar negativamente a eficiencia enerxética e a redución de emisións.

## **AGRADECEMENTOS**

O meu agradecemento ao Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo da Universidade de Vigo, especialmente á prof. Marisa Castro pola súa paciencia, así como ao Laboratorio de Teledetección e SIG.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- ARNDT, U., NOBEL, W. et SCHWEIZER, B. 1987. *Bioindikatoren. Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse*. Ulmer Verlag. Stuttgart.
- BUENO, J.L., SASTRE, H. et LAVIN, A.G. 1997. *Contaminación e ingeniería ambiental. II. Contaminación atmosférica*. F.I.C.Y.T. Oviedo.
- CARBALLAL DURÁN, M.R. et GARCÍA MORALES, A. 1988. Líquenes epifitos como indicadores de la contaminación atmosférica, II. Utilización de una escala cualitativa en la ciudad de Vigo (España). *Lazaroa* 10: 243-251. [1987]
- CALATAYUD LORENTE, V. et SANZ SÁNCHEZ, M.J. 2000. *Guía de líquenes epifitos*. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- HAWKSWORTH, D.L. et ROSE, F. 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature* 227: 145-148.
- LEBLANC, L. et DE SLOOVER, J. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canad. J. Bot.* 48(7): 1485-1496.
- PÉREZ VARCÁLCEL, C., LÓPEZ PRADO, M.C. et LÓPEZ DE SILANES VÁZQUEZ, M.E. 2003. *Guía dos líquenes de Galicia*. Baía Edicións. A Coruña.
- PINHO, P., AUGUSTO, S., BRANQUINHO, C., BIO, A., PEREIRA, M.J., SOARES, A. et CATARINO, F. 2004. Mapping lichen diversity as a first step for air quality assessment. *J. Atmos. Chem.* 49(1-3): 377-389.
- SERNANDER, R. 1926 *Stockholms natur*. Almqvist & Wiksell. Stockholm
- TERRÓN ALFONSO, A. 1988. *Empleo de bioindicadores líquénicos para valorar la contaminación atmosférica en Ponferrada (León)*. Institución Fray Bernardino de Sahagún. Diputación Provincial de León.