

# ¿Bens Culturais autolimpantes? Nanopartículas de TiO<sub>2</sub> en consolidación de granito

Daniel Noya Pintos, danielnoyapintos@gmail.com, 24 de Maio de 2019

- Determinar a mellor concentración de TiO<sub>2</sub> para a autolimpeza fotocatalítica contra a contaminación diésel, co menor cambio de cor orixinal.
  - Avaliar a capacidade biocida do TiO<sub>2</sub> e as concentracións óptimas.
  - Aportar á Conservación-Restauración unha solución eficaz de cara ao mantemento e preservación dos Bens Culturais en granito.
  - Diffundir a Conservación-Restauración como ciencia investigadora.
- Valorar, na autolimpeza, a influencia da radiación UV (UV-A e UV-B) e o medio consolidante empregado.



Figura 1. Cruceiro escurecido por contaminación.



Figura 2. Pátina algal por filtración de auga nunha capela.

## 1.- PREPARACIÓN

Tras obter mostras de granito Rodas mediuse a cor das superficies (cor orixinal) con espectrofotometría. A continuación aplicáronse os produtos por impregnación, Estel 1000 e Nanoestel puros, e aditivados con TiO<sub>2</sub>. Síglido:

**F:** mostras do estudo de fotocatálise contra o pó diésel; **A:** luz UV-A. **B:** luz UV-B.  
**I:** mostras para o estudo de inhibición biológica; -1, -2 e -3 son tres probetas de igual condición.  
**E:** Estel 1000; **N:** Nanoestel. **0,5, 1 e 3:** % de TiO<sub>2</sub>

Muestras de control	ESTEL			NANOESTEL						
	Fotocatálisis UVIGO	Inhibición biológica USC	Fotocatálisis UVIGO	Inhibición biológica USC						
FA	FB	I1	I2	I3						
FE-A	FE-B	IE-1	IE-2	IE-3	FN-A	FN-B				
FE0,5	FE0,5	IE0,5-1	IE0,5-2	IE0,5-3	FN0,5	FN0,5				
+ TiO <sub>2</sub> 0,5%	+ TiO <sub>2</sub> 1%	-A	-B	-C	-A	-B				
+ TiO <sub>2</sub> 1%	FE1-A	FE1-B	IE1-1	IE1-2	IE1-3	FN1-A	FN1-B	IN1-1	IN1-2	IN1-3
+ TiO <sub>2</sub> 3%	FE3-A	FE3-B	IE3-1	IE3-2	IE3-3	FN3-A	FN3-B	IN3-1	IN3-2	IN3-3

Figura 3. Táboa co síglido das mostras.



Figura 4. Produtos: TiO<sub>2</sub>, Estel 1000 e Nanoestel.



Figura 5. Consolidación das mostras

## 2.- INFLUENCIA DO TiO<sub>2</sub> NA COR ORIXINAL

En primeiro lugar estudouse a influencia do TiO<sub>2</sub> na modificación da cor orixinal do granito, mediante a espectrofotometría de cor e a toma de micrografías co estereomicroscopio.

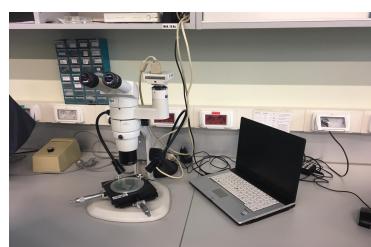


Figura 6. Estereomicroscopía.



Figura 10. Espectrofotometría da cor.

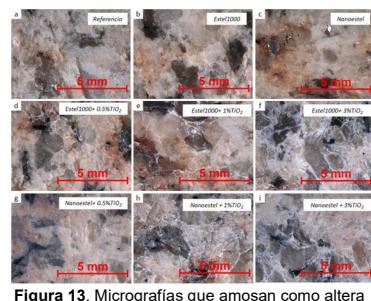


Figura 13. Micrografías que amosan como altera a cor o TiO<sub>2</sub>.

## 3.- AVALIACIÓN DA AUTOLIMPEZA

No segundo estudo, tras aplicar pó diésel nas superficies das mostras tratadas, estas introducíronse en cámaras de UV-A e UV-B. Realizouse un monitoreo durante 75 días con fotografía dixital, estereomicroscopía e espectrofotometría da cor. Por último as superficies foron analizadas con Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS).



Figura 7. Cámaras de UV-A e UV-B.

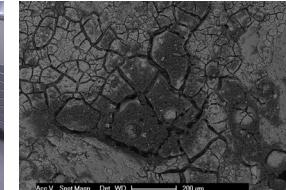


Figura 8. Imaxe ao SEM que amosa a descomposición do contaminante.

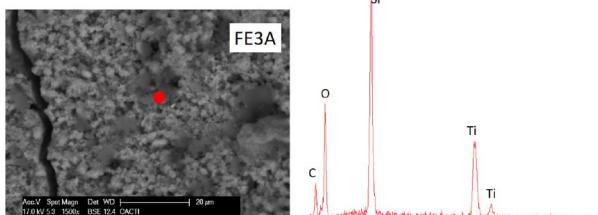


Figura 11. Espectro EDS que amosa a presencia de TiO<sub>2</sub>.

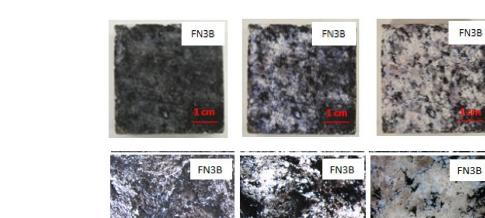


Figura 14. Fotografías dixitais (arriba) e micrografías (abaixo) da mostra FN3B (Nanoestel + 3% TiO<sub>2</sub>). UV-B. Evolución durante os 75 días; ao final do experimento conseguiu autolimparse por completo.

## 4.- AVALIACIÓN DA INHIBICIÓN BIOLÓXICA

Para o terceiro estudo inoculouse nas mostras un cultivo de algas e cianobacterias ao 50%. Realizouse un seguimento durante 75 días con fotografía dixital, espectrofotometría e phytoPAM. Por último efectuouse estereomicroscopía e mediación de pigmentos orgánicos.



Figura 9. Inoculación con pipeta biológica.

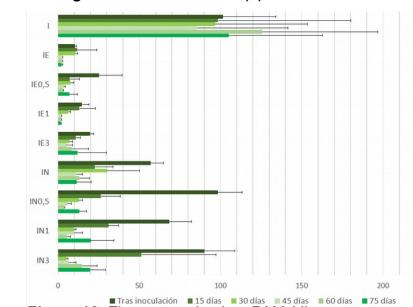


Figura 12. Fluorescencia phytoPAM (directamente proporcional á cantidade de microorganismos presentes).

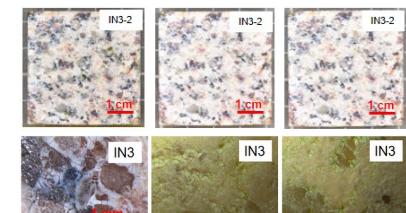


Figura 15. Fotografía dixital (arriba) e micrografías (abaixo) da mostra IN3 (Nanoestel + 3% TiO<sub>2</sub>). Logrou inhibir o biofilm, pero aos 45 días este comezou a crecer de novo polas gretas do consolidante.

- Os resultados confirman que o TiO<sub>2</sub> consegue a autolimpeza da pedra. A mellor concentración foi 3%, pero provoca cambios de cor por encima do permitido en Patrimonio Cultural ( $\Delta E^* ab < 5$ ). Os consolidantes con 0,5% de TiO<sub>2</sub> non sobrepasan tales niveis, sendo admisibles na práctica. A radiación UV-B foi a máis eficaz, así como o Nanoestel (menor agretamento: menor anclaxe da suciedad e maior área de TiO<sub>2</sub>).
- Cos resultados obtidos, a investigación aporta aos profesionais da Conservación-Restauración unha solución rentable para o auto-mantenemento dos Bens Culturais en granito.

- O TiO<sub>2</sub> exerce un efecto biocida independentemente da concentración, en base á técnica phytoPAM. Resulta más eficaz coas cianobacterias. Porén, isto todavía mantén incógnitas, xa que o biofilm conseguiu volver a crecer nas gretas do consolidante.
- A investigación será publicada como artigo científico nunha revista de prestixio internacional sobre Patrimonio Cultural, difundindo así á Conservación-Restauración como ciencia investigadora.

