

Memoria
do proxecto de investigación

Avaliando e conservando *a street art* da túa contorna

Autor:

Víctor Castro Vilán

Titor na universidade:

Santiago Pozo Antonio

Titor no IES:

Manuel Angel Iglesias Otero

Memoria do proxecto

Táboa de contidos

1.	Introdución	3
1.1.	<i>Street Art</i> : concepto	3
1.2.	O noso proxecto	4
1.3.	Planificación temporal	5
2.	Casos de estudo	6
3.	Ensaio de envellecemento acelerado por exposición a UV-A	9
4.	Resultados	13
4.1.	Deterioro dos murais reais	13
4.2.	Ensaio de envellecemento acelerado por exposición a UV-A.....	19
4.2.1.	Aspecto. Fotografía dixital.....	19
4.2.2.	Aspecto. Estereomicroscopía	23
4.2.3.	Espectrofotometría.....	24
5.	Conclusións.....	26

1.Introdución

1.1. *Street Art*: concepto

O concepto de *street art* fai referencia ás diversas formas de arte presentes na rúa tales como murais, esculturas, mosaicos etc. realizadas con diferentes materias, como, no caso do muralismo contemporáneo, pinturas de brocha, pinturas aerosol, rotuladores etc. O que teñen en común estas creacións é que se realizan en espazos públicos.

A conciencia sobre a protección da arte urbana foi aumentando progresivamente nos últimos anos e, como resultado, a forma na que percibimos a arte urbana está a cambiar. Este tipo de arte xurdiu orixinalmente como unha forma de expresión reivindicativa, tiña certo carácter político e de crítica social e estaba moi presente nos distintos espazos urbanos. Moitos artistas pertencentes a esta corrente saíron do anonimato e cada vez colaboran máis coas administracións municipais e as institucións para decorar os espazos urbanos no marco de diferentes festivais e programas, como son Vigo Cidade da Cor, Rexenerafest, Desordes Creativas etc. Nestas iniciativas os e as artistas reciben unha remuneración polo traballo realizado. Aínda que a arte da rúa conserva algunhas características orixinarias, moitas das súas tendencias fóronse divorciando do aspecto político e utilízase como unha forma de arte máis para expresar diversos tipos de emocións e mensaxes, non necesariamente de protesta. Exemplos de muralismo contemporáneo están presentes na Figura 1.

Este muralismo contemporáneo adquiriu na última década un carácter identitario e polo tanto, están a aparecer técnicas e produtos destinados a conseguir a ralentización do deterioro destes murais, xa que a súa exposición á intemperie convérteos nunha vítima moi sensible á alteración. Deste xeito, é habitual atopar perdas de cor, cambios cromáticas, colonización biolóxica, aparición de fisuras e gretas etc. nestas superficies decoradas aos poucos anos da súa realización.



Figura 1: Murais en Galiza. A: Julio Cesar. Autor--> Diego As (Lugo, 2021)// B: The Whisper. Autora--> Lula Goce (Vigo, 2020)//C: "Sin titulo". Autor--> Mon Devame (Vigo, 2018)//D: "Sin titulo". Autor--> Lula Goce (Vigo, 2018).

1.2. O noso proxecto

Este proxecto interdisciplinar, no marco da actividade STEAMBach no Instituto de Ensino Secundario Valadares (Vigo), leveino a cabo de maneira individual sendo parte da modalidade de bacharelato de Artes Plásticas, baixo a dirección de Santiago Pozo, profesor da Escola de Enxeñería de Minas e Enerxía da Universidade de Vigo e coa colaboración de Manuel Ángel Iglesias, profesor do IES Valadares. As diferentes disciplinas presentes no proxecto (ciencias, tecnoloxía e arte) fixeron que o traballo se puidera enriquecer dos coñecementos achegados polos titores como do meu propio, como estudante do bacharelato de Artes Plásticas. O obxectivo deste proxecto foi dobre:

- Por un lado, a análise dos distintos tipos de deterioro nos murais seleccionados e a identificación dos axentes de alteración causantes das mesmas.

- Por outro lado, a avaliación da eficacia de dous protectores fronte a radiación UV-A (lonxitude de onda 315-399 nm), que é das tres radiacións ultravioletas a que non é absorbida pola capa de ozono.

1.3. Planificación temporal

O esquema temporal seguido foi:

- Outubro-décembro 2022: selección de murais reais para realizar a avaliación das formas de deterioro e, deste xeito, identificar os axentes de alteración que ocasionan ditas formas.
- Xaneiro-abril 2023: recollida de mostras dos murais para a súa análise no laboratorio do grupo GESSMin (Xestión Segura e Sostible dos Recursos Minerais) no CINTECX (Centro de Investigación en Tecnoloxías, Enerxía e Procesos Industriais) da Universidade de Vigo.
- Xaneiro-abril 2023: preparación de mostras no laboratorio do grupo GESSMin para realizar as probas de envellecemento acelerado por radiación UV-A.
- Outubro 2023-marzo 2024: interpretación de resultados e redacción da memoria final.

2. Casos de estudo

Para poder seleccionar o mural que servise como caso de estudo, visitáronse varios murais vigueses (Figura 2) que mostran casos de deterioro facilmente recoñecibles á primeira vista.

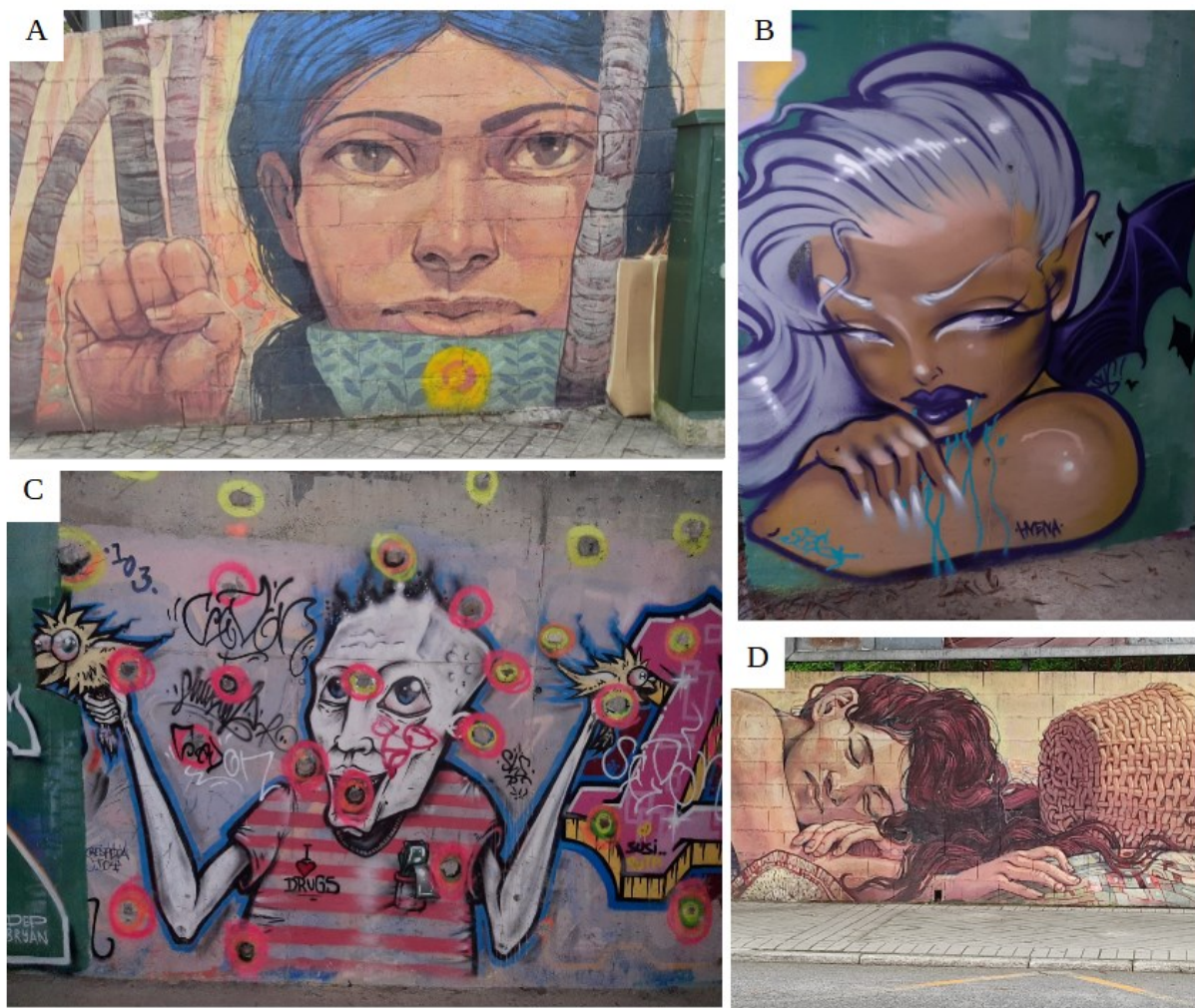


Figura 2: Murais visitados en Vigo. A: Mural Plaza España → Autores: Cestola na Cachola // B: Graffiti túnel San Andrés de Comesaña → Autor descoñecido // C: Graffiti túnel San Andrés de Comesaña → Autor descoñecido // D: Mural Plaza España → Autores: Cestola na Cachola

Tras o primeiro estudo dos murais visitados, seleccionáronse os murais de dúas localizacións na cidade de Vigo (Figura 3): 1) un mural dun autor descoñecido no túnel de San Andrés de Comesaña, que foi identificado como *Bart* (por asemellarse ao protagonista de debuxos animados) e 2) un mural en Praza de España dos artistas coñecidos Cestola na Cachola (<https://cestola.org/web/gl/>), identificado como *Cachola*.

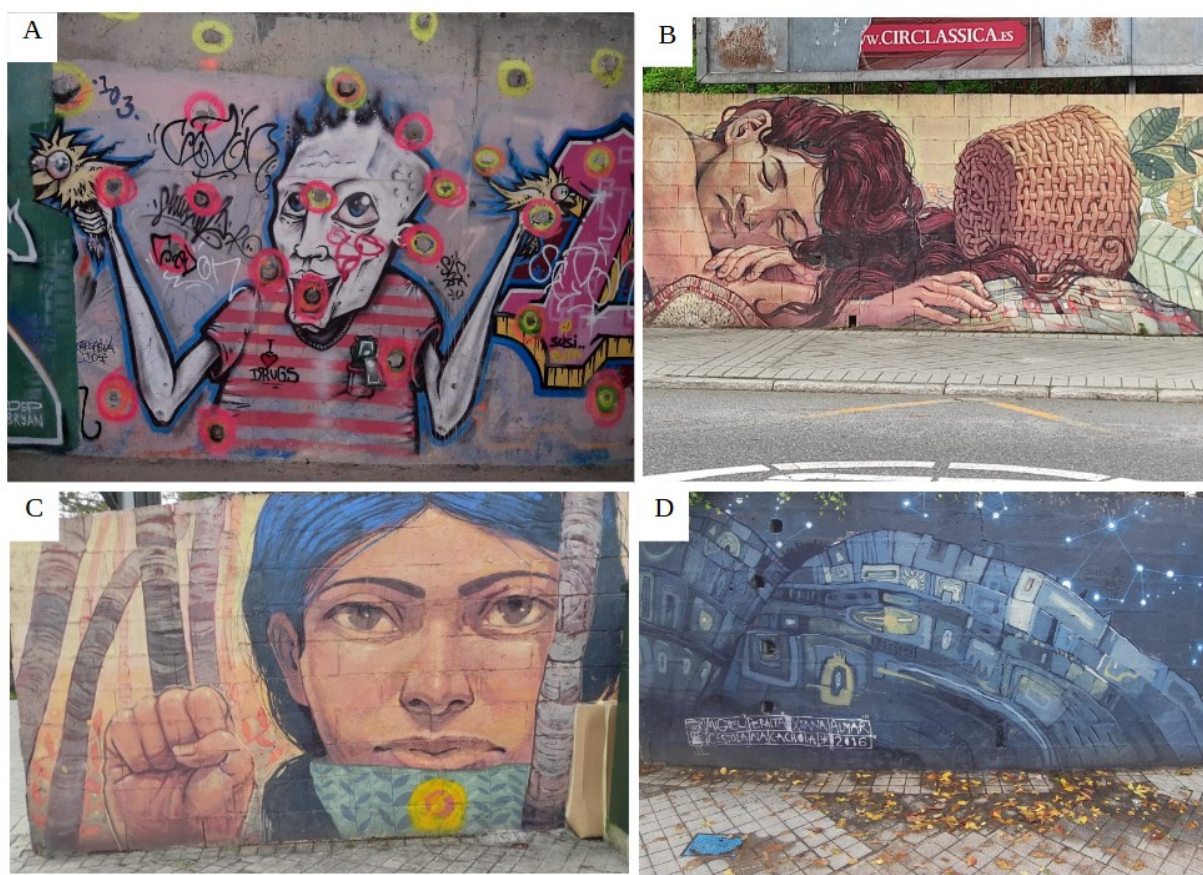


Figura 3: Murais seleccionados. A: Graffiti San Andres, Autor → Sedon // B-D: Mural praza España, Autor→Cestola na Cachola.

Unha vez seleccionados os murais, realizáronse mapas de danos para cada un dos murais. Deste xeito identificáronse cales foron as formas de alteración comúns. Unha vez feito isto, recolléronse mostras que se levaron á Escola de Enxeñería de Minas e Enerxía para a súa posterior investigación.

En primeiro lugar, mediante microscopía óptica ou estereomicroscopía caracterizáronse as superficies das mostras.

A continuación, visualizáronse as superficies con microscopía electrónica de varrido (SEM) que consta dun feixe de electróns xerado baixo condicións de baleiro, sometido a unha voltaxe de aceleración de 200V a 30 kV que se fai incidir sobre unha mostra. Ao interaccionar os electróns coa mostra, prodúcese a emisión de electróns secundarios (xerados a partir da propia mostra) o retrodispersados (procedentes do propio

feixe) que permiten obter información morfolóxica e composicional de dita mostra. Na configuración habitual, SEM está dotado dun detector de electróns secundarios (SE) empregados na obtención de imaxes topográficas e de electróns retrodispersados (BSE), empregados para a obtención de imaxes de contraste composicional. Neste tipo de imaxes, as diferentes fases presentes aparecen con distintas tonalidades de grises e achegan información sobre o número atómico dos elementos que conforman a mostra. Estas fases serán especialmente útiles para caracterizar a superficie das mostras e os seus cortes estratigráficos. Neste proxecto traballouse cun equipo Quanta FEI 200 con sonda de dispersión de enerxía acoplada (EDS). As condicións óptimas de traballo conseguíronse cun potencial de 15–20 keV, unha distancia de traballo de a 9–11 mm e unha corrente de ~60 mA.

A continuación, outras mostras foron impregnadas cunha resina. Despois da solidificación da resina, os pequenos cilindros resultantes cortáronse coa axuda dunha serra mecánica para, posteriormente, ser pulidos con lixas e pasta de diamante e dar lugar a probetas pulidas. Estas observáronse coa lupa e co microscopio electrónico de varrido.

3. Ensaio de envellecemento acelerado por exposición a UV-A

Para poder comezar co ensaio e poñer a proba os distintos protectores seleccionados, o primeiro paso foi seleccionar o soporte para aplicar as pinturas. Neste caso seleccionouse o formigón, que é un dos materiais máis común no cal se realiza o muralismo contemporáneo galego.

No caso das pinturas, seleccionáronse tres cores: dourado, laranxa e azul, por ser unhas das cores máis frecuentes en murais da marca Montana Colors (tres aerosois da dereita na Figura 4):

- Aerosol de pintura grafiti Dourado Metal Gold.
- Aerosol de pintura grafiti Laranxa RV-2004.
- Aerosol de pintura grafiti Azul RV-245.

Tras a aplicación dos grafiti, realizouse a administración de dous protectores (dous recipientes da esquerda na Figura 4) nas distintas mostras. Despois, deixáronse secar durante 2 semanas baixo condicións de laboratorio ($15\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $50\pm 10\%$ Humidade Relativa). Concretamente empregáronse os seguintes protectores:

- Laca acrílica multisuperficie subministrado por MONTANA COLORS S.L. (<https://www.montanacolors.com/>). É un revestimento acrílico baseado en auga. A partir de agora identificarémolo como P1.
- Barniz de acabado sedoso ACPU (código 50.201) de H. Schmincke & Co. GmbH & Co. KG (<https://www.schmincke.de/en.html>). É un revestimento acrílico-poliuretano baseado en auga. A partir de agora identificarémolo como P2.

Unha das mostras quedou sen protector, para así poder facer unha mellor comparación (empregouse como referencia). O procedemento de aplicación dos protectores preséntase na Figura 5.



Figura 4: Materiais empregados na experiencia. A: Protector P1 e P2 e as pinturas Montana Colors empregadas, dourada, laranxa e azul.

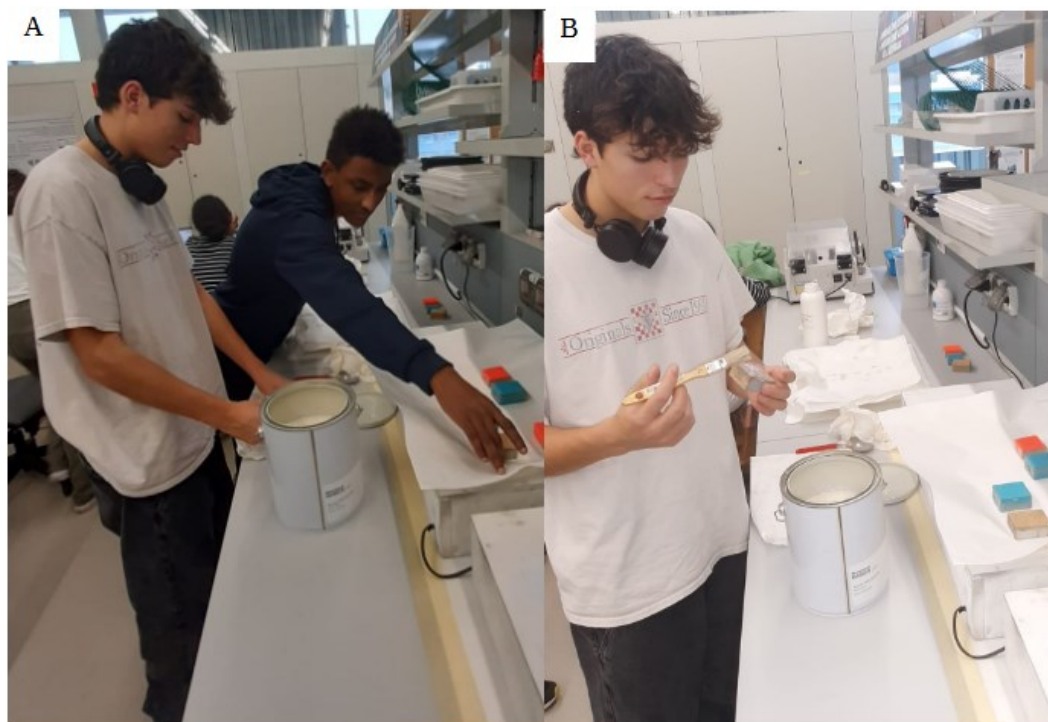


Figura 5: Preparación de mostras. A: Colocación das mostras en cámaras de radiación UV-A. // B: Aplicación de protectores sobre mostras pintadas.

Tras deixar as mostras secar durante dúas semanas baixo condicións de laboratorio ($15\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $50\pm 10\%$ Humidade Relativa) foron sometidas a un ensaio de envellecemento acelerado baixo radiación UV-A. As mostras introducíronse nunha caixa illada con lámpadas de radiación UV-A no laboratorio do grupo GESSMin.

Para avaliar os cambios cromático empregouse a espectrofotometría da cor. As medidas realizáronse nos espazos CIEL*a*b* e CIEL*C*h (CIE S014-4/E:2007). Esta caracterización realizouse empregando un espectrofotómetro Minolta CM-700D equipado con un software CM-5100 W SpectraMagic NX. No espacio CIEL*a*b*, a luminosidade (L^*) toma valores dende 0 (negro) a 100 (branco). A coordenada a^* representa cores situados no eixo vermello-verde con valores positivos para o vermello e negativos para o verde e a coordenada b^* , cores no eixo azul-amarelo, con valores positivos para o amarelo e negativos para o azul. No espazo CIEL*C*h, L^* coincide co indicado para o espazo CIEL*a*b*, o croma (C^*_{ab}) indica a saturación da cor e o matiz (h) indica o ton da coloración (azul, verde, amarelo e vermello). A cor mediuse antes de aplicar os protectores, despois da súa aplicación para coñecer o impacto dos protectores na cor e despois de someter as mostras ao ensaio de envellecemento acelerado durante 2 meses. Considerando a cor inicial das mostras determináronse as variacións colorimétricas:

$$\Delta L^* = L_e - L_r$$

$$\Delta a^* = a_e - a_r$$

$$\Delta b^* = b_e - b_r$$

$$\Delta C^*_{ab} = C^*_{ab,e} - C^*_{ab,r}$$

$$\Delta H^* = H^*_{ab,e} - H^*_{ab,r}$$

sendo $_r$ os datos correspondentes as mostras iniciais (antes de aplicar os protectores e antes de comezar o ensaio de envellecemento) e $_e$ os datos correspondentes ás mostras trala aplicación dos protectores ou tralo ensaio de envellecemento.

Estas variacións permitiron calcular o cambio global da cor:

$$\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

Considerando Moczrycki y Tatol (2011) un ΔE^*_{ab} cun valor maior de 3,5 unidades CIELAB corresponde con un cambio de cor apreciable polo ollo dun observador sen experiencia.

4.Resultados

4.1. Deterioro dos murais reais

Os distintos tipos de deterioro atopados nos murais foron moi variados dependendo da súa localización. No caso do mural *Bart*, atopáronse, tal e como se reflicte na Figura 6:

- **Depósitos esbrancuxados:** é unha alteración cromática de cor branca. Consiste no cambio nalgún dos tres parámetros da cor: ton, luminosidade ou croma.
- **Pinturas vandálicas:** considérase vandalismo calquera engadido (graffiti, gravados, adhesivos etc.) que non sexa orixinal do autor.
- **Colapso:** consiste na aparición de gretas, que, nos casos máis graves, pode fragmentar a capa de pintura e provocar consecuentemente a perda de superficie pictórica.
- **Peeling:** a pintura cae, pero non arrastra consigo ao soporte. Pode iniciarse a partir dun abombamento na pintura. Detéctase *peeling* en pinturas sobre unha gran variedade de soportes.
- **Concreción:** depósitos superficiais que aparecen nas zona externa das pinturas como resultado de procesos de precipitación asociados a ciclos de disolución do formigón, cemento etc.

Nos murais estudados atopáronse pátinas de sucidade sobre as paredes do mural, resultante da deposición de partículas carbonosas e metais pesados procedentes da queima de combustibles fósiles (actividade industrial e tráfico).



Figura 6: Formas de alteración atopadas no mural Bart. a: depósitos esbrancuxados // b: pinturas vandálicas // c: colapso // d: peeling // e: concreción // f: concreción



Figura 7: Formas de alteración atopadas no mural Cachola A: craquelado // B: colonización biolóxica // C: craquelado // D: peeling // E: vandalización

Na Figura 8 temos as micrografías das mostras recollidas nos murais. En *Cachola* atopáronse mostras cunha cores totalmente esvaecidas (Figura 8A, B). As cores de tonalidades avermelladas e alaranxadas perderon totalmente a súa saturación. Tamén se atopou desenvolvemento de estruturas orgánicas (Figura 8B).

Pola outra banda, en *Bart*, as mostras presentaron cores moito máis intensas (Figura 8C, D), mantendo niveis de saturación máis altos que nas mostras recollidas en *Cachola*. Ademais, debaixo de cada unha das pinturas observáronse outras capas de pinturas aplicadas sobre o muro de formigón.

A mostra de pintura amarela recollida en *Bart* (Figura 8E) presenta unha rede de fisuras que recubre toda a súa superficie.

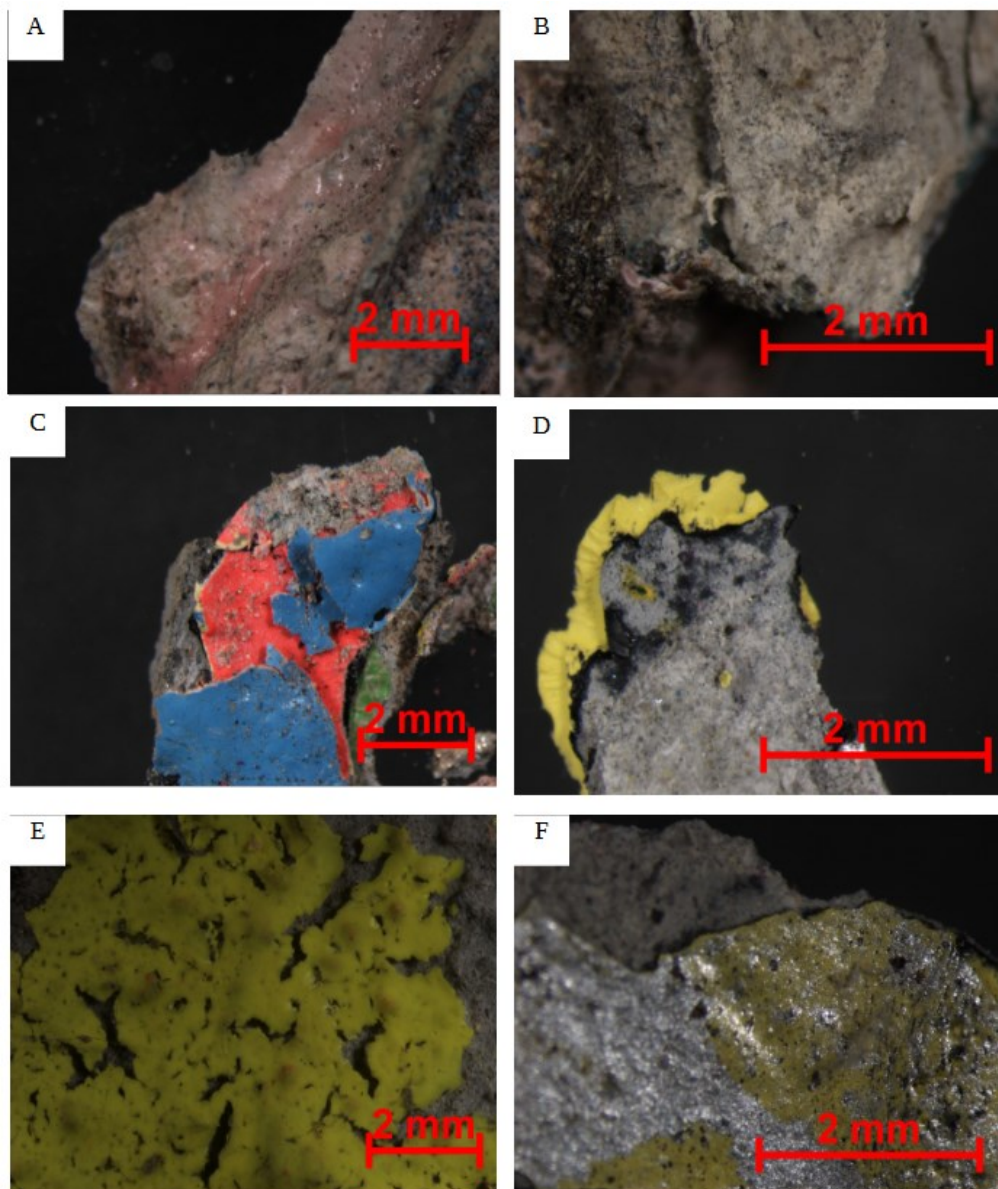


Figura 8: Micrografía realizadas con estereomicroscopía das mostra recollidas nos muros seleccionados. A-B: Cachola, C-F: Bart.

A visualización das mostras baixo SEM permitiu detectar a composición das pinturas. As pinturas están constituídas por unha resina formada por Carbono pero tamén se atopan partículas de diferentes formas e tamaños que presentan diferentes composicións (Figura 9A, EDS1-3):

- Partículas nanométricas ricas en Ti (Figura 9A, EDS1) asociadas á presenza de TiO_2 (identificado como rutilo) que habitualmente se emprega como carga nas pinturas modernas debido a súa resistencia á radiación UV e tamén como opacificante das superficies, xa que a pesar de ser un pigmento branco adquire a tonalidade do pigmento orgánico engadido.
- Partículas nanométricas ricas en Mg, Si, Al e K, (Figura 9A, EDS1) que probablemente proveñen do aerosol presente na cidade.
- Partículas nanométricas ricas en Ca (Figura 9A, EDS1) que ademais de estar presentes no aerosol da cidade, tamén poden provir do muro de formigón sobre o cal se atopa este mural.
- Presencia de Na e Cl (Figura 9A, EDS1), que pode provir do aerosol mariño.
- Partículas micrométricas ricas en Si (Figura 9A, EDS2) que poden provir de grans de area presentes no formigón das paredes do túnel.
- Partículas ricas en Fe e S (Figura 9A, EDS1) que proveñen do tráfico.
- Outros minerais como a caolinita (Figura 9B, EDS1) ou a calcita (Figura 9B, EDS2) que se recoñecen grazas á composición obtida pola análise EDS e polo seu hábito. A caolinita é rica en Al e Si e preséntase como masas compactas sen forma, constituídas por pequenas placas laminares. A calcita ten un hábito romboédrico.

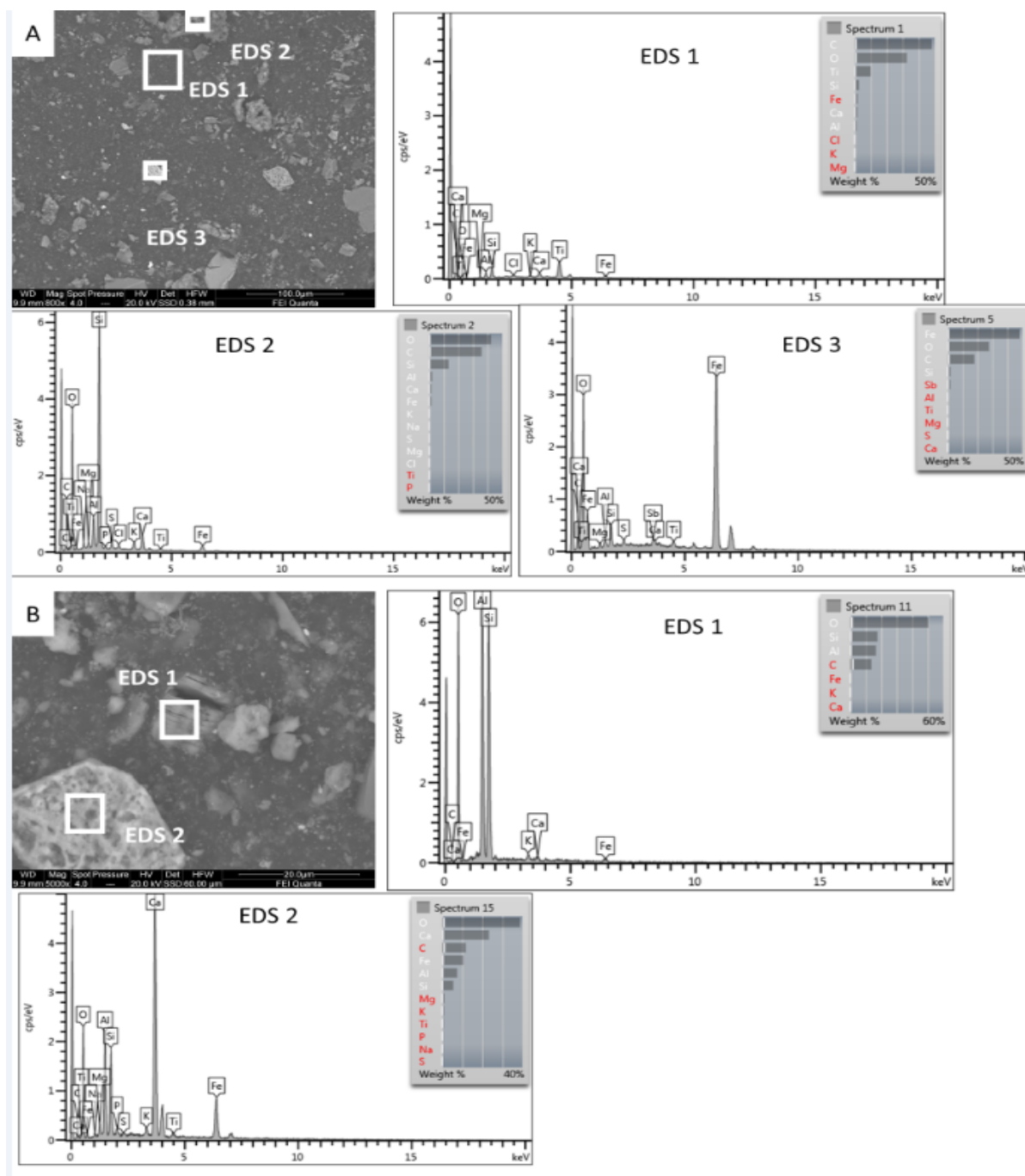


Figura 9: resultados obtidos con microscopía electrónica de varrido. A: micrografías tomadas con microscopía electrónica de varrido das mostrás de Bart e espectros EDS dalgúns puntos da mostra// B: micrografías tomadas con microscopía electrónica de varrido das mostrás de Cachola e espectros EDS dalgúns puntos da mostra.

4.2. Ensaio de envellecemento acelerado por exposición a UV-A

4.2.1. Aspecto. Fotografía dixital

A inspección visual das mostras tras o seu sometemento durante 2 meses a un ensaio de envellecemento acelerado con radiación UV-A permitiu afirmar que a pintura azul, independentemente de se foi ou non protexida, non amosou cambios cromáticos salientables (Figura 9). Non obstante, a pintura laranxa presenta unha clara perda de saturación ou intensidade da súa tonalidade (Figura 10), sendo esta perda máis intensa na mostra sen protector (Figura 10 A-B) e na mostra co protector P1 (Figura 10C-D). É importante indicar que a mostra co protector P2 (Figura 10 E-F) tamén sufriu unha lixeira perda de intensidade, aínda que menor que as demais. As mostras douradas (Figura 11) presentaron un comportamento totalmente diferente en función de se estaban protexidas ou non. A mostra sen protexer (Figura 11A-B) presentou un ennegrecemento superficial evidente, mentres que as mostras protexidas, continuaron amosando unha cor similar á do inicio.

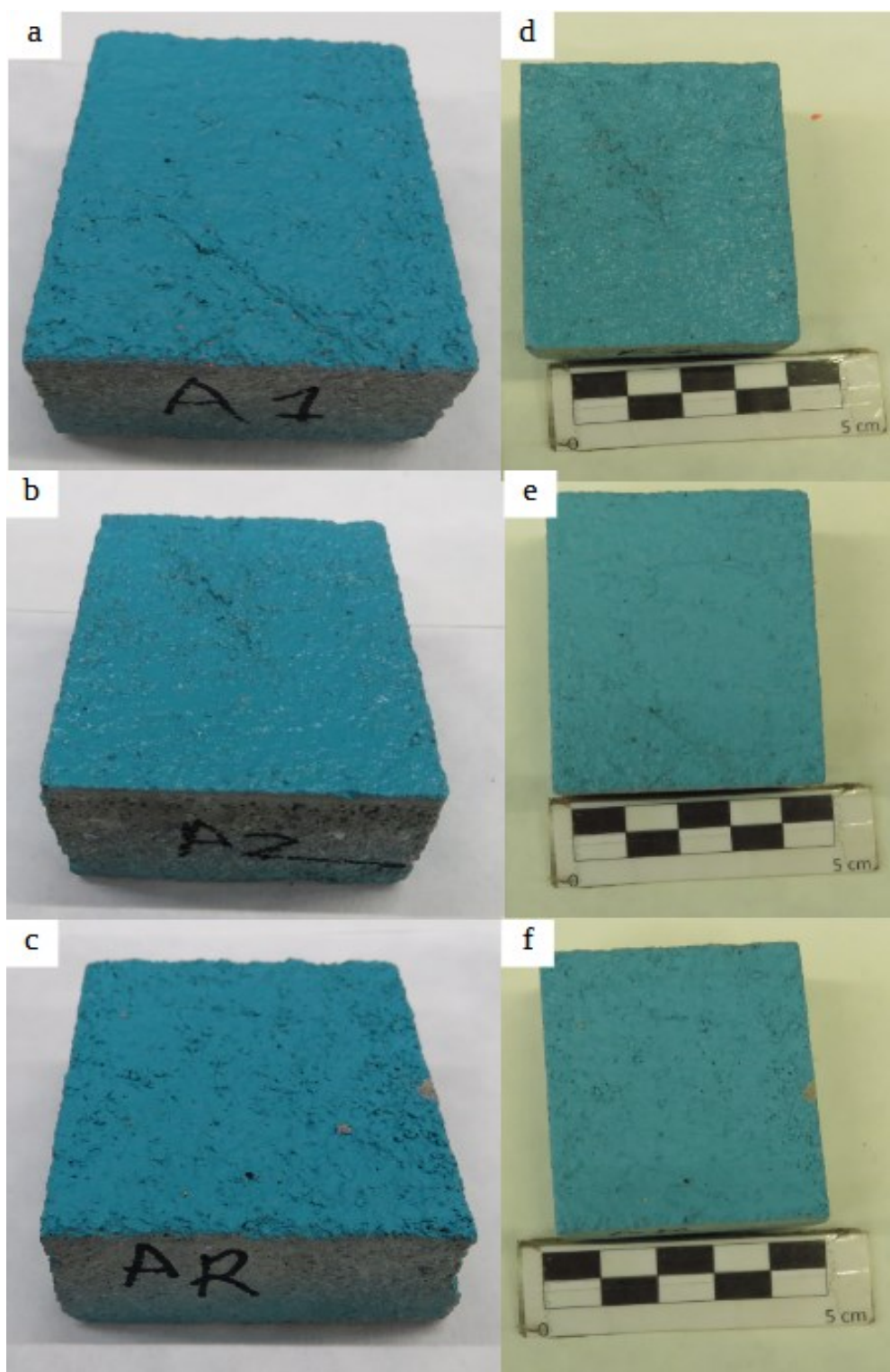


Figura 10: Fotografías dixitais das mostras pintadas con grafiti azul sen e con protector antes (a, b, c) e despois (d, e, f) do ensaio de envellecemento acelerado. Sen protector (a, d). Con protector P1 (b, e). Con protector P2 (c, f).

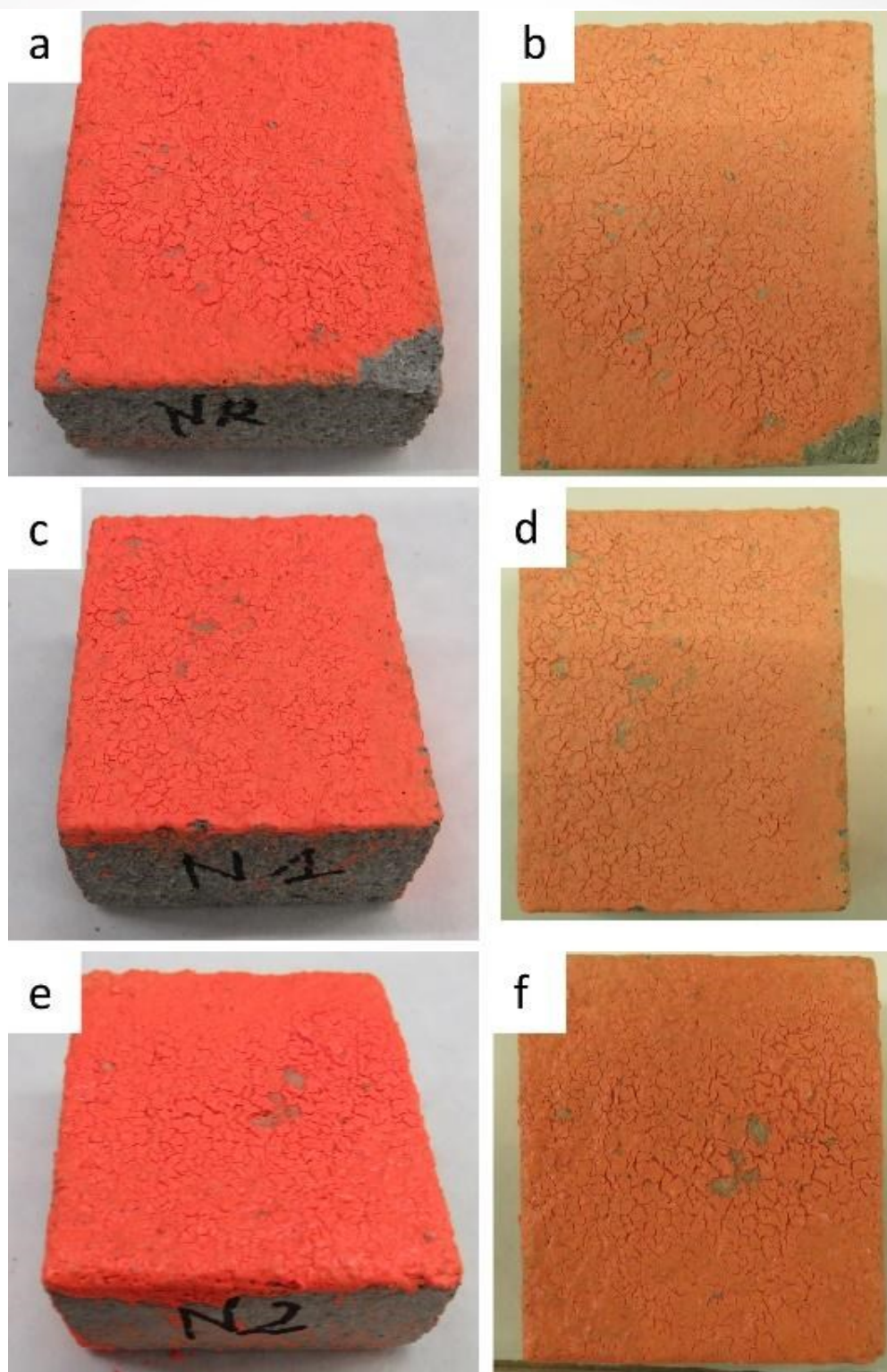


Figura 11: Fotografías dixitais das mostras pintadas con grafiti laranxa sen e con protector antes (a, b, c) e despois (d, e, f) do ensaio de envellecemento acelerado. Sen protector (a, d). Con protector P1 (b, e). Con protector P2 (c, f).

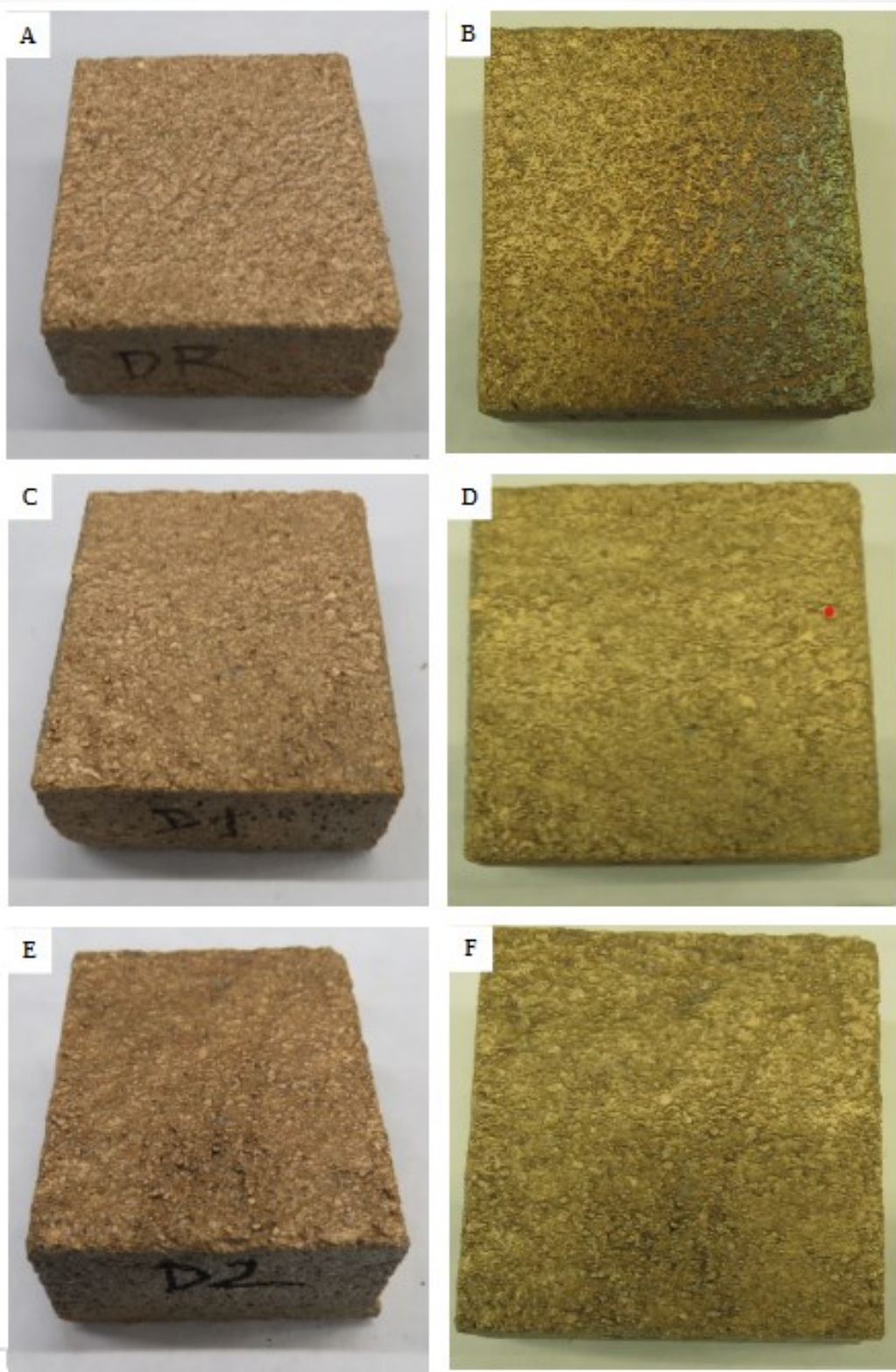


Figura 12: Fotografías dixitais das mostras pintadas con grafiti dourado sen e con protector antes (a, b, c) e despois (d, e, f) do ensaio de envellecemento acelerado. Sen protector (a, d). Con protector P1 (b, e). Con protector P2 (c, f).

4.2.2. Aspecto. Estereomicroscopía

A estereomicroscopía confirmou as apreciacións obtidas mediante visualización a ollo nu. A mostra que presentou unha maior resistencia foi a pintura azul (Figura 13A-B), mentres que as mostras douradas presentaron un claro ennegrecemento (Figura 13 C-D). A pintura laranxa perdeu lixeramente a tonalidade (Figura 13 E-F).

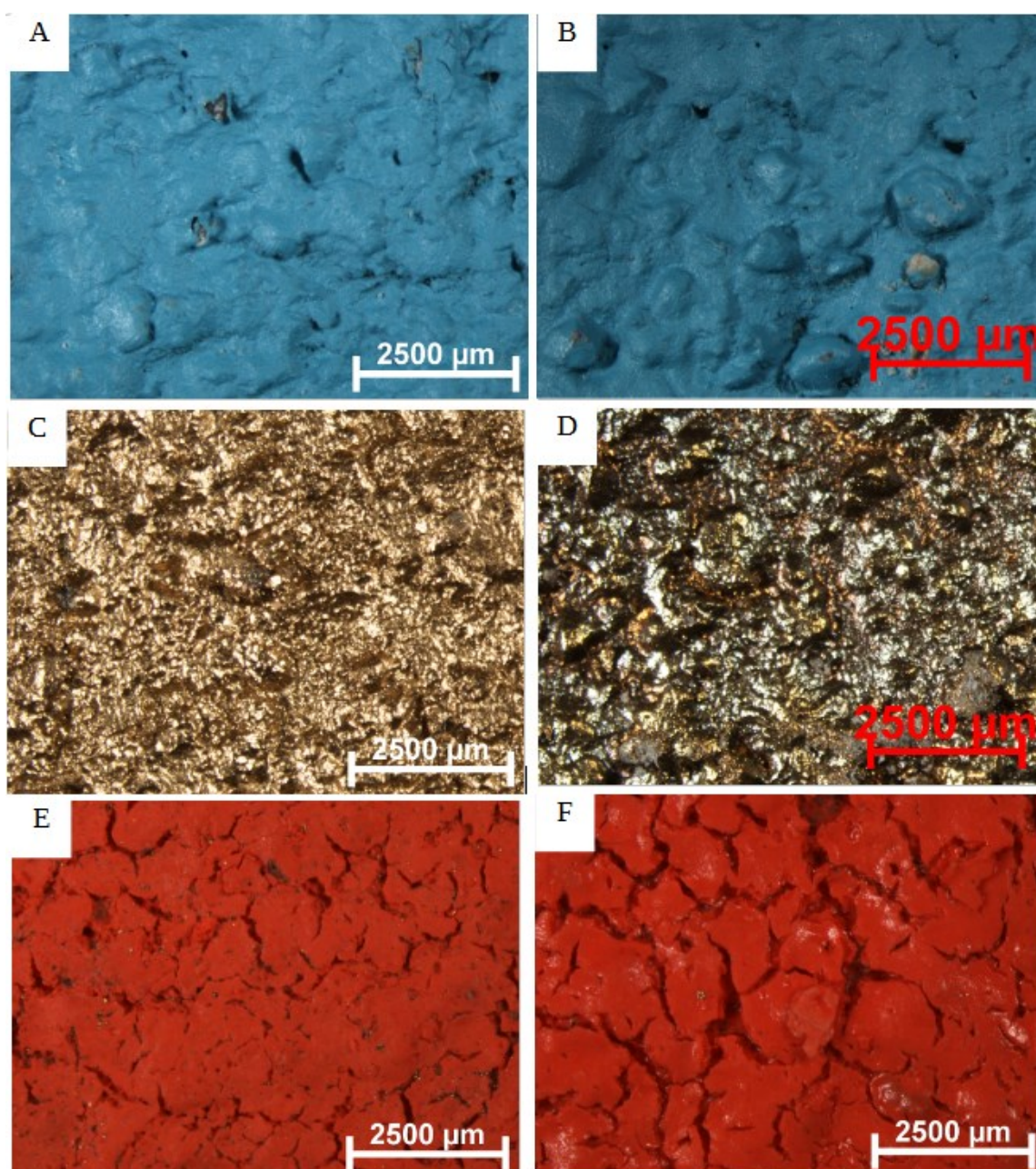


Figura 11: A: Mostras sen protector antes (A, C, E) e despois (C, D, F) do ensaio acelerado con radiación UV-A. A-B: Mostras con graffiti azul. C-D: Mostras con graffiti dourado. E-F: Mostras con graffiti laranxa.

4.2.3. Espectrofotometría

A espectrofotometría permitiu identificar que a aplicación dos protectores xa produciu un impacto na cor das mostras (Táboa 1). O maior cambio cromático produciuse na aplicación dos protectores na pintura laranxa, xa que co P1 obtivemos un ΔE^*_{ab} de 7,59 unidades CIELab e co P2 de 6,44 unidades CIELab; na pintura azul, o P1 produciu un ΔE^*_{ab} de 1,32 unidades CIELab e o P2 de 2,30 unidades CIELab; na pintura dourada, os ΔE^*_{ab} foron de 3,01 unidades CIELab para o P1 e de 11,80 unidades CIELab para P2. Polo tanto, tal e como se observou a ollo nu, a pintura azul é a que menos afectada se ve pola aplicación dos protectores.

Atendendo ao cambios colorimétricos rexistrados nas mostras tras o ensaio de envellecemento acelerado, as mostras máis resistentes foron as correspondentes á pintura azul, xa que os seus ΔE^*_{ab} foron os menores e a pintura na que os protectores foron menos eficientes foi a laranxa, xa que os ΔE^*_{ab} foron os maiores.

Considerando a eficacia dos dous protectores, poderíase indicar que en termos xerais o P2 foi o que permitiu que a cor das mostras cambiase o menos posible tras o envellecemento, dado que estas mostras foron as que presentan ΔE^*_{ab} menores en comparación cos presentados polas mostras con P1. No caso da pintura azul, o maior ΔE^*_{ab} obtívose na mostra con P1, aínda que as diferencias son moi pequenas (para P1-UVA, $\Delta E^*_{ab}=0,97$ unidades CIELab e para P2-UVA, $\Delta E^*_{ab}=1,72$ unidades CIELab).

Táboa 1: Valores dos cambios dos parámetros da cor na escala CIEL*a*b* e CIEL*C*h* (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC^*_{ab} e ΔH^*) e do cambio global da cor (ΔE^*_{ab}) tras a aplicación de dous protectores e tras ser sometidas durante 2 meses a un ensaio de envellecemento acelerado por radiación UV-A. Os parámetros e coordenadas de referencia foron os valores correspondentes ás mostras pintadas antes da aplicación dos protectores.

Mostras	ΔL^*	Δa	Δb^*	ΔC^*_{ab}	ΔH^*	ΔE^*_{ab}
Azul Ref-UVA	0,38	0,52	-0,24	-0,35	0,45	0,69
Azul-P1	-0,21	1,04	0,78	-1,28	-0,22	1,32
Azul-P1-UVA	0,19	-0,32	-0,90	0,69	0,64	0,97
Azul-P2	0,02	0,76	2,17	-1,64	-1,61	2,30
Azul-P2-UVA	-0,01	0,74	-1,55	0,02	1,76	1,72
Laranxa Ref-UVA	4,73	-24,66	-18,49	-30,82	0,78	31,18
Laranxa-P1	-1,64	-5,24	-5,24	-7,35	-0,93	7,59
Laranxa-P1-UVA	6,66	-23,30	-14,36	-27,16	4,26	28,17
Laranxa-P2	-2,00	-3,54	-5,00	-5,85	-1,66	6,44
Laranxa-P2-UVA	4,10	-13,03	-6,45	-14,24	3,04	15,11
Dourada Ref-UVA	-12,84	2,08	0,87	1,54	-1,68	13,03
Dourada-P1	-2,90	-0,33	0,73	0,60	0,53	3,01
Dourada-P1-UVA	-2,87	0,70	2,27	2,38	-0,02	3,73
Dourada-P2	-11,66	0,12	-1,79	-1,66	-0,68	11,80
Dourada-P2-UVA	-2,59	-0,10	0,44	0,39	0,25	2,63

5. Conclusións

Neste traballo avalíouse a influencia da composición das pinturas (diferente tonalidade asociada a diferentes pigmentos orgánicos) e dos protectores contra a radiación solar no cambio cromático e de aparencia de mostras expostas a un ensaio de envellecemento acelerado por radiación UV-A.

A pintura azul foi a máis resistente das tres avaliadas, sendo innecesaria a aplicación de calquera dos 2 protectores para ralentizar a perda de cor. Inclusive o impacto provocado polos dous protectores na pintura azul foi máis negativo que o cambio cromático sufrido pola mostra pintada sen protexer.

O protector P2 foi máis eficaz que o protector P1.

A experiencia adquirida no proxecto foi algo totalmente novo e interesante, posto que permitiu unha aprendizaxe en cada sesión sobre a importancia de seguir metodicamente o proceso de científico. Durante todo o proceso foi imprescindible a guía dos titores, achegando distintos coñecementos.

Este proxecto foi un gran exemplo para coñecer novos eidos de desenvolvemento profesional.