



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# Preservar a cor das cidades. Durabilidade do efeito decorativo da pintura

M. Paula Rodrigues  
Investigadora Principal  
NMO/DM - LNEC



Justificação

Informações prévias

Objetivo do estudo

Campanha experimental

Resultados e discussão

Conclusões



LNEC

## ***Justificação***

# Aparência dos revestimentos por pintura para paredes exteriores



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

- > Inluência na apreciação da qualidade do edifício como um todo
  - comprometer a aceitação duma obra,
  - criar desconfiança na qualidade geral da obra,
  - criar desconfiança em relação à aplicação de tintas no exterior
- > Durabilidade do efeito estético
  - Redução de custos de manutenção
  - Melhoria do desempenho estético dos edifícios e imagem da cidade
  - Impacte ambiental

**SUSTENTABILIDADE**

# Aparência dos revestimentos por pintura para paredes exteriores

## > Aparência estética

- Retenção de sujidade



- Eflorescências



- Aspeto irregular

*o Defeitos de aplicação, ou do substrato  
mas também...*

*o Falta de poder de cobertura da tinta*



# Aparência dos revestimentos por pintura para paredes exteriores



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## > Aparência estética

- Falta de resistência a fungos e algas
- Retenção da cor



# Tintas para paredes exteriores de edifícios

## > Características de desempenho

- Permeabilidade à água e ao vapor de água, resistência à alcalinidade do suporte, aderência ao suporte, resistência a fungos e algas ...



## > Durabilidade da aparência

- COR

o *Agentes climatéricos – T; HR; UV*

o *Resistência química (alcalinidade do substrato)*





LNEC

***Informações prévias***



# Normalização europeia

## > Revestimentos por pintura para rebocos e betão no exterior

- EN 1062-1

**Tintas e vernizes**  
**Produtos de pintura e esquemas de**  
**pintura a aplicar em alvenarias e betão**  
**no exterior. Parte 1: Classificação**

# EN 1062-1



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## (betão e rebocos no exterior)

- > Pa todos os tipos de tintas (cal, silicato, aquosas, solvente, elásticas)
- > Esquema de **classificação** quanto a:
  - Brilho – 3 graus de brilho –  $G_1$  a  $G_3$
  - Espessura seca – 5 classes –  $E_1$  a  $E_5$
  - Granulometria – 4 classes –  $S_1$  a  $S_4$
  - Perm. vapor – 3 classes (+1 sem requisito) –  $V_0$  a  $V_3$
  - Perm. água – 3 classes (+1 sem requisito) –  $W_0$  a  $W_3$
  - “Crack-bridging” – 5 classes (+1 sem requisito) –  $A_0$  a  $A_5$
  - Perm.  $CO_2$  – 1 classe ( $5 > Sd > 50$  m) (+1 sem requisito) –  $C_0$  e  $C_1$

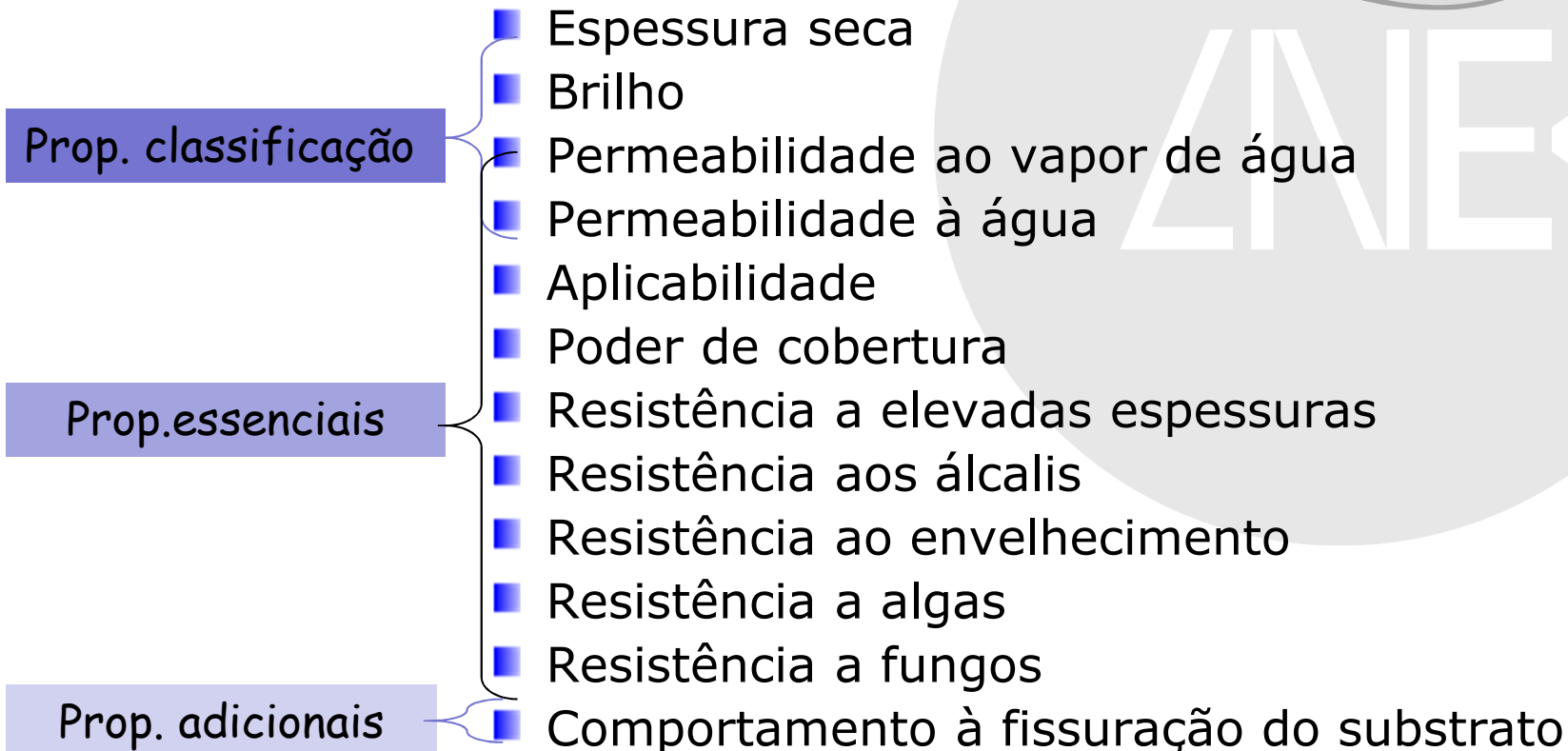
# EN 1062-1 - Requisitos mínimos?



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## > Estudo comparativo

- Tintas de diferentes fabricantes nacionais
- Qualidade "Alta", "Média", "Baixa"
- Características



# Propriedades essenciais

Propriedade	Método de ensaio	Requisito
Conservação no recipiente	Observ. Visual (EN ISO 1513)	Sem peles, depósitos duros ou defeitos indicados
Aspetto da película seca	Observ. Visual	Sem defeitos indicados na EN ISO 4618
Perm vapor água	EN ISO 7783	$S_D \leq 1,4$ m
Perm. água	EN 1062-3	$w \leq 0,5$ kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup>
Resist. álcalis	NP 4505 (Anexo A)	Sem defeitos (apenas ligeira humidade e pegajosidade, recuperando após secagem)
Resist. fissuração a espessuras elevadas	NP 4505 (Anexo B)	Sem fissuração para espessura seca < 600µm
Poder de cobertura	EN ISO 6504-3	Em tintas lisas brancas: Para $R_c=0,98$ - rendimento $\geq 6$ m <sup>2</sup> /L
Resist. fungos	ASTM D 5590 ( <i>Aspergillus niger</i> e <i>Penicillium funiculosum</i> )	Após 4 semanas exposição, em 3 provetes, 2 com crescimento nulo de fungos e 1 com crescimento de grau 1 máx.
Resist. algas	ASTM D 5589 ( <i>Chlorella vulgaris</i> e <i>Planktothrix</i> spp. ( <i>Oscillatoria</i> ),	Após 4 semanas exposição, em 3 provetes, 2 com crescimento nulo de algas e 1 com crescimento de grau 1 máx.

# Requisitos mínimos

## COR?

> Branca



> Outras cores

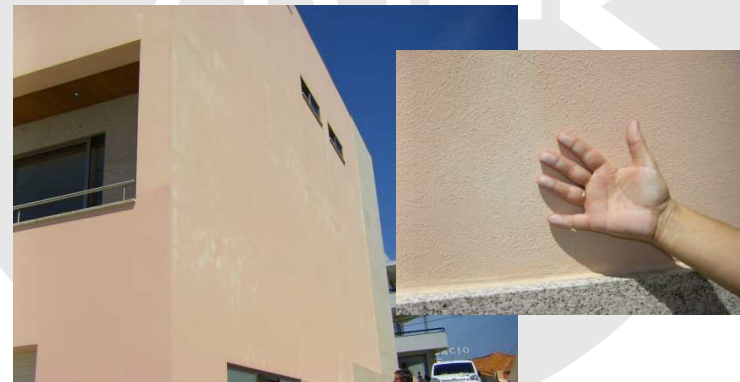


LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# Alteração de cor

## > Tintas coloridas

- Solidez à luz dos pigmentos
  - *Diferenças na intensidade da alteração em função da orientação solar das paredes*
- Resistência química dos pigmentos
  - *Ataque por álcalis do substrato*
- Resistência do ligante
  - *Amarelecimento em tintas de cor branca*





## Avaliação da durabilidade (solidez à luz)

### > Exposição natural

- Muito demorado

### > Envelhecimento acelerado

- Simulação de fatores ambientais - T, HR, radiação UV, água...

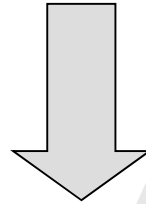
## Revestimentos por pintura

- EN ISO 11341 – câmaras com lâmpadas de arco de xenon e meios de controlo de T, HR, ciclos de aspersão de água ou imersão.
- EN ISO 11507 – câmaras com lâmpadas fluorescentes e meios de controlo de T e ciclos de aspersão de água ou condensação.



# Avaliação da resistência da cor

> Ensaaios acelerados em laboratório



> Validação de resultados

Exposição  
natural

Processos de degradação semelhantes  
aos que ocorrem em ambiente natural

Comparação da degradação após **exposição natural** de tintas com diferentes cores com a degradação obtida após exposição em três **condições artificiais**.

> Medição da cor



## ***Objetivo do estudo***

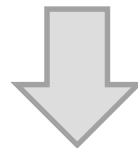
## Alteração de cor: Requisito?

### > Que método de envelhecimento artificial?

- Xenotest – EN ISO 11341 Método 1 ciclo C
- Suntest – EN ISO 11341 Método 1 ciclo B
- QUV – EN ISO 15507

### > Que valor de $\Delta E^*$ máximo?

- Perceção visual de diferenças de cor



Depende da cor

# Que método de envelhecimento artificial acelerado?



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## > 1000 h Xenotest – EN ISO 11341

- Com aspersão periódica (simulação de chuva)

- Irradiância UV

300-400 nm - 60W/m<sup>2</sup>

- Sem aspersão (ambiente seco)

- Irradiância UV

300-400 nm – 60 W/m<sup>2</sup>

## > 1000 h QUV – EN ISO 15507

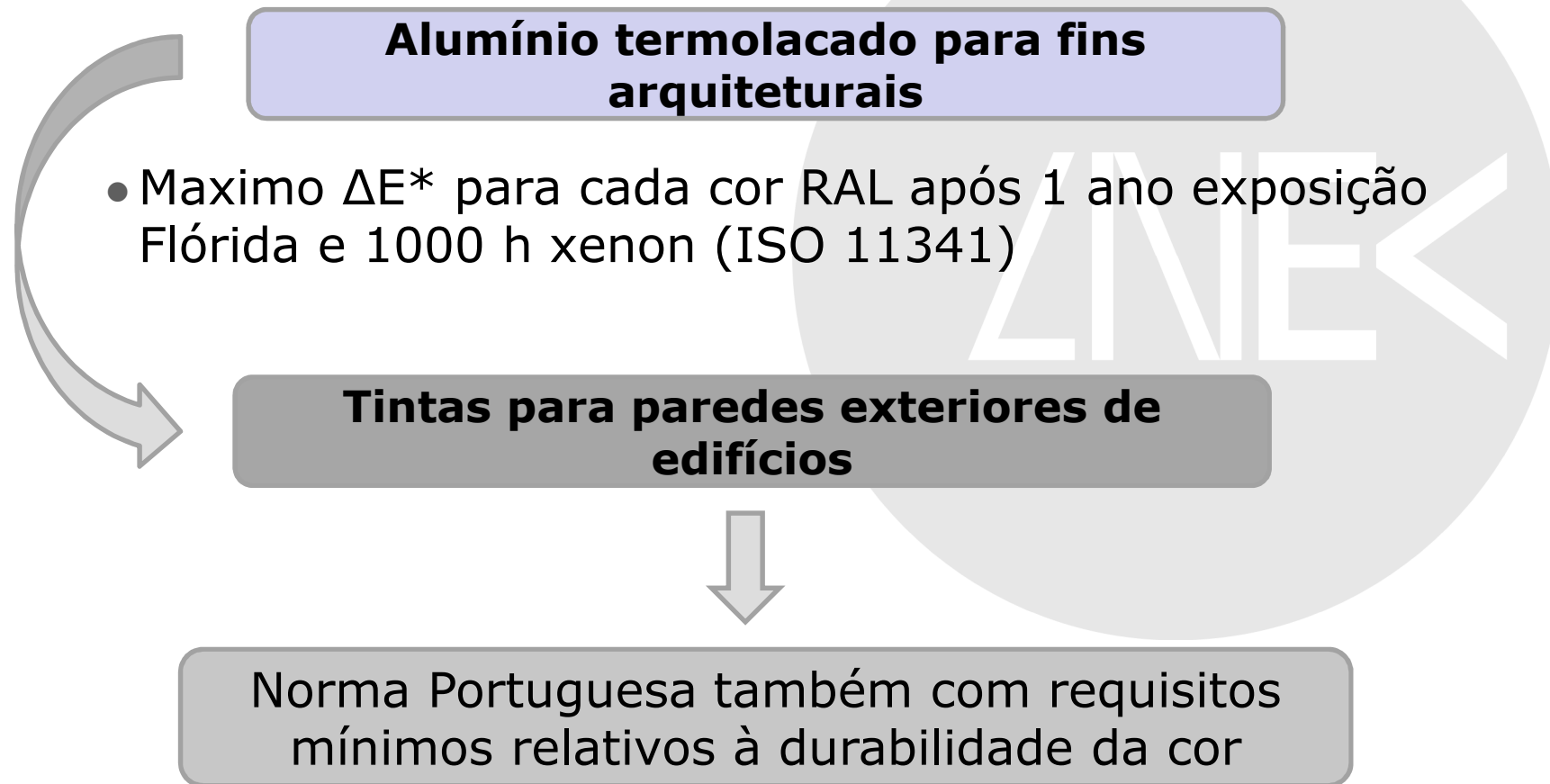
- Com condensação periódica de água

- Irradiância UV

300-400 nm – 39 W/m<sup>2</sup>

## Que valor de $\Delta E^*$ ?

- > Aplicabilidade do requisito de durabilidade para a cor estabelecido pela Qualicoat



## Qualicoat: Estação de envelhecimento Atlas em Miami, Florida

> 1 ano radiação global (300-1100 nm) e radiação UV (300-400 nm)

> Lisboa

Global  
UV

- 6 615 MJ/m<sup>2</sup>
- 241 MJ/m<sup>2</sup>

> Florida

- 6 588 MJ/m<sup>2</sup>
- 280 MJ/m<sup>2</sup>

Justifica a possível adoção do  
critério Qualicoat



LNEC

***Campanha experimental***

# Tintas

- > 5 fabricantes (I, II, III, IV, V)
- > 29 tintas coloridas: base aquosa
- > Cores
  - Creme, rosa, salmão, verde, vermelho e azul



Cor	Fabricante	Coordenadas de cor CIELAB			Cor próxima RAL
		L*	a*	b*	
Creme	I	92,14	0,41	11,07	RAL 1014
	II	92,19	1,44	10,11	
	III	92,00	0,45	11,02	
	IV	92,05	0,18	11,33	
	V	93,41	0,84	12,44	
Rosa	I	85,40	9,29	9,85	RAL 3015
	II	87,49	9,93	9,79	
	III	88,23	10,02	10,08	
	IV	87,99	8,41	10,48	
Salmão	I	76,56	16,95	22,58	RAL 2009
	II	77,60	18,65	21,01	
	III	76,24	20,62	24,72	
	IV	77,12	19,79	19,72	
	V	77,07	20,57	24,49	
Verde	I	77,38	-24,98	17,18	RAL 6021
	II	78,19	-26,11	14,54	
	III	77,70	-28,15	17,85	
	IV	76,90	-25,59	13,09	
	V	76,19	-26,53	18,97	
Vermelho	I	43,78	48,16	30,11	RAL 2002
	II	48,73	51,43	31,05	
	III	45,18	45,87	26,33	
	IV	46,45	49,92	28,58	
	V	46,08	48,63	30,51	
Azul	I	49,36	-2,14	-33,78	RAL 5017
	II	46,29	-2,70	-30,95	
	III	46,90	-2,25	-31,34	
	IV	47,10	-2,48	-30,66	
	V	48,29	-2,07	-34,50	

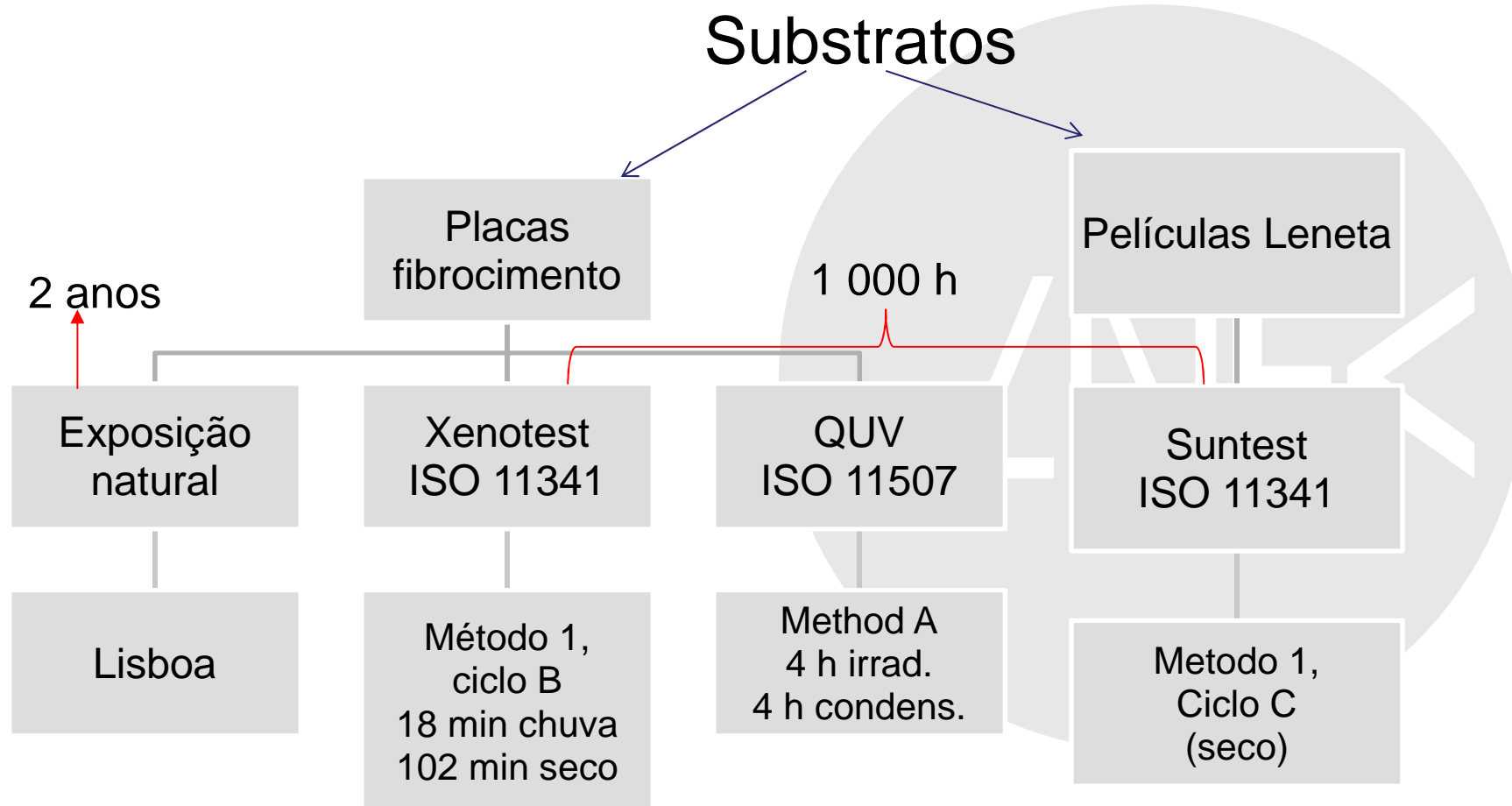


LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL





# Preparação de amostras



# Exposição das amostras

> 1, 2 ... anos ambiente natural



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



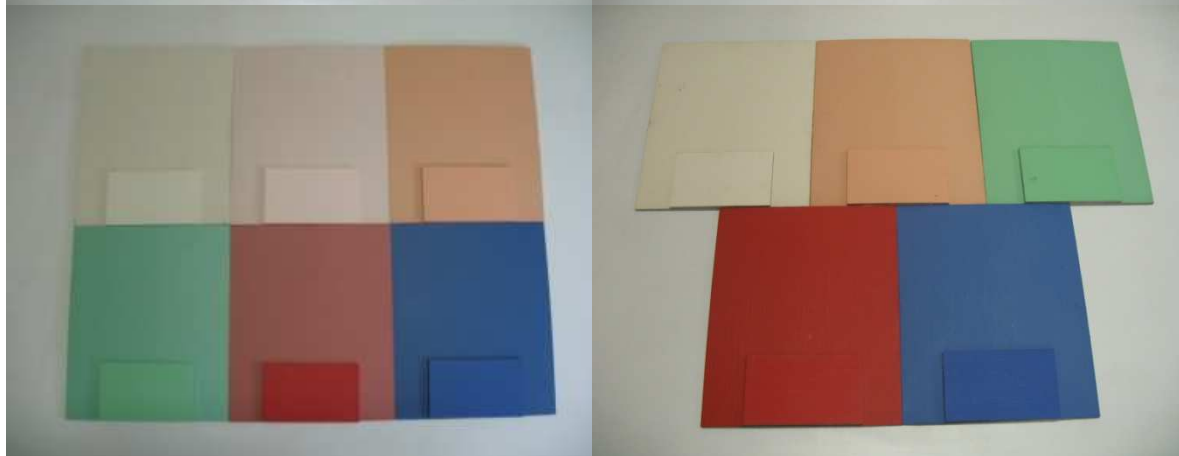
Fabricante III

Fabricante v

4 M

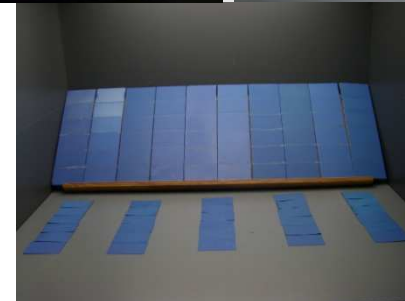
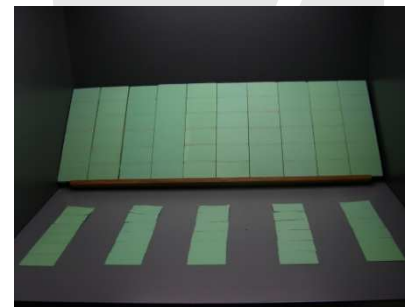
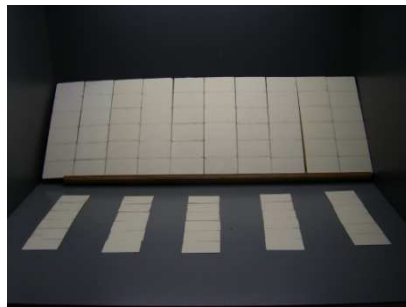


12 M



# Exposição das amostras

> 1000 h artificial exposure (QUV, Xenotest, Suntest)



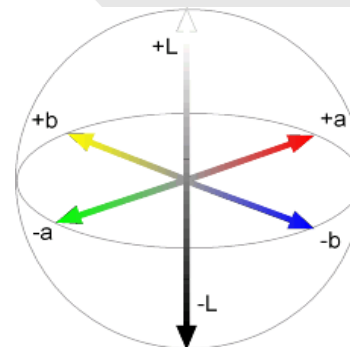
# Medições de cor

## > Periodicidade

- > 2,4,6,8,10,12,17,24, ... meses
- > 100, 250, 500, 750, 1000 h

Sistema CIELAB -  $L^*a^*b^*$   
dif. de cor  $\Delta E^*$  - ISO 7724

1 ano vs  
1000 h



# Avaliação

> Maxima diferença de cor  $\Delta E^*$  permitida pela Qualicoat para cada cor RAL, após 1 ano Flórida/1000 h xenotest:

- Creme (RAL 1014) -  $\Delta E^* = 3$ ;
- Rosa (RAL 3015) -  $\Delta E^* = 3$ ;
- Salmão (RAL 2009) -  $\Delta E^* = 4$ ;
- Verde (RAL 6021) -  $\Delta E^* = 4$ ;
- Vermelho (RAL 2002) -  $\Delta E^* = 8$ ;
- Azul (RAL 5017) -  $\Delta E^* = 5$ .



LNEC

## ***Resultados e discussão***

# 12 meses - Lisboa

**I**



**II**



**III**



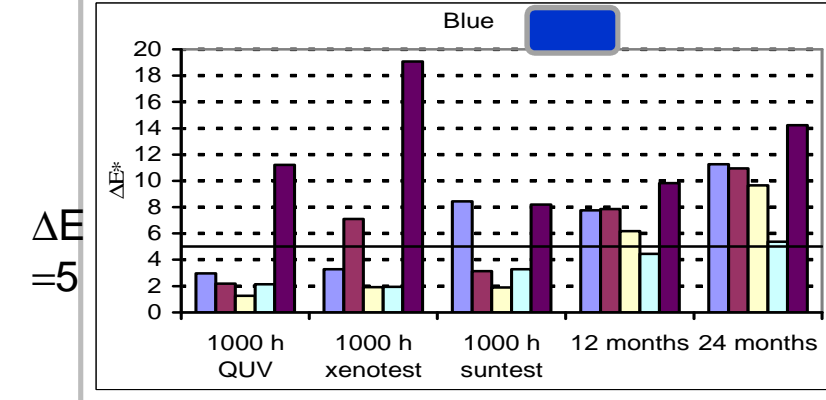
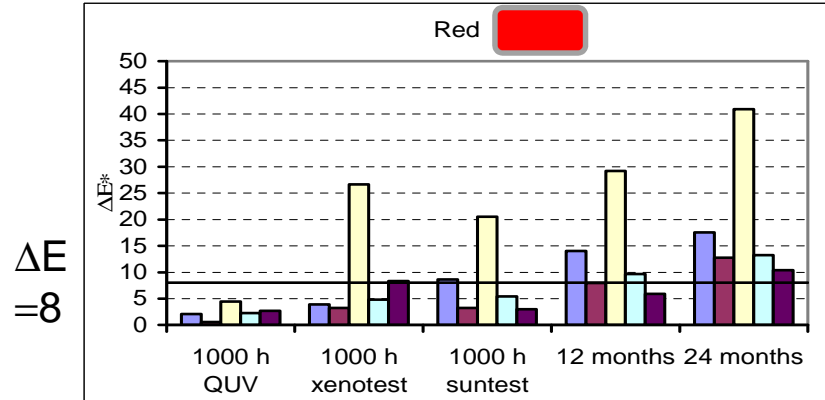
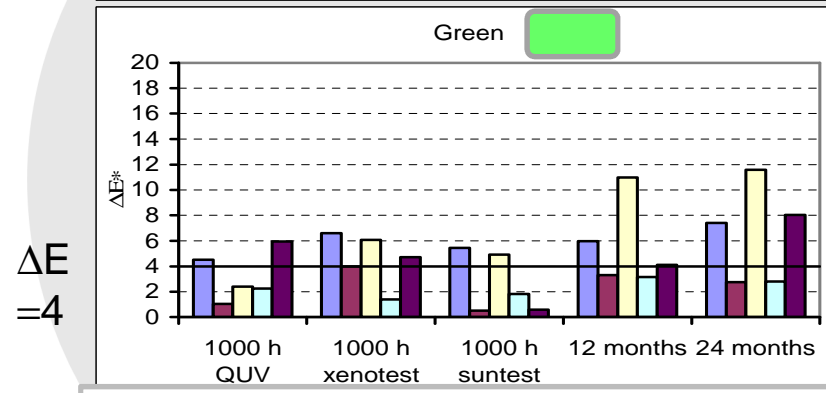
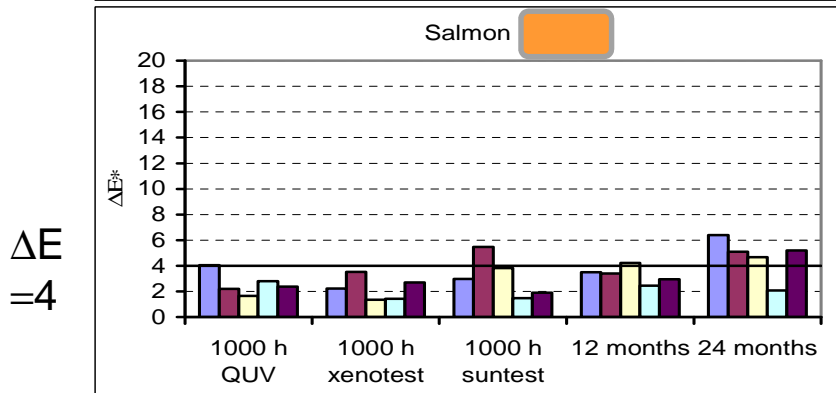
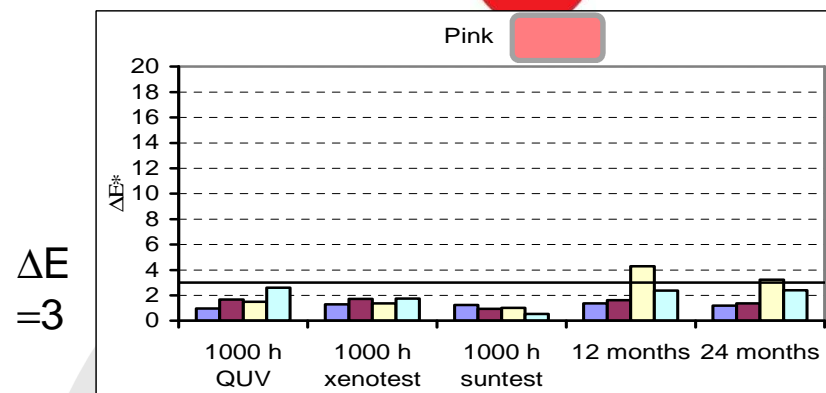
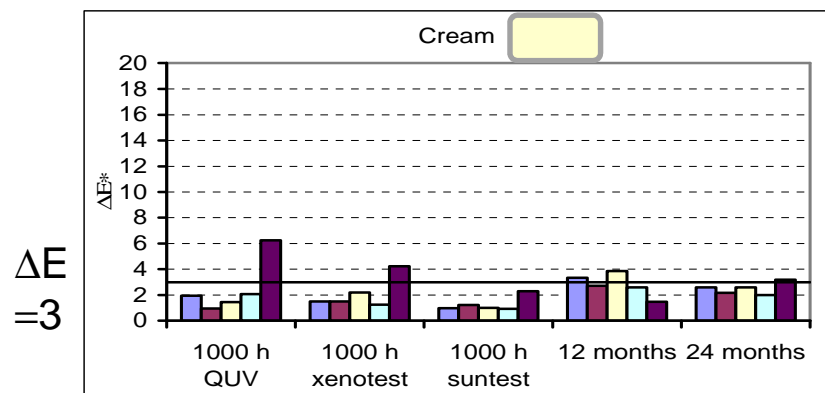
**IV**



**V**



# Medições da cor







LNEC

## ***Conclusões***

- > Cores com maior alteração (exposição natural e artificial)
  - verde, vermelho e azul
- > QUV e Suntest originaram alterações em algumas das tintas de cor verde, vermelha e azul que não ocorreram em condições naturais
- > Xenotest detetou melhor as tintas com pior comportamento de cor em envelhecimento natural (verde, vermelho e azul de alguns fabricantes)

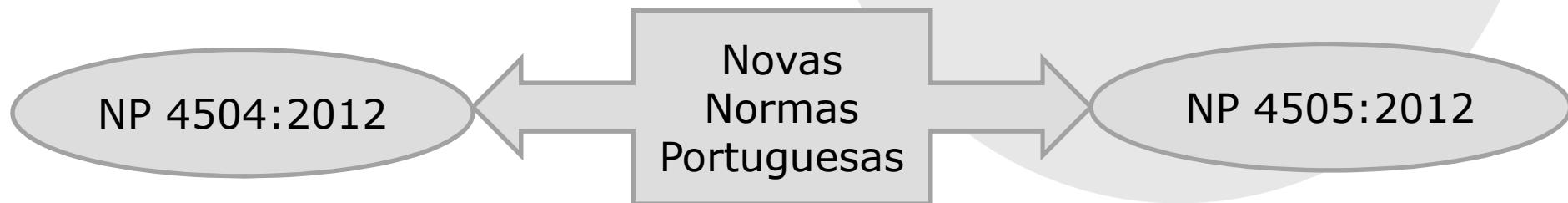
> É possível formular tintas que cumprem o critério Qualicoat para 1 ano de exposição em ambiente natural (limites de  $\Delta E^*$ ):

- 5 tintas creme: 3 tintas 😊
- 4 tintas rosa: 3 tintas 😊
- 5 tintas salmão: 5 tintas 😊
- 5 tintas verdes: 3 tintas 😊
- 5 tintas vermelhas: 2 tintas 😊
- 5 tintas azuis: 1 tinta 😊



LNEC

- > 1 ano de exposição natural Lisboa
  - Diferenças da mesma ordem de grandeza do que 1000 h envelhecimento artificial
- > 1000 h xenotest
  - Aceitável para avaliar a durabilidade potencial de tintas coloridas para paredes exteriores de edifícios
- > Valores limite  $\Delta E^*$  da Qualicoat podem ser adotados como base



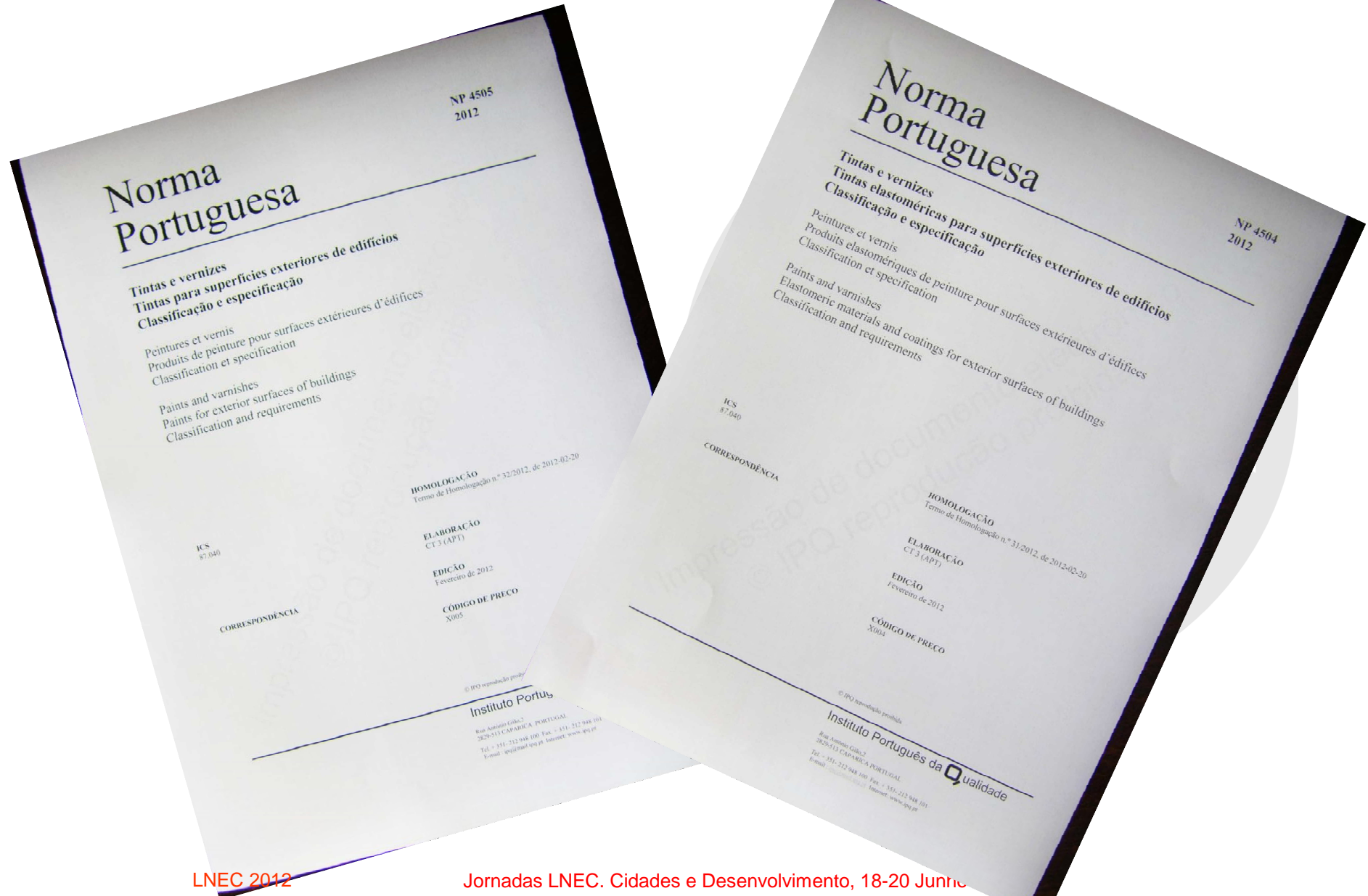
**Tintas e vernizes. Tintas elastoméricas para superfícies exteriores de edifícios. Classificação e especificação**

**Tintas e vernizes. Tintas para superfícies exteriores de edifícios. Classificação e especificação**

# NOVAS NORMAS PORTUGUESAS



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



# Max $\Delta E^*$ admissíveis variam com a cor



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

3015 Light Pink / 3.0	3016 Coral Red / 5.0	3017 Rose / 8.0	3018 Strawberry Red / 5.0	3020 Traffic Red / 4.0	3022 Dark Salmon Red / 8.0	3027 Raspberry Red / 6.0	3031 Orient Red
4001 Red Lilac / 4.0	4002 Red Violet / 4.0	4003 Heather Violet / 5.0	4004 Claret Violet / 5.0	4005 Blue Lilac / 4.0	4006 Traffic Purple	4007 Purple Violet / 5.0	4008 Signal Violet
4009 Pastel Violet / 4.0	4010 Telemagenta	5000 Violet Blue / 4.0	5001 Green Blue / 4.0	5002 Ultramarine Blue / 4.0	5003 dark Sapphire Blue / 5.0	5004 Black Blue / 5.0	5005 Signal Blue / 4.0
5007 Brilliant Blue / 4.0	5008 Grey Blue / 5.0	5009 Light Azure Blue / 4.0	5010 Gentian Blue / 4.0	5011 Steel Blue / 5.0	5012 Light Blue / 4.0	5013 Dark Cobalt Blue / 5.0	5014 Pigeon Blue / 4.0
5015 Middle Sky Blue / 3.0	5017 Traffic Blue / 5.0	5018 Turkish Blue / 5.0	5019 Capri Blue / 4.0	5020 Ocean Blue / 5.0	5021 Water Blue / 4.0	5022 Night Blue / 5.0	5023 Fern Blue / 4.0
8028 Earth Brown / 3.0	9001 Cream / 2.0	9002 Grey White / 2.0	9003 Signal White / 2.0	9004 Signal Black / 5.0	9005 Jet Black /	9010 Pure White / 2.0	9011 Graphite Black / 5.0
9016 Traffic White / 2.0	9017 Traffic Black	9018 Papyrus White / 2.0					

## Perspetivas futuras (ou já presentes?)



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

- > Revestimentos de base aquosa de “elevado desempenho” e “durabilidade”
- > Revestimentos funcionais e multifuncionais
  - Incorporação de nanomateriais
- > “Smart coatings” (reagem a estímulos externos)
  - pH, T, radiação, adsorção de produtos químicos específicos
- > Revestimentos “barreira”
  - Entrada de agentes agressivos para o suporte e tb
  - Emissões orgânicas



## Perspetivas futuras (ou já presentes?)

- > Revestimentos “sensores químicos” – sensíveis a poluentes
- > Revestimentos “auto regeneráveis”
- > Revestimentos com propriedades “refletivas” – eficiência térmica
- > Revestimentos com nanopartículas
  - com efeito antibacteriano
  - fotodecomposição de poluentes atmosféricos
  
- > Avaliação de desempenho
- > Durabilidade
- > Novas técnicas de caracterização