

6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E
REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS - PATORREB 2018

Rio de Janeiro - Brasil

4 a 6 de Abril, 2018

Influência do nível de exigência dos utentes na previsão da vida útil e nos custos de manutenção de fachadas de edifícios

Jorge de Brito
jb@civil.ist.utl.pt

Ana Silva
ana.ferreira.silva@tecnico.ulisboa.pt

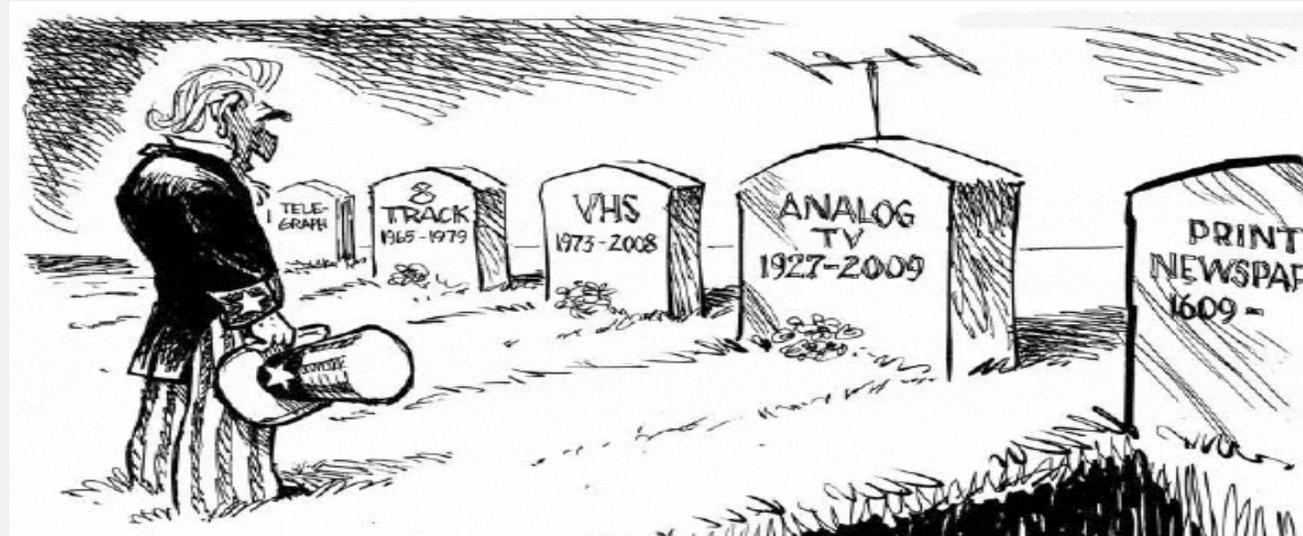
A previsão da vida útil na construção permite:

- o conhecimento da durabilidade dos elementos da construção;
- a definição informada de estratégias de manutenção e reparação desses mesmos elementos;
- definir o instante no qual é necessário actuar e, deste modo, evitar custos elevados associados a reparações urgentes;
- adoptar soluções mais sustentáveis e racionais (mais económicas, mais eficientes, com mais qualidade, maior segurança, com melhor manutenção, menos poluentes);
- perceber como actuar face a um parque construído vasto e envelhecido.



Conceito de vida útil

A vida útil é entendida como o período de tempo, após a construção, no qual o edifício e seus elementos igualam ou excedem os requisitos mínimos de desempenho.



Crítérios que permitem definir o fim da vida útil das construções:

- ❑ Deterioração física;
- ❑ Obsolescência económica;
- ❑ Obsolescência funcional;
- ❑ Obsolescência tecnológica;
- ❑ Alterações do contexto social;
- ❑ Obsolescência devido à envolvente do edifício;
- ❑ Obsolescência legal;
- ❑ Obsolescência estética;
- ❑ Obsolescência ambiental;
- ❑ Entre outras...



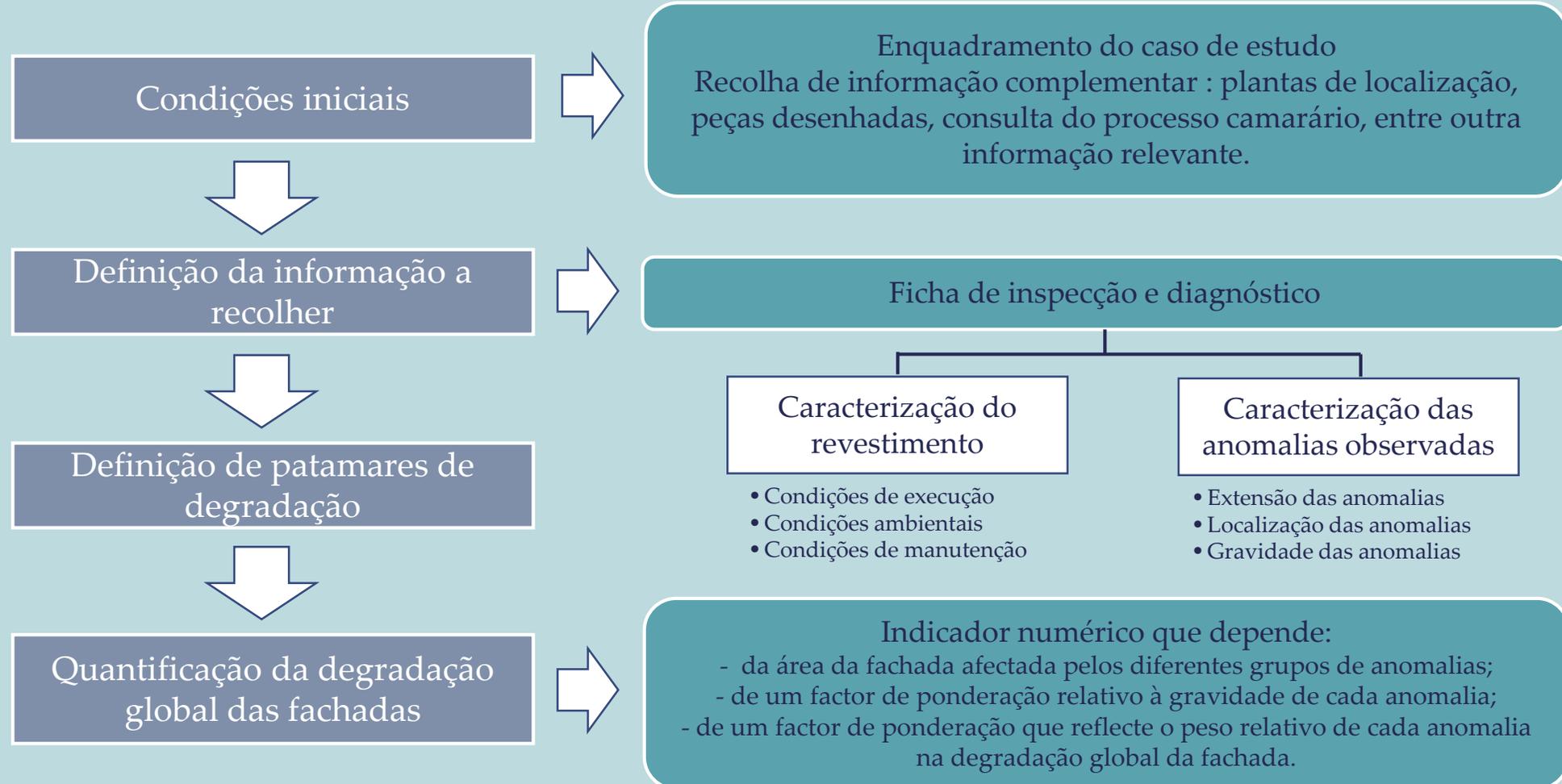
Definição do fim da vida útil de uma fachada

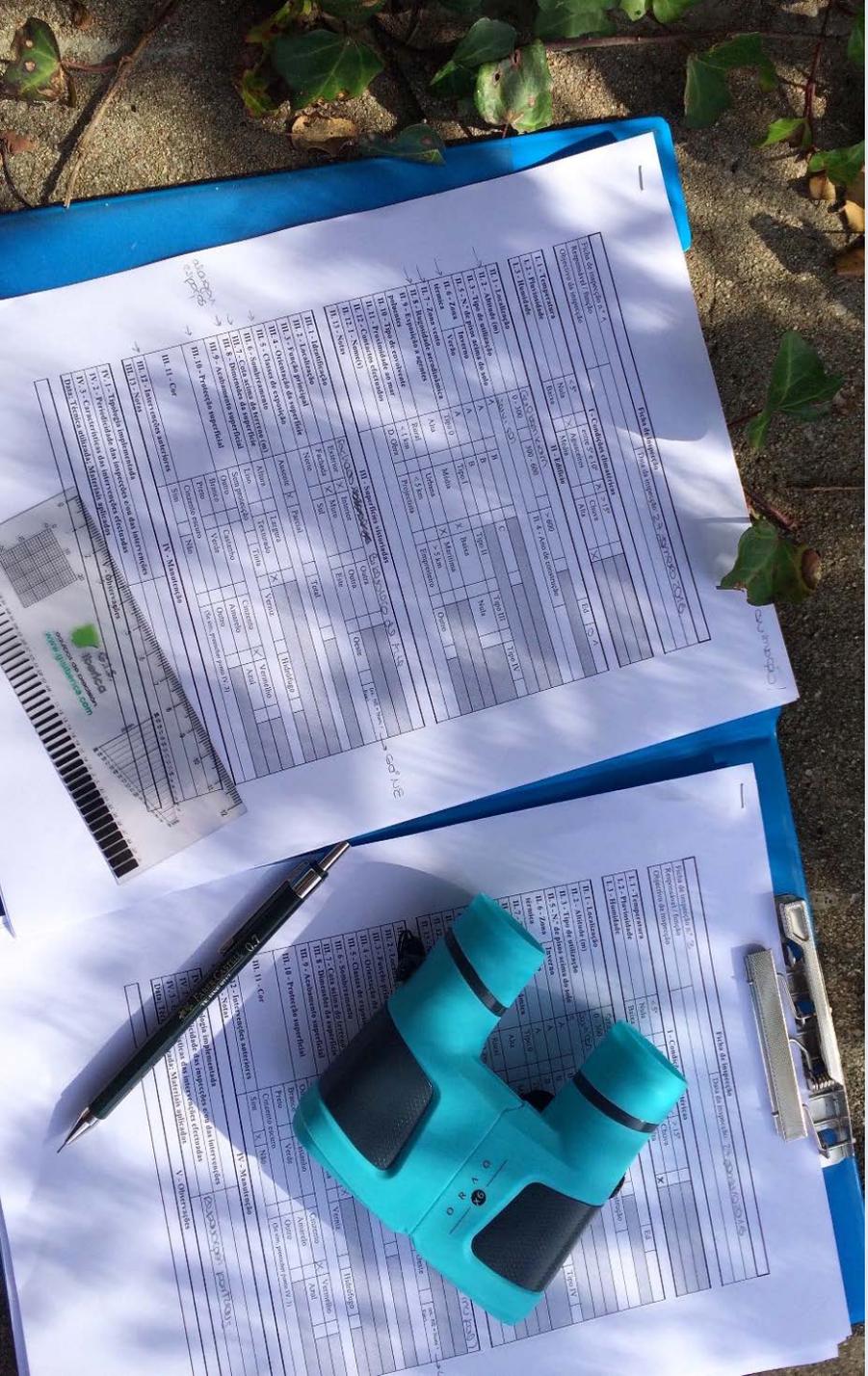
O fim da vida útil depende da definição de critérios de aceitação, isto é, dos níveis de exigência dos utentes e da sua percepção relativamente à degradação das construções.

- ❑ Estes critérios são subjectivos e variáveis em função da época, do lugar, do avaliador e de todo o contexto social, económico, político, estético, ambiental ou normativo que enquadra o julgamento sobre a construção;
- ❑ mesmo que os edifícios mantenham as propriedades originais, o fim da vida útil pode ser inevitável devido apenas à mudança dos critérios de aceitação (obsolescência funcional);
- ❑ os métodos de previsão da vida útil necessitam de conhecer o limite máximo de degradação admitido para o elemento considerado; este limite teórico não é fácil de especificar.



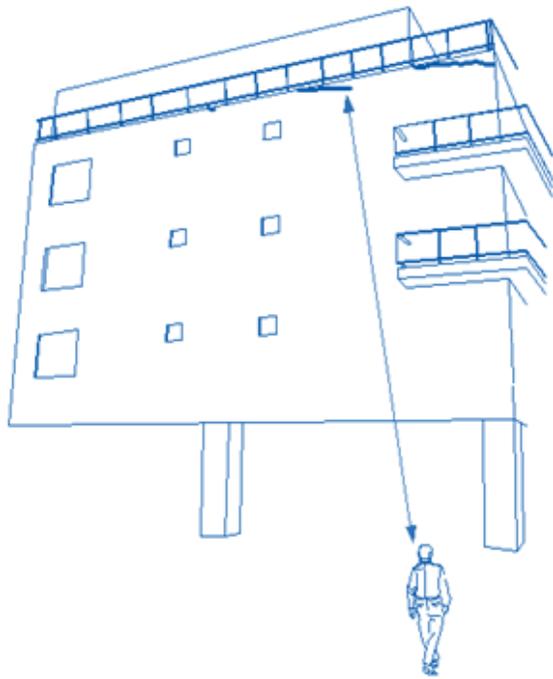
Metodologia geral para a previsão da vida útil





Patologia, inspeção e diagnóstico

Inspeção e diagnóstico dos revestimentos de fachada



Legenda:

-  Alteração cromática
-  Manchas de humidade
-  Zona de sobreposição de anomalias



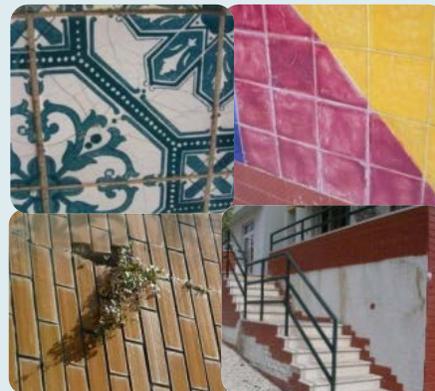
Inspeção e diagnóstico dos revestimentos de fachada



Revestimentos em
pedra natural
203 casos de estudo



Revestimentos
cerâmicos
195 casos de estudo



Revestimentos por
pintura
220 casos de estudo



Inspeção e diagnóstico dos revestimentos em pedra natural



**Anomalias visuais (da esquerda para a direita):
eflorescências, manchas localizadas (humidade
ascensional), vegetação parasitária, colonização
biológica**



Anomalias na fixação ao suporte



Anomalias em juntas



Anomalias de perda de integridade

Inspeção e diagnóstico dos revestimentos cerâmicos aderentes



Anomalias visuais



Fissuração



Anomalias em juntas



Descolamento

Inspeção e diagnóstico dos revestimentos por pintura



Sem degradação visível



Degradação ligeira ou pouco perceptível



Degradação moderada



Alterações pronunciadas



Alterações muito acentuadas e degradação elevada

Manchas ou alterações cromáticas



Destacamento e pulverulência



Fissuração



Avaliação da degradação global dos revestimentos

Metodologia para avaliar a degradação global dos revestimentos

$$S_w = \left(\sum A_n \cdot k_n \cdot k_{a,n} \right) / \left(A \cdot k_{máx.} \right)$$

S_w severidade da degradação da fachada, normalizada, em %;

A_n área de fachada afectada por uma anomalia n ;

k_n constante de ponderação da degradação detectada - $K = \{ 0, 1, 2, 3, 4 \}$;

$k_{a,n}$ constante de ponderação do peso relativo das anomalias detectadas;

$k_{máx.}$ nível de condição mais elevada da degradação de uma fachada de área A ;

A área total da fachada.

Níveis de degradação dos revestimentos em pedra natural

Nível de degradação		Caracterização das anomalias		% área afectada
Nível 0 - $k_n = 0$ ($S_w \leq 1\%$)		Não apresenta degradação visível		-
Nível 1 - $k_n = 1$ Bom ($1\% < S_w \leq 8\%$)	Anomalias visuais ou de degradação da superfície	Sujidade superficial		> 10%
		Manchas de humidade		
		Manchas localizadas		$\leq 15\%$
		Alteração cromática		
		Deficiências de planeza		$\leq 10\%$
Anomalias de perda de integridade	Degradação do material ^(*) $\leq 1\%$ da espessura da placa		-	
	Degradação do material ^(*) $\leq 10\%$ da espessura da placa			
	Fissuras de largura ≤ 1 mm		$\leq 20\%$	
Nível 2 - $k_n = 2$ Degradação ligeira ($8\% < S_w \leq 20\%$)	Anomalias visuais ou de degradação da superfície	Manchas de humidade		
		Manchas localizadas		> 15%
		Alteração cromática		
		Colonização biológica		
		Vegetação parasitária		$\leq 30\%$
	Anomalias em juntas	Eflorescências		
		Deficiências de planeza		> 10% e $\leq 50\%$
		Degradação do material das juntas		$\leq 30\%$
	Anomalias na fixação ao suporte	Perda de material - junta aberta		$\leq 10\%$
		Lascagem do elemento pétreo na zona dos bordos		
	Anomalias de perda de integridade	Lacuna parcial do elemento pétreo		$\leq 20\%$
		Degradação do material ^(*) $\leq 10\%$ da espessura da placa		$\leq 20\%$
		Degradação do material ^(*) >10% e $\leq 30\%$ da espessura da placa		> 20%
Fissuras de largura ≤ 1 mm			$\leq 20\%$	
Fissuras de largura > 1 mm e ≤ 5 mm			> 20%	
Nível 3 - $k_n = 3$ Degradação moderada ($20\% < S_w \leq 45\%$)	Anomalias visuais ou de degradação da superfície	Fracturação		$\leq 5\%$
		Colonização biológica		
		Vegetação parasitária		> 30%
	Anomalias em juntas	Eflorescências		
		Deficiências de planeza		> 50%
		Degradação do material das juntas		> 30%
	Anomalias na fixação ao suporte	Perda de material - junta aberta		> 10%
		Lascagem do elemento pétreo na zona dos bordos		
	Anomalias de perda de integridade	Lacuna parcial do elemento pétreo		> 20%
		Descolagem		$\leq 10\%$
		Degradação do material ^(*) >10% e $\leq 30\%$ da espessura da placa		> 20%
		Degradação do material ^(*) >30% da espessura da placa		$\leq 20\%$
Fissuras de largura > 1 mm e ≤ 5 mm			> 20%	
Nível 4 - $k_n = 4$ Degradação generalizada ($S_w \geq 45\%$)	Anomalias na fixação ao suporte	Fissuras de largura ≥ 5 mm		$\leq 20\%$
		Fracturação		>5% e $\leq 10\%$
	Anomalias de perda de integridade	Descolagem		> 10%
Degradação do material ^(*) > 30% da espessura da placa				
		Fissuras de largura > 5 mm		> 20%
		Fracturação		> 10%

^(*) - Por degradação do material entendem-se todas as anomalias que envolvem a diminuição volumétrica do material pétreo

Níveis de degradação dos revestimentos em pedra natural

Condição de degradação		Caracterização das anomalias	% área afectada
Nível 1 ($k_n = 1$) Bom ($1\% < S_w \leq 8\%$)	Anomalias visuais ou de degradação da superfície	Sujidade superficial	> 10%
		Manchas de humidade	≤ 15%
		Manchas localizadas	
	Anomalias de perda de integridade	Alteração cromática	≤ 10%
		Deficiências de planeza	
		Degradação do material(*) ≤ 1% da espessura da placa	-
	Degradação do material(*) ≤ 10% da espessura da placa	≤ 20%	
	Fissuras de largura ≤ 1 mm		

(*) - Por degradação do material entendem-se todas as anomalias que envolvem a diminuição volumétrica do material pétreo

Anomalias visuais ou de degradação da superfície ≤ 15%

Anomalias de perda de integridade ≤ 20%



Níveis de degradação dos revestimentos em pedra natural

Condição de degradação	Caracterização das anomalias	% área afectada	
Nível 2 - $k_n = 2$ Degradação ligeira ($8\% < S_w \leq 20\%$)	Anomalias visuais ou de degradação da superfície	Manchas de humidade	> 15%
		Manchas localizadas	
		Alteração cromática	
	Anomalias em juntas	Colonização biológica	≤ 30%
		Vegetação parasitária	
		Eflorescências	
	Anomalias na fixação ao suporte	Deficiências de planeza	> 10% e ≤ 50%
		Degradação do material das juntas	≤ 30%
		Perda de material - junta aberta	≤ 10%
	Anomalias de perda de integridade	Lascagem do elemento pétreo na zona dos bordos	≤ 20%
		Lacuna parcial do elemento pétreo	
		Degradação do material(*) ≤ 10% da espessura da placa	≤ 20%
		Degradação do material(*) >10% e ≤ 30% da espessura da placa	> 20 %
Fissuras de largura ≤ 1 mm		≤ 20%	
Fissuras de largura > 1 mm e ≤ 5 mm	> 20%		
Fracturação	≤ 5%		

Anomalias visuais ou de degradação da superfície ≤ 30%

Anomalias em juntas ≤ 30%

Anomalias na fixação ao suporte ≤ 20%

Anomalias de perda de integridade ≤ 20%



Níveis de degradação dos revestimentos em pedra natural

Condição de degradação	Caracterização das anomalias	% área afectada		
Nível 3 - $k_n = 3$ Degradação moderada ($20\% < S_w \leq 45\%$)	Anomalias visuais ou de degradação da superfície	Colonização biológica Vegetação parasitária Eflorescências Deficiências de planeza	> 30%	
	Anomalias em juntas	Degradação do material das juntas Perda de material - junta aberta	> 30% > 10%	
	Anomalias na fixação ao suporte	Lascagem do elemento pétreo na zona dos bordos Lacuna parcial do elemento pétreo Descolagem	> 20% > 20% $\leq 10\%$	
	Anomalias de perda de integridade	Degradação do material(*)	$>10\%$ e $\leq 30\%$ da espessura da placa	> 20%
		Degradação do material(*)	$>30\%$ da espessura da placa	$\leq 20\%$
		Fissuras de largura	$> 1\text{ mm}$ e $\leq 5\text{ mm}$	> 20%
		Fissuras de largura	$\geq 5\text{ mm}$	$\leq 20\%$
		Fracturação	$>5\%$ e $\leq 10\%$	

Anomalias visuais ou de degradação da superfície > 30%

Anomalias em juntas > 30%

Anomalias na fixação ao suporte > 20%

Anomalias de perda de integridade $\leq 20\%$



Constante de ponderação das anomalias em revestimentos em pedra natural ($k_{a,n}$)

Anomalias	Critérios de desempenho Exigências		Possibilidade de originar novas anomalias	Operação de reparação (custo em €/m ²)	Razão entre o custo de reparação e o custo de construído de novo ^(*)	Coeficiente de ponderação $k_{a,n}$
	Segurança	Estanqueidade				
Visuais ou de degradação da superfície	○○	●○	●○	Limpeza (11,7 €/m ²)	13%	0,13
Em juntas	Degradação do material de colmatação			Reparação de juntas (23,4 €/m ²)	25%	0,25
	Perda de material de colmatação	●○	●○	A substituição do material das juntas em revestimentos fixados directamente ao suporte acarreta alguns riscos, podendo mesmo danificar a pedra natural	100%	1,0
	Fixação ao suporte	●●	●●	A substituição das placas pétreas envolve sempre custos que facilmente igualam o custo da execução do revestimento novo, podendo mesmo atingir valores superiores devido à remoção do revestimento degradado	120%	1,2
	Perda de integridade	●●	●●	A reparação das anomalias de perda de integridade pode envolver apenas a sua reparação superficial (resinas epóxicas ou equivalente) ou a substituição da placa pétrea	100%	1,0

○○ - Sem correlação; ●○ - correlação provável; ●● - elevada correlação
 (*) - Os custos de execução de um revestimento vertical exterior de granito fixado com argamassa rondam 93,10 €/m²

A estimativa da vida útil depende do nível de exigência dos utentes

Qual o nível de degradação aceitável para o utente?



*Isto é
aceitável?*



E isto?

Análise de três níveis de degradação aceitáveis

Revestimentos em pedra natural

$$S_w = 10\%$$

Anomalias observadas:

- 30% *sujidade superficial (Nível 1)*
- 70% *alteração cromática (Nível 2)*
- 40% *degradação do material das juntas (Nível 3)*
- 30% *perda de material de colmatação das juntas (Nível 3)*



Análise de três níveis de degradação aceitáveis

Revestimentos em pedra natural

$$S_w = 20\%$$



Anomalias observadas:

- 80% manchas localizadas (Nível 2)
- 3% sujidade superficial (Nível 0)
- 10% alteração cromática (Nível 1)
- 6% deficiências de planeza (Nível 1)
- 40% degradação do material das juntas (Nível 3)
- 50% perda de material de colmatação das juntas (Nível 3)
 - 24% fissuração (Nível 3)
 - 3% fracturação (Nível 2)

Análise de três níveis de degradação aceitáveis

Revestimentos em pedra natural

$$S_w = 30\%$$



Anomalias observadas:

- 10% *sujidade superficial* (Nível 1)
- 60% *alteração cromática* (Nível 2)
- 60% *degradação do material das juntas* (Nível 3)
- 15% *perda de material de colmatação das juntas* (Nível 3)
- 10% *lascagem do elemento pétreo no bordo* (Nível 2)
 - 7% *fissuração* (Nível 3)
- 60% *degradação do material pétreo* (Nível 4)

Análise de três níveis de degradação aceitáveis

Revestimentos cerâmicos aderentes

$S_w = 10\%$



$S_w = 20\%$



$S_w = 30\%$



Análise de três níveis de degradação aceitáveis

Revestimentos por pintura

$S_w = 10\%$



$S_w = 20\%$

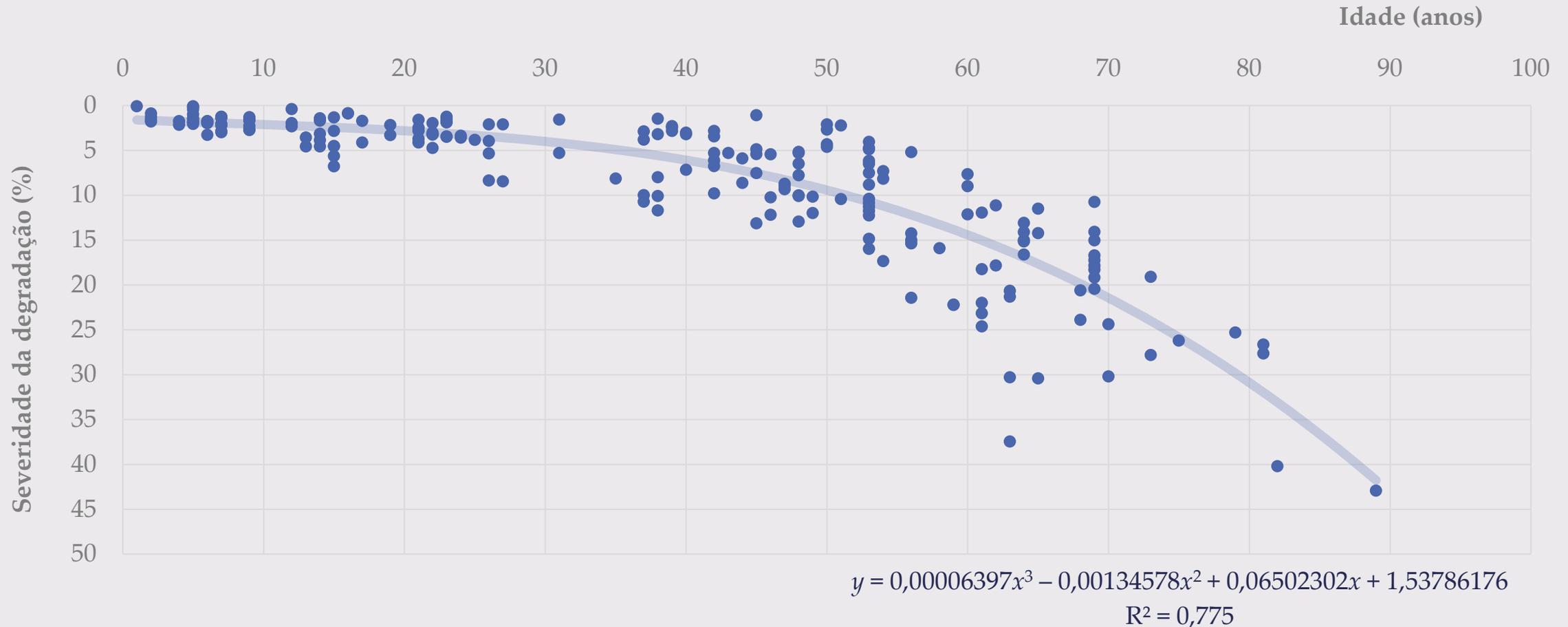


$S_w = 30\%$



Curva de degradação dos revestimentos em pedra natural

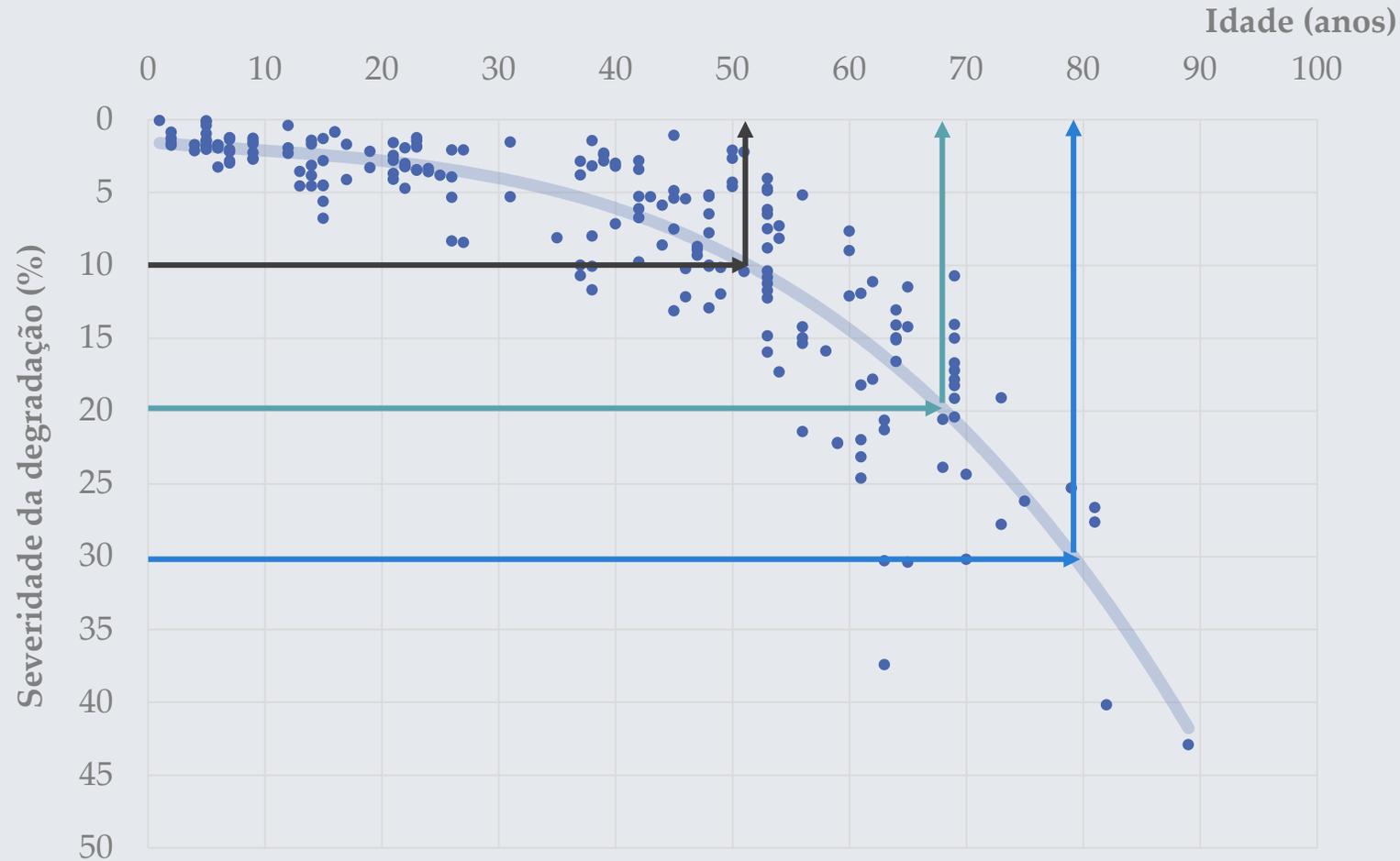
Revestimentos em pedra natural



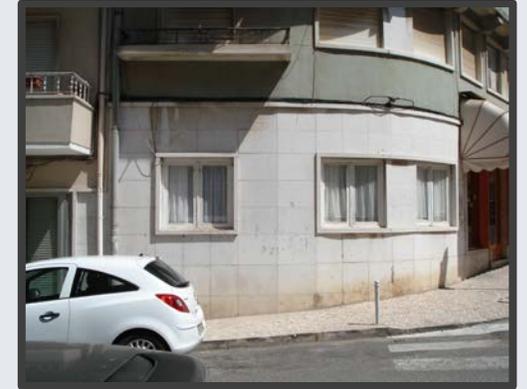
Perda de desempenho de 203 revestimentos em pedra natural, analisados *in situ*

Vida útil estimada em função do nível máximo de degradação aceitável

Revestimentos em pedra natural



$S_w = 10\%$



$S_w = 20\%$



$S_w = 30\%$



Vida útil estimada em função do nível máximo de degradação aceitável

Revestimentos em pedra natural

$S_w = 10\%$



Vida útil estimada =
52 anos

$S_w = 20\%$



Vida útil estimada =
68 anos

$S_w = 30\%$



Vida útil estimada =
79 anos

Manutenção dos revestimentos de fachada

São considerados três níveis de intervenção / reparação :



□ **Limpeza** - instalação de andaimes; limpeza com jacto de água e escovagem; correcção de fissuras com espessura ≤ 1 mm; e reposição “profunda” de 20% do material de colmatação das juntas.



□ **Intervenção generalizada** - que inclui a montagem de andaimes, a acção de limpeza; reposição “profunda” de 30% das juntas; reposição “ligeira” dos restantes 70% do material de colmatação das juntas; e a substituição de 20% do revestimento.



□ **Substituição** - montagem de andaimes; substituição integral do revestimento, com a colocação de placas pétreas novas e com o transporte para aterro das placas pétreas antigas.

Manutenção dos revestimentos de fachada

Revestimentos em pedra natural

Nível de exigência

$S_w = 10\%$



Acção de limpeza -> $S_w = 5\%$
Intervenção generalizada -> $S_w = 10\%$
Substituição -> $S_w = 20\%$

$S_w = 20\%$



Acção de limpeza -> $S_w = 10\%$
Intervenção generalizada -> $S_w = 20\%$
Substituição -> $S_w = 40\%$

$S_w = 30\%$



Acção de limpeza -> $S_w = 15\%$
Intervenção generalizada -> $S_w = 30\%$
Substituição -> $S_w = 60\%$

Manutenção dos revestimentos de fachada

Limitações do modelo ou simplificações adoptadas:

- ❑ Para cada análise económica, considera-se que se efectua cada uma das acções descritas apenas uma vez;
- ❑ Após uma acção de limpeza, mesmo que o elemento atinja novamente um S_w correspondente à condição necessária para a acção de limpeza, considera-se que apenas se realizará uma grande reparação quando se atingir o índice de degradação correspondente à próxima acção de manutenção; a mesma filosofia é aplicada relativamente à grande reparação e à substituição
- ❑ Considera-se, como simplificação, que as acções de manutenção e reparação dos elementos não têm efeito no indicador S_w ; os revestimentos após intervenção apresentam a mesma vida útil prevista do que no instante antes da intervenção.

Cálculo dos custos actualizados ao ano 0 das acções de manutenção com valores actualizados

$$VA LCC = \frac{C_{t,nom(L)}(1+e)^{t_L}}{(1+d)^{t_L}} + \frac{C_{t,nom(R)}(1+e)^{t_R}}{(1+d)^{t_R}} + \frac{C_{t,nom(S)}(1+e)^{t_S}}{(1+d)^{t_S}}$$

Onde os termos $C_{t,nom(L)}$, $C_{t,nom(R)}$ e $C_{t,nom(S)}$ correspondem aos custos nominais das acções de manutenção dos diferentes níveis de manutenção acima definidos (limpeza, reparação e substituição, respectivamente), os termos t_L , t_R e t_S equivalem ao ano em que esses custos ocorrem, d representa a taxa de actualização (6%) e e a taxa diferencial de preços (3%).

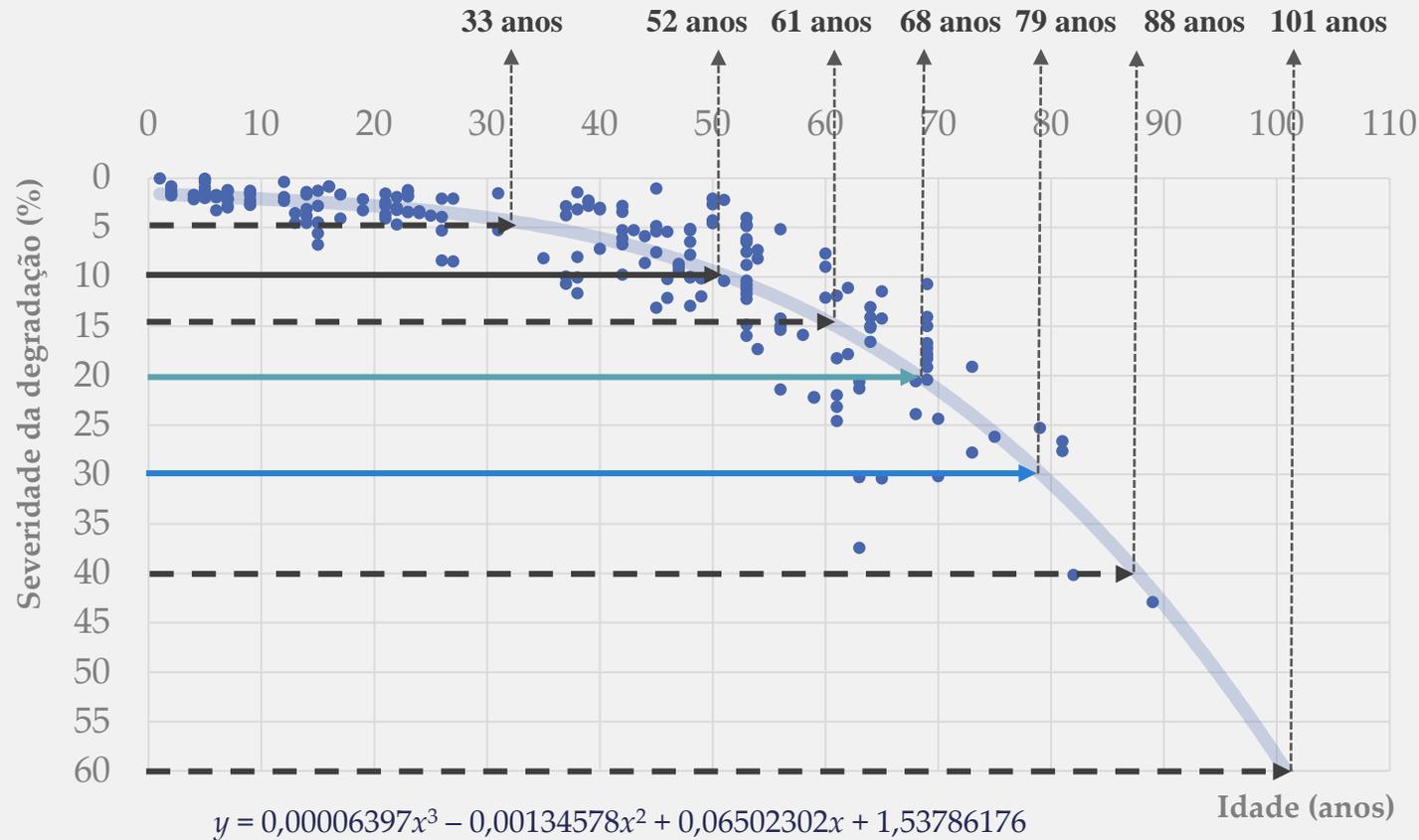
Cálculo dos custos das acções de manutenção com valores actualizados

Revestimentos em pedra natural

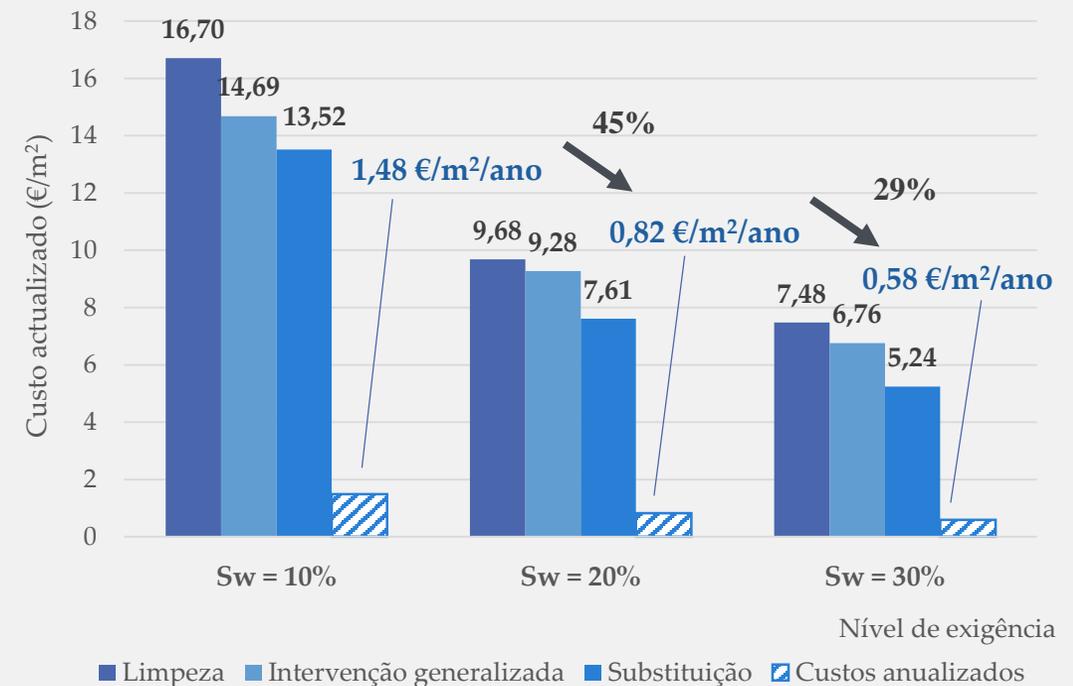
Nível de intervenção	Descrição da acção de manutenção	Custos (Ano 0) (€/m ²)
Acção de limpeza	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7,00
	Reparação de fissuras	15,00
	Limpeza	19,03
	Reposição do material das juntas (20%)	2,05
	Total	43,08
Intervenção generalizada	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7,00
	Fissuras	15,00
	Limpeza	19,03
	Reposição de juntas (30%) + Reposição ligeira juntas (70%)	6,67
	Substituição parcial do revestimento (20%)	17,65
Total	65,35	
Substituição	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7,00
	Substituição Integral do revestimento (100%)	88,25
	Total	95,25

Cálculo dos custos das acções de manutenção com valores actualizados

Revestimentos em pedra natural



Nível de exigência - S_w = 10%	Nível de exigência - S_w = 20%	Nível de exigência - S_w = 30%
Acção de limpeza -> S_w = 5% (33 anos)	Acção de limpeza -> S_w = 10% (52 anos)	Acção de limpeza -> S_w = 15% (61 anos)
Int. generalizada -> S_w = 10% (52 anos)	Int. generalizada -> S_w = 20% (68 anos)	Int. generalizada -> S_w = 30% (79 anos)
Substituição -> S_w = 20% (68 anos)	Substituição -> S_w = 40% (88 anos)	Substituição -> S_w = 60% (101 anos)



Cálculo dos custos das acções de manutenção com valores actualizados

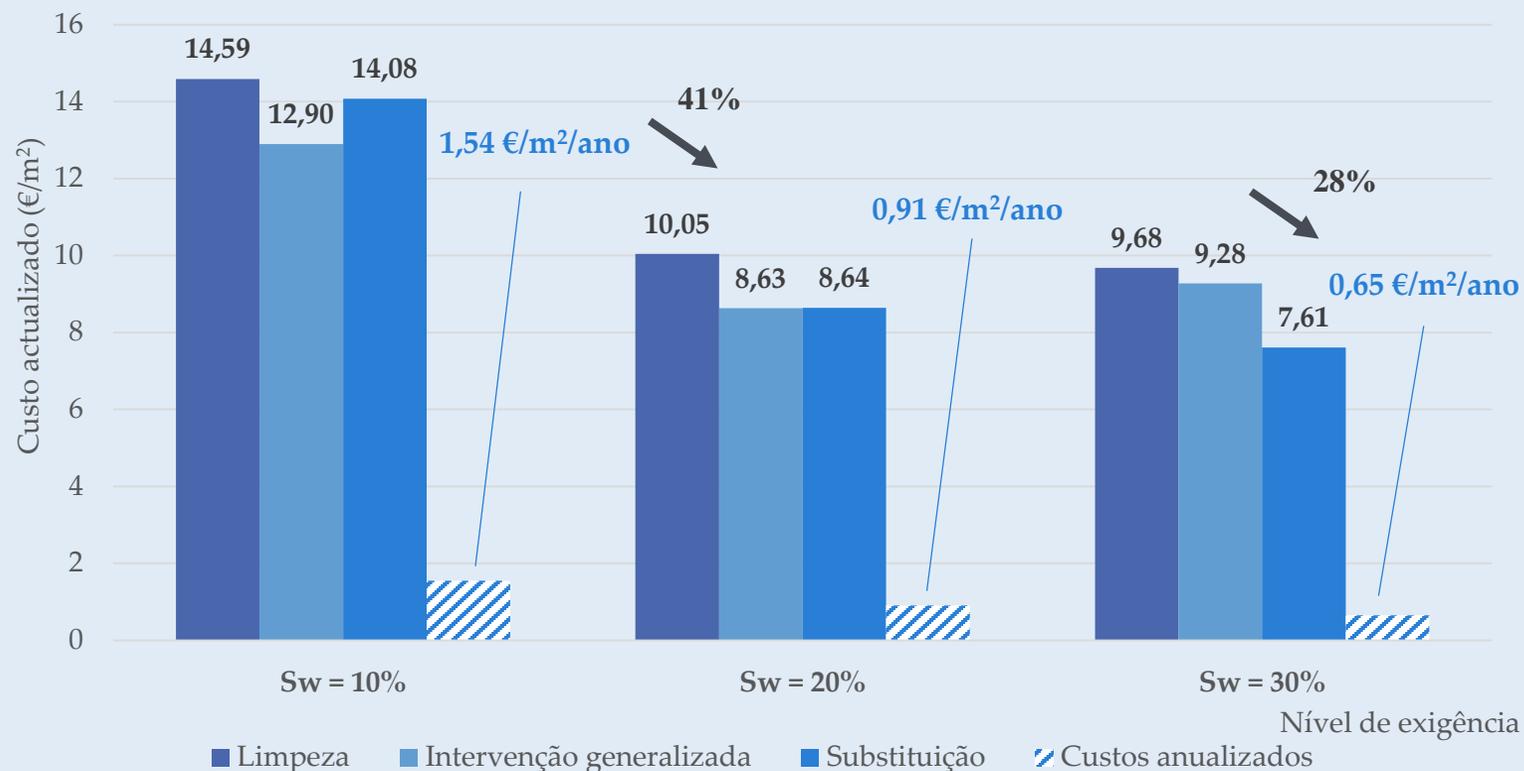
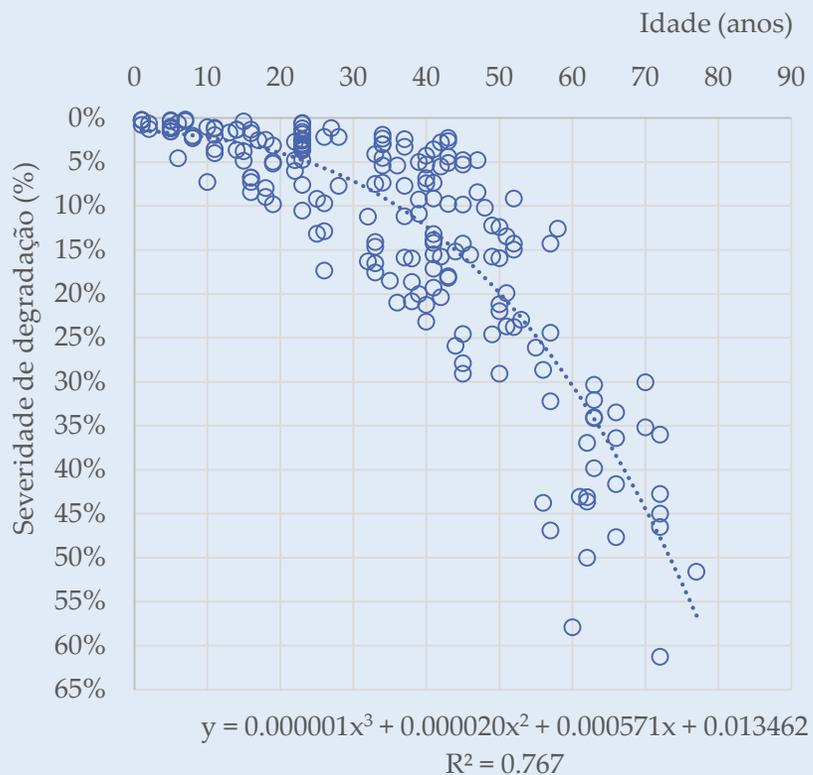
Revestimentos cerâmicos aderentes

Nível de intervenção	Descrição da acção de manutenção	Custos (Ano 0) (€/m ²)
Acção de limpeza	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7
	Reparação de fissuras	15
	Limpeza geral (assumindo 70% sujidade superficial + 15% colonização biológica + 15% eflorescências)	4,19
	Reposição do material das juntas (20%)	2,05
	Total	28,24
Intervenção generalizada	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7
	Substituição parcial do revestimento (20%)	8,69
	Colmatação de fissuras em 30% do revestimento	7,02
	Reposição de juntas (30%) + Reposição ligeira juntas (70%)	6,67
	Limpeza geral (assumindo 100% sujidade superficial + limpeza da sujidade das juntas + 30% col biológica + 30% eflorescências)	6,88
	Total	36,26
Substituição	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7
	Substituição Integral do revestimento (100%)	52,15
	Total	59,15

Cálculo dos custos das acções de manutenção com valores actualizados

Revestimentos cerâmicos aderentes

Nível de exigência - $S_w = 10\%$	Nível de exigência - $S_w = 20\%$	Nível de exigência - $S_w = 30\%$
Acção de limpeza -> $S_w = 5\%$ (23 anos)	Acção de limpeza -> $S_w = 10\%$ (36 anos)	Acção de limpeza -> $S_w = 15\%$ (44 anos)
Int. generalizada -> $S_w = 10\%$ (36 anos)	Int. generalizada -> $S_w = 20\%$ (50 anos)	Int. generalizada -> $S_w = 30\%$ (60 anos)
Substituição -> $S_w = 20\%$ (50 anos)	Substituição -> $S_w = 40\%$ (67 anos)	Substituição -> $S_w = 60\%$ (79 anos)



Cálculo dos custos das acções de manutenção com valores actualizados

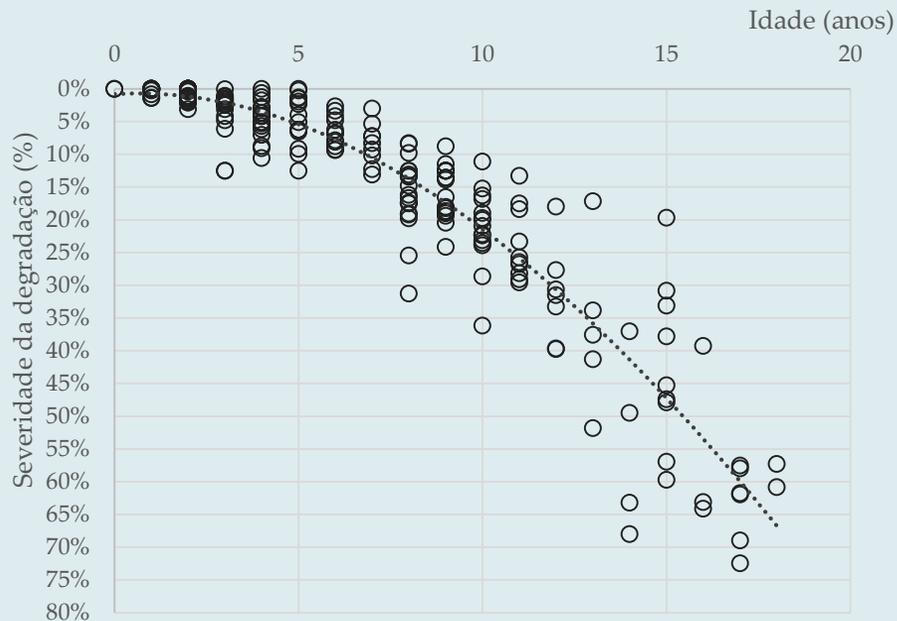
Revestimentos por pintura

Nível de intervenção	Descrição da acção de manutenção	Custos (Ano 0) (€/m ²)
Acção de limpeza	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7.00
	Reparação de fissuras (10%)	0.78
	Limpeza geral (assumindo 70% sujidade superficial + 10% colonização biológica + 10% eflorescências)	3.64
	Total	11.42
Intervenção generalizada	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7.00
	Colmatação de fissuras em 30% do revestimento	2.35
	Limpeza geral (assumindo 100% sujidade superficial + 10% colonização biológica + 10% eflorescências)	4.73
	Total	14.08
Substituição	Andaimes (Montagem, aluguer e desmontagem)	7.00
	Substituição Integral do revestimento (100%)	9.19
	Total	16.19

Cálculo dos custos das acções de manutenção com valores actualizados

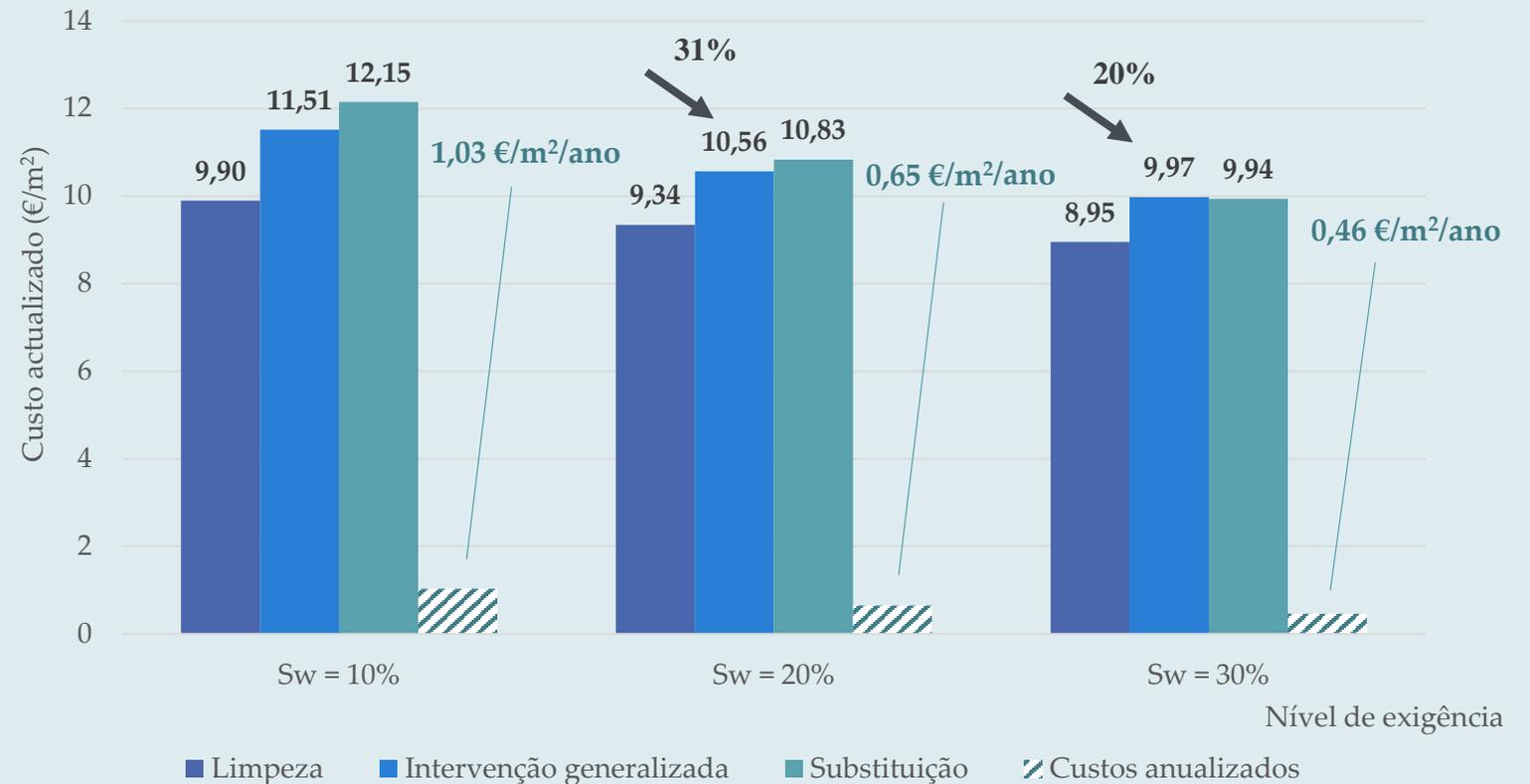
Revestimentos por pintura

Nível de exigência - $S_w = 10\%$	Nível de exigência - $S_w = 20\%$	Nível de exigência - $S_w = 30\%$
Acção de limpeza -> $S_w = 5\%$ (33 anos)	Acção de limpeza -> $S_w = 10\%$ (52 anos)	Acção de limpeza -> $S_w = 15\%$ (61 anos)
Int. generalizada -> $S_w = 10\%$ (52 anos)	Int. generalizada -> $S_w = 20\%$ (68 anos)	Int. generalizada -> $S_w = 30\%$ (79 anos)
Substituição -> $S_w = 20\%$ (61 anos)	Substituição -> $S_w = 40\%$ (88 anos)	Substituição -> $S_w = 60\%$ (101 anos)



$$y = -0.00002159x^3 + 0.00260761x^2 - 0.00328987x + 0.00801351$$

$$R^2 = 0.886$$



Conclusões

- ❑ O limite que estabelece o fim da vida útil é um conceito subjectivo, que varia de acordo com as exigências dos utilizadores, com o contexto do edifício e até inclusive/sobretudo com os fundos disponíveis para as acções de manutenção;
- ❑ Utilizadores com níveis de exigência mais elevados requerem que as acções de manutenção se realizem mais cedo, com níveis de degradação menos acentuados;
- ❑ Naturalmente, níveis de exigência mais estritos conduzem a custos de manutenção também mais elevados ao longo do ciclo de vida do edifício;
- ❑ As diferenças entre os custos anualizados de manutenção são mais reduzidas quando os níveis de exigência admitem níveis de degradação mais elevados, dado que o fenómeno de degradação tem um ritmo mais acelerado com o acréscimo da idade dos revestimentos.

6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E
REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS - PATORREB 2018

Rio de Janeiro - Brasil

4 a 6 de Abril, 2018

**Influência do nível de exigência dos utentes na
previsão da vida útil e nos custos de
manutenção
de fachadas de edifícios**

Muito obrigado.

Jorge de Brito
jb@civil.ist.utl.pt

Ana Silva
ana.ferreira.silva@tecnico.ulisboa.pt