

# **AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE TINTAS PARA EXTERIORES ATRAVÉS DA INSPEÇÃO DE EDIFÍCIOS**

**CARLA SOFIA DA FONSECA COELHO**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES**

---

Orientador: Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho

JUNHO DE 2015

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2014/2015**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2014/2015 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais

*“Existe uma força mais poderosa  
que a eletricidade,  
o vapor e a energia atômica:  
A VONTADE”  
Albert Einstein*



## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente, quero agradecer aos meus pais por me terem dado a oportunidade de investir na minha formação profissional e pelo esforço e apoio que me deram durante todo este percurso. Agradeço também à minha irmã por me distrair dos estudos nos momentos em que precisava.

Em seguida quero agradecer a todos aqueles que desde os primeiros anos de faculdade me acompanharam neste percurso e me apoiaram, divertiram e me deram força para continuar e não me deixaram desanimar.

Agradeço aos amigos e familiares que me acompanham desde sempre, pela sua disponibilidade e por no pouco tempo que podiam me fazerem companhia e pelo apoio dado.

Finalmente um agradecimento especial para todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho nomeadamente à Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho como orientadora, aos meus amigos e colegas Joana Ferreira e Diogo Assis, por permitirem utilizar as suas casas como casos de estudo e a todas as outras pessoas que deram o seu contributo para este trabalho que finaliza mais uma etapa da minha vida.



## **RESUMO**

Este trabalho visa estabelecer uma metodologia de avaliação da durabilidade das tintas para exteriores, que permita determinar com alguma proximidade o tempo de vida útil que ainda resta a uma tinta aplicada, através de dados recolhidos na inspeção de edifícios.

A necessidade de se quantificar a durabilidade dos materiais é cada vez um fator mais importante devido à diversidade dos materiais disponíveis no mercado, às suas diferentes características e a introdução constante de novos materiais.

Este trabalho faz uma breve abordagem sobre as tintas, referindo os principais tipos, as suas características e propriedades, pois o aparecimento de anomalias nas tintas pode ter origem em diferentes etapas, desde a produção até ao momento em que é feita a aplicação, ou após esta, em condições de serviço. Apresenta-se também uma descrição das anomalias que surgem nas tintas exteriores durante as diferentes etapas, apresentando sempre que possível imagens dessas anomalias.

Por último é elaborada uma metodologia que através dos dados recolhidos nas inspeções realizadas a diferentes edifícios, permite fazer uma avaliação acerca da duração da vida útil das tintas aplicadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Durabilidade, vida útil, tintas exteriores, anomalias, inspeção de edifícios.





## **ABSTRACT**

This thesis aims to establish a methodology for evaluating the durability of exterior paints, which allows us to calculate the remaining service time of an applied paint by using data collected in building inspections.

The need to evaluate material's durability is getting higher every day due to the diversity of materials that are available in the market, to their distinct characteristics, and to the steadfast introduction of new materials.

Throughout this essay, there is also an approach to the paints, referring their main types, their characteristics and properties, as well as arising of anomalies which might be originated in any of the different stages of their service life, from the production to the application of the paint and after it. A description of the anomalies that might appear on the exterior paints, throughout any of the steps is also presented, and showing, when possible, an image of those anomalies.

Finally, a methodology is proposed that, through data collected at the inspections made on various buildings, allows us to draw some conclusions about the service life of applied paints on building façades.

**KEYWORDS:** Durability, Service life, Exterior paints, Anomalies, Building inspection.



## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. ENQUADRAMENTO .....	1
1.2. MOTIVAÇÃO .....	1
1.3. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO .....	2
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	2
<b>2. DURABILIDADE/VIDA ÚTIL</b> .....	3
2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
2.2. DURABILIDADE .....	3
2.3. VIDA ÚTIL .....	4
2.4. METODOLOGIAS DE PREVISÃO DE VIDA ÚTIL .....	4
2.4.1. INTRODUÇÃO .....	4
2.4.2. METODOLOGIAS DE PREVISÃO DE VIDA ÚTIL .....	5
2.4.3. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO .....	7
2.4.4. MECANISMOS E AGENTES DE DEGRADAÇÃO .....	9
2.4.5. FIM DE VIDA ÚTIL .....	11
2.4.6. ABORDAGEM ADOTADA .....	11
<b>3. TINTAS EXTERIORES PARA FACHADAS</b> .....	13
3.1. ABORDAGEM HISTÓRICA .....	13
3.2. DEFINIÇÃO DE TINTA .....	13
3.3. PRINCIPAIS CONSTITUINTES .....	14
3.4. CARACTERÍSTICAS DAS TINTAS .....	14
3.5. PROPRIEDADES DOS PRODUTOS DE PINTURA .....	14
3.6. TIPOS DE PRODUTOS A APLICAR EM FACHADAS .....	15
3.6.1. PRIMÁRIOS PARA REBOCOS .....	15
3.6.2. TINTA ACRÍLICA .....	15

3.6.3. TINTA DE BASE AQUOSA OU PLÁSTICA.....	15
3.6.4. TINTA TEXTURADA.....	15
3.6.5. TINTA À BASE DE HYDRO PLIOLITE .....	16
3.6.6. TINTA FLEXÍVEL.....	16
3.6.7. TINTA DE SILICONE .....	16
3.6.8. TINTA DE SILICATO .....	16
<b>3.7. PROCESSO DE SELEÇÃO DA TINTA .....</b>	<b>16</b>
3.7.1. EM PROJETO.....	16
3.7.2. EM EXECUÇÃO .....	17
3.7.3. EM UTILIZAÇÃO .....	18
<b>3.8. APLICAÇÃO.....</b>	<b>18</b>
3.8.1. CONDIÇÕES PRÉVIAS – PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE .....	18
3.8.1.1. Rebocos novos .....	18
3.8.1.2. Rebocos anteriormente pintados.....	18
3.8.2. EXECUÇÃO DA APLICAÇÃO .....	19
3.8.3. SEGURANÇA .....	19
3.8.4. QUALIDADE.....	19
<b>3.9. OBJETIVOS PARA UTILIZAÇÃO DAS TINTAS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.10. CARACTERÍSTICAS DA PELÍCULA SECA .....</b>	<b>20</b>
<b>3.11. ANOMALIAS .....</b>	<b>20</b>
3.11.1. PRINCIPAIS CAUSAS .....	21
3.11.2. ANOMALIAS ASSOCIADAS À ARMAZENAGEM.....	21
3.11.3. ANOMALIAS ASSOCIADAS À APLICAÇÃO .....	21
3.11.4. ANOMALIAS EM FASE DE UTILIZAÇÃO .....	26
3.11.4.1. Humidade .....	26
3.11.4.2. Água da chuva.....	30
3.11.4.3. Água retida no solo.....	31
3.11.4.4. Ação da radiação ultravioleta .....	32
3.11.4.5. Poluição atmosférica .....	37
3.11.4.6. Outras anomalias .....	37
3.11.5. ANOMALIAS NO SISTEMA ETICS.....	43

<b>4. METODOLOGIA DE ESTUDO</b> .....	47
<b>4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	47
<b>4.2. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS</b> .....	47
<b>4.3. DESCRIÇÃO DA FICHA DE INSPEÇÃO</b> .....	48
<b>4.4. METODOLOGIA DE ESTUDO</b> .....	51
<b>4.5. AMOSTRA DE EDIFÍCIOS ESTUDADOS</b> .....	53
4.5.1. ESCOLA SECUNDÁRIA DE ALEXANDRE HERCULANO .....	53
4.5.2. ESCOLA EB 2,3 RAMALHO ORTIGÃO.....	54
4.5.3. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO DA LOMBA.....	55
4.5.4. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO DA ALEGRIA .....	56
4.5.5. ESCOLA BÁSICA DO SOL .....	57
4.5.6. MUDANÇA DO TIPO DE EDIFÍCIOS ESTUDADOS .....	58
4.5.7. VIVENDA EM FELGUEIRAS.....	59
4.5.8. VIVENDA EM VILA DO CONDE .....	60
4.5.9. VIVENDA EM LAMEGO.....	61
<b>5. TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS</b> .....	63
<b>5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	63
<b>5.2. TRATAMENTO DE DADOS</b> .....	63
5.2.1. ESCOLA SECUNDÁRIA ALEXANDRE HERCULANO .....	63
5.2.2. ESCOLA EB 2,3 RAMALHO ORTIGÃO.....	72
5.2.3. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO COM JARDIM DE INFÂNCIA DA LOMBA.....	85
5.2.4. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO COM JARDIM DE INFÂNCIA DA ALEGRIA .....	93
5.2.5. ESCOLA BÁSICA DO SOL .....	97
5.2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DAS ESCOLAS .....	102
5.2.7. VIVENDA EM FELGUEIRAS.....	106
5.2.8. VIVENDA EM VILA DO CONDE .....	111
5.2.9. VIVENDA EM LAMEGO.....	117
5.2.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DAS VIVENDAS .....	122
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	127
<b>6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	127
<b>6.2. CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	127

**6.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS** ..... 128

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**..... 131

**ANEXOS – FICHAS DE INSPEÇÃO DE EDIFÍCIOS**..... 135

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.2.1 - Organograma resumo da determinação de vida útil das componentes dos edifícios. ....	7
Fig.2.2 - Funções hipotéticas do desempenho ao longo do tempo. ....	8
Fig.3.1 - Imagem de ataque. ....	22
Fig.3.2 - Fachada com película de tinta com aspeto de bicos de alfinete. ....	22
Fig.3.3 - Tinta com aspeto Casca de laranja e marcas de escorrência de água da chuva. ....	22
Fig.3.4 - Zona onde é visível onde teve duas demãos ou só uma. ....	23
Fig.3.5 - Película de tinta enrugada [29]. ....	23
Fig.3.6 - Escorrimento de tinta. ....	23
Fig.3.7 - Escorrimento de tinta. ....	24
Fig.3.8 - Após aplicação da tinta, aparecimento de espuma na película de tinta [29]. ....	24
Fig.3.9 - Alteração de cor na fachada. ....	24
Fig.3.10 - Alteração de cor no fundo da parede. ....	25
Fig.3.11 - Alteração da cor da fachada. ....	25
Fig.3.12 - Parede com marcas de trincha. ....	26
Fig.3.13 - Saponificação da pintura. ....	27
Fig.3.14 - Saponificação da tinta do muro exterior. ....	27
Fig.3.15 - Tinta com descoloração. ....	28
Fig.3.16 - Fachada com descoloração da película de tinta. ....	28
Fig.3.17 - Tinta fissurada com musgo. ....	29
Fig.3.18 - Condensações em paredes exteriores. ....	29
Fig.3.19 - Fungos em parede exterior. ....	30
Fig.3.20 - Esq.- Fachada onde foi aplicada tinta impermeabilizante à água da chuva; Dta.- Fachada onde foi aplicada tinta não impermeabilizante à água da chuva. ....	30
Fig.3.21 - Fissuração com cristalização de sais (Eflorescências). ....	30
Fig.3.22 - Fachada com revestimento de tinta e reboco fissurado. ....	31
Fig.3.23 - Efeito de água retida no solo em paredes. ....	31
Fig.3.24 - Efeitos na tinta exterior devido à percolação da água no interior das paredes. ....	32
Fig.3.25 - Degradação da película de tinta por humidade. ....	32
Fig.3.26 - Fundo da parede tem perda de brilho em relação à restante área da parede. ....	33
Fig.3.27 - Destacamento de tinta em muro exterior. ....	33
Fig.3.28 - Destacamento na película de tinta de fachada. ....	33

Fig.3.29 - Destacamento do acabamento. ....	34
Fig.3.30 - Destacamento de película de tinta e reboco.....	34
Fig.3.31 - Pulverulência da tinta [21]. ....	34
Fig.3.32 - Bronzeamento por raios UV [21]. ....	35
Fig.3.33 - Fachada com descoloração de tinta. ....	35
Fig.3.34 - Tinta com sujidade depositada.....	36
Fig.3.35 - Sujidade acumulada devido ao deficiente escoamento das águas pelos peitoris. ....	36
Fig.3.36 - Sujidade acumulada devido a escorrências.....	37
Fig.3.37 - Efeito das chuvas ácidas nas tintas exteriores. ....	37
Fig.3.38 - Amarelecimento da tinta.....	38
Fig.3.39 - Fissuração generalizada. ....	38
Fig.3.40 - Parede exterior fissurada em toda a sua altura. ....	38
Fig.3.41 - Fissuração localizada com destacamento do acabamento no bordo de uma porta para exterior. ....	39
Fig.3.42 - Fissuração sob janela. ....	39
Fig.3.43 - Fissuração da tinta com destacamento total do reboco e película de tinta. ....	40
Fig.3.44 - Empolamento da película de tinta. ....	40
Fig.3.45 - Fachada manchada.....	41
Fig.3.46 - Tinta exterior que perdeu o poder de cobertura.....	41
Fig.3.47 - Perda do poder de cobertura da tinta de fachada.....	41
Fig.3.48 - Muros com revestimento de tinta pintados com grafite.....	42
Fig.3.49 - Grafites em fachadas. ....	42
Fig.3.50 - Grafite em tinta exterior. ....	42
Fig.3.51 - Fachadas com alteração de cor nas zonas de vigas e pilares. ....	43
Fig.3.52 - Saponificação da tinta em sistema ETICS.....	43
Fig.3.53 - Empolamento e destacamento do acabamento.....	44
Fig.3.54 - ETICS degradado pela sujidade. ....	44
Fig.3.55 - Acabamento de sistema ETICS manchado com ferrugem proveniente do gradeamento da janela. ....	44
Fig.3.56 - Perfuração no sistema ETICS.....	45
Fig.3.57 - Dano causado por choque com o sistema ETICS. ....	45
Fig.3.58 - Danos provocados no sistema ETICS por raspão de um veículo. ....	45
Fig.4.1 - Escolas selecionadas para estudo.....	48



Fig.4.2 - Fotografia aérea da Escola Secundária Alexandre Herculano.....	53
Fig.4.3 - Fachada da Escola Secundária Alexandre Herculano. ....	54
Fig.4.4 - Vista aérea da Escola EB 2,3 Ramalho Ortigão. ....	54
Fig.4.5 - Fachada principal da Escola EB 2,3 Ramalho Ortigão.....	55
Fig.4.6 - Vista aérea da Escola Básica com 1º ciclo da Lomba.....	55
Fig.4.7 - Fachada da Escola Básica com 1º ciclo da Lomba. ....	56
Fig.4.8 - Vista aérea da Escola Básica 1º Ciclo da Alegria.....	56
Fig.4.9 - Imagem da fachada da Escola Básica 1º Ciclo da Alegria. ....	57
Fig.4.10 - Deterioração da película de tinta por fezes de pombos. ....	57
Fig.4.11 - Vista aérea da Escola Básica do Sol. ....	58
Fig.4.12 - Fachada da Escola Básica do Sol. ....	58
Fig.4.13 - Vista aérea da Vivenda. ....	59
Fig.4.14 - Fachada da vivenda.....	59
Fig.4.15 - Vista aérea da vivenda.....	60
Fig.4.16 - Fachada da vivenda.....	60
Fig.4.17 - Vista aérea.....	61
Fig.4.18 - Fachada da vivenda.....	61
Fig.5.1 - Manchas e colonização biológica na fachada N1.....	64
Fig.5.2 - Colonização biológica na interseção .....	64
Fig.5.3 - Colonização biológica, descasque e manchas na fachada N2. ....	64
Fig.5.4 - Fissuração, descasque, manchas e colonização biológica na fachada N2. ....	65
Fig.5.5 - Manchas e fissuração na fachada N3.....	65
Fig.5.6 - Manchas e sujidade na fachada N3.....	65
Fig.5.7 - Descoloração e fissuras na fachada N4. ....	66
Fig.5.8 - Fissuras, colonização biológica, descoloração e descasque na fachada N4.....	66
Fig.5.9 - Sujidade, manchas e colonização biológica na fachada N5.....	66
Fig.5.10 - Fissuras, descasque e manchas na fachada S1. ....	67
Fig.5.11 - Manchas na fachada S1. ....	67
Fig.5.12 - Perda de poder de cobertura, manchas, descasque e fissuração na fachada S2. ....	67
Fig.5.13 - Manchas, descoloração e fissuras na fachada E1. ....	68
Fig.5.14 - Colonização biológica, fissuras, descoloração e manchas na fachada E1. ....	68
Fig.5.15 - Descasque, fissuração e sujidade na fachada E2.....	68

Fig.5.16 - Fissuração, descasque e manchas na fachada E2. ....	69
Fig.5.17 - Fissuração e descoloração na fachada O2.....	69
Fig.5.18 - Colonização biológica, descoloração e fissuras na fachada O2.....	69
Fig.5.19 - Perda do poder de cobertura, descasque, colonização biológica e manchas na fachada O1. .....	70
Fig.5.20 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. Sec. Alexandre Herculano. ....	71
Fig.5.21 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Sec. Alexandre Herculano. ....	71
Fig.5.22 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Sec. Alexandre Herculano. ....	72
Fig.5.23 - Fissuras na fachada N1. ....	73
Fig.5.24 - Fissuração no canto das janelas na fachada N1. ....	73
Fig.5.25 - Colonização biológica e sujidade na fachada N2. ....	73
Fig.5.26 - Fissura na fachada N2. ....	74
Fig.5.27 - Grafites na fachada N2. ....	74
Fig.5.28 - Marcas de salpicos de água e sujidade na fachada S.....	74
Fig.5.29 - Descasque na fachada S. ....	75
Fig.5.30 - Grafites e fissuração na fachada E1. ....	75
Fig.5.31 - Grafites, bicos de alfinete e sujidade na fachada E1.....	75
Fig.5.32 - Grafites na fachada E1.....	75
Fig.5.33 - Sujidade e fissuração na fachada E1.....	76
Fig.5.34 - Destacamento e sujidade na fachada E1. ....	76
Fig.5.35 - Fissuração e sujidade na fachada E1. ....	76
Fig.5.36 - Descasque e sujidade na fachada E1.....	76
Fig.5.37 - Grafites e sujidade na fachada E2. ....	77
Fig.5.38 - Descasque e grafites na fachada E2. ....	77
Fig.5.39 - Descoloração na fachada O1.....	77
Fig.5.40 - Fissuração e sujidade na fachada O2.....	78
Fig.5.41 - Sujidade e grafites na fachada O2. ....	78
Fig.5.42 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão. ....	79
Fig.5.43 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão. ....	79
Fig.5.44 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. EB 2, 3 Ramalho Ortigão.....	80

Fig.5.45 - Fachada Norte. ....	80
Fig.5.46 - Fachada Sul com grafites e sujidade. ....	81
Fig.5.47 - Fachada com grafites e sujidade. ....	81
Fig.5.48 - Fachada com manchas. ....	81
Fig.5.49 - Fachada sem fissuração ou destacamento do revestimento com perda de cobertura. ....	82
Fig.5.50 - Fachada Este sem eflorescências com manchas. ....	82
Fig.5.51 - Parte da fachada Este, sem destacamento de revestimento com manchas. ....	82
Fig.5.52 - Grafites, fachada Este. ....	83
Fig.5.53 - Fachada Norte, não fissurada. ....	83
Fig.5.54 - Grafites. ....	83
Fig.5.55 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão em função do tempo. ....	84
Fig.5.56 - Manchas e sujidade na fachada N1. ....	85
Fig.5.57 - Colonização biológica na fachada N1. ....	86
Fig.5.58 - Sujidade e marcas de escorrência de água na fachada N2. ....	86
Fig.5.59 - Manchas e saponificação na fachada N2. ....	86
Fig.5.60 - Sujidade na fachada N2. ....	87
Fig.5.61 - Sujidade, fissuração e descasque na fachada S. ....	87
Fig.5.62 - Fissuração, descasque da película de tinta e reboco na fachada S. ....	87
Fig.5.63 - Grafite e sujidade na fachada S. ....	87
Fig.5.64 - Manchas e colonização biológica na fachada E. ....	88
Fig.5.65 - Fissuração, descasque e sujidade na fachada E. ....	88
Fig.5.66 - Destacamento, fissuras, saponificação e sujidade na fachada O. ....	88
Fig.5.67 - Destacamento na fachada O. ....	88
Fig.5.68 - Saponificação na fachada O. ....	89
Fig.5.69 - Destacamento e fissuração na fachada O. ....	89
Fig.5.70 - Gráfico radar dos CD's das fachadas da Esc. Básica da Lomba. ....	90
Fig.5.71 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Básica da Lomba. ....	90
Fig.5.72 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Básica da Lomba. ....	91
Fig.5.73 - Gráfico de tendência linear do CD da tinta com o tempo da Esc. Básica da Lomba. ....	92
Fig.5.74 - Sujidade na fachada N. ....	93
Fig.5.75 - Sujidade e destacamento na fachada N. ....	93

Fig.5.76 - Sujidade e saponificação na fachada N. ....	94
Fig.5.77 - Manchas na fachada S. ....	94
Fig.5.78 - Manchas e sujidade na fachada E. ....	94
Fig.5.79 - Manchas, fissuras e sujidade na fachada O. ....	94
Fig.5.80 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. Básica da Alegria. ....	95
Fig.5.81 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Básica da Alegria. ....	96
Fig.5.82 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Básica da Alegria. ....	96
Fig.5.83 - Gráfico de tendência linear do CD da tinta da Esc. Básica da Alegria em função do tempo. ....	97
Fig.5.84 - Sujidade e manchas na fachada N. ....	98
Fig.5.85 - Manchas e sujidade na fachada S. ....	98
Fig.5.86 - Manchas e sujidade na fachada S. ....	98
Fig.5.87 - Manchas e sujidade na fachada O1. ....	99
Fig.5.88 - Sujidade na fachada O1. ....	99
Fig.5.89 - Destacamento e colonização ....	99
Fig.5.90 - Sujidade na fachada O2. ....	99
Fig.5.91 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. Básica do Sol. ....	100
Fig.5.92 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Básica do Sol. ....	101
Fig.5.93 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Básica do Sol. ....	101
Fig.5.94 - Gráfico percentagem do tipo de anomalias observadas nas Escolas analisadas. ....	102
Fig.5.95 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas. ....	103
Fig.5.96 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas. ....	103
Fig.5.97 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas. ....	103
Fig.5.98 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas. ....	104
Fig.5.99 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas. ....	104
Fig.5.100 - Gráfico de distribuição da anomalia grafites pelas orientações das fachadas das escolas. ....	104
Fig.5.101 - Gráfico radar dos CD's de todos os estabelecimentos de ensino estudados. ....	105
Fig.5.102 - Estado de conservação das fachadas das Escolas analisadas. ....	105
Fig.5.103 - Incidência das anomalias nas fachadas das escolas analisadas. ....	106
Fig.5.104 - Fissuração no canto da janela na fachada N. ....	106

Fig.5.105 - Descasque na fachada N.....	107
Fig.5.106 - Sujidade na fachada S.....	107
Fig.5.107 - Marcas de escorrência de água na fachada E.....	107
Fig.5.108 - Descasque na fachada E.....	108
Fig.5.109 - Sujidade, marcas de escorrência de água e fissuras na fachada O.....	108
Fig.5.110 - Fissura na fachada O.....	108
Fig.5.111 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Vivenda em Felgueiras.....	109
Fig.5.112 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Vivenda em Felgueiras.....	110
Fig.5.113 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Vivenda em Felgueiras.....	110
Fig.5.114 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Vivenda em Felgueiras em função do tempo....	111
Fig.5.115 - Manchas e marcas de escorrência na fachada N.....	112
Fig.5.116 - Manchas na fachada N.....	112
Fig.5.117 - Marcas de escorrência de água.....	112
Fig.5.118 - Sujidade na fachada E.....	113
Fig.5.119 - Descasque na fachada E.....	113
Fig.5.120 - Sujidade e manchas na fachada O.....	113
Fig.5.121 - Sujidade na fachada O.....	113
Fig.5.122 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Vivenda em Vila do Conde.....	114
Fig.5.123 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Vivenda em Vila do Conde.....	115
Fig.5.124 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Vivenda em Vila do Conde.....	115
Fig.5.125 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Vivenda em Vila do Conde em função do tempo.....	116
Fig.5.126 - Destacamento do revestimento na fachada N1.....	117
Fig.5.127 - Perda de poder de cobertura na fachada N1.....	117
Fig.5.128 - Contaminação biológica na fachada N1.....	117
Fig.5.129 - Destacamento do revestimento e colonização biológica na fachada N2.....	118
Fig.5.130 - Colonização biológica na fachada N2.....	118
Fig.5.131 - Fissuras na fachada S.....	118
Fig.5.132 - Descoloração na fachada S.....	118
Fig.5.133 - Destacamento do revestimento na fachada E1.....	119
Fig.5.134 - Fissuração na fachada E1.....	119

Fig.5.135 - Destacamento do revestimento e fissuras na fachada E2.....	119
Fig.5.136 - Destacamento do revestimento na fachada O.....	119
Fig.5.137 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Vivenda em Lamego.....	120
Fig.5.138 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Vivenda em Lamego.....	121
Fig.5.139 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Vivenda em Lamego.....	121
Fig.5.140 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Vivenda em Lamego em função do tempo.....	122
Fig.5.141 - Gráfico percentagem do tipo de anomalias observadas nas Vivendas analisadas.....	123
Fig.5.142 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.....	123
Fig.5.143 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.....	124
Fig.5.144 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.....	124
Fig.5.145 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.....	124
Fig.5.146 - Gráfico radar de todas as vivendas inspecionadas.....	125
Fig.5.147 - Estado de conservação das fachadas das vivendas analisadas.....	125
Fig.5.148 - Incidência das anomalias nas fachadas das vivendas estudadas.....	126
Fig.5.149 - Junção de resultados.....	126
Fig.6.1 - Gráfico da evolução da deterioração.....	128
Fig.6.2 - Gráfico de relação qualidade em função do tempo, aplicando manutenção (M) [28].....	129

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Agentes de degradação segundo a ISO 15686.....	10
Quadro 4.1 - Escolas escolhidas para estudo. ....	48
Quadro 4.2 - Níveis das Anomalias.....	51
Quadro 4.3 - Estados de conservação.....	52
Quadro 5.1 - Registo fotográfico da inspeção nas diferentes fachadas da Escola Secundária Alexandre Herculano. ....	64
Quadro 5.2 - CD's das fachadas da Esc. Sec. Alexandre Herculano. ....	70
Quadro 5.3 - Registo fotográfico da inspeção realizada á Escola EB 2,3 Ramalho Ortigão.....	73
Quadro 5.4 - CD's das fachadas da Esc. EB 2, 3 Ramalho Ortigão.....	78
Quadro 5.5 - Fotos de inspeção antiga da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão.....	80
Quadro 5.6 - Níveis de incidência de anomalias da inspeção antiga da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão. ....	83
Quadro 5.7 - Registo fotográfico da inspeção da Escola Básica da Lomba.....	85
Quadro 5.8 - CD's das fachadas da Esc. Básica da Lomba. ....	89
Quadro 5.9 - Registo fotográfico da Escola Básica da Alegria. ....	93
Quadro 5.10 - CD's das fachadas da Esc. Básica da Alegria.....	95
Quadro 5.11 - Registo fotográfico da Escola Básica do Sol. ....	98
Quadro 5.12 - CD's das fachadas da Esc. Básica do Sol.....	100
Quadro 5.13 - Registo fotográfico da inspeção da Vivenda em Felgueiras. ....	106
Quadro 5.14 - CD's das fachadas da Vivenda em Felgueiras. ....	109
Quadro 5.15 - Registo fotográfica da inspeção na Vivenda em Vila do Conde.....	112
Quadro 5.16 - CD's das fachadas da Vivenda em Vila do Conde. ....	114
Quadro 5.17 - Registo fotográfico da inspeção da Vivenda em Lamego. ....	117
Quadro 5.18 - CD's das fachadas da Vivenda em Lamego.....	120





## **SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

COV – Compostos orgânicos voláteis

EPI's – Equipamentos de Proteção Individual

EPC's – Equipamentos de Proteção Coletiva

Coef – Coeficiente

CD – Coeficiente de Deterioração

t – tempo

N – Norte

S – Sul

E – Este

O – Oeste



# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. ENQUADRAMENTO

Em Portugal um dos principais revestimentos de fachada usados é a pintura, que não serve apenas de decoração, mas também como proteção, por esta razão é de interesse fazer uma análise sobre o tipo de anomalias que podem aparecer devido a sua má execução e inadequada escolha do produto em função do substrato ou condições ambientais que podem contribuir para aparecimento de humidades ou outras anomalias.

Atualmente em Portugal a construção de habitação nova está quase estagnada, assim torna-se cada vez mais relevante o aumento dos investimentos de conservação e manutenção do edificado existente.

Após a conclusão dos edifícios inicia-se o processo de envelhecimento, que pode ser acelerado com a falta de planeamento da manutenção dos sistemas construtivos empregues. Um envelhecimento prematuro ou aparecimento de patologias logo nos anos iniciais de utilização deixa um sentimento de descontentamento e descrédito por parte dos utilizadores no sector de construção.

Realizar inspeções de edifícios, adquire assim uma importância cada vez mais relevante pois permite avaliar o estado de conservação e planear as intervenções que irão ser necessárias para o bom funcionamento dos edifícios. Permitem também avaliar a durabilidade dos elementos construtivos e, caso a amostra seja estatisticamente significativa, estimar a sua vida útil.

### 1.2. MOTIVAÇÃO

É recorrente que ao caminhar pelas ruas e se observe ou se tenha a perceção da presença de anomalias nas películas de tinta aplicadas nas fachadas exteriores dos diferentes tipos de construções existentes.

As anomalias observadas e os agentes externos provocam a deterioração das tintas aplicadas, sendo que as anomalias são não só uma perturbação visual, mas também são prejudiciais ao edifício quando apresentam uma grande incidência, pois podem provocar a ocorrência de anomalias internas.

Assim é relevante efetuar um estudo que relacione a presença de anomalias com a durabilidade da tinta de forma a determinar momentos de manutenção de forma a evitar possíveis anomalias internas e impactos visuais, estes últimos estão relacionados com a escolha do produto a aplicar em função das características do local de aplicação, assunto abordado mais aprofundadamente mais á frente neste trabalho.

### **1.3. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação tem como objetivo propor uma metodologia de avaliação da durabilidade de tintas para exteriores através da inspeção de edifícios, tendo em conta a degradação causada por exposição aos diversos agentes de deterioração e o desgaste natural.

Assim os principais objetivos desta dissertação resumem-se em:

- Analisar e descrever as características e propriedades das tintas;
- Descrever os principais tipos de tintas utilizados;
- Fazer um estudo sobre o tipo de anomalias e fase onde surgem;
- Elaborar uma metodologia de estudo, com base na ficha de inspeção que permita recolher informação, assim como o estado de conservação da tinta aplicada;
- Calcular o Coeficiente de Deterioração que permita avaliar o estado de conservação das tintas;
- Inspeccionar edifícios e aplicar a metodologia proposta;
- Avaliar a durabilidade das tintas inspeccionadas.

### **1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Esta dissertação está dividida em duas partes distintas, uma primeira parte mais teórica que faz a descrição do material em estudo e apresenta um estudo do tipo de anomalias que este sofre, e uma segunda parte mais prática que inclui a proposta de uma metodologia que permita avaliar a durabilidade da tinta, para testar esse método é incluído nesta parte a análise das inspeções realizadas e as conclusões a que se chegou.

Resumindo esta dissertação está dividida em 6 capítulos, cuja informação contida em cada um deles se apresenta sucintamente em seguida:

- Capítulo 1 – Este capítulo é uma introdução a este trabalho e contém algumas das considerações iniciais de forma a contextualizar o estudo, o objetivo e a estrutura;
- Capítulo 2 – Neste capítulo são apresentadas as definições de Vida útil e Durabilidade, e apresenta-se um resumo do método apresentado na ISO 15686 para a determinação da vida útil de qualquer material;
- Capítulo 3 – Por sua vez este capítulo aborda as propriedades, os constituintes, as características e as principais anomalias das tintas;
- Capítulo 4 – Este capítulo aborda a metodologia aplicado, a estrutura da ficha de inspeção e os edifícios inspeccionados;
- Capítulo 5 – Neste capítulo faz-se a análise dos dados recolhidos nas inspeções e a aplicação da metodologia elaborada;
- Capítulo 6 – Por último neste capítulo, são apresentadas as principais conclusões deste trabalho.

# 2

## DURABILIDADE/VIDA ÚTIL

### 2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A durabilidade e vida útil da construção são tópicos que requerem cada vez mais atenção no sector, pois verifica-se cada vez mais o aparecimento e introdução de novos materiais e tecnologias no mercado, dos quais na sua generalidade, não é conhecido o desempenho e/ou durabilidade. Por sua vez os conceitos de durabilidade e vida útil estão diretamente interligadas à qualidade dos materiais e, depois de aplicados, à qualidade da construção.

O conhecimento de uma estimativa da vida útil dos materiais e dos diversos elementos usados nas soluções executadas na construção permitem uma previsão da sua vida útil, podendo assim obter-se uma seleção eficaz e uma boa adequabilidade. Através destes dados podemos também obter os custos de propriedade, definidos não só pelo investimento inicial de planeamento projeto e execução, mas também dos custos de intervenções que sejam necessárias, ou seja, os custos de manutenção.

Estas informações são vantajosas na medida em que comparando o desempenho dos elementos construtivos com o seu custo podemos proporcionar uma otimização das soluções selecionadas.

A determinação da vida útil de qualquer elemento da construção não depende apenas das suas características e desempenho, também é muito influenciada por fatores externos à sua composição, tais como interação com o ambiente e mecanismos de degradação. Estes fatores externos podem reduzir o período de vida útil de um elemento, devido aos danos e impactos que causam, assim a determinação do tempo de vida útil dum elemento é um processo complexo e dependente de múltiplos fatores, muitos deles variáveis.

O registo contínuo da história da vida útil dos diferentes componentes da construção, permite-nos tirar algumas conclusões acerca da sua longevidade.

### 2.2. DURABILIDADE

Definição de durabilidade segundo:

- ISO 15686 – é a capacidade de um edifício ou um dos seus elementos desempenhar a sua função durante um determinado intervalo de tempo, sob a ação dos agentes presentes no momento de serviço;
- Norma Americana ASTM E632 – é a capacidade de manter um produto, componente, sistema ou construção em serviço durante um período definido de tempo;

- Norma Canadiana S478-95 – é a capacidade de manter um produto, componente, sistema ou construção em serviço durante um período definido de tempo.

Podemos concluir com base nestas definições que o conceito de durabilidade se resume como: a qualidade do que é durável, ou seja, dos materiais, que lhes permite resistir aos agentes de degradação exercendo a sua função durante um determinado período de tempo e por isso é quantificável pela vida útil dos componentes. [1]

### **2.3. VIDA ÚTIL**

Definição de vida útil segundo:

- ISO 15686 – é o período de tempo, após a instalação, durante o qual uma componente ou as partes que a integram atingem ou excedem os requisitos de desempenho que lhes são exigidos [1];
- Norma Americana ASTM E632 – é o período de tempo, depois da instalação, durante o qual todas as propriedades do material ou componente do edifício excedem os valores mínimos aceitáveis, quando sujeitos a manutenção adequada;
- Norma Canadiana S478-95 – é o período de tempo, depois da instalação, durante o qual todas as propriedades do material ou componente do edifício excedem os valores mínimos aceitáveis, quando sujeitos a manutenção adequada;

A vida útil de um edifício é determinada em função do conhecimento disponível da vida útil de cada um dos componentes utilizados na sua construção. O planeamento da vida de serviço é um processo de estimação/previsão de eventos futuros, onde a previsão absoluta não pode ser esperada. Se a vida de qualquer componente é menor que a vida útil prevista no projeto para o edifício, deve ser tomada a decisão de manter as suas funções prevendo a manutenção ou em casos extremos a substituição integral do componente.

A previsão de vida útil deve ter em conta:

- Os resultados prováveis da vida útil dos componentes nas condições ambientais, condições de ocupação e uso externo esperados;
- O custo do seu tempo de vida e o impacto ambiental durante esse período;
- Os custos de manutenção e de operação;
- As necessidades de reparações, substituições, remoções, desmontagem e reutilização e os custos associados;
- O custo da construção de todo o edifício, a instalação de componentes e a manutenção e substituição de componentes de vida curta. [1]

### **2.4. METODOLOGIAS DE PREVISÃO DE VIDA ÚTIL**

#### **2.4.1. INTRODUÇÃO**

O planeamento da vida de serviço, ou seja da vida útil de um edifício deve ser desde logo integrado no processo de projeto. O cliente deve desde de início ter bem definido os requisitos que deseja, de uma forma mais abrangente.

Devem ser tomadas decisões no âmbito de definir a vida útil pretendida para o edifício (vida útil de projeto), os critérios funcionais mínimos para cada componente, os componentes que devem ser reparados, substituídos ou sofrer manutenção dentro da vida do projeto. Este tipo de decisões devem ser tomadas pelo cliente e projetista numa fase inicial do projeto, ajudando posteriormente a escolha dos componentes a aplicar.

Assim para fazer a previsão da vida útil de um edifício completo, primeiro tem de se estimar a vida útil dos seus componentes de menor dimensão, depois com base nesses dados faz-se uma estimativa para o seu todo.

Em cada componente deve ser tido em conta as condições esperadas, os seus modos de falha possíveis, as causas de perda da facilidade de manutenção e o risco de falha prematura, pois estes fatores influenciam o tempo de vida, logo devem ser tidos em conta no cálculo da vida útil do edifício.

O objetivo de estimar a vida útil dos componentes de um edifício é gerar uma base quantitativa que juntamente com a sua incerteza permite determinar se o prédio em questão pode atingir o seu tempo de vida estimado num modo funcional, orientando assim as decisões de projeto.

Devido ao grande número de variáveis e incertezas envolvidas no cálculo de vida útil de cada componente, tais como ambiente de serviço, local da fabricação, realização de atividades de manutenção futuras, não é possível estimar a vida de serviço de um edifício com grande precisão. Normalmente ocorrem defeitos ou falhas ao longo da ocupação de um edifício, embora esses “defeitos prematuros” possam não conduzir a falhas graves, eles devem ser identificados e corrigidos.

Através da estimativa de vida útil e a sua correlação com a escolha e manutenção dos componentes podemos obter uma redução da necessidade de manutenção e substituição dos componentes usados promovendo o desenvolvimento sustentável e a preservação de recursos. [1]

#### 2.4.2. METODOLOGIAS DE PREVISÃO DE VIDA ÚTIL

A metodologia descrita na ISO 15686 é genérica e tem como objetivo de facilitar a previsão da vida de serviço (denominado na norma por SLP) de qualquer tipo de construção ou componentes para utilização independente do uso particular ou do ambiente em que vai ser inserido.

Esta previsão pode ser feita através de métodos determinísticos, métodos probabilísticos ou por métodos de engenharia, nos primeiros a vida útil de um componente da construção é função da vida útil de referência que é normalmente indicada pelo fabricante, modificada por fatores de serviço espetáveis.

Estes métodos são baseados nos estudos de fatores de degradação e dos mecanismos de atuação e sua quantificação traduzida em função da degradação obtidas através dos dados recolhidos em testes de degradação em laboratório.

No segundo tipo de método, é definida a probabilidade de ocorrência de uma mudança de estado de um elemento para superar a incerteza relacionada com a sua forma de degradação e a imprevisibilidade das respetivas condições de serviço.

O terceiro tipo de método é baseado em estudos com componentes de bases mais práticas.

Tendo em conta a complexidade e subjetividade da previsão da vida útil, os métodos de avaliação concentram-se na análise particular de uma única exigência, imposta a um determinado produto da construção.

Antes de definir o método de avaliação de estimativa de vida útil a utilizar para um produto, convém definir as exigências e as funções que lhe são impostas, essas exigências ou requisitos decorrem das solicitações a que os componentes e materiais estão sujeitos durante o seu período de vida em condições de utilização.

Para percebermos os requisitos exigidos, devemos conhecer todas as funções que se pretende que o material cumpra. [2]

Nos métodos determinísticos, destaca-se o método Fatorial que é aquele que tem mais aceitação na comunidade científica e aplicação prática pela sua facilidade de aplicação e por permitir adaptar os valores esperados, em função das condições específicas de cada construção, este facto assume especial importância, pois a previsão de vida útil de um produto é dependente de um conjunto de condições que raramente são coincidentes com as condições esperadas para serviço.

Em seguida apresenta-se o organograma (Fig.2.1) presente na norma ISO 15686, que resume o método de previsão da vida útil dos diferentes componentes da construção, para obtenção do valor de referência a considerar no Método Fatorial.

Este método foi a base do desenvolvimento da norma ISO 15686, esta aconselha o seguinte método de estimativa de vida útil para obter o valor padrão a considerar no método fatorial.

Fatores a considerar:

- A – Qualidade no material/Componente;
- B – Nível de qualidade do projeto;
- C – Nível de qualidade de Execução;
- D – Características do ambiente interior;
- E – Características do ambiente exterior;
- F – Condições de uso;
- G – Nível de manutenção.

Depois é sugerido o uso da fórmula:

$$ESL = RSL \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G \quad (2.1)$$

Em que:

- ESL – Vida útil estimada (anos)
- RSL – Vida útil de referência (anos)
- A – Fator modificador da vida útil de referência (com valor entre 0,8 e 1,2) [3]
- B – Fator modificador da vida útil de referência (com valor entre 0,8 e 1,2) [3]
- C – Fator modificador da vida útil de referência (com valor entre 0,8 e 1,2) [3]
- D – Fator modificador da vida útil de referência (com valor entre 0,8 e 1,2) [3]
- E – Fator modificador da vida útil de referência (com valor entre 0,8 e 1,2) [3]
- F – Fator modificador da vida útil de referência (com valor entre 0,8 e 1,2) [3]
- G – Fator modificador da vida útil de referência (com valor entre 0,8 e 1,2) [3]



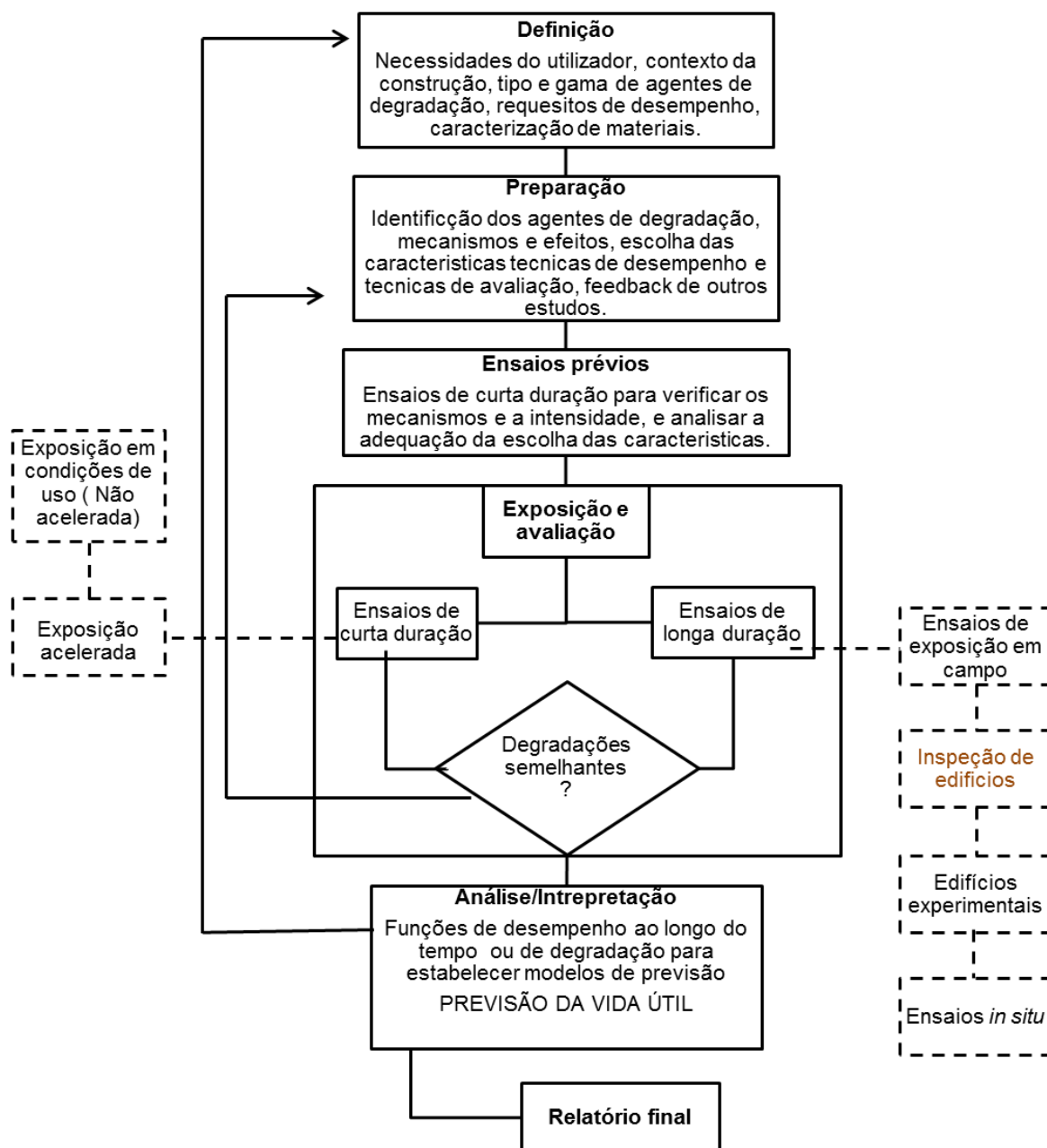


Fig.2.1 - Organograma resumo da determinação de vida útil das componentes dos edifícios.

#### 2.4.3. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO

A aptidão de desempenho de determinado produto utilizado na construção é dada em função da sua resposta às solicitações a que está sujeito durante o seu período de vida e em condições normais de utilização, assim na determinação da vida útil deve ser tido em conta os impactos dos agentes nocivos e agressivos que influenciam negativamente a durabilidade dos componentes e materiais.

O desempenho ao longo do tempo de determinado componente ou material em determinadas condições de serviço pode ser demonstrado, hipoteticamente, na Fig. 2.2 retirada da norma ISO 15686.

[4]

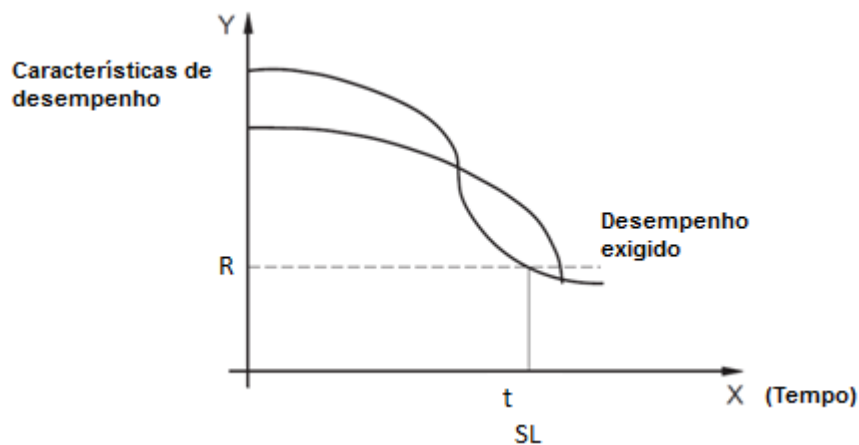


Fig.2.2 - Funções hipotéticas do desempenho ao longo do tempo.

No Regulamento (UE) N° 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de Março de 2011, são referidas as exigências essenciais de desempenho dos materiais usados nas obras, resumidamente estes requisitos devem, em condições normais de manutenção, ser garantidos durante um período de vida útil economicamente razoável.

Os requisitos definidos na referida diretiva são os seguintes:

- Resistência mecânica e estabilidade, ou seja durante a construção e a utilização não podem causar:
  - Desabamento total ou parcial da obra;
  - Deformações importantes que atinjam um grau inadmissível;
  - Danos em outras partes da obra de construção ou das instalações ou do equipamento instalado como resultado de deformações importantes das estruturas de suporte de carga;
  - Danos desproporcionados relativamente ao fato que lhes deu origem. [5]
- Segurança contra incêndios, as construções devem ser concedidas de forma a que:
  - A capacidade das estruturas de suporte de carga possa ser garantida durante um período determinado;
  - A deflagração e a propagação do fogo e do fumo dentro da obra de construção sejam limitadas;
  - A propagação do fogo às construções adjacentes seja limitada;
  - Os ocupantes possam abandonar a obra de construção ou ser salvos por outros meios;
  - A segurança das equipas de socorro seja contemplada. [5]

- “Higiene, saúde e ambiente:

As obras de construção devem ser concebidas e realizadas de modo a não causarem, durante o seu ciclo de vida, danos à higiene, à saúde e à segurança dos trabalhadores, dos ocupantes e dos vizinhos, e a não exercerem um impacto excessivamente importante, durante todo o seu ciclo de vida, na qualidade ambiental nem no clima durante a sua construção, utilização ou demolição, em consequência, nomeadamente, de:

- Libertação de gases tóxicos;

- Emissão de substâncias perigosas, de compostos orgânicos voláteis (COV), de gases com efeito de estufa ou de partículas perigosas para o ar interior ou exterior;
- Emissão de radiações perigosas;
- Libertação de substâncias perigosas em águas subterrâneas, em águas marinhas, em águas superficiais ou no solo;
- Libertação de substâncias perigosas na água potável ou de substâncias que tenham qualquer outro efeito negativo na água potável;
- Descarga deficiente de águas residuais, emissão de efluentes gasosos ou eliminação deficiente de resíduos sólidos ou líquidos;
- Humidade em partes ou em superfícies da obra de construção.” [5]

- “Segurança e acessibilidade na utilização:

As obras de construção devem ser concebidas e realizadas de modo a não apresentarem riscos inaceitáveis de acidentes ou danos durante a sua utilização e funcionamento, como, por exemplo, riscos de escorregamento, queda, colisão, queimadura, eletrocussão e lesões provocadas por explosão e roubo. Em especial, as obras de construção devem ser concebidas e realizadas tendo em conta a acessibilidade e a utilização por pessoas com deficiência.” [5]

- “Proteção contra o ruído:

As obras de construção devem ser concebidas e realizadas de modo a que o ruído captado pelos ocupantes ou pelas pessoas próximas se mantenha a um nível que não prejudique a sua saúde e lhes permita dormir, descansar e trabalhar em condições satisfatórias.” [5]

- “Economia de energia e isolamento térmico:

As obras de construção e as suas instalações de aquecimento, arrefecimento, iluminação e ventilação devem ser concebidas e realizadas de modo a que a quantidade de energia necessária para a sua utilização seja baixa, tendo em conta os ocupantes e as condições climáticas do local. As obras de construção devem também ser eficientes em termos energéticos e utilizar o mínimo de energia possível durante a construção e desmontagem.” [5]

- “Utilização sustentável dos recursos naturais:

As obras de construção devem ser concebidas, realizadas e demolidas de modo a garantir uma utilização sustentável dos recursos naturais e, em particular, a assegurar:

- A reutilização ou a reciclabilidade das obras de construção, dos seus materiais e das suas partes após a demolição;
- A durabilidade das obras de construção;
- A utilização, nas obras de construção, de matérias-primas e materiais secundários compatíveis com o ambiente.” [5]

#### 2.4.4. MECANISMOS E AGENTES DE DEGRADAÇÃO

A durabilidade dos materiais é influenciada por diversos fatores que podem atuar isoladamente ou em conjunto, denominados por mecanismos e agentes de degradação, estes em interação com os materiais provocam reações que vão alterando as suas características e capacidades, provocando degradação, a

perda ou alteração de determinada característica física, química ou mecânica do produto que revela o envelhecimento do material.

A perda de funcionalidade dos materiais é fruto das alterações provocadas de forma natural, pela exposição destes aos fatores de degradação e as solicitações normais de uso, como por exemplo radiação, temperatura e humidade.

A partir do momento em que a durabilidade dos produtos de construção é afetada por um conjunto de ações, torna-se necessário conhecer os agentes de degradação que estão a atuar e que são responsáveis pelas alterações das características fundamentais dos produtos, para tentar contornar essa situação e até promover uma alteração na produção dos materiais de forma a evitar a sua degradação por esses agentes.

Na norma ISO 1686 é possível encontrar a definição de agentes de degradação, descrita como *“tudo o que atue sobre o edifício ou parte dele afetando negativamente o seu desempenho”*, por sua vez os mecanismos de degradação estão definidos como *“uma forma de alteração química, física ou mecânica que produz efeitos negativos em propriedades críticas dos produtos da construção”*.

A mesma norma (ISO 15686 -2) apresenta um quadro resumo dos agentes de degradação, que afetam a vida dos componentes dos edifícios de serviços, apresentados em seguida [4] :

Quadro 2.1 - Agentes de degradação segundo a ISO 15686.

Agentes	Classe
Mecânicos	Energia cinética;
	Forças e deformações restritas ou impostas;
	Ação da gravidade;
	Vibrações e ruídos.
Eletromagnéticos	Radiação;
	Eletricidade;
	Magnetismo.
Térmicos	Níveis extremos ou rápidas alterações de temperatura.
Químicos	Água e solventes;
	Agentes de oxidação;
	Agentes redutores;
	Ácidos;
	Bases;
	Sais;
	Substâncias quimicamente neutras.
Biológicos	Plantas e micróbios;
	Animais.

#### 2.4.5. FIM DE VIDA ÚTIL

O fim da vida útil ocorre quando um produto perde as suas características funcionais e deixa de estar apto a cumprir as funções que lhe são atribuídas, podendo comprometer a segurança, o desempenho satisfatório e/ou a estabilidade da construção em que está inserido.

A previsão do fim de vida útil é um processo difícil, uma vez que é influenciada por diferentes tipos de utilizações, pelas exigências de projeto, pela arquitetura das construções, pelos agentes de degradação entre outros fatores, assim que seja detetado o fim de vida útil de um material, este deve sofrer manutenção ou ser substituído com a maior brevidade possível principalmente se o material, põem em causa a segurança.

#### 2.4.6. ABORDAGEM ADOTADA

Neste trabalho vai ser abordada a inspeção de edifícios como método de avaliação da durabilidade de tintas exteriores, que é uma das abordagens possíveis como se pode confirmar na Fig.2.1.

Vão ser efetuadas inspeções a edifícios, preenchendo as respetivas fichas de inspeção, que fazem a recolha e síntese dos dados quer históricos, quer de registo fotográfico da situação em que se encontram atualmente os edifícios. Posteriormente vai ser realizada a análise de todos os dados recolhidos e tentar-se-á chegar a conclusões sobre a durabilidade das tintas analisadas.



# 3

## TINTAS EXTERIORES PARA FACHADAS

### 3.1. ABORDAGEM HISTÓRICA

As tintas são usadas desde a pré-história nas pinturas rupestres das cavernas, nas quais os nossos ancestrais usavam materiais descobertos ao longo da prática das suas atividades.

Inicialmente, as tintas usadas eram produzidas com pigmentos naturais, como por exemplo o carvão (para obter a cor preta), caulinos, carbonatos e carbonato de chumbo (dos quais se retiravam os brancos) ou terras coradas com óxidos de ferro, silicatos e óxidos de outros materiais. Estes últimos serviam para obter vermelhos, amarelos ou castanhos, conforme a quantidade de óxidos utilizados. Ainda assim, existia a necessidade de encontrar outras cores, a qual levou à procura de outro tipo de materiais que pudessem ser usados como corantes, e também à necessidade de os misturar entre si [6, 7].

A comunidade egípcia foi a primeira a desenvolver pigmentos sintéticos, que derivam dos compostos de cálcio, cobre, silício e alumínio, dos quais se extraía uma gama de azuis, conhecida como o Azul do Egito [8].

A comunidade do continente Asiático como os chineses e japoneses usavam materiais de índole orgânica e mineral como forma de decoração das suas porcelanas, uma vez que nesta época a pintura ainda não se considerava um método de proteção e conservação. Contemporaneamente na América do Sul começaram a ser usadas penas de pássaros como matéria-prima de utensílios para pintura.

É na Idade Média que se verificam os primeiros registos da utilização da pintura como forma de proteção de superfícies e utensílios [8]. Em seguida com a Revolução Industrial, existiu um grande impulso na produção de tintas e vernizes, uma vez que a grande quantidade de maquinaria e estruturas de ferro que eram produzidas levou à necessidade destas serem protegidas, levando também à necessidade de aumentar a quantidade e qualidade das tintas e vernizes produzidas até então [7].

Com o passar do tempo as tintas são cada vez menos vistas como um elemento decorativo ou apenas um recobrimento, mas como um elemento com propriedades adequadas a executar uma função, como é o caso das tintas aplicadas em fachadas, estas são de carácter fundamental ao desempenho das mesmas.

### 3.2. DEFINIÇÃO DE TINTA

A Norma Portuguesa EN ISO 4618 - 2012 define tinta como ‘‘ produto de pintura pigmentado,

*líquido, em pasta ou em pó, que quando aplicado num substrato, forma uma película opaca dotada de propriedades protetoras, decorativas ou técnicas particulares’’ [9].*

### 3.3. PRINCIPAIS CONSTITUINTES

Uma tinta é constituída por quatro principais componentes, sendo estes os pigmentos, as cargas, o veículo fixo e aditivos, que no seu conjunto designam-se por extrato seco.

- **Pigmentos** – Substâncias muito finas, não solúveis, que têm como função atribuir cor e poder de cobertura sobre a superfície onde a tinta é aplicada;
- **Cargas** – Substâncias com fraco poder corante e de opacidade, usadas para melhorar a durabilidade e qualidade das tintas em função da sua granulometria. Facilitam a produção, a aplicação e a conservação, aumentam a impermeabilidade e elasticidade e conferem algumas propriedades especiais, tais como resistência ao fogo e antiderrapantes;
- **Veículo Fixo** – Responsável pela formação de película seca, viscosidade adequada à aplicação, resistência mecânica, química e a condições de intempéries. Poderá também ser designado por ligante, aglutinante ou formador de partícula;
- **Aditivos** – Usados em pequenas percentagens, são geralmente produtos químicos que alteram significativamente as propriedades da tinta na aplicação e em película seca. [10, 11]

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DAS TINTAS

- **Brilho** – *‘‘Propriedade ótica de uma superfície, caracterizada pela sua capacidade de refletir luz’’[12].*
- **Viscosidade** – consistência de uma tinta quando submetida a solicitações [13];
- **Ponto de inflamação** – *‘‘Temperatura mínima, à qual a aproximação de uma fonte de ignição provoca a inflamação de vapores emitidos pela amostra’’[9].*
- **Compostos orgânicos voláteis (COV)** – *‘‘Qualquer produto orgânico e/ou sólido que se evapore espontaneamente, nas condições de temperatura e pressão atmosférica com as quais está em contacto’’[9].*

### 3.5. PROPRIEDADES DOS PRODUTOS DE PINTURA

Os constituintes da tinta, determinam através das suas propriedades a maioria das características que a tinta vai ter. Depois de aplicadas sobre a base libertam alguns componentes de forma a poderem formar uma película dura e impermeável, ou película porosa e macia, ou combinações intermédias das duas[14].

A seguir são apresentadas as propriedades genéricas das tintas:

- **Opacidade** – Capacidade de disfarçar contrastes, de esconder o aspeto e a cor de uma superfície. Uma pintura com material de grande opacidade pode ser mais económica, pois permite economia do material por redução do número de camadas aplicadas, mas também economia de mão-de-obra;
- **Cobertura** – Capacidade de disfarçar irregularidades, a cor anterior e pequenas fissuras;
- **Permeabilidade** – Convém que sejam impermeáveis à água líquida e permeáveis ao vapor de água mas nem sempre isso acontece;



- **Elasticidade** – Capacidade de sofrer dilatações e contrações devidas a diversos fatores, tais como, envelhecimento, variações dimensionais do suporte e da própria tinta, solicitações mecânicas ou térmicas, mantendo a dureza e a capacidade resistente;
- **Cor** – Não é uma propriedade material da tinta, mas a cor da luz que ela reflete, representada por um código de cor (por exemplo: RAL, PANTONE);
- **Aderência** – Capacidade da tinta depois de formada a película seca se manter ligada à superfície onde foi aplicada [15].
- **Rendimento** – Área que se consegue pintar com um determinado volume de tinta;
- **Aplicabilidade** – Facilidade de aplicação, não pode ocorrer salpicos e/ou escorrimento. É função da composição e consistência da tinta;
- **Secagem** – Capacidade de transformação de uma tinta líquida quando aplicada sobre suporte em película sólida ao fim de um certo período de tempo. [16]

### 3.6. TIPOS DE PRODUTOS A APLICAR EM FACHADAS

#### 3.6.1. PRIMÁRIOS PARA REBOCOS

Os primários devem estabelecer uma barreira eficaz entre os materiais alcalinos existentes nos rebocos e as restantes películas de pintura, isto é, devem ser um isolamento entre o acabamento e a parede [15], mas por outro lado devem permitir e até mesmo facilitar a aderência da tinta.

#### 3.6.2. TINTA ACRÍLICA

Esta tinta é feita à base de água, e pode ter três tipos de acabamento, sendo estes o fosco, o semi-brilho e o acetinado, sendo que cada um possui características específicas: o fosco é o menos resistente à limpeza, mas por sua vez ressalta menos anomalias, o semi-brilho é mais resistente à limpeza que o fosco, mas uma vez que tem brilho faz com que as anomalias sobressaiam, e por último o acetinado tem um brilho suave, resiste mais à limpeza, concedendo à parede um aspeto mais fino e sofisticado, mas é também um tipo de acabamento que destaca as anomalias [17].

#### 3.6.3. TINTA DE BASE AQUOSA OU PLÁSTICA

Devido a algumas características, como o preço acessível, uma boa resistência à água e uma película de fina espessura e homogénea, este acaba por ser o tipo de tinta mais utilizado. É ainda de fácil aplicação, possui um tempo de secagem reduzido, comparativamente com a maioria das tintas, liberta menos vapores e possui menos compostos orgânicos voláteis, o que permite reduzir as emissões de contaminantes.

#### 3.6.4. TINTA TEXTURADA

É um tipo de tinta que na sua composição tem areias para que depois de aplicada a tinta fique com formas e desenhos. A sua textura irregular é recomendada para disfarçar imperfeições que possam existir na fachada como zonas onde já não existe reboco e não seja necessário repor e/ou pequenas fissuras. Usam-se diferentes granulometrias de areia para obter os desenhos e tipos de texturas pretendidos [18].

O facto de conter areia na sua composição, que é uma carga de elevada resistência, faz aumentar a resistência e a sua durabilidade. Cada camada tem uma maior espessura, com efeito é uma tinta mais protetora do substrato, mas em contrapartida diminui a porosidade do revestimento [18].

#### 3.6.5. TINTA À BASE DE HYDRO PLIOLITE

Estas tintas possuem uma boa adesão à superfície de base, e uma boa resistência à alcalinidade. Uma vez que tem boa aderência permite que seja aplicada em vários tipos de substratos sem haver necessidade de aplicar um primário, no entanto tem como desvantagem uma fraca compatibilidade com pastas corantes universais [18].

#### 3.6.6. TINTA FLEXÍVEL

Na maioria dos casos, surgem nas fachadas fissuras, cuja abertura depende da temperatura a que estão expostas, para proteção de infiltração de humidade através dessas fissuras é necessário que as tintas aplicadas possuam a capacidade de se adaptar às variações de abertura das fendas sem rachar, assim nas zonas com grande variação de temperatura, o tipo de revestimento a aplicar deve ser bastante elástico, com capacidade de cobrir as fissuras e com resistência à adesão de sujidade, como é o caso destas tintas. Para além das características atrás referidas, estas tintas permitem também aplicar espessuras camadas muito superiores às que normalmente se conseguem aplicar com as tintas tradicionais, por esta razão, são tintas que oferecem maior proteção aos substratos [18].

#### 3.6.7. TINTA DE SILICONE

Tintas que possuem uma superfície muito porosa e permeável ao vapor de água, o efeito hidrófobo dos seus poros faz com que a superfície da tinta tenha uma excelente repelência à água, minimizando assim a absorção de água líquida, possuem também boa resistência à adesão de sujidade [18].

#### 3.6.8. TINTA DE SILICATO

A sua natureza química permite que sejam tintas muito resistentes à alcalinidade e também não combustíveis, à prova de fogo, podem ser aplicadas em substratos minerais novos ou em reabilitação de substratos minerais, não podendo ser aplicados sobre madeira, metal ou outra superfície não mineral. A aplicação prévia de um primário de silicatos melhora a adesão, uma vez que promove a reação entre a tinta e o substrato [18].

### **3.7. PROCESSO DE SELEÇÃO DA TINTA**

#### 3.7.1. EM PROJETO

Nesta fase a escolha é baseada nas características que os projetistas requerem (p.e.: textura, opacidade, etc), nas recomendações do fornecedor, na facilidade de aplicação e manutenção, custo, duração, entre outros fatores, para que na sua junção com os restantes componentes da fachada se venha a conseguir um desempenho adequado às condições de exposição ambiental, esforços e outras ações, devendo sempre ter em conta a opinião do Dono de Obra [19].

Durante a elaboração do caderno de encargos ou de documentos contratuais há que ter em conta que os custos inerentes à tinta dependem de vários fatores, sendo alguns deles, a preparação de superfícies, a vida útil dos diferentes sistemas, a frequência de repintura, os cuidados e qualidade com que os trabalhos são executados, o tipo de estrutura, o custo de operações para manutenção, o local, etc [20].

Das condições de exposição ambiental, pode-se salientar as variações de temperatura, a humidade, os ambientes oxidantes, os ambientes fortemente ácidos ou alcalinos, a exposição a UV, exposição a impactos e abrasão.

As variações de temperatura exigem à tinta a capacidade de expandir e contrair, uma vez que temperaturas adversas (quer sejam frio ou calor) podem fragilizar a mesma, levando a uma redução da resistência ao impacto, retração ou falta de aderência prejudicando a prevenção de corrosão do sistema de pintura. É importante que os revestimentos a aplicar nos ambientes adversos tenham um excelente nível de aderência, elasticidade e plasticidade [19].

Os revestimentos encontram-se por vezes expostos em ambientes de humidade permanente ou de alternância entre seco e húmido, condições que podem por em causa o seu desempenho, pelo que se recomenda que tenham grande aderência, boa permeabilidade ao vapor de água, reduzido poder de absorção e boa resistência [14]. A fragilidade dos revestimentos pode aumentar também em ambientes oxidantes, o que leva a uma perda de coesão.

Nos ambientes fortemente alcalinos ou ácidos é difícil fazer a opção do sistema de pintura, uma vez que estas condições afetam drasticamente a sua durabilidade. Nestas situações é de extrema importância que o acabamento seja inerte e impermeável, com o intuito de reduzir a probabilidade de infiltrações e reações com o ambiente. Deve ser usado um primário com resistência alcalina.

Outro fator a ter em grande consideração é a exposição UV, pois a radiação solar pode degradar a película de tinta, provocando perda de brilho, desbotamento de cor e fragilidade que alteram o seu aspeto [19]. Para garantir um revestimento com resistência à radiação ultravioleta, devem ser usados produtos por ligantes 100% acrílicos e pigmentos rigorosamente selecionados [21].

Por último a resistência a abrasão e impactos é uma propriedade a ter em atenção em locais expostos a estas condições de forma a evitar fraturas ou a rápida deterioração da película.

### 3.7.2. EM EXECUÇÃO

Nesta fase o empreiteiro procura marcas e tipos de tinta que se encaixem nas características, tal como a cor requerida. Por norma, no caderno de encargos está incluída uma referência de marca e tipo de tinta, sendo que o empreiteiro poderá utilizar esta, ou poderá optar por outra que cumpra todas as características e requisitos exigidos. Caso nenhuma destas situações se verifique e o empreiteiro pretenda utilizar uma tinta que não cumpra todas as exigências, é necessário requerer ao Dono de Obra uma aprovação para que esta possa ser aplicada. Este, juntamente com o apoio dos projetistas deverá tomar uma decisão relativamente ao pedido do empreiteiro.

O empreiteiro tem também como função fazer uma análise do trabalho a realizar, identificando as zonas de difíceis acessos, cuidados a ter em determinadas zonas com características especiais, verificar o cumprimento dos requisitos legais e assegurar a segurança dos seus trabalhadores e subempreitadas na realização da tarefa.

### 3.7.3. EM UTILIZAÇÃO

Ao longo da vida útil de um empreendimento é necessário proceder a algumas reparações, visto que o tempo de vida de cada um dos elementos que constituem o empreendimento é diferente, sendo necessária manutenção e reparação nos elementos que têm menor vida útil. A tinta é um desses componentes, existindo a necessidade de repintar inúmeras vezes.

O número de vezes que o empreendimento precisa de ser repintado depende maioritariamente da adaptabilidade da tinta às condições a que esta é exposta e a forma como é utilizada. Tendo em conta que a vida útil é limitada, deve ser guardada a referência do tipo de tinta que se usou inicialmente, e caso esta se tenha revelado eficiente, pode ser usada novamente, podendo-se trocar a cor em caso de preferência estética ou de decoração. Se a tinta inicial não se mostrar eficiente, deve ser feito um pequeno estudo de mercado de forma a encontrar uma nova solução mais eficaz e utilizar a nova tinta para repintar. Deve ser tida em atenção, o tipo de produtos usados para limpeza, pois estes podem danificar severamente as propriedades da tinta, aumentando o risco da sua deterioração.

## 3.8. APLICAÇÃO

### 3.8.1. CONDIÇÕES PRÉVIAS – PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Uma das causas de aparecimento de anomalias em tintas exteriores está associada às condições que existem no momento da aplicação, pelo que as mesmas devem ser analisadas e sempre que possível corrigidas, de modo a garantir que são as adequadas [23]. Uma das condições mais importantes é o estado da superfície de base, por isso a sua preparação deverá levar mais tempo que a própria aplicação, pois se as imperfeições não forem todas eliminadas a qualidade, a aparência e a durabilidade podem ser comprometidas.

#### 3.8.1.1. Rebocos novos

Para que não ocorram patologias ou para que a durabilidade da tinta não seja afetada, é importante garantir que o tempo de secagem da base é respeitado, este tempo deverá ser o indicado em projeto, uma vez que varia conforme altura, zona e condições atmosféricas do local da construção [10].

Após esta verificação, deve ser confirmada a existência de poeiras, areia, estuques ou salpicos de argamassas sobre a base. Caso se verifique esta situação, deve ser corrigida, fazendo a remoção das substâncias impropriamente e fazendo o preenchimento dos buracos existentes de forma a uniformizar totalmente a base de pintura.

#### 3.8.1.2. Rebocos anteriormente pintados

Efetuar uma limpeza cuidadosa com jato de água sob pressão ou raspar/ lixar, para remover toda a tinta velha não aderente. Em seguida, reparar fissuras e zonas danificadas e remover possíveis gorduras e poeiras.

Para as duas opções anteriores deve-se ter em atenção as condições atmosféricas, evitar tempos secos, húmidos, sol forte ou temperaturas baixas. Não pintar em zonas expostas a correntes de ar e/ou poeiras, outro aspeto a garantir com a preparação das superfícies é conseguir que estas sejam suficientemente rugosas de forma, a melhorar a aderência das tintas à base [20].

### 3.8.2. EXECUÇÃO DA APLICAÇÃO

Após a regularização da base e antes da aplicação devem-se assegurar a proteção das superfícies que rodeiam a área a pintar, e que possam ser danificadas ou manchadas durante a execução [20]. Depois de ler e garantir o cumprimento das condições da ficha técnica do produto, deve-se começar com a aplicação do primário, para garantir a ligação entre a base e a tinta. É uma camada mais fina que a tinta, que faz ligação por capilaridade com a base, geralmente mais diluída que a tinta da primeira demão, funciona como a fundação da tinta [24].

Depois de aplicado o primário, é necessário deixar secar durante o período aconselhado na embalagem do produto. Em seguida é empregada a primeira demão da tinta, respeitando em seguida o tempo de secagem e por fim aplicar a demão de acabamento, podendo em alguns casos aplicar uma terceira demão caso a espessura final não seja muito grande, pois poderá ser prejudicial causando destacamento de tinta.

### 3.8.3. SEGURANÇA

Todos os tipos de trabalhos possuem riscos, sendo então necessário e obrigatório o uso de equipamentos de proteção coletiva (EPI's), porém em alguns tipos de atividades, como é o caso da pintura, há necessidade de uso de um maior número de EPI's para garantir a segurança e saúde no trabalho.

Nos trabalhos de aplicação de tintas é requerida a utilização, pelos trabalhadores, de equipamentos de proteção de rosto e olhos, vias respiratórias e pele. O uso de óculos ou viseiras tem como finalidade a proteção da face e o rosto de gases, poeiras e partículas que possam causar inflamações ou lesões, os aparelhos filtrantes (máscaras) usam-se para proteção das vias respiratórias, evitando o risco de inalação ou aspiração das substâncias perigosas, as luvas são um EPI realmente importante no ato da pintura pois a pele das mãos está muito exposta a materiais que podem ser nocivos [19], também se recomenda o uso de camisola de manga comprida e calças para proteger o resto da pele, sendo aconselhável, que sejam impermeáveis especialmente no caso do uso de jato de água ou pistola de tinta.

Para além dos EPI's são necessários equipamentos auxiliares para garantir a segurança dos trabalhadores nos trabalhos de pintura em altura [25]. Estes equipamentos são designados por equipamentos de proteção coletiva (EPC's).

### 3.8.4. QUALIDADE

Através de toda a informação referida e de uma análise da mesma, é possível concluir que a qualidade de uma tinta depende essencialmente de três fatores, sendo estes a tinta por si só (tal como as suas características), a preparação da superfície onde será aplicada a pintura e por fim a aplicação da tinta [16].

## 3.9. OBJETIVOS PARA UTILIZAÇÃO DAS TINTAS

- **Decoração** – Quando se altera o aspeto de uma superfície ou se corrige as anomalias ou defeitos existentes na superfície anteriormente pintada, tornando os ambientes agradáveis e atrativos [12]. Os acabamentos devem ser selecionados em função da textura, aspeto, da cor e brilho pretendidos;

- **Proteção** – A aplicação de um revestimento por pintura pode ajudar a aumentar a sua durabilidade e diminuir os custos de manutenção. A película seca serve como escudo que impede a ação dos vários agentes agressivos exteriores [20];
- **Uniformização** – quando aplicada a pintura transforma o substrato igual em toda a sua extensão, ocultando fissuras e outras anomalias;
- **Melhoria de condições ambientais** – através da escolha do revestimento pode conseguir-se a melhoria ao nível de higiene e sanidade do meio ambiente e também condições de iluminação [12].
  - **Higiene e sanidade** – evita-se o pó ou outras sujidades adiram às superfícies porosas ou rugosas, uma vez que após aplicação de tinta é mais fácil fazer a limpeza. Em alguns casos especiais como hospitais, fabricas ou armazéns de produtos alimentares é essencial a utilização de tintas especiais para que as superfícies se mantenham limpas e isentas de fungos e bactérias [27];

### **3.10. CARACTERÍSTICAS DA PELÍCULA SECA**

- **Estabilidade** – Propriedade que o produto tem para se manter inalterado durante o seu prazo de validade;
- **Nivelamento** – Propriedade de formar uma película uniforme sem deixar marcas de aplicação;
- **Lavabilidade** – Capacidade de resistir à limpeza com produtos de uso doméstico sem afetar a integridade da película.
- **Durabilidade** – Capacidade de manter a cor e as suas características durante o prazo de validade;

### **3.11. ANOMALIAS**

Anomalias são defeitos que ocorrem quer na fase da construção, quer na fase de pintura e noutras fases, por ação de agentes atmosféricos, erros de aplicação/construção ou utilização de materiais inadequados [13].

No caso das tintas exteriores essas anomalias surgem nas superfícies sobre as quais foram aplicadas, uma vez que são o elemento que está mais exposto às diferentes condições ambientais e agentes atmosféricos, estes fatores bem como os referidos anteriormente são os causadores de anomalias que vão condicionar a sua durabilidade.

As anomalias podem ter origem em três fases diferentes, sendo elas a armazenagem, a aplicação e a fase de utilização. Assim consoante a fase em que ocorrem, as anomalias podem classificar-se como:

- Defeitos de curto prazo ou imediatos – aparecem durante a aplicação da tinta ou em breves momentos após a aplicação;
- Defeitos de médio prazo – decorrem durante o período de garantia da obra (5 anos);
- Defeitos de longo prazo – decorrem com o envelhecimento das superfícies ao longo dos anos, principalmente por agentes atmosféricos, causadores de patologias;
- Defeitos inesperados – resultam de acontecimentos imprevistos. [19]

### 3.11.1. PRINCIPAIS CAUSAS

Quando surgem defeitos nas tintas, há tendência de imediatamente se responsabilizar a qualidade da tinta, mas na maior parte dos casos este raciocínio está errado. As falhas que frequentemente estão na origem dos defeitos das tintas são:

- Inadequada escolha do produto, ou seja, produtos que não correspondem às exigências, ou não se adequam as condições do meio envolvente;
- Formulação da tinta;
- Deficiente preparação do substrato a pintar;
- Aplicação indiferenciada de tintas, independentemente do substrato onde se vai fazer a aplicação;
- Falta de aderência;
- Não se respeitar os tempos de secagem, quer do substrato, quer dos produtos aplicados.

[19, 21]

### 3.11.2. ANOMALIAS ASSOCIADAS À ARMAZENAGEM

Depois de produzidas, as tintas são armazenadas durante algum tempo, antes de serem vendidas ao consumidor. Durante esse período podem aparecer defeitos.

Antes de serem disponibilizadas no mercado as tintas são sujeitas a um determinado número de ensaios de forma a ser garantida através de um certificado de conformidade, o controlo de qualidade [19].

Em seguida enumeram-se os defeitos típicos de armazenagem:

- **Formação de gás** – embalagem opada, devido a formação de gás;
- **Espessamento** – ‘*aumento da consistência de um produto de pintura, sem que por essa razão o mesmo se torne inutilizável*’ [9];
- **Formação de pele** – ‘*aparecimento de uma pele sobre a superfície dum produto de pintura na embalagem*’ [9];
- **Gelificação** – ‘*aumento da viscosidade de um produto de pintura durante a armazenagem, de tal modo que o torna inutilizável*’ [9];
- **Sedimentação** – ‘*deposição de um resíduo no fundo da embalagem de um produto de pintura*’ [9].

[28]

### 3.11.3. ANOMALIAS ASSOCIADAS À APLICAÇÃO

Uma das mais importantes fases da pintura é a aplicação, por isso devem ser seguidos todos os procedimentos de forma a não existirem imprevistos que possam danificar a qualidade da tinta.

Algumas ocorrências durante o processo de aplicação e secagem da tinta, provocam o aparecimento de defeitos. Em seguida, apresentam-se alguns desses defeitos:

- **Ataque** – ‘*amolecimento, tumefação ou separação de uma película seca do seu substrato em resultado da aplicação de uma demão subsequente ou da utilização de produtos químicos como solventes*’ [9];



Fig.3.1 - Imagem de ataque.

- **Bicos de alfinete** – ‘*presença na película de pequenos orifícios semelhantes aos provocados por um alfinete*’ [9];



Fig.3.2 - Fachada com película de tinta com aspeto de bicos de alfinete.

- **Casca de laranja** – ‘*aspeto de uma película semelhante à textura da superfície de uma laranja*’ [9];

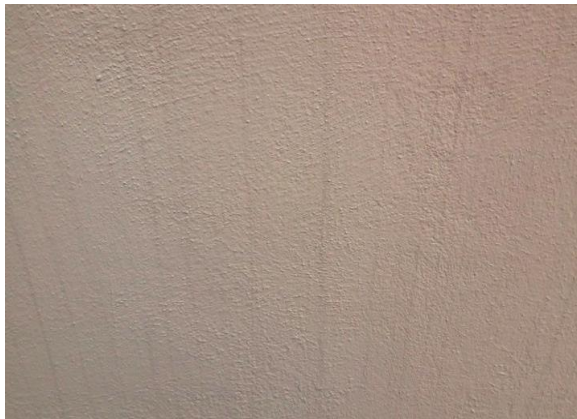


Fig.3.3 - Tinta com aspeto Casca de laranja e marcas de escorrência de água da chuva.



- **Encosturado** – ‘*zona visível onde uma camada de tinta se estende ao longo de uma camada adjacente de tinta acabada de aplicar*’[19];



Fig.3.4 - Zona onde é visível onde teve duas demãos ou só uma.

- **Enrugamento** – ‘*formação de rugas na película durante a secagem de um produto de pintura*’ [9];



Fig.3.5 - Película de tinta enrugada [29].

- **Escorridos** – ‘*irregularidades locais de espessura de película provocadas pelo escorrimento dum produto de pintura, durante a secagem em posição vertical ou inclinada*’ [9];



Fig.3.6 - Escorrimento de tinta.



Fig.3.7 - Escorrimento de tinta.

- **Espumas** – ‘*formação de bolhas, temporárias ou permanentes, na película húmida*’ [9];



Fig.3.8 - Após aplicação da tinta, aparecimento de espuma na película de tinta [29].

- **Variação de cor** – ‘*consiste na separação de um ou mais pigmentos de um produto de pintura contendo mistura de pigmentos diferentes, causando estrias ou zonas de cor diferente sobre a superfície do produto de pintura*’ [19];



Fig.3.9 - Alteração de cor na fachada.



Fig.3.10 - Alteração de cor no fundo da parede.

- **Crateras** – ‘aparecimento na película de pequenas depressões de forma circular que persistem após a secagem’ [9];
- **Opalescência** – ‘aspecto leitoso que por vezes se desenvolve durante a secagem da película de um produto de pintura transparente devido à humidade do ar e/ou à precipitação de um ou vários constituintes sólidos do produto de pintura transparente’ [9];
- **Repasse** – ‘difusão de uma substância corada, através e dentro da película, provindo do interior e produzindo assim manchas ou alteração de cor indesejável’ [9];



Fig.3.11 - Alteração da cor da fachada.

- **Retração** – ‘aparecimento na película de zonas com espessura não uniforme, que variam em extensão e distribuição’ [9];

- **Fio de trincha** – ‘*marcas de trincha bem visíveis que não ficam niveladas devido às fracas propriedades de lacagem do produto de pintura*’ [9];

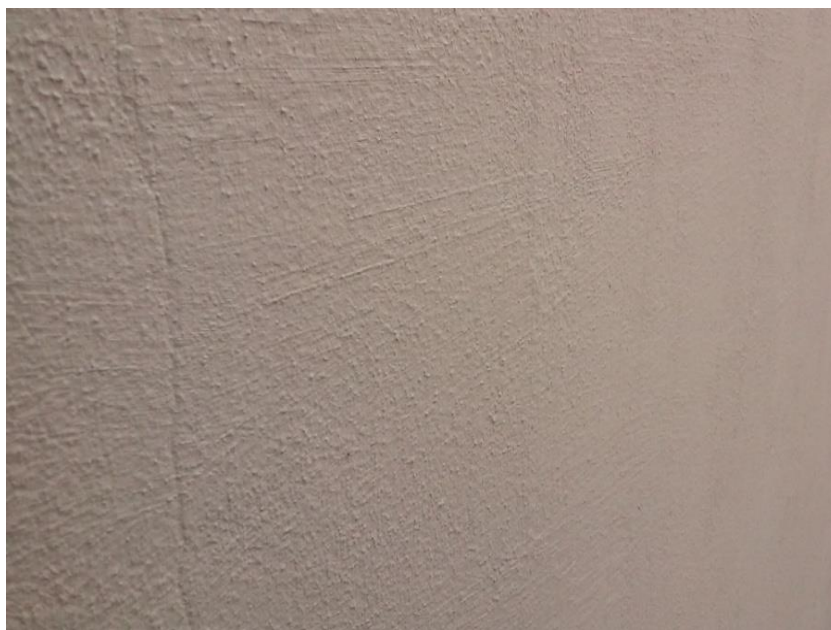


Fig.3.12 - Parede com marcas de trincha.

#### 3.11.4. ANOMALIAS EM FASE DE UTILIZAÇÃO

As paredes exteriores estão constantemente expostas às condições ambientais que são variáveis, isto é um fator adverso a que os revestimentos estão expostos provocando por vezes anomalias.

As atividades decorrentes no interior também influenciam o aparecimento de patologias, até as condições existentes no solo sob as fachadas podem influenciar, dependendo dos cuidados que foram tidos em conta no projeto.

Os principais agentes naturais responsáveis pela degradação da tinta são a água, o sol e a poluição do ar. Aliado a estes aparece o fator humano que também tem cota-parte bastante significativa no aparecimento de anomalias. Não apenas ao nível de execução de obras, mas também ao nível de planeamento e projeto.

Existem ainda fatores que ajudam a degradação que não são agentes naturais, tais como ausência ou deficiente isolamento térmico, falta de qualidade dos materiais ou técnicas de construção, entre outros [21].

A presença da água nas construções é bastante comum, em excesso é causa de variadas anomalias que por vezes são difíceis de solucionar. Nas tintas causa descasque, manchas de cor e favorece o aparecimento de fungos. A água existente na construção provém essencialmente da humidade dos materiais de construção, água da chuva ou de condensação e água retida no solo [21].

##### 3.11.4.1. Humidade

A humidade na construção pode provocar ataque alcalino (Saponificação), fissuração e contaminação microbológica.

- **Saponificação**

As paredes que na sua construção têm como argamassa cimento Portland ou cal, são fortemente alcalinas, e os estuques quando misturados com cal também se tornam alcalinos. As tintas podem se danificadas pelos álcalis em presença de humidade, perdendo dureza e por vezes causando o aparecimento de manchas.

A aplicação de um revestimento sobre uma argamassa mal curada pode provocar uma lixiviação dos materiais alcalinos- álcalis- fazendo-os migrar até a superfície, provocando o contacto com o revestimento. [28]

O ataque alcalino manifesta-se de diferentes formas, sendo as seguintes:

- **Saponificação** – Dissolução da pintura devido a transformação do veículo em sabão [28];



Fig.3.13 - Saponificação da pintura.



Fig.3.14 - Saponificação da tinta do muro exterior.

- **Descoloração** – ‘perda de cor de uma película de um revestimento por pintura’ [9];



Fig.3.15 - Tinta com descoloração.



Fig.3.16 - Fachada com descoloração da película de tinta.

- **Fissuração** – Temperatura elevada do substrato a quando da aplicação ou incompatibilidade dos componentes da tinta e/ou espessura de reboco elevado ou causadas por ciclos de gelo-degelo [28];



Fig.3.17 - Tinta fissurada com musgo.

- **Contaminação microbiológica**

A presença de água nas fachadas constitui um facto favorável ao aparecimento e desenvolvimento de organismos microbiológicos, tais como, algas fungos, musgos e bactérias [21].

Quando se verifica que a temperatura da parede é inferior à temperatura do ambiente, ocorrem condensações, que formam gotículas de água sobre a película de tinta que podem dissolver da tinta compostos orgânicos, que criam condições propícias ao desenvolvimento de microrganismos [21].

As algas aparecem para  $HR \geq 80\%$  e temperatura entre  $0^\circ\text{C}$  a  $40^\circ\text{C}$  e os fungos ou bolores para  $HR \geq 80\%$  e presença de nutrientes disponíveis.

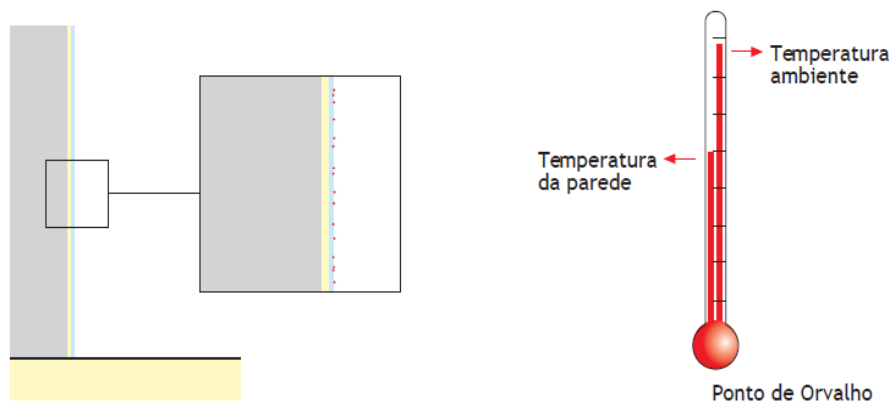


Fig.3.18 - Condensações em paredes exteriores.



Fig.3.19 - Fungos em parede exterior.

#### 3.11.4.2. Água da chuva

Quando as chuvas incidem sobre as fachadas, não devem ser absorvidas, mas sim escorrer até ao solo ou locais de recolha, ou seja, as tintas têm de formar uma barreira impermeabilizante à água da chuva, para evitar a existência de excesso de água na parede que irá prejudicar o seu desempenho e fazer surgir anomalias.



Fig.3.20 - Esq.- Fachada onde foi aplicada tinta impermeabilizante à água da chuva; Dta.- Fachada onde foi aplicada tinta não impermeabilizante à água da chuva.

Os efeitos provocados pela infiltração da água na fachada, apresentam-se em seguida:

- **Eflorescência** – Sais migram para a superfície;



Fig.3.21 - Fissuração com cristalização de sais (Eflorescências).



- **Fissuração** – Aparecimento de aberturas longitudinais na superfície da tinta;



Fig.3.22 - Fachada com revestimento de tinta e reboco fissurado.

#### 3.11.4.3. Água retida no solo

O nível freático nos solos pode ser variável, crescendo quando há precipitação, podendo chegar às bases das paredes e fundações que se não estiverem devidamente impermeabilizadas, podem originar absorção por capilaridade.

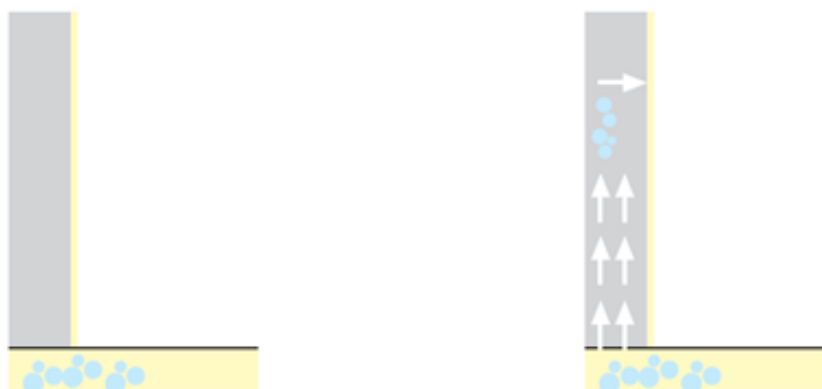


Fig.3.23 - Efeito de água retida no solo em paredes.

Uma vez no interior da fachada a água percola dissolvendo uma variedade de sais, tais como cloretos, nitratos, carbonatos e sulfatos entre outros. A água em conjunto com os sais torna-se uma solução salina que migra por capilaridade até alcançar a superfície onde os sais cristalizam originando depósitos denominados por salitre.



Fig.3.24 - Efeitos na tinta exterior devido à percolação da água no interior das paredes.



Fig.3.25 - Degradação da película de tinta por humidade.

Com o passar do tempo as manchas tem tendência a aumentar e a provocar descasque e empolamento da película de tinta.

#### 3.11.4.4. Ação da radiação ultravioleta

A radiação solar é responsável por alguns tipos de anomalias em películas de tinta, listados a seguir:

- **Perda de brilho** – perda das características originais de fábrica, ou seja, perda da capacidade de refletir a cor em toda a sua vivacidade, esplendor;



Fig.3.26 - Fundo da parede tem perda de brilho em relação à restante área da parede.

- **Destacamento** – perda de aderência do revestimento, ou de uma separação espontânea da película de pintura da sua base de aplicação por falta de aderência [22].



Fig.3.27 - Destacamento de tinta em muro exterior.



Fig.3.28 - Destacamento na película de tinta de fachada.



Fig.3.29 - Destacamento do acabamento.



Fig.3.30 - Destacamento de película de tinta e reboco.

- **Pulverulência** – Poeira fina depositada superficialmente pela degradação da tinta, devido a alteração química;



Fig.3.31 - Pulverulência da tinta [21].

- **Bronzeamento** – Ação dos raios UV sobre a estrutura molecular dos pigmentos provocando um aspeto de bronze envelhecido; [28]



Fig.3.32 - Bronzeamento por raios UV [21].

- **Alteração de cor** – modificação da coloração da película de tinta em zonas que tem maior incidência de radiação.



Fig.3.33 - Fachada com descoloração de tinta.

- **Sujidade** – Outro impacto causado pelos raios UV é o amolecimento da película, que favorece a aderência de partículas de sujidade, que para além de proporcionar um aspeto esteticamente menos bonito, é propício à propagação de fungos, algas e musgos [21].



Fig.3.34 - Tinta com sujidade depositada.



Fig.3.35 - Sujidade acumulada devido ao deficiente escoamento das águas pelos peitoris.



Fig.3.36 - Sujidade acumulada devido a escorrências.

#### 3.11.4.5. Poluição atmosférica

A poluição atmosférica também provoca danos nas películas de tintas, como podemos ver na figura seguinte. Se as fachadas não estiverem convenientemente protegidas, os compostos penetram no substrato, tornando-o mais poroso, o que inevitavelmente provoca aceleração no processo de degradação [21].



Fig.3.37 - Efeito das chuvas ácidas nas tintas exteriores.

#### 3.11.4.6. Outras anomalias

Em seguida apresentam-se outras anomalias que também se podem observar em fase de utilização:

- **Amarelecimento** – Aparecimento e expansão da cor amarelada na superfície devido a ação dos agentes ambientais de degradação;



Fig.3.38 - Amarelecimento da tinta.

- **Fissuração generalizada/localizada** – Aparecimento de fissuras superficiais em grandes áreas das paredes exteriores ou localizada em bordos de janelas, remates de paredes etc;



Fig.3.39 - Fissuração generalizada.



Fig.3.40 - Parede exterior fissurada em toda a sua altura.





Fig.3.41 - Fissuração localizada com destacamento do acabamento no bordo de uma porta para exterior.



Fig.3.42 - Fissuração sob janela.



Fig.3.43 - Fissuração da tinta com destacamento total do reboco e película de tinta.

- **Empolamento** – Bolhas por presença de água em vapor ou líquida;



Fig.3.44 - Empolamento da película de tinta.

- **Manchas** – ‘as manchas resultam normalmente de sais solúveis existentes em alguns materiais de construção.’[23]



Fig.3.45 - Fachada manchada.

- **Perda de poder de cobertura** – tinta perde a capacidade de esconder o substrato;

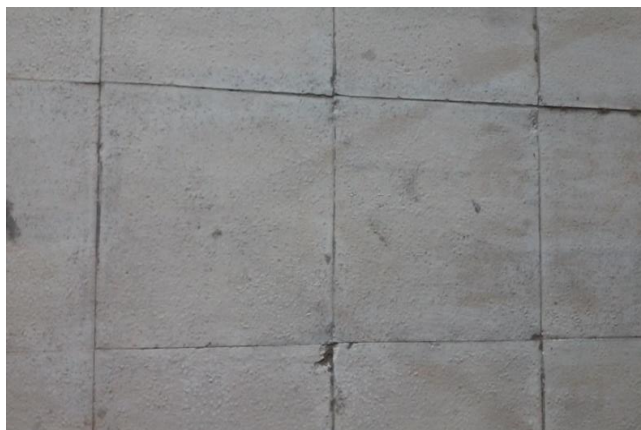


Fig.3.46 - Tinta exterior que perdeu o poder de cobertura.



Fig.3.47 - Perda do poder de cobertura da tinta de fachada.

- **Grafites** – desenhos ou riscos sobre a película de tinta de uma fachada;



Fig.3.48 - Muros com revestimento de tinta pintados com grafite.



Fig.3.49 - Grafites em fachadas.



Fig.3.50 - Grafite em tinta exterior.

- **Espectros e fantasmas** – ‘zonas de alteração de cor, equivalentes a zonas de vigas e pilares ou outros pontos singulares’ [30];



Fig.3.51 - Fachadas com alteração de cor nas zonas de vigas e pilares.

### 3.11.5. ANOMALIAS NO SISTEMA ETICS

O ETICS tal como o acabamento sobre reboco está exposto e suscetível a anomalias, muitas delas são comuns às já referidas anteriormente, mas devido á sua diferente composição, existem anomalias que apenas se referem a ela. Em seguida apresentam-se as anomalias típicas do sistema ETICS:

- **Fissuração da superfície** – fissuras superficiais na película de tinta;
- **Saponificação** – Dissolução da pintura devido a transformação do veículo em sabão [26];



Fig.3.52 - Saponificação da tinta em sistema ETICS.

- **Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes** – visualização de fissuras localizadas sobre as juntas das placas de isolamento;
- **Fissuração localizada** – aparecimento de fissuras em locais específicos, como cantos de janelas ou portas;

- **Destacamento das placas isolantes** – fraca aderência das placas isolantes à parede;
- **Destacamento ou empolamento do revestimento sobre as placas isolantes** – descolamento do revestimento aplicado sobre as placas provocando uma lomba na superfície [30];
- **Empolamento do acabamento decorativo** – aparecimento de bolhas na película de tinta;



Fig.3.53 - Empolamento e destacamento do acabamento.

- **Degradação estética da superfície** – fungos, algas sujidade ou sujidade acumulada, alteração da intensidade da cor e pontos de oxidação [30];



Fig.3.54 - ETICS degradado pela sujidade.



Fig.3.55 - Acabamento de sistema ETICS manchado com ferrugem proveniente do gradeamento da janela.

- **Perfuração** – ocorrência de danos localizados [30];



Fig.3.56 - Perfuração no sistema ETICS.

- **Acidentes** – Danos provocados por choques, ou impactos que fragilizam o sistema ETICS;



Fig.3.57 - Dano causado por choque com o sistema ETICS.



Fig.3.58 - Danos provocados no sistema ETICS por raspão de um veículo.

Realizando as inspeções às escolas previstas no capítulo 4, podemos concluir que as anomalias que aparecem com mais frequência nas fachadas exteriores são sujidade, fissuração, descoloração, manchas, destacamento do revestimento, fungos e algas e perda do poder de cobertura (Fig.5.103), para a zona do Porto onde se localizam as escolas escolhidas e estudadas nos capítulos 4 e 5 apresentados em seguida neste trabalho.



# 4

## METODOLOGIA DE ESTUDO

### 4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A abordagem adotada neste trabalho, para o estudo da vida útil dos revestimentos por tinta nas paredes exteriores, consiste em analisar o seu estado de degradação e relacioná-lo com a sua idade, ao longo da sua vida útil, através de dados históricos recolhidos através do preenchimento de uma ficha de inspeção sobre o estado atual da tinta e as intervenções sofridas.

Essa ficha de inspeção foi realizada para auxiliar a recolha de informação sobre os edifícios a inspecionar, de forma a sintetizar a informação requerida para análise e aplicação da metodologia.

A ficha é preenchida no ato da inspeção visual, onde se efetua o registo fotográfico e de informações cedidas por funcionários/técnicos da manutenção dos edifícios em estudo ou pessoa informada sobre o assunto.

Para que através da realização do trabalho de campo, fosse possível obter dados relevantes para o estudo, tais como históricos de repintura, o tipo de tinta aplicada entre outros dados, foi feita a escolha dos edifícios a inspecionar segundo os seguintes critérios:

- Pintura como acabamento de fachada;
- Edifício Público;
- Facilidade de acesso;
- Facilidade de obtenção de dados e informação útil.

Chegando à conclusão que a hipótese mais viável, seria fazer inspeção a estabelecimentos de ensino, neste trabalho optou-se por escolas básicas e secundárias da zona do grande Porto.

### 4.2. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

Como critério de escolha de estabelecimentos de ensino a estudar, foi usado o critério de maior número de escolas próximas e de fácil acesso através do uso da rede de transportes públicos. Resultando nas escolhas apresentadas no Quadro 4.1 e representadas na Fig.4.1.

Quadro 4.1 - Escolas escolhidas para estudo.

Escola	Agrupamento
Escola Secundária de Alexandre Herculano	Escolas Alexandre Herculano
Escola E B 2,3 Ramalho Ortigão	Escolas Alexandre Herculano
Escola Básica do 1º ciclo com Jardim de Infância da Lomba	Escolas Alexandre Herculano
Escola Básica do 1º Ciclo com Jardim de Infância da Alegria	Escolas Alexandre Herculano
Escola Básica do Sol	Escolas Alexandre Herculano

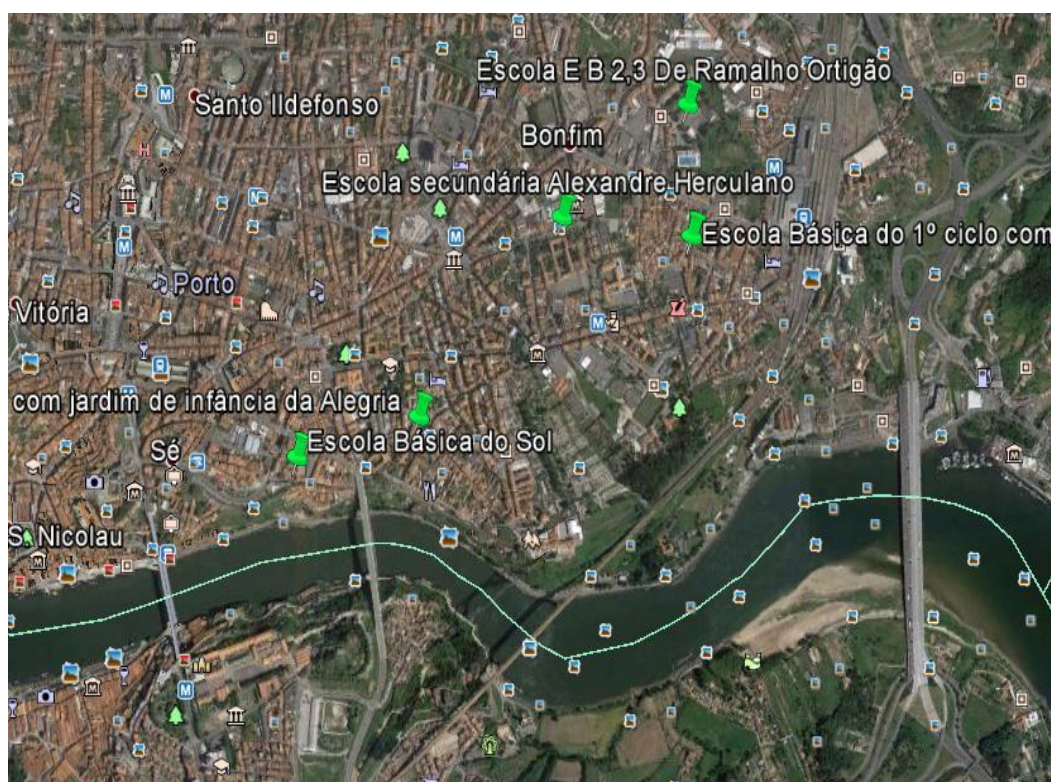


Fig.4.1 - Escolas selecionadas para estudo.

### 4.3. DESCRIÇÃO DA FICHA DE INSPEÇÃO

A ficha de inspeção foi realizada com a finalidade de sintetizar a informação de uma forma organizada, incluindo também o registo fotográfico das fachadas do estabelecimento em estudo, sendo assim uma ferramenta fundamental para este trabalho.

A ficha de inspeção encontra-se estruturada em vários campos, começando com um cabeçalho que contém no canto esquerdo a identificação da Faculdade e da Secção de Construções, serve também como identificação do número da ficha e data da realização da inspeção.

	<b>Ficha de Inspeção</b>			
	Nº:			
	Referência:		FCP00	
Data:				

Em seguida, surgem os campos de identificação e descrição do edifício em estudo, onde se efetua a identificação da localização, o registo do tipo de uso, o número de pisos e as datas de ocorrência de possíveis intervenções que as fachadas tenham sofrido, em termos de revestimento.

<b>Identificação do edifício:</b>			
Denominação:			
Morada:		Nº:	
Localidade:		Código Postal:	
<b>Descrição do edifício:</b>			
Ano de Construção:		Nº de pisos:	
Tipo de uso:		Tipo de tinta aplicada:	
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção na pintura exterior:			
Se sim, em que anos:		Tipo de tinta usada:	

De seguida faz-se o levantamento da solução de revestimento aplicada nas fachadas no ato da inspeção e o plano de manutenção em vigor.

<b>Descrição da solução actual:</b>			
Cor(es):			
<b>Condições de manutenção:</b>			
Operações de limpeza:			
Recursos:			
Manutenção feita regularmente:			
Observações:			

Seguidamente encontra-se um campo denominado por estado de conservação, onde se faz o levantamento das anomalias presentes nas diferentes orientações das fachadas dos edifícios em estudo.

Estado de conservação das tintas exteriores:					
	Ponderação %	Orientação das fachadas			
		N	S	E	O
1-Fissuração	17				
2-Destacamento do revestimento	17				
3-Descoloração	5				
4-Saponificação	10				
5-Manchas	3				
6-Eflorescências	9				
7-Espectros e fantasmas	3				
8-Fungos, algas	5				
9-Pulverulência	17				
10-Empolamento	7				
11-Sujidade	3				
12- Perda de poder de cobertura	3				
13-Grafites	1				
<b>ETICS</b>					
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes					

Foi realizado um teste *in situ* para verificar o estado de estanquidade da película de tinta nas diferentes fachadas, uma vez que uma das funções importantes da tinta é ser estanque à água da chuva e permeável ao vapor de água proveniente do interior para evitar o aparecimento de humidades.

Acontece que, por vezes o aspeto estético da tinta exterior aparenta ser bom, mas a tinta já não desempenha a sua função de estanquidade, por isso optou-se pela realização do teste, assim quando o resultado dá negativo os resultados são afetados.

Testes in situ:				
Estanquidade á água	Fachada			

Este ensaio é de realização simples, consiste apenas em aspergir uma pequena quantidade de água na fachada em estudo, através do uso de uma trincha ou pincel e observar se esta é absorvida ou escorre pela película de tinta.

Para finalizar a estrutura da ficha, existe um campo para escrever alguma observação dada como relevante para o objetivo deste trabalho, seguido do anexo com o registo fotográfico do aspeto das fachadas e das suas anomalias em pormenor.

Observações:				
Registo fotográfico:				

#### 4.4. METODOLOGIA DE ESTUDO

Utilizando a ficha de inspeção, foi efetuado o levantamento das anomalias e definido o seu nível de gravidade e incidência nas diferentes orientações e locais de estudo.

O nível de gravidade e incidência das anomalias foi classificada numa escala de 0-5, correspondente aos diferentes níveis descritos no quadro apresentado em seguida [31]:

Quadro 4.2 - Níveis das Anomalias.

0	1	2	3	4	5
<b>Inexistentes</b>	<b>Muito ligeiras</b>	<b>Médias</b>	<b>Ligeiras</b>	<b>Graves</b>	<b>Muito graves</b>
<b>Ausência de anomalias</b>	_____	_____	_____	_____	_____
_____	Anomalias com <b>muito pouca incidência</b>	Anomalias com <b>pouca incidência</b>	Anomalias com <b>ligeira incidência</b>	Anomalias com <b>moderada incidência</b>	Anomalias com <b>grande incidência</b>
_____	_____	Afetam o <b>aspeto</b>	Afetam o <b>aspeto</b>	Afetam o <b>aspeto</b>	Afetam o <b>aspeto</b>
_____	_____	_____	_____	Podem afetar o <b>uso</b>	Podem afetar o <b>uso</b>
_____	_____	_____	_____	Podem afetar o <b>conforto</b>	Podem afetar o <b>conforto</b>

Depois de atribuído um nível a cada tipo de anomalia por orientação, é feito o cálculo do Coeficiente de Deterioração, este é calculado através da soma da multiplicação de cada nível das anomalias pela ponderação correspondente.

As ponderações foram atribuídas segundo sensibilidade do autor, de forma a que as anomalias com maior impacto no estado de conservação e utilização da tinta tenham uma ponderação superior, resultando nas seguintes ponderações:

- Fissuração – 17%
- Destacamento do revestimento – 17%
- Descoloração – 5%
- Saponificação – 10 %
- Manchas – 3%
- Eflorescências – 9%
- Espectros e fantasmas – 3%
- Fungos e algas – 5%
- Pulverulência – 17%
- Empolamento – 7%
- Sujidade – 3%
- Perda do poder de cobertura – 3%
- Grafites – 1%

Resultando a forma de cálculo de Coeficiente de Deterioração [31]:

$$CD = 0,17 * [1] + 0,17 * [2] + 0,05 * [3] + 0,10 * [4] + 0,03 * [5] + 0,09 * [6] + 0,03 * [7] + 0,05 * [8] + 0,17 * [9] + 0,07 * [10] + 0,03 * [11] + 0,03 * [12] + 0,01[13] \quad (4.1.)$$

Em que:

CD – Coeficiente de Deterioração;

[1] ... [13] – Tipos de anomalias referidas que foram analisadas durante a inspeção aos edifícios em estudo:

- [1] - Fissuração;
- [2] - Destacamento do revestimento;
- [3] - Descoloração;
- [4] - Saponificação;
- [5] - Manchas;
- [6] - Eflorescências;
- [7] - Espectros e fantasmas;
- [8] - Fungos e algas;
- [9] - Pulverulência;
- [10] - Empolamento;
- [11] - Sujidade;
- [12] - Perda do poder de cobertura;
- [13] - Grafites;

Quando o teste de estanquidade tem um resultado negativo, o Coeficiente de Deterioração nessa fachada é acrescido de 0,5 pontos, podendo atingir um valor máximo de 5, pois atinge o fim do estado denominado de MUITO MAU, ou seja, cuja vida útil já findou e deve ser efetuada uma intervenção urgente.

Para análise dos resultados do Coeficientes de Deterioração obtidos, fez-se corresponder a intervalos de valores do coeficiente [31], a classificações de estado de conservação da tinta. Estes intervalos foram definidos pelo autor através da relação entre os resultados de CD's obtidos no capítulo seguinte e o aspeto visual que a fachada apresenta. Assim o autor designou para cada intervalo de valores de CD's um estado de conservação que considerou o mais apropriado.

Quadro 4.3 - Estados de conservação.

CD	Estado de conservação
[0 - 0,25[	Muito bom
[0,25 - 0,5[	Bom
[0,5 - 1,5[	Razoável
[1,5 - 2,5[	Mau
[2,5 - 5,0[	Muito mau

## 4.5. AMOSTRA DE EDIFÍCIOS ESTUDADOS

### 4.5.1. ESCOLA SECUNDÁRIA DE ALEXANDRE HERCULANO

A Escola Secundária Alexandre Herculano também denominada como Liceu Alexandre Herculano, pois foi outrora um liceu, é nos dias que correm uma Escola Secundária, localizada na Avenida de Camilo.



Fig.4.2 - Fotografia aérea da Escola Secundária Alexandre Herculano.

Foi no ano letivo de 1921/1922 que abriu portas, possui 28 salas, laboratórios, uma biblioteca, um anfiteatro, cinco pátios de recreio, um pátio de desporto, três ginásios, piscina, cantina, entre outras valências.

Neste trabalho apenas foram inspeccionadas algumas das paredes exteriores laterais, de diversos blocos do edifício.

Foi possível recolher a informação que a pintura atual já tem cerca de 30 anos de idade e se encontra muito danificada, possui uma coloração de amarelo-torrado muito semelhante à de projeto, também se constatou que não são efetuados quaisquer tipo de manutenção ou operações de limpeza, porém é visível em alguns locais o preenchimento de fissuras e espaços onde ocorreu destacamento de revestimento.



Fig.4.3 - Fachada da Escola Secundária Alexandre Herculano.

#### 4.5.2. ESCOLA EB 2,3 RAMALHO ORTIGÃO

A Escola E B 2,3 Ramalho Ortigão foi construída no ano de 1957, é constituída por 3 edifícios, um espaço de oficinas, um espaço coberto e um pavilhão desportivo. Encontra-se localizada na Rua Dr. Sousa Avides.



Fig.4.4 - Vista aérea da Escola EB 2,3 Ramalho Ortigão.

Os edifícios têm entre 2 a 3 pisos, com um revestimento exterior de pintura, de coloração bege, inicialmente a tinta era de coloração cinza, sofreu uma intervenção em 2008 e foi modificada para bege.





Fig.4.5 - Fachada principal da Escola EB 2,3 Ramalho Ortigão.

São feitas operações anuais de limpeza, durante o verão, com jato de água ou à mangueira, de forma a retirar sujidade e remover alguns dos grafites feitos na época escolar.

#### 4.5.3. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO DA LOMBA

Inaugurada em 1957, constituída por diversos edifícios interligados entre si, possui dois espaços exteriores de recreios com uma parte coberta, os edifícios têm 2 pisos mais cave. A Escola Básica do 1º Ciclo da Lomba encontra-se situada na Rua Frei Heitor Pinto – Bonfim.



Fig.4.6 - Vista aérea da Escola Básica com 1º ciclo da Lomba.

Apenas foi possível ter acesso a algumas fachadas laterais e às envolventes do recreio, devido a dificuldades de acesso.



Fig.4.7 - Fachada da Escola Básica com 1º ciclo da Lomba.

Atualmente a coloração é bege resultante de uma intervenção efetuada no edifício, pois a coloração de projeto era rosa, são efetuadas operações básicas de limpeza nas paredes. A tinta exterior da fachada Sul é diferente das restantes fachadas, esta fachada possui uma tinta plástica texturada também de cor bege com uma pequena área de coloração rosa.

#### 4.5.4. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO DA ALEGRIA

A Escola Básica do 1º Ciclo da Alegria é constituída por um único edifício com 3 pisos, localizado na Praça da Alegria – Bonfim, possui atualmente um acabamento de fachada em tinta de cor de tijolo e branco nos acabamentos.

O revestimento das fachadas exteriores foi repintado em 2007 e não são efetuados quaisquer tipos de serviços de manutenção ou limpeza.



Fig.4.8 - Vista aérea da Escola Básica 1º Ciclo da Alegria.



Fig.4.9 - Imagem da fachada da Escola Básica 1º Ciclo da Alegria.

Numa das fachadas laterais é possível observar deterioração da tinta devido a uma população de pombos que ocupa os beirais do edifício, e cujas fezes provocam a deterioração do revestimento das fachadas.



Fig.4.10 - Deterioração da película de tinta por fezes de pombos.

#### 4.5.5. ESCOLA BÁSICA DO SOL

A Escola Básica do Sol fica situada na Rua do Sol, é constituído por 3 edifícios interligados possuem 2 a 3 pisos, dependendo do edifício.

Durante a inspeção a este estabelecimento de ensino apenas foi possível ter acesso as fachadas de mais fácil acesso. O edifício tem atualmente um acabamento de pintura de cor branco.



Fig.4.11 - Vista aérea da Escola Básica do Sol.

Não nos foram fornecidos dados históricos sobre este edifício, apenas foi permitido o levantamento fotográfico das anomalias de algumas das fachadas.



Fig.4.12 - Fachada da Escola Básica do Sol.

#### 4.5.6. MUDANÇA DO TIPO DE EDIFÍCIOS ESTUDADOS

Como nas escolas inspecionadas apenas foi efetuada uma pintura ou uma repintura apenas foi possível obter dados do estado atual, através da inspeção realizada.

Para conseguir atingir o objetivo desejado neste trabalho, seria necessário obter mais dados históricos sobre os edifícios para aplicar a metodologia e obter resultados mais próximos da realidade. Como

inicialmente tinham sido selecionadas 15 escolas, mas os agrupamentos nem sempre se mostraram dispostos a colaborar, foi tomada a decisão de fazer um levantamento de vivendas/moradias cuja tinta exterior tenha sido repintada pelo menos uma vez, e efetuou-se um pequeno inquérito aos seus ocupantes sobre o estado da tinta antes de ser repintada de forma a obter com alguma proximidade o CD anterior e efetuou-se o levantamento do estado atual.

#### 4.5.7. VIVENDA EM FELGUEIRAS

Vivenda T3 localizada na cidade de Felgueiras, possui dois pisos, é utilizada como habitação unifamiliar e foi construída em 1992.

Atualmente a vivenda encontra-se pintada com uma tinta de coloração bege, aplicada no ano de 2005.



Fig.4.13 - Vista aérea da Vivenda.



Fig.4.14 - Fachada da vivenda.

#### 4.5.8. VIVENDA EM VILA DO CONDE

Vivenda T5 localizada em Vila do Conde, construída em 1987, com dois pisos, unifamiliar, atualmente possui uma tinta exterior com coloração branca.



Fig.4.15 - Vista aérea da vivenda.

Esta caso de estudo é uma vivenda germinada pelo seu lado orientado a Sul, as suas paredes exteriores foram repintadas no ano de 2011.



Fig.4.16 - Fachada da vivenda.

#### 4.5.9. VIVENDA EM LAMEGO

Vivenda unifamiliar localizada na aldeia de Pretarouca da freguesia de Lamego, construída a 1985, tipologia T4, com dois andares, atualmente possui um revestimento de tinta aplicado em 2004, com coloração amarelo na maior área, castanho nos pormenores e branco nos acabamentos.



Fig.4.17 - Vista aérea.



Fig.4.18 - Fachada da vivenda.





# 5

## TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

### 5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Durante as inspeções realizadas, foram recolhidos dados e níveis de incidência de anomalias nas fachadas que permitirão fazer uma análise acerca da sua durabilidade através da aplicação da metodologia explicada no capítulo anterior.

A análise incide sobre as patologias das tintas exteriores, como se pode verificar nas fichas de inspeção preenchidas durante o trabalho de campo e apresentadas em anexo.

O cálculo do Coeficiente de Deterioração, servirá para determinar em que estado de conservação se encontra a tinta e através do uso da equação de tendência de deterioração obtida calcula-se até quando se considera que a tinta está no seu período vida útil, determinando como sendo um intervalo, pois a metodologia em estudo não é exata, apenas permite determinar com alguma proximidade o momento em que atinge o fim da vida útil.

Considera-se que uma tinta atingiu o seu fim de vida útil quando o Coeficiente de Deterioração corresponde ao valor da transição do estado MAU para MUITO MAU, ou seja a um valor de 2,5.

A partir do Coeficiente de Deterioração 2,5, é aconselhado uma intervenção no revestimento, pois as suas funções podem estar comprometidas e começar a haver o aparecimento de anomalias internas nos edifícios, tais como infiltrações e humidade.

### 5.2. TRATAMENTO DE DADOS

#### 5.2.1. ESCOLA SECUNDÁRIA ALEXANDRE HERCULANO

Como já foi referido no capítulo anterior as tintas exteriores deste estabelecimento de ensino têm cerca de 30 anos de idade, e é fácil de constatar pelas fotos da inspeção efetuada e pelos resultados dos Coeficientes de Deterioração que esta tinta se encontra em mau estado.

Quadro 5.1 - Registo fotográfico da inspeção nas diferentes fachadas da Escola Secundária Alexandre Herculano.

Orientação de fachadas	Registo Fotográfico
------------------------	---------------------

Norte 1



Fig.5.1 - Manchas e colonização biológica na fachada N1.

Norte 2



Fig.5.2 - Colonização biológica na interseção da fachada N2 e E.



Fig.5.3 - Colonização biológica, descasque e manchas na fachada N2.



Fig.5.4 - Fissuração, descasque, manchas e colonização biológica na fachada N2.

---

Norte 3



Fig.5.5 - Manchas e fissuração na fachada N3.



Fig.5.6 - Manchas e sujidade na fachada N3.

---

Norte 4



Fig.5.7 - Descoloração e fissuras na fachada N4.



Fig.5.8 - Fissuras, colonização biológica, descoloração e descasque na fachada N4.

Norte 5



Fig.5.9 - Sujidade, manchas e colonização biológica na fachada N5.

Sul 1



Fig.5.10 - Fissuras, descasque e manchas na fachada S1.



Fig.5.11 - Manchas na fachada S1.

Sul 2



Fig.5.12 - Perda de poder de cobertura, manchas, descasque e fissuração na fachada S2.

Este 1



Fig.5.13 - Manchas, descoloração e fissuras na fachada E1.



Fig.5.14 - Colonização biológica, fissuras, descoloração e manchas na fachada E1.

Este 2



Fig.5.15 - Descasque, fissuração e sujidade na fachada E2.



Fig.5.16 - Fissuração, descasque e manchas na fachada E2.

---

Oeste 1



Fig.5.17 - Fissuração e descoloração na fachada O2.



Fig.5.18 - Colonização biológica, descoloração e fissuras na fachada O2.

---

Oeste 2



Fig.5.19 - Perda do poder de cobertura, descasque, colonização biológica e manchas na fachada O1.

Da inspeção resultaram os seguintes resultados:

Quadro 5.2 - CD's das fachadas da Esc. Sec. Alexandre Herculano.

Orientação de fachadas	CDa	Média CD
N1	1,03	
N2	1,89	1,58+0,5
N3	1,45	=2,08
N4	1,80	
N5	1,71	
S1	1,64	1,51+0,5
S2	1,38	=2,01
E1	1,92	2,27+0,5
E2	2,61	=2,77
O1	1,97	2,09+0,5
O2	2,21	2,59

Foi adicionado 0,5 ao CD médio de cada fachada, devido ao facto de nessas fachadas a tinta já não ser estanque à água, condição verificada pelo teste efetuado no local durante a inspeção.

Há que ressaltar que existem fachadas com coeficiente de deterioração mais elevado, estas inflacionam o valor médio para essa orientação, isto é possível observar por exemplo para a orientação Este.



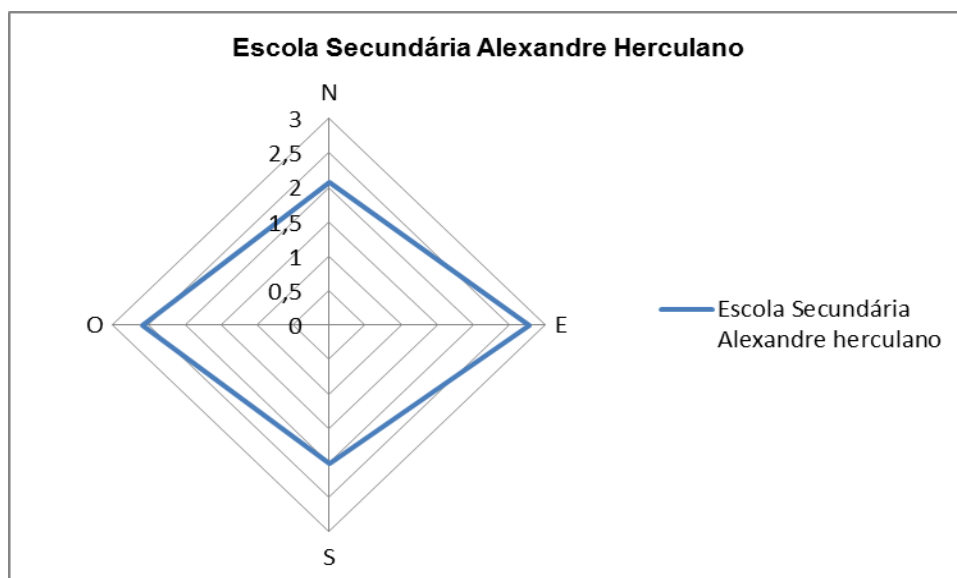


Fig.5.20 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. Sec. Alexandre Herculano.

Pode-se concluir que as fachadas orientadas a Este e a Oeste são as mais degradadas, classificadas com um estado de conservação de MUITO MAU, já as fachadas orientadas a Norte e a Sul estão classificadas com um estado de conservação de MAU.

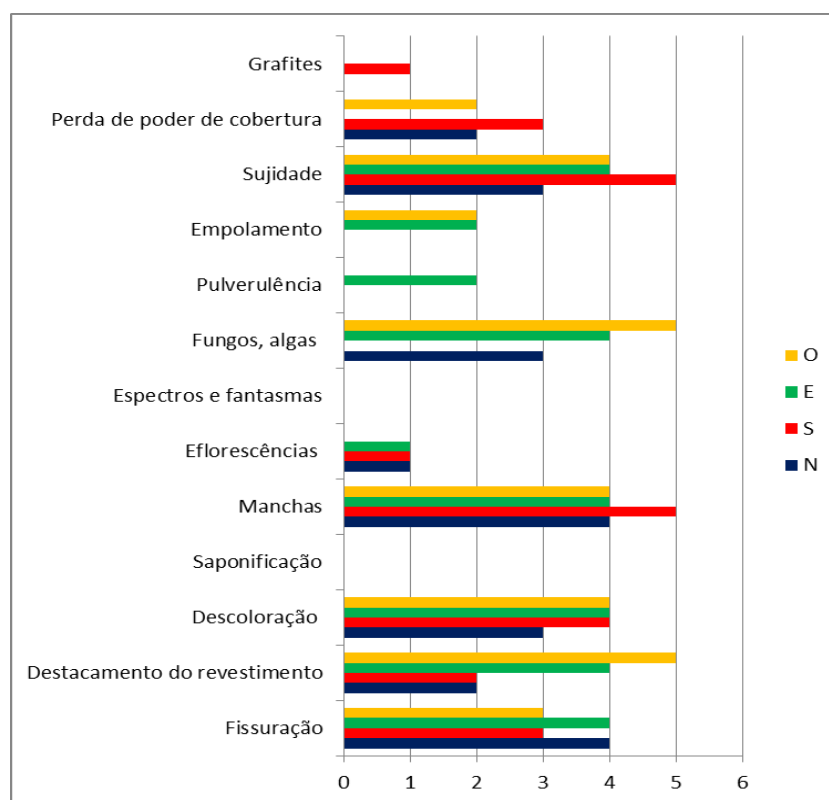


Fig.5.21 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Sec. Alexandre Herculano.

Do gráfico da Fig.5.21 pode-se concluir que as fachadas mais afetadas pelas anomalias sujidade e manchas são as orientadas a Sul, já para a anomalia destacamento de revestimento, as fachadas mais afetadas são as orientadas a Oeste, por fim as anomalias descoloração e fissuração afetam com maior intensidade as fachadas a Oeste, Este, Sul e Este, Norte respetivamente.

Pode-se também concluir que a maioria dos níveis de intensidade das anomalias corresponde a uma cotação de 4 ou 5, classificados como os piores níveis, o que reflete a necessidade de uma intervenção.

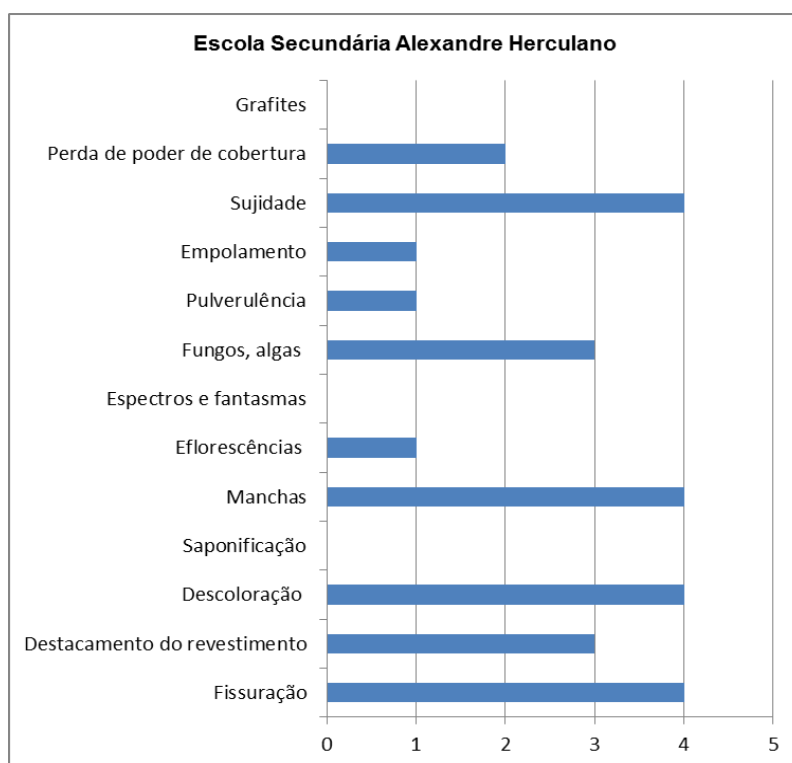


Fig.5.22 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Sec. Alexandre Herculano.

Da Fig.5.22 retira-se que as anomalias com maior incidência são a sujidade, manchas, descoloração, fissuração, seguidas das anomalias fungos, algas e destacamento do revestimento. Algumas destas anomalias podem ter maior incidência devido ao tipo de arquitetura da construção, onde se destacam diversos detalhes arquitetónicos, tais como saliências e reentrâncias.

Uma vez que os valores de CD, calculados estão todos classificados nos dois piores estados de conservação e com valores de CD acima de 2, podemos concluir que a tinta aplicada está claramente fora da sua vida útil e deverá ser intervencionada.

#### 5.2.2. ESCOLA EB 2,3 RAMALHO ORTIGÃO

O revestimento das fachadas da Escola EB 2,3 Ramalho Ortigão, foi repintado em 2008, ou seja tem 7 anos de idade e atualmente a cor é bege.

Através da inspeção realizada a este estabelecimento de ensino recolheram-se as seguintes imagens de anomalias:

Quadro 5.3 - Registo fotográfico da inspeção realizada á Escola EB 2,3 Ramalho Ortigão.




Orientação de fachadas	Registo Fotográfico
Norte 1	
	
Norte 2	



Fig.5.26 - Fissura na fachada N2.



Fig.5.27 - Grafites na fachada N2.

---

Sul



Fig.5.28 - Marcas de salpicos de água e sujeira na fachada S.

---



Fig.5.29 - Descasque na fachada S.

Este 1



Fig.5.30 - Grafites e fissuração na fachada E1.



Fig.5.31 - Grafites, bicos de alfinete e sujidade na fachada E1.



Fig.5.32 - Grafites na fachada E1.



Fig.5.33 - Sujidade e fissuração na fachada E1.



Fig.5.34 - Destacamento e sujidade na fachada E1.



Fig.5.35 - Fissuração e sujidade na fachada E1.



Fig.5.36 - Descasque e sujidade na fachada E1.

Este 2



Fig.5.37 - Grafites e sujidade na fachada E2.



Fig.5.38 - Descasque e grafites na fachada E2.

Oeste 1



Fig.5.39 - Descoloração na fachada O1.

Oeste 2



Fig.5.40 - Fissuração e sujidade na fachada O2.



Fig.5.41 - Sujidade e grafites na fachada O2.

Após análise do levantamento fotográfico e aplicando o método em estudo, chegou-se aos seguintes resultados:

Quadro 5.4 - CD's das fachadas da Esc. EB 2, 3 Ramalho Ortigão.

Orientação de fachadas	CDa	Média CD
N1	0,60	
N2	0,96	0,78
S	0,80	0,80
E1	2,63	
E2	0,71	1,67
O1	0,43	
O2	0,52	0,48

Pelos Coeficientes de Deterioração obtidos podemos concluir que para a orientação Norte e Sul, o estado de conservação é RAZOÁVEL, para a orientação Este, o estado de conservação é MAU e para a orientação Oeste o estado de conservação é BOM. Para as fachadas orientadas a Este, verificamos que o CD da fachada E1 é muito superior ao da fachada E2, assim para essa orientação o CD é inflacionado pela fachada E1.



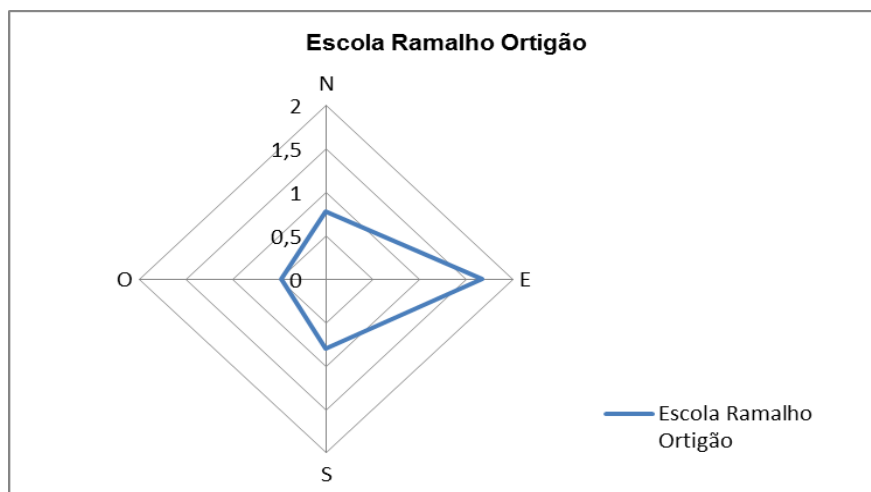


Fig.5.42 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão.

A fachada orientada a Este é a que tem o pior estado de conservação como se pode verificar pelo gráfico radar, este facto pode ser justificado por esta ser a orientação menos vigiada e onde as crianças fazem grafites, jogam a bola contra a parede entre outros tipos de ações agressivas que agravam a deterioração do revestimento.

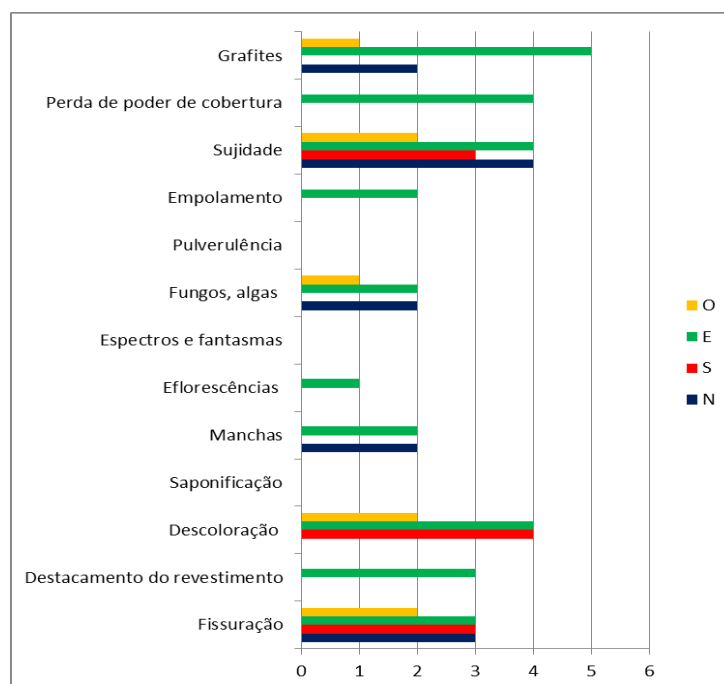


Fig.5.43 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão.

Pelo gráfico da Fig.5.43, constatamos que a fachada Este é a que tem a maior incidência de perda de poder de cobertura, grafites, sujidade e descoloração, já a fachada Oeste é a menos deteriorada pelas diferentes anomalias.

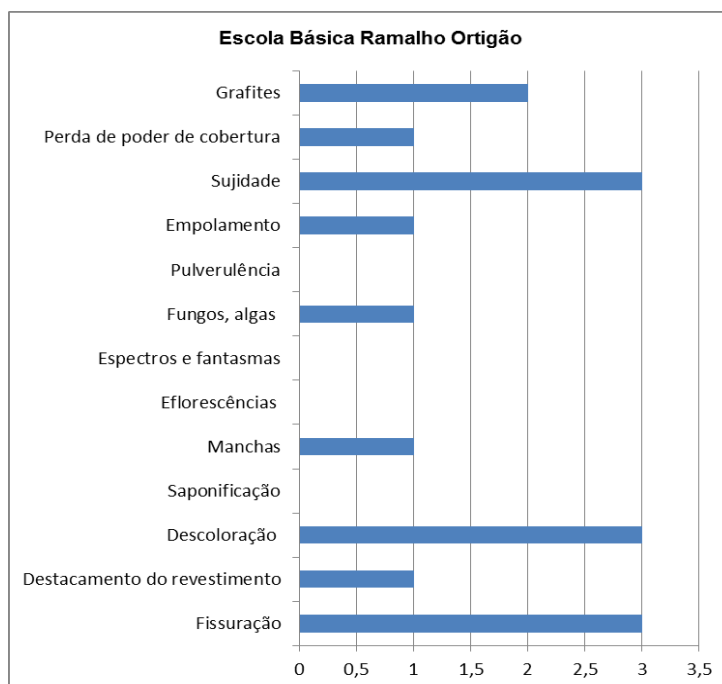


Fig.5.44 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. EB 2, 3 Ramalho Ortigão.

No momento de inspeção, as anomalias detetadas com maior incidência foram a sujidade, a descoloração, a fissuração e os grafites.

Uma vez que as fachadas orientadas a Este são as que possuem a maior área e pior estado de conservação, vamos determinar o tempo de vida útil que resta a esta tinta para o Coeficiente de Deterioração das fachadas Este, pois as outras fachadas também não se encontram em bom estado e como o caso de estudo é uma escola pública, a intervenção deve ser geral.

Este estabelecimento de ensino foi alvo de uma inspeção geral há cerca de 6 anos, pelo Instituto da Construção da qual foram cedidas fotos que abrangiam as fachadas exteriores.

Quadro 5.5 - Fotos de inspeção antiga da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão.



Fig.5.45 - Fachada Norte.



Fig.5.46 - Fachada Sul com grafites e sujeidade.



Fig.5.47 - Fachada com grafites e sujeidade.



Fig.5.48 - Fachada com manchas.



Fig.5.49 - Fachada sem fissuração ou destacamento do revestimento com perda de cobertura.



Fig.5.50 - Fachada Este sem eflorescências com manchas.



Fig.5.51 - Parte da fachada Este, sem destacamento de revestimento com manchas.



Fig.5.52 - Grafitos, fachada Este.



Fig.5.53 - Fachada Norte, não fissurada.



Fig.5.54 - Grafitos.

Destas fotografias foi possível efetuar uma comparação com o estado atual, fazendo uma análise não muito rigorosa, visto as fotos não serem muitas, nem muito pormenorizadas das anomalias da tinta, mas das quais se concluiu o seguinte:

Quadro 5.6 - Níveis de incidência de anomalias da inspeção antiga da Esc.  
EB 2,3 Ramalho Ortigão.

Anomalia	Nível
Fissuração	0

Destacamento revestimento	0
Descoloração	0
Saponificação	0
Manchas	1
Eflorescências	0
Espectros e fantasmas	0
Fungos, algas	0
Pulverulência	0
Empolamento	0
Sujidade	2
Perda de poder de cobertura	1
Grafites	5

Dos valores dos níveis de intensidade atribuídos a cada anomalia calculou-se um CD geral obtendo-se o valor de 0,17, que juntamente com os resultados obtidos com base na inspeção atual, deram origem à seguinte progressão:

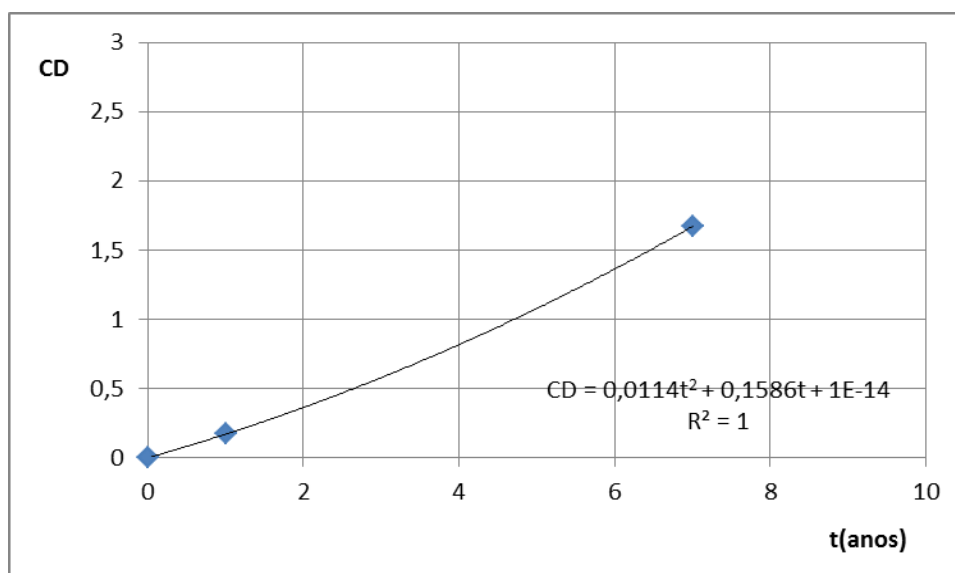


Fig.5.55 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Esc. EB 2,3 Ramalho Ortigão em função do tempo.

Para determinarmos o seu tempo de vida útil utilizamos a equação de tendência obtida, onde igualamos o CD a 2,5, resultando um valor de t que representa o tempo de vida útil total da tinta. A

linha de tendência não é reta pois existem resultados de duas inspeções realizadas em diferentes alturas, o que permite obter uma equação de segundo grau que reflete a influência dos diversos agentes de degradação e da exposição ambiental que influenciam o estado de conservação da tinta e cuja ação nem sempre é constante.

$$2,5 = 0,0114 * t^2 + 0,1586 * t + 1 * 10^{-14} \Leftrightarrow t = 9,40 \quad (5.1.)$$

[anos]

Como este método não é um processo de cálculo exato, o resultado é apresentado como um intervalo que vai ser considerado entre -20% e + 20% do resultado de t obtido pela equação, assim pode-se dizer que a tinta terá uma vida útil com duração de [8 a 11] anos, como a tinta foi aplicada há 7 anos ainda lhe resta um intervalo de tempo de vida útil entre [1 a 4] anos. Note-se que a pouca pormenorização dos dados da primeira inspeção relativamente à pintura faz com que a estimativa apresentada seja apenas um exercício para exemplificar o método proposto e, por outro lado, o ideal seria termos um número mais elevado de inspeções baseadas nos mesmos critérios de forma a identificar com mais clareza a tendência de variação do CD.

### 5.2.3. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO COM JARDIM DE INFÂNCIA DA LOMBA

Este estabelecimento de ensino, possui um revestimento em tinta de cor bege que foi aplicado há 12 anos.

Quadro 5.7 - Registo fotográfico da inspeção da Escola Básica da Lomba.

Orientação de fachadas	Registo Fotográfico
Norte 1	

Fig.5.56 - Manchas e sujidade na fachada N1.



Fig.5.57 - Colonização biológica na fachada N1.

Norte 2



Fig.5.58 - Sujidade e marcas de escorrência de água na fachada N2.



Fig.5.59 - Manchas e saponificação na fachada N2.





Fig.5.60 - Sujidade na fachada N2.

Sul



Fig.5.61 - Sujidade, fissuração e descasque na fachada S.



Fig.5.62 - Fissuração, descasque da película de tinta e reboco na fachada S.



Fig.5.63 - Grafite e sujidade na fachada S.

Este



Fig.5.64 - Manchas e colonização biológica na fachada E.



Fig.5.65 - Fissuração, descasque e sujidade na fachada E.

Oeste

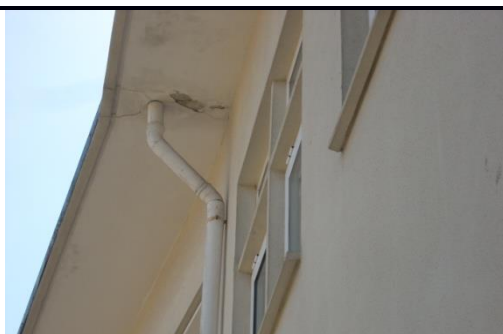


Fig.5.66 - Destacamento, fissuras, saponificação e sujidade na fachada O.



Fig.5.67 - Destacamento na fachada O.



Fig.5.68 - Saponificação na fachada O.



Fig.5.69 - Destacamento e fissuração na fachada O.

Da inspeção e análise dos dados recolhidos, resultaram os coeficientes apresentados em seguida:

Quadro 5.8 - CD's das fachadas da Esc. Básica da Lomba.

Orientação de fachadas	CDa	Média CD
N1	1,88	1,78+0,5
N2	1,67	2,28
S	1,49	1,49
E	1,91	1,91
O	1,88	1,88

Pela análise dos Coeficiente de Deterioração, concluímos que as fachadas orientadas a Norte, Este e Oeste estão em estado de conservação MAU, e a fachada Sul se encontra em estado de conservação RAZOÁVEL, sendo as fachadas orientadas a Norte as mais afetadas por anomalias neste caso, como é possível de verificar no gráfico radar.

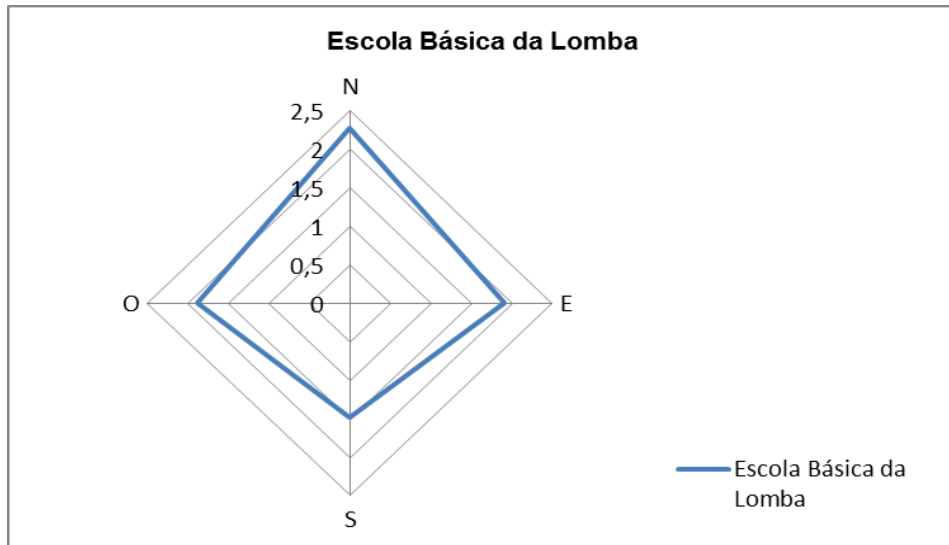


Fig.5.70 - Gráfico radar dos CD's das fachadas da Esc. Básica da Lomba.

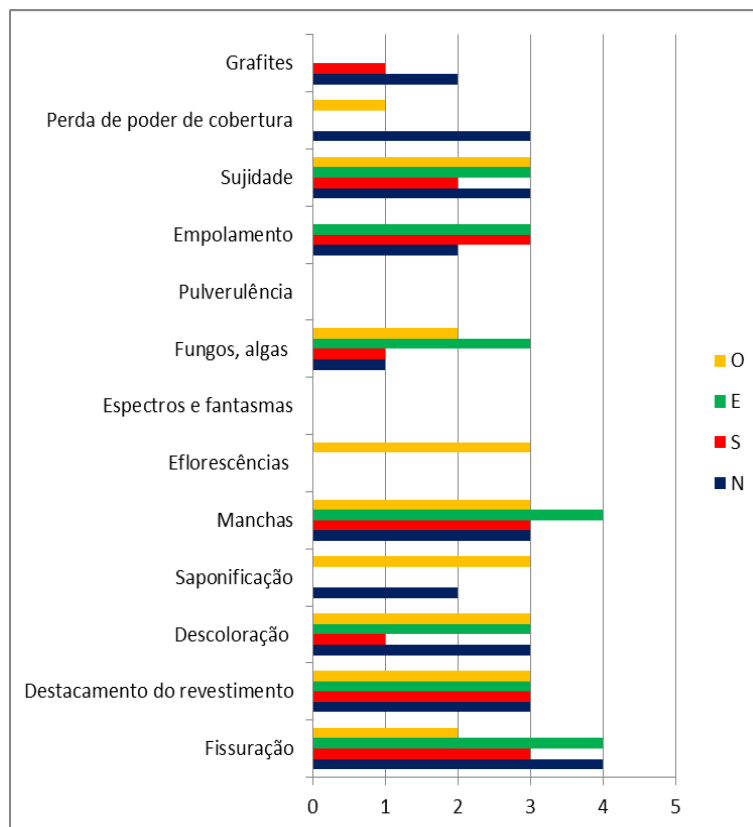


Fig.5.71 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Básica da Lomba.

O gráfico anterior faz corresponder os níveis de incidência atribuídos às anomalias em estudo às diferentes orientações das fachadas, podendo concluir que a fachada orientada a Norte é a que tem maior nível de incidência das anomalias perda de cobertura, grafites e fissuração.

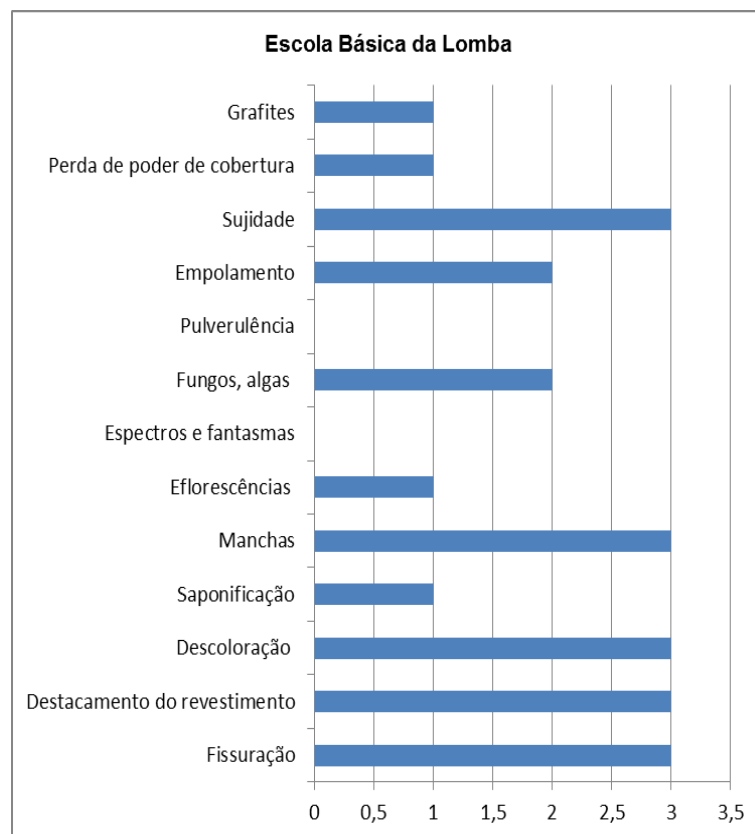


Fig.5.72 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Básica da Lomba.

Pelo gráfico da Fig.5.72 podemos concluir que as anomalias sujidade, manchas, descoloração, destacamento do revestimento e fissuração são as que têm maior incidência neste caso de estudo, seguidas das anomalias empolamento e fungos, algas.

Como todos os valores de CD estão dentro dum intervalo relativamente pequeno, vai ser utilizada a média dos Coeficientes de Deterioração das quatro orientações para o cálculo da vida útil.

$$CDa, m = \frac{2,28 + 1,49 + 1,91 + 1,88}{4} \Leftrightarrow CDa, m = 1,89 \quad (5.2.)$$

A deterioração dos revestimentos exteriores depende de diversos fatores tais como exposição às condições ambientais do local, características do material aplicado, ações nefastas que o revestimento possa sofrer, exposição a agentes deteriorantes, etc.

Não é possível contabilizar essas ações neste caso, pois só existem dados de uma inspeção, se houvesse mais registos históricos de inspeções poderia ser feito um ajuste da tendência de deterioração a uma progressão polinomial ou exponencial, podendo assim no caso de o tipo de tinta usado ser o mesmo ou com características semelhantes, ter em conta os agentes a que a tinta está exposta e que provocam a degradação. Com os dados obtidos só é possível estabelecer a progressão apresentada no gráfico seguinte:

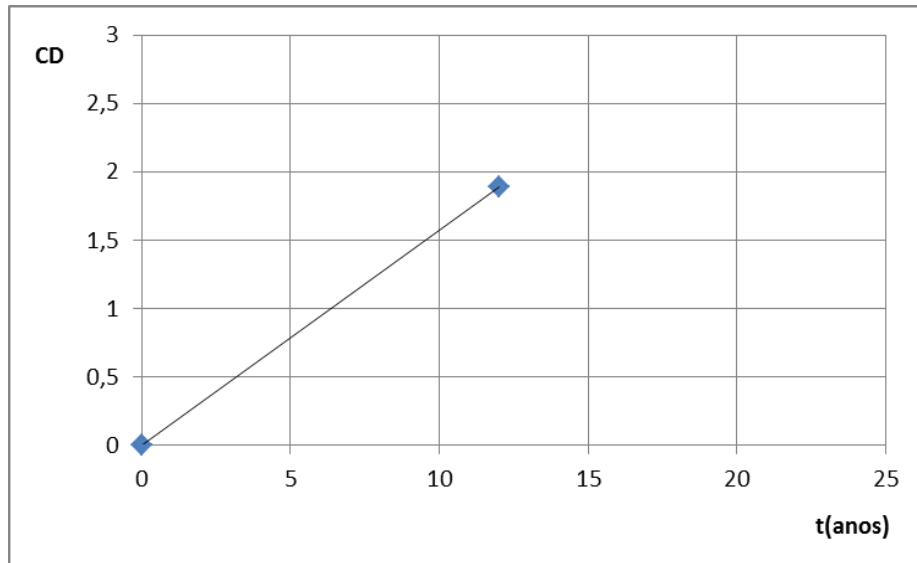


Fig.5.73 - Gráfico de tendência linear do CD da tinta com o tempo da Esc. Básica da Lomba.

Como com os dados que temos a única tendência que podemos considerar é uma tendência linear podemos estabelecer uma relação geral de CD com o tempo:

$$\begin{aligned}
 (T_f - T_i) * (CD_a - CD_i) &= (T_a - T_i) * (CD_f - CD_i) \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow (T_f - T_i) &= \frac{(T_a - T_i) * (CD_f - CD_i)}{(CD_a - CD_i)} \wedge T_i = 0; CD_i = 0; CD_f = 2,5 \quad (5.3.) \\
 \Leftrightarrow T_f &= \frac{T_a * 2,5}{CD_a}
 \end{aligned}$$

Em que:

$T_f$  – Tempo de vida útil da tinta [anos];

$T_i$  – Tempo inicial da tinta [anos];

$T_a$  – Tempo de vida atual [anos];

$CD_a$  – Coef. de Deterioração no ato da inspeção;

$CD_i$  – Coef. de Deterioração inicial;

$CD_f$  – Coef. de Deterioração final.

Como  $T_i$  é o tempo no momento na aplicação da tinta, tem o valor de zero anos, por sua vez o Coeficiente de Deterioração inicial, desprezando a possibilidade de terem ocorrido anomalias durante a aplicação da tinta, tem o valor de zero, e o Coeficiente de Deterioração final vai ser considerado igual a 2,5, pois é a partir deste valor que se considera que a tinta está num estado de conservação MUITO MAU, logo no fim de vida útil.

$$Tf = \frac{Te * 2,5}{CDa} \Leftrightarrow Tf = \frac{12 * 2,5}{1,89} \Leftrightarrow Tf = 15,87 \text{ [anos]} \quad (5.4.)$$

Ou seja, este revestimento de fachadas terá aproximadamente um período de vida útil de [12 a 19] anos.

Como a tinta já foi aplicada há 12 anos, vai ter a durabilidade de [0 a 7] anos até atingir o seu fim de vida útil e necessitar de ser renovada.

#### 5.2.4. ESCOLA BÁSICA DO 1º CICLO COM JARDIM DE INFÂNCIA DA ALEGRIA

Este edifício possui uma tinta de coloração vermelha e branca nas suas fachadas, cuja aplicação foi realizada há cerca de 8 anos. Da inspeção ao local resultaram as seguintes fotografias do estado de conservação:

Quadro 5.9 - Registo fotográfico da Escola Básica da Alegria.


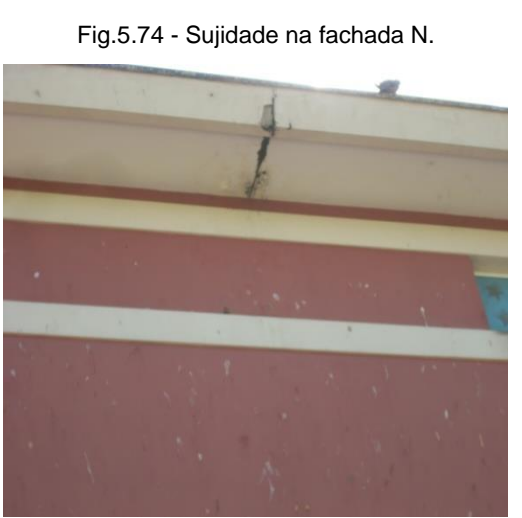
Orientação de fachadas	Registo Fotográfico
Norte	
	

Fig.5.74 - Sujidade na fachada N.

Fig.5.75 - Sujidade e destacamento na fachada N.



Fig.5.76 - Sujidade e saponificação na fachada N.

Sul



Fig.5.77 - Manchas na fachada S.

Este

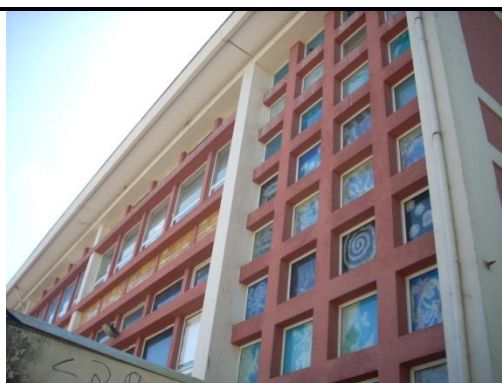


Fig.5.78 - Manchas e sujidade na fachada E.

Oeste



Fig.5.79 - Manchas, fissuras e sujidade na fachada O.



Analisando a intensidade e incidência das anomalias nas diferentes fachadas, resultam os seguintes Coeficientes de Degradação:

Quadro 5.10 - CD's das fachadas da Esc. Básica da Alegria.

Orientação de fachadas	CDa	Média CD
N	2,32	2,32
S	1,46	1,46
E	1,21	1,21+0,5 =1,71
O	1,11	1,11+0,5 =1,61

As fachadas orientadas a Norte, Este e Oeste possuem um estado de conservação MAU, por sua vez a fachada orientada a Sul, possui um estado de conservação RAZOÁVEL, podemos concluir que no geral o estado de conservação da tinta aplicada é mau, devendo ter poucos anos de vida útil restantes.

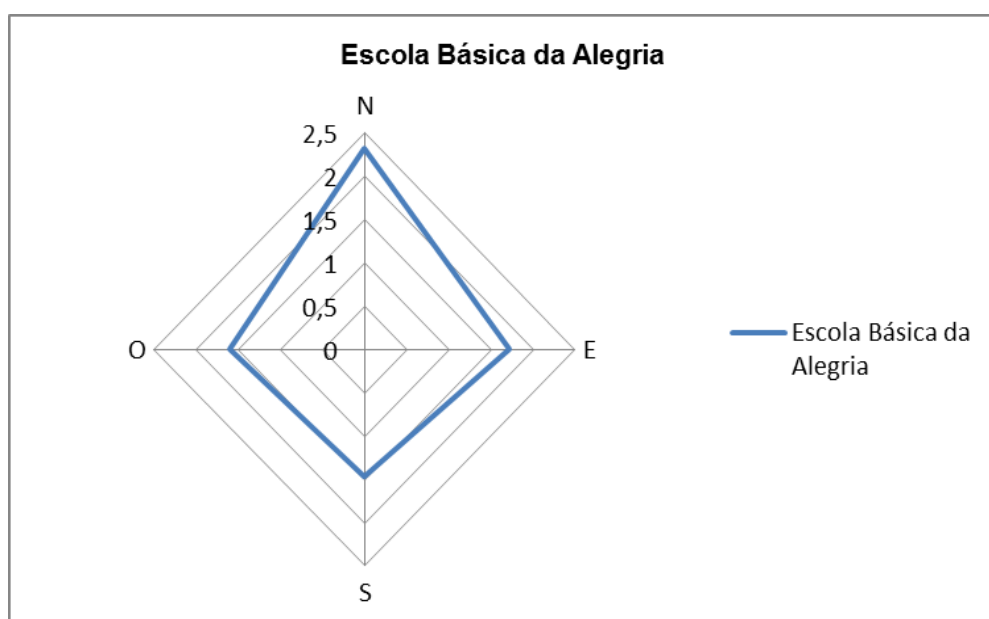


Fig.5.80 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. Básica da Alegria.

A fachada mais deteriorada por anomalias é a fachada Norte tem um CD maior e possui maior incidência das anomalias sujidade, eflorescências, saponificação e destacamento do revestimento como é possível verificar pelo gráfico seguinte:

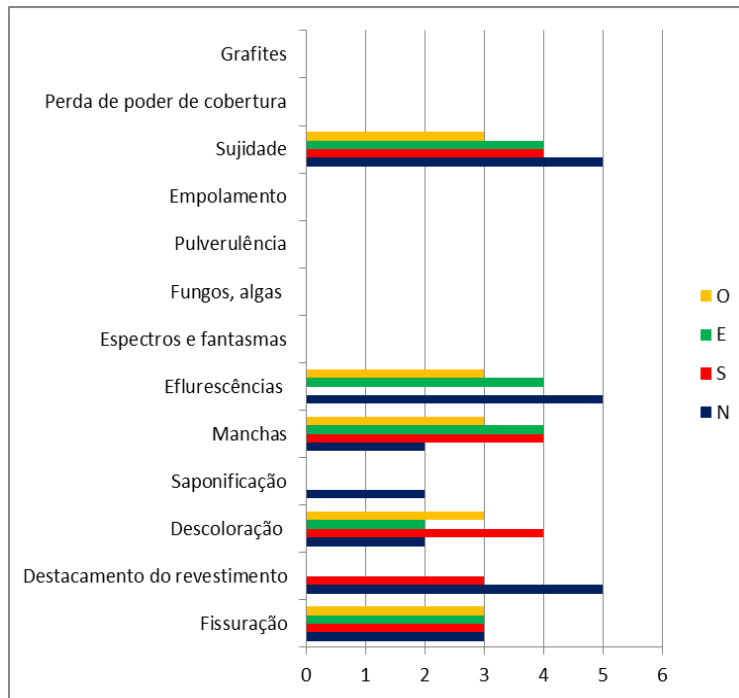


Fig.5.81 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Básica da Alegria.

Fazendo uma análise global do estado do estabelecimento de ensino, podemos concluir que as anomalias com maior incidência são a sujidade, efluorescências, manchas, descoloração e fissuração.

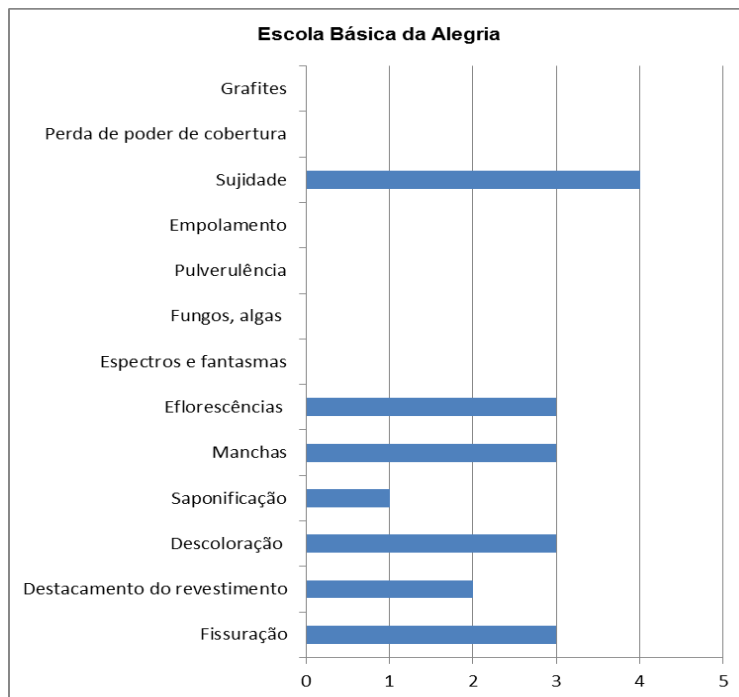


Fig.5.82 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Básica da Alegria.

Como os valores dos Coeficientes de Deterioração são aproximados com a exceção do CDa da fachada Norte, vamos considerar  $CDa = CDa,m$ :

$$CDa,m = \frac{2,32 + 1,46 + 1,71 + 1,61}{4} \Leftrightarrow CDa,m = 1,78 \quad (5.5.)$$

Com os escassos dados recolhidos sobre o edifício, apenas podemos utilizar uma tendência linear para obter resultados.

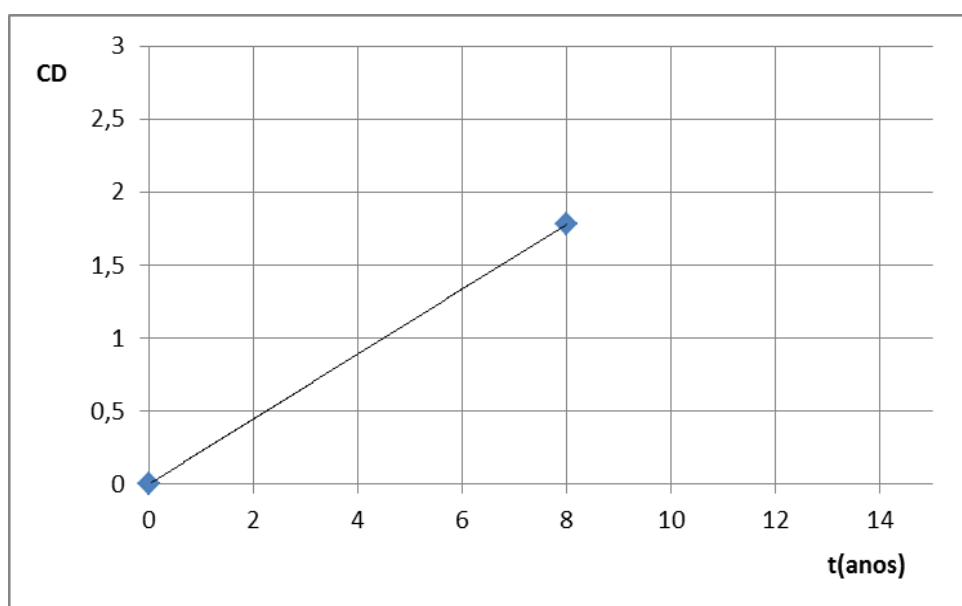


Fig.5.83 - Gráfico de tendência linear do CD da tinta da Esc. Básica da Alegria em função do tempo.

Como só temos dados de uma inspeção podemos usar a fórmula deduzida na equação (5.3):

$$Tf = \frac{Te * 2,5}{CDa} \Leftrightarrow Tf = \frac{8 * 2,5}{1,78} \Leftrightarrow Tf = 11,24 \text{ [anos]} \quad (5.6.)$$

Como este método não é um método rigoroso podemos concluir que a tinta terá um período de vida útil de [9 a 13] anos.

A tinta já possui uma idade de 8 anos, ainda terá um período de [1 a 5] anos de vida útil.

#### 5.2.5. ESCOLA BÁSICA DO SOL

Nesta Escola não foi possível obter dados sobre o seu histórico, tendo os dados recolhidos ficado limitados à inspeção e registo fotográfico de algumas fachadas, às quais nos foi dado acesso, de onde saíram os dados representados no Quadro 5.11 a seguir:

Quadro 5.11 - Registo fotográfico da Escola Básica do Sol.

Orientação de fachadas	Registo Fotográfico
------------------------	---------------------

Norte



Fig.5.84 - Sujidade e manchas na fachada N.

Sul



Fig.5.85 - Manchas e sujidade na fachada S.

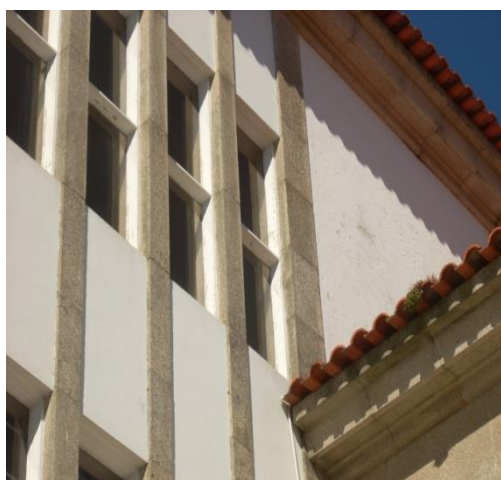


Fig.5.86 - Manchas e sujidade na fachada S.

Oeste 1



Fig.5.87 - Manchas e sujidade na fachada O1.

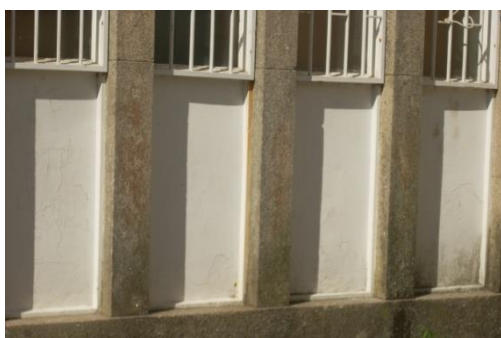


Fig.5.88 - Sujidade na fachada O1.

Oeste 2



Fig.5.89 - Destacamento e colonização biológica na fachada O2.



Fig.5.90 - Sujidade na fachada O2.

Estas imagens traduzem-se pelos resultados dos CD's apresentados no quadro 5.12.

Quadro 5.12 - CD's das fachadas da Esc. Básica do Sol.

Orientação de fachadas	CDa	Média CD
N	1,03	1,03+0,5 1,53
S	1,35	1,35
O1	0,18	
O2	1,5+0,5=2,0	1,09

Através dos valores obtidos dos Coeficientes de Deterioração, podemos concluir que as fachadas orientadas a Sul e a Oeste, possuem um estado de conservação RAZOÁVEL e a fachada orientada a Norte possui um estado de conservação MAU, sendo por sua vez esta a fachada mais afetada por anomalias. Para a orientação Oeste o resultado do CD é inflacionado pela fachada O2, uma vez que este CD é muito superior que o da outra fachada com a mesma orientação.

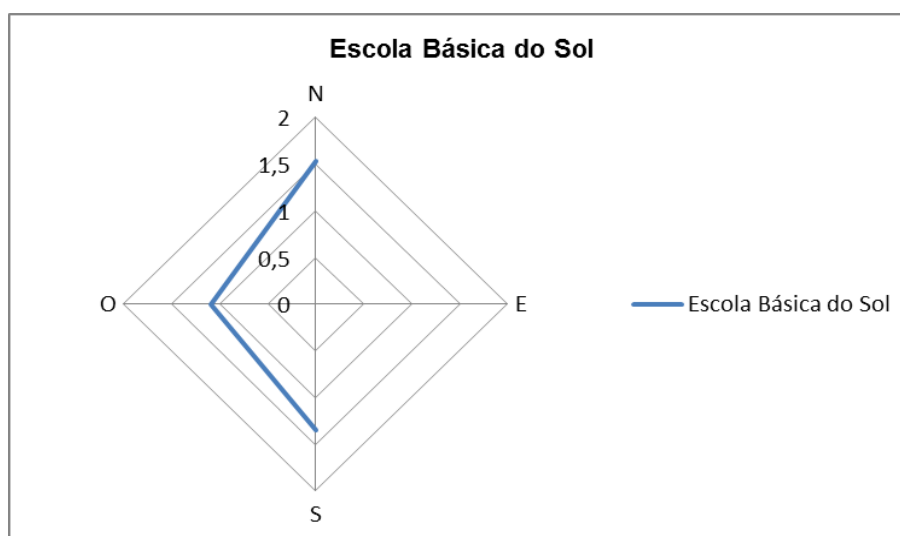


Fig.5.91 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Esc. Básica do Sol.

Não se teve acesso a qualquer fachada orientada a Este, por essa razão o gráfico radar não possui qualquer valor de CD para essa orientação.

A fachada Norte é a que possui maior CD, isto pode ser justificado pelo facto das anomalias perda do poder de cobertura, fungos e algas terem um grande nível de incidência e para a anomalia fissuração é uma das orientações que tem maior nível de incidência, embora a fachada Oeste é a que tem mais anomalias e em algumas delas pior classificação, estas tem um fator de ponderação menor no cálculo do CD, por não serem tão relevantes para o estado de conservação.

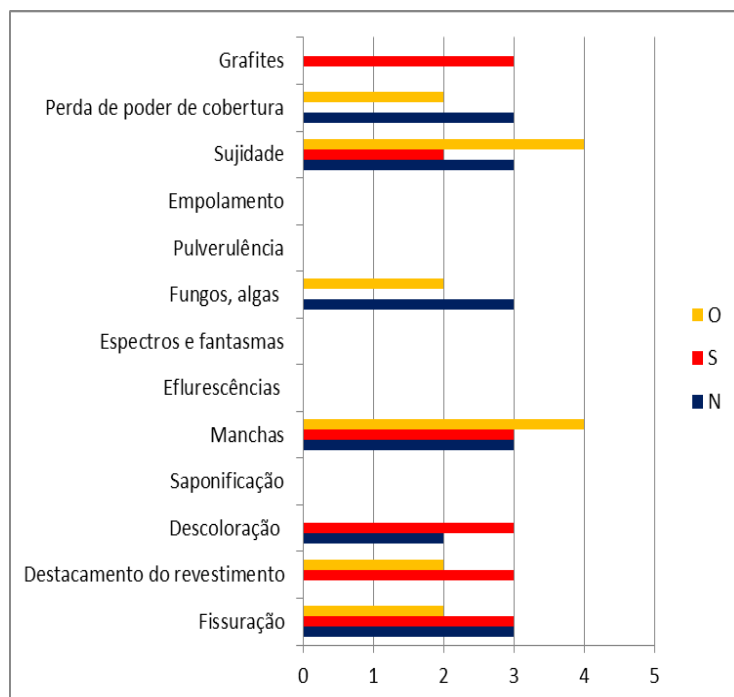


Fig.5.92 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Esc. Básica do Sol.

Fazendo uma análise global às anomalias existentes nas fachadas deste caso de estudo pode-se concluir que as que tem maior incidência são a fissuração, manchas e sujidade.

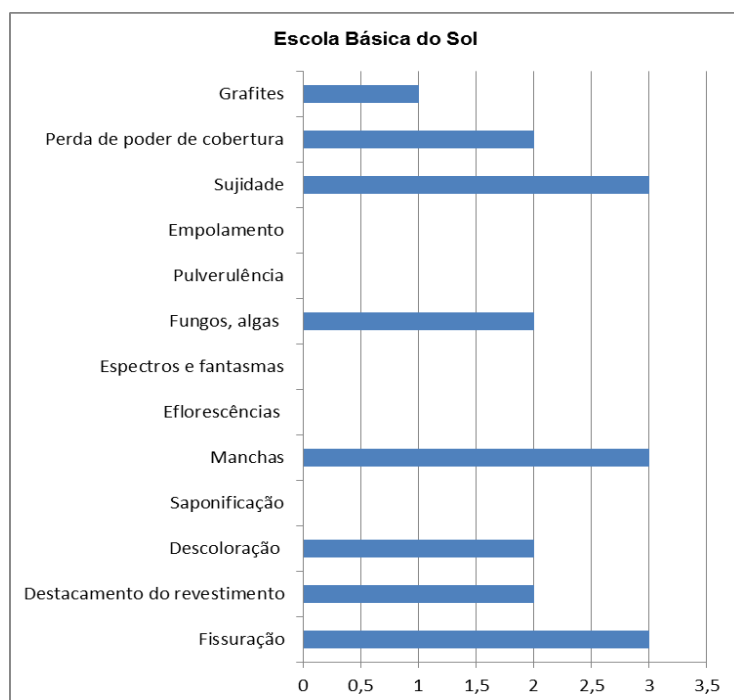


Fig.5.93 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Esc. Básica do Sol.

Como não foi cedida a informação de há quanto tempo a tinta deste estabelecimento foi aplicada, não foi possível aplicar o método de determinação de vida útil da tinta neste caso, limitando a análise apenas aos Coeficientes de Deterioração.

#### 5.2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DAS ESCOLAS

Dos cinco edifícios escolares inspecionados, resultou um total de 31 fachadas, 11 orientadas a Norte, 6 a Sul, 8 a Este e 6 a Oeste. Da observação e análise de anomalias presentes nestas fachadas resulta o gráfico seguinte que representa a percentagem de paredes exteriores afetadas por cada tipo de anomalia.

As anomalias mais comuns nas fachadas inspecionadas foram a fissuração, sujidade, manchas, descoloração e destacamento de revestimento. As anomalias fissuração e destacamento de revestimento são as menos favoráveis, ou seja as mais prejudiciais para a tinta pois quando existentes comprometem as suas principais funções.

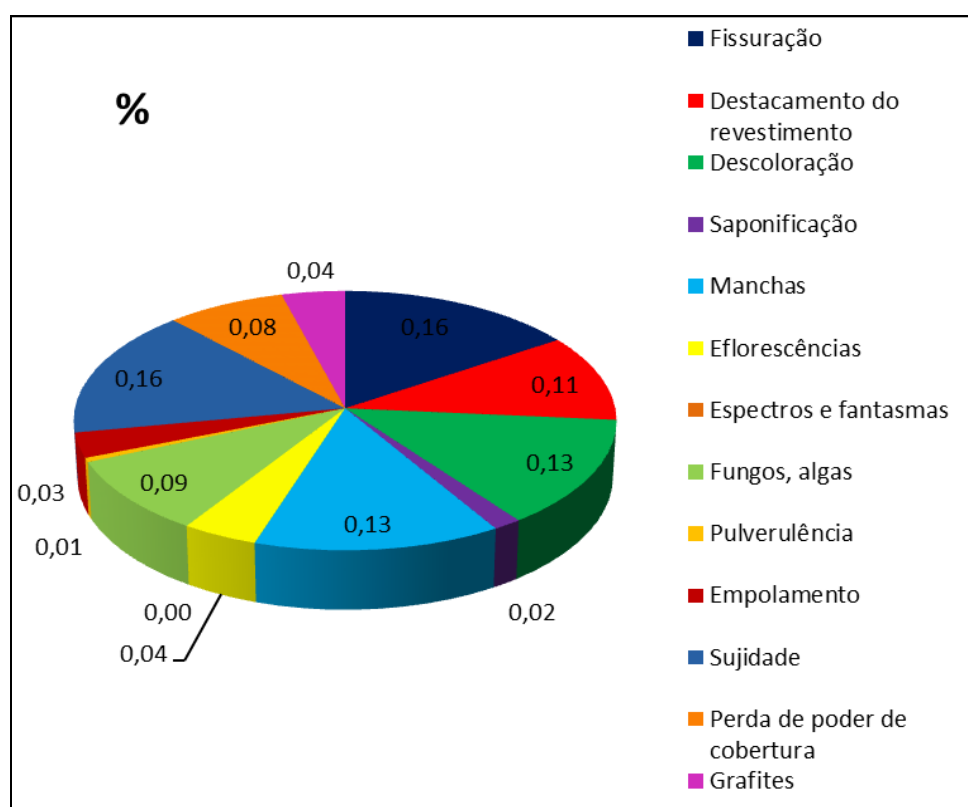


Fig.5.94 - Gráfico percentagem do tipo de anomalias observadas nas Escolas analisadas.

Através dos dados recolhidos foi também possível obter gráficos onde se pode verificar qual orientação que é mais afetada por um determinado tipo de anomalia estudado. Assim para as anomalias que aparecem nas diferentes orientações estabeleceu-se os seguintes gráficos que permitem avaliar para que orientação uma dada anomalia é mais frequente.



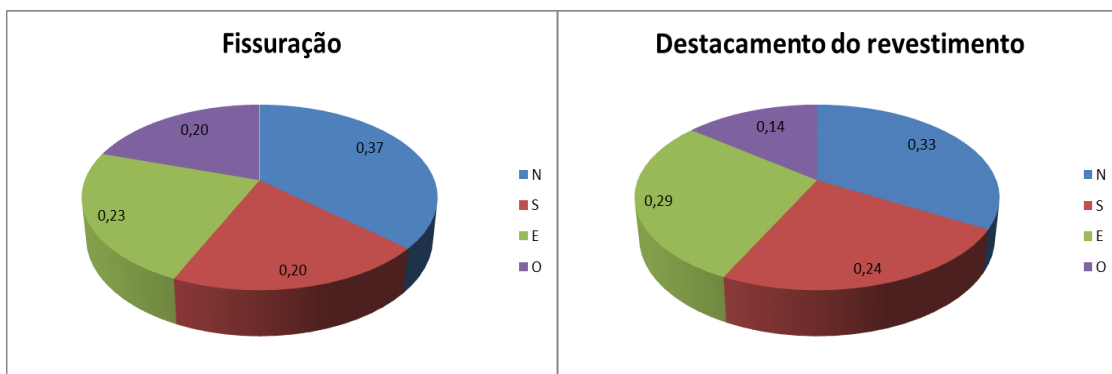


Fig.5.95 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas.

As fachadas orientadas a Norte são as mais afetadas por fissuração e destacamento de revestimento.

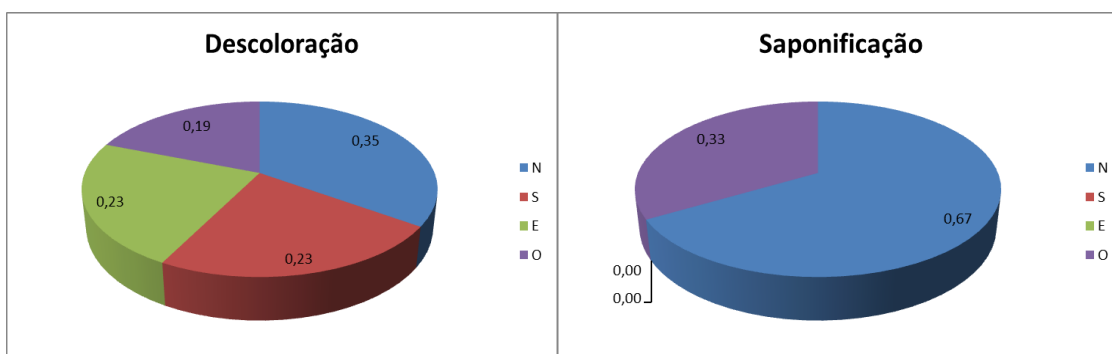


Fig.5.96 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas.

A descoloração e saponificação são mais dois tipos de anomalias que são mais frequentes nas fachadas orientadas a Norte.

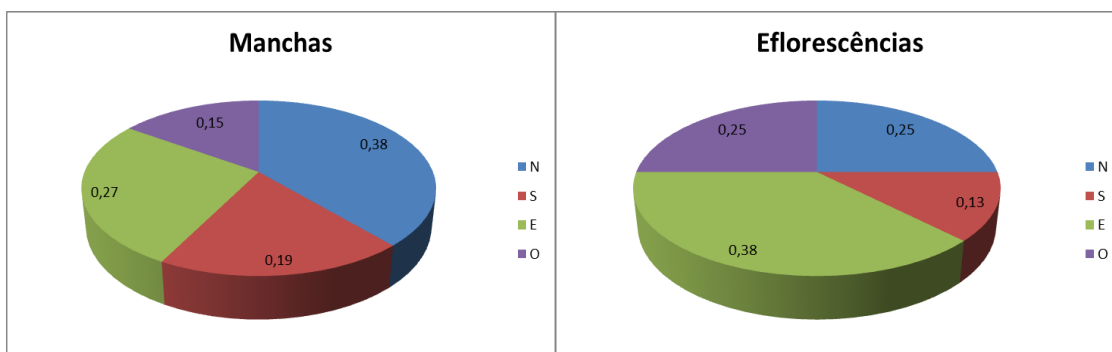


Fig.5.97 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas.

Para a anomalia manchas a orientação onde mais aparece também é a Norte, já para eflorescências a orientação onde esta anomalia tem maior incidência é a Este.

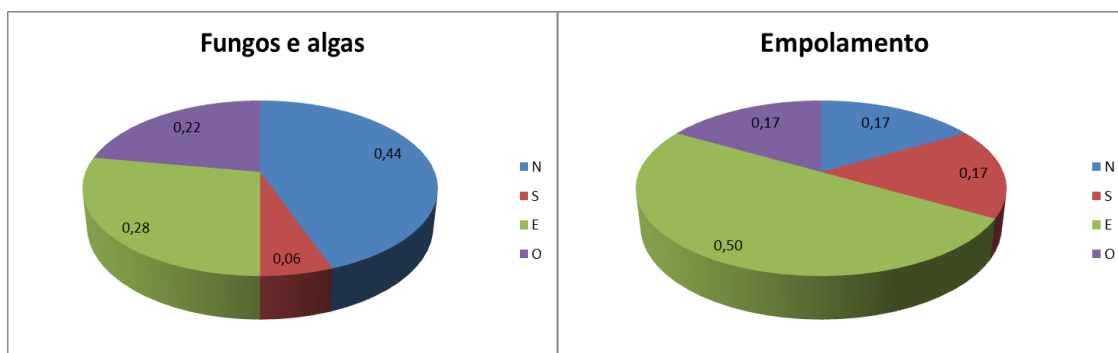


Fig.5.98 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas.

Fungos e algas aparecem com mais frequência em fachadas orientadas a Norte, já empolamento do revestimento é mais frequente em fachadas orientadas a Este.

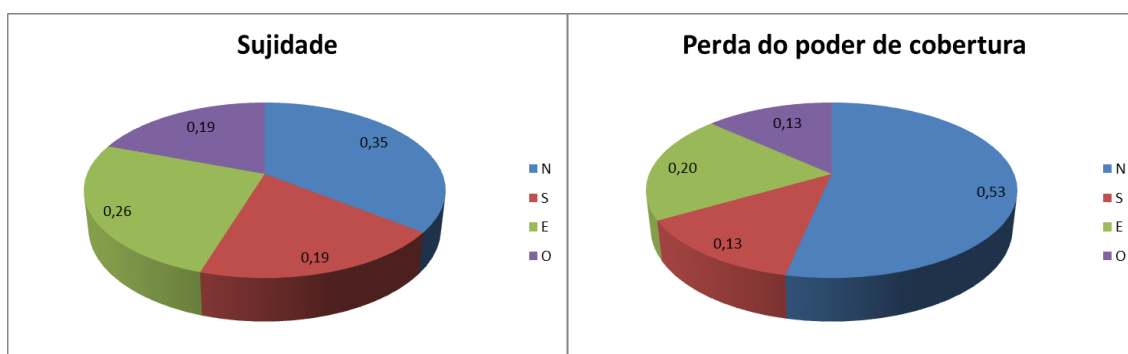


Fig.5.99 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das escolas.

A sujidade e a perda de cobertura são anomalias cujo o aparecimento é mais frequente em fachadas orientadas a Norte.

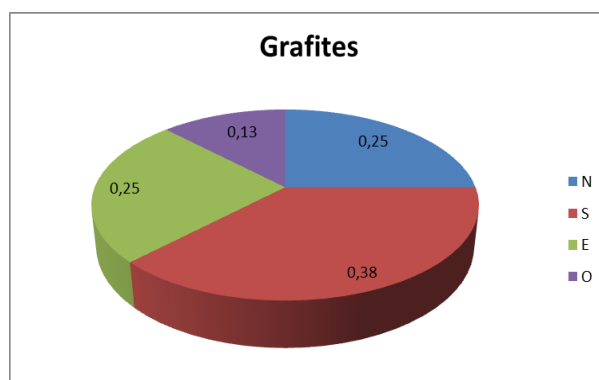


Fig.5.100 - Gráfico de distribuição da anomalia grafites pelas orientações das fachadas das escolas.

No caso dos grafites, têm maior incidência nas fachadas orientadas a Sul.

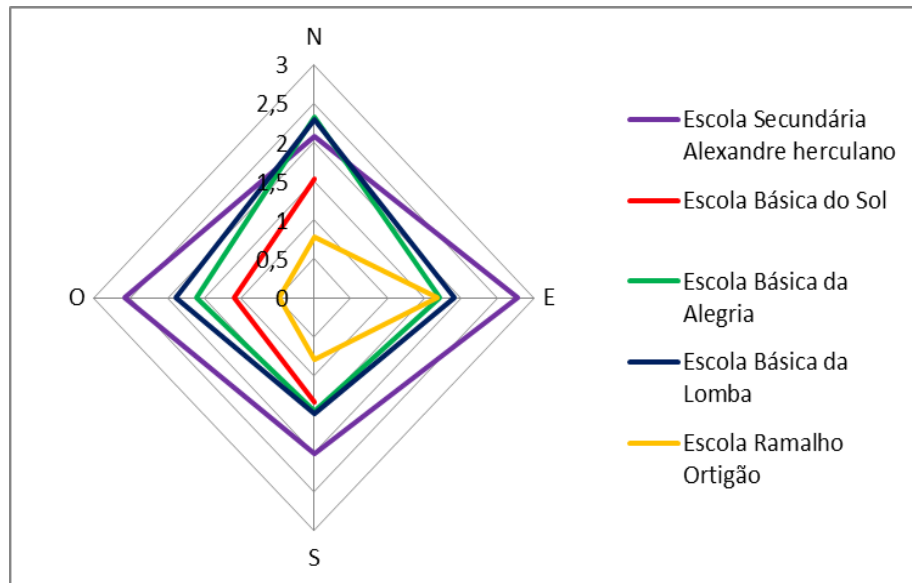


Fig.5.101 - Gráfico radar dos CD's de todos os estabelecimentos de ensino estudados.

Pelo gráfico radar global podemos ver tal como foi concluído, que o estabelecimento com pior estado de conservação da tinta exterior é a Escola Secundária Alexandre Herculano.

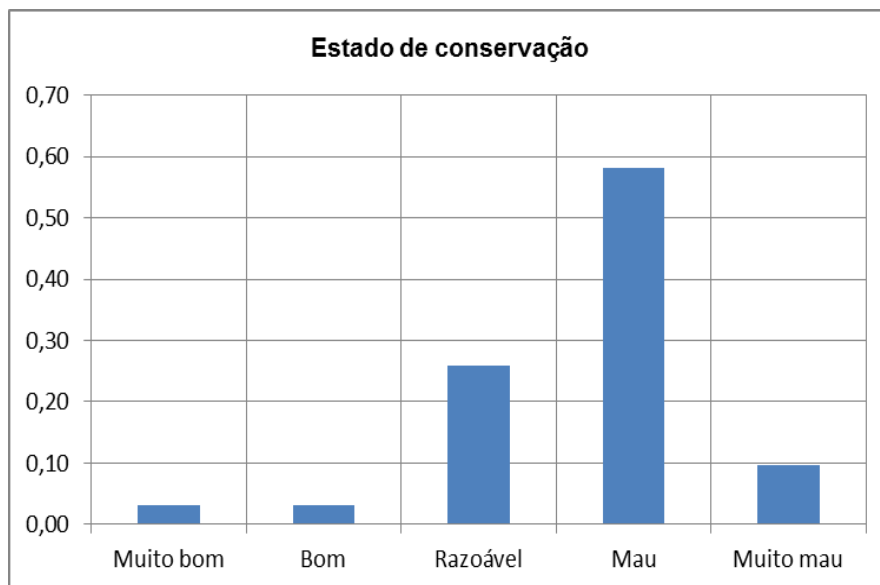


Fig.5.102 - Estado de conservação das fachadas das Escolas analisadas.

Pelo gráfico da Fig.5.102 verifica-se que os estados de conservação das fachadas analisadas, variam desde o MUITO BOM estado até ao MUITO MAU, sendo que há maior número de fachadas se encontra em estado de conservação MAU.

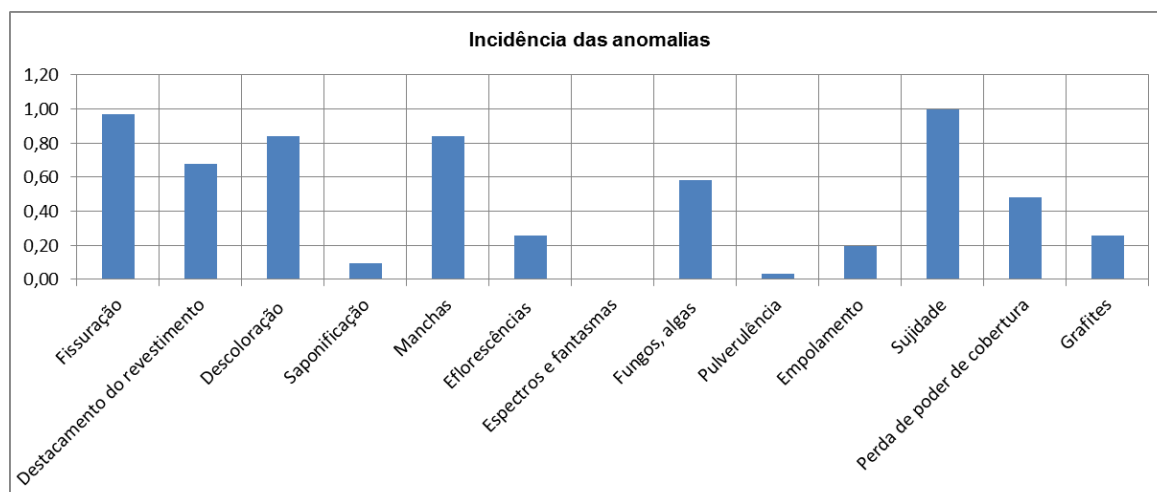


Fig.5.103 - Incidência das anomalias nas fachadas das escolas analisadas.

Pelo gráfico anterior conclui-se que as anomalias mais frequentes nas fachadas analisadas são a sujidade, fissuração, descoloração, manchas, destacamento do revestimento, fungos e algas e perda de poder de cobertura.

#### 5.2.7. VIVENDA EM FELGUEIRAS

Esta vivenda possui atualmente uma tinta com 10 anos de idade, o revestimento anterior tinha sido aplicado no seu ano de construção 1992 e repintado em 2005, ou seja esteve aplicado durante 13 anos.

Durante a inspeção foi recolhida a informação que o tipo de tinta aplicado tem sido o mesmo desde a construção.

Quadro 5.13 - Registo fotográfico da inspeção da Vivenda em Felgueiras.


Orientação de fachadas	Fotografia
Norte	

Fig.5.104 - Fissuração no canto da janela na fachada N.



Fig.5.105 - Descasque na fachada N.

Sul

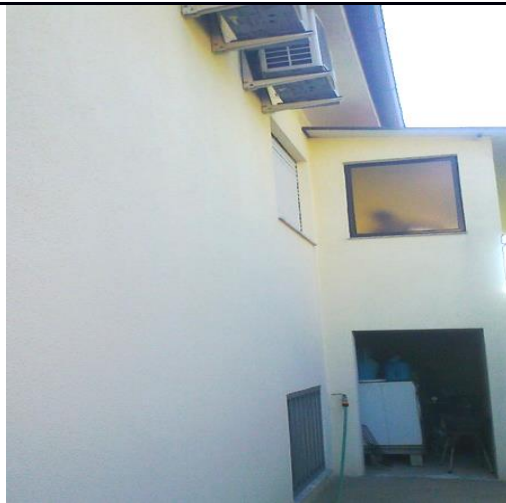


Fig.5.106 - Sujidade na fachada S.

Este



Fig.5.107 - Marcas de escorrência de água na fachada E.



Fig.5.108 - Descasque na fachada E.

---

Oeste

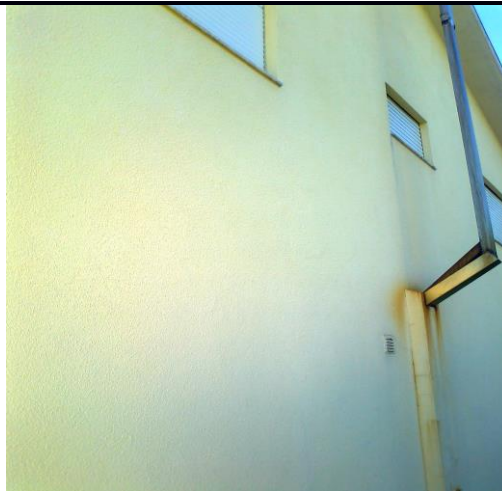


Fig.5.109 - Sujidade, marcas de escorrência de água e fissuras na fachada O.



Fig.5.110 - Fissura na fachada O.

---

Da inspeção e análise feita aos níveis de anomalias deste caso e às informações fornecidas pelos utentes da habitação, resultam os seguintes CD's:

Quadro 5.14 - CD's das fachadas da Vivenda em Felgueiras.

	CD
Antes de ser repintada	1,88
N	1,4
S	0,66
E	1,05
O	0,77

O CD de antes da repintura corresponde a um estado de conservação MAU, que foi obtido através de um pequeno inquérito realizado aos habitantes da vivenda, por sua vez os CD's resultantes da inspeção atual ao local de estudo correspondem todos a um estado de conservação RAZOÁVEL.

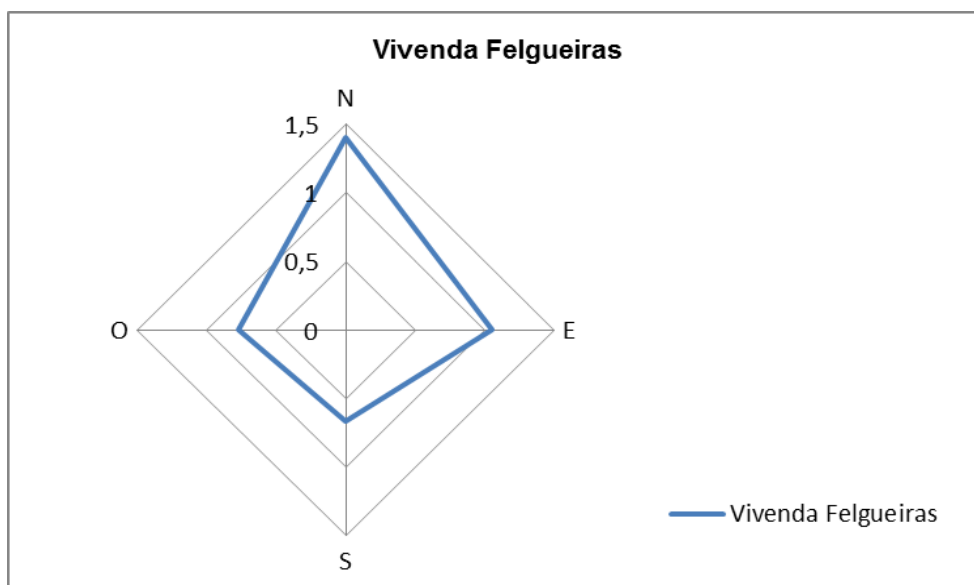


Fig.5.111 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Vivenda em Felgueiras.

Pelo gráfico da Fig.5.111 e pelos valores obtidos dos CD's verifica-se que a fachada mais degradada por anomalias é a fachada orientada a Norte, o que pode ser justificado pela Fig.5.112 seguinte, onde é possível observar/verificar que a fachada Norte é a que possui maior número de anomalias e estas possuem um elevado nível de incidência.

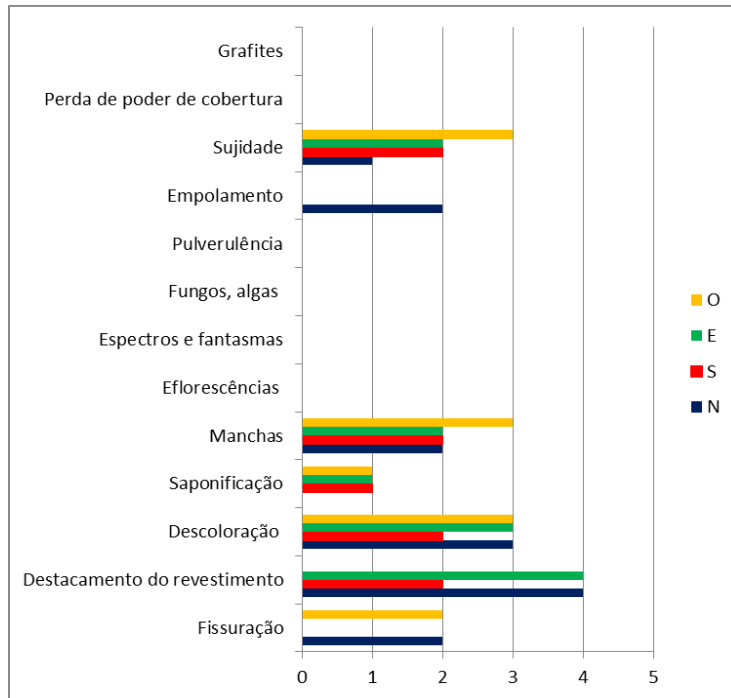


Fig.5.112 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Vivenda em Felgueiras.

Pelo gráfico da Fig.5.113 seguinte conclui-se que as anomalias mais frequentes nesta vivenda são descoloração, sujidade, manchas e destacamento do revestimento.

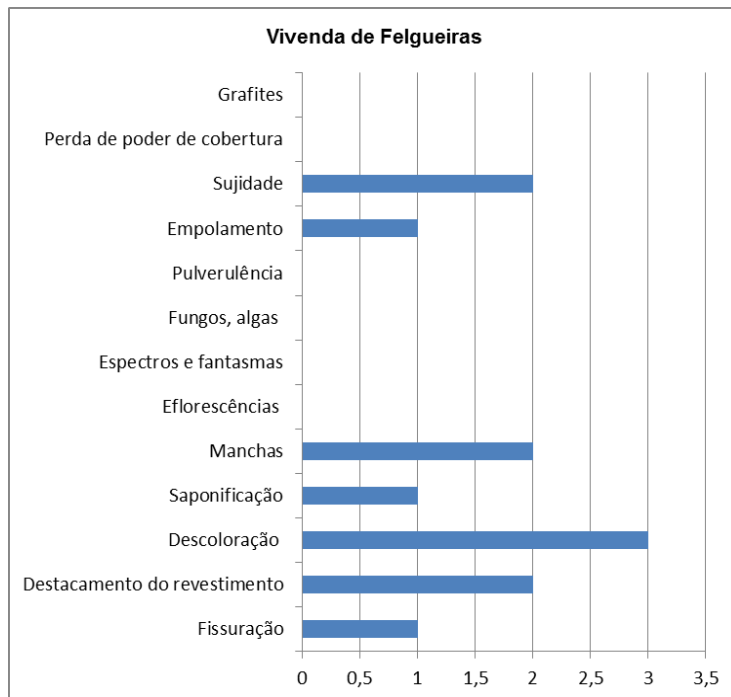


Fig.5.113 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Vivenda em Felgueiras.



Como foi garantido que o tipo de tinta aplicado na repintura foi o mesmo, o tipo de exposição e agentes de degradação também são os mesmos, assim pode-se fazer um gráfico único da linha de tendência, usando os dois pontos obtidos, ou seja, o CD em função do tempo do estado de conservação anterior e o CD calculado através dos dados recolhidos do estado atual.

Usou-se como CDa a média dos dois CD mais elevados obtidos da análise dos dados recolhidos, ou seja um CDa com um valor de 1,23.

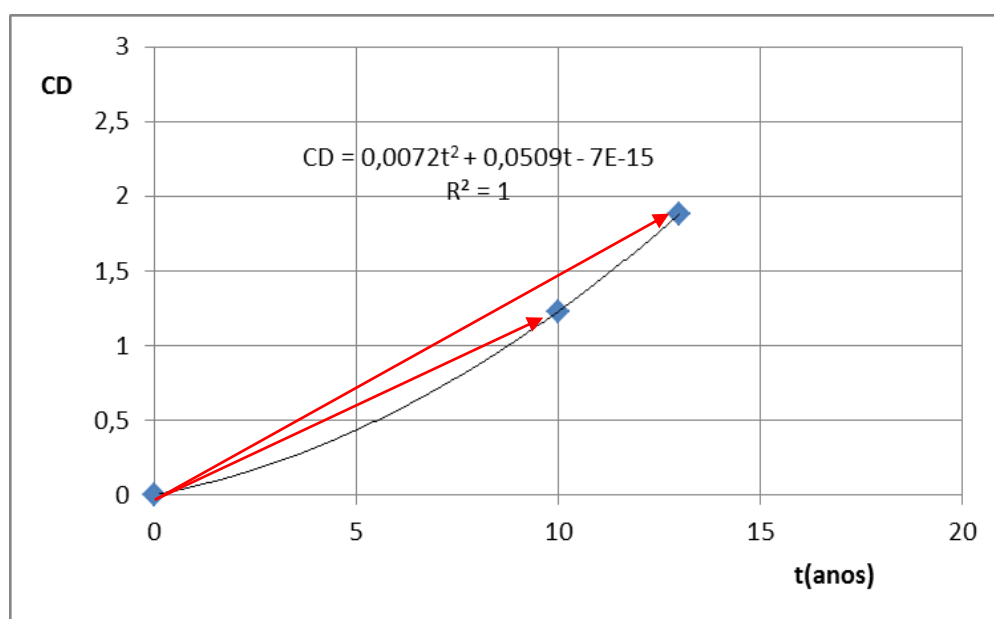


Fig.5.114 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Vivenda em Felgueiras em função do tempo.

Utilizando a equação resultante do gráfico, substituindo o CD pelo valor de 2,5, obtém-se um valor de t.

$$2,5 = 0,0072 * t^2 + 0,0509 * t - 7 * 10^{-15} \Leftrightarrow t = 15,01 \text{ anos} \quad (5.7.)$$

Conclui-se através do valor de t, que a tinta aplicada possui um período de vida útil de [12 a 18] anos, como neste momento a tinta possui uma idade de 10 anos, resta-lhe um período de vida de [2 a 8] anos.

#### 5.2.8. VIVENDA EM VILA DO CONDE

Foi recolhida a informação que a tinta atual foi pintada no ano de 2011 a coloração da tinta sempre foi branca, não possui fachada orientada a Sul, pois é uma vivenda germinada por esse lado. Da inspeção realizada obtiveram-se os seguintes resultados:

Quadro 5.15 - Registo fotográfica da inspeção na Vivenda em Vila do Conde.

Orientação de fachadas	Fotografia
------------------------	------------

Norte



Fig.5.115 - Manchas e marcas de escorrência na fachada N.

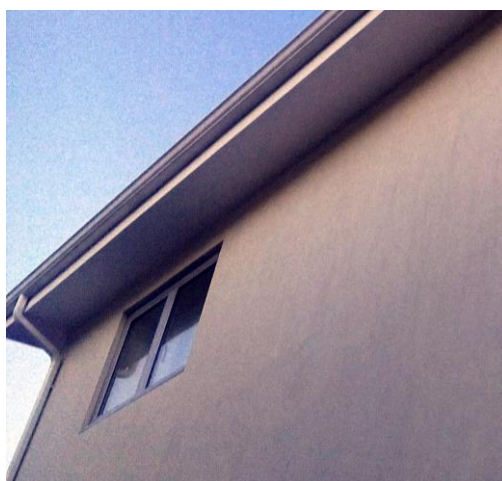


Fig.5.116 - Manchas na fachada N.



Fig.5.117 - Marcas de escorrência de água.

Este



Fig.5.118 - Sujidade na fachada E.



Fig.5.119 - Descasque na fachada E.

Oeste



Fig.5.120 - Sujidade e manchas na fachada O.



Fig.5.121 - Sujidade na fachada O.

Quadro 5.16 - CD's das fachadas da Vivenda em Vila do Conde.

	CD
Antes de ser repintada	1,91
N	0,53
E	0,64
O	0,67

Pelo inquérito realizado aos moradores sobre as anomalias presentes nas fachadas antes de serem repintadas calculou-se aproximadamente o CD do estado de conservação anterior.

O CD de antes da repintura corresponde a um estado de conservação MAU, por sua vez os CD's resultantes da inspeção correspondem a um estado de conservação RAZOÁVEL.

A fachada que sofre mais deterioração por anomalias é a fachada orientada a Oeste como é visível pelo gráfico radar, sendo o seu valor do Coeficiente de Deterioração muito próximo do Coeficiente de Deterioração da fachada orientada a Este.

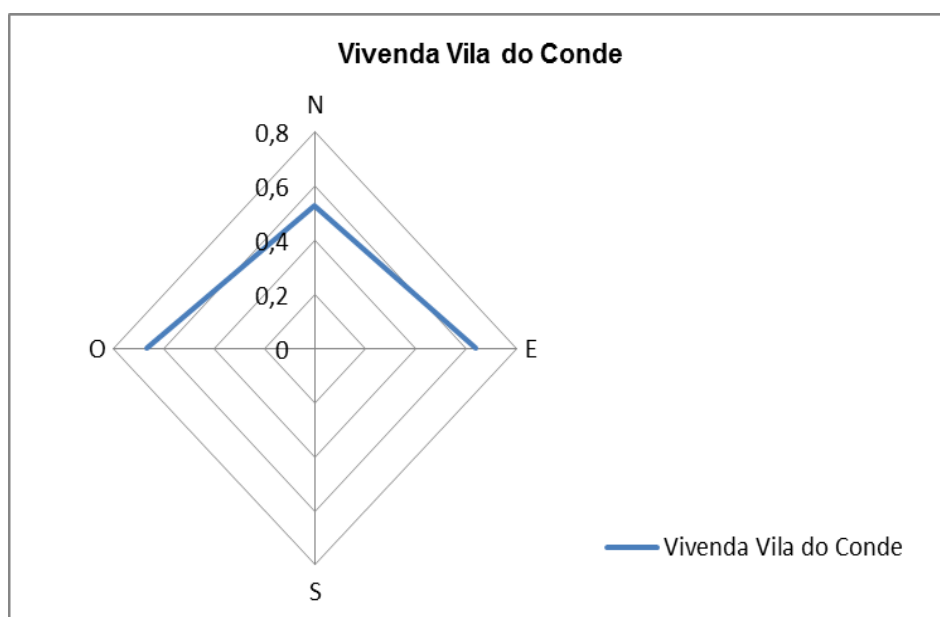


Fig.5.122 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Vivenda em Vila do Conde.

Não existe fachada orientada a Sul, porque é por esse lado que a vivenda é germinada, sendo assim o gráfico radar não possui qualquer valor para essa orientação.

Dos dados recolhidos conclui-se que todas as fachadas desta vivenda possuem quase as mesmas anomalias e com intensidades semelhantes.

A fachada Oeste possui perda de poder de cobertura, sujidade, fungos e algas, manchas, saponificação e descoloração como anomalias, sendo a sujidade e manchas as que têm maior incidência, assim a fachada orientada a Oeste é a mais deteriorada.

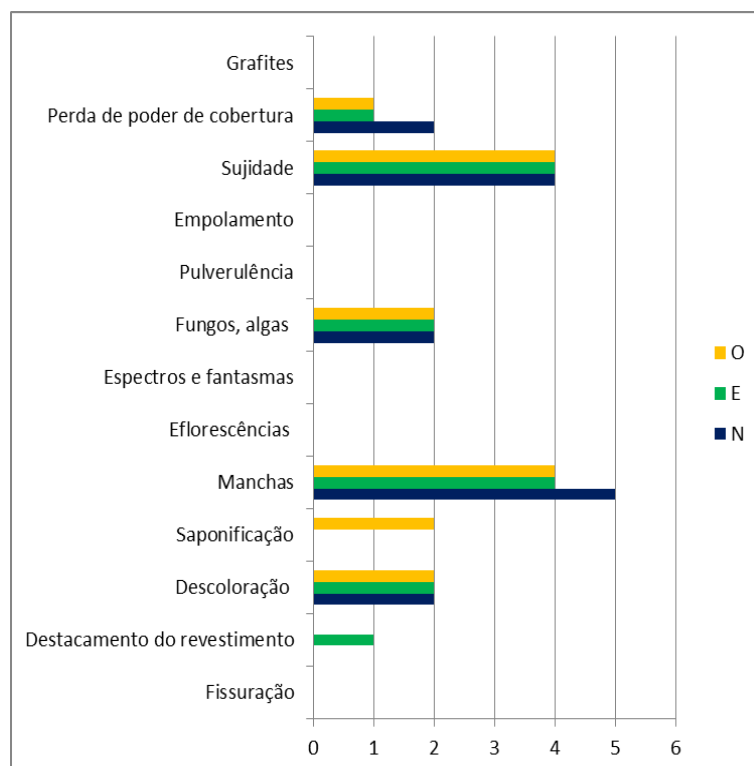


Fig.5.123 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Vivenda em Vila do Conde.

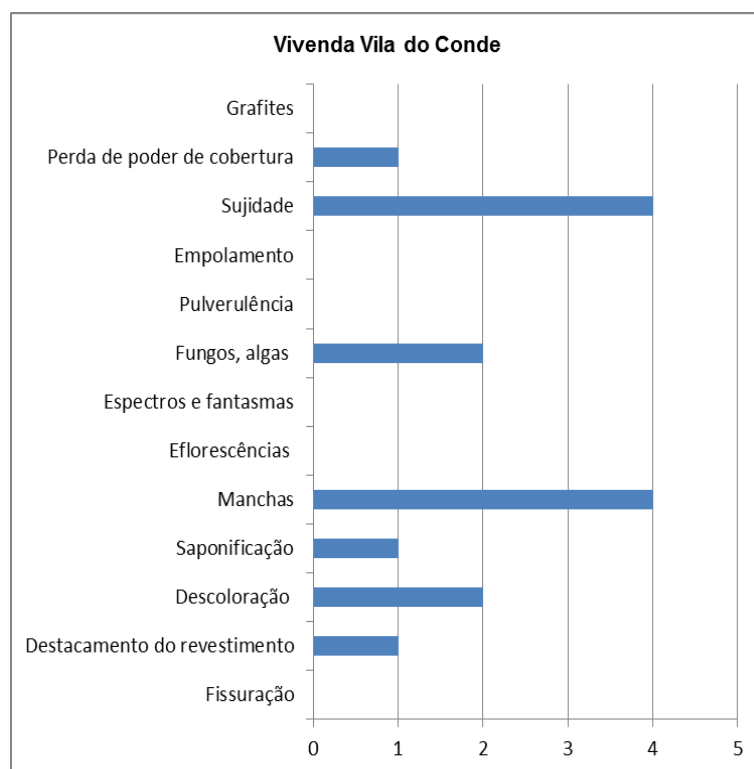


Fig.5.124 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Vivenda em Vila do Conde.

Sujidade, manchas fungos e algas e descoloração da tinta exterior são as anomalias mais frequentes e que mais afetam as fachadas desta vivenda.

Como os CD's calculados são muito próximos vamos usar como CDA deste caso o CD médio.

$$CDA, m = \frac{0,53 + 0,64 + 0,67}{3} \Leftrightarrow CDA, m = 0,61 \quad (5.8.)$$

Sabe-se que o tipo de tinta aplicada não é o mesmo e não se sabe se terá características semelhantes, porém as condições de exposição são as mesmas, pois a localização mantém-se, assim utiliza-se o CD estimado para o momento antes da repintura e o CD calculado através dos dados recolhidos na inspeção atual, obtém-se uma tendência mais aproximada da deterioração, resultando na progressão da Fig.5.125 seguinte:

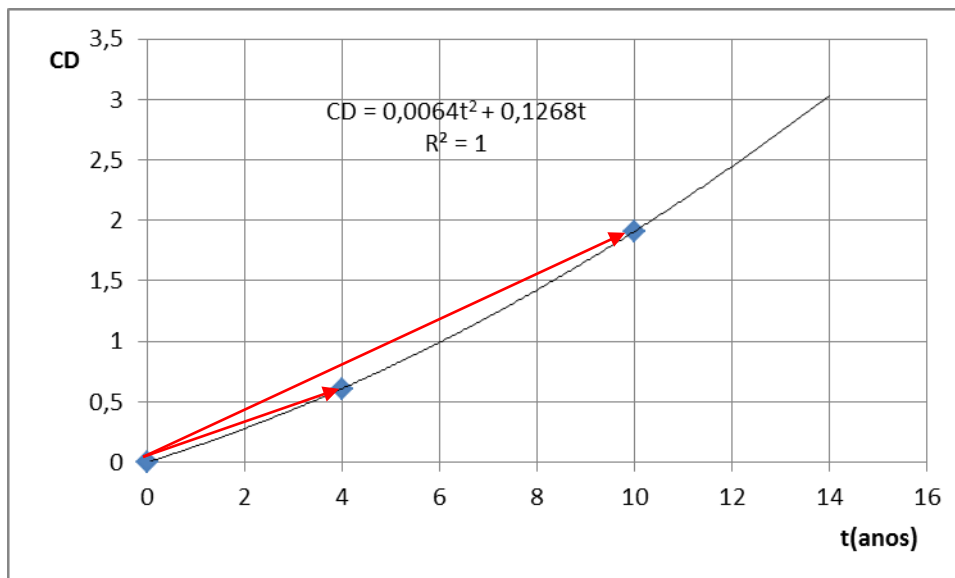


Fig.5.125 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Vivenda em Vila do Conde em função do tempo.

Utilizando a equação resultante do gráfico, substituindo a parcela CD pelo valor de 2,5 obtém-se o seguinte valor para t.

$$2,5 = 0,0064 * t^2 + 0,1268 * t \Leftrightarrow t = 12,20 \text{ anos} \quad (5.9.)$$

A tinta possui uma duração de vida útil entre [10 a 15] anos, como a tinta foi aplicada há 4 anos, ainda tem um período de [6 a 11] anos de vida útil.

### 5.2.9. VIVENDA EM LAMEGO

Esta vivenda possui atualmente uma tinta com 11 anos de idade, o revestimento anterior esteve aplicado durante 6 anos e o anterior a esse esteve aplicado durante 13 anos.

A coloração das tintas que estão aplicadas é semelhante às aplicadas na construção, a coloração anterior era azul e branca.

Quadro 5.17 - Registo fotográfico da inspeção da Vivenda em Lamego.

Orientação de fachadas	Fotografia
Norte 1	
	
	

Norte 2



Fig.5.129 - Destacamento do revestimento e colonização biológica na fachada N2.



Fig.5.130 - Colonização biológica na fachada N2.

Sul



Fig.5.131 - Fissuras na fachada S.



Fig.5.132 - Descoloração na fachada S.



Este 1



Fig.5.133 - Destacamento do revestimento na fachada E1.



Fig.5.134 - Fissuração na fachada E1.

Este 2



Fig.5.135 - Destacamento do revestimento e fissuras na fachada E2.

Oeste



Fig.5.136 - Destacamento do revestimento na fachada O.

Após análise do levantamento fotográfico e das respostas obtidas ao inquérito sobre as anomalias da tinta aplicada anteriormente, realizado aos ocupantes da habitação, aplica-se o método em estudo, obtendo-se os seguintes resultados:

Quadro 5.18 - CD's das fachadas da Vivenda em Lamego.

	CD	Média CD
Antes de ser repintada	0,81	
N1	2,53	
N2	1,94	2,24
S	1,04	1,04
E1	1,52	
E2	1,18	1,35
O	1,81	1,81

Pelos Coeficientes de Deterioração podemos concluir que antes da repintura a tinta estava num estado de conservação RAZOÁVEL, as fachadas orientadas a Norte e a fachada Oeste possuem um estado de conservação MAU, a fachada orientada a Sul e as fachadas orientadas a Este estão num estado de conservação RAZOÁVEL.

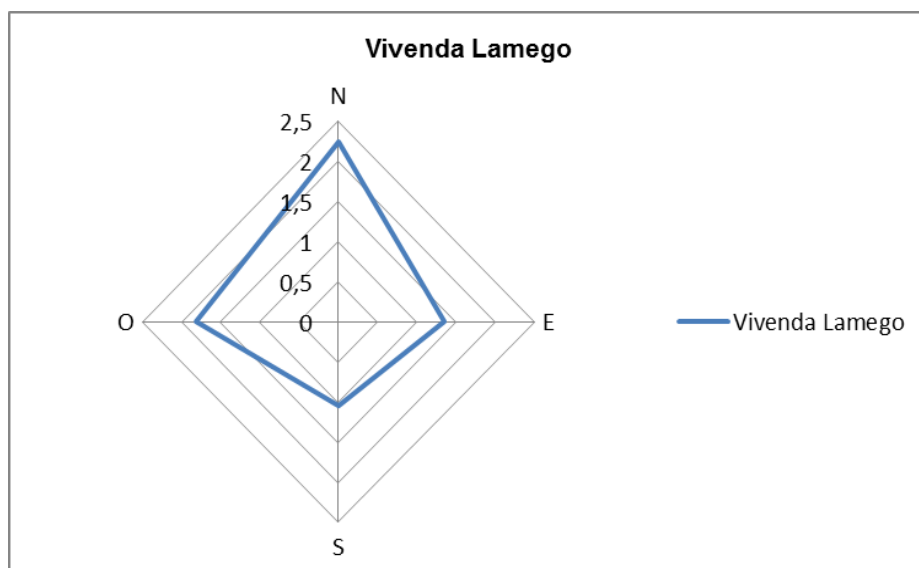


Fig.5.137 - Gráfico radar resumo dos CD's das fachadas da Vivenda em Lamego.

As fachadas com pior estado de conservação, ou seja CD maior, como se pode constatar pelo gráfico radar são as orientadas a Norte, já pelo gráfico seguinte sabe-se que as anomalias com maior incidência nas fachadas orientadas a Norte são fissuração, destacamento do revestimento, manchas, fungos e algas, eflorescências e sujidade e esta orientação é a afetada por maior número de anomalias.

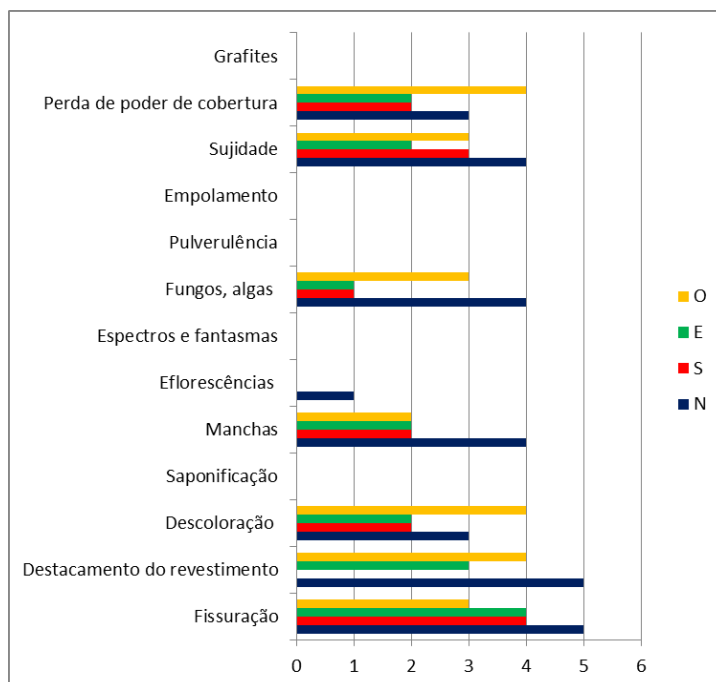


Fig.5.138 - Gráfico dos níveis de incidência médios das anomalias para as diferentes orientações das fachadas da Vivenda em Lamego.

Do gráfico da Fig.5.139 pode-se concluir que as anomalias que mais incidem nas fachadas desta vivenda são a fissuração, destacamento do revestimento, descoloração, sujidade e perda de poder de cobertura.

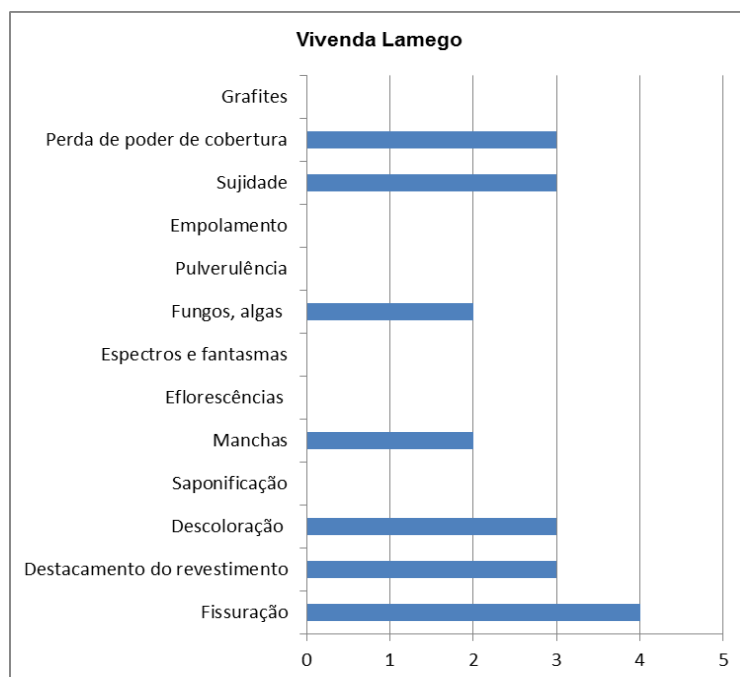


Fig.5.139 - Gráfico do nível de incidência global para cada anomalia estudada na Vivenda em Lamego.

Como metade da área das fachadas exterior possui uma tinta com estado de conservação MAU, vamos utilizar o CDa igual ao CD médio dessas fachadas.

$$CDa,m = \frac{2,24+1,81}{2} \Leftrightarrow CDa,m = 2,03 \quad (5.10.)$$

Dos dados recolhidos, obtemos dois períodos em que uma tinta esteve aplicada e dois CD, como os agentes deteriorantes a que a tinta está exposta neste local são os mesmos, como forma de aproximação utiliza-se estes dois dados para obter a seguinte progressão:

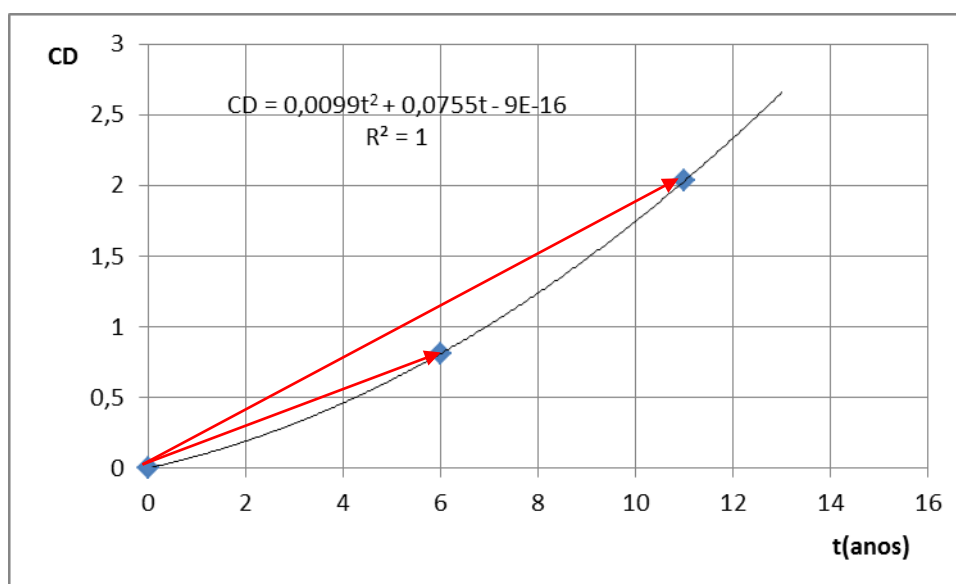


Fig.5.140 - Gráfico de tendência do CD da tinta da Vivenda em Lamego em função do tempo.

Utilizando a equação resultante do gráfico, substituindo o CD pelo valor de 2,5, obtêm-se assim um valor de t.

$$2,5 = 0,0099 * t^2 + 0,0755 * t - 9 * 10^{-16} \Leftrightarrow t = 12,53 \text{ anos} \quad (5.11.)$$

A tinta possui uma estimativa de vida útil de [10 a 15] anos, a tinta atual foi aplicada há 11 anos, ou seja, esta idade cai no intervalo esperado, daí conclui-se que a tinta pode já estar fora da sua vida útil ou ainda ter um período de até 4 anos de vida útil.

#### 5.2.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DAS VIVENDAS

Das três vivendas unifamiliares inspecionadas, resultou um total de 13 fachadas, 4 orientadas a Norte, 2 a Sul, 4 a Este e 3 a Oeste. Da análise das anomalias presentes nas fachadas resultou o gráfico seguinte que representa a percentagem de paredes exteriores afetadas por cada tipo de anomalia.

As anomalias mais comuns nas fachadas inspecionadas foram a sujidade, descoloração, destacamento de revestimento, fungos e algas e perda do poder de cobertura.

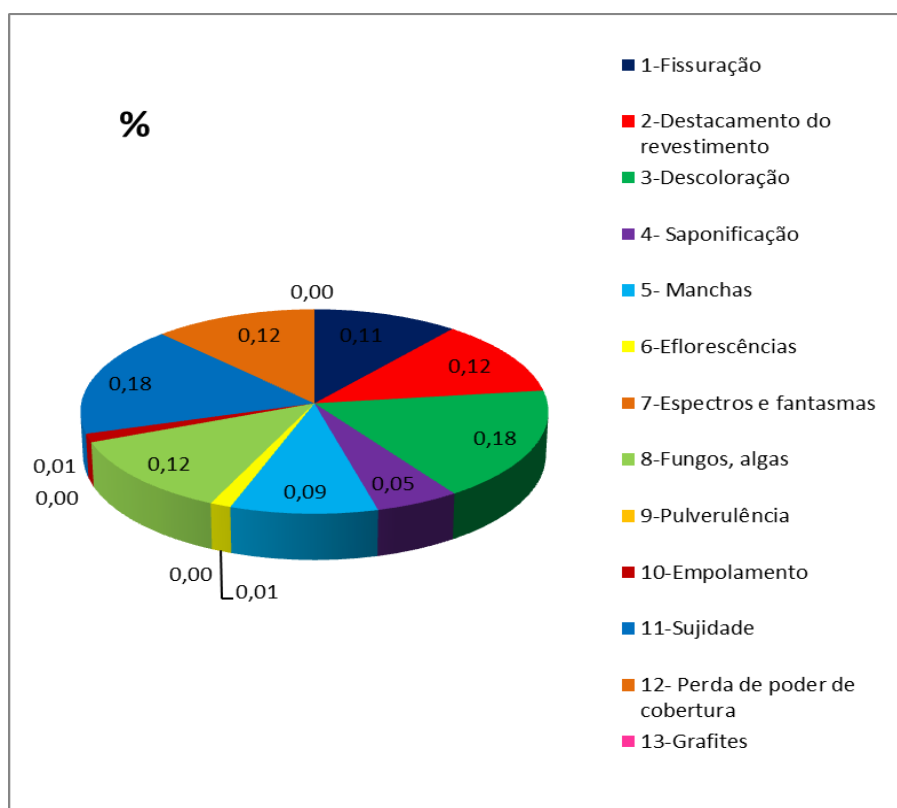


Fig.5.141 - Gráfico percentagem do tipo de anomalias observadas nas Vivendas analisadas.

Relacionando a orientação das fachadas com as diferentes anomalias estudadas resultam os seguintes gráficos:

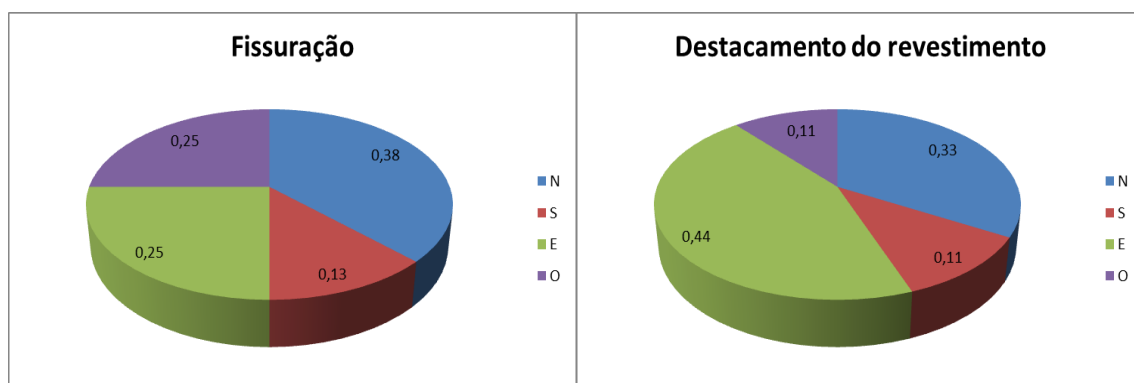


Fig.5.142 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.

A anomalia fissuração é mais incidente nas fachadas orientadas a Norte, e a anomalia destacamento do revestimento é mais incidente nas fachadas orientadas a Este.

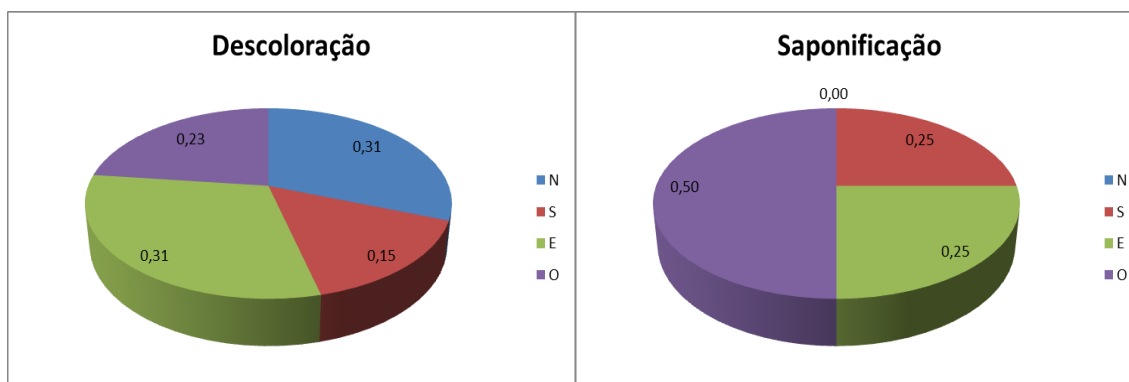


Fig.5.143 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.

A anomalia descoloração é mais incidente nas fachadas orientadas a Este e Norte, por sua vez a anomalia saponificação é mais incidente para a orientação Oeste.

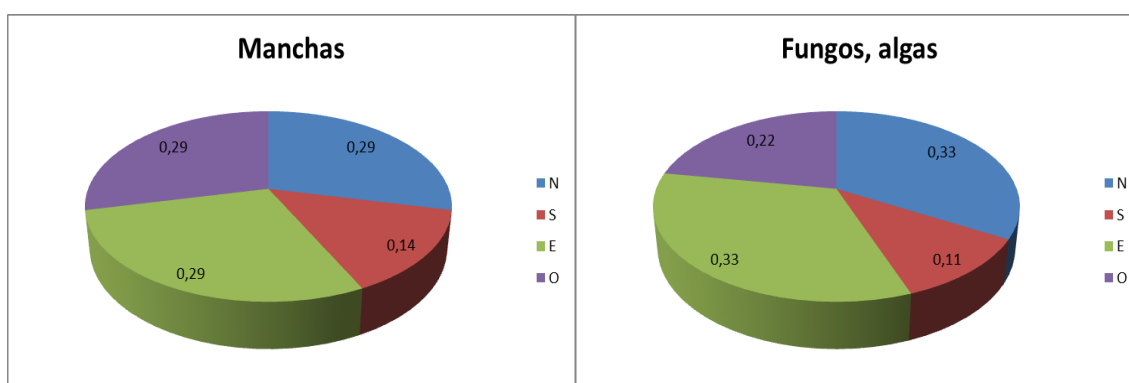


Fig.5.144 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.

A anomalia manchas está mais presente nas orientações Norte, Este e Oeste, a anomalia fungos e algas é mais incidente nas orientações Norte e Este.

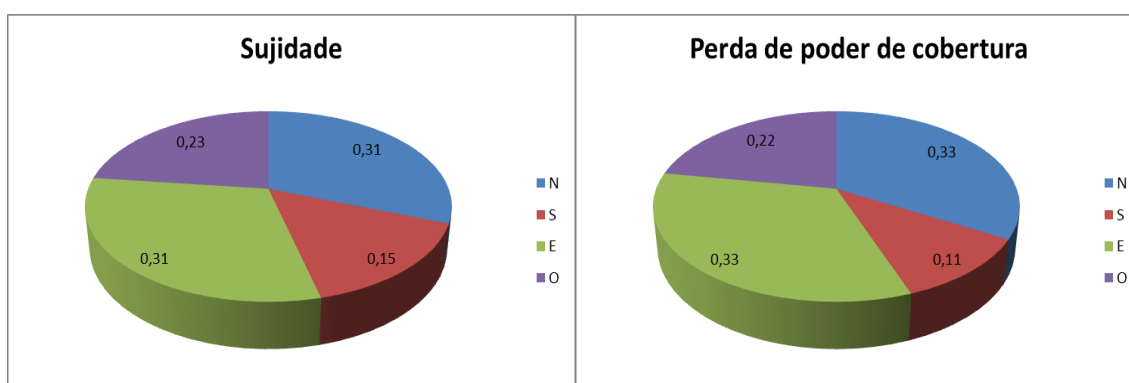


Fig.5.145 - Gráficos de distribuição de anomalias por orientações das fachadas das Vivendas.

Para as anomalias sujidade e perda de poder de cobertura, as fachadas Norte e Este são as mais afetadas.

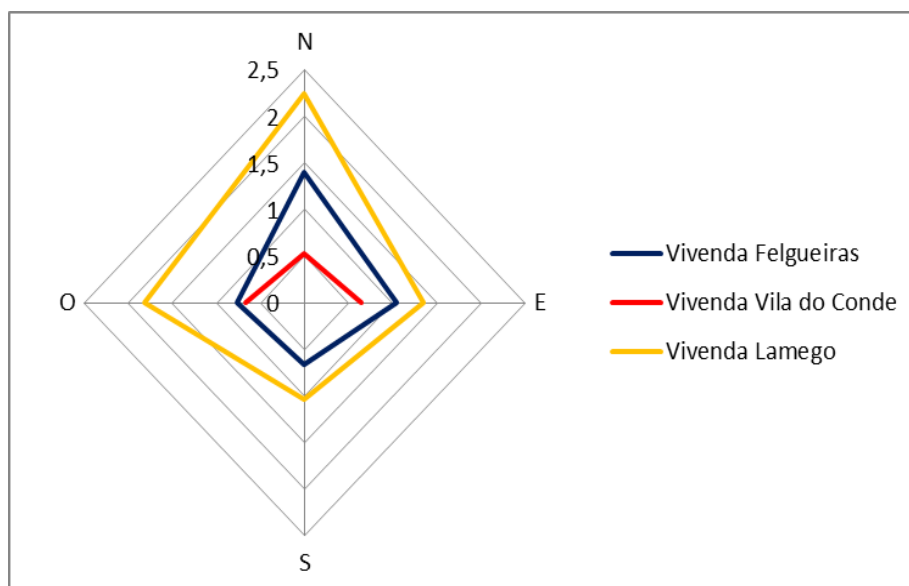


Fig.5.146 - Gráfico radar de todas as vivendas inspecionadas.

Pelo gráfico radar de todas as vivendas inspecionadas, constata-se que a vivenda que se encontra em pior estado é a vivenda em Lamego, também é a vivenda que possui a tinta com idade superior.

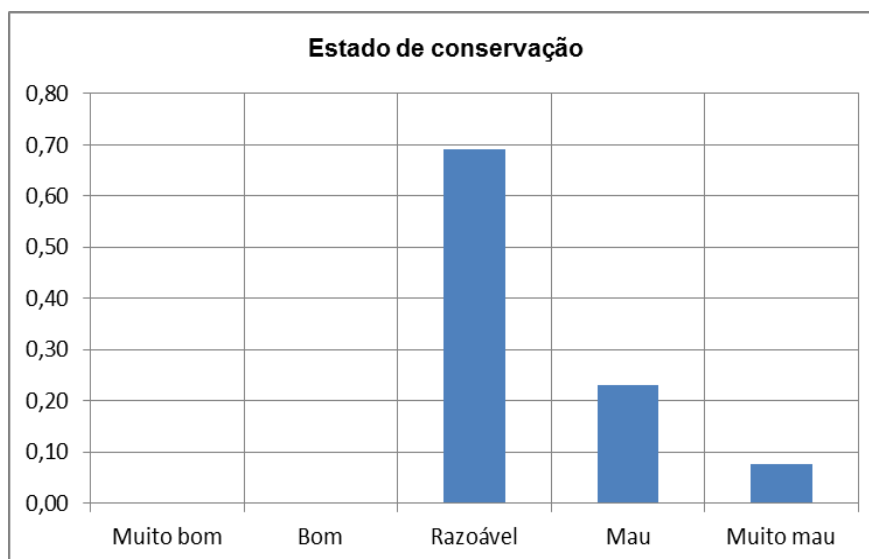


Fig.5.147 - Estado de conservação das fachadas das vivendas analisadas.

Pelo gráfico anterior verificamos que as fachadas analisadas se encontram em estados de conservação desde o RAZOÁVEL a MUITO MAU, sendo que a maioria das fachadas se encontra em estado de conservação RAZOÁVEL.

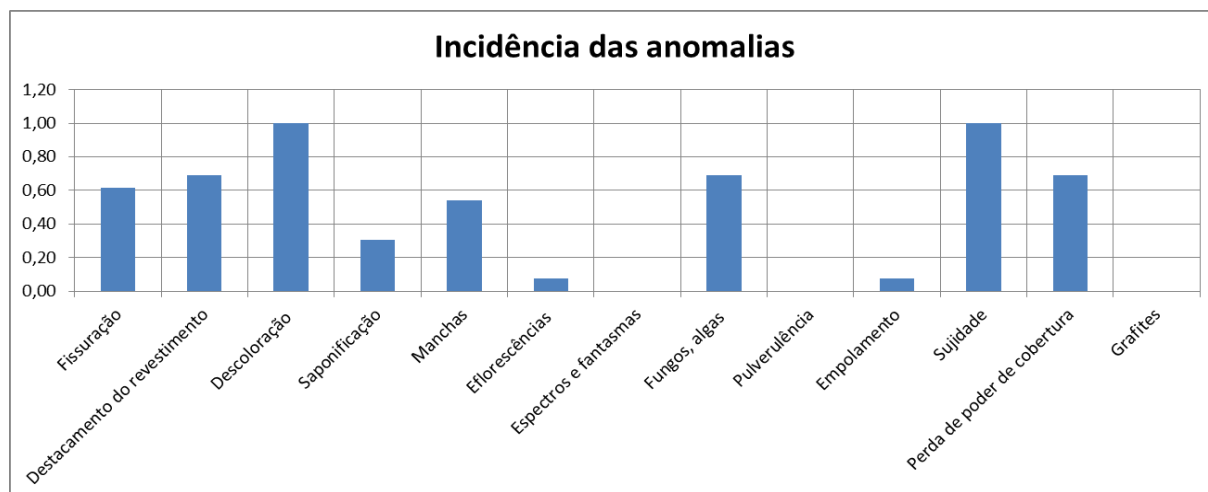


Fig.5.148 - Incidência das anomalias nas fachadas das vivendas estudadas.

Pelo gráfico da incidência das anomalias conclui-se que as anomalias mais incidentes nas fachadas das vivendas são a sujidade, descoloração, destacamento do revestimento, perda do poder de cobertura, fungos e algas, fissuração e manchas.

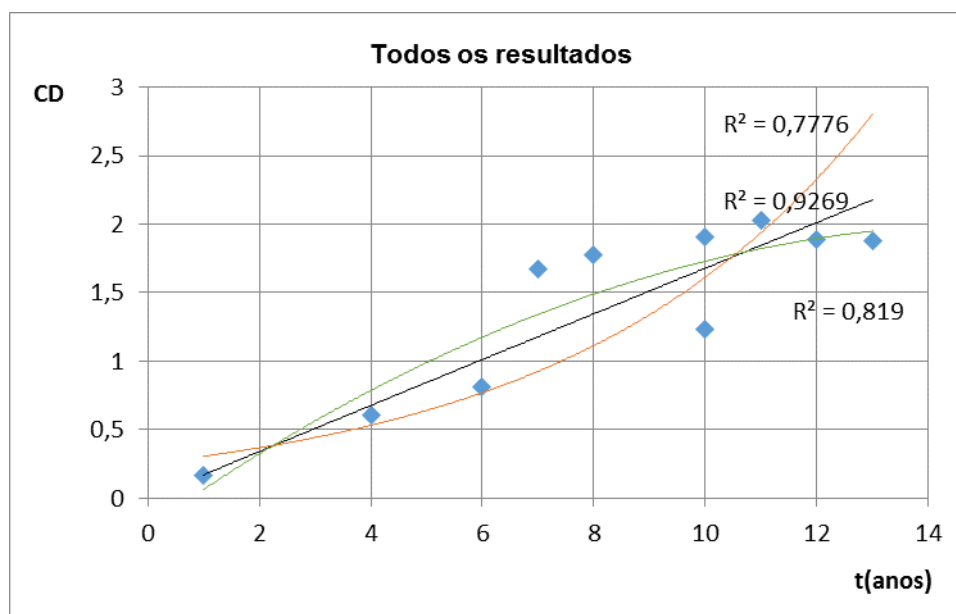


Fig.5.149 - Junção de resultados.

Pela junção de todos os resultados obtidos (escolas e vivendas) para os CD's em função da idade da tinta, pode-se observar que uma das relações possíveis e a mais provável entre estas duas variáveis será uma relação linear (linha a preto,  $R^2$  mais próximo de 1), assim pode-se reafirmar que o CD cresce com o tempo, isto significa que o número de anomalias aumenta, ou que a intensidade em que elas se apresentam vai crescendo em função da idade da tinta.



# 6

## CONCLUSÕES

### 6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de estudo usando as fichas de inspeção permitiu recolher informação e dados sobre os casos de estudo que tornaram possível o seu tratamento e análise permitindo a avaliação do estado de conservação das tintas nas fachadas exteriores através do cálculo dos CD's, sendo possível identificar quais os revestimentos que apresentavam melhores ou piores estados de conservação e qual a orientação das fachadas para as quais isso ocorre.

A interpretação através do gráfico de tendência do estado de conservação para o tempo de vida útil em estudo, permitiu obter cenários aproximados das condições de exposição a que as tintas se encontram sujeitas e determinar a durabilidade da vida útil das mesmas.

Os resultados mais elevados dos Coeficientes de Deterioração, tornaram possível a tradução de casos mais gravosos do estado de conservação, detetando-se assim os locais onde as tintas apresentam um desempenho menos positivo, necessitando de intervenção imediata.

Para se obterem resultados mais precisos seria ideal ter um número mais elevado de inspeções baseadas nos mesmos critérios de forma a identificar com mais clareza a tendência de variação do CD para as diferentes tintas estudadas.

### 6.2. CONCLUSÕES GERAIS

O estudo da vida útil de tintas exteriores é complexo, devido às diferentes variáveis que lhes estão associadas. Variados tipos de análise poderão ser efetuados, dependendo do tipo de estudo pretendido.

Os objetivos propostos foram atingidos, ultrapassando algumas dificuldades que surgiram no percurso da realização dos mesmos. Através dos dados recolhidos pela ficha de inspeção executada, conseguiu chegar-se a conclusões acerca da durabilidade das tintas analisadas.

Os resultados obtidos neste trabalho referem-se aos edifícios em estudo e apresenta-se no capítulo anterior. Pode-se também concluir que no caso das escolas estudadas as fachadas orientadas a Norte são as mais afetadas por anomalias, por sua vez nas vivendas embora se encontrem em localidades diferentes, ou seja estão expostas a condições ambientais diferentes, pelos resultados obtidos podemos concluir que as fachadas orientadas a Norte e Este são as mais afetadas. Por sua vez aplicando a metodologia de determinação da vida útil das tintas podemos constatar que os resultados obtidos não ultrapassam os 19 anos de idade, variando de 8 a 19 anos de idade, constatando-se que as

durabilidades mais altas resultam dos casos de estudo da Escola Básica da Lomba e da Vivenda em Felgueiras.

Para obter resultados mais próximos da real degradação em função do tempo seria necessário considerar fatores como a composição da tinta, a correta escolha e aplicação do produto entre outros fatores e a possibilidade de aceder a dados de inspeções realizadas, noutra (s) instante (s) no tempo, com base nos mesmos critérios adotados de forma a obter uma tendência de variação CD com o tempo adequada dando origem a gráficos semelhantes ao seguinte:

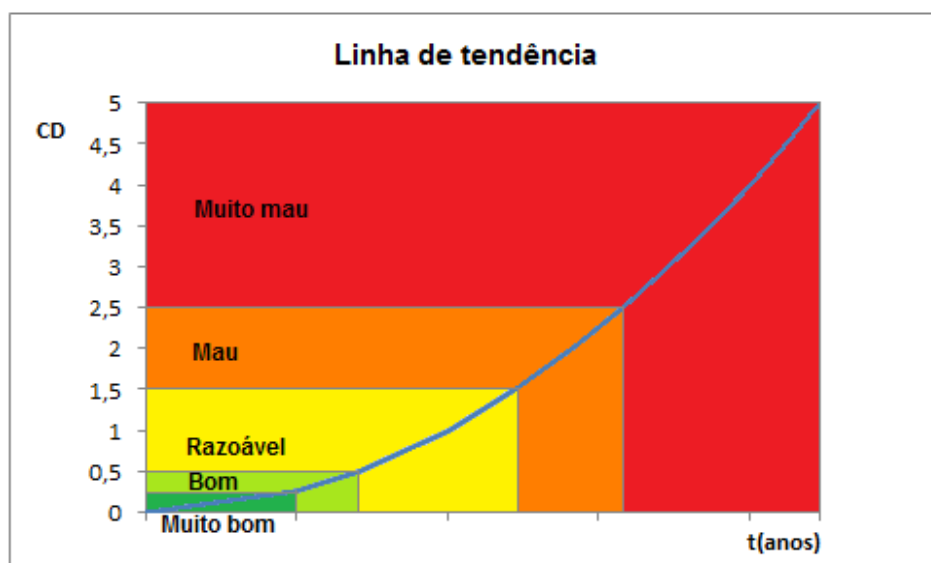


Fig.6.1 - Gráfico da evolução da deterioração.

Este trabalho visa contribuir para avaliação da vida útil das tintas de forma a alertar para uma necessidade de manutenção e repintura periódica nas tintas exteriores de forma a prevenir ações prejudiciais que possam surgir quando estas já não estão a desempenhar as suas funções devido a excesso de deterioração.

Com o estado atual da indústria da construção, este tipo de análises é importante para diferentes materiais de forma a determinar quando deve ser feita uma intervenção de forma a que, o edifício onde o material está aplicado, continue em serviço com o desempenho desejado.

### 6.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A abordagem adotada neste trabalho pode servir de base a desenvolvimentos futuros que façam uma análise aos mesmos estabelecimentos estudados, podendo até concluir em alguns casos, se os resultados obtidos se enquadram na real deterioração ou servir de base a outros estudos quer sobre o mesmo material quer sobre estabelecimentos diferentes dos abordados, desde que haja maior número de dados de inspeções que permitam aplicar os mesmos critérios ou semelhantes.

A aplicação desta metodologia ou semelhante pode ser útil para determinar quando deve ser efetuada uma manutenção a qualquer material usado numa construção ou a sua substituição, podendo assim alargar o tempo de vida útil de uma construção como é possível ver no gráfico seguinte, onde se

verifica que fazendo manutenção, incrementa-se a vida útil e a qualidade do material (sistema, componente ou edifício) aumenta em relação ao seu estado antes da manutenção.

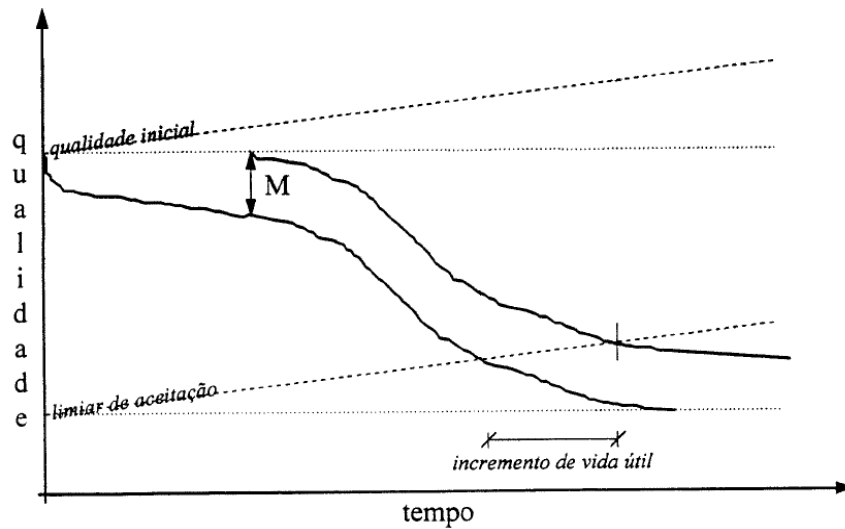


Fig.6. 2 - Gráfico de relação qualidade em função do tempo, aplicando manutenção (M) [28].

O envelhecimento e o desgaste natural que é causado pelo uso e exposição ao longo do tempo podem ser considerados constantes ou variáveis, resultantes em linhas de tendência lineares ou não, sendo estas mais precisas, quanto menores forem os intervalos entre diferentes registos de CD's, podendo assim obter resultados com um grau de precisão elevado independente da tipologia do edifício e respetivo local.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ISO 15686-1. *Buildings and constructed assets — Service life planning, Part 1: General principles and framework*, 2011.
- [2] T. F. Raposo, *Durabilidade da construção. Estimativa da vida útil de revestimentos de coberturas planas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2009.
- [3] ISO 15686-8. *Buildings and constructed assets — Service life planning. Part 8: Reference service life and service-life estimation*, 2008.
- [4] ISO 15686-2. *Buildings and constructed assets — Service life planning. Part 2: Service life prediction procedures*, 2012.
- [5] REGULAMENTO (UE) N. o 305/2011 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, 9 de Março de 2011.
- [6] <http://www.ap tintas.pt/breveHistoriaTintas.aspx>. 25 de Fevereiro de 2015
- [7] J. L. Nogueira, S. Carvalho, *As Características das tintas e as características dos polímeros com que são formuladas*. CIN.
- [8] G. Polito, *Principais Sistemas de Pinturas e suas Patologias*. Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
- [9] EN ISO 4618, 2012.
- [10] A. F. O. R. Fontes, *Durabilidade de pinturas exteriores sobre reboco. Estimativa da vida útil*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2010.
- [11] *Manual básico sobre tintas*, ABRAFATI, 2011.
- [12] M. P. M. C. Rodrigues, M. I. Eusébio, and A. Ribeiro, *REVESTIMENTOS POR PINTURA Defeitos, causas e reparação*. LISBOA:LNEC, 2005.
- [13] Dicionário Engenharia Civil. <http://www.engenhariacivil.com/dicionario/?s=Patologia>. 17 de Março de 2015
- [14] ENGINEER MANUAL-"Painting: New Construction and Maintenance", 30 Abril 1995.
- [15] V. L. d. Santos, *1. TINTAS E VERNIZES*, Coleção "Monografias de Materiais e de Elementos de Construção", 1998.
- [16] Tinsul Tintas. Available: <http://www.tinsul.net/abc-da-pintura/o-que-e-tinta>. 3 de Março 2015.
- [17] Cores e tintas pinturas, Available: <http://www.coresetintaspinturas.com.br/dicas/50-os-tipos-de-tintas-mais-usadas.html>. 17 de Março.
- [18] M. F. Amaro, *Estudo Comparativo de Tintas para Fachadas*. Dissertação de Mestrado de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2007.
- [19] F. P. F. M. Marques, *Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Técnico de Lisboa, 2013.
- [20] M. I. E. Marques, M. P. M. C. Rodrigues, *Revestimentos por pintura para a construção civil preparação de superfícies*. Lisboa: LNEC, 1991.

- [21] S. C.-D. d. Qualidade, J. M.-D. C. Civil, E. C.-A. Técnico, *Guia Técnico de Pintura, I- Patologias* vol. I, M. Tintas, Ed.
- [22] Rodrigues, M. Paula; Eusébio, M. Isabel; Ribeiro, Alejandro – *Revestimentos por Pintura. Defeitos, Causas e Reparação*. LISBOA: LNEC, 2006.
- [23] Cap. XIX- Tintas .
- [24] N. Bortak, Tom, *Guide to Protective Coatings: Inspection and Maintenance: United States Department of interior*, Bureau of Reclamation, Technical Service Center, 2002.
- [25] Segurança e Higiene no Trabalho, <http://www.oportaldaconstrucao.com/xfiles/guiastecnicos/sht-vol-11-trabalhos-em-altura.pdf>. 10 de Março 2015.
- [26] <http://casa.hsw.uol.com.br/como-pintar-um-comodo.htm>, 9 de Março 2015
- [27] M. I. E. Marques, M. P. M. C. Rodrigues, *Tintas, vernizes e revestimentos por pintura para a Construção Civil*. LISBOA:LNEC, 1990.
- [28] R. M. G. C. Rodrigues, *Apontamentos da cadeira de Manutenção e Reabilitação de Edifícios* , FEUP, 2014.
- [29] Problemas e soluções, <http://vougatintas.pt/pages/faq/>. 30 de Março 2015
- [30] S.-G. Weber, *Guia Para A Reabilitação, Revestimentos Exteriores*.
- [31] I. A. M. A. Costa, *Estudo da durabilidade de caixilharias*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2013.









## **ANEXOS – FICHAS DE INSPEÇÃO DE EDIFÍCIOS.**



 <b>Universidade do Porto</b> <b>FEUP</b> Faculdade de Engenharia  Secção de Construções Cívicas <small>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL</small>		<b>Ficha de Inspeção</b>				
		Nº: 1				
		Referência:	FCP00_1			
		Data: 22/04/2015				
<b>Identificação do edifício:</b>						
Denominação: Liceu de Alexandre Herculano						
Morada: Av. De Camilo		Nº: ---				
Localidade: Porto		Código Postal: 4300-096				
<b>Descrição do edifício:</b>						
Ano de Construção: 1916		Nº de pisos: 1+ r/c / 2 / 3				
Tipo de uso: Escolar		Tipo de tinta aplicada:				
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:		Sim, uma				
Se sim, em que anos:		Tipo de tinta usada:				
1980-1989 ->Década de 80		Não se sabe - cor igual				
<b>Descrição da solução actual:</b>						
Cor(es): Amarelo Torrado						
<b>Condições de manutenção:</b>						
Operações de limpeza: Não						
Recursos:						
Manutenção feita regularmente: Não						
Observações:						
<b>Estado de conservação das tintas exteriores:</b>						
		<b>Ponderação</b>	<b>Orientação das fachadas</b>			
			N	S	E	O
1- Fissuração		17	34444	42	43	33
2- Destacamento do revestimento		17	X3123	31	43	54
3- Descoloração		5	34333	35	44	44
4- Saponificação		10	XXXXX	XX	XX	XX
5- Manchas		3	44443	55	44	44
6-Eflorescências		9	XXX2X	X2	X2	XX
7-Espectros e fantasmas		3	XXXXX	XX	XX	XX
8-Fungos, algas		5	24332	XX	35	45
9-Pulverulência		17	XXXXX	XX	X3	XX
10-Empolamento		7	XXXXX	XX	X3	X3
11-Sujidade		3	34433	45	34	34
12- Perda de poder de cobertura		3	22233	14	XX	X4
13-Grafites		1	XXXXX	X2	XX	XX
<b>ETICS</b>						
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes			--	--	--	--
15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos			--	--	--	--
16-Fissuração generalizada			--	--	--	--
17-Destacamento das placas isolantes			--	--	--	--
18-Destacamento ou empolamento do revestimento			--	--	--	--
19-Empolamento do acabamento decorativo			--	--	--	--
20-Degradação estética da superfície			--	--	--	--
21-Danos			--	--	--	--


















	<b>Ficha de Inspeção</b>				
	Nº: 2				
	Referência:	FCP00_2_			
	Data: 22/04/2015				
<b>Identificação do edifício:</b>					
Denominação:	Escola E B 2,3 Ramalho Ortigão				
Morada:	Rua Doutor Sousa Ávides	Nº: 72			
Localidade:	Porto	Código Postal: 4349-026			
<b>Descrição do edifício:</b>					
Ano de Construção:	1957	Nº de pisos:	3		
Tipo de uso:	Escolar	Tipo de tinta aplicada:			
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:	Sim				
Se sim, em que anos:	2008		Tipo de tinta usada:	Cor Cinza	
<b>Descrição da solução actual:</b>					
Cor(es):	Beje				
<b>Condições de manutenção:</b>					
Operações de limpeza:	Sim				
Recursos:	magueira, todos os verões; á pressão esporadicamente				
Manutenção feita regularmente:	Sim, à magueira				
Observações:					
<b>Estado de conservação das tintas exteriores:</b>					
	<b>Ponderação</b>	<b>Orientação das fachadas</b>			
		<b>N</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>O</b>
1-Fissuração	<b>17</b>	33	3	41	12
2-Destacamento do revestimento	<b>17</b>	XX	X	41	XX
3-Descoloração	<b>5</b>	XX	4	43	4X
4- Saponificação	<b>10</b>	XX	X	XX	XX
5- Manchas	<b>3</b>	X3	X	4X	XX
6-Eflorescências	<b>9</b>	XX	X	2X	XX
7-Espectros e fantasmas	<b>3</b>	XX	X	XX	XX
8-Fungos, algas	<b>5</b>	X4	X	4X	X2
9-Pulverulência	<b>17</b>	XX	X	XX	XX
10-Empolamento	<b>7</b>	XX	X	4X	XX
11-Sujidade	<b>3</b>	34	3	43	22
12- Perda de poder de cobertura	<b>3</b>	XX	X	43	XX
13-Grafites	<b>1</b>	X4	X	54	X2
<b>ETICS</b>					
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes		--	--	--	--
15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos		--	--	--	--
16-Fissuração generalizada		--	--	--	--
17-Destacamento das placas isolantes		--	--	--	--
18-Destacamento ou empolamento do revestimento		--	--	--	--
19-Empolamento do acabamento decorativo		--	--	--	--
20-Degradação estética da superfície		--	--	--	--
21-Danos		--	--	--	--









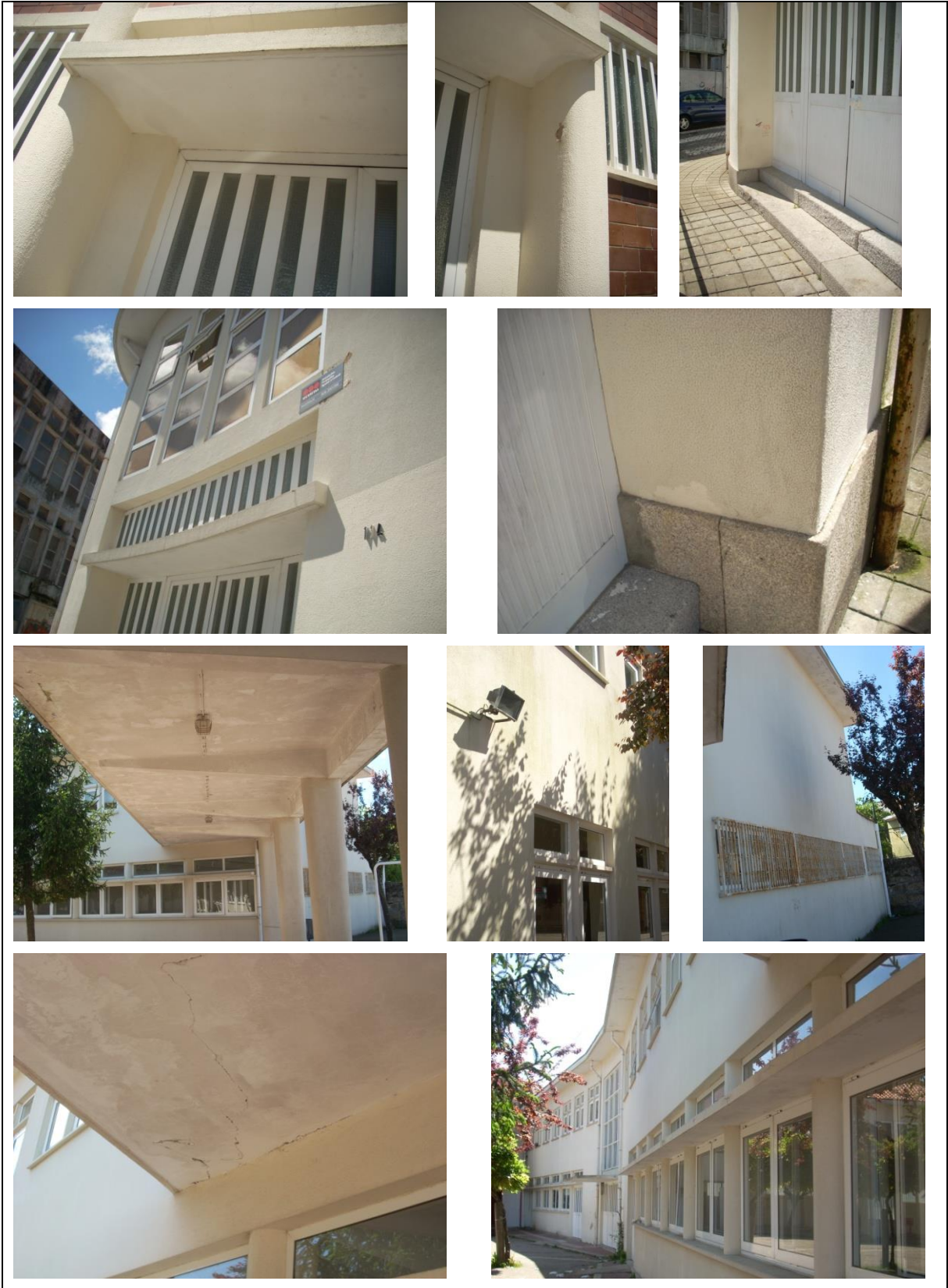


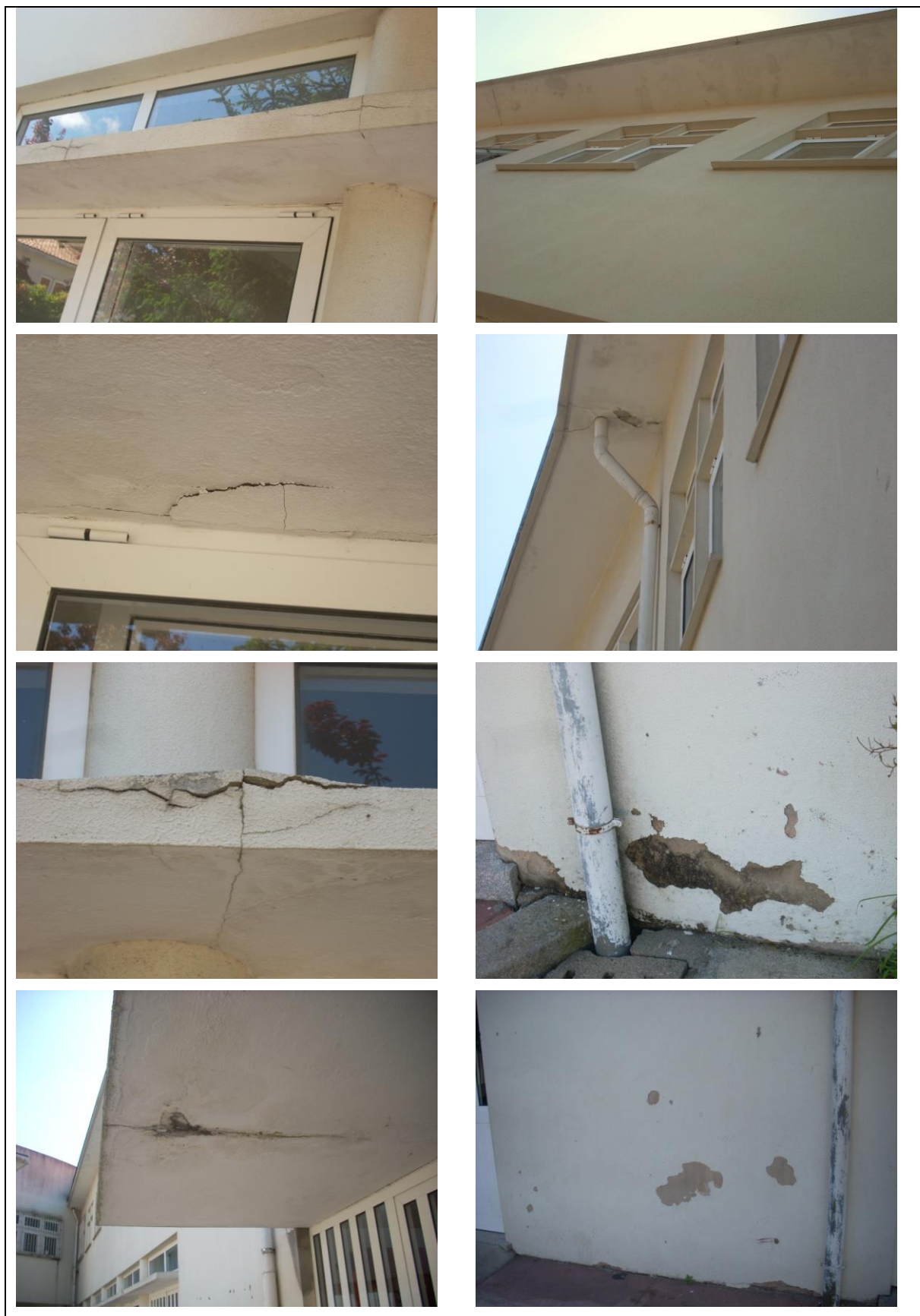




 <b>Universidade do Porto</b> <b>FEUP</b> Faculdade de Engenharia  Secção de Construções CiviS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		<b>Ficha de Inspeção</b>				
		Nº: 3				
		Referência:	FCP00_3			
		Data: 22/04/2015				
<b>Identificação do edifício:</b>						
Denominação: Escola Básica Do 1º Ciclo da Lomba						
Morada: Rua Fr. Heitor Pinto		Nº: 100				
Localidade: Porto		Código Postal: 4300-252				
<b>Descrição do edifício:</b>						
Ano de Construção: 1957		Nº de pisos: 2 + Cave				
Tipo de uso: Escolar		Tipo de tinta aplicada:				
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:		Sim, repintura				
Se sim, em que anos:		Tipo de tinta usada:				
2002		Cor Rosa				
<b>Descrição da solução actual:</b>						
Cor(es): Beje						
<b>Condições de manutenção:</b>						
Operações de limpeza: Não						
Recursos:						
Manutenção feita regularmente: Não						
Observações:						
<b>Estado de conservação das tintas exteriores:</b>						
		<b>Ponderação</b>	<b>Orientação das fachadas</b>			
			N	S	E	O
1-Fissuração		17	43	3	4	2
2-Destacamento do revestimento		17	42	3	3	3
3-Descoloração		5	32	1	3	3
4-Saponificação		10	X3	X	X	3
5-Manchas		3	32	3	4	3
6-Eflorescências		9	XX	X	X	3
7-Espectros e fantasmas		3	XX	X	X	X
8-Fungos, algas		5	2X	1	3	2
9-Pulverulência		17	XX	X	X	X
10-Empolamento		7	X3	3	3	X
11-Sujidade		3	32	2	3	3
12- Perda de poder de cobertura		3	32	X	X	1
13-Grafites		1	X3	1	X	X
<b>ETICS</b>						
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes			--	--	--	--
15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos			--	--	--	--
16-Fissuração generalizada			--	--	--	--
17-Destacamento das placas isolantes			--	--	--	--
18-Destacamento ou empolamento do revestimento			--	--	--	--
19-Empolamento do acabamento decorativo			--	--	--	--
20-Degradação estética da superfície			--	--	--	--
21-Danos			--	--	--	--















 <b>Universidade do Porto</b> <b>FEUP</b> Faculdade de Engenharia  Secção de Construções CiviS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		<b>Ficha de Inspeção</b>				
		Nº: 4				
		Referência:	FCP00_4_			
		Data: 22/04/2015				
<b>Identificação do edifício:</b>						
Denominação:		Escola Básica Alegria				
Morada:		Pç. da Alegria		Nº:		
Localidade:		Porto		Código Postal: 4000-027		
<b>Descrição do edifício:</b>						
Ano de Construção:				Nº de pisos:		
Tipo de uso:		Escolar		Tipo de tinta aplicada:		
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:						
Se sim, em que anos:			Tipo de tinta usada:			
<b>Descrição da solução actual:</b>						
Cor(es):		Cor de tijolo e branco				
<b>Condições de manutenção:</b>						
Operações de limpeza:						
Recursos:						
Manutenção feita regularmente:						
Observações:						
<b>Estado de conservação das tintas exteriores:</b>						
		<b>Ponderação</b>	<b>Orientação das fachadas</b>			
			N	S	E	O
1-Fissuração		<b>17</b>	3	3	3	3
2-Destacamento do revestimento		<b>17</b>	5	3	X	X
3-Descoloração		<b>5</b>	2	4	2	3
4- Saponificação		<b>10</b>	2	X	X	X
5- Manchas		<b>3</b>	2	4	4	3
6-Eflorescências		<b>9</b>	5	X	4	3
7-Espectros e fantasmas		<b>3</b>	X	X	X	X
8-Fungos, algas		<b>5</b>	X	X	X	X
9-Pulverulência		<b>17</b>	X	X	X	X
10-Empolamento		<b>7</b>	X	X	X	X
11-Sujidade		<b>3</b>	5	4	4	3
12- Perda de poder de cobertura		<b>3</b>	X	X	X	X
13-Grafites		<b>1</b>	X	X	X	X
<b>ETICS</b>						
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes			--	--	--	--
15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos			--	--	--	--
16-Fissuração generalizada			--	--	--	--
17-Destacamento das placas isolantes			--	--	--	--
18-Destacamento ou empolamento do revestimento			--	--	--	--
19-Empolamento do acabamento decorativo			--	--	--	--
20-Degradação estética da superfície			--	--	--	--
21-Danos			--	--	--	--

Testes in situ:										
					<b>Fachada</b>					
Estanquidade á água					S	S	N	N		
Observações:										
Registo fotográfico:										
										
										
										

















 <b>Universidade do Porto</b> <b>FEUP</b> Faculdade de Engenharia  Secção de Construções CiviS <small>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL</small>		<b>Ficha de Inspeção</b>				
		Nº: 5				
		Referência:	FCP00_5			
		Data: 22/04/2015				
<b>Identificação do edifício:</b>						
Denominação:		Escola Básica do Sol				
Morada: R. Sol		Nº: 14				
Localidade: Porto		Código Postal: 4050-527				
<b>Descrição do edifício:</b>						
Ano de Construção:		Nº de pisos:		2 ou 3		
Tipo de uso: Escolar		Tipo de tinta aplicada:				
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:						
Se sim, em que anos:		Tipo de tinta usada:				
<b>Descrição da solução actual:</b>						
Cor(es):		Branco				
<b>Condições de manutenção:</b>						
Operações de limpeza:						
Recursos:						
Manutenção feita regularmente:						
Observações:						
<b>Estado de conservação das tintas exteriores:</b>						
		<b>Ponderação</b>	<b>Orientação das fachadas</b>			
			N	S	E	O
1-Fissuração		<b>17</b>	3	3	X3	--
2-Destacamento do revestimento		<b>17</b>	X	3	X3	--
3-Descoloração		<b>5</b>	2	3	XX	--
4- Saponificação		<b>10</b>	X	X	XX	--
5- Manchas		<b>3</b>	3	3	34	--
6-Eflorescências		<b>9</b>	X	X	XX	--
7-Espectros e fantasmas		<b>3</b>	X	X	XX	--
8-Fungos, algas		<b>5</b>	3	X	X3	--
9-Pulverulência		<b>17</b>	X	X	XX	--
10-Empolamento		<b>7</b>	X	X	XX	--
11-Sujidade		<b>3</b>	3	2	34	--
12- Perda de poder de cobertura		<b>3</b>	3	X	X3	--
13-Grafites		<b>1</b>	X	3	XX	--
<b>ETICS</b>						
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes			--	--	--	--
15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos			--	--	--	--
16-Fissuração generalizada			--	--	--	--
17-Destacamento das placas isolantes			--	--	--	--
18-Destacamento ou empolamento do revestimento			--	--	--	--
19-Empolamento do acabamento decorativo			--	--	--	--
20-Degradação estética da superfície			--	--	--	--
21-Danos			--	--	--	--

Testes in situ:				
			<b>Fachada</b>	
	Estanquidade á água	N	S	SN
				--
Observações:				
	Não foi dado acesso a todas as fachadas do edificio			
Registo fotográfico:				
				
				
				






		<b>Ficha de Inspeção</b>				
		Nº: 6				
		Referência:	FCP00_6__			
		Data: 22/04/2015				
<b>Identificação do edifício:</b>						
Denominação:	Vivenda T3					
Morada:	Rua Três Cancelas	Nº: 467				
Localidade:	Felgueiras	Código Postal: 4610				
<b>Descrição do edifício:</b>						
Ano de Construção:	1992	Nº de pisc:	2			
Tipo de uso:	Habitacional	Tipo de tinta aplicada:				
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:		sim				
Se sim, em que anos:		Tipo de tinta usada:				
	1992					
	2005					
<b>Descrição da solução actual:</b>						
Cor(es):	Beje e branco.					
<b>Condições de manutenção:</b>						
Operações de limpeza:						
Recursos:						
Manutenção feita regularmente:						
Observações:						
<b>Estado de conservação das tintas exteriores:</b>						
		<b>Ponderação %</b>	<b>Orientação das fachadas</b>			
			N	S	E	O
1-Fissuração	17		2	X	X	2
2-Destacamento do revestimento	17		4	2	4	X
3-Descoloração	5		3	2	3	3
4- Saponificação	10		X	1	1	1
5- Manchas	3		2	2	2	3
6-Eflorescências	9		X	X	X	X
7-Espectros e fantasmas	3		X	X	X	X
8-Fungos, algas	5		X	X	X	X
9-Pulverulência	17		X	X	X	X
10-Empolamento	7		2	X	X	X
11-Sujidade	3		1	2	2	3
12- Perda de poder de cobertura	3		X	X	X	X
13-Grafites	1		X	X	X	X
<b>ETICS</b>						
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes			--	--	--	--
15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos			--	--	--	--
16-Fissuração generalizada			--	--	--	--
17-Destacamento das placas isolantes			--	--	--	--
18-Destacamento ou empolamento do revestimento			--	--	--	--
19-Empolamento do acabamento decorativo			--	--	--	--
20-Degradação estética da superfície			--	--	--	--
21-Danos			--	--	--	--

Testes in situ:										
					<b>Fachada</b>					
Estanquidade á água					S		S			
Observações:										
Registo fotográfico:										
										
										
										




		<b>Ficha de Inspeção</b>				
		Nº: 7				
		Referência:	FCP00_7__			
		Data: 22/04/2015				
Identificação do edifício:						
Denominação:	Vivenda em Vila do Conde					
Morada:	Rua 8	Nº:15				
Localidade:	Árbore	Código Postal: 4480 Vila do Conde				
Descrição do edifício:						
Ano de Construção:	1987	Nº de pisc:	2			
Tipo de uso:	Habitação unifamiliar	Tipo de tinta aplicada:				
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:	Sim					
Se sim, em que anos:		Tipo de tinta usada:				
	2001					
	2011					
Descrição da solução actual:						
Cor(es):	Branco					
Condições de manutenção:						
Operações de limpeza:	Não					
Recursos:						
Manutenção feita regularmente:						
Observações:						
Estado de conservação das tintas exteriores:						
		Ponderação %	Orientação das fachadas			
			N	S	E	O
	1-Fissuração	17	X	--	X	X
	2-Destacamento do revestimento	17	X	--	1	X
	3-Descoloração	5	2	--	2	2
	4-Saponificação	10	X	--	X	2
	5- Manchas	3	5	--	4	4
	6-Eflorescências	9	X	--	X	X
	7-Espectros e fantasmas	3	X	--	X	X
	8-Fungos, algas	5	2	--	2	2
	9-Pulverulência	17	X	--	X	X
	10-Empolamento	7	X	--	X	X
	11-Sujidade	3	4	--	4	4
	12- Perda de poder de cobertura	3	2	--	1	1
	13-Grafites	1	X	--	X	X
	<b>ETICS</b>					
	14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes		--	--	--	--
	15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos		--	--	--	--
	16-Fissuração generalizada		--	--	--	--
	17-Destacamento das placas isolantes		--	--	--	--
	18-Destacamento ou empolamento do revestimento		--	--	--	--
	19-Empolamento do acabamento decorativo		--	--	--	--
	20-Degradação estética da superfície		--	--	--	--
	21-Danos		--	--	--	--

Testes in situ:										
					<b>Fachada</b>					
Estanquidade á água					S	--	S	S		
Observações:										
Casa germinada pela lado Sul										
Registo fotográfico:										
										
										
										





		<b>Ficha de Inspeção</b>				
		Nº: 8				
		Referência:	FCP00_8__			
		Data: 22/04/2015				
<b>Identificação do edifício:</b>						
Denominação:	Vivenda em Lamego					
Morada:	Rua nova 5a	Nº:15				
Localidade:	Pretarouca	Código Postal:	5100 Lamego			
<b>Descrição do edifício:</b>						
Ano de Construção:	1985	Nº de pisos:	2			
Tipo de uso:	Habitação unifamiliar	Tipo de tinta aplicada:				
O edifício já sofreu algum tipo de intervenção da pintura exterior:	Sim					
Se sim, em que anos:			Tipo de tinta usada:			
	1998					
	2004					
<b>Descrição da solução actual:</b>						
Cor(es):	Branco					
<b>Condições de manutenção:</b>						
Operações de limpeza:	Não					
Recursos:						
Manutenção feita regularmente:	Não					
Observações:						
<b>Estado de conservação das tintas exteriores:</b>						
		<b>Ponderação %</b>	<b>Orientação das fachadas</b>			
			N	S	E	O
1-Fissuração		17	54	4	43	3
2-Destacamento do revestimento		17	54	X	32	4
3-Descoloração		5	32	2	22	4
4-Saponificação		10	XX	X	XX	X
5- Manchas		3	44	2	22	2
6-Eflorescências		9	2X	X	XX	X
7-Espectros e fantasmas		3	XX	X	XX	X
8-Fungos, algas		5	43	1	11	3
9-Pulverulência		17	XX	X	XX	X
10-Empolamento		7	XX	X	XX	X
11-Sujidade		3	34	3	22	3
12- Perda de poder de cobertura		3	32	2	22	4
13-Grafites		1	XX	X	XX	X
<b>ETICS</b>						
14-Fissuração correspondente a juntas entre placas isolantes			--	--	--	--
15-Fissuração localizada, nos cantos de vãos			--	--	--	--
16-Fissuração generalizada			--	--	--	--
17-Destacamento das placas isolantes			--	--	--	--
18-Destacamento ou empolamento do revestimento			--	--	--	--
19-Empolamento do acabamento decorativo			--	--	--	--
20-Degradação estética da superfície			--	--	--	--
21-Danos			--	--	--	--

Testes in situ:												
					<b>Fachada</b>							
Estanquidade á água					SS		S		SS		S	
Observações:												
Registo fotográfico:												
												
												
												

