



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Ricardo José de Sousa Correia

Reabilitação de fachadas de edifícios de habitação social com
recurso à análise termográfica – Estágio

Mestrado Engenharia Civil e do Ambiente
Engenharia Civil e do Ambiente – Construções Civas

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Manuel Ferreira da Silva

Fevereiro de 2017

Resumo

A presente dissertação reporta-se ao estágio realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil e do Ambiente do Instituto Politécnico de Viana do Castelo – Escola Superior de Tecnologia e Gestão, na especialidade de Construções Civas, sob o tema “Reabilitação de fachadas de edifícios de habitação social com recurso à análise termográfica”

O estágio foi realizado na empresa Reabmais, Unipessoal Lda. com sede em Avenida dos Bombeiros Voluntários, Lote 24, Fração A R/ C, N 255, 4990-344 Ponte de Lima.

Esta dissertação apresenta os conhecimentos adquiridos ao longo do período de estágio na direção de obras de reabilitação da envolvente de edifícios, nomeadamente na gestão de equipas e materiais em obra, implementação de soluções técnicas e elaboração de autos de medição.

Palavras-Chave

Termografia; Reabilitação de Fachadas, Etic’s; Direção de Obra.

Abstract

The main focus of this dissertation is the internship of the Master Degree in Civil and Environment Engineer of the Polytechnic Institute of Viana do Castelo, with the subject “Rehabilitation of facades of social housing buildings using thermographic analysis”.

The internship took place in Reabmais Unipessoal Lda. The headquarter of the company is located on the Av. dos Bombeiros Voluntários, Lote 24, Fração A R/ C, N 255, 4990-344, Ponte de Lima.

This dissertation presents the skills acquired during the internship in works management of buildings envelope rehabilitation, specifically in work teams and materials management, achievement of technical solutions and construction costs estimation.

Keywords

Thermography; Rehabilitation of Facades, Etc's; Construction management

Agradecimentos

Em primeiro gostaria de agradecer á minha família por toda a disponibilidade e esforço que fizeram para que eu atingisse todas as etapas na minha vida.

Em segundo gostaria de agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor José Manuel Ferreira da Silva, por ter aceite o desafio de me orientar durante todo este processo.

Agradeço também á empresa Reabmais Unipessoal pelo facto de me ter proporcionado a oportunidade de realização do estagio, bem como a todas as pessoas nela inseridas, por toda a ajuda que me deram.

Por fim um grande e muito obrigado aos meus colegas e amigos que me acompanharam sempre ao longo deste percurso.

Índice

Resumo	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos	vii
Índice.....	ix
Lista de figuras	xi
Lista de tabelas	xiii
Abreviaturas e Símbolos	xiv
1-Introdução	15
2-Exigências Funcionais de Fachadas.....	16
2.1 Exigências de Segurança	16
2.2 Exigências de Compatibilidade com o Suporte	17
2.3 Exigências de Estanquidade	17
2.4 Exigências de Termo-Higrométricas.....	18
2.5 Exigências Visuais	19
2.6 Exigências de Higiene	19
2.7 Exigências de Durabilidade	20
3. Patologias Comuns em Fachadas	21
3.1 Fissuração	21
3.2 Descolamento	22
3.3 Destacamento	23
3.4 Eflorescências	24
4. A Termografia no Levantamento de Patologias.....	25
4.1 Princípios da termografia de infravermelhos	25
4.2 Utilização das camaras termográficas em edifícios	26
5. Sistema ETIC´S	28
5.1 A utilização dos Sistemas ETIC´S	28
5.2 Constituição do Sistema ETIC´S	29
5.3 Vantagens do Sistema ETIC´S	33
6. Caso de Estudo	34

6.1 Apresentação do Caso de Estudo	34
6.2 Análise das Anomalias	36
6.3 Apresentação e análise das Soluções	45
6.4 Acompanhamento da obra de implementação das soluções apresentadas	50
7. Considerações Finais	64
Referências Bibliográficas	67

Lista de figuras

Figura 1 - Fissuração do Revestimento de Fachada (Chaves, 2010).....	21
Figura 2 - Descolamento do Revestimento da Fachada (Cabral, 2016).....	22
Figura 3 - Destacamento do Revestimento (habitissimo, 2013)	23
Figura 4 - Eflorescências no Revestimento Cerâmico	24
Figura 5 - Exemplo de Camara Termográfica	25
Figura 6 - Demonstração de cores indicativas de temperatura do objeto	26
Figura 7 - Imagem de parede lateral em que apresenta falta de isolamento térmico	27
Figura 8 - Esquema geral do sistema Etic´s	29
Figura 9 - Colagem das Placas de Isolamento (Weber Saint-Gobain, 2015)	30
Figura 10 - Esquema de aplicação de buchas (Weber Saint-Gobain, 2015).....	30
Figura 11 - Aplicação de Reforço nos cantos e Barramento Armado (Weber Saint-Gobain, 2015).....	31
Figura 12 - Aplicação de Revestimento Final (Weber Saint-Gobain, 2015)	31
Figura 13 - Aplicação de Perfil de Arranque e Pingadeira (Weber Saint-Gobain, 2015).....	32
Figura 14 - Acessórios Complementares do Sistema ETIC´S (Weber Saint-Gobain, 2015)	32
Figura 15 - Imagem aérea do conjunto habitacional de Sendim.....	35
Figura 16 - Conjunto habitacional de Sendim.....	35
Figura 17 - Destacamento de Ladrilhos	36
Figura 18 - Ladrilhos na iminência de se destacarem e iminência de perigo para os utentes do edifício	37
Figura 19 - Presença e escorrimentos e vandalismo na fachada	38
Figura 20 - Escorrimento nos drenos da caixa-de-ar.....	39
Figura 21 - Mau isolamento de PTP	41

Figura 22 - Mau isolamento das caixilharias	42
Figura 23 - Presença de Humidades Ascensionais na base do edifício como também junto aos tubos de queda	43
Figura 24 - Solução nº1	46
Figura 25 - Solução nº2	47
Figura 26 - Cobertura de Entrada de Edifício	48
Figura 27 - Material em stock no estaleiro.....	50
Figura 28 Montagem de Andaime	51
Figura 29 - Picagem do revestimento existente	52
Figura 30 - Início da aplicação do sistema etic´s.....	53
Figura 31 - Aplicação de perfis.....	54
Figura 32 - Barramento Armado	54
Figura 33 - Solução nº1 concluída	55
Figura 34 - Segundo barramento armado	56
Figura 35 - Solução 2.....	57
Figura 36 - Solução nº 1 e 2 concluídas.....	58
Figura 37 - Impermeabilização da cobertura de entrada.....	59
Figura 38 - Cobertura de Entrada de Edifício	60
Figura 39 - Novo peitoril	61
Figura 40 - Perfil pingadeira na ligação de materiais distintos	62
Figura 41 - Antes da Reabilitação	65
Figura 42 - Antes da Reabilitação	65
Figura 43 - Após a Reabilitação	66
Figura 44 - Após a Reabilitação	66

Lista de tabelas

Tabela 1 - Incremento de resistência na fachada.....	46
Tabela 2 - Incremento de resistência na fachada.....	48

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas

EPS – Poliestireno Expandido

ETIC´S – Isolamento Térmico pelo Exterior

Lista de símbolos

Cº - Graus Celcius

cm – centímetro

g - Grama

H – Hora

J – Joules

k – Kelvin

kg- Quilograma

km – Quilómetro

mm – milímetros

m – Metro

U - Coeficiente de transmissão térmica

W – Watts

1-Introdução

O presente relatório de estágio surge no âmbito da tese de final de mestrado em Engenharia Civil e do Ambiente na área de especificação de Construções Civas.

O suporte deste relatório de estágio deve-se ao facto de estar a estagiar e poder aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos no Instituto Politécnico de Viana do Castelo – Escola Superior de Tecnologia e Gestão, aplicada á realidade dos tempos correntes.

O estágio foi realizado na empresa Reabmais, Unipessoal Lda. com sede em Avenida dos Bombeiros Voluntários, Lote 24, Fração A R/ C, N 255 4990-344 Ponte de Lima, no período compreendido entre abril de 2015 a janeiro de 2016, tendo posteriormente ingressado nos quadros da respetiva empresa. No decurso do estágio pretendeu-se desenvolver competências de angariação de novos clientes e direção de obra, com especial incidência na implementação de soluções técnicas e gestão de equipas e materiais em obra.

Durante esse período foi adjudicada á empresa a empreitada de reabilitação do conjunto habitacional de Sendim, localizado na freguesia de Guifões, Matosinhos, onde se desenrolaram todas as fases da obra.

A estrutura do Relatório de Estagio encontra-se dividida em 6 capítulos, com o seguinte desenvolvimento:

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Exigências Funcionais de Fachadas
- Capítulo 3 – Patologias Comuns em Fachadas
- Capítulo 4 – A Termografia no Levantamento de Patologias
- Capítulo 5 – Sistema ETIC´S
- Capítulo 6 – Caso de Estudo
- Capítulo 7 – Considerações Finais

2-Exigências Funcionais de Fachadas

Os elementos de um edifício de habitação devem corresponder a um nível de exigências funcionais para que o mesmo tenha condições de utilização.

De entre esses elementos, os que integram a envolvente assumem particular importância. Nestes incluem-se as paredes exteriores e os seus revestimentos. O ITE 25 (Lucas, 1990) elenca o nível de exigências mínimas para os revestimentos de paredes num edifício, procurando garantir que estes possuam características que respondam às suas necessidades de utilização.

De seguida elencam-se aquelas que consideramos serem as principais exigências funcionais requeridas às fachadas de edifícios, com especial relevância para caso em estudo.

2.1 Exigências de Segurança

Segundo o ITE 25, as exigências de segurança têm como objetivo, “assegurar a proteção da vida e da integridade física dos utentes perante causas físicas ou mecânicas, que a agridam ou ponham em risco” (Lucas, 1990). Um dos aspetos particulares a ter em conta neste domínio é o referente à estabilidade perante solicitações de ocorrência accidental. De facto, os revestimentos presentes em fachadas devem conferir resistência adicional ao choque de objetos nele incidentes.

Logo no início da análise do revestimento a aplicar na fachada, deve ser contemplada uma maior resistência mecânica na zona do rés-do-chão até 1,5 metros de altura, pois, esta é a zona mais solicitada em termos mecânicos. Posto isto, o contributo do revestimento de fachada pode ser essencial para o cumprimento desta exigência.

Para a quantificação das exigências das partes opacas de uma fachada, as mesmas devem resistir as ações convencionais de um corpo mole de grandes dimensões de 1000J de energia e ao choque de um objeto duro de 10J de energia.

2.2 Exigências de Compatibilidade com o Suporte

Ao nível desta exigência, deve-se ter em atenção que os revestimentos a utilizar sejam sempre compatíveis com o suporte, sob o ponto de vista químico, geométrico e mecânico.

A incompatibilidade química entre o revestimento e o suporte pode implicar empolamentos, descolamentos ou expansões dos revestimentos. Um dos problemas surge com a utilização de algumas resinas que integram ligantes sintéticos, quando são utilizados sobre suportes alcalinos com a presença de humidades.

Outro problema de incompatibilidade química, verifica-se entre as argamassas de cimento e produtos á base de gesso, quando são postos em contacto com a presença de água.

Do ponto de vista geométrico, o mesmo tem que se adaptar ao suporte e cumprir com os parâmetros de planeza e regularidade.

A compatibilidade mecânica traduz-se no modelo de elasticidade e resistência á tração, isto é, o revestimento e o suporte devem ser compatíveis para que não aconteça um aumento de tensões num determinado material devido á degradação de outro.

2.3 Exigências de Estanquidade

O revestimento a utilizar numa determinada fachada de um edifício, deve conferir estanquidade à água e também aos gases presentes no ar.

Devemos ter em consideração a estanquidade à água, pois uma fachada deve ser estanque á água da chuva. Com as variações de exposição da parede de fachada, varia também o grau de estanquidade exigido.

O revestimento deve proteger da água da chuva o suporte, para que o mesmo não se degrade com a ação química de sais transportados pela água ou contidos no próprio suporte ou ainda por ação física da água, com possíveis

movimentos de expansão e contração dos constituintes. Por último, a garantia de estanquidade do revestimento assegura que não haja uma acumulação de água entre o suporte e o revestimento, o que provocaria o seu destacamento.

No entanto o revestimento deve ser permeável ao vapor de água, permitindo que o excesso de vapor de água presente no interior do edifício seja expelido para o exterior.

Posto isto os pontos-chave na avaliação do revestimento, para cumprir esta exigência, são os seguintes:

- Permeabilidade à água sob pressão;
- Absorção de água por capilaridade;
- Absorção de água por imersão.

2.4 Exigências de Termo-Higrométricas

As exigências termo-higrométricas nos edifícios têm como objetivo principal garantir as condições ideais de conforto e habitabilidade. As fachadas, como envolventes, devem conferir proteção contra das condições climáticas do exterior, resistindo à transmissão do calor por condução e evitando o aparecimento de condensações pelo interior.

As soluções de revestimento tradicionais, nem sempre proporcionam a satisfação destas exigências. No entanto, existem soluções que, apesar de terem um custo mais elevado em comparação com os revestimentos tradicionais, satisfazem com bons resultados estas exigências. Os Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior “ETIC’S” e as argamassas com isolamento incorporado são duas boas soluções de revestimento para o cumprimento destas exigências, pois garantem um ganho ao nível térmico bastante substancial.

As exigências termo-higrométricas baseiam-se no coeficiente de transmissão térmica dos elementos da envolvente (U), para quantificar o nível de exigência do edifício ao nível da fachada.

2.5 Exigências Visuais

Numa fachada de um edifício o estado da superfície deve ser agradável á vista. Os paramentos verticais devem-se apresentar sem qualquer tipo de defeitos de superfície, tais como, destacamentos, empolamentos, fissuras ou eflorescências.

O método de análise visual para detetar anomalias consiste na iluminação da fachada com luz rasante, o que nos permite ter uma maior precessão do seu estado. Outra forma de verificação da fachada consiste num ensaio no local, com o auxílio de réguas de alumínio com 2 a 3 metros de comprimento, para verificar o seu desempenho.

Neste capítulo, deve-se salientar que as fachadas não devem apresentar empenos/desníveis superiores a 10 mm.

2.6 Exigências de Higiene

Os revestimentos a adotar nas fachadas de edifícios não devem favorecer a fixação de poeiras ou de micro-organismos. Neste sentido, os revestimentos de fachadas não devem ser demasiado rugosos ou pegajosos, para ser evitado a fixação de poeiras, isto, sobretudo nas fachadas com orientação mais propicia á poluição atmosférica.

Além do mais, estes materiais não devem apresentar anomalias após a utilização de produtos de limpeza.

2.7 Exigências de Durabilidade

A durabilidade de um revestimento corresponde ao período de tempo durante o qual se mantem sem alterações significativas, em condições normais de funcionamento. Para sistemas de isolamento térmico pelo exterior (ETIC'S), estima-se uma durabilidade maior ou igual a 30 anos.

Para que os revestimentos se mantenham sem alterações durante o período de vida previsto, é necessário que os revestimentos resistam bem aos agentes que sobre eles atuam em condições de uso normais. No entanto, para que os revestimentos resistam pelo período de duração prevista, ter-se-á de ter em atenção a sua adequada conservação.

Posto isso, na escolha do revestimento devemos ter em consideração os seguintes fatores:

- Resistência aos agentes climatéricos;
- Resistência aos produtos químicos do ar;
- Resistência á erosão provocada por partículas solidas suspensas no ar;
- Resistência á fixação e desenvolvimento de bolores.

3. Patologias Comuns em Fachadas

Quando surgem anomalias numa fachada, as patologias detetadas mais habituais são a fissuração, o descolamento, o destacamento e as eflorescências. No entanto, poderá haver outras que podem afetar os revestimentos relativamente ao seu desempenho, ao seu aspeto e às condições de segurança do mesmo.

Em seguida serão descritas as principais patologias presentes em fachadas.

3.1 Fissuração

Numa fachada, quando exposta a variações térmicas ou com excesso de humidade, gera-se um aumento de tensões, que podem ultrapassar o limite de resistência de um determinado revestimento, originando a fissuração do mesmo (Figura 1). No entanto, esta patologia, pode surgir com a deformação da estrutura do edifício. Logo, de um modo geral, esta patologia está associada a movimentos presentes no suporte, que são incompatíveis com os revestimentos.

Os fatores decisivos para que um revestimento não fissure são a resistência ao corte do sistema de colagem e as dimensões das juntas, para que o revestimento se possa deformar dentro dos limites.



Figura 1 - Fissuração do Revestimento de Fachada (Chaves, 2010)

3.2 Descolamento

Esta patologia pode ser localizada ou generalizada. Descolamento localizado (Figura 2), consiste em deficiências localizadas de aplicação ou de suporte, que podem ter origem em pequenas fissuras, colas fora do prazo ou excesso de água.

Já o descolamento generalizado está geralmente associado a uma área extensa e ao peso do revestimento, á falta de qualidade dos materiais aplicados e também á mão-de-obra não especializada. Neste caso, a solução mais preconizada é a substituição integral do revestimento.



Figura 2 - Descolamento do Revestimento da Fachada (Cabral, 2016)

3.3 Destacamento

Quando uma determinada fachada apresenta destacamentos de revestimento (Figura 3), tal acontece porque surgiu uma perda de aderência entre o suporte e o respetivo revestimento.

A primeira evidência do surgimento desta patologia surge com a presença de um som oco quando o revestimento é solicitado.



Figura 3 - Destacamento do Revestimento (habitissimo, 2013)

As principais causas para a presença desta patologia são:

- Instabilidade no suporte;
- Deformação da estrutura do edifício;
- Mão-de-obra deficiente;
- Materiais de colagens do revestimento inapropriadas;
- Suporte sem condições para receber o revestimento.

3.4 Eflorescências

As eflorescências consistem em manchas de humidade, ou na ausência delas, num pó esbranquiçado acumulado na superfície da fachada, tal como podemos ver na Figura 4.

A principal causa, é a presença de humidade em excesso nas fachadas, que transportam os sais solúveis provenientes das argamassas de colagem e assentamento para a superfície.



Figura 4 - Eflorescências no Revestimento Cerâmico

Para evitar o aparecimento desta patologia devem-se tomar algumas precauções, tais como:

- Usar argamassas com baixo teor de alcalis;
- Usar revestimentos de boa qualidade, que não apresentem nos seus constituintes sais solúveis;
- Antes da aplicação do revestimento, a base de suporte deverá estar isenta de humidades.

4. A Termografia no Levantamento de Patologias

As câmaras termográficas (Figura 5) são uma boa alternativa aos ensaios destrutivos na deteção de anomalias de vários tipos nos edifícios, como infiltrações ou áreas que apresentem um défice de isolamento térmico.



Figura 5 - Exemplo de Camara Termográfica

4.1 Princípios da termografia de infravermelhos

De uma forma geral, todos os corpos a cima do zero absoluto emitem radiação infravermelha sob a forma de calor, logo quanto maior a radiação emitida maior será a temperatura do corpo. Esta radiação é invisível para o ser humano e o seu comprimento de onda situa-se na zona do infravermelho, entre os valores de 0.7 a 1000 μm . As câmaras de infravermelhos são dispositivos que transformam as imagens da faixa de radiações infravermelhas para a faixa visível do espectro. O seu principio de funcionamento baseia-se na energia irradiada por um determinado objeto, que é recolhida por um detetor de

infravermelhos, através de um sistema ótico. Os dados anteriormente recolhidos são enviados para um sensor eletrónico, que processa a imagem. Por ultimo, importa referir a importância de um fator como a emissividade de um material. A emissividade é definida como a capacidade que um material tem para radiar a energia comparada com um corpo negro. A emissividade pode tomar valores entre 0 e 1. Este fator é uma constante inerente ao objeto e varia com a condição da superfície e temperatura de um objeto. Assim, quando aplicada a termografia a um determinado material de revestimento, é preciso efetuar a correção do valor da radiação recebida pela câmara em função da emissividade característica do material em causa.

4.2 Utilização das camaras termográficas em edifícios

As camaras termográficas são uma ferramenta não invasiva de diagnostico e monitorização das condições dos edifícios. Para melhor visualização, a câmara converte a temperatura superficial em cores para facilitar a interpretação do utilizador, como podemos constatar na Figura 6. Normalmente, as câmaras termográficas associam essa paleta de cores a escalas de temperatura, para quantificar a análise.

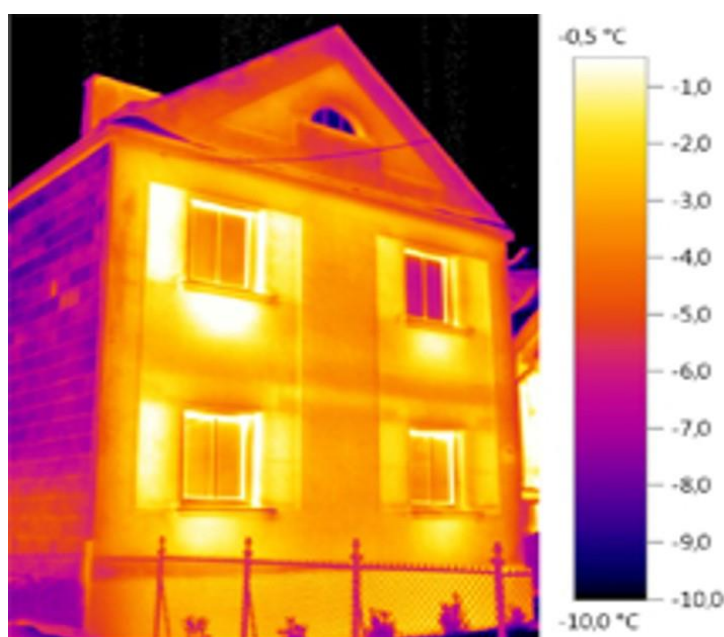


Figura 6 - Demonstração de cores indicativas de temperatura do objeto

Na figura 7 vemos um exemplo de aplicação da termografia a um edifício, no qual se pode constatar a falta de isolamento na parede (zonas mais claras). Como a parte interior do edifício se apresenta a uma temperatura mais elevada que o exterior, sem isolamento térmico o calor tende a transferir-se para o exterior com maior facilidade.

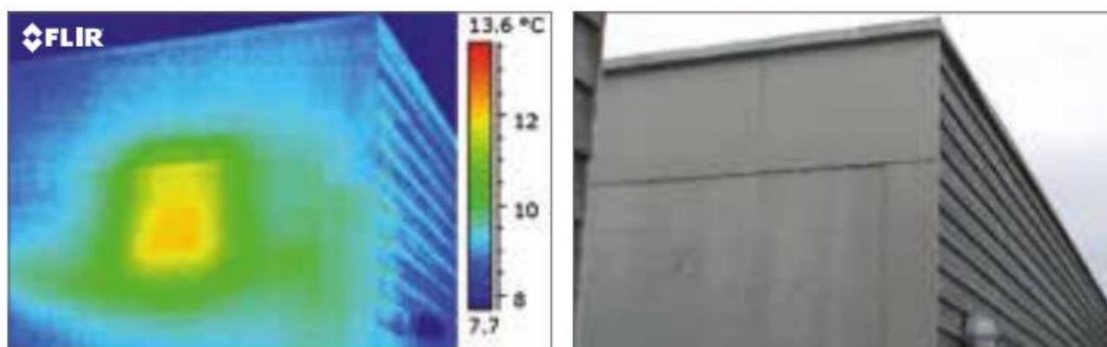


Figura 7 - Imagem de parede lateral em que apresenta falta de isolamento térmico

A utilização das câmaras termográficas tem várias funcionalidades em edifícios, tais como:

- Meios de diagnóstico e fiscalização do comportamento higrotérmico de edifícios;
- Reconhecimento de pontes térmicas em fachadas de edifícios;
- Detecção de passagem de ar em portas e janelas;
- Técnica de diagnóstico em sistema de aquecimento de pavimentos;
- Detecção de fugas e defeitos em tubagem de água e ar condicionado;
- Ferramenta na inspeção de sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- Detecção de defeitos em isolamentos térmicos;
- Isolamento insuficiente em paramentos de edifícios;
- Identificação de infiltrações;
- Localização de elementos estruturais.

5. Sistema ETIC´S

O sistema ETIC´S, isolamento térmico de paredes pelo exterior, tem vindo a implementar-se em Portugal de uma forma gradual ao longo dos anos, sobretudo na última década, sendo muito utilizado na reabilitação de edifícios.

Este sistema envolve toda a fachada, isolando as alvenarias bem como a estrutura, tendo assim, entre outras, a vantagem de no essencial eliminar as pontes térmicas.

5.1 A utilização dos Sistemas ETIC´S

A europa optou por diminuir os custos relativos á climatização dos edifícios devido a razões económicas e ambientais, bem como à escassez de combustíveis fósseis. O sistema ETIC`S, para além de cumprir estes objetivos tanto em edifícios novos como em existentes, possibilita ainda a reabilitação de envolventes degradadas.

O sistema ETIC`S surgiu na década de 40 na Suécia. No entanto, o sistema só começou a ser utilizado no final dos anos 50 tal como o conhecemos hoje. Já em Portugal este sistema apenas surgiu no final do século XX. Isto porque o nosso país apresenta um clima moderado e com poucos hábitos de isolamento dos edifícios. Assim, este sistema não teve um sucesso imediato.

No entanto, nos dias de hoje e muito pelo motivo da crise ocorrida na construção, houve uma mudança radical para a aposta na reabilitação dos edifícios. Sendo este um dos sistemas mais utilizados nestas reabilitações, a sua aplicação no nosso país tem vindo a assumir assim crescente importância.

5.2 Constituição do Sistema ETIC'S

O sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETIC'S), baseia-se na aplicação de placas de isolamento, como por exemplo, o poliestireno expandido (EPS), a cortiça, ou a lã de rocha, podendo estas serem coladas de uma forma total ao suporte através de espátula dentada ou por pontos.

De seguida são aplicadas buchas com prego em material plástico, cerca de 8 por metro quadrado, para conferir uma maior resistência de fixação das placas ao suporte.

Sobre as placas de isolamento é aplicado um barramento armado, constituído por duas camadas de cola cimentícia e uma de rede fibra de vidro com um tratamento antialcalino.

Posteriormente é aplicado um acabamento final, geralmente um revestimento acrílico, com maior ou menor espessura ou rugosidade.

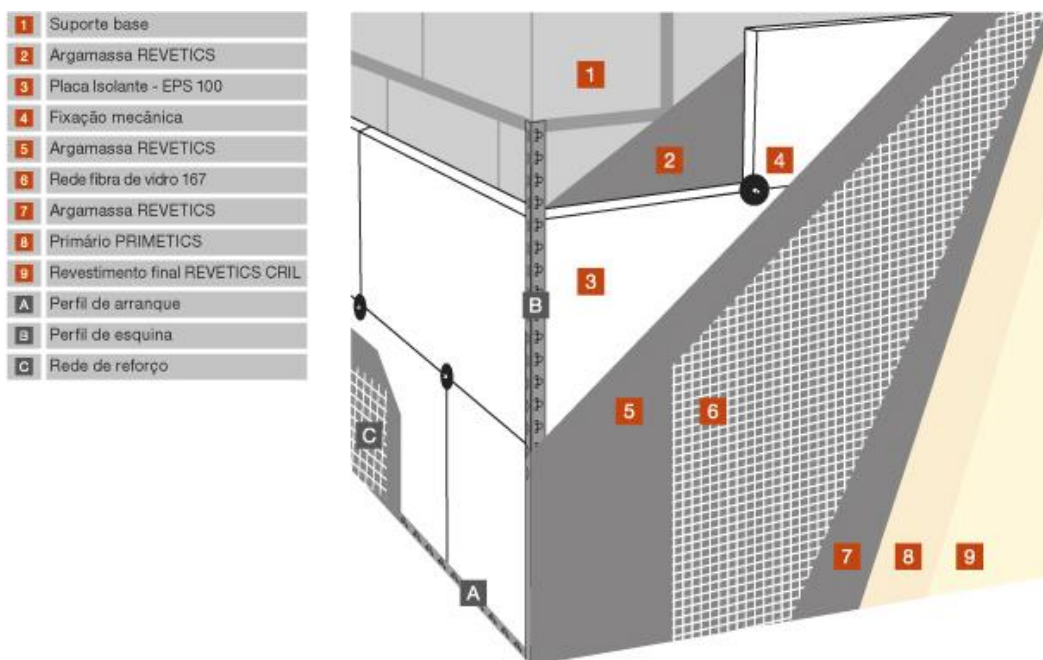


Figura 8 - Esquema geral do sistema Etic's

Na figura 8 podemos observar um esquema geral do sistema ETIC'S, descrevendo-se de seguida as camadas constituintes:

- Suporte base – o suporte é muito importante para a aplicação do sistema ETIC'S, ou seja, o material, a resistência, a limpeza, a conservação e a planimetria do suporte devem ser verificados antes da aplicação do sistema;

– Argamassa de colagem e barramento – A argamassa de colagem e barramento do sistema é que vai dar a resistência ao corte, bem como resistência mecânica ao choque (Figura 9);

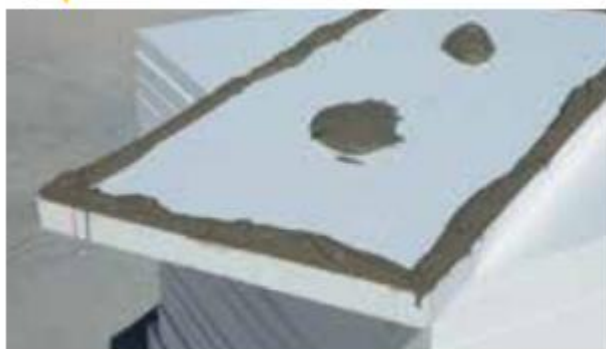


Figura 9 - Colagem das Placas de Isolamento (Weber Saint-Gobain, 2015)

- Fixação mecânica - a fixação mecânica adicional, com o uso de buchas específicas, deve ser utilizada essencialmente quando a fachada apresente uma altura superior a 10 m, ou se encontre em condições severas de exposição ao vento, ou sujeita a grandes variações de temperatura. É recomendado utilizar pelo menos 8 unidades por metro quadrado. Podemos ver na Figura 10 um esquema de aplicação de buchas;

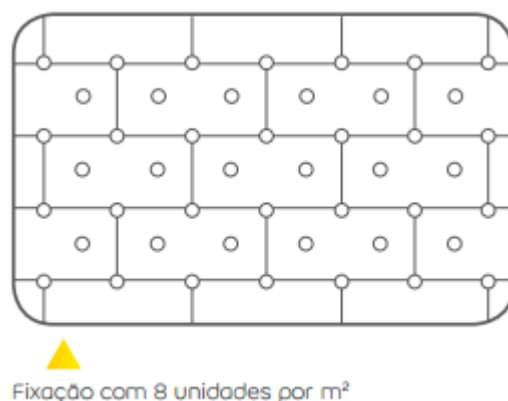


Figura 10 - Esquema de aplicação de buchas (Weber Saint-Gobain, 2015)

– Rede Fibra de Vidro – A rede fibra de vidro deve ter um tratamento antialcalino e deve ser sobreposta lateralmente cerca de 10 cm entre panos de rede, tendo por função suportar as tensões que possam ocorrer devido a variações dimensionais ou fissurações (Figura 11);



Figura 11 - Aplicação de Reforço nos cantos e Barramento Armado (Weber Saint-Gobain, 2015)

- Primário – o Primário serve para uma regularização da absorção da camada base, bem como criar uma maior aderência entre a camada base e o revestimento final;

- Revestimento Final – É um revestimento orgânico colorido que nos permite aumentar a estanquidade do sistema à água (Figura 12);



Figura 12 - Aplicação de Revestimento Final (Weber Saint-Gobain, 2015)

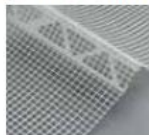
- Perfis – Deveram ser utilizados todos os perfis necessários, como o perfil de arranque (Figura 13), perfil de canto, ou pingadeira, para uma melhor resistência e definição das arestas do sistema.



Figura 13 - Aplicação de Perfil de Arranque e Pingadeira (Weber Saint-Gobain, 2015)

Na figura 14 podemos ver mais acessórios do sistema ETIC´S com aplicação nas diferentes tipologias de obras.

weber.therm
perfil de esquina



Perfil perfurado em PVC com rede para reforço de esquinas

weber.therm
perfil de arranque



Perfil em alumínio para arranque inferior do sistema

Acessórios para
perfil de arranque



weber.therm
espaçador



weber.therm
ligador

weber.therm
perfil de janela



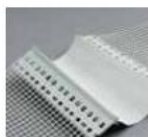
Perfil em PVC com rede para remate com caixilhos de janela

weber.therm
perfil de pingadeira



Perfil perfurado em PVC com rede para pingadeira em janelas e portas

weber.therm
perfil de junta de dilatação



Perfil em PVC, com rede e membrana deformável, para remate de juntas de dilatação

weber.therm
bucha



Bucha para fixação em betão, reboco ou alvenaria variada

weber.therm
bucha ISO DTH madeira



Bucha para fixação em suportes de madeira

weber.therm
anilha 90



Anilha diâmetro 90mm para **weber.therm** bucha

weber.flex PU/P100



Mástique de poliuretano para selagem elástica de juntas

Figura 14 - Acessórios Complementares do Sistema ETIC´S (Weber Saint-Gobain, 2015)

5.3 Vantagens do Sistema ETIC'S

De uma forma geral, o sistema ETIC'S apresenta várias vantagens na construção e na reabilitação de edifícios, tais como:

- Permite uma boa eficiência térmica, ou seja, a diminuição do coeficiente de transmissão térmico (U);
- Permite o aumento da inercia térmica interior dos edifícios, ou seja, uma melhoria do conforto térmico tanto de inverno como de verão;
- Permite um significativo aumento da estanquidade da fachada, pois o sistema é bastante impermeável;
- Permite uma correta e fácil correção das pontes térmicas;
- Contribui para a diminuição do risco de aparecimento de condensações superficiais;
- Permite uma diminuição da espessura das paredes em comparação com as soluções tradicionais, o que possibilita ter uma maior área interior;
- Reduz substancialmente o peso e as cargas permanentes sobre a estrutura.

Na reabilitação de edifícios, acrescem as seguintes vantagens:

- Constitui um método fácil de reabilitação de fachadas degradadas;
- Permite a aplicação sem perturbar os seus ocupantes;
- Permite uma reabilitação estética, bem como uma reabilitação térmica e de estanquidade ao edifício.

6. Caso de Estudo

Com o objetivo de avaliar a reabilitação realizada no conjunto habitacional de Sendim, foram realizados levantamentos das anomalias existentes, a avaliação das mesmas e apresentadas soluções. Foi também realizado o completo acompanhamento de todo o processo de reabilitação.

6.1 Apresentação do Caso de Estudo

O conjunto habitacional de Sendim está localizado na freguesia de Guifões, Matosinhos. É constituído por 22 edifícios, cada um com 4 pisos e distribuídos por tipologias T2, T3 e T4, o que proporciona 376 fogos de habitação. O conjunto habitacional foi construído em 1997 pela empresa Soares da Costa S.A. para a Câmara Municipal de Matosinhos, sendo o projetista coordenador da obra o Arquiteto Luís Miranda. Em 2015 foi adjudicada à empresa Reabmais Unipessoal, Lda. a obra de reabilitação das fachadas dos edifícios do empreendimento, tendo o autor desta dissertação sido responsável pelo acompanhamento da obra no âmbito do seu estágio final de curso.

Nas figuras 15 e 16 podemos verificar a dimensão do empreendimento e a disposição dos edifícios.

Constituição das Fachadas

A fachada objeto de intervenção é constituída por uma parede de alvenaria dupla com caixa de ar e revestimento exterior em plaquetas cerâmicas, como se pode observar na figura 16.



Figura 15 - Imagem aérea do conjunto habitacional de Sendim



Figura 16 - Conjunto habitacional de Sendim

6.2 Análise das Anomalias

Para o levantamento das patologias existentes, foram realizados dois tipos de exames:

- Inspeção visual aos edifícios;
- Inspeção com o auxílio de uma câmara termográfica.

6.2.1 Resultados da Inspeção visual

Nas fachadas, de um modo geral, é possível observar o destacamento dos ladrilhos cerâmicos e ainda outros na eminência de se destacarem, tal apresentando um sério perigo para os utentes dos edifícios.

Podem-se verificar estas anomalias nas figuras 17 e 18.



Figura 17 - Destacamento de Ladrilhos



Figura 18 - Ladrilhos na iminência de se destacarem e iminência de perigo para os utentes do edifício

Com o destacamento do revestimento aumenta a probabilidade da ocorrência de infiltrações de humidades, visto que não existir nenhum elemento de impermeabilização pelo interior.

São ainda visíveis escorrências nas fachadas, bem como marcas de vandalismo sobre a mesma, como podemos constatar na Figura 19.



Figura 19 - Presença e escorrimentos e vandalismo na fachada

Verificam-se ainda escorrências específicas provenientes dos drenos da caixa-de-ar da parede dupla exterior, o que indica a acumulação de água no seu interior (Figura 20), provavelmente resultante de condensados.



Figura 20 - Escorrimento nos drenos da caixa-de-ar

Já no que diz respeito ao interior, são igualmente perceptíveis marcas de infiltrações em paredes interiores. Em algumas habitações verificam-se sinais de condensações nas paredes e tetos e ainda a presença de marcas de água nos peitoris e caixilhos.

Não são apresentadas imagens destas patologias encontradas no interior devido à intransigência por parte dos utentes dos edifícios, quando lhes foi solicitado para tirar fotografias.

6.2.2 Resultados da Inspeção termográfica

No que diz respeito à inspeção com o auxílio da máquina termográfica, verificaram-se as seguintes condições no momento da realização do teste:

- Data de execução: Segunda-feira – 07-03-2016
- Hora de execução: 07:48H
- Temperatura á hora: 12°C
- Velocidade média do vento: 32Km/h
- Direção do vento: Nordeste (346º)
- Precipitação: Nada a registar
- Alguma nebulosidade.

De acordo com a análise feita às imagens obtidas através da câmara termográfica, detetaram-se as seguintes anomalias na envolvente dos edifícios:

- Mau isolamento das Pontes Térmicas Planas: Como podemos constatar na Figura 21, existe um claro défice de isolamento nas zonas das pontes térmicas planas (PTP), nomeadamente no caso das testas de lage/vigas e dos pilares. Este é um dos fatores a ter em atenção na reabilitação do edifício, a fim de corrigir esta anomalia.



Figura 21 - Mau isolamento de PTP

- Mau desempenho térmico das caixilharias: Como se verifica na Figura 22, existe um mau desempenho das caixilharias, particularmente nas zonas de ligação com outros materiais e nas zonas em que as borrachas de isolamento se apresentam danificadas, estando possivelmente o seu tempo de vida útil ultrapassado. Será de salientar que se tratam de caixilharias em alumínio anodizado sem corte térmico, o que à partida não lhe garante bom desempenho.



Figura 22 - Mau isolamento das caixilharias

- Presença de Humidades Ascensionais na base do edifício, como também junto aos tubos de queda. Em quase todos os blocos habitacionais existem humidades ascensionais na zona do rés-do-chão, o que provoca o destacamento dos ladrilhos cerâmicos do suporte, como se pode verificar na Figura 23, sendo igualmente a provável razão do aumento de temperatura superficial exterior detetado na fachada ao nível da cota do pavimento.



Figura 23 - Presença de Humidades Ascensionais na base do edifício como também junto aos tubos de queda

De um modo geral, através das duas inspeções realizadas podem-se elencar as anomalias presentes na grande maioria dos edifícios do conjunto habitacional de Sendim, e assim propor soluções de reabilitação compatíveis com as exigências funcionais das fachadas.

6.3 Apresentação e análise das Soluções

As soluções apresentadas terão por base a correção das anomalias anteriormente descritas e também a satisfação das exigências funcionais das fachadas.

Neste sentido, são adotados quatro tipos de soluções. As duas primeiras resultam na aplicação de soluções ETIC´S – uma primeira com acabamento acrílico e uma segunda com revestimento cerâmico, esta última a aplicar nas zonas até uma cota de dois metros e nas caixas de escadas.

A terceira solução consta de uma cobertura e visa a proteção da zona de entrada à ação dos agentes atmosféricos.

A quarta passa pela eliminação de infiltração de água nas zonas dos peitoris e dos envidraçados.

Abaixo descreve-se detalhadamente cada uma delas.

6.3.1 A Solução nº 1 é um Sistema ETIC´S que engloba cerca de 60% da área de fachadas do edifício e é constituído da seguinte forma:

- Preparação prévia de todas as superfícies;
- Colagem com DIERA TH THERM da placa de isolamento térmico EPS 100 com 20kg/m³ e com 60mm de espessura;
- Aplicação de fixação mecânica, cerca de 8 unidades por metro quadrado e todos os perfis de esquina;
- Barramento sobre placas de isolamento com duas camadas de DIERA TH THERM com rede fibra de vidro 160g com tratamento antialcalino entre camadas;
- Aplicação de primário DIERA PRIMARIO RV PLASCRYL;
- Aplicação de revestimento final acrílico DIERA RV PLACRYL fino na cor pêssego.



Figura 24 - Solução nº1

Através da aplicação desta solução consegue-se um aumento da resistência térmica da fachada de 1,731 m².°C/w, como podemos verificar na Tabela 1.

Tabela 1 - Incremento de resistência na fachada

Etics de 6cm 100kg/m ³			
Constituição	Espessura	Resistência	U da parede
Eps 100	0,060	1,667	0,363
Bloco	0,150	0,390	
Bloco	0,110	0,286	
caixa de ar	0,030	0,180	
A 96	0,048	0,064	
Rsi + Rse		0,170	
Incremento	0,108	1,731	

Tal corresponde a um coeficiente de transmissão térmica da parede de 0.36 w/m².°C, o que está abaixo do valor de referência para fachadas nesta zona, que é de 0.40 w/m².°C.

6.3.2 A Solução nº2 é igualmente um sistema ETIC'S, que contempla os restantes 40% das fachadas do edifício e é constituído da seguinte forma:

- Preparação previa de todas as superfícies;
- Colagem com DIERA TH THERM da placa de isolamento térmico EPS 150 com 25kg/m³ e com 30mm de espessura na zona de rodapé do edifício e 40mm de espessura na zona das caixas de escada;
- Aplicação de fixação mecânica, cerca de 8 unidades por metro quadrado e todos os perfis de esquina;
- Barramento sobre placas de isolamento com duas camadas de DIERA TH THERM com rede fibra de vidro 160g com tratamento antialcalino entre camadas;
- Aplicação de fixação mecânica, cerca de 2 unidades por metro quadrado;
- Novo barramento sobre o anterior com duas camadas de DIERA TH THERM com rede fibra de vidro 160g com tratamento antialcalino entre camadas;
- Aplicação de cerâmico colado com cimento-cola classificado como C2S1/C2S2.

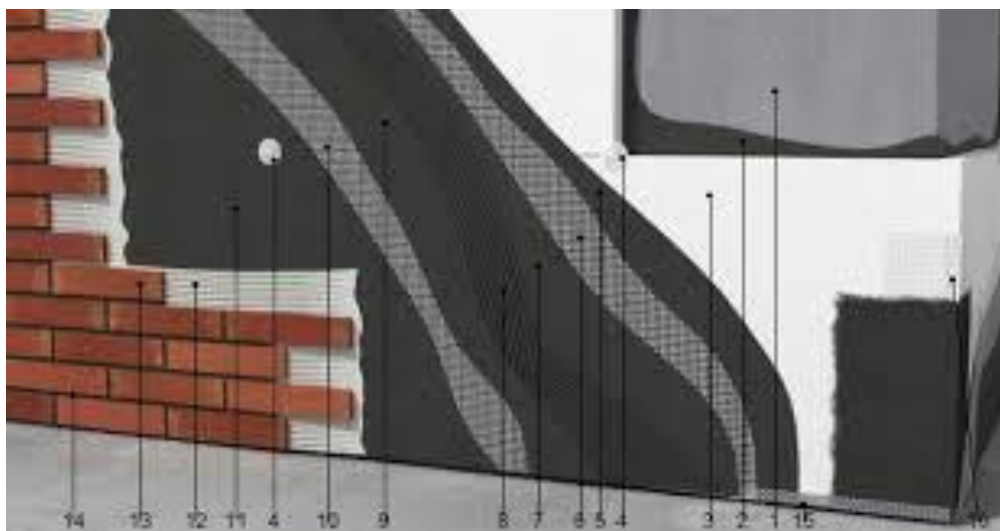


Figura 25 - Solução nº2

Como na solução anterior, com a aplicação desta solução consegue-se um aumento da resistência térmica da fachada de $1,314 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ como podemos verificar na Tabela 2, que corresponde a um coeficiente de transição térmica da parede de $0,43 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, que é um valor aproximado ao de referencia para fachadas nesta zona, ou seja $0,40 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Tabela 2 - Incremento de resistência na fachada (zona da cx. escadas)

etics de 4cm 150kg/m3			
Constituição	Espessura	Resistência	U da parede
Eps 150	0,040	1,250	0,427
Bloco	0,150	0,390	
Bloco	0,110	0,286	
caixa de ar	0,030	0,180	
A 96	0,048	0,064	
Rsi + Rse		0,170	
Incremento	0,088	1,314	

6.3.3 A Solução nº3 tem como objetivo a criação de uma cobertura à entrada do prédio, como podemos verificar na Figura 26



Figura 26 - Cobertura de Entrada de Edifício

- Estrutura metálica fixa ao edifício através de ancoragens mecânicas;
- Colagem com DIERA CL ULTRAFLEX das placas de isolamento EPS 100 com 40 mm;
- Duplo barramento com o DIERA TH THERM, com rede fibra de vidro 160g com tratamento antialcalino entre camadas;
- Aplicação do DIERA TC CIMFLEX, membrana impermeabilizante, para conferirmos a impermeabilização necessária;
- Aplicação de primário DIERA PRIMARIO RV PLASCRYL;
- Aplicação de revestimento final acrílico DIERA RV PLACRYL fino na cor pêssego.

6.3.4 A Solução nº4 passa pela substituição de todas as borrachas das caixilharias, bem como pela substituição de todos os peitoris e respetivo isolamento com mástique entre materiais distintos, para assim se assegurar a estanquidade à água.

6.4 Acompanhamento da obra de implementação das soluções apresentadas

A obra de implementação de soluções de reabilitação passou pelas seguintes fases:

- Montagem do estaleiro;
- Montagem dos andaimes;
- Picagem do revestimento existente;
- Aplicação da Solução nº1;
- Aplicação da Solução nº2;
- Aplicação da Solução nº3;
- Aplicação da Solução nº4;
- Aplicação de soluções pontuais definidas em obra;
- Limpeza e desmontagem do estaleiro.

De seguida descreve-se com detalhe cada uma destas fases.

6.4.1 Montagem do Estaleiro

Numa primeira fase procedeu-se à montagem do estaleiro e sua vedação, para guardar materiais e criar condições em obra para os colaboradores (Figura 27).



Figura 27 - Material em stock no estaleiro

6.4.2 Montagem dos andaimes

Procedeu-se à montagem dos andaimes localizando-os em edifícios opostos, com o objetivo de haver várias frentes de trabalho e rodar os andaimes de edifício para edifício em torno de uma zona central. Também foi colocada rede de proteção para prevenir eventuais quedas de detritos na picagem do revestimento ou na aplicação do novo (Figura 28).



Figura 28 Montagem de Andaime

6.4.3 Picagem do revestimento existente

Procedeu-se á picagem de todo o revestimento em tijoleira cerâmica existente na fachada através de martelo pneumático, tendo-se depositado os detritos em local compatível (Figura 29).



Figura 29 - Picagem do revestimento existente

6.4.4 Aplicação da Solução nº1

Procedeu-se à aplicação do sistema ETIC'S com revestimento acrílico (Solução nº1) a partir da cota superior do piso do rés-do-chão, como se pode verificar na Figura 30. Inicialmente tirou-se o nível em toda a envolvente do edifício para a posterior colagem das placas de isolamento de 60 mm, como indicado anteriormente.

Posteriormente procedeu-se à aplicação da fixação mecânica, como se pode conferir igualmente na figura 30 (colaborador mais à direita).

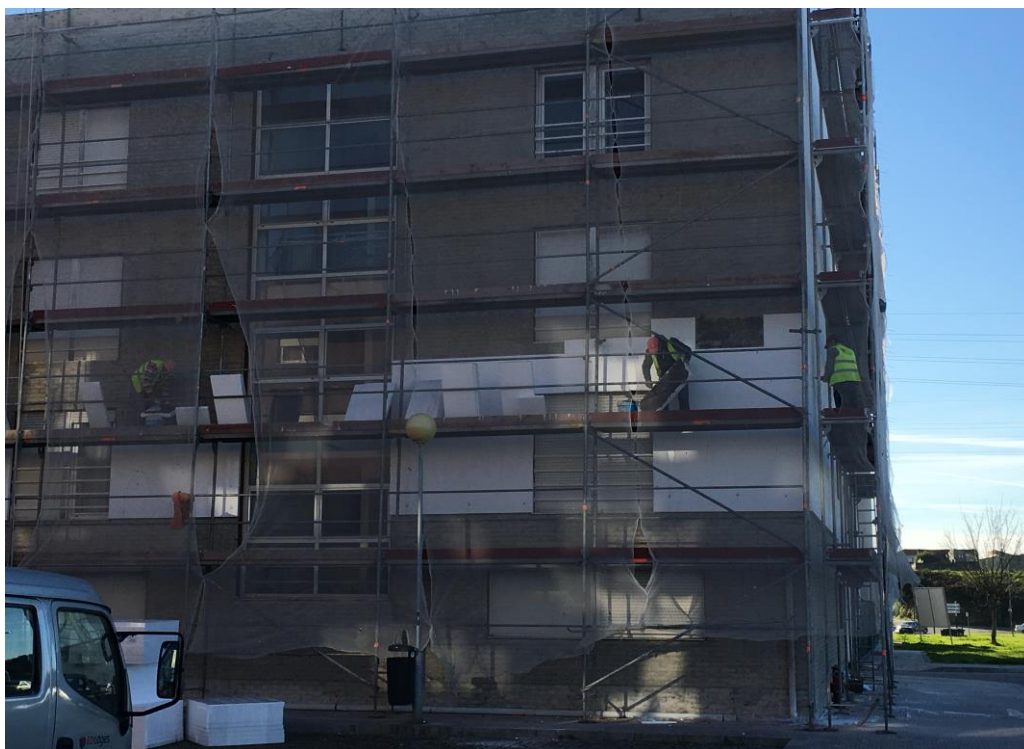


Figura 30 - Início da aplicação do sistema etic's

De seguida foram aplicados todos os perfis de pingadeira e canto bem como todos os “pensos” nos cantos de vãos, para reforçar e prevenir o surgimento de fissuras, como se pode verificar na Figura 31.



Figura 31 - Aplicação de perfis

Na sequência, procedeu-se à aplicação do barramento armado, constituído pela mesma cola de colagem e pela rede de fibra de vidro antialcalina de 167g/m. Realizada esta tarefa, deixa-se secar por alguns dias para que as argamassas tenham o tempo de cura necessário. Figura 32.



Figura 32 - Barramento Armado

Por fim, é aplicado o primário a rolo e a posterior pintura com a palustra. Este conjunto de camadas garante a estanquidade à água e aos agentes atmosféricos do suporte, bem como um acabamento areado á cor desejada (Figura 33).



Figura 33 - Solução nº1 concluída

Na Figura 33 podemos observar a Solução nº1, ou seja, o sistema ETIC'S completo com placa de isolamento térmico de 60 mm de espessura. Deve-se, no entanto, notar que nas padieiras e ombreiras foi utilizada placa de isolamento térmico de 20 mm ao invés da de 60mm, por motivos construtivos, ou seja, porque a espessura do perfil da caixilharia limitava a espessura da placa.

6.4.5 Aplicação da Solução nº2

Esta solução, com revestimento final em elementos cerâmicos, é aplicada no perímetro do rés-do-chão e nas caixas de escadas. Com efeito, no perímetro do rés-do-chão optou-se por esta solução para aumentar a resistência superficial ao choque do revestimento na zona de circulação. Já no que diz respeito à caixa de escadas, esta opção foi puramente estética por parte do arquiteto.

A solução é de uma forma geral quase idêntica à anterior, alterando no essencial o seu revestimento final. Aplica-se uma placa de isolamento com uma densidade superior à anterior, (de 150kg/m³ ao invés dos 100kg/m³), porque nesta solução se teve de reduzir à sua espessura, pois o revestimento é mais espesso que a pintura e ainda porque se procurou manter a resistência térmica aumentando a densidade do material.



Figura 34 - Segundo barramento armado

De seguida aplica-se a fixação mecânica e o barramento armado. Também aqui há alterações em relação à solução anterior, pois é aplicada a primeira fixação mecânica e o primeiro barramento armado e de seguida são aplicadas mais duas fixações e um barramento a mais que na solução anterior, como se verifica na Figura 34, o que garante mais resistência para a aplicação do revestimento cerâmico.

Na Figura 35 podemos ver a solução 1 terminada e a solução 2 em fase de maturação das argamassas, pois como o revestimento é mais pesado tem que se ter um maior cuidado com esta fase.



Figura 35 - Solução 2

Posteriormente é aplicado o revestimento cerâmico sobre o barramento armado, aplicando a cola com uma palustra dentada e com o auxílio de cordas, para que as juntas tenham sempre a mesma espessura.

De seguida são retiradas as cordas e é realizada a betumação das respetivas juntas. Por fim é realizada a limpeza de todo o revestimento cerâmico para que não existam quaisquer sujidades ou manchas.

Como se verifica na figura nº36, as Soluções nº1 e 2 apresentam-se completamente concluídas e solucionam todas as anomalias presentes na grande maioria dos blocos habitacionais.



Figura 36 - Solução nº 1 e 2 concluídas

6.4.6 Aplicação da Solução nº3

A solução nº3 teve como principal objetivo a criação de uma cobertura na zona da entrada do edifício. Em primeiro lugar, aplicou-se uma cobertura em chapa metálica, em curva, fixada à fachada através de 4 ancoragens: 2 do topo e 1 em cada lateral.

Posteriormente foi realizada a colagem de EPS com 60mm de espessura e de seguida realizou-se o barramento armado. Posteriormente foi realizada a impermeabilização através de uma tela líquida de dois componentes “DIERA TC CIMFLEX”, com a realização de dobras com cerca de 15 cm de altura no perímetro em contacto com os paramentos verticais, bem como a realização da pendente para o bordo lateral (Figura 37).



Figura 37 - Impermeabilização da cobertura de entrada

Seguidamente procedeu-se à aplicação do primário e da pintura da cobertura á cor da fachada, para assim se obter uma continuidade de acabamento da fachada e não se observar um corpo estranho na mesma (Figura 38).



Figura 38 - Cobertura de Entrada de Edifício

Foi realizada também a drenagem das águas pluviais através da criação de uma pendente na cobertura. As águas são encaminhadas para o bordo lateral esquerdo, onde foi colocado um tudo de queda embutido na fachada com ligação à caixa de águas pluviais.

6.4.7 Aplicação da Solução nº4

A aplicação desta solução passa por substituir todas as borrachas existentes nas caixilharias, pois já se encontravam em muito mau estado e não estavam a realizar a sua função. Com esta solução pretendeu-se resolver os problemas de infiltrações de água e melhor isolar as caixilharias.

Também foram substituídos todos os peitoris existentes por novos elementos em alumínio lacado á cor branca. Estes peitoris possuem pingadeira para evitar escorrimentos na fachada, bem como uma quinagem nas extremidades, como se pode verificar na Figura 39. O revestimento cerâmico passa pela frente da quinagem do peitoril e assim não existe qualquer tipo de entrada de humidade proveniente de infiltrações.

Por fim foi realizada a selagem de todo o perímetro da caixilharia em contacto com o revestimento cerâmico através da aplicação de mástique.



Figura 39 - Novo peitoril

6.4.8 Aplicação de soluções pontuais definidas em obra.

Já em fase de obra surgiu um problema na ligação entre as duas soluções de ETIC´S, devida à diferença no tipo de revestimentos entre as partes superior e inferior da fachada.

O problema consistia no escoamento de águas das chuvas na fachada. Essa água poderia posteriormente penetrar na zona de ligação e originar o destacamento do revestimento cerâmico.

A solução encontrada em obra consistiu na aplicação de um perfil pingadeira próprio para o sistema ETIC´S, normalmente utilizado nas padieiras dos vãos. O perfil foi aplicado em todo o perímetro do edifício, na zona de ligação dos dois revestimentos, fazendo deste modo o seu remate. Assim, o escoamento das águas da chuva, ao chegar á zona de ligação, passa sempre pela frente da face exterior do revestimento cerâmico, evitando-se a entrada de humidade para a zona da colagem.

Na figura 40 pode-se ver como é realizada a ligação entre os dois revestimentos.

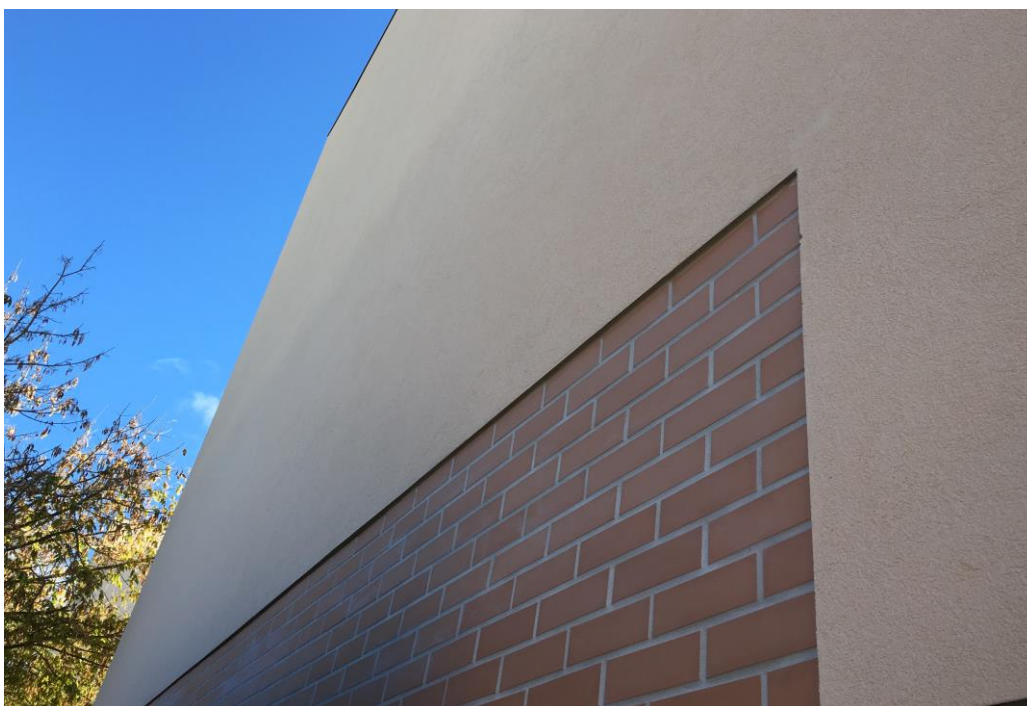


Figura 40 - Perfil pingadeira na ligação de materiais distintos

6.4.9 Limpeza e desmontagem do estaleiro

No fim de todos os trabalhos realizados, efetuaram-se as vistorias aos blocos, tendo sido analisados todos os trabalhos executados. Procedeu-se por fim à limpeza do edifício, passeios, parque de estacionamento e via pública, e finalmente à desmontagem do estaleiro.

7. Considerações Finais

Após a realização deste trabalho, conclui-se que se atingiram plenamente os objetivos inicialmente propostos.

Ao longo do estágio, foi adquirida uma enorme experiência, pois inserido numa equipa com experiência neste tipo de trabalhos de reabilitação, teve-se a oportunidade de lidar diariamente com a realidade da frente de trabalho duma obra de engenharia civil com uma dimensão considerável. O estágio proporcionou a aquisição de conhecimentos e experiência em vários domínios, desde a implementação de soluções técnicas, à direção de obra, aqui aprendendo a lidar com a gestão dos meios materiais e dos recursos humanos, para além do levantamento dos trabalhos executados para faturação.

Por outro lado, foi dada oportunidade de dar continuidade e aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos em fase escolar, transpondo-os para a prática, e igualmente sedimentado outros conhecimentos a um nível manifestamente mais aplicado.

Por último, será de referir que a natureza e a dimensão das obras objeto do estágio, se bem que exigindo um enorme empenho e uma elevada carga de trabalho, permitiram, no imediato momento subsequente à conclusão da parte escolar do mestrado, um contacto com uma realidade ao nível de engenharia, de gestão de equipas, ou mesmo empresarial, que constitui uma experiência extremamente enriquecedora em termos profissionais e pessoais.

Em jeito de conclusão, pode-se observar, nas figuras 41, 42, 43 e 44, uma comparação dos edifícios antes e depois da intervenção objeto do presente estágio.



Figura 41 - Antes da Reabilitação

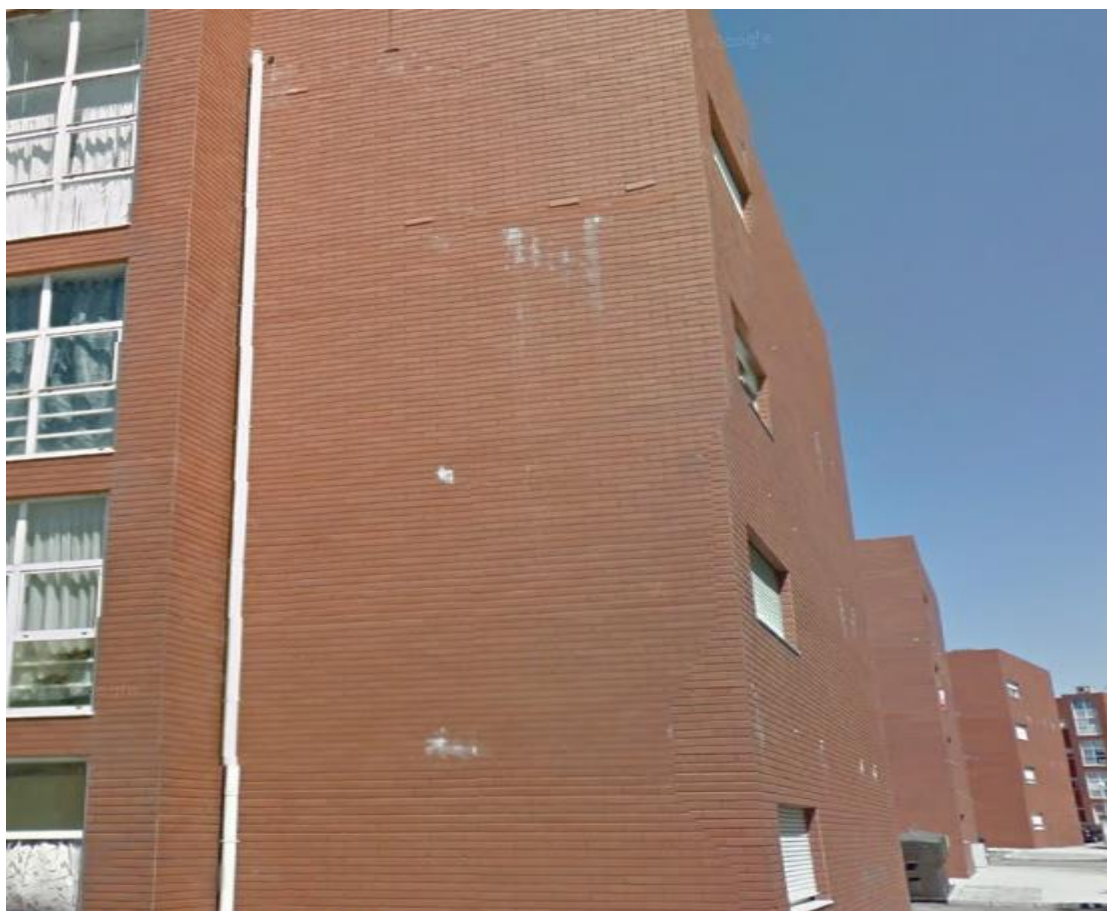


Figura 42 - Antes da Reabilitação



Figura 43 - Após a Reabilitação



Figura 44 - Após a Reabilitação

Referências Bibliográficas

- Cabral, Jerônimo. Renato Sahade.** [Online] Consultado em 12 de Maio de 2016.
<http://renatosahade.eng.br/i-workshop-luso-brasileiro-de-engenharia-diagnostica/>.
- Chaves, Ana Margarida Vaz Alves.** 2010. [engenhariacivil.com](http://www.engenhariacivil.com). [Online] Consultado em 30 de Dezembro de 2010. <https://www.engenhariacivil.com/patologia-reabilitacao-revestimentos-fachada>.
- Freitas, Vasco Peixoto.** *Patologias dos Sistemas ETIC 'S*. Porto: LFC, 2015.
- LNEC.** *Guia técnico de reabilitação habitacional*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006.
- Lucas, José A. Carvalho.** 1990. *Exigências Funcionais de Revestimentos de Paredes*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1990.
- Reabilitação Energética da Envolvente de Edifícios Residenciais*. Lisboa: DGGE, 2004.
- Weber Saint-Gobain.** *Manual Técnico Fachadas Eficientes WeberTherm*. Weber Saint-Gobain, 2015.