



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Reabilitação de Edifícios de Serviços. Casos de Estudo: Edifício Sede de Escritórios em Coimbra; Centro de Atendimento Permanente em Seia

JORGE ANDRÉ DOS SANTOS LIMA

(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na Área de Especialização em Edificações

Orientadores:

Especialista do IPL, Eng.º João António Antunes Hormigo

Júri:

Presidente: Doutor, Eng^a Carla Maria Duarte da Silva e Costa

Vogais:

Mestre, Eng.º Manuel Brazão de Castro Farinha

Especialista do IPL, Eng.º João António Antunes Hormigo

Dezembro de 2012



RESUMO

Perante a constante preocupação de melhoria das condições de conforto nos locais de trabalho, bem como a melhoria da eficiência energética dos edifícios, o presente trabalho teve como base o acompanhamento das obras de reabilitação realizadas em dois edifícios distintos, com diferentes patologias. O seu objectivo passou por:

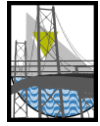
- Compreensão de algumas técnicas de engenharia utilizadas na reabilitação de edifícios de serviços, envolvendo as especialidades de civil, electricidade e máquinas, com preocupação da melhoria das classes de certificação energética e consequentemente do seu desempenho energético;
- Análise e acompanhamento das fases de preparação de caderno de encargos, análise de propostas e adjudicação num grupo empresarial de referência.

O primeiro edifício em estudo localiza-se em Coimbra. Este apresentava uma patologia pouco comum, relacionada com variações térmicas e com uma deficiente execução na fase de construção. Esta patologia originou a perda de verticalidade de duas fachadas do edifício, totalmente em caixilharia metálica. Foram analisados os relatórios de patologias bem como a solução encontrada. A solução, que foi concebida exclusivamente para este caso, consistiu na execução de juntas de dilatação no interior das referidas caixilharias. Foram ainda aplicadas juntas de dilatação nas paredes de suporte das caixilharias. Analisaram-se ainda duas auditorias (energética e da qualidade do ar interior), realizadas no edifício, que visaram a melhoria da classe de certificação energética (de B- para B) e, por conseguinte, a redução dos consumos energéticos do edifício.

A intervenção de reabilitação no segundo edifício em estudo, situado em Seia, foi alvo de acompanhamento assíduo por parte do autor. O objectivo desta reabilitação passou pela melhoria da eficiência energética e do conforto térmico e acústico dos “residentes”. Para atingir os objectivos pretendidos foi necessário envolver vários ramos de engenharia, nomeadamente Civil, Mecânica e Electricidade. As melhorias permitiram que a Classe Energética passasse de G para B-.

Palavras-chave: Reabilitação de Edifícios, Eficiência Energética, Variações térmicas, Juntas de Dilatação, Sistema de Gestão Técnica Centralizada.

N.B.: O presente documento foi redigido de acordo com a antiga caligrafia.





ABSTRACT

Faced with the constant concern to improve comfort conditions in the workplace, as well as improving energy efficiency, this thesis was based on the monitoring of rehabilitation works carried out in two separate service buildings, both showing different pathologies. The objective was to understand the engineering techniques used in the rehabilitation of service buildings and to analyze the complete tender procedures inside a service company.

The first building under study is located in Coimbra. It showed an unusual structural pathology that was related with thermal variations combined with an inefficient construction technique. Due to this the building lost verticality in its facades, made of metal frames. The deficiencies reports were analyzed as well as the proposed solution. The solution used in this building was unique and is based on the insertion of expansion joints within the façade frames. Audits to energy and indoor air quality were requested leading to an improvement of the energetic classification from B minus to B. The renovation that was carried out reduced the building energy consumption.

The rehabilitation procedures on the second building, located in Seia, were followed accurately by the author on the field. The target of this rehabilitation was to improve the energy efficiency and the thermal and acoustic comfort of the users. Several engineering branches were involved namely Civil, Mechanical and Electricity to achieve the desired goals. The improvements allowed to improve the energy certification from class G to class B minus.

In both cases the tender procedures and the solution presented were duly analyzed.

Keywords: Rehabilitation of Buildings, , Energy Efficiency, Thermal Variations, Expansion Joints, Centralized Technical Management System.





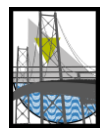
AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Engenheiro João Hormigo, orientador científico deste trabalho, pela disponibilização do material que esteve na génese do presente trabalho, bem como por toda a sua disponibilidade, ajuda, orientação e dedicação prestada ao longo de todo o desenvolvimento do presente trabalho.

Gostaria também de agradecer a todos os meus colegas e amigos, em especial ao Pedro Guedelha, Serge Graça, Gonçalo Vieira, Bruna Macedo, Paulo Marques, Vânia Queiroz, Tiago Barros e Luís Santos, por toda a amizade e apoio dado ao longo de todo o meu período académico.

Por fim, e mais importante, quero agradecer aos meus pais, António Lima e Delmira Santos, e à minha irmã, Marília Lima, por todo o apoio, carinho e paciência que me têm transmitido ao longo da minha vida.

Um muito obrigado!





ÍNDICE

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
AGRADECIMENTOS	v
ACRÓNIMOS	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento do trabalho	1
1.2 Objectivos	5
1.3 Metodologia	6
1.4 Estrutura	7
2. EDIFÍCIO SEDE DE ESCRITÓRIOS EM COIMBRA	9
2.1 Caracterização do Edifício.....	9
2.1.1 Sistema Estrutural	9
2.1.2 Fachada.....	12
2.2 Patologias do Edifício	12
2.2.1 Relatório do Eng.º João Hormigo (“Parecer Prévio – Patologias da Edificação”).....	13
2.2.2 Relatório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)	17
2.2.3 Relatório da empresa TEIXEIRA TRIGO	18
2.2.4 Análise dos relatórios de patologias	27
2.3 Projecto de Reparação	28
2.3.1 Processo de Concurso	28
2.3.2 Análise de propostas	29
2.3.3 Resultados do processo de concurso	32
2.4 Empreitada de Reparação.....	33
2.4.1 Processo de concurso	33
2.4.2 Análise de propostas	34
2.4.3 Resultados do processo de concurso	37
2.5 Intervenção Correctiva.....	39
2.5.1 Solução adoptada.....	39
2.5.2 Plano de trabalhos.....	41
2.5.3 Juntas de dilatação aplicadas no interior da caixilharia metálica.....	47
2.6 Análise da evolução após acção correctiva	49
3. Classe Energética do Edifício Sede de Escritórios em Coimbra	51
3.1.1 Auditoria Energética	51
3.1.2 Auditoria da Qualidade do Ar Interior	66
3.1.3 Medidas de melhoria da Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior	72
4. EDIFÍCIO DO CENTRO DE ATENDIMENTO PERMANENTE EM SEIA	75
4.1 Caracterização do edifício	75
4.2 Âmbito da intervenção	76
4.2.1 Patologias de Engenharia Mecânica	76
4.2.2 Patologias de Engenharia Electrotécnica.....	76



4.2.3	Patologias de Engenharia Civil.....	77
4.2.4	Desempenho Acústico.....	78
4.3	Intervenção de urgência	78
4.4	Reparação do Sistema de Climatização e Gestão Centralizada do edifício.....	79
4.4.1	Sistema de Climatização – Medidas de Melhoria Adoptadas	79
4.4.2	Abastecimento do edifício por Rede de Gás Natural	80
4.4.3	Gestão Técnica Centralizada do edifício – Medidas de melhoria adoptadas	82
4.4.4	Processo de concurso	82
4.5	Trabalhos de reparação de construção civil.....	86
4.5.1	Correcção de patologias.....	86
4.5.2	Processo de concurso	87
4.6	Reparação Acústica.....	96
4.7	Análise da evolução após intervenções correctivas.....	98
5.	CONCLUSÕES	99
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101



ANEXOS

ANEXO I – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra – Registo fotográfico do edifício;

ANEXO II – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra – Sondagens realizadas pela empresa Teixeira Trigo;

ANEXO III – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra – Projecto Teixeira Trigo – Plantas (Pisos 2 e 3), Alçados e Pormenores Construtivos das Fachadas;

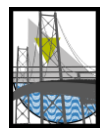
ANEXO IV – Centro de Atendimento Permanente em Seia – Registo fotográfico do edifício antes das intervenções;

ANEXO V – Centro de Atendimento Permanente em Seia – Registo fotográfico das patologias de engenharia civil;

ANEXO VI – Centro de Atendimento Permanente em Seia – Rede de abastecimento de gás natural;

ANEXO VII – Centro de Atendimento Permanente em Seia – Pormenores construtivos do tratamento acústico;

ANEXO VIII – Centro de Atendimento Permanente em Seia – Registo fotográfico do edifício após as intervenções





Índice de Figuras

Figura 1 - Programas do plano Portugal Eficiência 2015 [10]	4
Figura 2 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra	9
Figura 3 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (patologias do edifício) - Inclinações da parede e da caixilharia metálica	14
Figura 4 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (patologias do edifício) - Fendilhação ao longo da parede de suporte da caixilharia	15
Figura 5 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Sondagem de prospecção realizada	16
Figura 6 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Vista do modelo tridimensional do núcleo B 22	
Figura 7 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Configuração deformada do troço central do núcleo B.....	23
Figura 8 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Pormenorização tipo da fachada (Desenho nº40 do projecto de arquitectura)	24
Figura 9 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Esquema de negociação da proposta de adjudicação à empresa RAMOS CATARINO.....	39
Figura 10 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Ligações entre montante e laje do Piso 3 .	43
Figura 11 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Ligações entre montantes e alvenaria nova do Piso 3.....	44
Figura 12 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Pormenor das juntas de dilatação nas paredes da fachada.....	45
Figura 13 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Pormenor dos elementos metálicos situados entre os panos de alvenaria	45
Figura 14 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Representação esquemática do perfil existente na caixilharia metálica.....	48
Figura 15 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Esquemas representativos do perfil da caixilharia metálica alterado, com junta de dilatação.....	48



Figura 16 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Junta de dilatação na parede de suporte da caixilharia metálica	49
Figura 17 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Zona onde foi aplicada uma das juntas de dilatação no interior da caixilharia metálica	50
Figura 18 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - “Chiller” e Bomba de calor.....	57
Figura 19 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - UTAN A e UTAN B	58
Figura 20 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - UTAN Auditório e UTAN A2	58
Figura 21 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - “Split”.....	59
Figura 22 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - UPS	60
Figura 23 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Grupo de emergência	60
Figura 24 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Pontos de inspecção Piso 0	67
Figura 25 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Pontos de inspecção Piso 1	68
Figura 26 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Pontos de inspecção Piso 2	68
Figura 27 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Ponto de inspecção Piso 3	69
Figura 28 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Ponto de inspecção Piso 4	69
Figura 29 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Classe energética actual	73
Figura 30 - Centro de Atendimento Permanente em Seia (antes da intervenção) - Exterior	75
Figura 31 – Centro de Atendimento Permanente em Seia (antes da intervenção) - “Chillers” e ventiladores de extracção na cobertura plana	76



Figura 32 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Chaminés de exaustão nos ventiladores	78
Figura 33 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Construção de zona onde se situa a caldeira de gás natural	81
Figura 34 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Caldeira de gás natural e respectivas temperaturas	81
Figura 35 – Centro de Atendimento Permanente em Seia (Reparação Acústica) - Disposição das placas	97

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Acções consideradas no projecto de estruturas.....	21
Tabela 2 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Deslocamentos verticais e horizontais para as várias combinações de acções consideradas.....	23
Tabela 3 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (projecto de reabilitação) - Tabela resumo para cada critério de avaliação de propostas.....	32
Tabela 4 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (projecto de reabilitação) - Tabela classificativa final	33
Tabela 5 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Tabela resumo para o critério qualidade técnica	37
Tabela 6 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Tabela resumo para o critério prazo	37
Tabela 7 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2007	53
Tabela 8 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2008	53
Tabela 9 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2009	54



Tabela 10 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2010	54
Tabela 11 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Consumo energético médio do edifício	55
Tabela 12 - Anexo VI do RSECE [18]	64
Tabela 13 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Resultados obtidos para as condições nominais de funcionamento	64
Tabela 14 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Correções climáticas	64
Tabela 15 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Intervalos das Classes Energéticas.....	65
Tabela 16 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Valores ponderados de IEE e S	65
Tabela 17 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Intervalos de classes energéticas	66
Tabela 18 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Parâmetros inspeccionados	70
Tabela 19 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Equipamentos de medição utilizados.....	70
Tabela 20 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Valores máximos das concentrações medidas e valores de referência.....	71
Tabela 21 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Critérios de conformidade	72
Tabela 22 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº1 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil	90
Tabela 23 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº2 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil	91



Tabela 24 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº3 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil 92

Tabela 25 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº5 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil 93

Tabela 26 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº6 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil 94

Tabela 27 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº7 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil 95

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Dependência Energética da UE [2]. 1

Gráfico 2 - Dependência Energética dos membros da EU, em 2009 [3]. 1

Gráfico 3 - Dependência energética por sectores [3]..... 2

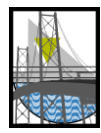
Gráfico 4 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Gráfico comparativo das propostas financeiras..... 38

Gráfico 5 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Evolução do consumo mensal de energia nos anos de 2007, 2008, 2009 e 2010 55

Gráfico 6 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Repartição do consumo energético (kWh) 56

Gráfico 7 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Gráfico QGBT 61

Gráfico 8 - Centro de Atendimento Permanente em Seia (Reparação Acústica) - Coeficiente de absorção sonora da solução acústica 97





ACRÓNIMOS

MAMAOT – Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território;

APEMIP – Associação dos Profissionais e Empresas de Mediação Imobiliária de Portugal;

PIB – Produto Interno Bruto;

EDP – Energias de Portugal;

UE – União Europeia;

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios;

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios;

SCE – Sistema de Certificação Energética;

VAB – Valor Acrescentado Bruto;

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil;

PCIC – Programa de Concurso e Instruções para os Concorrentes;

CGC – Condições Gerais do Contrato;

CEC – Condições Especiais de Contrato;

CT – Condições Técnicas;

PC – Programa de Concurso;

CV – “*Curriculum Vitae*”;

PVC – Cloreto de Polivinil (“*Polyvinyl chloride*”);

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;

SGT – Sistema de Gestão Técnica;

UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo;

QGBT – Quadro Geral de Entrada (em Baixa Tensão);

UPS – “*Uninterruptible Power Supply*”;

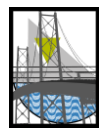
IEE – Índice de Eficiência Energética;

EPS - Poliestireno expandido;

ITE – Isolamento Térmico Exterior;

GTC – Sistema de Gestão Técnica Centralizada;

COV – Compostos Orgânicos Voláteis;

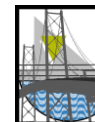


PM10 - Partículas inaláveis, de diâmetro inferior a 10 micrómetros, que constituem um elemento de poluição atmosférica;

NZEB – “Nearly Zero Energy Buildings”- Edifícios com consumo energético quase nulo;

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia;

QAI – Qualidade de Ar Interior.



1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do trabalho

Questões relacionadas com a poupança de energia, eficiência energética e desenvolvimento sustentável têm estado em destaque em cada vez mais discussões entre os responsáveis europeus. E esta presença deve-se ao facto de o consumo de energia na Europa ser enorme, produzindo a UE apenas 48% das suas necessidades energéticas [1].

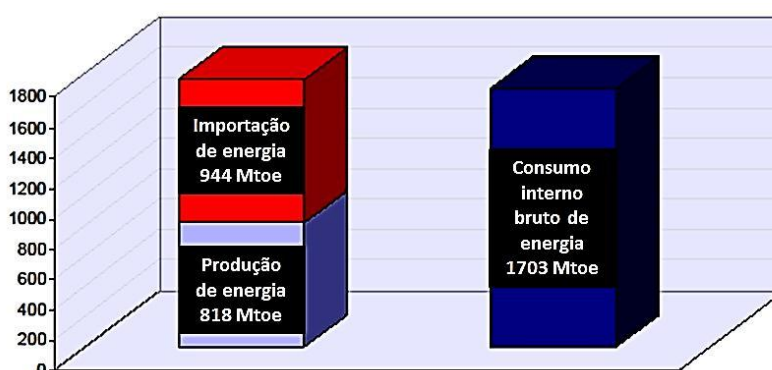


Gráfico 1 – Dependência Energética da UE [2].

Na constante dependência energética que todos os países membros da UE possuem (excepto a Dinamarca), Portugal classifica-se como um dos mais dependentes. No ano de 2009 o nosso país tinha uma dependência energética que rondava os 80% [1].

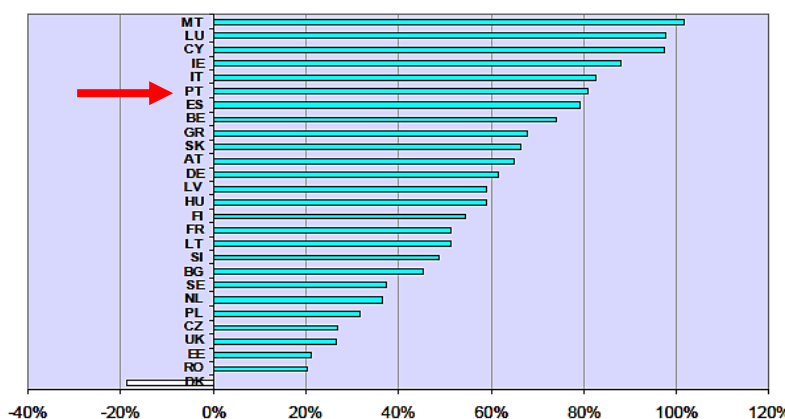


Gráfico 2 - Dependência Energética dos membros da EU, em 2009 [3].

É com base nesta realidade que surgiu, através da Comissão Europeia, a Estratégia “Europa 2020” que tem como princípio obter um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo [3], transitando para uma economia mais eficiente ao nível dos recursos. O



principal objectivo desta estratégia passa pela redução, até ao ano de 2020, em 20 % do consumo de energia primária [4].

A estratégia tem vindo a executar-se seguindo duas fases. Numa primeira fase, os Estados-Membros têm estado a estabelecer objectivos e programas nacionais em matéria de energia. A aplicação destes programas tem vindo a ser acompanhada de perto pela Comissão. Em 2013, a Comissão irá avaliar os resultados obtidos pelos programas de cada um dos Estados-Membros de modo a perceber se o objectivo global (redução em 20% do consumo de energia primária) estará ou não em causa. Se este estiver em risco de não se atingir, iniciar-se-á a segunda fase, onde a Comissão irá propor novos objectivos nacionais juridicamente vinculativos para 2020 [5].

Prevê-se que os efeitos combinados das medidas já existentes com as medidas implementadas ao abrigo desta estratégia possam gerar poupanças que poderão atingir os 1000 €/ano por agregado familiar [6], melhorar a competitividade industrial da Europa, criar até 2 milhões de postos de trabalho [5] e reduzir as emissões anuais de gases com efeito de estufa de 740 milhões de toneladas [5].

Sendo os edifícios os maiores consumidores de energia na Europa (representam cerca de 40% do consumo energético total) [1] estes apresentam uma enorme potencialidade para travar o aumento do consumo e da dependência energética. As necessidades de aquecimento, de arrefecimento e a ventilação assumem a maior cota-parte do consumo energético nos edifícios.

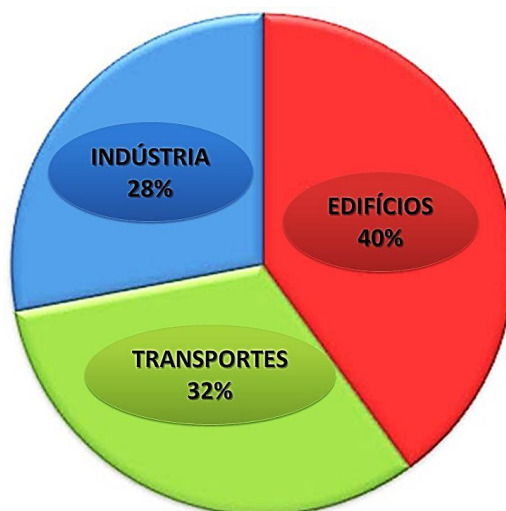


Gráfico 3 - Dependência energética por sectores [3]



Os edifícios públicos ou ocupados por serviços públicos representam cerca de 12% do parque imobiliário da EU [7] e, como tal, pretende-se que o sector público dê o exemplo ao aumentar a eficiência energética, abrangendo as aquisições e renovações de edifícios.

No que aos edifícios novos diz respeito, a partir de 2019 estes deverão atingir um nível de desempenho “com necessidades quase nulas de energia” - NZEB [8].

Em relação à reabilitação de edifícios, a Comissão obriga as autoridades públicas a remodelarem pelo menos 3% dos seus edifícios (área útil) por ano. Cada remodelação terá que permitir aos edifícios atingir o nível dos melhores 10% do parque imobiliário nacional. Quando as entidades públicas arrendarem ou adquirirem edifícios já existentes, a Comissão obriga que estes devam pertencer sempre à melhor classe disponível em termos de desempenho energético. As remodelações ou aquisições de edifícios terão que ter sempre em consideração os contratos de desempenho energético existentes [6].

De modo a potenciar a redução dos consumos energéticos e a eficiência energética nos edifícios, poderão ser implementadas medidas como:

- Realizar diagnósticos prospectivos para caracterização dos edifícios e obtenção da respectiva certificação energética (em Portugal, por exemplo, no âmbito dos regulamentos como RCCTE, RSECE);
- Proceder a melhorias ao nível dos materiais e equipamentos (por exemplo, reforço da protecção térmica nas áreas opacas da envolvente como coberturas ou pavimentos sobre espaços não aquecidos e reforço das propriedades dos vãos envidraçados) de modo a obter uma melhor classificação energética;
- Implementar sistemas de monitorização e gestão dos edifícios;
- Realizar uma melhoria nos planos de manutenção;
- Recorrer a equipamentos de energias renováveis (solar térmico, solar fotovoltaico, mini eólicas);
- Recorrer a sistemas de climatização passiva.



Como já foi referido anteriormente a dependência energética portuguesa é enorme, representando os edifícios cerca de 30% dos consumos energéticos, 60% do consumo eléctrico e apresentando-se como o segundo sector que mais contribui para as emissões de CO₂ [9].

Posto isto, e tendo por base a eficiência energética e a estratégia “Europa 2020”, surgiu em Portugal o plano Portugal Eficiência 2015. Este plano contemplou 12 programas com incidência em diferentes alavancas de eficiência energética.

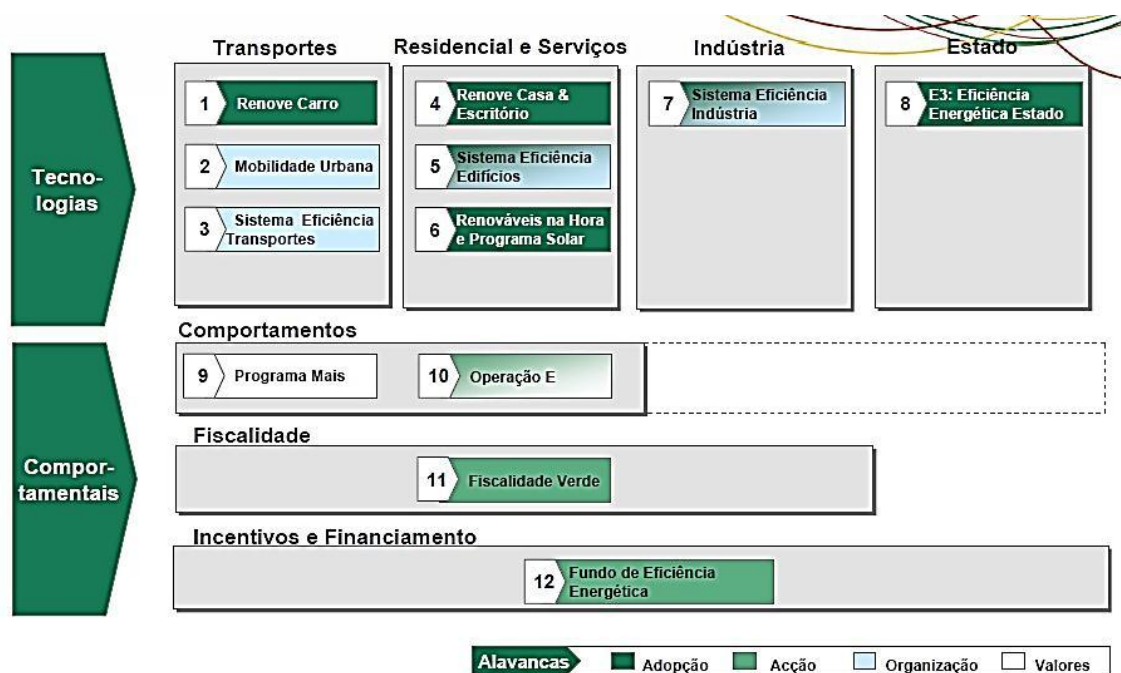


Figura 1 - Programas do plano Portugal Eficiência 2015 [10]

O plano tem como objectivos a adopção de novas tecnologias e processos organizativos bem como mudanças de comportamentos e valores que conduzam a tipologias e hábitos de consumo mais sustentáveis. O plano dividiu-se em medidas com incidência em tecnologia e inovação nos sectores de Transportes, Residencial e Serviços, Indústria e Estado e em medidas comportamentais nas áreas de Comportamentos Sociais, Incentivos e Fiscalidade. Pretende-se com estas medidas alcançar em 2015 cerca de 10% de melhoria de eficiência energética [10].

No que aos edifícios diz respeito, o plano teve como objectivo dotar os edifícios de equipamentos domésticos (electrodomésticos e iluminação) mais eficientes, quer através da substituição directa quer através do desincentivo à compra de equipamentos com desempenhos energéticos significativamente inferiores às melhores práticas já existentes



no mercado. Outro dos objectivos passou pela implementação de medidas nos parques imobiliários a necessitar de remodelação. Estas medidas passaram, por exemplo, pelo incentivo à implementação de janelas eficientes (vidro duplo e estruturas com corte térmico) e colocação de isolamentos (interiores e exteriores) [10].

É, portanto, com base nesta realidade, que o autor pretende adquirir novos conhecimentos e reforçar os obtidos ao longo dos cursos de licenciatura e mestrado em Engenharia Civil, com a elaboração do trabalho que se apresenta, sobre a reabilitação de edifícios, com enfoque em edifícios de serviços.

Dentro de um conjunto alargado de edifícios para estudo, entendeu-se que o foco do trabalho deveria incidir sobre casos pouco correntes e de multidisciplinaridade.

Assim sendo, como caso pouco corrente irá apresentar-se a intervenção correctiva efectuada no Edifício Sede de Escritórios uma grande empresa, situado em Coimbra, que apresentava uma patologia ao nível da perda de verticalidade das fachadas.

Como caso de multidisciplinaridade procedeu-se ao estudo e acompanhamento da intervenção correctiva realizada no Edifício do Centro de Atendimento Permanente de uma grande empresa, situado em Seia. Esta intervenção visou corrigir anomalias ao nível do sistema de climatização, da impermeabilização das coberturas e paredes e na gestão técnica centralizada do edifício, e contribuiu também para uma melhoria da eficiência energética do edifício, com reclassificação de classe energética.

1.2 Objectivos

Através da elaboração do presente trabalho pretende-se realizar uma análise das intervenções de reparação e reabilitação realizadas em dois edifícios distintos: Edifício Sede de Escritórios em Coimbra e Edifício do Centro de Atendimento Permanente em Seia.

A reabilitação do primeiro edifício prende-se com a resolução de patologias de origem térmica, que originaram a perda de verticalidade de duas fachadas do edifício. Pretende-se também analisar as medidas efectuadas com vista a conseguir uma melhoria da classe energética (de B- para B).



A reabilitação do segundo edifício, com forte preocupação de melhoria da sua eficiência energética (antes das medidas correctivas o edifício apresentava uma classe energética G, e após as medidas o edifício passou a enquadrar-se na classe energética B-), apresenta carácter multidisciplinar, envolvendo as especialidades de civil, de mecânica e de electricidade.

1.3 Metodologia

A abordagem metodológica do trabalho passou pela realização dos trabalhos que seguidamente se apresentam, de forma resumida:

Edifício Sede de Escritórios em Coimbra:

- Caracterização do edifício
- Resolução das patologias de origem térmica:
 - Análise dos relatórios sobre a patologia da edificação, que consistia na perda de verticalidade das fachadas;
 - Análise do processo de concurso, da análise de propostas e da proposta vencedora do concurso para projectista dos trabalhos de reparação;
 - Análise do processo de concurso, da análise de propostas e da proposta vencedora do concurso para a empreitada de reparação;
 - Análise da evolução após intervenção correctiva.
- Classe energética:
 - Análise das auditorias efectuadas no edifício e das medidas de melhoria, visando a eficiência energética e a redução dos consumos energéticos.

Edifício do Centro de Atendimento Permanente em Seia:

- Caracterização do edifício;



- Análise dos relatórios sobre patologias da edificação, com problemas no sistema de climatização, na gestão técnica centralizada do edifício e na impermeabilização das coberturas e paredes;
- Análise do processo de concurso, análise de propostas e da proposta vencedora do concurso para os trabalhos de reparação do sistema de climatização e da gestão técnica centralizada;
- Análise do processo de concurso, da análise de propostas e da proposta vencedora do concurso para os trabalhos de reparação de civil;
- Acompanhamento das obras de abastecimento do edifício por rede de gás natural, da reparação do sistema de climatização, gestão centralizada do edifício e de construção civil;
- Análise de intervenção realizada visando a melhoria acústica no interior do edifício;
- Análise da evolução após intervenções correctivas.

1.4 Estrutura

O presente trabalho contempla cinco capítulos, cujo conteúdo se sintetiza em seguida:

- No primeiro capítulo realizou-se uma abordagem ao tema e ao tipo do trabalho realizado, onde se referiram os aspectos gerais, os objectivos, a metodologia utilizada e a estrutura do trabalho. Abordou-se ainda, de um modo geral, um exemplo de estratégia europeia para a eficiência energética (“Europa 2020”), com enfoque no contributo que o parque imobiliário poderá ter na redução dos consumos energéticos. Também foi abordado o plano “Portugal Eficiência 2015” que pretende alcançar 10% de melhoria de eficiência energética até 2015 no nosso país;
- No segundo capítulo, e nos subcapítulos correspondentes, procedeu-se à caracterização do Edifício Sede de Escritórios em Coimbra, à análise dos três relatórios de patologias disponíveis sobre o edifício, analisaram-se os processos



de concurso e análise de propostas do projecto e empreitada de reparação e abordou-se a intervenção correctiva realizada (com enfoque na execução de juntas de dilatação no interior das caixilharias).

- No terceiro capítulo analisaram-se as auditorias (energética e de qualidade do ar interior) realizadas no edifício, bem como as medidas propostas visando a melhoria da classe energética, de B- para B;
- No quarto capítulo, e nos subcapítulos correspondentes, procedeu-se à caracterização do Centro de Atendimento Permanente em Seia, abordaram-se as patologias existentes no edifício (que abrangiam os ramos de construção civil, engenharia mecânica, electricidade e acústica), a intervenção de urgência que foi realizada e as intervenções correctivas que foram executadas. Analisaram-se igualmente os processos de concurso e análise de propostas dos trabalhos realizados;
- No quinto capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho realizado.



2. EDIFÍCIO SEDE DE ESCRITÓRIOS EM COIMBRA

2.1 Caracterização do Edifício

O edifício em estudo situa-se na Avenida Urbano Duarte, em Coimbra e tem cerca de 12 anos, sendo o projecto datado de Outubro de 1998.

O projecto de arquitectura é da autoria de *Vasco da Cunha – Arquitectura e Planeamento Urbanístico Lda*, o projecto de estruturas foi concebido pela empresa *TRIEDE* e a obra executada pela empresa *EDIFER*.



Figura 2 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra

2.1.1 Sistema Estrutural

O edifício possui dois corpos estruturais independentes (núcleos A e B (as anomalias detectadas encontravam-se no núcleo B)), sendo separados por uma junta de dilatação.

A nível estrutural, encontra-se constituído por 7 pisos, 4 pisos acima do solo (pisos 1 a 4) e 3 pisos a nível do subsolo (pisos -2, -1 e piso 0). Os pisos -2 e -1 estão destinados a garagens, salas técnicas e armazéns. O piso 0 é ocupado por garagem no núcleo B e por um auditório no núcleo A. No piso 1 do núcleo A encontram-se alguns escritórios, a recepção do edifício e um pequeno auditório enquanto no núcleo B existe o posto médico para uso do pessoal. Os pisos 2 e 3, em ambos os núcleos, são destinados, na sua maioria, a serviços administrativos. O piso 4, no núcleo A, é destinado a gabinetes e sala de refeição da administração.



A planta do edifício tem um formato em forma de troço de coroa circular com cerca de 60 metros de comprimento e 16 metros de largura.

- Componentes estruturais:

Betões

Estruturas de betão armado com algumas zonas pré-esforçadas. A generalidade da estrutura (incluindo as fundações) apresenta betão de classe de resistência C25/30, apresentando nas zonas de pré-esforço classe C30/37.

Aços

A400NR (Betão armado); ASTM-A 416-80 “Grade” 270, ASTM-A 722-80 ou BS 5896-1980 Aço Super, “Euronorm” 138-79 Aço Super (Betões pré-esforçados).

- Elementos estruturais:

Pilares

Os pilares encontram-se dispostos de forma radial, ao longo de três eixos circulares (eixo do intradorso afastado 7,40 metros do eixo central, e este afastado 6,00 metros do eixo do extradorso). No que se refere ao afastamento entre pilares, estes são variáveis. Ao longo do eixo do intradorso o afastamento é de aproximadamente 5,00 metros, no eixo central é de 5,70 metros e ao longo do eixo do extradorso é de 6,30 metros.

Acima do piso 2 as secções correntes dos pilares são de 0,30 por 0,40 m², entre o piso 1 e piso 2, no eixo central, a secção dos pilares é de 0,75 por 0,40 m².

Paredes estruturais

O edifício apresenta paredes de betão armado, com 0,20 metros de espessura, na periferia das comunicações verticais.



Lajes

As lajes são fungiformes aligeiradas na generalidade dos pisos (com vãos compreendidos entre 7,50 e 4,00 metros) e são maciças pré-esforçadas nos pisos em elevação do edifício sobre a Av. Cónego Urbano Duarte (com vãos de 12,60 metros).

As lajes fungiformes aligeiradas têm uma espessura de 0,325 metros, correspondendo a uma espessura de lâmina de compressão de 0,10 metros.

As lajes pré-esforçadas dos pisos elevados têm nervuras com 1,40 metros de largura e 0,45 metros de altura com afastamento entre si de 3,60 metros.

Vigas de bordo

Existem vigas de bordo ao longo do limite das lajes.

No que diz respeito à sua secção, esta varia de piso para piso, devido a imperativos arquitectónicos. Assim sendo, no piso 2 as vigas são invertidas, com secção rectangular com 0,70 metros de altura e 0,30 metros de largura. No piso 3 as vigas de bordo possuem uma altura de 1,25 metros variando a largura destas entre 0,08 e 0,30 metros. No piso 4, que corresponde à cobertura, e devido à existência de guardas periféricas de betão armado na cobertura com espessura de 0,15 metros, alturas de 0,40 metros (no intradorso) e 1,30 metros (no extradorso), as vigas de bordo têm uma altura de 1,65 metros do lado do intradorso e 2,55 metros do lado do extradorso.

- Fundações:

Fundações

As fundações são directas por sapatas.

Solo

Grés em estados distintos de compacidade e resistência, de são a muito alterado.



- Frequência própria do edifício:

Entre 2,1 Hz e 2,7 Hz. As frequências foram calculadas através de uma análise dinâmica.

2.1.2 Fachada

A fachada do lado extradorso está orientada a Sudeste e a fachada do lado intradorso está orientada a Noroeste e ambos os lados apresentam desenvolvimento curvo em planta. Os desenvolvimentos da fachada do intradorso e do extradorso são de 32,90 e 49,20 metros, respectivamente. Nos pisos 2 e 3, ao longo de praticamente todo o desenvolvimento das fachadas, existem vãos envidraçados de grande comprimento.

As fachadas são ventiladas e revestidas com painéis de revestimento [11], estando a fachada isolada pelo exterior através da presença de placas de isolamento térmico com 0,04 metros de espessura [12]. Este revestimento cobre as duas faces das guardas periféricas da cobertura.

Entre a laje de pavimento e a face inferior dos envidraçados apenas existem panos de alvenaria dupla de tijolo, constituídos, do exterior para o interior, por alvenaria de tijolo furado (espessura 0,20 metros), caixa-de-ar (espessura 0,04 metros) e alvenaria de tijolo (espessura 0,15 metros). Estes panos de alvenaria dupla têm cerca de 0,65 metros de altura no piso 2 e 1,00 metros no piso 3.

2.2 Patologias do Edifício

Após a detecção, no dia 17 de Fevereiro de 2010, da perda de verticalidade das fachadas do piso 3 do núcleo B, foram efectuadas visitas técnicas ao local pelo Eng.º João Hormigo, como representante do proprietário do edifício (nos dias 19 de Fevereiro e 3 de Março de 2010), pelo Investigador Principal do Departamento de Estruturas do LNEC, Eng.º Manuel Pipa, no dia 4 de Março de 2010 e pelos Engenheiros da empresa que venceu o concurso para projectista dos trabalhos de reparação, *TEIXEIRA TRIGO*, Ana Rita Branco e João Leite Garcia (nos dias 8 de Abril e 6 de Maio, de 2010). Todas estas visitas técnicas resultaram na elaboração dos respectivos relatórios.



2.2.1 Relatório do Eng.º João Hormigo (“Parecer Prévio – Patologias da Edificação”)

Como foi atrás mencionado foram efectuadas, pelo Eng.º João Hormigo, duas visitas técnicas ao local de modo a observar as anomalias apresentadas pela edificação, recolher peças escritas e desenhadas do projecto de execução, analisar as causas prováveis das anomalias detectadas e propor recomendações.

Durante a primeira visita, dia 19 de Fevereiro de 2010, foram recolhidos os projectos de arquitectura e estabilidade (datados de 1998) produzidos pela empresa *TRIEDE*, o Estudo Geológico/Geotécnico produzido pela empresa *GEOMA* e efectuou-se uma visita geral e uma análise detalhada das zonas afectadas.

Na segunda visita, dia 3 de Março de 2010, foi efectuado um exame “in situ”, detalhado, que serviu para complementar a informação recolhida durante a primeira visita, permitir um melhor diagnóstico das causas prováveis e propor as soluções mais apropriadas.

2.2.1.1 Anomalias detectadas

2.2.1.1.1 Exterior do edifício

Deformação visível dos painéis de revestimento da fachada, ao nível do piso 3, com maior expressão no lado extradorso da zona curva do edifício.

2.2.1.1.2 Interior do edifício

- Piso 3

No lado extradorso do edifício foram detectadas, através de medições no local:

- Perda de verticalidade da fachada, com inclinação para o exterior da parede de suporte da caixilharia com cerca de 3,8° e conseqüente inclinação para o interior da caixilharia metálica;



Figura 3 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (patologias do edifício) - Inclinações da parede e da caixilharia metálica

- Fendilhação entre a laje do pavimento de piso e a parede de suporte da caixilharia metálica que se encontra apoiado na laje. As fendilhações variavam entre os 0,5 mm e 3,5 mm ao longo de toda a fachada, em contínuo;
- Deslocamento, expressivo, entre a laje do pavimento e a parede de suporte da caixilharia metálica;
- Deformação da caixilharia metálica, registando-se vincos das chapas metálicas que constituíam os peitoris das janelas e deformação das chapas metálicas das molduras no topo das caixilhariarias.

No lado intradorso do edifício foram detectadas, através de medições no local:

- Perda de verticalidade da fachada, com inclinação para o interior da parede de suporte da caixilharia com cerca de 1,5° e conseqüente inclinação para o exterior da caixilharia metálica;
- Fendilhação ao longo de parte da fachada, sensivelmente a meia altura da parede de suporte da caixilharia metálica.

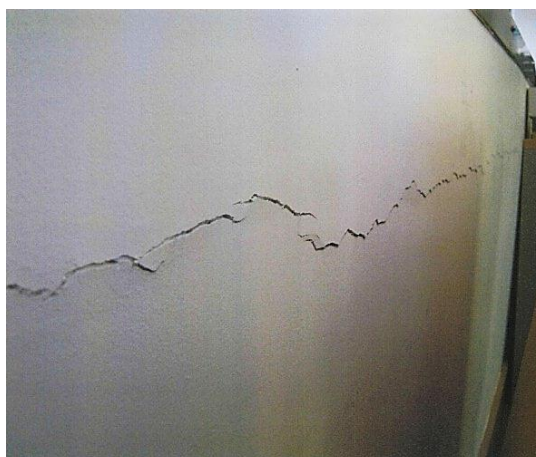


Figura 4 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (patologias do edifício) - Fendilhação ao longo da parede de suporte da caixilharia

- Piso 2

No piso 2 observou-se fendilhação paralela à laje do referido piso. Esta fendilhação era no entanto menos expressiva quando comparada com a fendilhação do piso 3. Não se observou perda de verticalidade da fachada.

- Juntas de dilatação

O material que preenche as juntas de dilatação entre os corpos A e B apresentava, em algumas delas, um ligeiro grau de degradação. No entanto, do ponto de vista estrutural, esta degradação não foi considerada relevante.

- Laje do tecto do piso 1

Foi relatado pelo gestor do edifício que teria ocorrido uma evolução de fissuração, nos tectos falsos.

Após a remoção do alçapão do tecto e inspecção visual da laje do tecto do piso 1, não se detectou nesta qualquer fissuração, deformação ou qualquer outra patologia estrutural. Concluiu-se, portanto, que a fendilhação presente nos tectos falsos em gesso cartonado se deveu a uma incorrecta instalação dos pendurais de suporte do tecto falso.

2.2.1.2 Causas prováveis

Numa primeira análise, não foi possível, ao Eng.º João Hormigo, explicar por que razão o piso 2 não apresentava patologias dignas de registo, visto este piso possuir uma exposição solar semelhante ao piso 3, piso altamente afectado pela patologia detectada.

Recorreu-se, então, a prospecção com recurso a meios mecânicos e verificou-se que no piso 3 a parede de suporte da caixilharia era constituída por dois panos de tijolo cerâmico furado, separados por caixa-de-ar, e no piso 2 existia um murete constituído por betão armado, com altura de cerca de 0,35 metros, que suportava a parede de suporte da caixilharia. Este murete de betão armado encontrava-se ligado à laje do piso 2, o que não acontecia no piso 3, em que a parede de suporte da caixilharia estava “apenas apoiada” na laje deste piso.



Figura 5 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Sondagem de prospecção realizada

Como não foi possível determinar com exactidão as causas que provocaram as anomalias existentes, o Eng.º João Hormigo, apontou como causas prováveis os gradientes de temperatura existentes entre o exterior e o interior que possivelmente provocaram deformação dos elementos metálicos das fachadas, elementos estes que não apresentavam qualquer elemento estrutural de ligação entre as lajes de pavimento e de tecto.

Ainda como causa provável, a concepção do edifício em curvatura, com grandes vãos envidraçados e o processo construtivo, poderão ter contribuído para o aparecimento das anomalias detectadas.



2.2.1.3 Recomendações

De modo a determinar a evolução das anomalias foram colocados “testemunhos” de gesso, unindo bordos de fendas, na zona mais afectada, e foi pedido, pelo Eng.º João Hormigo, o envolvimento do LNEC, de modo a determinar a causa das patologias detectadas e efectuar as consequentes correcções.

Por fim, foi considerado, pelo Eng.º, que apesar de existir na altura uma estabilização aparente da fendilhação, este facto não garantia que as deformações tivessem atingido o seu epílogo.

2.2.2 Relatório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)

Após a solicitação feita pelo Eng.º João Hormigo, no dia 17 de Fevereiro de 2010, deslocou-se ao local, no dia 04 de Março do mesmo ano, o Investigador Principal do Departamento de Estruturas do LNEC, Eng.º Manuel Pipa, de modo a observar as anomalias detectadas.

2.2.2.1 Anomalias detectadas

Durante a visita atrás referida foram executadas sondagens que permitiram ao Investigador do LNEC identificar as soluções construtivas que foram adoptadas na execução das fachadas, aquando da construção do edifício e foram também disponibilizados, e posteriormente analisados, os projectos de arquitectura e de estruturas do edifício.

Após a referida visita foi também possível constatar, pelo Investigador do LNEC, que as fachadas Norte e Sul do corpo curvo do edifício se encontravam desaprumadas, ao nível do piso 3. Como tal, verificou-se que a zona opaca em alvenaria na fachada Sul se encontrava rodada para o exterior do edifício cerca de 4º e a fachada Norte se encontrava rodada para o interior, na mesma direcção. A caixilharia fixada na parte superior à estrutura do edifício acompanhou os movimentos da alvenaria ao nível do parapeito do vão envidraçado, apresentando um desaprumo semelhante ao revelado nas fachadas.



2.2.2.2 Causas prováveis

Após as análises das sondagens efectuadas e das peças desenhadas disponibilizadas foi concluído que a solução construtiva adoptada para as fachadas do edifício em estudo apresentava deficiências de concepção, nomeadamente no que diz respeito à ausência de juntas, elementos de travamento e de confinamento.

Foi constatado também que as anomalias detectadas poderão ter ocorrido devido a fenómenos de origem térmica que poderão ter causado deformações diferenciais nos vários elementos da fachada.

2.2.2.3 Recomendações

O relatório elaborado pelo LNEC conclui que a situação em que se encontrava a fachada do edifício poderia pôr em causa a segurança de pessoas e bens e, como tal, foi recomendado que deveria ser executada uma intervenção de reparação a curto prazo.

2.2.3 Relatório da empresa TEIXEIRA TRIGO

Nos dias 8 de Abril e 6 de Maio, do ano de 2010, o edifício em estudo foi visitado pelos Engenheiros da empresa *TEIXEIRA TRIGO*, daí resultando um capítulo, na memória descritiva do projecto de reabilitação, sobre a descrição das anomalias encontradas no edifício.

2.2.3.1 Anomalias detectadas

Foram detectadas as seguintes anomalias:

- Piso 3
 - Deformação dos painéis de revestimento;
 - Desaprumo das fachadas e dos vãos. Desaprumo para o interior do edifício com deformação horizontal máxima, ao nível do peito da janela, de 0,035 metros, na fachada do intradorso. Desaprumo para o exterior do edifício com deformação horizontal máxima, ao nível do peito da janela, de 0,06 metros, na fachada do extradorso;



- Impossibilidade de abertura de algumas janelas;
 - Fissura horizontal, a cerca de 0,20 metros do peito do vão, no pano interior de alvenaria da fachada do intradorso. Na fachada do extradorso a fissura existente encontrava-se ao longo do apoio do pano de alvenaria interior na laje de betão. A fissura encontrava-se ainda no apoio do pano de alvenaria exterior;
 - As anomalias detectadas, ao nível deste piso, atingiam expressão máxima a meio do desenvolvimento em planta das fachadas.
- Piso 2
 - Não se detectou perda de verticalidade das fachadas;
 - Existiam fendas horizontais ao longo da interface de apoio da parede de alvenaria sobre a viga invertida de bordo da laje.
 - Foram detectadas, em ambos os pisos, fissuras verticais de pequena abertura.

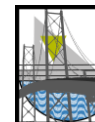
2.2.3.2 Sondagens realizadas

Por indicação dos referidos Engenheiros, foram realizadas oito sondagens, quatro no piso 2 (sondagens S1.2, S2.2, S3.2 e S4.2) e quatro no piso 3 (sondagens S1.3., S2.3, S3.3 e S4.3), nas zonas que se documentam no ANEXO II. A realização destas sondagens visou a observação da parede em continuidade e as ligações que se estabeleciam entre os dois panos de alvenaria da parede de suporte da caixilharia e entre a parede e os elementos estruturais. Pretendeu-se também observar as ligações existentes entre a parede e o parapeito e os caixilhos dos vãos.

- Análise das sondagens:

Após a observação das referidas sondagens foi possível verificar que:

- A constituição das paredes não correspondia exactamente ao que tinha sido previsto na fase de projecto;



- Na base e entre os panos de alvenaria da parede, existia uma caleira com secção em meia-cana e tubos de drenagem para o exterior;
- No topo da parede, e de modo a servir de cofragem ao lintel de betão executado sobre os panos de tijolo, existia uma fiada de tijolo colocada ao baixo. Admitiu-se que esta peça tivesse a largura total da parede, cerca de 0,36 metros;
- Após observação da sondagem S2.3, em que se desmontou o pavimento interior para observação da ligação parede/laje, constatou-se que o pano de tijolo interior se encontrava assente sobre uma tela de impermeabilização. Ainda nesta sondagem procedeu-se à desmontagem de uma chapa do parapeito para observação da junta entre chapas, e constatou-se que entre as chapas existia uma outra chapa, de pequenas dimensões, aplicada com mastique.
- Foi detectada, após análise das sondagens realizadas ao nível do piso 3, a presença de uma rede de fibra contida no reboco da face interior. Na sondagem S2.3 esta rede foi detectada na base da parede do extradorso e nas sondagens S3.3 e S4.3, a referida rede de fibra, encontrava-se a cerca de 0,20 metros do parapeito, na parede do intradorso. Calculou-se que a aplicação desta rede se deveu a reparações antigas, executadas na fase final da obra, uma vez que o reboco aplicado apresenta uma coloração diferente do restante reboco da parede.

2.2.3.3 Análise estrutural

De modo a ser realizada uma análise estrutural do edifício procedeu-se à modelação tridimensional do corpo estrutural do núcleo B do edifício. Foi utilizado o programa de cálculo SAP2000 “Structural Analysis Program” para se efectuar a simulação do comportamento da estrutura e determinação da deformabilidade das lajes e torção das fachadas.

2.2.3.3.1 Acções

No projecto de estruturas inicial foram consideradas as seguintes acções:



Tabela 1 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Acções consideradas no projecto de estruturas

Peso próprio da estrutura	
Betão Armado	25,0 kN/m ³
Revestimentos	1,50 kN/m ²
Paredes divisórias (equivalente por m ² de laje)	1,80 kN/m ²
Paredes em fachadas	10,00 kN/m
Pisos Correntes	
Restantes cargas permanentes	3,30 kN/m ²
Sobrecargas: Utilização sem concentração especial ($\psi_0 = 0,7$; $\psi_1 = 0,6$; $\psi_2 = 0,4$)	3,30 kN/m ²
Cobertura	
Restantes cargas permanentes	1,50 kN/m ²
Sobrecargas ($\psi_0 = 0,0$; $\psi_1 = 0,0$; $\psi_2 = 0,0$)	2,00 kN/m ²
Acção da temperatura	
Considerada variação uniforme de temperatura $\pm 15^\circ$ C no cálculo da estrutura ($\psi_0 = 0,6$; $\psi_1 = 0,5$; $\psi_2 = 0,3$)	

2.2.3.3.2 Combinações de acções

No projecto de estruturas inicial considerou-se, para a verificação da segurança aos estados limites de deformação, as seguintes combinações:

Acção de base: sobrecarga	$Sd_{freq\ SC} = 1,00 G + \psi_1 Q + \psi_2 T$
Acção de base: temperatura	$Sd_{freq\ T} = 1,00 G + \psi_1 T + \psi_2 Q$

No entanto, no estudo efectuado pelos Engenheiros da empresa *TEIXEIRA TRIGO* foi considerado que seria mais adequado a utilização da seguinte combinação rara de acções:

Acção de base: temperatura	$Sd_{rara\ T} = 1,00 G + 1,00 T + \psi_1 Q$
----------------------------	---

Ainda no estudo da empresa *TEIXEIRA TRIGO* foi considerada a seguinte combinação de acções (com coeficiente de fluência de $\phi = 2,00$), para a determinação das deformações a longo prazo:

Acção de base: temperatura	$Sd_{\infty} = (1,00 + \phi) (G + \psi_2 Q) + 1,00 T$
----------------------------	---

(Legenda: G – Carga Permanente; Q – Sobrecarga; T – Temperatura.)

2.2.3.3.3 Modelação estrutural

Como referido anteriormente utilizou-se o programa de cálculo SAP2000 “Structural Analysis Program”, para se proceder à modelação tridimensional do núcleo B do edifício.

A modelação foi realizada associando pilares e paredes a elementos finitos de peça linear e lajes e vigas a elementos finitos planos, sendo a cada um atribuídas as propriedades relativas às suas dimensões. A cada elemento finito foram aplicadas as acções atrás mencionadas. A análise realizada foi estática em regime elástico.

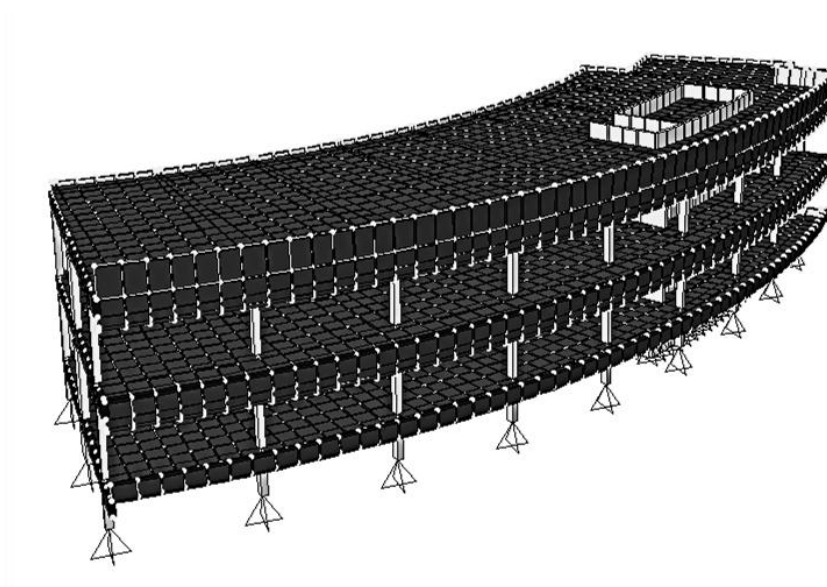


Figura 6 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Vista do modelo tridimensional do núcleo B

2.2.3.3.4 Análise dos resultados da análise estrutural do núcleo B do edifício

Para as várias combinações de acções foi observada a configuração da deformada, permitindo as seguintes conclusões:

- Os deslocamentos verticais para as combinações frequentes são da mesma ordem de grandeza;

- A combinação cuja acção variável base é a temperatura apresenta deslocamentos horizontais superiores aos que se verificam para a combinação cuja acção variável base é a sobrecarga;
- No que diz respeito às combinações rara e a longo prazo, estas apresentam valores de deslocamento, naturalmente, superiores;

São apresentados de seguida a configuração deformada do troço central do edifício e os deslocamentos obtidos para as várias combinações de acções.

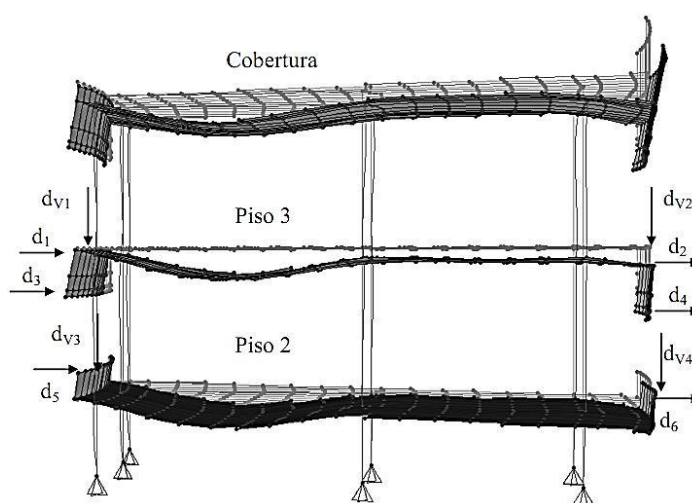


Figura 7 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Configuração deformada do troço central do núcleo B

Tabela 2 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Deslocamentos verticais e horizontais para as várias combinações de acções consideradas

		Comb. frequente $S_{d_{reqSC}} = 1,00G + \psi_1 Q + \psi_2 T$ [mm]	Comb. frequente $S_{d_{reqSC}} = 1,00G + \psi_1 T + \psi_2 Q$ [mm]	Combinação rara $S_{d_{maxT}} = 1,00G + 1,00T + \psi_1 Q$ [mm]	Comb. longo prazo $S_{d_{\infty}} = (1,00 + \varphi)(G + \psi_2 Q) + 1,00 T$ [mm]
Deslocamentos verticais	dv1	0.6	0.6	0.6	1.8
	dv2	3.7	3.6	3.6	10.9
	dv3	0.0	0.1	0.0	0.2
	dv4	2.7	2.6	2.7	7.9
Deslocamentos horizontais	d1	0.6	1.1	2.3	2.0
	d2	0.8	1.3	2.5	2.6
	d3	-1.5	-1.9	-3.1	-4.5
	d4	-1.0	-1.2	-2.1	-3.0
	d5	0.6	0.9	2.0	1.9
	d6	1.2	1.6	2.8	3.8

2.2.3.4 Variações diferenciais de temperatura

Aquando da visita dos Engenheiros Ana Rita Branco e João Leite Garcia ao edifício foi-lhes comunicado que a climatização deste se mantinha permanentemente em funcionamento (tal facto foi também referido ao autor do presente trabalho, pelo Eng. João Hormigo). Assim sendo, admitiu-se que a temperatura interior do edifício rondasse, permanentemente, 20° C. Como a temperatura exterior é, naturalmente, variável, os elementos da fachada estão sujeitos a variações de temperatura. Considerou-se portanto que os elementos da fachada poderão ter estado sujeitos a variações de temperatura diferenciais superiores a 20° C. No inverno com temperatura exterior mínima na ordem dos 0° C e temperatura interior aquecida a rondar os 20° C e no verão com temperatura exterior máxima a rondar os 40° C e temperatura interior arrefecida na ordem dos 20° C. Actualmente e após correcção do sistema de AVAC, o funcionamento dos sistemas de climatização decorre apenas no período 07-20 horas nos dias úteis (ficando desligados nos fins de semana e no período 20-07 horas).

Como foi analisado anteriormente nas sondagens realizadas foi detectada a presença de um lintel de betão sobre os panos de alvenaria. Após a observação da pormenorização das fachadas do projecto de arquitectura inicial, e tendo em conta a geometria dos painéis de revestimento, foi admitido que a face exterior do lintel não se encontrava protegida com isolamento térmico.

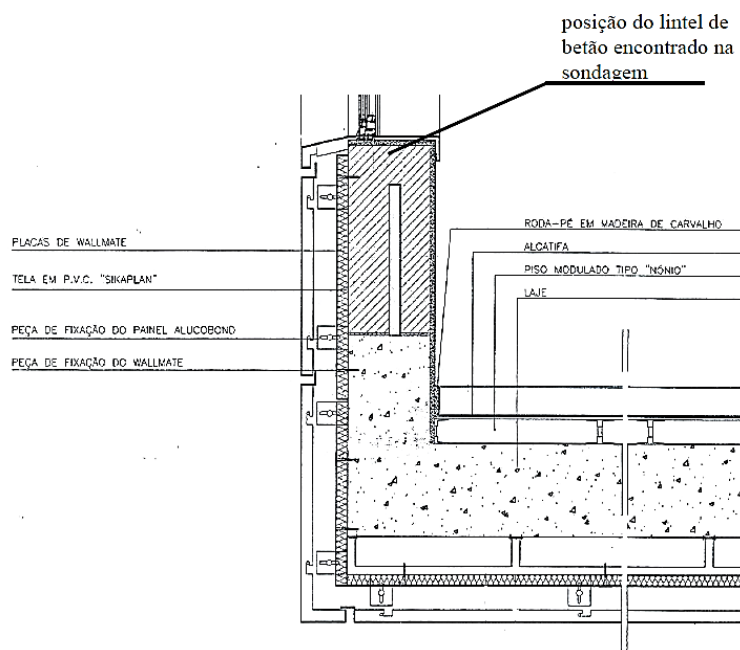


Figura 8 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Pormenorização tipo da fachada (Desenho nº40 do projecto de arquitectura)



De modo a simular o comportamento da parede de alvenaria de suporte da caixilharia da fachada e, em particular, do lintel de betão quando sujeito a variações uniformes e diferenciais de temperatura, recorreu-se a modelos simplificados de análise de um pórtico.

Os resultados obtidos neste tipo de modelação foram alvo, por parte dos referidos Engenheiros, de uma observação crítica, uma vez que existiram algumas indeterminações que os modelos simplificados não permitiram determinar, tais como:

- Características mecânicas exactas das alvenarias, o seu estado de fendilhação, a resistência da sua ligação aos restantes elementos e a sua constância destas características ao longo do desenvolvimento da parede de suporte;
- Condições de apoio e ligação dos extremos do lintel de betão;
- A modelação elástica linear de elementos que foram sujeitos a deformações e esforços que já provocaram a sua rotura, afastando-se significativamente o seu comportamento da formulação adoptada;
- O valor da variação diferencial de temperatura a considerar.

Assim sendo, verificou-se que as deformações horizontais obtidas podiam variar entre 0,10 mm e 70 mm, devido a pequenas alterações das características geométricas ou das condições de apoio dos elementos.

2.2.3.5 Causas prováveis

Perante as análises realizadas, os Engenheiros Ana Rita Branco e João Leite Garcia apontaram como causas prováveis das anomalias detectadas os seguintes aspectos:

- Ausência aparente de elementos de confinamento ou travamento dos panos de alvenaria da fachada e do lintel de betão;
- Ausência da ligação entre panos de alvenaria com grampos de arame zincado ($\Phi 5$ mm espaçados de 1,5 metros) que se encontrava prevista nas condições especiais do projecto de arquitectura;



- Na consulta efectuada às peças do projecto não foram identificadas referências a montantes ou cintas de betão armado que serviriam para efectuar o travamento das alvenarias. Existia apenas a indicação de que as alvenarias seriam travadas aos pilares através de grampos de $\Phi 6$ mm. Esta ligação é, no entanto, impossível, uma vez que a localização dos pilares exteriores relativamente aos panos das paredes não o permite;
- A deformação estrutural do edifício de betão armado poderá ter contribuído moderadamente para o aparecimento das anomalias, devido ao sentido de rotação das vigas periféricas. No entanto, os valores dos deslocamentos obtidos na estrutura para as acções verticais e para as variações de temperatura eram consideravelmente inferiores aos medidos “in situ”;
- A deformação do lintel de betão quando sujeito a uma variação diferencial de temperatura poderá ter provocado, em grande parte, a deformação apresentada nas fachadas;
- A inexistência de juntas de dilatação terá agravado a deformação das paredes de alvenaria e do lintel de betão.

2.2.3.6 Recomendações

Por fim, no relatório elaborado pelos Engenheiros da *TEIXEIRA TRIGO*, foi recomendado que se procedesse à correcção das anomalias através da incorporação de juntas de dilatação nas paredes e nos caixilhos, bem como a adopção de uma estrutura de betão armado ligada à estrutura do edifício, que servisse para efectuar o confinamento das alvenarias. Deveria ainda proceder-se à aplicação de isolamento térmico até ao topo da parede, incluindo a face do lintel de betão.



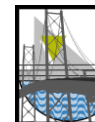
2.2.4 Análise dos relatórios de patologias

Após a análise dos três relatórios que foram atrás referidos pode concluir-se que a causa mais provável da patologia identificada se deveu às bruscas variações térmicas existentes entre o interior e o exterior do edifício.

No piso 3, estes gradientes térmicos, provocaram, provavelmente, deformações nas estruturas metálicas das fachadas. Estas deformações, aliadas ao facto de as paredes de alvenaria de suporte das estruturas metálicas das fachadas e o lintel de betão, detectado sobre os panos de alvenaria, não conterem elementos de confinamento e travamento (as paredes apenas se encontravam “apoiadas” na laje) motivaram, provavelmente, a rotação de toda a estrutura (parede-caixilharia) provocando a sua perda de verticalidade. As deformações das paredes de suporte, das caixilharias metálicas e do lintel de betão foram, seguramente, agravadas pela ausência de juntas de dilatação.

No piso 2 não se verificou a perda significativa de verticalidade das fachadas, possivelmente devido à presença de um pequeno murete em betão armado que suportava as paredes de alvenaria e as estruturas da caixilharia. Este murete encontrava-se convenientemente ligado à laje do piso 2. Porém, também neste piso foi notada a ausência de juntas de dilatação nas paredes de suporte da caixilharia e, como tal, a inclusão destas na obra de reparação que foi executada tornou-se conveniente de modo a prevenir que futuramente pudessem vir a aparecer patologias do mesmo género da que foi detectada no piso superior.

Ainda como causas prováveis, mas com uma menor influência na patologia detectada, encontram-se a própria morfologia do edifício, em curvatura, com grandes vãos envidraçados e a deformação estrutural do edifício (devido ao sentido de rotação das vigas periféricas).



2.3 Projecto de Reparação

2.3.1 Processo de Concurso

Em Abril de 2010 a entidade responsável pela gestão do edifício, Direcção de Instalações, em nome da entidade proprietária, iniciou o Processo de Concurso para propostas de preços para a elaboração de projecto de reabilitação do Edifício Sede de Escritórios em Coimbra.

Os documentos que integraram o Processo de Concurso foram os seguintes:

- Programa de Concurso e Instruções para os Concorrentes (PCIC);
- Condições Gerais do Contrato (CGC);
- Condições Especiais do Contrato (CEC);
- Condições Técnicas (CT);
- Anexo onde constavam os relatórios de patologias do Eng.^o João Hormigo e do LNEC, bem como os projectos de arquitectura e estabilidade do edifício, para consulta.

Para a elaboração do projecto de reabilitação, onde se incluíam os trabalhos de elaboração do referido projecto, preparação do processo de licenciamento na Câmara Municipal de Coimbra, acompanhamento e apoio técnico durante a obra de reabilitação e visitas extra (sempre que solicitado), foram convidadas a apresentar propostas as seguintes cinco empresas: A2P, TECHNOEDIF, TEIXEIRA TRIGO, TRIEDE e CENOR.

Destas cinco empresas, apresentaram propostas as empresas *A2P* (concorrente n^o1), *TECHNOEDIF* (concorrente n^o2), *TEIXEIRA TRIGO* (concorrente n^o3) e *TRIEDE* (concorrente n^o4). A entidade responsável pela avaliação das propostas foi a Direcção de Instalações, gestora do edifício.

Na avaliação de propostas foram usados os critérios de adjudicação que se encontravam mencionados no processo de concurso:

A – Preço (50%)



B – Qualidade Técnica (20%). Este critério incluía os seguintes itens, com igual valor entre eles:

- Programação geral dos trabalhos a efectuar em caso de adjudicação;
- Descrição detalhada dos projectos da mesma índole, anteriormente executados pela empresa;
- Matriz de responsabilidades dos técnicos a envolver no projecto, em caso de adjudicação;

C – Prazo para elaboração do projecto (30%)

A análise foi efectuada seguindo em primeiro lugar o critério B, seguidamente o critério C e, por fim, o critério A.

Foi requerido aos concorrentes que apresentassem uma garantia bancária “on first demand” de 10% do valor do contrato, tendo como validade o final do período de garantia.

2.3.2 Análise de propostas

2.3.2.1 Análise da proposta do concorrente nº1 (A2P)

- Critério Qualidade Técnica

Foi considerado pela equipa de avaliação que a proposta deste concorrente se encontrava “bem desenvolvida e justificada, com indicação detalhada dos trabalhos a realizar”. A proposta apresentava “uma lista expressiva (superior a 100) de importantes obras de reabilitação”. No que se referia à equipa de projecto, a proposta indicava que a equipa seria constituída por “1 engenheiro coordenador de projecto, 3 engenheiros de estruturas, 3 técnicos de apoio”.

- Critério Prazo de elaboração do projecto

O concorrente apresentava como sendo necessário para a elaboração do projecto o tempo total de 3 semanas.



- Critério Preço

O valor final apresentado pelo concorrente foi de 15.000,00 € (valor arredondado pelo concorrente), que se repartia da seguinte forma:

Projecto de reabilitação	7.360,00€
Apoio ao processo de concurso e licenciamento	4.000,00€
Apoio técnico em obra	3.680,00€
Visitas extra (p. u.)	670,00€

2.3.2.2 Análise da proposta do concorrente nº2 (*TECHNOEDIA*)

- Critério Qualidade Técnica

Foi considerado pela equipa de avaliação que a proposta deste concorrente se encontrava “bem desenvolvida e justificada, com indicação detalhada dos trabalhos a realizar”. A proposta apresentava uma “lista extensa de obras, na qual se incluíam 4 obras de reabilitação”. No que se referia à equipa de projecto, a proposta indicava que a equipa seria constituída por “1 engenheiro director de projecto, 1 engenheiro, 1 arquitecto”.

- Critério Prazo de elaboração do projecto

O concorrente apresentava como sendo necessário para a elaboração do projecto o tempo total de 3 semanas.

- Critério Preço

O valor final apresentado pelo concorrente foi de 12.500,00 €, que se repartia da seguinte forma:

Projecto de reabilitação	7.500,00€
Apoio ao processo de concurso e licenciamento	3.200,00€
Apoio técnico em obra (4 viagens)	1.800,00€
Visitas extra (p. u.)	350,00€



2.3.2.3 Análise da proposta do concorrente nº3 (*TEIXEIRA TRIGO*)

- Critério Qualidade Técnica

Foi considerado pela equipa de avaliação que a proposta deste concorrente se encontrava “muito desenvolvida e justificada, com descrição pormenorizada da patologia e indicação detalhada dos trabalhos a realizar”. A proposta apresentava uma “lista expressiva de projectos”, onde 20 projectos eram de reabilitação realizados em datas próximas à data da fase de concurso. No que se referia à equipa de projecto, a proposta indicava que a equipa seria constituída por “1 engenheiro coordenador geral, 1 engenheiro director de projecto, 1 engenheiro de estruturas, 1 arquitecto, 3 técnicos de apoio”.

- Critério Prazo de elaboração do projecto

O concorrente apresentava como sendo necessário para a elaboração do projecto o tempo total de 15 dias.

- Critério Preço

O valor final apresentado pelo concorrente foi de 7.060,00 €, que se repartia da seguinte forma:

Projecto de reabilitação	4.560,00€
Apoio ao processo de licenciamento	420,00€
Apoio técnico em obra (3 visitas)	1.440,00€
Apoio à análise de propostas para a obra de reabilitação	640,00€
Visitas extra (p. u.)	480,00€

2.3.2.4 Análise da proposta do concorrente nº4 (*TRIEDE*)

- Critério Qualidade Técnica

A proposta deste concorrente apresentava uma lista dos “trabalhos a realizar”, “uma lista expressiva de 38 grandes obras”, e um “grande projecto da mesma índole do solicitado”. No que se referia à equipa de projecto, a proposta indicava que a equipa seria constituída por “1 engenheiro coordenador de projecto, 1 engenheiro chefe de projecto, 1 arquitecto”.



- Critério Prazo de elaboração do projecto

O concorrente apresentava como sendo necessário para a elaboração do projecto o tempo total de 3 semanas.

- Critério Preço

O valor final apresentado pelo concorrente foi de 17.000,00 €, que se repartia da seguinte forma:

Projecto de reabilitação	7.000,00€
Apoio ao processo de concurso	4.000,00€
Apoio à apreciação de propostas para a obra	2.000,00€
Apoio técnico em obra	4.000,00€ (4 visitas)
Visitas extra (p. u.)	500,00€

Perante as propostas apresentadas pelos concorrentes, a entidade gestora do edifício e responsável pela obra entendeu não ser necessário solicitar qualquer tipo de esclarecimento aos concorrentes.

2.3.3 Resultados do processo de concurso

Após a análise das propostas, a equipa responsável pela avaliação de propostas apresentou os seguintes resultados, resumidos nas tabelas seguintes:

Tabela 3 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (projecto de reabilitação) - Tabela resumo para cada critério de avaliação de propostas

		A2P	TECHOEDIF	TEIXEIRA TRIGO	TRIEDE
Critério Qualidade Técnica	Classificação (%)	100	90	100	95
Critério Prazo	Nº de dias para projecto	21	21	15	21
Critério Preço (€)	Projecto	7.360	7.500	4.560,00	7.000
	Apoio a Processos	4.000	3.200	1.060,00	6.000
	Apoio Técnico	3.680	1.800	1.920,00	4.000
	Visitas Extra	670	350	480	500
	TOTAL (sem visitas)	15.000 € (valor arredondado)	12.500 €	7.540 €	17.000 €



Tabela 4 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (projecto de reabilitação) - Tabela classificativa final

Classificação (%)	A2P	TECHOEDIF	TEIXEIRA TRIGO	TRIEDE
Qualidade Técnica	100	90	100	95
Prazo	95	95	100	95
Preço	50	60	100	44
Pontuação Final	74	77	100	70

Pode observar-se, pela análise das tabelas, que a proposta que foi considerada a mais vantajosa para a equipa de avaliação de propostas foi a proposta apresentada pela empresa *TEIXEIRA TRIGO*.

A Direcção de Instalações decidiu, portanto, adjudicar a elaboração do projecto de reabilitação do edifício à *TEIXEIRA TRIGO* que apresentou uma proposta de custo global de 7.540,00€.

2.4 Empreitada de Reparação

2.4.1 Processo de concurso

Em Maio de 2010 a Direcção de Instalações, entidade gestora do edifício, em nome da entidade proprietária, iniciou o Processo de Concurso para propostas de preços para a execução da obra de reabilitação do edifício em estudo.

O referido Processo de Concurso foi constituído pelas seguintes peças:

- Programa de Concurso (PC);
- Condições Técnicas (CT);
- Projecto e Anexos.

Para a execução da obra de reabilitação do edifício em estudo, onde se incluía a execução da obra e o apoio ao Dono-de-Obra no processo de licenciamento junto da Câmara Municipal de Coimbra (se tal se revelasse necessário), foram convidadas a apresentar propostas as seguintes oito empresas: ENGIBUILT, RAMOS CATARINO, BEL, OBRECOL, ZAGOPE, FERROVIAL, GRANIVER e GABRIEL COUTO.



Ficou definido que as propostas deveriam ser entregues até às 17h do dia 9 de Junho de 2010, e das oito empresas convidadas apresentaram propostas as empresas ENGIBUILT (concorrente nº1), RAMOS CATARINO (concorrente nº2) e BEL (concorrente nº3).

Foram realizadas duas avaliações das propostas: uma avaliação técnica (50%) que ficou a cargo da Direcção de Instalações e uma avaliação financeira (50%) que ficou a cargo da Direcção de Compras.

Ficou definido que o prazo máximo para execução da obra seria de 6 semanas após a adjudicação, e que os concorrentes teriam que apresentar uma garantia de 2 anos sobre os trabalhos efectuados.

2.4.2 Análise de propostas

2.4.2.1 Avaliação Técnica das propostas

Na avaliação técnica das propostas foram usados os critérios de adjudicação que se encontravam mencionados no processo de concurso:

- Qualidade Técnica (40%). Este critério incluía os seguintes itens:
 - Certificações e Alvarás;
 - CV's das equipas técnicas e "portfolio" de trabalhos da mesma índole;
- Prazo para execução da obra (10%)
- **Análise da proposta do concorrente nº1 (ENGIBUILT)**

Critério Qualidade Técnica

Foi considerado pela equipa de avaliação que a proposta deste concorrente se encontrava "bem desenvolvida e justificada, com indicação detalhada do modo de realização dos trabalhos". A proposta apresentava "lista expressiva de obras gerais e de obras de reabilitação". Eram apresentadas, também, na proposta, "as classes dos alvarás (obras gerais de construção civil, estruturas metálicas, estruturas em madeira e



reabilitação) ” No que se referia a subempreitadas, a proposta indicava a “subcontratação para Andaimos e Serralharias”.

Critério Prazo para execução da obra

O concorrente apresentava como sendo necessário para a execução da obra o tempo total de 16 semanas. A proposta apresentava o cronograma de actividades a realizar.

- **Análise da proposta do concorrente nº2 (RAMOS CATARINO)**

Critério Qualidade Técnica

Foi considerado pela equipa de avaliação que a proposta deste concorrente se encontrava “bem desenvolvida e justificada, com indicação detalhada do modo de realização dos trabalhos”. A proposta apresentava uma “lista expressiva de obras gerais e de obras de reabilitação”. Eram apresentadas, também, na proposta, “as classes dos alvarás (obras gerais de construção civil, estruturas metálicas, estruturas em madeira e reabilitação). Foi incluído na proposta o “plano de mão-de-obra e de equipamento” e, ainda, os “CV’s detalhados dos técnicos a afectar à obra” No que se referia a subempreitadas, a proposta indicava a “subcontratação para Painéis de Revestimentos, Betão Pronto, Caixilharias, Pinturas e Rebocos”.

Critério Prazo para execução da obra

O concorrente apresentava como sendo necessário para a execução da obra o tempo total de 6 semanas. A proposta apresentava o cronograma de actividades a realizar.

- **Análise da proposta do concorrente nº3 (BEL)**

Critério Qualidade Técnica

Foi considerado pela equipa de avaliação que a proposta deste concorrente se encontrava “muito bem desenvolvida e justificada, com



indicação detalhada do modo de realização dos trabalhos”. A proposta apresentava uma “lista expressiva de obras gerais e de obras de reabilitação”. Era apresentado, também, na proposta a “declaração de titularidade de alvará”.

Critério Prazo para execução da obra

O concorrente apresentava como sendo necessário para a execução da obra o tempo total de 6 semanas. A proposta apresentava o cronograma de actividades a realizar.

2.4.2.2 Análise financeira das propostas

A análise financeira ficou a cargo da Direcção de Compras, como já foi referido, no entanto, e devido ao facto de nas propostas apresentadas pelos concorrentes existirem alguns desvios de preços, comparativamente ao esperado, a Direcção de Instalações viu-se na necessidade de solicitar alguns esclarecimentos às empresas concorrentes.

- **Esclarecimentos solicitados ao concorrente nº1 (*ENGIBUILT*)**

Confirmação e, eventual, revisão de todos os preços do capítulo 1, referente aos trabalhos preparatórios. A revisão a efectuar deveria ter principal incidência nos subcapítulos 1.1 (montagem, exploração e desmontagem do estaleiro) e 1.3 (desmontagem cuidada do quebra-luz na fachada Sul).

- **Esclarecimentos solicitados ao concorrente nº2 (*RAMOS CATARINO*)**

Confirmação e, eventual, revisão de todos os preços do capítulo 1, referente aos trabalhos preparatórios. A revisão a efectuar deveria ter principal incidência nos subcapítulos 1.2 (montagem, utilização e desmontagem dos andaimes) e 1.3 (desmontagem cuidada do quebra-luz na fachada Sul);

Confirmação e, eventual, revisão de todos os preços do capítulo 3, referente à reconstrução. A revisão a efectuar deveria ter principal



incidência nos subcapítulos 3.1 (execução de elementos de betão armado), 3.3 (execução de parede dupla em alvenaria de tijolo furado de 30x22x20 cm e 30x20x11 cm, assente com argamassa ao traço 1:5) e 3.8 (execução de trabalhos a realizar na coluna central entre caixilhos).

- **Esclarecimentos solicitados ao concorrente nº3 (BEL)**

Confirmação e, eventual, revisão do preço referente ao subcapítulo 3.8 (execução de trabalhos a realizar na coluna central entre caixilhos).

2.4.3 Resultados do processo de concurso

2.4.3.1 Critério qualidade técnica

A Direcção de Instalações avaliou da seguinte forma as propostas recebidas, no que se refere à qualidade técnica:

Tabela 5 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Tabela resumo para o critério qualidade técnica

	ENGIBUILT	RAMOS CATARINO	BEL
Classificação (%)	100	100	100

2.4.3.2 Critério prazo

A Direcção de Instalações avaliou da seguinte forma as propostas recebidas, no que se refere ao prazo de execução da obra de reabilitação:

Tabela 6 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Tabela resumo para o critério prazo

	ENGIBUILT	RAMOS CATARINO	BEL
Número de semanas para a obra	16	6	6
Classificação (%)	30	100	100



2.4.3.3 Critério Preço

Após a recepção das propostas finais (onde já se encontravam incluídas as respostas aos esclarecimentos solicitados), o seguinte gráfico apresenta, comparativamente, as propostas financeiras apresentadas:

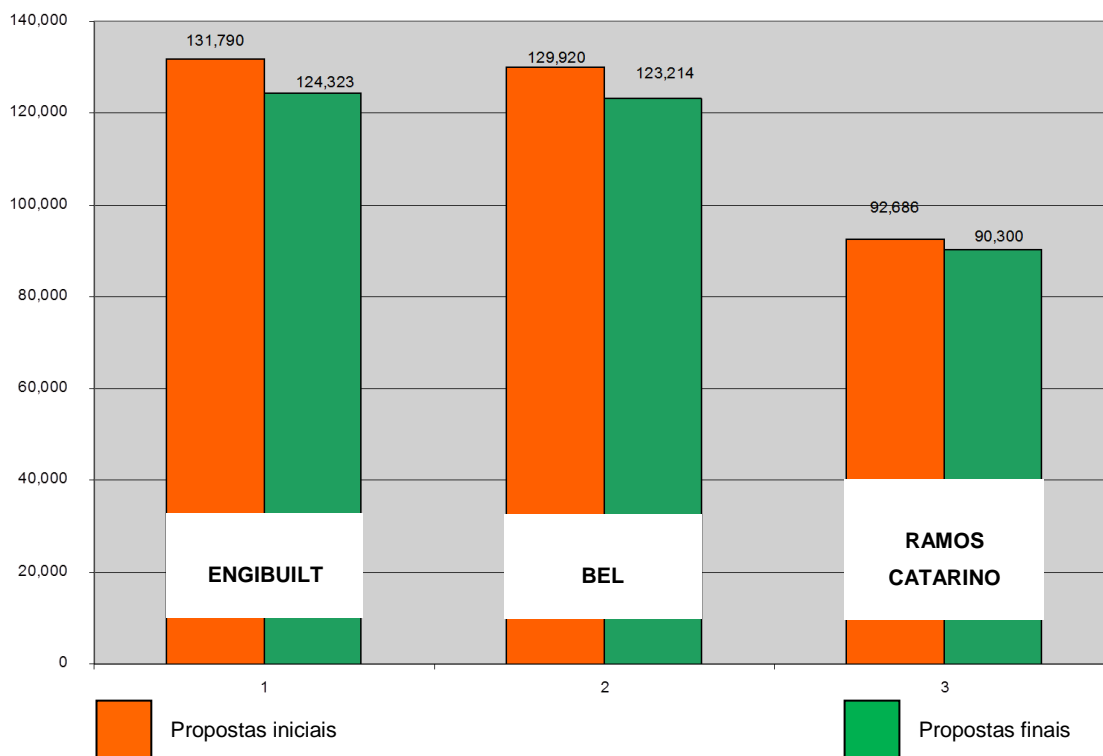


Gráfico 4 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Gráfico comparativo das propostas financeiras

2.4.3.4 Resultado Final

Após a análise das propostas que se apresentaram no gráfico 4 a Direcção de Compras propôs adjudicar a empreitada de reparação à empresa *RAMOS CATARINO*. A proposta inicial de 92.687,00€, após a negociação levada a cabo pela Direcção de Compras originou a proposta final, pela qual foi adjudicada, de 90.300,00€. O esquema seguinte apresenta, resumidamente, os valores envolvidos na negociação:

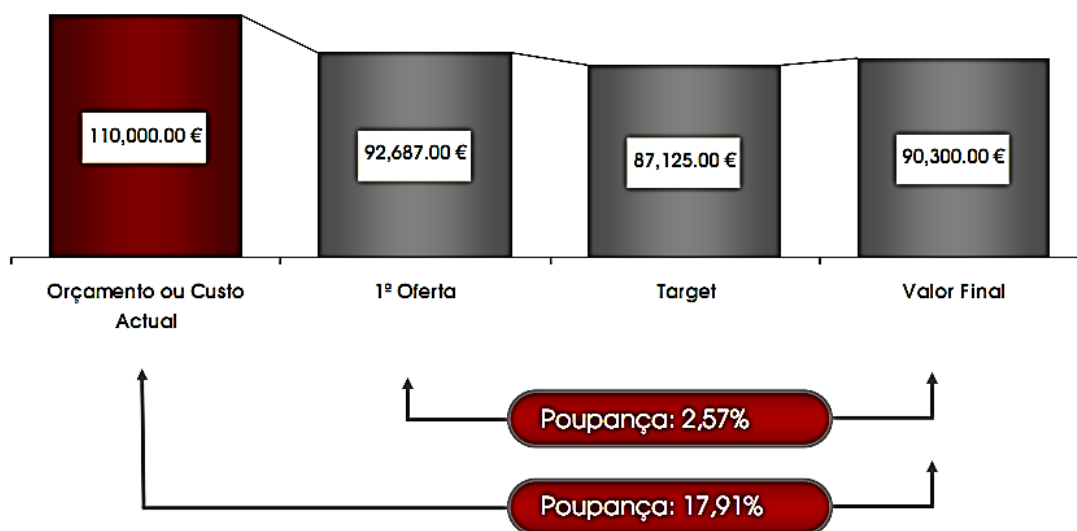


Figura 9 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (empreitada de reparação) - Esquema de negociação da proposta de adjudicação à empresa *RAMOS CATARINO*

2.5 Intervenção Correctiva

2.5.1 Solução adoptada

A solução adoptada para a resolução das patologias apresentadas pelo núcleo B do edifício foi, como já foi referido, proposta pela empresa *TEIXEIRA TRIGO* e executada pela empresa *RAMOS CATARINO*.

Devido a critérios arquitectónicos não foi autorizado pela Câmara Municipal de Coimbra alterar o aspecto visual das fachadas. Neste cenário, bastaria a comunicação prévia do início da execução da obra para a mesma ser aprovada, sem quaisquer



constrangimentos pelo Departamento Urbanístico da Câmara Municipal de Coimbra. O Dono de Obra teria apenas de pagar as taxas referentes à ocupação da via pública.

Assim sendo, os projectistas tiveram que preconizar uma solução que não alterasse arquitectonicamente a fachada, mas que ao mesmo tempo conseguisse corrigir, estruturalmente, as patologias identificadas. Considerando o supramencionado, bem como a necessidade de contenção de custos decidiu-se que as caixilharias e vãos envidraçados seriam integralmente reaproveitados.

A intervenção correctiva passou, então, pela realização de trabalhos nos dois pisos afectados, com principal incidência no piso 3.

- Piso 3

No que se refere ao piso 3 a intervenção que se propôs (e que se realizou) passou pelo desmonte dos painéis de revestimento das fachadas e da totalidade das caixilharias das janelas. Após o desmonte, estes elementos foram devidamente armazenados de modo a que pudessem ser novamente recolocados.

Procedeu-se à demolição total da parede de fachada e posterior reconstrução. Na reconstrução foi adoptada uma estrutura de betão armado, constituída por montantes e por um lintel de coroamento. Os montantes foram posicionados com afastamento de aproximadamente 3,50 metros entre si, dando origem a panos de alvenaria de pequena extensão. Foram ainda executadas duas juntas de dilatação em cada face de cada uma das fachadas, com a interrupção do lintel e a duplicação dos elementos verticais.

No que se refere à ligação entre a estrutura já existente e aquela que se construiu, esta foi conseguida através da execução de ferrolhos, selados na laje. Para se estabelecer a ligação entre os elementos de betão armado e as alvenarias foram executados elementos metálicos de ligação.

As paredes de alvenaria que se construíram foram de todo idênticas às paredes existentes, com dois panos de alvenaria de tijolo furado (espessura 0,20 metros no exterior e 0,15 metros no interior). Na base desta parede foi executada uma



caleira, entre os dois panos, bem como a colocação de tubos de drenagem. A parede foi rebocada em ambas as faces.

Foi ainda aplicada na face exterior da parede uma tela de impermeabilização [13] e isolamento térmico constituído por painéis de poliestireno extrudido [12].

- Piso 2

Ao contrário do que aconteceu no piso superior, neste piso apenas ocorreu demolição pontual das paredes de alvenaria de modo a que fosse possível a execução de juntas de dilatação. Nos pontos em que se procedeu às demolições foram ainda executados montantes de betão, devidamente ligados à viga invertida, ao lintel e à alvenaria já existente.

Em ambos os pisos foram ainda executadas juntas de dilatação nos caixilhos das janelas (coincidentes com as juntas de dilatação dos elementos de betão), através da substituição do perfil de rótula por dois perfis separados.

2.5.2 Plano de trabalhos

2.5.2.1 Montagem, exploração e desmontagem do estaleiro

A montagem do estaleiro processou-se após a Fiscalização ter aprovado o plano de estaleiro, e foi executada nos locais disponibilizados pelo Dono de Obra, tendo o empreiteiro ficado responsável pela manutenção e limpeza dos mesmos após a conclusão da obra.

2.5.2.2 Montagem, utilização e desmontagem de andaimes

A montagem dos andaimes foi realizada com especial atenção à presença de uma via e de uma rampa de acessos aos estacionamento (a rampa de acesso é coberta por uma estrutura constituída por perfis metálicos e chapas de revestimento translúcido), de modo a permitir a circulação de veículos.

Para permitir que os peões e os veículos circulassem, nas redondezas, em perfeita segurança, os andaimes foram revestidos com uma malha protectora e foram montados completamente desligados dos elementos a demolir, desmontar ou reparar.



2.5.2.3 Desmontagem e armazenamento dos quebra-luz

De modo a proceder-se à implantação dos andaimes procedeu-se ao desmonte cuidadoso das estruturas de alumínio do quebra-luz (constituídas por perfis e lâminas de alumínio, montadas com um sistema de encaixe e parafusos) existente sobre as janelas dos pisos 2 e 3. A desmontagem procedeu-se de modo a não danificar as peças para que estas pudessem ser montadas, posteriormente.

2.5.2.4 Desmontagem e armazenamento dos painéis de revestimento das fachadas

Procedeu-se à desmontagem cuidadosa dos painéis revestimento das fachadas. Após o desmonte, estas foram armazenadas num local apropriado de modo a manter as peças protegidas durante as demolições das alvenarias, para se proceder a posterior montagem.

2.5.2.5 Desmontagem e armazenamento da caixilharia metálica

Procedeu-se ao cuidadoso desmonte da caixilharia de alumínio e armazenamento em local apropriado de modo a que as peças se mantivessem em segurança para a montagem posterior.

2.5.2.6 Desmontagem e armazenamento do piso interior

Procedeu-se à desmontagem do piso interior dos pisos 2 e 3, constituído por módulos de alcatifa e pavimento sobrelevado com dimensão 60x60x4 cm com pedestais de 8,5 cm com acabamento. Armazenou-se em local apropriado para posterior montagem.

2.5.2.7 Demolição das paredes de alvenaria existentes

Após o desmonte e armazenamento dos materiais reutilizáveis procedeu-se à demolição das paredes de alvenaria existentes.

No piso 3, foram demolidas as paredes de alvenaria existentes e o peitoril.



No piso 2, foram abertos roços nas alvenarias para execução das juntas de dilatação e elementos de betão armado.

Na demolição foram usados jactos de água pulverizada de modo a reduzir o levantamento de poeiras.

2.5.2.8 Reconstrução

- Execução de elementos de betão armado

Os montantes e lintéis de betão armado foram executados com recurso a betão pronto da classe de resistência C25/30 (B30) e da classe de exposição XC1 e armaduras da classe A500 e cofragens.

A ligação entre os elementos de betão armado construídos e os elementos já existentes foi assegurada por ferrolhos (foram abertos furos com diâmetro 20 mm, e colocados varões $\Phi 16$, selados com resina de endurecimento rápido para ancoragens [14]), como indica a figura 10. A furação do betão foi executada com recurso a ferramentas manuais e máquinas de rotação, com diâmetro adequado.

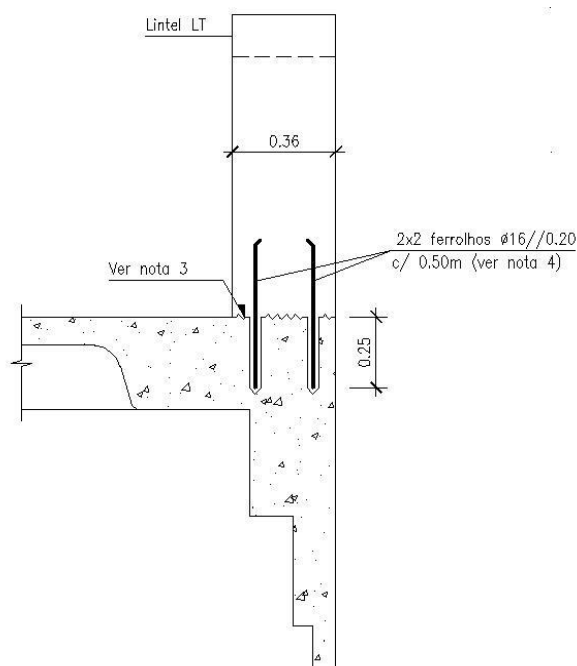


Figura 10 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Ligações entre montante e laje do Piso 3

A ligação entre os elementos de betão armado e as alvenarias foi assegurado pela introdução de varões de ligação. Estes, na ligação às alvenarias existentes, foram selados com argamassa não retráctil [15]., como indica a figura 11.

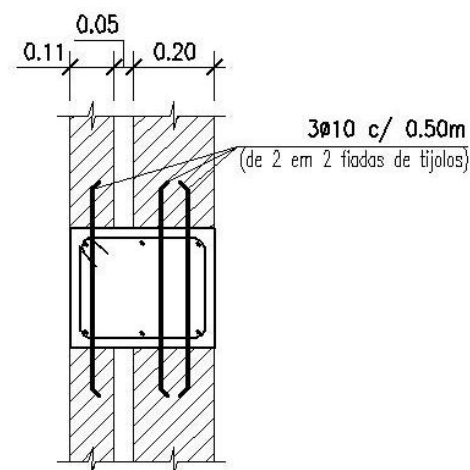


Figura 11 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Ligações entre montantes e alvenaria nova do Piso 3

- Execução das juntas de dilatação nas paredes

O preenchimento das juntas de dilatação (com 20 mm de espessura) foi realizado com material resiliente servindo de cofragem perdida.

A selagem das juntas foi realizada na totalidade do seu contorno, através da aplicação de um cordão pré-moldado e de um vedante.

No fundo das juntas foi aplicado um cordão pré-moldado destinado a definir a profundidade do vedante e constituído por material compatível com ele [16]. O vedante foi constituído por um elastómero de elevada qualidade, à base de poliuretano com elasticidade permanente [17], como indica a figura 12. O cordão pré-moldado e o vedante são de cor branca.

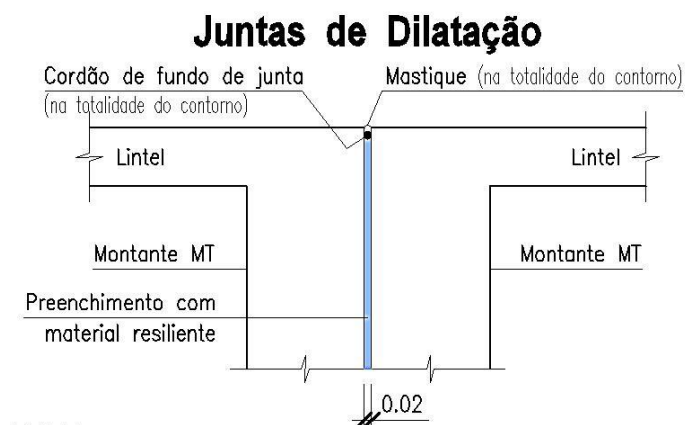


Figura 12 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Pormenor das juntas de dilatação nas paredes da fachada

- Execução das paredes duplas de alvenaria

Procedeu-se à execução, no piso 3, de paredes duplas de alvenaria. Foram utilizados tijolos furados de 30x22x20 cm e de 30x20x11 cm nos panos exterior e interior, respectivamente, assentes com argamassa de cimento de traço 1:5. Ambas as faces foram rebocadas, sendo o reboco na face interior acabado de modo a receber pintura plástica.

Entre os panos de alvenaria foi executada uma caleira com secção em meia cana para recolha das águas de condensação, que incluíram a aplicação de tubos (espaçados de cerca de 2,0m) de drenagem da água recolhida para o exterior.

Entre os panos foram colocados elementos metálicos de aço inox, como se pode observar na figura 13.

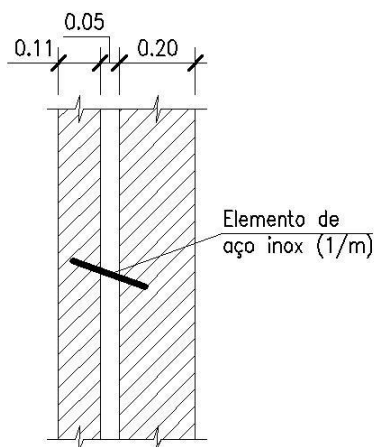


Figura 13 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Pormenor dos elementos metálicos situados entre os panos de alvenaria



- Aplicação de tela de impermeabilização

Procedeu-se à aplicação de tela de PVC de impermeabilização [13]. A aplicação desta tela impermeabilizante foi executada com especial atenção na execução dos remates e sobreposições.

No piso 2, nas zonas em que se retiraram partes da tela já existente foi necessário executar uma ligação entre a tela nova e a já existente. Esta ligação executou-se com extremo cuidado de modo a garantir a estanquicidade da impermeabilização.

- Aplicação de placas de isolamento térmico

Antes de se proceder à aplicação das placas de isolamento térmico foi necessário verificar a totalidade as soldaduras efectuadas entre as telas de impermeabilização e os remates.

As placas de isolamento térmico aplicadas foram em poliestireno extrudido (espessura 20 cm) [12].

A aplicação das placas fez-se por intermédio de dispositivos mecânicos em superfícies secas e limpas.

- Pintura a tinta plástica

Após a execução das paredes de alvenaria, no piso 3, e a execução das juntas de dilatação nas paredes do piso 2, procedeu-se à pintura, com tinta plástica, das paredes na sua totalidade, de modo a evitar o contraste entre a tinta nova e a tinta já existente.

- Assentamento de rodapé em madeira maciça

Após a pintura das paredes procedeu-se ao assentamento de um rodapé em madeira maciça de carvalho, com 10x1,6 cm, idêntico ao já existente.



- Aplicação das juntas de dilatação na caixilharia

Procedeu-se à aplicação de juntas de dilatação na coluna central entre caixilhos. Estas juntas situaram-se no alinhamento das juntas de dilatação aplicadas entre os elementos de betão armado.

A aplicação destas juntas foi efectuada através da substituição do perfil da rótula por dois perfis que permitiram, após a montagem, a existência da junta.

As juntas ficaram ocultas através da colocação de peças de remate nas faces interior e exterior das janelas.

2.5.2.9 Montagem

Após a fase de reconstrução procedeu-se à fase de montagem dos elementos reutilizáveis. Como tal, primeiramente montaram-se de forma coordenada os painéis de revestimento da fachada e, após estas, foram montadas as caixilharias metálicas.

Após a desmontagem dos andaimes procedeu-se também à montagem dos quebra-luz que se encontravam armazenados.

2.5.3 Juntas de dilatação aplicadas no interior da caixilharia metálica

Como já foi referido no ponto 2.5.1 a obra de reparação foi executada sem que o aspecto visual da fachada do edifício fosse alterado, e numa perspectiva de contenção de custos optou-se pela reutilização integral da caixilharia metálica e dos vãos envidraçados.

No entanto, e havendo a necessidade de correcção das patologias identificadas, tornou-se obrigatório a execução de juntas de dilatação na estrutura metálica, optando-se pela solução que se apresenta nas figuras 14 e 15. Esta solução foi concebida pela Direcção de Instalações em conjunto com o empreiteiro RAMOS CATARINO, especificamente para este edifício.

A solução preconizada consistiu em sectionar o perfil em alumínio, de formato cilíndrico, de modo a criar a junta de dilatação. A junta ficou, posteriormente, oculta através da colocação de peças de remate nas faces interior e exterior da janela.

As figuras 14 e 15 ilustram o perfil existente antes da execução da junta de dilatação e após a criação da mesma.

perfil existente

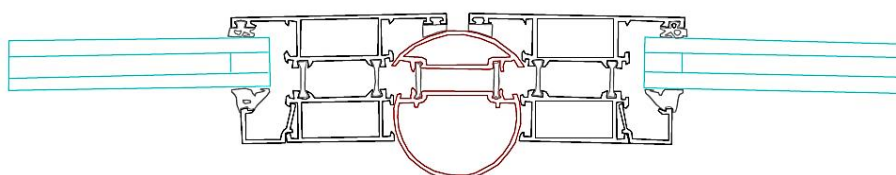
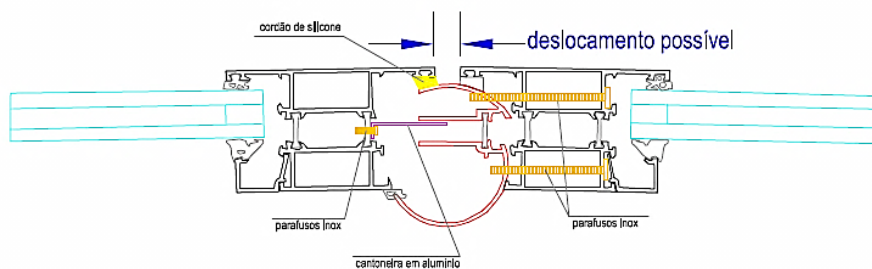


Figura 14 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Representação esquemática do perfil existente na caixilharia metálica

perfil alterado c/ junta de dilatação



perfil com deslocamento provocado

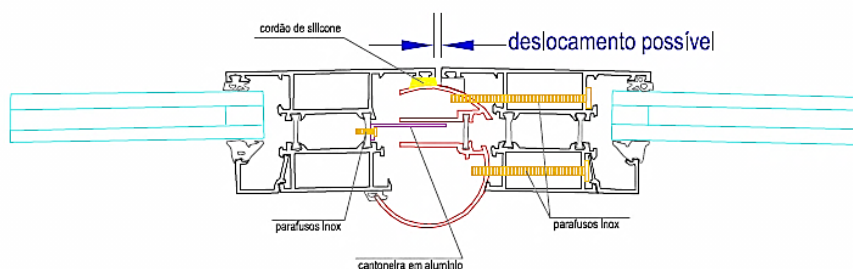


Figura 15 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Esquemas representativos do perfil da caixilharia metálica alterado, com junta de dilatação



2.6 Análise da evolução após acção correctiva

No dia 25 de Maio do ano de 2012 o autor do presente trabalho deslocou-se, acompanhado do Eng.º João Hormigo, ao edifício com o objectivo de analisar, "in situ", a evolução das intervenções correctivas.

A visita focalizou-se essencialmente na análise da verticalidade das fachadas em vãos envidraçados e na vistoria do estado em que se encontram as juntas de dilatação que foram executadas nas paredes de suporte da caixilharia metálica no piso 3, onde as patologias se expressaram com maior ênfase e, como tal, onde ocorreram as principais intervenções correctivas.

Em relação à verticalidade das fachadas, pôde observar-se que a patologia foi correctamente corrigida.

No que diz respeito ao estado das juntas de dilatação, estas encontram-se em bom estado como pode ser visualizado na figura 16.



Figura 16 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Junta de dilatação na parede de suporte da caixilharia metálica

Durante a visita foram ainda observadas as zonas onde foram aplicadas as juntas de dilatação na caixilharia metálica. Devido à presença das peças de remate, perfeitamente seladas, não foi possível observar o formato das juntas de dilatação no interior da caixilharia. Na figura 17 pode observar-se a zona de aplicação de uma das juntas de dilatação, bem como o remate que foi executado.



Figura 17 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Zona onde foi aplicada uma das juntas de dilatação no interior da caixilharia metálica

Por fim, durante a referida visita, e numa conversa com o gestor permanente do edifício, foi garantido por este que desde que foram realizadas as medidas de correcção nunca mais se observaram as patologias detectadas e que o edifício se encontra perfeitamente funcional, conforme aparenta.



3. CLASSE ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO SEDE DE ESCRITÓRIOS EM COIMBRA

Independentemente da obra de reparação das patologias detectadas no edifício, referidas no capítulo 2, durante o mês de Novembro do ano de 2010 procedeu-se à realização de uma Auditoria Energética e uma Auditoria da Qualidade do Ar Interior do Edifício Sede de Escritórios em Coimbra. Ambas as auditorias foram realizadas sob orientação do Perito Qualificado Ana Teresa Pinto de Azevedo Costa, PQ935, no seguimento de contratação promovida pela Direcção de Instalações.

Estas auditorias tiveram como objectivo conhecer a situação energética e a qualidade do ar no interior do edifício, bem como identificar o potencial de melhoria da sua eficiência energética. Após a análise dos relatórios das auditorias, efectuou-se estudo técnico-económico para avaliação das eventuais medidas a implementar, conducentes à melhoria da classe energética do edifício.

Do ponto de vista legal, as auditorias realizadas visaram satisfazer os Decretos-Lei nº78/2006, de 4 de Abril e nº79/2006, de 4 de Abril.

Das auditorias resultaram dois relatórios (Relatório de Auditoria Energética e Relatório de Auditoria da Qualidade do Ar Interior), datados de 10 de Dezembro de 2010, sobre os quais o presente capítulo se vai debruçar, de forma resumida.

3.1.1 Auditoria Energética

A auditoria energética ao Edifício Sede de Escritórios em Coimbra, realizou-se de acordo com o disposto no Decreto-Lei nº79/2006, de 4 de Abril [18], e abrangeu os seguintes pontos:

- Caracterização estrutural da envolvente do edifício;
- Análise dos consumos de energia no período de referência;
- Descrição dos sectores principais e relação dos equipamentos envolvidos;
- Análise das medições eléctricas realizadas;



- Análise dos diversos estudos realizados tendo em vista a verificação das condições de funcionamento do edifício;
- Determinação do índice de eficiência energética real do edifício;
- Determinação da classe energética do edifício;
- Descrição das medidas a implementar e das poupanças previstas com a sua aplicação.

Para se proceder à análise energética do edifício considerou-se que o presente edifício se situa na zona climática I1 V2N, implantado à cota 44 m e a uma distância à costa marítima de 38,49 km.

3.1.1.1 Energia eléctrica facturada

Para uma melhor percepção dos consumos energéticos do edifício, realizou-se uma análise da energia eléctrica facturada entre Janeiro de 2007 e Junho de 2010.

O fornecimento de energia eléctrica do edifício é conseguido através de alimentação em Baixa Tensão Especial e a facturação de energia é efectuada pela EDP, tendo sido feita segundo a opção tri-horária até Abril de 2007 e após esta data através de uma opção tetra-horária.

As tabelas 7 e 8, que se apresentam em seguida, indicam os valores relativos à facturação de energia eléctrica nos anos de 2007 e 2008.

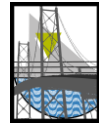


Tabela 7 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2007

Mês	E. Activa [kWh]					Potência Ponta [kW]	Potência Contratada [kW]	E. Reactiva [kVarh]		Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias	Total			Consumida	Fornecida		
Jan-07	29 776	-	15 097	37 501	82 374	122	293	1 321	0	4 371	0,053
Fev-07	29 512	-	15 130	37 693	82 335	122	293	1 835	0	6 850	0,083
Mar-07	26 413	-	13 610	35 478	75 501	122	293	1 668	0	6 398	0,085
Abr-07	34 299	-	16 410	43 510	94 219	132	293	1 885	0	7 811	0,083
Mai-07	20 844	13 337	16 653	45 560	96 394	139	293	5 090	0	8 203	0,085
Jun-07	20 553	12 901	16 980	46 913	97 347	137	293	6 148	0	8 307	0,085
Jul-07	17 142	10 637	15 157	42 826	85 762	126	293	6 364	0	7 484	0,087
Ago-07	18 894	11 581	16 796	46 875	94 146	135	293	9 811	0	8 203	0,087
Set-07	18 554	10 782	16 329	47 222	92 887	132	293	8 204	0	7 732	0,083
Out-07	13 632	5 743	11 897	42 505	73 777	99	293	4 932	5 440	6 033	0,082
Nov-07	11 582	5 373	11 949	37 451	66 355	96	293	1 954	4 940	5 442	0,082
Dez-07	10 255	4 853	11 946	31 754	56 806	103	293	0	4 370	4 994	0,085
Total	251 456	75 207	177 954	495 288	999 905	-	-	49 212	14 750	81 828	-
Repartição	25,1%	7,5%	17,8%	49,5%	100%	-	-	-	-	-	-
Média	20 955	9 401	14 830	41 274	83 325	122	293	4 101	1 229	6 819	0,082

Tabela 8 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2008

Mês	E. Activa [kWh]					Potência Ponta [kW]	Potência Contratada [kW]	E. Reactiva [kVarh]		Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias	Total			Consumida	Fornecida		
Jan-08	11 379	5 014	13 800	37 316	67 609	112	293	0	5 122	5 803	0,087
Fev-08	10 897	5 020	13 123	36 907	66 047	106	293	0	5 003	5 800	0,086
Mar-08	9 973	4 602	11 549	33 528	59 712	100	293	354	4 514	5 394	0,090
Abr-08	11 710	4 701	11 633	36 918	64 962	94	293	0	4 435	5 763	0,089
Mai-08	11 878	4 427	10 457	36 228	62 790	87	293	5 427	0	5 892	0,091
Jun-08	13 395	6 495	11 784	37 361	69 035	95	293	5 656	2	6 151	0,089
Jul-08	17 367	10 393	16 107	45 531	89 398	134	293	14 167	0	8 004	0,090
Ago-08	19 459	11 705	17 025	47 088	95 277	137	293	16 349	0	8 435	0,089
Set-08	16 736	10 069	15 229	42 898	84 932	123	293	12 455	0	7 560	0,089
Out-08	15 964	9 613	14 470	40 829	80 876	121	293	10 782	0	7 125	0,088
Nov-08	9 757	4 483	11 005	31 887	57 132	89	293	5 632	0	5 213	0,091
Dez-08	12 096	6 767	12 070	31 429	62 362	101	293	6 576	0	5 593	0,090
Total	160 511	83 289	158 352	457 980	860 132	-	-	77 398	19 126	76 735	-
Repartição	18,7%	9,7%	18,4%	53,2%	100%	-	-	-	-	-	-
Média	13 376	6 941	13 196	38 165	71 678	108	293	6 450	1 594	6 395	0,089
Variação 08/07	-36,2%	10,7%	-11,0%	-7,5%	-14,0%	-11,4%	0,0%	57,3%	-	-8,2%	9,0%

Ao comparar a facturação de energia no ano de 2008 com o ano de 2007 pode verificar-se que ocorreu uma diminuição do consumo de energia na ordem dos 14 % e uma diminuição do valor facturado em cerca de 6%. O valor facturado não sofreu uma diminuição tão significativa visto que o custo unitário do kWh aumentou cerca de 9%.

De seguida apresenta-se a tabela 9 que indica os valores relativos à facturação de energia eléctrica no ano de 2009.

**Tabela 9 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2009**

Mês	E. Activa [kWh]					Potência Ponta [kW]	Potência Contratada [kW]	E. Reactiva [kVArh]		Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias	Total			Consumida	Fornecida		
Jan-09	14 629	9 065	12 766	31 851	68 311	103	293	7 194	0	5 588	0,082
Fev-09	11 736	6 688	11 084	28 668	58 174	89	293	3 875	4	5 467	0,094
Mar-09	10 176	5 663	9 845	25 868	52 552	88	293	3 717	0	4 952	0,094
Abr-09	11 473	6 045	10 052	29 143	56 713	81	293	4 016	0	5 363	0,095
Mai-09	10 905	5 920	8 900	27 336	53 061	74	293	3 609	0	5 031	0,095
Jun-09	12 602	6 778	10 880	34 006	64 276	88	293	7 234	0	6 115	0,095
Jul-09	13 801	7 217	11 761	37 006	69 785	98	293	8 617	0	6 601	0,095
Ago-09	13 278	7 122	11 394	35 296	67 090	92	293	55 483	23	7 216	0,108
Set-09	13 386	7 125	11 988	37 477	69 956	97	293	4 425	0	6 587	0,094
Out-09	12 370	6 408	11 371	35 681	65 830	95	293	4 695	0	6 162	0,094
Nov-09	11 230	6 829	10 469	29 282	56 810	84	293	1 849	0	5 271	0,093
Dez-09	11 954	7 241	11 206	28 213	58 614	93	293	1 905	0	5 440	0,093
Total	147 540	81 901	131 706	379 825	740 972	-	-	106 599	27	69 792	-
Repartição	19,9%	11,1%	17,8%	51,3%	100%	-	-	-	-	-	-
Média	12 295	6 825	10 976	31 652	58 848	90	293	8 883	2	5 816	0,094
Variação 09/08	-8,1%	-1,7%	-16,8%	-17,1%	-13,9%	-16,6%	0,0%	37,7%	-	-9,0%	5,6%

Comparativamente com o ano de 2008 verifica-se que em 2009 ocorreu uma diminuição de 13,9% no consumo de energia e uma diminuição do valor facturado em cerca 9%. A diminuição do valor facturado foi inferior ao consumo de energia uma vez que entre 2008 e 2009 ocorreu um aumento do custo unitário do kWh em 5,6%.

A tabela 10 apresenta os valores relativos à facturação de energia eléctrica entre os meses de Janeiro e Maio do ano de 2010.

Tabela 10 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Facturação de energia eléctrica em 2010

Mês	E. Activa [kWh]					Potência Ponta [kW]	Potência Contratada [kW]	E. Reactiva [kVArh]		Factura [€]	Custo [€/kWh]
	Horas Vazio	Horas S. Vazio	Horas Ponta	Horas Cheias	Total			Consumida	Fornecida		
Jan-10	14 020	9 329	12 390	30 781	66 520	200	586	3 844	0	6 182	0,093
Fev-10	13 556	8 597	12 734	31 273	66 150	103	293	2 870	0	6 292	0,095
Mar-10	13 554	8 596	11 930	29 619	63 699	107	293	2 931	0	5 982	0,094
Abr-10	10 633	5 486	10 125	29 040	55 284	82	293	1 133	4	5 401	0,098
Mai-10	9 124	4 369	8 549	26 328	48 370	71	293	479	0	4 802	0,099
Total	60 887	36 367	55 728	147 041	300 023	-	-	11 257	4	28 660	-
Repartição	20,3%	12,1%	18,6%	49,0%	100%	-	-	-	-	-	-
Média	12 177	7 273	11 146	29 408	60 005	112	352	2 251	1	5 732	0,096
Variação 10/09	3,3%	8,9%	5,9%	2,2%	3,9%	24,6%	20,0%	-49,8%	-	8,6%	1,4%

Durante os meses de 2010 analisados, e comparativamente aos meses correspondentes do ano de 2009, observou-se um aumento do consumo energético bem como do valor de energia eléctrica facturado em 3,9% e 8,6%, respectivamente. O aumento da facturação foi proporcionalmente superior ao do consumo devido ao aumento do custo unitário do kWh em 1,4%.

O gráfico 5 e a tabela 11 apresentam a evolução do consumo mensal de energia ao longo do período analisado na auditoria energética e consumo energético médio do edifício, respectivamente.

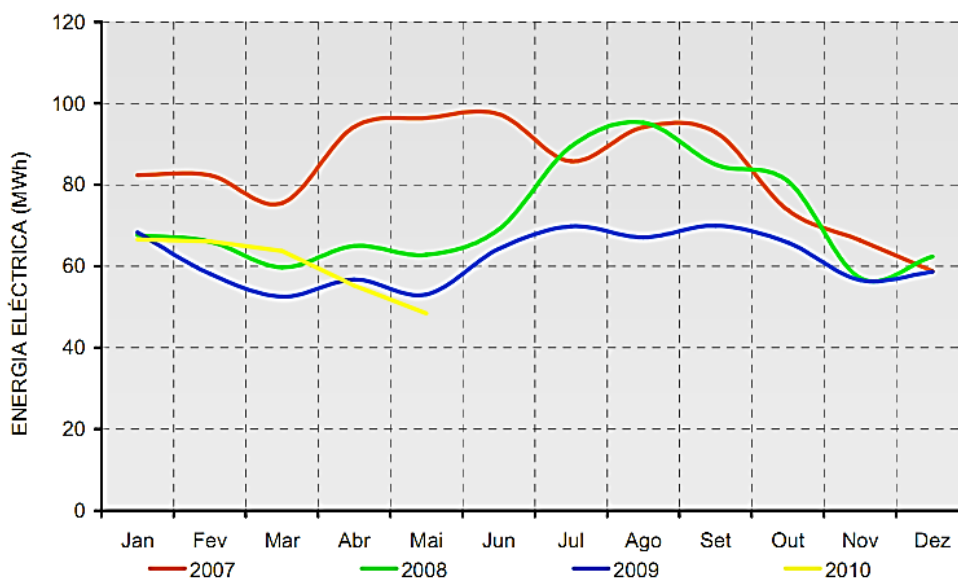


Gráfico 5 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Evolução do consumo mensal de energia nos anos de 2007, 2008, 2009 e 2010

Tabela 11 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Consumo energético médio do edifício

	ENERGIA ELÉCTRICA	
	kWh	kgep
Jan	67.480	19.569
Fev	63.457	18.403
Mar	58.654	17.010
Abr	58.986	17.106
Mai	54.740	15.875
Jun	66.656	19.330
Jul	79.592	23.082
Ago	81.184	23.543
Set	77.444	22.459
Out	73.353	21.272
Nov	56.871	16.493
Dez	60.488	17.542
Total	798.905	231.682
Média	66.575	19.307

Analisando o gráfico 5 e a tabela 11 pode constatar-se que no período de inverno o consumo energético é menor.



3.1.1.2 Principais consumidores de energia

Como principais consumidores de energia foram identificados: a iluminação, a climatização (AVAC) e restantes equipamentos.

O consumo energético anual repartido pelos vários sectores foi determinado da seguinte forma:

- Iluminação: determinado através dos levantamentos de iluminação efectuados e tendo em conta o regime de funcionamento real;
- Climatização: determinado através de simulação dinâmica tendo como referência a diferença entre o consumo global do edifício e o somatório dos consumos de iluminação e dos restantes equipamentos;
- Restantes equipamentos: determinado através de levantamentos efectuados e do regime de funcionamento encontrado nos diagramas de cargas das medições eléctricas.

O peso de cada um no consumo energético pode resumir-se recorrendo ao gráfico 6, que seguidamente se apresenta.

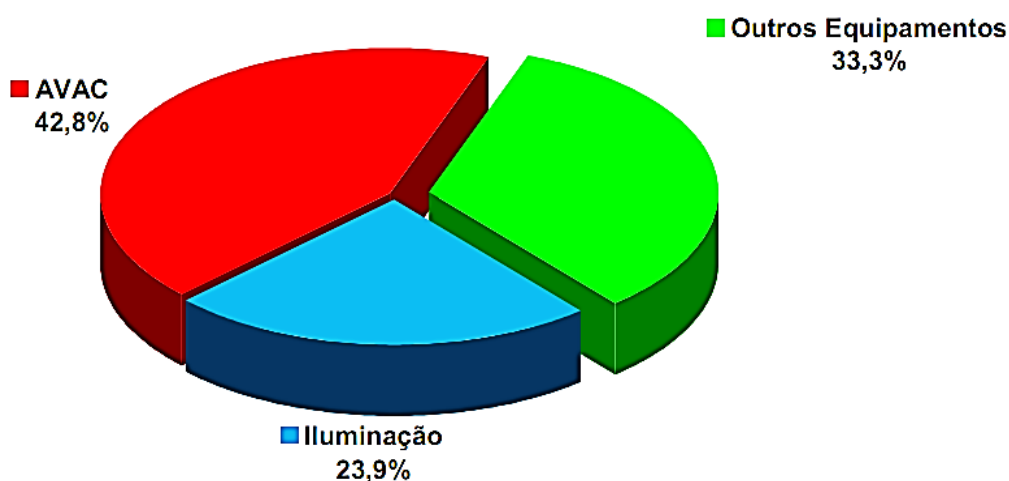


Gráfico 6 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Repartição do consumo energético (kWh)



3.1.1.2.1 Iluminação

O tipo de iluminação que existia no edifício era constituído por lâmpadas fluorescentes tubulares e lâmpadas fluorescentes compactas com balastros electrónicos, sendo controlado pelo sistema de gestão técnica (SGT).

O horário de funcionamento da iluminação neste edifício, estipulado pelo SGT, encontrava-se entre as 7h e 22h, de 2ª a 6ª feira.

A iluminação correspondia a 23,9% (cerca de 191 MWh/ano) do consumo total de energia no edifício.

3.1.1.2.2 Climatização

O sistema de climatização do edifício é, na sua maioria, centralizado, tendo em alguns locais específicos, unidades de climatização individuais.

No que respeita ao sistema centralizado, este é constituído por um “chiller” e uma bomba de calor situados no núcleo B do edifício. A bomba de calor pode trabalhar igualmente como “chiller” produzindo apenas água arrefecida, ou como bomba de calor produzindo apenas água aquecida, ou então como “chiller” com recuperador de calor produzindo simultaneamente água aquecida e arrefecida. O sistema centralizado climatiza a maior parte do edifício recorrendo a ventiloconvectores e unidades de tratamento de ar.



Figura 18 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - “Chiller” e Bomba de calor

Em ambos os núcleos do edifício a introdução de ar novo é realizada através de UTAN's. No núcleo A encontram-se a UTAN A, UTAN A2 e UTAN Auditório enquanto no núcleo B existe o UTAN B.



Figura 19 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - UTAN A e UTAN B

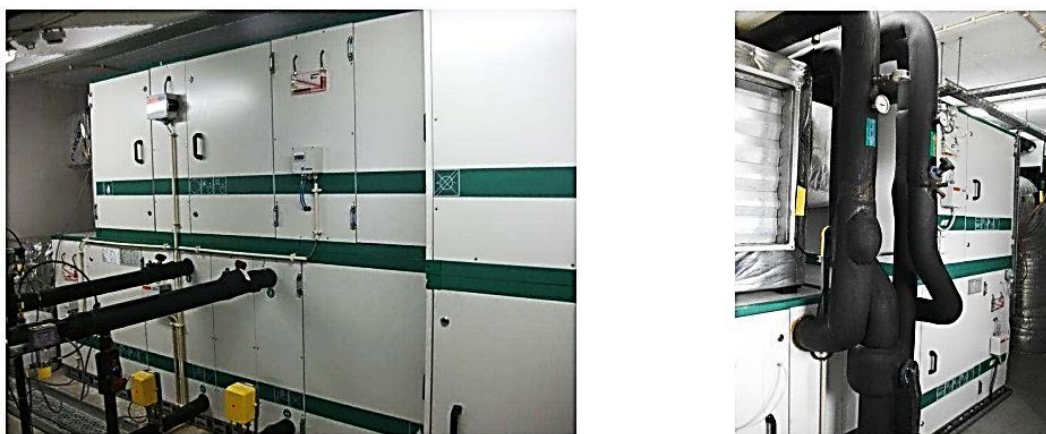


Figura 20 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - UTAN Auditório e UTAN A2

Existem ainda duas bombas de circulação do circuito primário de água arrefecida (comuns ao “chiller” e bomba de calor), duas bombas do circuito de água aquecida da bomba de calor, duas bombas do circuito de distribuição de água arrefecida e duas bombas do circuito de distribuição de água aquecida.

Algumas salas não se encontram climatizadas pelo sistema centralizado mas, sim, através de unidades de expansão directa do tipo “split”.



Figura 21 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - “Split”

Foram realizadas medições eléctricas na saída Geral “Chiller” existente no Quadro Geral de Entrada (QGBT), que alimenta as bombas de calor, UTAN B, as bombas de circuito de AVAC e ventiladores, e na saída AC 4.2 CT que alimenta as UTAN A e UTAN A2.

Após análise das medições realizadas constatou-se que o sistema de climatização é aquele que mais contribui para o consumo energético do edifício, cerca de 43% (42,8%), correspondendo a cerca de 342 MWh/ano.

3.1.1.2.3 Restantes Equipamentos

Foram ainda analisados os consumos energéticos de todos os equipamentos existentes para além dos equipamentos de climatização. Aqui encontram-se sistemas informáticos e audiovisuais (computadores, monitores, impressoras, servidores, entre outros), elevadores e outros equipamentos como ventiladores de extracção dos sanitários, máquinas de distribuição de comida/bebida, electrodomésticos (máquinas de café, microondas, frigoríficos) e bombagem de incêndio.

Estes equipamentos representavam o segundo maior consumidor energético do edifício (33,3% do total), correspondendo a cerca de 266 MWh/ano.

3.1.1.3 Serviços Eléctricos

O fornecimento de energia eléctrica ao edifício é efectuado através de uma alimentação em Baixa Tensão, a partir de um posto de transformação existente na garagem do edifício, cuja exploração perante a DGEG está a cargo da Direcção de Instalações. Todos os quadros parciais de piso são alimentados a partir do QGBT, localizado na cave.



Devido aos sistemas informáticos existentes no edifício é necessário a existência de um sistema de alimentação de energia fiável, que garanta a não ocorrência de falhas de energia, variações de tensão, sobrecargas, micro-cortes e picos de tensão. Como tal, existe neste edifício uma unidade ininterrupta de energia, UPS.



Figura 22 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - UPS

Para se garantir, igualmente, que em caso de falha da rede pública de energia os diversos circuitos (críticos) não sofram ausência de fornecimento de energia existe no edifício um grupo electrogéneo com potência de 250 KVA.



Figura 23 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Grupo de emergência

De modo a definir-se um perfil diário de consumo do edifício realizaram-se medições eléctricas à saída do QGBT durante um período mínimo de 24 horas, em que se constatou que a potência tomada é superior entre as 8h e 19h, e que a potência tomada máxima é de 166 kW (média de 98,9 kW).

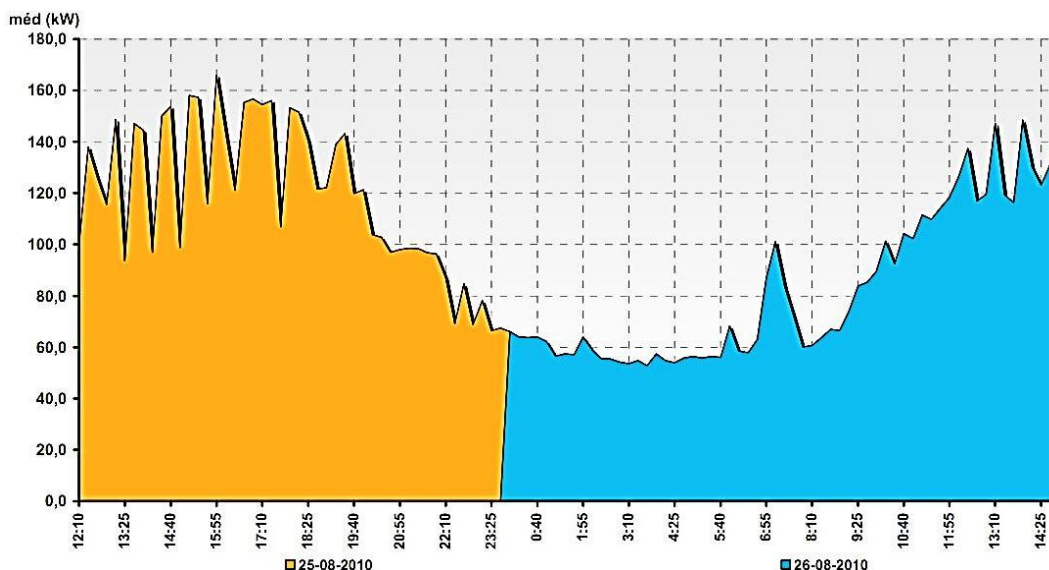


Gráfico 7 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Gráfico QGBT

3.1.1.4 Indicador de Eficiência Energética Real

Para se obter o indicador de eficiência energética (IEE) real realizou-se, de acordo com o RSECE [18], uma simulação dinâmica utilizando o software acreditado pela norma ASRHAE1140-2004, EnergyPlus v3.1, onde foi introduzida, entre outros, a iluminação, os equipamentos, a ocupação levantados previamente. O modelo de simulação foi validado comparando o valor do consumo obtido pela simulação dinâmica com o consumo do edifício obtido a partir dos valores presentes nas facturas energéticas, admitindo-se um erro de 10%.

Através da expressão abaixo indicada [18] obteve-se um valor de IEE real de 23,19 kgep/m².ano.

$$IEE = IEE_I + IEE_V + \frac{Q_{Out}}{A_p} = \frac{Q_{aq}}{A_p} \times F_{CI} + \frac{Q_{arr}}{A_p} \times F_{CV} + \frac{Q_{out}}{A_p}$$

Onde:

IEE – Indicador de eficiência energética (kgep/m².ano);

IEE_I – Indicador de eficiência energética de aquecimento (kgep/m².ano);

IEE_V – Indicador de eficiência energética de arrefecimento (kgep/m².ano);



Qout – Consumo de energia não ligado aos processos de aquecimento e arrefecimento (kgep/ano);

Ap – Área útil de pavimento (m²);

Qap – Consumo de energia em aquecimento (kgep/ano);

Qarr – Consumo de energia em arrefecimento (kgep/ano);

Qout – Consumo de energia não ligado aos processos de aquecimento e arrefecimento (kgep/ano).

O valor de IEE real obtido é inferior ao valor de IEE de referência, 31,7 kgep/m².ano, e, como tal, o edifício não necessitou de um Plano de Racionalização, de acordo com a Pergunta & Resposta F.2 do RSECE – Energia (versão 1.2) [19].

3.1.1.5 Determinação da Classe Energética

Validado o modelo utilizado, manteve-se o edifício e os sistemas de climatização e controlo caracterizado de acordo com as condições reais (Pergunta & Resposta E.15 do RSECE – Energia, versão 1.2) e introduziram-se os padrões de referência de utilização do edifício, especificados no ANEXO XV do RSECE – padrões nominais [18]. Desta forma foram determinados os consumos de energia do edifício em condições nominais e o correspondente IEE nominal. Através desse valor do IEE nominal é também classificado o edifício em termos de desempenho energético, sendo-lhe atribuída uma classe.

Os padrões nominais de referência utilizados neste edifício foram: Escritórios e Estabelecimento de Saúde sem Internamento com os espaços complementares Armazém (7 h/dia, todos os dias) e Estacionamento (10 h/dia, de Segunda-feira a Sexta-feira). No caso dos espaços complementares foi utilizado o número de horas de funcionamento anual que consta do Anexo XI e não o indicado no Anexo XV, de acordo com a Pergunta & Resposta E.17 do RSECE – Energia (versão 1.2) [19].

Para além disso foram seguidos os seguintes aspectos indicados na Pergunta & Resposta E.6 do RSECE – Energia (versão 1.2) [19]:



- Os valores de caudal de ar novo utilizados foram determinados tendo em consideração a densidade nominal de ocupação dos espaços, afectos da eficiência da ventilação (neste caso 80%) e agravados do facto de existirem materiais ecologicamente não limpos;
- As características dos sistemas de climatização consideradas no modelo de simulação correspondem à dos equipamentos efectivamente instalados;
- O período de funcionamento dos sistemas de climatização considerado correspondeu ao período de ocupação do edifício;
- A densidade de iluminação correspondeu ao real instalado;
- As densidades de ocupação por zona corresponderam aos valores nominais: 0,07 pessoas/m², no caso de escritórios e 0,1 pessoas/m², no caso de estabelecimentos de saúde sem internamento;
- As taxas de metabolismo consideradas [20] foram as seguintes:
 - Escritórios – 120 W;
 - Posto médico e restantes zonas – 140 W;

Para o cálculo dos valores de caudal nominal foram considerados os valores do Anexo VI do RSECE de acordo com o tipo de espaço existente, utilizando sempre, em cada caso, a situação mais gravosa. No quadro seguinte apresenta-se a correspondência entre os espaços existentes no edifício e as actividades indicadas no Anexo VI do RSECE e, ainda, os caudais utilizados na simulação nominal:



Tabela 12 - Anexo VI do RSECE [18]

Espaço	Anexo VI do RSECE		
	Tipo de actividade correspondente	Caudal mínimo de ar novo	
		m ³ /(h.ocupante)	m ³ /(h.m ²)
Corredores	Entretenimento - Corredores / átrios	-	5
Zona de Escritórios	Serviços - Gabinetes	35	5
Consultórios Médicos	Serviços - Consultórios Médicos	35	-
Bar	Serviço de Refeições - Cafetarias	35	35
Open Space	Serviços - Salas de computadores	30	-
Recepção	Serviços - Salas de recepção	30	15
Auditório	Entretenimento - Auditório	30	-
Open space	Serviços - Salas de computador	30	-

Os resultados obtidos a partir da simulação para as condições nominais de funcionamento, já com as correcções climáticas, foram as seguintes:

Tabela 13 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Resultados obtidos para as condições nominais de funcionamento

Q _{total} [kgep/ano]	Q _{aq} [kgep/ano]	Q _{arr} [kgep/ano]	Q _{ilum int.} [kgep/ano]	Q _{ilum ext.} [kgep/ano]	Q _{outros} [kgep/ano]	IEE _{nom} [kgep/m ² .ano]
254.733	22.367	54.925	51.827	16.904	104.548	26,91

Tabela 14 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Correcções climáticas

Parâmetro	Valor
N ₁ (1000 GD)	44,0
N ₁ (1190 GD)	62,2
N _{v1} (Norte)	16,0
N _{v2} (Norte)	16,0
F _{cl}	0,71
F _{cv}	1,00

O valor de IEE nominal de 26,91 kgep/m².ano corresponde a 305,68 toneladas de CO₂ por ano.

Como os intervalos das classes de certificação energética dependem do factor S (Soma dos consumos específicos para aquecimento, arrefecimento e iluminação), como se pode ver na tabela 15, foi necessário proceder-se a uma ponderação do IEE e S pelas áreas, uma vez que o edifício tem várias tipologias.



Tabela 15 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Intervalos das Classes Energéticas

Classe Energética	IEE _{nom} [kgep/(m ² .ano)]
A+	IEE _{nom} ≤ IEE _{ref} - 0,75.S
A	IEE _{ref} - 0,75.S < IEE _{nom} ≤ IEE _{ref} - 0,50.S
B	IEE _{ref} - 0,50.S < IEE _{nom} ≤ IEE _{ref} - 0,25.S
B-	IEE _{ref} - 0,25.S < IEE _{nom} ≤ IEE _{nom} ≤ IEE _{ref}
C	IEE _{ref} < IEE _{nom} ≤ IEE _{ref} + 0,50.S
D	IEE _{ref} + 0,50.S < IEE _{nom} ≤ IEE _{ref} + S
E	IEE _{ref} + S < IEE _{nom} ≤ IEE _{ref} + 1,5.S
F	IEE _{ref} + 1,5.S < IEE _{nom} ≤ IEE _{ref} + 2.S
G	IEE _{ref} + 2.S < IEE _{nom}

Diagrama de setas: Edifícios Novos (seta para cima), Edifícios Existentes (seta para baixo).

Após a ponderação das diferentes tipologias obteve-se um IEE de referência de 29,28 kgep/m².ano e um valor de S de 9,58 kgep/m².ano.

Tabela 16 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Valores ponderados de IEE e S

Zona	Tipologia de referência	Considerações	Área útil [m ²]	IEE _{ref, novos} [kgep/m ² .ano]	S [kgep/m ² .ano]
Escritórios	Escritórios	Aquecimento e Arrefecimento	4808,5	35,0	15,0
Espaço complementar	Estabelecimento de Saúde sem Internamento	Perfil de utilização: 8h/dia de Segunda a Sexta	387,2	159,0	9,0
Espaço complementar	Armazéns	Perfil de utilização: 7h/dia, Todos os dias	234,7	15,0	5,0
Espaço complementar	Estacionamento	Perfil de utilização: 10h/dia de Segunda a Sexta	4237,1	12,0	4,0
Média Ponderada do Edifício				29,28	9,58

Para o edifício em estudo, e de acordo com o apresentado anteriormente, os intervalos das classes energéticas eram os seguintes:



Tabela 17 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria Energética) - Intervalos de classes energéticas

Classe Energética	Intervalo [kgep/m ² ano]	
	Lim. Inferior	Lim. Superior
A+	-	22,09
A	22,09	24,49
B	24,49	26,89
B-	26,89	29,28
C	29,28	34,07
D	34,07	38,86
E	38,86	43,66
F	43,66	48,45
G	48,45	-

Do que resultou uma classe energética B-.

3.1.2 Auditoria da Qualidade do Ar Interior

A auditoria da qualidade do ar interior realizada no edifício visou dar satisfação ao Decreto-Lei nº79/2006, de 4 de Abril e Decreto-Lei nº78, de 4 de Abril [18].

Para a realização da auditoria foram inspeccionados os seguintes espaços:

- Cobertura do edifício onde se encontram as zonas técnicas de AVAC (“chiller”, bomba de calor e UTAN’s) e os restantes equipamentos do sistema;
- Zonas técnicas no piso 5 e piso -1 (corpo A), onde se localizam zonas técnicas de AVAC (UTAN A2 e UTAN auditório, respectivamente);
- Todos os espaços interiores do edifício;

Os equipamentos inspeccionados foram os seguintes:

- Filtros da UTAN A – núcleo A;
- Filtros e ventiladores de insuflação da UTAN B – núcleo B;
- Ventilador, conduta e filtros da UTAN A2;



- Filtros da UTAN Auditório.

Foram igualmente analisadas possíveis fontes de contaminação:

- Exteriores: tráfego nas estradas envolventes;
- Interiores: densidade de ocupação de alguns espaços, condutas e equipamentos do sistema AVAC; gases de exaustão das garagens, equipamentos instalados decorrentes da actividade de escritório, tais como, impressoras e fotocopiadoras.

As zonas no interior do edifício onde foram colocados pontos de medição foram os seguintes (no exterior do edifício foram colocados dois pontos de medição):

- **Piso 0:** Auditório;

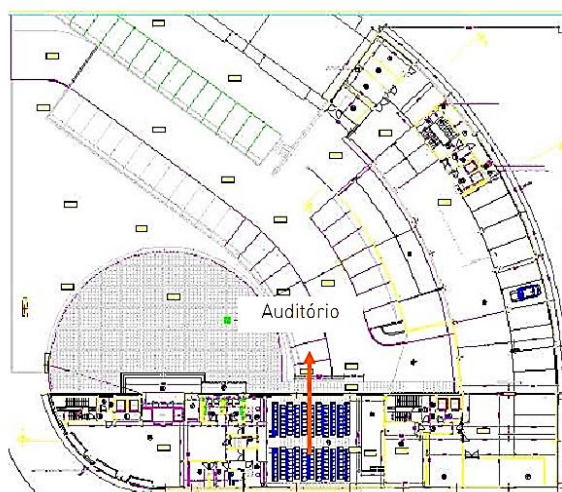


Figura 24 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Pontos de inspeção Piso 0

- **Piso 1:** Auditório; Sala de Enfermagem 1.24; Recepção Posto Médico; Gabinete Médico 1.09; recepção

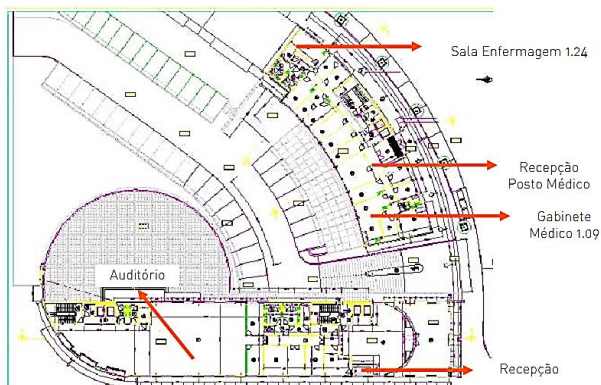


Figura 25 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Pontos de inspeção Piso 1

- **Piso 2:** Gabinete 2.38; Open Space 2.04 (1); Open Space 2.04 (2); Bar; Gabinete 2.11; Open Space (1); Open Space (2);



Figura 26 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Pontos de inspeção Piso 2



- **Piso 3:** Open Space 3.04 (1); Open Space 3.04 (2); Open Space 3.05; Gabinete 3.07/3.08; Gabinete 3.22; Sala Videoconferência;

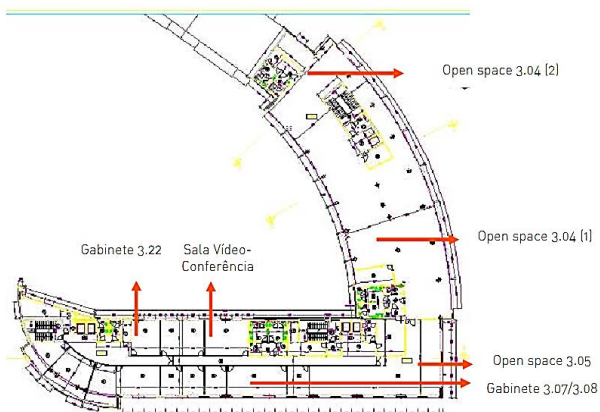


Figura 27 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Ponto de inspeção Piso 3

- **Piso 4:** Bar;

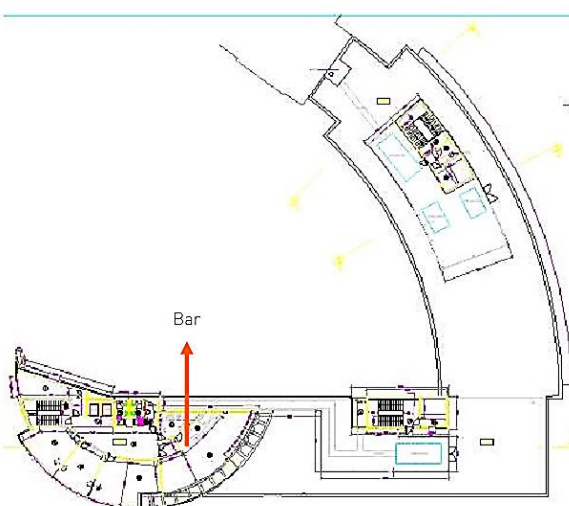


Figura 28 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Ponto de inspeção Piso 4



Nos locais de medição foi avaliada a produção dos seguintes parâmetros:

Tabela 18 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Parâmetros inspeccionados

Local	CO ₂	CO	O ₃	HCHO	COV's	PM10	Bactérias	Fungos	N.º de pontos
Exterior	x	x	x	x	x	x	x	x	2
Recepção	x	x	x	x	x	x	x	x	1
Auditório	x	x	x	x	x	x	x	x	2
Salas Formação / Reunião	x	x	x	x	x	x	x	x	1
Bares	x	x	x	x	x	x	x	x	2
Posto Médico	x	x	x	x	x	x	x	x	3
Gabinetes	x	x	x	x	x	x	x	x	4
Open Space	x	x	x	x	x	x	x	x	7
N.º total de pontos									22

No que se refere à pesquisa da “*Legionella*”, esta não se revelou necessária uma vez que no edifício não existem chuveiros nem sistemas com produção de aerossóis.

O RSECE obriga a pesquisa do gás “*Radão*” em zonas graníticas, nomeadamente nos distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco [18]. Situando-se o edifício no distrito de Coimbra a pesquisa deste parâmetro não se realizou.

Os equipamentos, devidamente certificados e com calibração certificada, utilizados nas medições foram os seguintes:

Tabela 19 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Equipamentos de medição utilizados

Parâmetro	Equipamento
Temperatura, Humidade Relativa	Testo 435-2, Marca Testo
Dióxido de Carbono, CO ₂ / Monóxido de Carbono, CO	
Ozono, O ₃	Monitor de Ozono, Série 200, aeroqual
Formaldeído, HCHO	Formaldemeter htV, Marca PPM
Partículas Suspensas no Ar, PM ₁₀	EPAM 5000, Marca HazDust
Compostos Orgânicos Voláteis, COV's	Analizador 2020 ppb PRO , Photovac
Microrganismos, Bactérias e Fungos (*)	Modelo SAS IAQ, Marca PBI

(*) análise deste parâmetro a realizar em laboratório subcontratado



3.1.2.1 Resultados e Conclusões

Os resultados obtidos para cada parâmetro avaliado e o respectivo valor máximo de referência encontram-se na tabela 20:

Tabela 20 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Valores máximos das concentrações medidas e valores de referência

Parâmetro	Concentração obtida	Concentração Máxima de Referência (CMR)
PM10	0,06 mg/m ³	0,15 mg/m ³
CO ₂	996 mg/m ³	1800 mg/m ³
CO	2,3 mg/m ³	12,5 mg/m ³
O ₃	0,1 mg/m ³	0,2 mg/m ³
HCHO	0,0 mg/m ³	0,1 mg/m ³
COV's	0,0 mg/m ³	0,6 mg/m ³
Bactérias	320 UFC/m ³	500 UFC/m ³
Fungos	477 UFC/m ³	500 UFC/m ³

A conformidade legal dos parâmetros medidos foi verificada mediante a observação das condições descritas na tabela 21, onde:

C_{MaxT} – Concentração máxima obtida de todos os pontos medidos para determinado parâmetro;

C_{MR} – Concentração máxima de referência para cada um dos poluentes em causa, conforme referido no nº8 do Artigo 29º do RSECE [18]

C_{Ext} – Concentração média temporal do poluente em análise medida no exterior do edifício.



Tabela 21 - Edifício Sede de Escritórios em Coimbra (Auditoria QAI) - Critérios de conformidade

Parâmetro	Critério de conformidade
PM10	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$
CO ₂	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$
CO	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$
O ₃	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$
HCHO	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$
COV's	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$
Bactérias	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$ $C_{int} \leq C_{ext} + 300$
Fungos	$C_{MaxT} \leq C_{MR}$ Sem crescimento visível de fungos $C_{int} \leq C_{ext}$

No caso dos Fungos, embora o nível de poluição atmosférica exterior tenha sido superior a metade do valor limite permitido, a concentração obtida em todos os pontos do interior do edifício é inferior à Concentração Máxima de Referência. Sendo assim, o edifício foi considerado conforme para este parâmetro.

Face aos resultados obtidos nas medições e tendo em consideração a legislação de referência verificou-se que todos os parâmetros avaliados na auditoria de QAI (as concentrações de Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Ozono, Formaldeído, COV's, PM10, Bactérias e Fungos) encontravam-se inferiores à respectiva concentração máxima de referência (CMR).

3.1.3 Medidas de melhoria da Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior

Para uma melhoria da Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior foram propostas (e realizadas) as seguintes medidas:

- Instalação de contadores parciais de consumo de energia em tempo real e implementação de um sistema de leituras periódicas dos mesmos;
- Substituição das lâmpadas de halogéneo de 35 W do Auditório por tecnologia Led;



- Manutenção do sistema de renovação de ar em funcionamento durante o período de ocupação, de modo a garantir os níveis de concentração de poluentes abaixo dos limites;
- Verificação periódica do estado de conservação dos filtros de ar das UTAN's e limpeza periódica de todas as instalações e equipamentos.

Após a realização destas medidas o edifício obteve um “upgrade” de classe energética, passando de classe energética B⁻ para B.

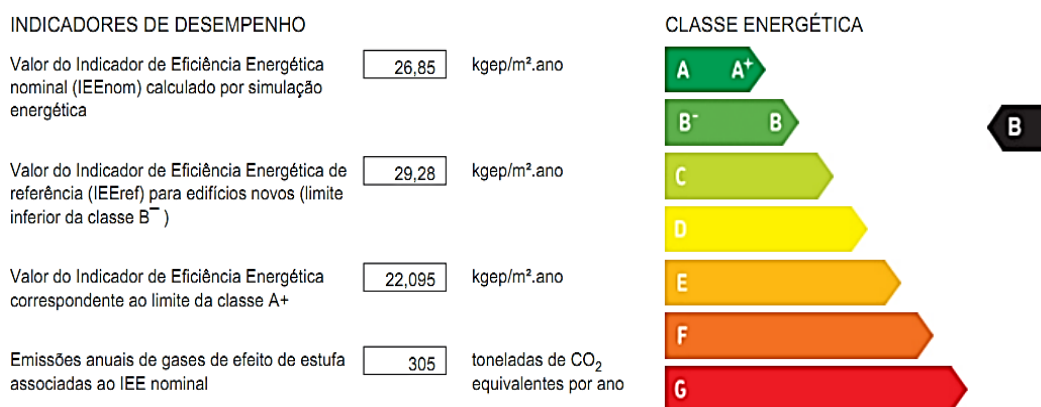
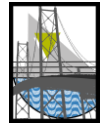


Figura 29 – Edifício Sede de Escritórios em Coimbra - Classe energética actual





4. EDIFÍCIO DO CENTRO DE ATENDIMENTO PERMANENTE EM SEIA

4.1 Caracterização do edifício

O edifício em estudo foi construído no ano de 2007, situa-se em Seia, na Av. Terras de Sena, e é utilizado como centro de atendimento permanente (“contact center”).

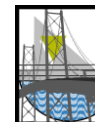
É composto por um piso (com 7,5 metros de pé direito), com uma área de cerca de 1600 m², e é constituído pelos seguintes compartimentos:

- 6 Gabinetes;
- 2 Áreas de descanso/lazer (uma de fumadores e outra de não fumadores);
- 1 Sala de refeições;
- 1 “Open space”;
- 2 Salas de formação;
- 3 Instalações Sanitárias (masculino, feminino e deficientes);
- Circulação;
- “Datacenter”.

Ao nível da cobertura, o edifício está subdividido em coberturas inclinadas em telha cerâmica e painéis de “lusalite” e uma cobertura plana onde se encontram instalados os aparelhos de climatização (AVAC).



Figura 30 - Centro de Atendimento Permanente em Seia (antes da intervenção) - Exterior



4.2 Âmbito da intervenção

As intervenções que se propuseram para execução, e que abrangeram diferentes ramos da engenharia (engenharias mecânica, electrotécnica e civil) visaram sobretudo a melhoria do conforto térmico dos “residentes” e dos desempenhos energético e térmico do edifício e, como consequência, a obtenção de uma melhor classe de certificação energética.

Foi também executada no edifício uma solução construtiva que visou a melhoria do desempenho acústico do edifício.

4.2.1 Patologias de Engenharia Mecânica

Ao nível do ramo da engenharia mecânica as patologias detectadas relacionavam-se com deficiências de funcionamento dos “chillers” quando estes se encontravam no ciclo de aquecimento.



Figura 31 – Centro de Atendimento Permanente em Seia (antes da intervenção) - “Chillers” e ventiladores de extracção na cobertura plana

4.2.2 Patologias de Engenharia Electrotécnica

No que diz respeito às patologias do ramo da engenharia electrotécnica, estas relacionavam-se com a ausência de um Sistema de Gestão Técnica que conseguisse gerir o funcionamento dos equipamentos técnicos do edifício.



4.2.3 Patologias de Engenharia Civil

Em relação às patologias relacionadas com Engenharia Civil, estas foram detectadas ao nível das paredes e tectos interiores, fachadas e cobertura do edifício (coberturas inclinadas e cobertura plana).

Nas paredes e tectos interiores detectou-se a presença de infiltrações e escorrências de água, devido a deficiente impermeabilização da cobertura, e fissurações. (ANEXO V.1, figuras 62 e 63)

Na cobertura plana, onde se encontram os aparelhos de AVAC, pôde detectar-se que a betonilha se apresentava “esfarelada” em alguns pontos e que existiam vários maciços, alguns cobertos com tela de poliéster revestida a xisto na parte superior. No entanto, este revestimento dos maciços não se encontrava funcional nem correctamente executado, uma vez que a tela não se apresentava fixada com nenhum tipo de perfil ou rufo, encontrando-se solta em algumas zonas e “colada” com um barramento (possivelmente o utilizado no isolamento térmico exterior) noutras zonas. (ANEXO V.2, figuras 65 e 66)

Ainda nas zonas de cobertura plana observou-se que o isolamento térmico exterior (ITE) não apresentava perfis de arranque, possibilitando assim a subida de água por capilaridade e levando a um alojamento desta entre as placas de EPS e a alvenaria, originando microfissuras. Esta patologia pode advir de uma má preparação dos constituintes do ITE ou de condições climatéricas adversas quando da sua aplicação. Se no momento da aplicação ocorriam temperaturas muito baixas, a cola e o reboco poderão ter perdido a sua capacidade de coesão e aderência, tornando-se friáveis. Se, porventura, durante a sua aplicação se tivesse registado pluviosidade, poderá ter ocorrido a descolagem generalizada ou parcial do sistema. (ANEXO V.2, figura 64)

Nas coberturas inclinadas observou-se que, devido a uma deficiente concepção do projecto, o edifício possuía várias caleiras interiores de secção insuficiente para o escoamento das águas pluviais. Note-se que caleiras interiores são sempre zonas problemáticas, o que associado à insuficiência de secção adequada ao escoamento dos caudais, originava inundações e escorrências no interior do edifício (ANEXO V.3, figura 67). Adicionalmente verificou-se que a laje de cobertura não apresentava isolamento.

Ao nível das fachadas observou-se o destacamento das placas de revestimento (EPS-poliestireno expandido). Este destacamento poderá ter sido originado devido à presença



de água entre o suporte e o EPS e/ou devido a uma má aplicação das placas. (ANEXO V.4, figuras 68 e 69)

4.2.4 Desempenho Acústico

Tratando-se de um centro de atendimento permanente (telefónico), o desempenho acústico no interior do edifício é extremamente relevante. Porém, também neste aspecto, o edifício apresentava deficiência ao nível da dissipação das ondas sonoras no seu interior (principalmente na zona do “open space”), o que acabava por provocar bastante ruído, condicionando o normal funcionamento do “contact center”.

Perante as constantes queixas dos “residentes” tornou-se imperativo encontrar-se uma solução que corrigisse as patologias atrás referidas e que fosse compatível com os “boosters” de AVAC e com a acessibilidade às máquinas de AVAC para manutenção.

4.3 Intervenção de urgência

Face às queixas dos “residentes” do edifício, que se relacionavam com as constantes baixas temperaturas no interior do edifício e avarias frequentes dos compressores dos “chillers”, foi necessário proceder-se à execução de medidas mitigadoras de urgência que passaram pela instalação de chaminés de exaustão nos ventiladores de extracção (figura 32), bem como a instalação de aquecimentos domésticos, sendo esta última uma medida provisória.



Figura 32 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Chaminés de exaustão nos ventiladores



Após estas medidas, foram executadas medições de temperatura através de um aparelho com calibração certificada (KIMO AMI 301), instalado a 1 metro de altura do pavimento no interior do edifício, entre os dias 30 de Novembro e 7 de Dezembro de 2010 e obtiveram-se temperaturas que variaram entre 5º C e 19º C, incompatíveis com o conforto humano.

Tornou-se, portanto, óbvio que seria necessário executar medidas adicionais para além da instalação das chaminés de exaustão nos ventiladores, que melhoraram o fenómeno de refluxo de ar e minimizaram as avarias dos compressores mas que não solucionaram o desconforto térmico no interior do edifício.

4.4 Reparação do Sistema de Climatização e Gestão Centralizada do edifício

4.4.1 Sistema de Climatização – Medidas de Melhoria Adoptadas

No que se refere ao Sistema de Climatização, procedeu-se às seguintes medidas:

- Fecho das paredes existentes entre o “open space” e a “mezzanine”;
- Alteração da entrada principal do edifício para porta lateral automática e criação de antecâmara;
- Reforço da climatização no átrio de entrada e nos corredores;
- Substituição dos difusores de deslocamento do ar insuflado pelas UTAN's, por outros mais eficazes;
- Alteração das UTAN's que insuflam 100% de ar novo para UTAN's com secções de admissão de ar novo e rejeição de ar viciado, com registos monitorizados através de um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (GTC) e leituras de ar novo introduzido e de CO₂ do ar extraído;
- Introdução de sistemas de variação de velocidade nos ventiladores das UTAN's;
- Reforço do revestimento da envolvente das UTAN's e tubagens;
- Resolução dos problemas de paragens intempestivas das UTAN's;



- Integração das UTAN's no GTC;
- Uma vez que os “chillers” não tinham capacidade de garantir conforto térmico na presença de temperaturas exteriores inferiores a 5° C, tornou-se necessário reforçar a capacidade de aquecimento do circuito de água quente, através de circuito externo ao existente, por intermédio de permutador de calor, sem alterar demasiado a concepção da instalação existente, o que implicaria custos elevados.

4.4.2 Abastecimento do edifício por Rede de Gás Natural

Como foi referido atrás tornou-se necessário reforçar a capacidade de aquecimento de água quente para garantir o conforto térmico na época de inverno no interior do edifício, e como tal, foram estudadas duas soluções:

- 1- Execução de um circuito adicional de água aquecida com permutação de calor, mantendo o sistema existente;
- 2- Substituição integral dos “chillers” e seu reposicionamento, removendo-os da cobertura e colocando-os no exterior.

Como o edifício se encontra em funcionamento ininterrupto, e não sendo possível proceder-se ao encerramento das instalações, optou-se pela primeira solução, isto é, instalação de uma Central de Gás Natural (abastecida por rede da empresa BEIRAGÁS (grupo EDP)), integrada no GTC, que entra em funcionamento quando a temperatura exterior atinge um valor inferior ou igual a 5° C.



Figura 33 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Construção de zona onde se situa a caldeira de gás natural



Figura 34 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Caldeira de gás natural e respectivas temperaturas

A rede de abastecimento de gás natural tem uma configuração bastante simplificada e compacta, como se pode observar no ANEXO VI.



4.4.3 Gestão Técnica Centralizada do edifício – Medidas de melhoria adoptadas

Em relação à Gestão Técnica Centralizada do edifício procedeu-se às seguintes medidas:

- Reformulação dos circuitos de comando existentes nos equipamentos e reforço das UPS's;
- Instalação do sistema GTC;
- Integração da central a gás natural no GTC;
- Execução dos esquemas unifilares dos circuitos eléctricos;
- Instalação de sondas de temperatura no “open space” e no exterior;
- Instalação de sondas de temperatura nas entradas e saídas das UTAN's, sensores de fluxos de água, de sondas de temperatura nos circuitos de água quente de ida e retorno dos “chillers” e de sondas de medição da qualidade do ar (CO₂) nas condutas de extracção das UTAN's.

4.4.4 Processo de concurso

Durante o mês de Fevereiro de 2011 a Direcção de Instalações, entidade gestora do edifício, colocou a concurso a implementação de melhorias nas instalações da Gestão Técnica Centralizada e do Sistema de Climatização do Edifício de Atendimento Permanente, situado em Seia.

O referido processo de concurso foi constituído pelo Programa de Concurso e Instruções para Concorrentes, Condições Gerais de Contrato, Condições Especiais de Contrato, Condições Técnicas, Peça desenhada de implantação da casa da caldeira de gás natural e listagem de conexões da Gestão Técnica Centralizada (GTC).

Para o concurso foram convidadas as seguintes 14 empresas: INSTALOTÉCNICA, JOÃO JACINTO TOMÉ, PINTO E CRUZ, SISTAVAC, SOTÉCNICA, TECNOSPIE, VENTILARCO, CBE, CONDOR, LINDERNOR, MONOCLIMA, 3G OFFICE, EFACEC e J. F. VILHENA.



Ficou definido que o prazo de recepção de propostas expiraria no dia 24 de Fevereiro de 2011. Até à data referida foram recebidas as propostas das empresas INSTALOTÉCNICA (Concorrente nº1), JOÃO JACINTO TOMÉ (Concorrente nº2), PINTO E CRUZ (Concorrente nº3), SISTAVAC (Concorrente nº4), SOTÉCNICA (Concorrente nº5), TECNOSPIE (Concorrente nº6) e VENTILARCO (Concorrente nº7). As restantes empresas não apresentaram propostas.

Os parâmetros de avaliação das propostas ficaram definidos da seguinte forma:

- Preço – 50 pontos;
- Qualidade Técnica da proposta – 50 pontos.

A análise financeira das propostas ficou a cargo da Direcção de Compras enquanto a avaliação da Qualidade Técnica das propostas ficou a cargo da Direcção de Instalações.

O critério correspondente à Qualidade Técnica das propostas foi dividido em 6 subcritérios, com o seguinte peso:

- **6 Pontos:** Certificações, nomeadamente Norma NP EN ISO 9001: 2008 (Sistemas de Qualidade); Norma NP EN ISO 14001: 2004 (Ambiente); OHSAS 18001: 2007 (Segurança);
- **2 Pontos:** Outras certificações;
- **18 Pontos:** Alvarás.

Os alvarás mínimos exigidos foram:

- 4ª categoria, subcategorias 1ª, 2ª, 7ª, 15ª, todas da classe 1;
- 4ª categoria, subcategoria 10ª, de classe igual ou superior a 2.

Os alvarás que garantiram pontuação máxima foram:

- 1ª categoria, subcategorias 1ª, 4ª, 5ª, 8ª;
- 4ª categoria, subcategoria 12ª;



- 5ª categoria, subcategoria 11ª.
- **6 Pontos:** CV's das Equipas Técnicas;
- **12 Pontos:** Portfólio comprovado de trabalhos idênticos, com discriminação dos trabalhos e valores dos contractos, desde 2007; As empresas que tivessem realizado um mínimo de 50 trabalhos obtiveram pontuação máxima.
- **6 Pontos:** Organograma funcional/matriz de responsabilidades para a execução da obra.

O prazo para execução da obra foi de 9 semanas após a adjudicação da mesma, sendo a que esta deveria ter uma garantia mínima de 2 anos.

Foi exigido ao concorrente vencedor do concurso, antes do início da obra, uma garantia bancária "on first demand" no valor de 10% do valor da proposta, válida até à Recepção Definitiva da Obra.

4.4.4.1 Análise técnica das propostas

A análise técnica das propostas recebidas foi realizada em 5 fases.

Numa primeira fase foi analisado o cumprimento dos subcritérios estabelecidos no processo de concurso. Nesta fase ficaram logo excluídas as propostas dos seguintes concorrentes:

- Concorrente nº1 (INSTALOTÉCNICA) – devido a não ter apresentado quaisquer dos elementos pretendidos;
- Concorrente nº2 (JOÃO JACINTO TOMÉ) – devido à falta de elementos e ao incumprimento do prazo estabelecido no processo de concurso.

Seguiu-se a Fase 2, correspondente à primeira ronda de esclarecimentos. Nesta fase foi excluída a proposta do concorrente nº 7 (VENTILARCO), devido a não possuir os alvarás exigidos.



Seguiram-se mais três rondas de esclarecimento (Fases 3, 4 e 5) com os restantes quatro concorrentes ainda em concurso de modo a ser possível atingir-se um patamar comparativo entre as propostas.

4.4.4.1.1 Propostas finalistas

Atingiram a fase final de selecção as propostas apresentadas pelos seguintes concorrentes:

- Concorrente nº3 – PINTO E CRUZ;
- Concorrente nº4 – SISTAVAC;
- Concorrente nº5 – SOTÉCNICA;
- Concorrente nº6 – TECNOSPIE.

Apesar de ter atingido a fase final de selecção, a proposta apresentada pela empresa PINTO E CRUZ foi excluída uma vez que a solicitação formulada de assumir erros e omissões não foi correspondida.

As propostas finalistas foram portanto as seguintes:

Concorrente nº4 – SISTAVAC

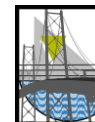
A proposta inicial era de 218.768,09€ que foi alterada no dia 7 de Março de 2011 para o valor de 284.942,20€. No entanto, no dia 14 de Março de 2011 o concorrente enviou um mapa de preços adicional, aumentando o valor da proposta para 325.234,53€.

Concorrente nº5 – SOTÉCNICA

A proposta inicial de 308.260,00€ foi alterada no dia 14 de Março de 2011, aumentando para o valor de 317.981,82€.

Concorrente nº6 – TECNOSPIE

No dia 16 de Março de 2011 a proposta inicial de 369.509,33€ foi aumentada para o valor final de 394.269,38€.



Como a proposta do concorrente nº4 (SISTAVAC) foi acrescida em mais de 50%, foi concluído pela Direcção de Instalações que a proposta inicial do referido concorrente revelava falta de preparação e rigor.

Como tal, a Direcção de Instalações concluiu que as propostas que se apresentaram, sob o ponto de vista técnico, mais coerentes em todo o processo foram as propostas das empresas SOTÉCNICA e TECNOSPIE.

4.4.4.2 Análise financeira das propostas e resultado do processo de concurso

Como do ponto de vista técnico as propostas mais vantajosas foram as propostas apresentadas pelos concorrentes nº5 e nº6, a análise financeira recaiu sobre estas duas.

Fazendo uma análise financeira comparativa das duas propostas, aquela que se apresentou mais favorável financeiramente, e que foi seleccionada para a execução dos trabalhos, foi a proposta apresentada pela empresa SOTÉCNICA, no valor de 317.981,82€.

4.5 Trabalhos de reparação de construção civil

4.5.1 Correção de patologias

No que se refere ao trabalho de reparação das patologias de construção civil identificadas, este efectuou-se em cinco frentes diferentes: paredes e tectos interiores; coberturas inclinadas; coberturas planas; fachadas; caleiras, muretes e platibandas, tubos de queda.

- Paredes e Tectos Interiores:

Procedeu-se ao fechamento das zonas onde se identificaram fissurações e ao tratamento adequado nas zonas onde se presenciaram infiltrações, nas paredes e tectos interiores.



- Coberturas Inclinadas:

Procedeu-se à remoção das telhas, aplicação de barreira ao vapor (polietileno), impermeabilização por membranas, aplicação de isolamento térmico (painéis de lã de rocha) e reposição das telhas cerâmicas.

- Coberturas Planas:

Procedeu-se à remoção da betonilha desagregada, execução de camada de regularização e aplicação de membrana impermeabilizante de resina acrílica com fibra de vidro.

- Fachadas:

Procedeu-se à remoção integral do ITE existente, colagem e barramento das placas de poliestireno expandido armado com rede de fibra de vidro, aplicação de revestimento impermeável e regularização de cor.

- Caleiras, muretes e platibandas, tubos de queda:

Procedeu-se à substituição das caleiras existentes por outras de maior secção, ao tratamento destas zonas e à aplicação de membranas.

4.5.2 Processo de concurso

Durante o mês de Março de 2011 a Direcção de Instalações colocou a concurso os trabalhos de reparação das patologias de construção civil detectadas no Edifício de Atendimento Permanente situado em Seia.

O referido processo de concurso foi constituído pelo Programa de Concurso, Condições Contratuais, Parecer Técnico/Condições Técnicas e Mapa de Preços.

Para o concurso foram convidadas as seguintes 7 empresas: COBELBA, CONTACTO, EDIVISA, OGB, OPENLINE, RAMOS CATARINO e SOTECNISOL.

Todas as empresas convidadas entregaram propostas tendo ficado, para efeitos de concurso, a seguinte numeração: Concorrente nº1 – COBELBA; Concorrente nº2 –



CONTACTO; Concorrente nº3 – EDIVISA; Concorrente nº4 – OGB; Concorrente nº5 – OPENLINE; Concorrente nº6 – RAMOS CATARINO; Concorrente nº7 – SOTECNISOL.

Os parâmetros de avaliação das propostas ficaram definidos da seguinte forma:

- Preço – 50 pontos;
- Qualidade Técnica da proposta – 50 pontos.

A análise financeira das propostas ficou a cargo da Direcção de Compras enquanto a avaliação da Qualidade Técnica das propostas ficou a cargo da Direcção de Instalações.

O critério correspondente à Qualidade Técnica das propostas foi dividido em 7 subcritérios, com o seguinte peso:

- **6 Pontos:** Certificações, nomeadamente Norma NP EN ISO 9001: 2008 (Sistemas de Qualidade); Norma NP EN ISO 14001: 2004 (Ambiente); OHSAS 18001: 2007 (Segurança);
- **2 Pontos:** Outras certificações;
- **10 Pontos:** Alvarás.

Os alvarás mínimos exigidos foram:

- 1ª categoria, subcategorias 1ª, 4ª, 5ª, todas de classe igual ou superior a 2;
- 5ª categoria, subcategoria 11ª, de classe igual ou superior a 2.

Os alvarás que garantiram pontuação máxima foram:

- 5ª categoria, subcategorias 5ª, 9ª, 10ª, 12ª, de classe igual ou superior a 2;
- **12 Pontos:** Memória Descritiva e Justificativa dos trabalhos propostos;
- **6 Pontos:** CV's das Equipas Técnicas;



- **8 Pontos:** Portfólio comprovado de trabalhos idênticos, com discriminação dos trabalhos e valores dos contractos, desde 2007; As empresas que tivessem realizado um mínimo de 50 trabalhos obtiveram pontuação máxima;
- **6 Pontos:** Organograma funcional/matriz de responsabilidades para a execução da obra;

O prazo para execução da obra foi de 9 semanas após a adjudicação da obra.

No que diz respeito às garantias de obra, foram exigidas as seguintes:

- Garantia para trabalhos de impermeabilização: 10 anos;
- Restantes trabalhos: 5 anos.

Em relação à garantia bancária exigiu-se que esta fosse "on first demand", a entregar antes do início da obra e no valor de 10% do valor de Adjudicação, válida por 10 anos a contar a partir da data de Recepção Provisória da Obra.

Ficou igualmente definido, no Processo de Concurso, que em caso de incumprimentos de prazo as penalidades seriam de 5% do valor da proposta, por cada semana de atraso.



4.5.2.1 Análise técnica das propostas

4.5.2.1.1 Concorrente nº1 – COBELBA

O concorrente nº1, nos vários subcritérios que ficaram estabelecidos no Programa de Concurso, obteve as seguintes classificações:

Tabela 22 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº1 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil

		Pontos
Certificações	ISO 9001:2008	2 Pontos
Outras Certificações	Apresentou Prémio PME Excelência, que não foi considerado como certificação.	0 Pontos
Alvarás	5ª categoria: subcategorias 5ª, 9ª, 10ª, 12ª, todas com classe igual ou superior a 2.	10 Pontos
Memória Descritiva e Justificativa	Transcreveu o Caderno de Encargos	0 Pontos
CV's Equipas Técnicas	Apresentou	6 Pontos
Portfólio	Não Apresentou	0 Pontos
Organograma funcional	Apresentou organograma resumido	3 Pontos

O concorrente nº1 obteve uma pontuação total de **21 pontos**. Apresentou ainda os Planos de Qualidade, de Equipamento e de Mão-de-Obra. O prazo definido pelo concorrente para execução dos trabalhos foi de 9 semanas, conforme o Caderno de Encargos.

Após pedido de esclarecimentos efectuado pela Direcção de Instalações o concorrente nº1 assumiu os prazos de garantia exigidos no Processo de Concurso e apresentou a lista de subempreiteiros a contratar.



4.5.2.1.2 Concorrente nº2 – CONTACTO

O concorrente nº2, nos vários subcritérios que ficaram estabelecidos no Programa de Concurso, obteve as seguintes classificações:

Tabela 23 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº2 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil

		Pontos
Certificações	ISO 9001:2008; ISO 14001:2004; OHSAS 18001:2007	6 Pontos
Outras Certificações	Não apresentou.	0 Pontos
Alvarás	5ª categoria: subcategorias 5ª, 9ª, 10ª, 12ª, todas com classe igual ou superior a 2.	10 Pontos
Memória Descritiva e Justificativa	Transcreveu o Caderno de Encargos	0 Pontos
CV's Equipas Técnicas	Apresentou	6 Pontos
Portfólio	Apresentou detalhadamente lista de obras, clientes, datas, montantes em número superior a 50.	8 Pontos
Organograma funcional	Apresentou.	6 Pontos

O concorrente nº2 obteve uma pontuação total de **36 pontos**. Apresentou ainda Planos de Qualidade e Manual de Qualidade. O prazo definido pelo concorrente para execução dos trabalhos foi de 9 semanas, conforme o Caderno de Encargos.

Após pedido de esclarecimentos efectuado pela Direcção de Instalações o concorrente nº2 assumiu o prazo de 5 anos para todas as zonas intervencionadas e a garantia bancária exigida no Processo de Concurso. Apresentou ainda a lista de subempreiteiros a contratar.



4.5.2.1.3 Concorrente nº3 – EDIVISA

O concorrente nº3, nos vários subcritérios que ficaram estabelecidos no Programa de Concurso, obteve as seguintes classificações:

Tabela 24 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº3 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil

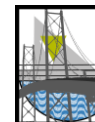
		Pontos
Certificações	ISO 9001:2008;	2 Pontos
Outras Certificações	Não apresentou.	0 Pontos
Alvarás	5ª categoria: subcategorias 5ª, 9ª, 10ª, 12ª, todas com classe igual ou superior a 2.	10 Pontos
Memória Descritiva e Justificativa	Apresentou, muito sucintamente	1 Ponto
CV's Equipas Técnicas	Apresentou, resumidamente.	5 Pontos
Portfólio	Apresentou detalhadamente lista de 4 grandes obras, clientes, datas, montantes.	0,64 Pontos
Organograma funcional	Apresentou, sem detalhe.	5 Pontos

O concorrente nº3 obteve uma pontuação total de **23,64 pontos**. Apresentou ainda Planos de Qualidade, de Equipamentos e de Mão-de-Obra. O prazo definido pelo concorrente para execução dos trabalhos foi de 9 semanas, conforme o Caderno de Encargos.

As garantias (de obra e bancária) apresentadas pelo concorrente encontravam-se conforme o estabelecido no Processo de Concurso.

4.5.2.1.4 Concorrente nº4 – OGB

A proposta apresentada pelo concorrente nº4 não apresentava alvará obrigatório para 5ª categoria, 11ª subcategoria. Sendo assim a empresa OGB foi excluída do Processo de Concurso.



4.5.2.1.5 Concorrente nº5 – OPENLINE

O concorrente nº5, nos vários subcritérios que ficaram estabelecidos no Programa de Concurso, obteve as seguintes classificações:

Tabela 25 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº5 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil

		Pontos
Certificações	ISO 9001:2008;	2 Pontos
Outras Certificações	Não apresentou.	0 Pontos
Alvarás	5ª categoria: subcategorias 5ª, 9ª, 10ª, todas com classe igual ou superior a 2; 5ª categoria, subcategoria 12ª, classe 1	8,5 Pontos
Memória Descritiva e Justificativa	Apresentou memórias bem desenvolvidas.	9 Pontos
CV's Equipas Técnicas	Apresentou.	6 Pontos
Portfólio	Apresentou lista de grandes obras.	6 Pontos
Organograma funcional	Apresentou.	6 Pontos

O concorrente nº5 obteve uma pontuação total de **37,5 pontos**. Apresentou ainda Planos de Qualidade, de Equipamentos e de Mão-de-Obra. O prazo definido pelo concorrente para execução dos trabalhos foi de 9 semanas, conforme o Caderno de Encargos.

Após esclarecimentos pedidos pela Direcção de Instalações o concorrente assumiu uma garantia de 5 anos para todas as zonas intervencionadas e uma garantia bancária "on first demand" no valor de 10% da Adjudicação, válida por 5 anos a contar da data de Recepção Provisória da obra.



4.5.2.1.6 Concorrente nº6 – RAMOS CATARINO

O concorrente nº6, nos vários subcritérios que ficaram estabelecidos no Programa de Concurso, obteve as seguintes classificações:

Tabela 26 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº6 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil

		Pontos
Certificações	ISO 9001:2008; ISO 14001:2004; OHSAS 18001:2007.	6 Pontos
Outras Certificações	Não apresentou.	0 Pontos
Alvarás	5ª categoria: subcategorias 5ª, 9ª, 10ª, 12ª, todas com classe igual ou superior a 2.	10 Pontos
Memória Descritiva e Justificativa	Apresentou memórias bem desenvolvidas.	9 Pontos
CV's Equipas Técnicas	Apresentou.	6 Pontos
Portfólio	Apresentou lista de grandes obras, detalhadas.	8 Pontos
Organograma funcional	Apresentou.	6 Pontos

O concorrente nº6 obteve uma pontuação total de **45 pontos**. Apresentou ainda Planos de Qualidade, de Equipamentos e de Mão-de-Obra. O prazo definido pelo concorrente para execução dos trabalhos foi de 9 semanas, conforme o Caderno de Encargos.

Após esclarecimentos pedidos pela Direcção de Instalações o concorrente assumiu as garantias de obra que constaram no Processo de Concurso, exceptuando na opção 2 da cobertura plana. O concorrente assumiu ainda cumprir o indicado no Processo de Concurso, relativamente à garantia bancária.



4.5.2.1.7 Concorrente nº7 – SOTECNISOL

O concorrente nº7, nos vários subcritérios que ficaram estabelecidos no Programa de Concurso, obteve as seguintes classificações:

Tabela 27 - Centro de Atendimento Permanente em Seia - Pontuações obtidas pelo concorrente nº7 no Processo de Concurso para a Empreitada de Reparação das patologias de construção civil

		Pontos
Certificações	ISO 9001:2008;	2 Pontos
Outras Certificações	Não apresentou.	0 Pontos
Alvarás	5ª categoria: subcategorias 5ª, 9ª, 10ª, 12ª, todas com classe igual ou superior a 2.	10 Pontos
Memória Descritiva e Justificativa	Apresentou memórias muito desenvolvidas.	12 Pontos
CV's Equipas Técnicas	Apresentou.	6 Pontos
Portfólio	Apresentou lista de grandes obras, detalhadas.	8 Pontos
Organograma funcional	Apresentou.	6 Pontos

O concorrente nº7 obteve uma pontuação total de **44 pontos**. Apresentou ainda Planos de Qualidade e de Mão-de-Obra. O prazo definido pelo concorrente para execução dos trabalhos foi de 9 semanas, conforme o Caderno de Encargos.

Após esclarecimentos pedidos pela Direcção de Instalações o concorrente assumiu uma garantia bancária não "on first demand" de 5% da Adjudicação, num prazo de 5 anos.



4.5.2.1.8 Concorrentes finalistas

Após análise das propostas dos 7 concorrentes a Direcção de Instalações considerou que, do ponto de vista técnico, as propostas apuradas seriam as propostas dos seguintes concorrentes:

- Concorrente nº6 – RAMOS CATARINO, que obteve 45 pontos;
- Concorrente nº7 – SOTECNISOL, que obteve 44 pontos;
- Concorrente nº5 – OPENLINE, que obteve 37,5 pontos;
- Concorrente nº2 – CONTACTO, que obteve 36 pontos.

4.5.2.2 Análise financeira das propostas e resultado do processo de concurso

Após a análise técnica das propostas recebidas, da qual resultaram quatro propostas finalistas, foi realizada uma análise financeira das referidas propostas, pela Direcção de Compras, de modo a decidir qual empresa seria adjudicatária para executar os trabalhos de reparação das patologias de construção civil do edifício.

O autor do presente trabalho não teve acesso aos dados da análise financeira, mas, no entanto, após análises e negociações financeiras, a execução dos trabalhos foi adjudicada ao concorrente nº5, OPENLINE.

4.6 Reparação Acústica

De modo a melhorar o comportamento acústico do edifício procedeu-se a um tratamento acústico que passou pela implementação de várias placas de absorvente acústico, da marca comercial *BAFLES ABSORSOR*[®] (1), suspensas nas asnas da cobertura, que através da sua composição e disposição no interior do edifício ajudarão a melhorar a dissipação das ondas sonoras, reduzindo, assim, o nível de ruído no interior do “open space”.

(1) O produto de origem britânica foi instalado a título experimental, não tendo sido divulgadas as suas características.

A solução implementada apresentava como principais vantagens:

- Sistema de montagem rápido constituído por sistemas de cabos e esticadores;
- Comportamento acústico inalterável na presença de humidade;
- Material anti bacteriológico;
- Fácil limpeza e manutenção.

As placas apresentam os coeficientes de absorção sonora apresentados no gráfico 8.

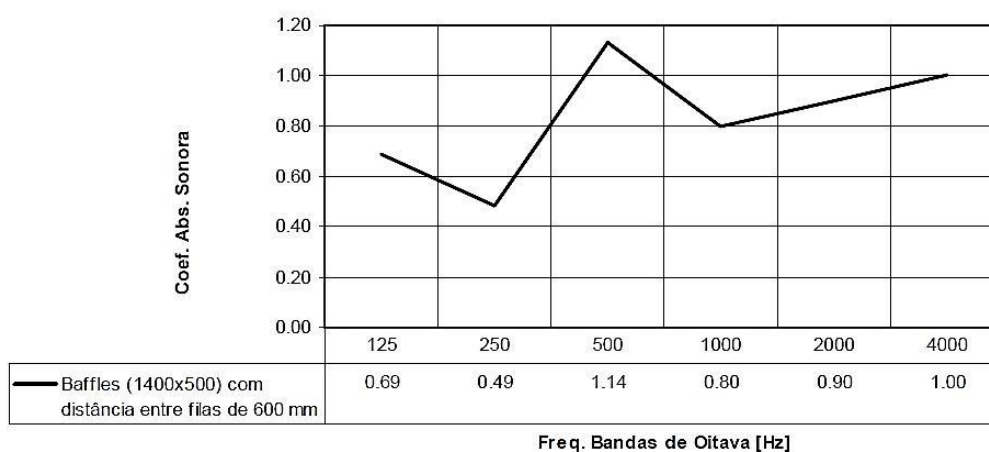


Gráfico 8 - Centro de Atendimento Permanente em Seia (Reparação Acústica) - Coeficiente de absorção sonora da solução acústica

A disposição das placas no interior do “open space” pode observar-se na figura 35 e no ANEXO VII.

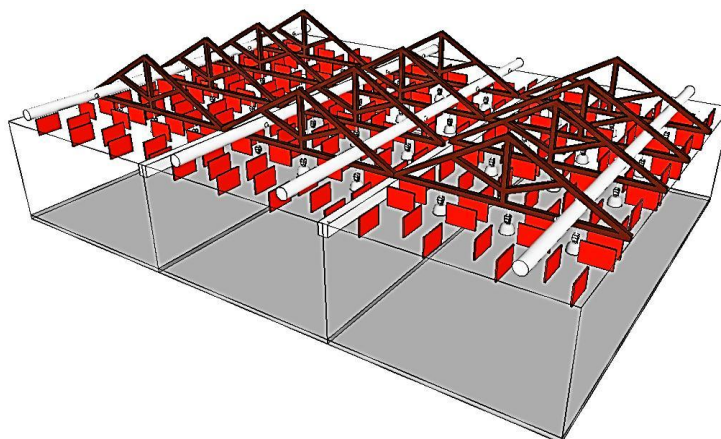


Figura 35 – Centro de Atendimento Permanente em Seia (Reparação Acústica) - Disposição das placas



4.7 Análise da evolução após intervenções correctivas

Durante o dia 25 de Maio de 2012 o autor do presente trabalho deslocou-se ao Centro de Atendimento Permanente em Seia, acompanhado pelo Eng.º João Hormigo, de modo a observar o aspecto final das intervenções realizadas.

Do ponto de vista construtivo as intervenções realizadas não apresentavam quaisquer problemas, uma vez que as patologias de construção civil foram correctamente debeladas.

No que se refere ao Sistema de Climatização e ao sistema de Gestão Técnica Centralizada do edifício, foi revelado pelo gestor do edifício que estes se encontram em normal funcionamento e que as deficiências apresentadas pelos “chillers” no ciclo de aquecimento estão totalmente corrigidas.

Ainda em conversa com o gestor do edifício foi referido por este que os problemas anteriores relacionados com o desconforto térmico sentido pelos “residentes” no interior do “open space” já se encontram totalmente solucionados. Em relação ao desconforto acústico a solução executada parece não ter resolvido totalmente o problema e, como tal, deverão ser adoptadas medidas adicionais de modo a atenuar o ruído constante presente no interior do “open space”.

De referir que após concluídas as intervenções de reparação mencionadas o edifício melhorou substancialmente a sua classificação energética, uma vez que passou a possuir uma classe energética B- enquanto, anteriormente, a sua classificação era de classe G.

As imagens presentes no ANEXO VIII ilustram o aspecto actual do edifício, após as intervenções de reparação.



5. CONCLUSÕES

Através da realização do presente trabalho foi possível desenvolver e adquirir novos conhecimentos, em quatro vertentes distintas:

- Reabilitação de Edifícios:

Na reabilitação do Edifício Sede de Escritórios em Coimbra consegui, através da análise de todo o processo, compreender os efeitos nocivos que os gradientes térmicos entre o interior do edifício climatizado e o ambiente exterior, poderão ter nos materiais de construção e no comportamento dos edifícios. Assim sendo, é importantíssimo que, tanto na fase de concepção, como na fase de construção dos edifícios, esta temática esteja presente e se considerem as acções da temperatura no cálculo estrutural e nas ligações entre elementos construtivos. No caso do edifício analisado, não se cuidou, na fase de construção, das ligações entre os muretes perimetrais de apoio das caixilharias metálicas e as lajes estruturais. Foi-me ainda possível analisar em detalhe a solução encontrada para corrigir as patologias presentes. Tratando-se de uma patologia pouco corrente e face aos condicionalismos apresentados pela Câmara Municipal de Coimbra, no que a alterações na fachada do edifício diz respeito, tornou-se necessário executar uma medida concebida exclusivamente para esta edificação. Assim, tornou-se compreensível que na área de Engenharia Civil raramente existem soluções standardizadas, e, como tal, qualquer caso de reabilitação deverá ser visto e analisado cuidadosamente para se encontrar a melhor solução correctiva.

- Certificação energética de edifícios:

A análise das auditorias (energética e da qualidade do ar interior) realizadas no Edifício Sede de Escritórios em Coimbra permitiu-me adquirir conhecimentos sobre a regulamentação referente à certificação energética de edifícios de serviços e aplicação do RSECE (Decreto-Lei nº79/2006). Permitiu-me igualmente compreender que a implementação de uma medida aparentemente simples, como a substituição das lâmpadas de halogéneo de 35 W por tecnologia Led, pode contribuir para a redução considerável dos consumos energéticos, em edifício de serviços, de dimensão apreciável. Na reabilitação do edifício do Centro de Atendimento Permanente em Seia pude constatar que a execução de medidas que reduzam os consumos energéticos e melhorem o conforto térmico interior num edifício de serviços pode envolver vários ramos da engenharia, e uma contínua interligação entre todos.



- Sistemas de Gestão Centralizada:

A análise da reabilitação do edifício do Centro de Atendimento Permanente em Seia permitiu-me obter conhecimentos sobre os Sistemas de Gestão Centralizada, matéria pouco abordada nos cursos de licenciatura e mestrado em Engenharia Civil. Estes sistemas de comando e controlo permitem explorar as infra-estruturas técnicas dos edifícios, com enfoque nos sistemas de climatização e nas instalações eléctricas. São auxiliares preciosos das equipas de operação e gestão dos edifícios, pois, para além do controlo dos equipamentos, permitem registar intervenções de manutenção preventiva e correctiva, obter relatórios de desempenho dos equipamentos e da qualidade de serviço dos diversos fornecedores de serviços. Aprendi que estes sistemas têm vindo a adquirir um grau crescente de sofisticação, permitindo actuação remota sobre os equipamentos, via “web”

- Processos de Concurso e Análise de Propostas:

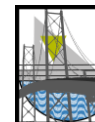
Na realização do trabalho foi possível aceder aos vários documentos dos processos de concurso quer para projectistas, quer para empresas de construção e instaladores nas especialidades de civil, AVAC, electricidade e sistemas de comando e controlo. Foi também possível desenvolver trabalho na análise de propostas, o que me permitiu aprender como elaborar um processo de concurso e redigir um relatório de análise de propostas.

Como nota final, é de salientar o carácter multidisciplinar das reabilitações que tive oportunidade de analisar.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Hormigo, J.; Soares, P. M.- Sustentabilidade e Eficiência Energética: desafios e oportunidades para a Engenharia Civil – Seminários da ADEC – 18 de Abril de 2012.
- [2] Pinho, A.; Aguiar, J. – Reabilitação em Portugal. A mentira denunciada pela verdade dos números! - Lisboa: Arquitecturas, Outubro 2005.
- [3] Eurostat, Maio, 2011.
- [4] COM (2010) 2020 – Bruxelas, 03-03-2010.
www.eur-lex.europa.eu [Último acesso: 08/09/2012].
<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:pt:PDF>>.
- [5] 7224/1/07 REV 1: Conclusão da Presidência do Conselho Europeu de Bruxelas de 8/9 de Março de 2007.
www.register.consilium.europa.eu [Último acesso: 09/09/2012].
<<http://register.consilium.europa.eu/pdf/pt/07/st07/st07224-re01.pt07.pdf>>.
- [6] COM (2011) 109: Plano de Eficiência Energética 2011 – Bruxelas, 08-03-2011.
www.eur-lex.europa.eu [Último acesso: 08/09/2012].
<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:PT:HTML>>.
- [7] Ecorys, Ecofys and BioIntelligence (2010): Study to Support the Impact Assessment for the EU Energy Saving Action Plan.
- [8] Directiva 2010/31 UE relativa ao desempenho energético dos edifícios.
www.eur-lex.europa.eu [Último acesso: 08/09/2012].
<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:PT:PDF>>.
- [9] Gonçalves, H. – Eficiência Energética nos Edifícios – LNEG – 9 Fevereiro 2010.
- [10] Resolução do Conselho de Ministros nº80/2008, Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015.
www.anmp.pt [Último acesso: 13/09/2012].
<<http://www.anmp.pt/files/dpeas/2010/pactonautarcas/p02/PNAEE2015.pdf>>.
- [11] www.alucobond.com [Último acesso: 12/09/2012].
<<http://www.alucobond.com/alucobond-product-properties.html?&L=6>>.
- [12] www.wallmate.materiaisdeconstrucao.org [Último acesso: 16/09/2012].
<<http://wallmate.materiaisdeconstrucao.org/wallmateib.php>>.
- [13] www.sika.com [Último acesso: 16/09/2012].
<http://prt.sika.com/pt/solutions_products/02/02a011/02a011sa14.html>.
- [14] www.construlink.com [Último acesso: 16/09/2012].



<http://www.construlink.com/LogosCatalogos/sika_cola_ancoragens_sika_anchorfix_1_ed2007_2009.pdf?random=32459125>.

[15] www.sika.com [Último acesso: 16/09/2012].

<http://prt.sika.com/pt/solutions_products/02/02a005/02a005sa01.html>.

[16] www.construlink.com [Último acesso: 16/09/2012].

<http://www.construlink.com/LogosCatalogos/sika_espuma_polietileno_cordao_sika_ed2007_2009.pdf?random=1303558705>.

[17] www.construlink.com [Último acesso: 16/09/2012].

<http://www.construlink.com/LogosCatalogos/sika_mastique_poliuretano_sikaflex_pro_2_hp_ed2007_2009.pdf?random=936659244>.

[18] Decreto-Lei nº79/2006, de 4 de Abril: Regulamento dos Sistemas Energéticos em Edifícios (RSECE).

www.dre.pt [Último acesso: 12/09/2012].

<<http://www.dre.pt/pdf1s/2006/04/067A00/24162468.pdf>>

[19] www.certitem.pt [Último acesso: 08/09/2012].

<<http://www.certitem.pt/index.php?module=home&func=viewdocument&id=9>>.

[20] EN ISO 7730:2005: Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.

www.ntm.ru [Último acesso: 08/09/2012].

<http://ntm.ru/UserFiles/File/document/Microklimat/Norm/ISO_7730_2005.pdf>.

Observação:

Para além das referências bibliográficas e web gráficas, foram consultados vários documentos cedidos pelo orientador.