



Instituto Superior de
Engenharia do Porto

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL - CONSTRUÇÕES

ESTUDO DOS PRINCÍPIOS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM EDIFÍCIO

André Gouveia Gomes

Outubro 2015

Orientadora: Professora Eunice Fontão

Supervisor: Eng.º Miguel Sousa

Relatório de estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em
Engenharia Civil - Ramo de Construções

ÍNDICE GERAL

Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos.....	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Quadros.....	xix
Glossário.....	xxi
Abreviaturas	xxiii

RESUMO

O trabalho aqui desenvolvido tem como objetivos descrever o empreendimento acompanhado durante o estágio, relatar as tarefas realizadas no contexto do estágio e por fim desenvolver um tema adequado ao ramo de Mestrado.

Primeiro é apresentado o empreendimento acompanhado durante o estágio. O empreendimento acompanhado foi do Hotel *Golden Tulip* em Águeda, constituído por um edifício principal e um edifício anexo destinado a *spa*. São referidas as soluções construtivas, os equipamentos e os serviços que irá proporcionar aos seus utilizadores.

Seguidamente são relatadas as tarefas realizadas no contexto do estágio, relacionadas com o acompanhamento da construção do hotel. Estas tarefas foram diversas, desde a direção até à coordenação de segurança em obra.

Por último é desenvolvido o tema “Estudo e avaliação de princípios de sustentabilidade de um edifício”, que é aplicado ao edifício principal do hotel. Este tema procura estudar e avaliar soluções aplicadas no edifício, desde soluções construtivas a equipamentos, de forma a propor melhorias ao seu desempenho e a retirada das respetivas conclusões.

Palavras-chaves: Hotel, Cogedir, Sustentabilidade, Ambiente, Energia, neZEH

ABSTRACT

This report describes the construction works accompanied during the internship and reports the tasks performed. Finally develops a study relevant to the Master's.

The report starts by describing the construction works for the Golden Tulip in Águeda which consists of a main building and a separate building for a spa. Constructive solutions, equipment and services that will provide its users are detailed in this report.

All the tasks performed during the internship are described, including the coordination of the works and the security maintenance.

Finally it is developed and applied the theme "Study and evaluation of environmental sustainability principles of a building". This theme seeks to study and evaluate solutions applied in the building, including constructive solutions and equipments in order to propose improvements to their performance and the withdrawal of the respective conclusions.

Keywords: Hotel, Cogedir, Sustainability, Environment, Energy, neZEH.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Eunice Fontão a orientação prestada no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Engenheiro Manuel Moutinho Cardoso pela oportunidade que me deu de estagiar na sua empresa.

Ao Engenheiro Miguel Sousa e restantes elementos da empresa Cogedir que me apoiaram e ajudaram a crescer profissionalmente durante o decorrer do estágio.

Um especial agradecimento aos meus pais e restante família mais próxima, que me motivaram e acompanharam nesta caminhada longa e dura.

Aos meus amigos que estiveram sempre presentes e atentos ao meu percurso.

ÍNDICE DE TEXTO

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 Missão da empresa	2
1.2 Objetivos e organização do relatório	4
Capítulo 2 - Apresentação do projeto do empreendimento do hotel	5
2.1 Edifício principal do hotel.....	7
2.1.1 Edifício principal do hotel – projeto.....	7
2.1.2 Edifício principal do hotel – alterações de projeto	14
2.2 Edifício anexo do <i>spa</i>	16
2.2.1 Edifício anexo do <i>spa</i> – projeto	16
2.2.2 Edifício anexo do <i>spa</i> – alterações de projeto.....	18
Capítulo 3 – Relatório de tarefas em contexto de estágio	21
3.1 Estudo e compilação dos projetos da obra	21
3.2 Controlo de compras.....	22
3.3 Coordenação de segurança em obra	23
3.4 Direção e fiscalização de obra	28
3.4.1 Edifício principal do hotel.....	29
3.4.2 Edifício anexo do <i>spa</i> e acessos	32
3.5 Trabalhos do edifício principal do hotel.....	34
3.5.1 Aplicação de revestimentos	34
3.5.2 Instalação dos equipamentos de segurança contra incêndios.....	40
3.5.3 Instalação dos equipamentos para produção de energia fotovoltaica.....	41

3.5.4	Instalação dos equipamentos para preparação de AQS e energia solar térmica.....	42
3.5.5	Instalação dos equipamentos de ventilação mecânica.....	44
3.6	Controlo de betonagem e inspeção de estruturas de betão armado	45
3.7	Apoio à realização de um projeto de desvio de trânsito para implantação temporária de uma grua na via pública	48
3.8	Síntese.....	49
Capítulo 4 - Estudo dos princípios da eficiência energética de um edifício.....		51
4.1	Soluções passivas.....	54
4.1.1	Orientação e implantação do edifício.....	55
4.1.2	Vãos envidraçados	57
4.1.3	Sombreamento.....	62
4.1.4	Envolvente opaca.....	65
4.2	Soluções ativas	72
4.2.1	Energia solar térmica	72
4.2.2	Energia solar fotovoltaica.....	77
4.2.3	Equipamentos de AQS e ventilação mecânica	82
4.3	Síntese.....	86
Capítulo 5 - Conclusão		89
5.1	Desenvolvimentos futuros	91
Bibliografia		93
Anexos.....		95
Anexo A – Planta do piso -1 do edifício principal do hotel (fora de escala)		97
Anexo B – Planta do piso 0 do edifício principal do hotel (fora de escala)		101
Anexo C – Planta do piso 1 do edifício principal do hotel (fora de escala)		105
Anexo D – Planta do piso 2 do edifício principal do hotel (fora de escala)		109
Anexo E – Planta do piso 3 do edifício principal do hotel (fora de escala).....		113

Anexo F – Planta do piso 4 do edifício principal do hotel (fora de escala)	117
Anexo G – Planeamento da obra do edifício principal do hotel	121
Anexo H – Planta do piso 0 do edifício anexo do <i>spa</i>	125
Anexo I – Planeamento da obra do edifício anexo do <i>spa</i>	129
Anexo J – Base de dados dos projetos do edifício principal do hotel	133
Anexo K – Exemplo de um relatório de visita elaborado pelo CSO.....	137
Anexo L – Registo dos trabalhadores em obra	145
Anexo M – Registo das empresas em obra.....	149
Anexo N – Registo dos equipamentos em obra	153
Anexo O – Registo da ação de formação	157
Anexo P – Ficha de procedimento de segurança	161
Anexo Q – Exemplo de um auto de medição	167
Anexo R – Mapa comparativo das propostas para instalação de equipamento de segurança contra incêndio	171
Anexo S – Esquema da instalação dos equipamentos de energia solar térmica	175
Anexo T – Planta das fundações do projeto de estruturas do edifício anexo do <i>spa</i> (fora de escala)	179
Anexo U – Planta da cobertura do projeto de estruturas do edifício anexo do <i>spa</i> (armadura superior) (fora de escala).....	183
Anexo V – Planta de desvio de trânsito para implantação temporária de uma grua (fora de escala)	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fachada sul do Hotel <i>Golden Tulip</i> de Águeda.	1
Figura 2 – Organograma funcional da Cogedir.	2
Figura 3 – Organograma funcional da Hesper.	3
Figura 4 – Organograma funcional da Fisor.	3
Figura 5 – Localização do Hotel <i>Golden Tulip</i> Águeda.	5
Figura 6 – Fachada sul do edifício principal do hotel.	12
Figura 7 – Fachada norte do edifício principal do hotel.	12
Figura 8 – Condução circular rígida da rede de ventilação mecânica.	15
Figura 9 – Cerâmico colocado no <i>hall</i> do piso -1.	15
Figura 10 – Fachada sul do edifício anexo do <i>spa</i>	18
Figura 11 – Piscina do <i>spa</i> construída em alvenaria de bloco de cimento.	19
Figura 12 – Parede divisória interior do <i>spa</i> executada em alvenaria de bloco de cimento.	20
Figura 13 – Parede exterior do <i>spa</i> executada em alvenaria de bloco de cimento.	20
Figura 14 – Processo do controlo de compras por parte do departamento de engenharia.	22
Figura 15 – Exemplo de uma solicitação de documentos enviada por <i>e-mail</i> no âmbito da coordenação de segurança em obra.	24
Figura 16 – Guarda-corpos no patamar da caixa de elevador no piso -1.	27
Figura 17 – Guarda-corpos na cobertura do edifício do <i>spa</i>	27
Figura 18 – Fitas sinalizadoras colocadas no acesso entre o edifício principal do hotel e o edifício do <i>spa</i>	27
Figura 19 – Cogumelos protetores dos varões de aço.	27

Figura 20 – Coordenação da execução das paredes em alvenaria de blocos de cimento do edifício do <i>spa</i>	29
Figura 21 – Paredes do piso -1 rebocadas.....	30
Figura 22 – Cerâmico colocado na sala de receção/estar do edifício principal do hotel.....	30
Figura 23 – Conduitas circulares rígidas e flexíveis da rede de ventilação mecânica do edifício principal do hotel.	31
Figura 24 – Betonagem da parede resistente do edifício do <i>spa</i>	33
Figura 25 – Escadas executadas em betão armado de acesso entre o edifício principal do hotel e o edifício do <i>spa</i>	33
Figura 26 – Fixação da placa de gesso cartonado à parede de alvenaria de tijolo.....	35
Figura 27 – Esquema representativo das várias camadas de revestimento de uma parede de alvenaria de tijolo.	36
Figura 28 – Duas paredes rebocadas na sala de receção/estar do edifício principal do hotel.	37
Figura 29 – Cerâmico aplicado numa das instalações sanitárias públicas do piso 0 do edifício principal do hotel.	37
Figura 30 – Exemplo de um quarto de banho de um quarto do edifício principal do hotel.	38
Figura 31 – Cerâmico aplicado no pavimento da sala de eventos do edifício principal do hotel.	38
Figura 32 – Base de chuveiro de um quarto de banho de um quarto do edifício principal do hotel. ...	39
Figura 33 – Primário aplicado numa das paredes do anexo das salas de refeições e de eventos do edifício principal do hotel.....	39
Figura 34 – Cerâmico de grés porcelânico aplicado na parede exterior da sala de receção do edifício principal do hotel.....	40
Figura 35 – Tubagem da rede de incêndio armada.	41
Figura 36 – Carretel e tubagem da rede de incêndio armada.....	41
Figura 37 – Posicionamento dos painéis fotovoltaicos na fachada sul do edifício principal do hotel (delineados a púrpura, na parede entre as janelas).	42
Figura 38 – Posicionamento dos coletores solares na cobertura do edifício principal do hotel (a amarelo).	43

Figura 39 – Conduitas do sistema de ventilação mecânica do edifício principal do hotel.	44
Figura 40 – Unidade interior mural instalada na parede de um quarto do hotel.	45
Figura 41 – Unidade interior cassete de 4 vias instalada na sala de refeições.	45
Figura 42 – Unidade exterior localizada na cobertura do hotel.	45
Figura 43 – Betonagem do muro de suporte.	46
Figura 44 – Vista superior do muro de suporte e pilares.	46
Figura 45 – Muro de suporte e pilares.	46
Figura 46 – Laje maciça da cobertura.	46
Figura 47 – Ensaio de resistência à compressão de um provete de betão aos 28 dias.	47
Figura 48 – Ensaio de abaixamento do betão executado em obra.	48
Figura 49 – Sinais de trânsito colocados perto de um cruzamento.	49
Figura 50 – Sinais de trânsito colocados na via pública.	49
Figura 51 – Objetivos da sustentabilidade na sua tripla dimensão (Ganhão, 2011).	51
Figura 52 – Evolução do paradigma da construção (Ganhão, 2011).	52
Figura 53 – Esquema representativo da abordagem feita ao tema.	53
Figura 54 – Logotipo da <i>neZEH</i>	54
Figura 55 – Fachada sul do hotel.	55
Figura 56 – Fachada norte do hotel.	55
Figura 57 – Fachada oeste do hotel (idêntica à fachada este).	55
Figura 58 – Ilustração da orientação correta de um edifício (Lanham, Gama e Braz, 2004).	56
Figura 59 – Ângulo de incidência solar durante o inverno e o verão (Ganhão, 2011).	56
Figura 60 – Esquema representativo da influência do ângulo de incidência solar na penetração do vão envidraçado, na situação de inverno (em cima) e no verão (em baixo) (Lanham, Gama e Braz, 2004).	57
Figura 61 – Funcionamento de <i>RadiaGlass</i> em fachada (inteliglass, 2015).	58
Figura 62 – Janela de um quarto do hotel.	59

Figura 63 – Ilustração do funcionamento da película (<i>green iDEAs</i> , 2015).	63
Figura 64 – Película InFlector aplicada na persiana vertical (<i>green iDEAs</i> , 2015).	63
Figura 65 – Parede verde aplicada num edifício.	64
Figura 66 – Diferença entre aplicação de isolamento na caixa-de-ar e pelo exterior (Ganhão, 2011). 65	
Figura 67 – Argila expandida.	66
Figura 68 – Argamassa com regranulado de cortiça incorporado (iTeCons, 2013).	67
Figura 69 – Revestimento de resina com cortiça incorporada (iTeCons, 2013).	67
Figura 70 – EPS com grafite incorporada (iTeCons, 2013).	67
Figura 71 – Reboco térmico com incorporação de EPS projetado (Secil, 2015).	68
Figura 72 – Corte esquemático da parede exterior (interior do lado direito).	68
Figura 73 – Corte esquemático da cobertura do hotel.	69
Figura 74 – Esquema da circulação passiva por termossifão (Ganhão, 2011).	73
Figura 75 – Esquema da circulação forçada (Ganhão, 2011).	73
Figura 76 – Coletor solar em estudo (OpenPlus, 2015).	76
Figura 77 – Composição do sistema de aproveitamento da energia solar (Sunenergy, 2015).	78
Figura 78 – BIPV instalado numa claraboia (Strong, 2010).	79
Figura 79 – BIPV instalado numa fachada.	80
Figura 80 – Esquema do sistema BIPV (Strong, 2010).	80
Figura 81 – Painel solar fotovoltaico em estudo (Sunenergy, 2015).	81
Figura 82 – Etiqueta de eficiência energética.	83
Figura 83 – Bomba de calor geotérmica em estudo.	84
Figura 84 – Unidade interior mural de ventilação mecânica.	85
Figura 85 – Unidade exterior de ventilação mecânica.	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Áreas relativas ao edifício principal do hotel.	6
Quadro 2 – Áreas relativas aos pisos dos dois edifícios do empreendimento.....	7
Quadro 3 – Áreas dos compartimentos do piso -1.	8
Quadro 4 – Áreas dos compartimentos do piso 0.	9
Quadro 5 – Áreas dos compartimentos do piso 1.	9
Quadro 6 – Áreas dos compartimentos do piso 2.	10
Quadro 7 – Áreas dos compartimentos do piso 3.	10
Quadro 8 – Áreas dos compartimentos do piso 4.	11
Quadro 9 – Áreas dos compartimentos do edifício do <i>spa</i>	17
Quadro 10 – Melhor solução proposta para o vão envidraçado (Ganhão, 2011).	59
Quadro 11 – Valores de $g_{T,vi}$, $g_{T,vc}$ e g_T do vão envidraçado em estudo.	60
Quadro 12 – Valores da multiplicação entre g_T , F_o e F_f e o $g_{Tmáx}$ para comparação.....	60
Quadro 13 – Considerações feitas na consulta do valor de U_w para o vão envidraçado.	61
Quadro 14 – Valores de U_w e U_{ref} do vão envidraçado para comparação.....	61
Quadro 15 – Vantagens e desvantagens isolamento térmico pelo exterior (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).	66
Quadro 16 – Determinação do coeficiente de transmissão térmica da parede exterior.	70
Quadro 17 – Determinação do coeficiente de transmissão térmica da cobertura.	70
Quadro 18 – Caraterísticas do coletor solar (OpenPlus, 2015).	75
Quadro 19 – Vantagens e desvantagens do sistema de aproveitamento da energia solar (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).	78

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 20 – Caraterísticas do painel solar fotovoltaico (Sunenergy, 2015).81

Quadro 21 – Síntese das conclusões obtidas para cada solução estudada.87

GLOSSÁRIO

COP – Coeficiente de desempenho (*Coefficient of Performance*)

e – Espessura de um elemento (m)

EER – Índice de eficiência energética

Fo - Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado

Ff - Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado

g_T – Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados

g_{Tmáx} – Fator solar global máximo admissível dos vãos envidraçados

g_{T,vi} – Fator solar do vidro para uma incidência solar normal ao vão

g_{T,vc} – Valores correntes do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar

R – Resistência térmica (m².°C/W)

U – Coeficiente de transmissão térmica (W/ (m².°C))

U_{ref} – Coeficiente de transmissão térmica superficial de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados (W/ (m².°C))

U_w – Coeficiente de transmissão térmica de um envidraçado vertical (W/ (m².°C))

ABREVIATURAS

AC – Corrente alternada

ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho

AQS – Águas quentes sanitárias

AVAC – Aquecimento, ventilação e ar condicionado

BIPV - Sistemas fotovoltaicos integrados nos edifícios (*Building-Integrated Photovoltaic*)

CO2 – Dióxido de carbono

CSO – Coordenador de segurança em obra

DC – Corrente contínua

DL – Decreto-Lei

EN – Norma europeia

EPI – Equipamento de proteção individual

EPS – poliestireno expandido

ETICS – Isolamento térmico pelo exterior (*External Thermal Insulation Composite Systems*)

IEE - Programa Europeu de Energia Inteligente (*Intelligent Energy Europe Programme*)

ITED – Instalações de telecomunicações em edifícios

neZEH – Hotéis de Energia Quase Zero (*Nearly Zero Energy Hotels*)

NIF – Número de Identificação Fiscal

NISS – Número de Identificação de Segurança Social

NP – Norma portuguesa

nZEB – Edifícios de Energia Quase Zero (*Nearly Zero Energy Buildings*)

PPR - Polipropileno

ABREVIATURAS

PR – *Performance Ratio*

PSS – Plano de Segurança e Saúde

PVC – Policloreto de vinil

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

REH - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RIA – Rede de incêndio armada

VRV - Volume de refrigerante variável

XPS – Poliestireno extrudido

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O plano de estudos do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto inclui a unidade curricular de dissertação, projeto ou estágio (DIPRE). A vertente de DIPRE selecionada foi a de estágio curricular, realizado ao longo do semestre numa empresa e o desenvolvimento de um tema pertinente para o ramo do mestrado em Construções. O estágio curricular foi realizado na empresa Cogedir – gestão de projetos, s.a., localizada na Avenida da República – 1618 em Vila Nova de Gaia e o tema desenvolvido foi “Estudo e avaliação dos princípios de sustentabilidade ambiental de um edifício”. O orientador de DIPRE foi a Professora Eunice Fontão e o supervisor da Cogedir foi o Eng.º Miguel Sousa.

No âmbito do estágio seguiu-se a construção do empreendimento para o Hotel *Golden Tulip* situado em Águeda, cuja descrição do projeto e do edifício é detalhado no presente relatório. Para além da descrição do edifício, as tarefas executadas durante o acompanhamento da construção do hotel estão pormenorizadas e organizadas igualmente neste relatório.



Figura 1 – Fachada sul do Hotel *Golden Tulip* de Águeda.

O tema a incluir no presente relatório aborda a sustentabilidade ambiental do hotel de forma a minimizar o seu impacto no ambiente, estudando princípios que envolvem a adoção de soluções específicas. São avaliadas as soluções aplicadas no edifício e propostas melhorias.

1.1 MISSÃO DA EMPRESA

A Cogedir faz parte de um grupo de três empresas do ramo da engenharia civil, que atua em diferentes vertentes. O grupo é constituído pela Cogedir dedicada a projeto, a Hesper que atua na construção civil e a Fispor na vertente da fiscalização. A missão da Cogedir incide em dois pontos:

- Ser o parceiro ideal para gestão do património imobiliário do cliente, desde a avaliação, conceção, programação, projeto, construção até à compra, venda, aluguer ou investimento.
- Atuar junto de investidores privados e públicos nas áreas de equipamento público, habitação, turismo e indústria; oferecendo um serviço completo de gestão e resposta às exigências do cliente.

A Cogedir atua tanto em fase de projeto como no acompanhamento da construção do que é definido em projeto. Salienta-se que a Cogedir interage com as outras duas empresas do grupo para a concretização dos projetos. No caso do Hotel alvo de ação no estágio, a elaboração de projetos é tarefa da Cogedir, a direção de obra é executada por parte da Hesper e a fiscalização é garantida pela Fispor.

De forma a proporcionar uma melhor compreensão da estrutura organizacional de cada empresa, seguem-se os organogramas funcionais da Cogedir, Hesper e Fispor.

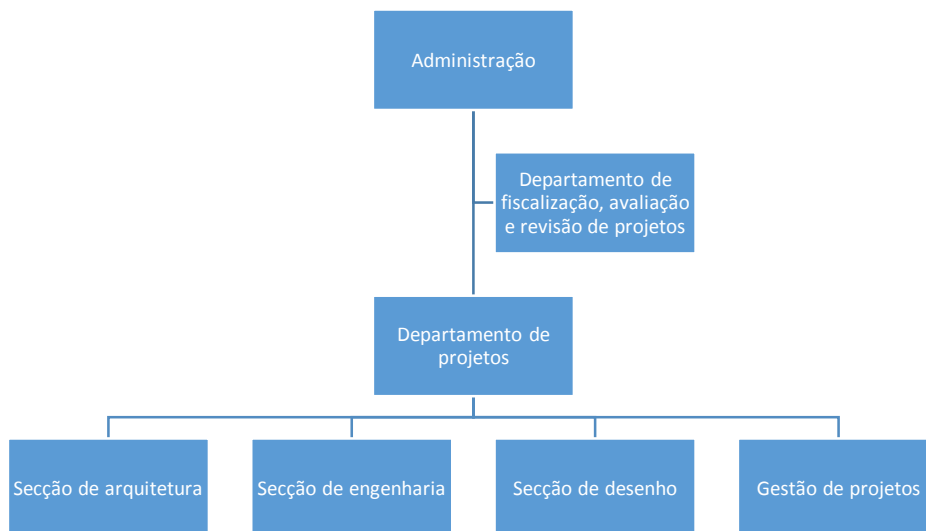


Figura 2 – Organograma funcional da Cogedir.

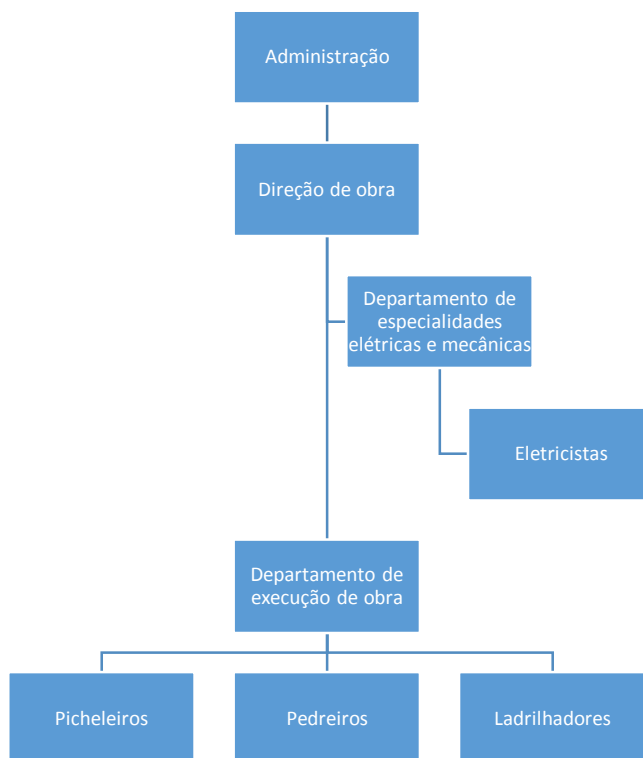


Figura 3 – Organograma funcional da Hesperor.

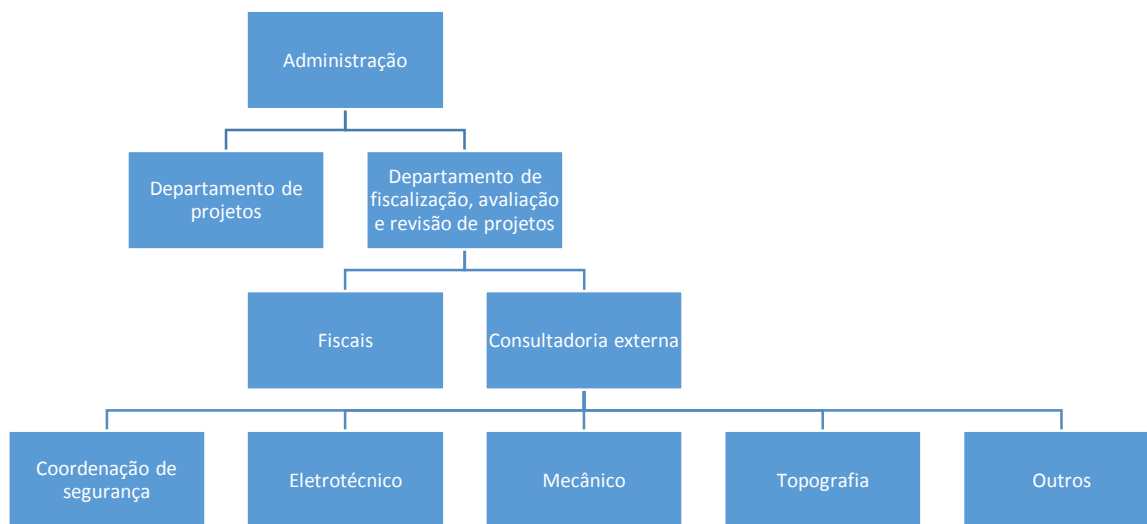


Figura 4 – Organograma funcional da Fispior.

1.2 OBJETIVOS E ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório tem como objetivos:

- Apresentar de forma concisa e explícita o edifício que foi acompanhado durante o estágio.
- Listar todas as tarefas realizadas em contexto de estágio, descrevendo as mais relevantes.
- Resumir o estudo desenvolvido.
- Apresentar as conclusões de todo o trabalho.

De acordo com a ordem dos objetivos referidos anteriormente, o relatório terá a seguinte organização:

- Apresentação do projeto e do empreendimento do hotel, no segundo capítulo.
- Relatório das tarefas executadas em contexto de estágio, no terceiro capítulo.
- Estudo e avaliação de princípios de sustentabilidade ambiental de uma obra, no quarto capítulo.
- Conclusão de todo o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular, no quinto capítulo.

CAPÍTULO 2 - APRESENTAÇÃO DO PROJETO DO EMPREENDIMENTO DO HOTEL

O empreendimento acompanhado durante o estágio, o Hotel *Golden Tulip*, localiza-se numa encosta próxima do centro de Águeda, com a fachada Sul do edifício do hotel voltada para a Rua Manuel de Sousa Carneiro e o edifício do spa localizado na parte Norte do empreendimento junto ao caminho e adro da Capela de S. Pedro. A morada é o número 25 da Rua Manuel de Sousa Carneiro. O hotel é bem visível a partir do acesso principal a Águeda (via N333), sendo também visível a partir da zona da baixa (sendo esta a zona mais movimentada da cidade).

Na figura seguinte apresenta-se a localização do hotel com uma área delimitada próxima da real.



Figura 5 – Localização do Hotel *Golden Tulip* Águeda.

O Hotel *Golden Tulip* de Águeda de 4 estrelas é composto por dois edifícios, o edifício principal do hotel e um edifício de menores dimensões destinado a *spa*. Está previsto dispor do seguinte:

- Alojamento composto por 83 quartos.
- Um restaurante com 82 lugares disponíveis.
- Serviço de bar com 55 lugares.
- Piscina e tratamento de *spa*.
- Parque de estacionamento interior.
- Sala de eventos até 217 lugares.
- Aluguer de bicicletas elétricas para realização de percursos turísticos.

O hotel irá também possuir os seguintes compartimentos: espaço para funcionários com sala, vestiário, balneário, instalações sanitárias, serviços de lavandaria, cozinha, copa limpa, dispensa e frigoríficos, bengaleiro e depósito de bagagens.

Os Quadros nº1 e nº2 apresentam as áreas do empreendimento do hotel.

Quadro 1 – Áreas relativas ao edifício principal do hotel.

Edifício principal do hotel	
Área do lote	4860 m ²
Área de implantação	1048 m ²
Índice de implantação	0,21
Área total de construção	5372 m ²
Área total de construção (sem garagem)	4120 m ²
Área de construção acima do solo	4209 m ²
Número de pisos acima do solo	5
Número de pisos abaixo do solo	1

Quadro 2 – Áreas relativas aos pisos dos dois edifícios do empreendimento.

Designação	Área Bruta (m ²)	Área Bruta s/garagem (m ²)	Uni. Alojamen.	Uni. Estacion.
Edifício <i>spa</i> (cota 43,54 m)	345,80	345,80		
Edifício principal do hotel				
Piso 4 (cota 38,40 m)	323,91	323,91	8	
Piso 3 (cota 35,57 m)	1048,56	1048,56	25	
Piso 2 (cota 32,73 m)	739,75	739,75	25	
Piso 1 (cota 29,90 m)	1048,56	1048,56	25	
Piso 0 (cota 27,00 m)	1048,56	416,41		30
Piso -1 (cota 24,10 m)	1163,6	416,41		30
TOTAL	5718,74	4339,4	83	60

2.1 EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL

2.1.1 Edifício principal do hotel – projeto

Os projetos do edifício principal do hotel analisados foram os seguintes:

- Arquitetura.
- Estrutura.
- Rede de abastecimento de água.
- Rede de águas residuais.
- Aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).
- Segurança contra incêndios.

No projeto de arquitetura são definidos os compartimentos do hotel (e respetivas áreas) bem como os acabamentos correspondentes (revestimentos, envidraçados, entre outras). A fachada principal é orientada a sul. Em seguida faz-se uma listagem dos compartimentos e da sua organização por piso. O edifício possui 6 pisos, do -1 ao 4º piso. As plantas de cada piso encontram-se do Anexo A ao F.

O piso -1 está dividido em dois espaços distintos, um destinado a acesso só para funcionários do hotel e outro para uso geral. Em relação ao uso geral, este é composto pelo parque de estacionamento interior (30 lugares) e um *hall* de acesso às escadas e elevadores. Em relação à área restrita a funcionários o apresentado no Quadro nº3.

Quadro 3 – Áreas dos compartimentos do piso -1.

Compartimentos do piso -1	Área (m ²)
<i>Hall</i>	40,12
Corredor	30,66
Arrumos	2,30
Armazém	35,90
Rouparia	21,34
Balneários Masculinos	27,77
Balneários Femininos	28,20
Sala dos Funcionários	27,36
Área Técnica	108,82
Arrumos	30,56
Sala de segurança	7,84
Grupo gerador	19,40
PT	3,90
Lixos	14,56
Estacionamento	632,15

No piso 0 é situada a entrada principal do hotel, com sala de estar, bar e receção. Possui uma área só para funcionários, com menção especial para a sala administrativa e para o posto de segurança. Tal como no piso -1, tem um parque de estacionamento interior com 30 lugares. No Quadro nº4 apresentam-se os compartimentos deste piso.

Quadro 4 – Áreas dos compartimentos do piso 0.

Compartimentos do piso 0	Área (m ²)
<i>Hall</i>	60,03
I.S. Masculino	9,04
I.S. Feminino	10,40
I.S. Deficientes	2,72
Área de estar	121,72
Recepção	5,94
Bar	4,33
Copa de Bar	6,13
<i>Back Office</i>	16,87
Sala de Administração	14,62
Instalação Sanitária	2,35
Bengaleiro	3,94
Estacionamento (1 def.)	632,15

No piso 1 situam-se a sala de refeições, a cozinha e 25 quartos. O Quadro nº5 apresenta os compartimentos deste piso.

Quadro 5 – Áreas dos compartimentos do piso 1.

Compartimentos do piso 1	Área (m ²)
<i>Hall</i>	21,30
I.S. Masculino	11,54
I.S. Feminino	10,71
I.S. Deficientes	2,97
Sala de refeições	154,41
Cozinha	75,30
Quarto	20,30
Copa de Piso	8,41

O piso 2 está dividido em 25 quartos. O *hall* dá acesso às escadas interiores e ao elevador. No Quadro nº6 são apresentadas as áreas dos compartimentos do piso 2.

Quadro 6 – Áreas dos compartimentos do piso 2.

Compartimentos do piso 2	Área (m ²)
<i>Hall</i>	7,36
Quarto	20,30
Copa de Piso	16,09

O piso 3 destina-se a receber eventos numa sala apropriada para tal, servida de divisórias amovíveis, instalações sanitárias e copa. Este piso também possui 25 quartos, com capacidade para 2 pessoas cada. No Quadro nº7 encontram-se os compartimentos do piso 3.

Quadro 7 – Áreas dos compartimentos do piso 3.

Compartimentos do piso 3	Área (m ²)
<i>Hall</i>	21,30
I.S. Masculino	11,54
I.S. Feminino	10,71
I.S. Deficientes	2,97
Átrio	62,00
Sala de eventos (1)	63,30
Sala de eventos (2)	61,18
Sala de eventos (3)	31,47
Copa	18,21
Quarto	20,30
Quarto Deficientes	23,90
Copa de Piso	2,40

No último piso do hotel encontram-se 8 quartos, sendo que os 4 orientados a Sul possuem varanda. Para além dos quartos, neste piso existe a copa, o compartimento das caldeiras e um *hall* com acesso a escadas interiores e elevadores. O piso 4 possui os compartimentos apresentados no Quadro nº8.

Quadro 8 – Áreas dos compartimentos do piso 4.

Compartimentos do piso 4	Área (m ²)
<i>Hall</i>	10,85
Quarto	19,50
Varanda	12,37
Copa de Piso	18,29
Compartimento da Caldeira	8,71

A solução corrente para as paredes exteriores do hotel é composta por reboco aplicado no exterior com camada de 1,5 cm, isolamento térmico pelo exterior (*External Thermal Insulation Composite Systems, ETICS*) com camada de poliestireno expandido (EPS) de 4 cm de espessura, pano de alvenaria (tijolo cerâmico furado) com 25 cm de espessura, caixa-de-ar de 8 cm e placa de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura com respetivo acabamento (pintura). Em algumas paredes exteriores do piso 0 e em faixas verticais ao longo da fachada sul do hotel é aplicado cerâmico do tipo antracite (de cor azul escura) fixado por grampos (posteriormente esta solução sofreu alteração em relação ao material e ao seu modo de fixação).

As paredes exteriores do estacionamento interior do piso 0 são compostas por painéis de fachada do tipo fixação oculta e junta fechada com 4 cm de espessura e no topo uma grelha metálica quinada para ventilação do espaço interior. As paredes em contacto com o terreno do piso 0 e -1 são, os muros de suporte em betão armado à vista, exceto:

- Na sala de administração do piso 0 em que as paredes são revestidas interiormente com placas de gesso cartonado e respetivo acabamento.
- Nas instalações sanitárias e balneários dos funcionários cujas paredes são revestidas interiormente com cerâmico.

As paredes interiores são geralmente em alvenaria de tijolo de 7 cm de espessura rebocadas e revestidas com placas de gesso cartonado ou pintadas.



Figura 6 – Fachada sul do edifício principal do hotel.



Figura 7 – Fachada norte do edifício principal do hotel.

A cobertura é invertida e não transitável com recobrimento de camada de godo. Mais concretamente esta é composta por (interior para o exterior) gesso projetado com 1 cm de espessura, laje em betão armado com 23 cm de espessura, camada de forma em betão leve com 18 cm de espessura, barramento total da superfície com emulsão betuminosa, sistema de impermeabilização com dupla tela elastómera, camada de poliestireno extrudido (XPS) com 6 cm de espessura, manta geotêxtil (250 g/m²) e camada de godo para recobrimento. Os tetos são pintados com tinta anti fungos exceto nas áreas em que são aplicados tetos falsos de gesso cartonado hidrófugo. As divisões que estão destinadas a receber teto falso são as salas, todas as instalações sanitárias (exceto dos funcionários) e os corredores de acesso aos quartos.

Os pavimentos interiores são compostos por uma camada de betonilha de regularização com espessura de 6 cm com o respetivo revestimento. Nas zonas públicas, para funcionários e quartos de banho dos quartos, o revestimento é em cerâmico. Nos corredores de acesso aos quartos e nos quartos o pavimento é revestido com alcatifa ignífuga.

Os vãos do edifício são compostos por vidro duplo laminado com 6+6 mm de espessura (12 mm de caixa-de-ar) e caixilharia de alumínio anodizado à cor natural (com corte térmico). Nos quartos são incluídos *blackouts* no interior e palas no exterior (só na fachada sul).

O projeto de estrutura do edifício principal do hotel define uma estrutura porticada, em betão armado. As fundações utilizadas foram sapatas isoladas para os pilares e uma sapata contínua para o muro de suporte de forma a conter as terras ao nível da cave. As lajes são maciças e armadas nas duas direções. A cobertura é plana, sendo uma laje de betão armado.

O projeto da rede de abastecimento de água define as redes de água fria e de quente com retorno e de rede de incêndio armada com colunas secas. O material das tubagens das redes de abastecimento é de polipropileno (PPR), exceto da rede de incêndio armada e das colunas secas que são de ferro galvanizado. Também são consideradas três cisternas (duas de 15 m³ e uma de 12 m³) para reserva de água e uso em caso de incêndio.

O projeto da rede de águas residuais define o traçado dos coletores, sendo estes de policloreto de vinil (PVC). As caixas de visita são posicionadas no piso -1 para encaminhamento das águas para a rede pública de saneamento.

No projeto de AVAC são apresentadas as considerações climáticas relativas ao local do edifício e ao conjunto dos sistemas para o aquecimento, ventilação e ar condicionado. Este projeto define que o hotel encontra-se na zona climática I1-V1 (segundo o RCCTE, pois o projeto foi elaborado na altura em que esse regulamento encontrava-se em vigor), é abrangido por ventos predominantes de Norte.

No interior do edifício todas as áreas úteis serão climatizadas e a ventilação do edifício será assegurada por equipamento mecânico, do tipo sistema de aquecimento e arrefecimento por expansão direta do tipo VRV (volume de refrigerante variável) para o edifício e uma unidade Roof-Top exclusiva para a zona do restaurante. O sistema VRV é composto por unidades externas conectadas a unidades interiores (sistema *multi-split*). Neste caso as unidades interiores são murais e de cassetes de 4 vias.

Para condução ar são aplicadas condutas metálicas de chapa galvanizadas, tanto circulares e retangulares, com isolamento de lã mineral (30 mm de espessura) ou sem isolamento.

A produção de águas quentes sanitárias (AQS) será assegurada por uma rede de equipamentos que inclui os coletores solares térmicos instalados na cobertura do edifício, as caldeiras murais e uma bomba de calor geotérmica. A distribuição de energia elétrica será auxiliada por painéis solares fotovoltaicos na fachada exterior orientada a Sul.

O projeto de segurança contra incêndios define o conjunto de equipamentos destinados à prevenção e à supressão de incêndios no hotel. Este define duas redes hidráulicas (também no projeto da rede de abastecimento de água) que são a rede de incêndio armada e as duas colunas secas. A rede de incêndio armada (RIA) é alimentada por água proveniente da rede pública (armazenada em cisternas com capacidade para 21,6 m³/h) e auxiliada por uma central de bombagem de incêndio (composta por eletrobombas de caudal e bomba *jockey* com 55 m.c.a.).

As colunas secas, que funcionam separadamente, são alimentadas pelos autotanques dos bombeiros em caso de incêndio. Em relação à RIA existem carretéis espalhados pelo edifício (14 no total) para extinção das chamas. Para as colunas secas existem bocas duplas siamesas nos patamares de escada dos pisos superiores ao rés-do-chão, na qual são acopladas mangueiras para combate ao incêndio. Para além do equipamento referido também é definida a sinalização de emergência, a proteção das *courettes*, os extintores, os hidrantes exteriores e a caixa de areia.

2.1.2 Edifício principal do hotel – alterações de projeto

Durante o estágio o edifício principal do hotel encontrava-se em fase de acabamentos. Neste edifício verificaram-se alterações face ao estipulado na fase de projeto. O planeamento da obra encontra-se no Anexo G. As alterações incidiram na aplicação dos painéis fotovoltaicos e dos equipamentos para preparação de águas quentes sanitárias (AQS).

No interior foram alterados percursos de tubagens para várias redes, de entre as quais as redes da ventilação mecânica, de abastecimento de água, de águas residuais e da rede de incêndio armada. Estas alterações deveram-se sobretudo a simplificações de traçados e à resolução de incompatibilidades em obra.

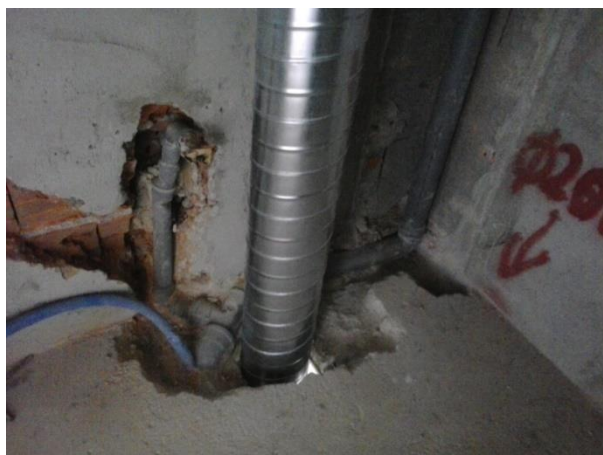


Figura 8 – Conduto circular rígida da rede da ventilação mecânica.

Outras alterações verificadas no interior incidiram na escolha de materiais, de revestimentos (cerâmicos, tintas) e de equipamentos (equipamento sanitário, equipamento para aquecimento de águas). Tanto no interior como no exterior, estas alterações tiveram como motivos principais a escolha de soluções mais económicas, a disponibilidade de *stocks* e a melhoria em termos estéticos, sem prejudicar a qualidade da construção (com respetivas atualizações de projetos).



Figura 9 – Cerâmico colocado no *hall* do piso -1.

A gestão das alterações no edifício são detalhadas no terceiro capítulo (referente ao relatório de tarefas durante o estágio), pois foram acompanhadas pessoalmente.

2.2 EDIFÍCIO ANEXO DO SPA

2.2.1 Edifício anexo do *spa* – projeto

O edifício do *spa* (com 318,80 m² de área de construção e implantação) é situado no topo da encosta atrás da fachada principal do hotel. Este edifício será independente do hotel, funcionando para os hóspedes e público geral. O *spa* possuirá os seguintes compartimentos: gabinetes de massagens, ginásio, piscina, banho turco e sauna, *jacuzzi*. Na cobertura irá ser disponibilizado um bar e zona de espreguiçadeiras.

Para este edifício consideraram-se as mesmas condições de projeto para zonamento climático, ventos e inércia. A sua cota de soleira encontra-se aproximadamente à mesma cota da cobertura do hotel. Os projetos do edifício do *spa* estudados foram:

- Estruturas.
- Arquitetura.
- Rede de abastecimento de água.
- Rede de águas residuais.
- Eletricidade.

O projeto de estrutura do *spa* define a execução de um piso e uma cobertura acessível em betão armado, numa estrutura porticada. As suas fundações são uma sapata contínua do lado norte com um muro de suporte assente em cima e sapatas isoladas ao longo da área de implantação do edifício. A laje de betão da cobertura é maciça armada nas duas direções.

No projeto de arquitetura são definidos os compartimentos e as soluções construtivas do edifício. O edifício tem as suas fachadas orientadas a norte, sul, este e oeste. A sua fachada principal é orientada a sul. No Quadro nº9 apresentam-se as áreas do *spa* (planta do *spa* no Anexo H).

Quadro 9 – Áreas dos compartimentos do edifício do *spa*.

Compartimentos do <i>spa</i>	Área (m ²)
Copa	3,21
Recepção	9,20
Balneário Feminino	16,53
Balneário Masculino	16,14
Balneário Deficientes	4,97
Gab. de massagem	6,86
Gab. de massagem	6,86
Gab. de massagem	10,09
Banho Turco	4,20
Sauna	4,20
Ginásio	61,97
Piscina	92,12

A parede exterior do edifício possui duas soluções construtivas. Uma das soluções é aplicada na fachada norte e parte da oeste e este em que a parede é o muro de suporte de betão armado com 25 cm de espessura e revestido com uma manta drenante e duas demãos de betume asfáltico. A outra solução é aplicada na restante fachada e é composta por parede executada em alvenaria de blocos de cimento com 25 cm de espessura e aplicado o sistema ETICS (EPS com 4 cm de espessura) para isolamento da fachada com acabamento em branco. A face interior destas paredes ora é de betão à vista ou de bloco de cimento de face à vista exceto em alguns compartimentos que incluem revestimento cerâmico (balneários, instalações sanitárias).

As paredes interiores são em alvenaria de blocos de cimento com 11 cm de espessura, no corredor estes blocos serão de face à vista e dentro dos compartimentos serão cobertos por revestimento adequado (cerâmico nos balneários e instalações sanitárias por exemplo).

A cobertura é composta por um piso com cobertura acessível em *deck* assente numa laje de betão armado com 20 cm de espessura e 4 cm de EPS. O pavimento interior é composto por uma manta geotêxtil, seguida de uma camada de 20 cm de brita, uma manga plástica, uma malha eletrosoldada dupla com betão C25/30 com endurecedor de superfície incorporado (15 cm de espessura) e por fim o revestimento final que depende do compartimento que serve (cerâmico nos balneários e instalações públicas por exemplo).

O projeto da rede de abastecimento de água define a rede de água fria e de água quente com retorno em que só a rede de água fria possui troços enterrados. As tubagens são em polipropileno (PPR).

O projeto da rede de águas residuais define o traçado dos coletores e posicionamento das caixas de visita. Os coletores são em policloreto de vinil (PVC) e as caixas de visita são pré-fabricadas de betão.

No projeto de eletricidade são definidos os troços dos cabos, localização das tomadas, alimentações e do quadro. A energia elétrica provém do edifício principal do hotel através de uma rede enterrada que chega até ao quadro elétrico situado na receção do *spa*.

Para além dos projetos referidos, importa referir que no interior do edifício todas as áreas úteis serão climatizadas e a ventilação do edifício será assegurada por ventilação mecânica. A produção de AQS será assegurada por sistema de equipamentos próprios para o efeito. A distribuição de energia elétrica será auxiliada por painéis solares fotovoltaicos orientados a sul na cobertura.



Figura 10 – Fachada sul do edifício anexo do *spa*.

2.2.2 Edifício anexo do *spa* – alterações de projeto

O início do estágio coincidiu com o começo da construção do *spa*, nomeadamente na construção da estrutura. Portanto o acompanhamento deste edifício foi mais abrangente do que o do edifício principal do hotel, acompanhando a execução das estruturas, das impermeabilizações, da colocação das redes enterradas e das paredes externas e divisórias. (planeamento no Anexo I) As alterações ao definido em projeto ocorreram principalmente na arquitetura, nas redes enterradas e nas paredes. Estas alterações deveram-se sobretudo a motivos de segurança, estética e economia, mantendo a qualidade da solução definida em projeto (com respetivas atualizações de projetos).

A alteração com maior relevância foi a redução das dimensões da piscina. As alterações nas redes enterradas foram totalmente na rede de águas residuais, em que o traçado foi alterado por motivo de simplificação.



Figura 11 – Piscina do *spa* construída em alvenaria de bloco de cimento.

Em projeto foi definido que as paredes exteriores (exceto o muro de suporte em betão armado) seriam executadas em alvenaria de blocos de cimento de face à vista e as divisórias interiores executadas em alvenaria de tijolo. No entanto, as paredes divisórias interiores foram executadas em alvenaria de blocos de cimento. Nas divisórias dos corredores foi aplicada alvenaria de blocos de cimento de face à vista e nas divisórias dos compartimentos foi aplicada alvenaria de blocos de cimento para depois receberem o revestimento exterior.



Figura 12 – Parede divisória interior do *spa* executada em alvenaria de bloco de cimento.



Figura 13 – Parede exterior do *spa* executada em alvenaria de bloco de cimento.

Este assunto referente às alterações em obra é detalhado no terceiro capítulo (referente ao relatório de tarefas durante o estágio), pois foram acompanhadas pessoalmente. Capítulo 3 - Relatório de tarefas no contexto de estágio

Neste capítulo são relatadas as tarefas realizadas no contexto de estágio. Ao longo deste foram realizadas as mais diversas tarefas relacionadas com a engenharia civil. Após período de ambientação à metodologia de trabalho da empresa, foram confiadas tarefas do mais variado grau de dificuldade, sendo aqui relatadas as de maior relevância para registo posterior.

Alguns trabalhos acompanhados são alvo de maior destaque neste capítulo: a instalação dos equipamentos de segurança contra incêndios, dos equipamentos para preparação de AQS, dos equipamentos de energia solar térmica, dos equipamentos para produção de energia fotovoltaica e dos equipamentos de ventilação mecânica. Estas atividades são distinguidas do ponto referente à direção e fiscalização da obra porque são de importância acrescida, necessitando de maior detalhe.

Durante o estágio foi atribuída a responsabilidade do acompanhamento da execução do edifício principal do hotel, enquanto que o edifício anexo do spa foi atribuído ao outro estagiário também proveniente do ISEP. No entanto, foram realizadas em conjunto várias tarefas.

CAPÍTULO 3 – RELATÓRIO DE TAREFAS EM CONTEXTO DE ESTÁGIO

Neste capítulo são relatadas as tarefas realizadas no contexto de estágio. Ao longo deste foram realizadas as mais diversas tarefas relacionadas com a engenharia civil. Após período de ambientação à metodologia de trabalho da empresa, foram confiadas tarefas do mais variado grau de dificuldade, sendo aqui relatadas as de maior relevância para registo posterior.

Alguns trabalhos acompanhados são alvo de maior destaque neste capítulo: a instalação dos equipamentos de segurança contra incêndios, dos equipamentos para preparação de AQS, dos equipamentos de energia solar térmica, dos equipamentos para produção de energia fotovoltaica e dos equipamentos de ventilação mecânica. Estas atividades são distinguidas do ponto referente à direção e fiscalização da obra porque são de importância acrescida, necessitando de maior detalhe.

Durante o estágio foi atribuída a responsabilidade do acompanhamento da execução do edifício principal do hotel, enquanto que o edifício anexo do spa foi atribuído ao outro estagiário também proveniente do ISEP. No entanto, foram realizadas em conjunto várias tarefas.

3.1 ESTUDO E COMPILAÇÃO DOS PROJETOS DA OBRA

A primeira tarefa foi organizar os projetos da obra do hotel (listados no Anexo J) e registá-los numa base de dados. Primeiro foram estudados os projetos mencionados no capítulo anterior para conhecimento do empreendimento. Depois os projetos foram divididos em projetos de execução e projetos aprovados pelas entidades (Câmara Municipal de Águeda, Bombeiros) com registo na base de dados (em formato *Excel*). Esta base de dados fornecia para cada projeto a seguinte informação: tipo de projeto, fase (execução, aditamento, licenciamento), número de revisões de projeto e data.

3.2 CONTROLO DE COMPRAS

Uma das tarefas desempenhadas durante o estágio foi o controlo de compras relativas a materiais, equipamentos e a serviços para a construção do hotel. Este controlo é absolutamente necessário para uma obra, de forma a controlar despesas e obter um registo das compras efetuadas. Este controlo envolve um processo complexo, mas de simples compreensão que a seguir se apresenta.

Após a compra é recebida a fatura (emitida pelo vendedor), ao qual é anexado um documento comprovativo (guia de remessa, guia de transporte, recibo, comprovativo de adjudicação). Seguidamente a fatura chega à empresa, seguindo o original para o departamento financeiro para registo e pagamento. A cópia segue para o departamento de engenharia (na Hespór) onde é carimbada, assinada por quem a regista e na qual é escrita a que tipo de trabalho destinou-se (alvenarias, material elétrico, entre outras). Seguidamente a fatura é registada numa base de dados (formato *Excel*) e enviada para a direção onde é assinada pelo dono da empresa. Depois de ser assinada, volta para o departamento de engenharia onde são registados os elementos constantes da fatura (materiais, equipamentos, serviços) e é arquivada numa pasta organizada por empresa.

O processo seguido pelo departamento de engenharia está apresentado na Figura 14.



Figura 14 – Processo do controlo de compras por parte do departamento de engenharia.

Neste processo foi atribuída a verificação da conformidade da guia com o material rececionado, o registo da fatura (carimbo, assinatura e atualização da base de dados das faturas) e o arquivo da fatura (com registo dos elementos da fatura, numa base de registo de materiais, equipamentos e serviços). Esta tarefa foi de grande importância pois possibilitou alargar conhecimentos, obtendo maior sensibilidade para preços e variedade de elementos na construção civil.

3.3 COORDENAÇÃO DE SEGURANÇA EM OBRA

As tarefas desempenhadas no âmbito da coordenação de segurança em obra foram:

- Organização do Plano de Segurança e Saúde (PSS).
- Atualização do PSS, incluindo a remoção de documentação obsoleta.
- Afixação das comunicações prévias atualizadas.
- Acompanhamento das visitas do coordenador de segurança externo em obra (CSO).
- Interpretação dos relatórios elaborados pelo CSO.
- Aplicação de soluções para as situações a corrigir em cada relatório.
- Solicitação de documentação às empresas em obra para arquivo no PSS.
- Registo dos trabalhadores, das empresas (conforme Art.21 do DL 273/03 de 29 de Outubro) e dos equipamentos em obra.
- Realização de ação de formação a empresas que deram entrada em obra.
- Realização de fichas de procedimento de segurança para atividades a serem realizadas em obra.
- Arquivo de fichas de dados de segurança dos produtos químicos presentes em obra.
- Fiscalização das condições de segurança em obra.
- Organização de documentação e confirmação do cumprimento das medidas de segurança solicitadas pelo ACT após visita à obra.

Em seguida apresenta-se e explica-se em detalhe cada uma das tarefas listadas.

O acompanhamento do cumprimento da segurança em obra foi uma das tarefas desempenhadas de maior importância durante o estágio. Foi organizada e atualizada a documentação do Plano de Segurança e Saúde em obra (PSS) bem como coordenada e fiscalizada a segurança em obra.

O coordenador de segurança em obra (CSO) nomeado no PSS executava visitas quinzenais à obra para inspeção da segurança. Após a visita o CSO emitia a comunicação prévia atualizada e o respetivo relatório de visita para ação imediata. Em cada relatório elaborado pelo CSO consta um tópico para documentação em falta, que abrange documentação de trabalhadores, empresas e do PSS. Ao longo do estágio foi solicitada documentação a todas as empresas ao qual estavam em incumprimento, tanto por *e-mail*/telefone ou presencialmente (no Anexo K encontra-se um exemplo de um relatório de visita).

Foi constatado que, embora as empresas cumprissem na generalidade com as exigências de segurança, o tempo que demoravam a resolver a situação muitas vezes passava o aceitável. Isto verificava-se principalmente em pequenas empresas da zona, subempreiteiros muitas vezes sem documentos importantes para a execução dos trabalhos com legalidade (títulos de registo, documentos das finanças, entre outros).

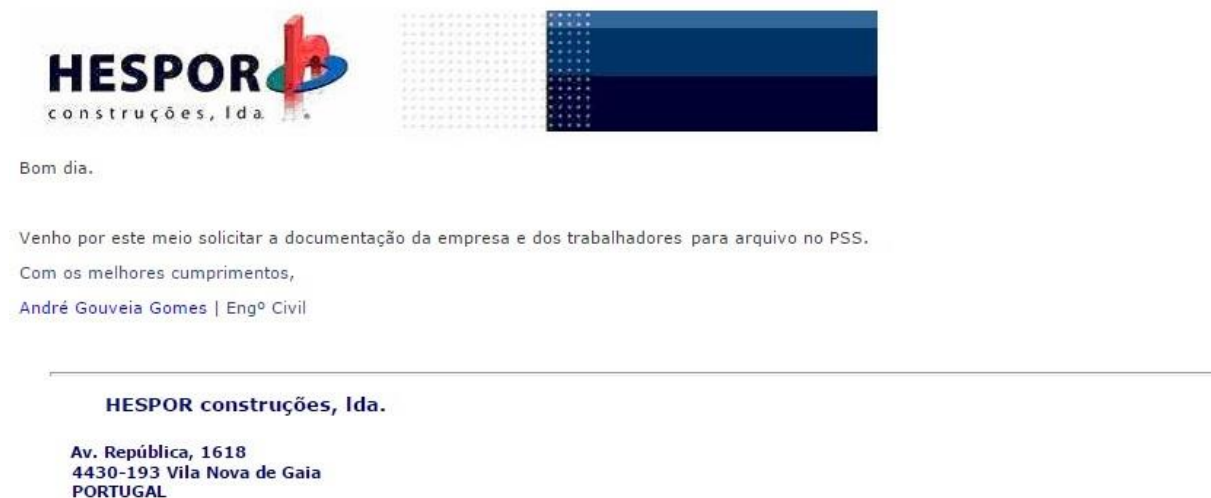


Figura 15 – Exemplo de uma solicitação de documentos enviada por *e-mail* no âmbito da coordenação de segurança em obra.

O registo de trabalhadores e empresas a laborar na obra foi outra das tarefas atribuídas, sendo esta de elevada importância. Este registo, estipulado no artigo 21º do Decreto-Lei 273/03 de 29 de Outubro, sofreu atualização cada vez que uma empresa entrava/saía da obra. Uma das funções foi a de manter uma lista atualizada dos trabalhadores com a respetiva informação (com documentos arquivados no PSS):

- Nome.
- Residência.
- Categoria profissional.
- Empresa.
- Início/termo em obra.
- Cartão de cidadão (número, validade, data de nascimento, NIF e NISS).
- Exame de aptidão médica (respetiva data de emissão e de validade).
- Data da distribuição dos EPI (equipamentos de proteção individual).
- Data do acolhimento em obra (formação de segurança).

E uma lista das empresas com a seguinte informação (e documentação arquivada no PSS):

- Nome da empresa.
- Residência ou sede.
- Número de identificação fiscal (NIF).
- Atividade.
- Data de início/fim dos trabalhos.
- Nome do responsável em obra.
- Número do alvará.
- Apólice do seguro de acidentes de trabalho.
- Apólice do seguro de responsabilidade civil.
- Horário de trabalho.
- Declaração de não dívida à segurança social.
- Declaração de não dívida às finanças e contrato.

Para além destes documentos são necessários os comprovativos de pagamento dos seguros obrigatórios e um extrato das contribuições para a segurança social.

Também foi realizado o registo dos equipamentos em obra, para conhecimento da seguinte informação registada:

- Designação do equipamento, marca e modelo (caraterísticas).
- Ano de fabrico.
- Proprietário.
- Presença de documentos (ficha técnica, manual, certificado e seguro).
- Manutenção (data da última, periodicidade e cumprimento do DL 50/2005).
- Data de entrada/saída em obra.

O registo de trabalhadores está no Anexo L, o registo de empresas no Anexo M e o registo de equipamentos no Anexo N.

A realização de ação de formação em higiene e segurança foi outra tarefa executada no momento em que as empresas entram em obra. Esta formação destina-se a informar sobre as regras básicas no âmbito da segurança, higiene e saúde no trabalho. É mencionado o equipamento de proteção

individual e coletivo a usar e como usar. As fichas de procedimento de segurança para as atividades a executar pelos trabalhadores são fornecidas para consulta. Por último é informada a proibição da ingestão de álcool durante o horário de trabalho, bem como da presença de álcool no sangue durante a execução dos trabalhos (uma das folhas de registo da formação encontra-se no Anexo O).

A realização de fichas de procedimento de segurança foi outra das tarefas dentro desta área. Foram realizadas fichas para as seguintes atividades:

- Arranjos exteriores.
- Instalação da rede de gás.
- Montagem de elevadores.
- Instalações mecânicas.
- Instalação das placas de gesso cartonado.

Nestas fichas de procedimento de segurança constava a definição do trabalho respetivo, riscos a ter em conta e medidas de prevenção aconselhadas (um exemplo de uma ficha de procedimento de segurança realizada encontra-se no Anexo P).

A ficha de dados de segurança de produtos químicos é outro documento obrigatório no âmbito da segurança em obra. Quando um produto químico dá entrada na obra é necessário obter a respetiva ficha de dados de segurança para arquivo no PSS e consultada por quem vai manejar o respetivo produto.

Para completar a coordenação da segurança em obra, foram fiscalizadas as condições de segurança. Esta fiscalização abrangeu a verificação das barreiras físicas e o cumprimento da utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos trabalhadores. Após a visita do CSO, este emitia um relatório com as falhas de segurança encontradas na obra. Uma das falhas de segurança mais recorrentes era a falta de guardas e sinalizações para proteção de quedas e outros perigos, tanto na construção do spa como no interior do hotel nas caixas de elevadores. Muitas vezes eram retiradas as proteções e sinalizações para possibilitarem por exemplo o movimento de materiais (grueta localizada na caixa de elevador), que dificultavam a proteção constante dos trabalhadores em obra. No entanto estas situações foram resolvidas ao máximo durante o estágio, aplicando sempre o mais rápido possível as guardas necessárias. Segue-se um registo fotográfico de várias guardas e sinalizações aplicadas, tanto nas imediações e dentro do spa como no hotel.



Figura 16 – Guarda-corpos no patamar da caixa de elevador no piso -1.



Figura 17 – Guarda-corpos na cobertura do edifício do *spa*.



Figura 18 – Fitas sinalizadoras colocadas no acesso entre o edifício principal do hotel e o edifício do *spa*.



Figura 19 – Cogumelos protetores dos varões de aço.

O incumprimento por parte dos trabalhadores em relação ao uso de equipamento de proteção era recorrente, sendo inadvertidos múltiplas vezes durante os respectivos trabalhos para o seu uso. Esta medida de segurança foi a mais negligenciada pelos trabalhadores que afirmavam a falta de conforto como motivo para os EPI não serem usados. No entanto, por pressão contínua, começaram a usar proteções pelo menos em situações de perigo maior. Como por exemplo, em movimentos de terras, corte de blocos de cimento, uso de substâncias nocivas, entre outras.

No âmbito de uma ação nacional a Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT) visitou a obra com objetivo de detetar anomalias e formar os seus intervenientes. Durante esta visita foi requisitada toda a documentação das empresas e respetivos trabalhadores a laborar durante a visita e a aplicação de medidas corretivas em algumas barreiras físicas. Não foram aplicadas multas, pois toda a documentação necessária foi cumprida e as medidas de segurança físicas foram aplicadas no momento (faltava um guarda-corpos num patamar de uma caixa de elevador do hotel que tinha sido retirado para assentar cerâmico no pavimento e uma pequena parte de um guarda-corpos na caixa de escadas do hotel).

3.4 DIREÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE OBRA

A seguir apresenta-se o conjunto de tarefas atribuídas no âmbito da direção e fiscalização de obra:

- Preparação de obra.
- Gestão das alterações de projeto.
- Coordenação da execução dos trabalhos.
- Organização física do estaleiro de obra.
- Gestão de recursos (materiais, equipamentos, trabalhadores).
- Controlo de prazos, custos e qualidade.
- Funções comerciais.
- Coordenação de segurança higiene e saúde no trabalho (abordado no subcapítulo anterior).

A preparação de obra envolveu o estudo dos projetos para coordenar a execução em obra, com a gestão das alterações de projeto ao longo da execução.

A coordenação da execução dos trabalhos, a organização física do estaleiro e a gestão de recursos estiveram fortemente interligadas. Estas três tarefas desempenhadas da direção de obra englobaram a organização da mão-de-obra, do espaço e dos recursos. Proporcionou um teste à capacidade de gestão de um meio físico e dos seus constituintes humanos e materiais.

O controlo de prazos, custos e qualidade englobou o controlo: dos prazos previstos no planeamento, dos custos de todos os serviços, materiais e equipamentos e a da qualidade dos serviços adquiridos e dos materiais e equipamentos comprados.

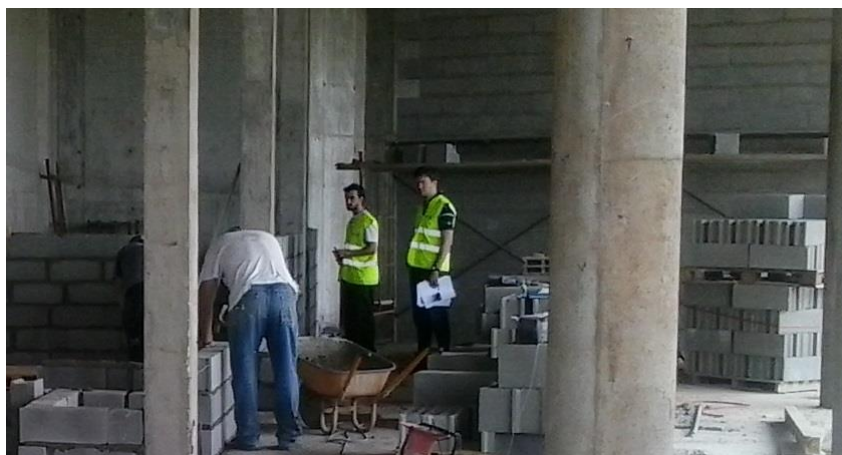


Figura 20 – Coordenação da execução das paredes em alvenaria de blocos de cimento do edifício do *spa*.

As funções comerciais envolveram consultas de preços, reuniões com empresas, pedidos de cotação, execução de mapas comparativos. Esta tarefa atribuída foi importante para controlo de prazos, custos e qualidade da obra. Isto deve-se ao facto de a análise comercial ser muito importante para a gestão de recursos, na qual observa-se a combinação de três fatores:

- Prazo de execução dos trabalhos (tempo a mais leva a maiores custos).
- Custos para a execução dos trabalhos e compra de materiais e equipamentos (menores custos levam a maior margem de lucro).
- Qualidade dos trabalhos executados e dos materiais e equipamentos escolhidos para a obra (falta de qualidade leva a maiores custos em reparações, pior apresentação).

3.4.1 Edifício principal do hotel

Durante o estágio o edifício principal do hotel encontrava-se em fase de acabamentos. Ou seja, no começo do estágio faltava a aplicação de revestimentos no interior e parte do revestimento no exterior. Estava por concluir a instalação da rede elétrica, da rede de abastecimento de água e das águas residuais, da rede de incêndio armada e colunas secas (e respetivo equipamento de segurança contra incêndio), das redes da ventilação mecânica e equipamentos de renovação de ar interior, dos equipamentos de preparação de AQS, dos equipamento das energias renováveis, das divisórias amovíveis na sala de eventos, da aplicação de escadas metálicas exteriores e de outros equipamentos para o funcionamento do hotel na sua plenitude.

Foram atribuídos os seguintes trabalhos para acompanhamento, tanto em obra como em gabinete:

- Aplicação de revestimentos.
- Instalação de redes.
- Montagem dos equipamentos de energia renováveis e de preparação de AQS.
- Instalação de duas escadas metálicas.

Na aplicação de revestimentos foram rebocadas as paredes que faltavam, principalmente nas caixas de escada, nos pisos -1 e 0 nas divisões comuns e zonas técnicas. Foi acompanhada a sua aplicação bem como a realização de autos de medição e cálculo dos pagamentos aos subempreiteiros. As alterações ao estipulado em projeto foram inexistentes.



Figura 21 – Paredes do piso -1 rebocadas.

Na aplicação de cerâmica nas paredes e no pavimento foram feitas algumas alterações. Estas alterações ocorreram durante a sua aplicação, incidindo na escolha do material e nas áreas de aplicação. Isto causou transtorno na quantificação do material a ser usado e na instrução dos subempreiteiros, originando atrasos na execução do trabalho.



Figura 22 – Cerâmica colocado na sala de receção/estar do edifício principal do hotel.

Na instalação das redes existiram algumas alterações nos traçados que levaram a novo dimensionamento de tubagens/conduatas. As redes que foram alvo de maiores alterações ao estipulado em projeto foram as da ventilação mecânica (alteração quase completa ao definido em projeto, tanto em traçado como em dimensões das conduatas). As alterações nas redes foram decididas na obra durante a verificação de incompatibilidades (redes sobrepostas, arquitetura alterada, entre outras). Estas alterações foram decididas com a presença de todos os intervenientes necessários, como por exemplo os engenheiros e os subempreiteiros. Para as redes foram elaborados autos de medição e cálculo dos montantes a pagar.



Figura 23 – Conduatas circulares rígidas e flexíveis da rede de ventilação mecânica do edifício principal do hotel.

A montagem dos equipamentos de energia renováveis e de preparação de AQS (caldeiras, bombas, entre outros) foi alvo de estudo (com algumas alterações) e de consultas a empresas, mas a decisão final para a sua implantação ainda não vigorou.

A instalação de duas escadas metálicas no exterior do hotel nas partes laterais do edifício foi alvo de acompanhamento em obra. Isto levou à mobilização de maquinaria pesada, envolvendo a execução de um projeto para desvio de trânsito enquanto a grua ocupasse a via pública (detalhado no subcapítulo 3.7).

Importa referir que foram acompanhados pessoalmente os seguintes serviços através de reuniões e contactos a empresas:

- Instalação de divisórias amovíveis, para a sala de eventos.
- Instalações de telecomunicações (ITED).
- Instalação da rede de gás.
- Montagem da escada fixa de acesso para a cobertura.

3.4.2 Edifício anexo do *spa* e acessos

No início do estágio, o edifício do *spa* e os acessos encontravam-se por construir. No entanto os movimentos de terra já tinham sido realizados.

As tarefas atribuídas no âmbito da construção do *spa* e dos acessos incidiram sobretudo no controlo de betonagem e inspeção das estruturas de betão armado realizadas. Já na fase final do estágio começaram a ser colocadas as redes de águas e eletricidade enterradas, as paredes não resistentes e a piscina. Estes três últimos trabalhos foram alvo de acompanhamento pessoal e corrigidas quando assim foi necessário.

Em relação à betonagem das estruturas (do *spa* e dos acessos), o acompanhamento atribuído envolveu a verificação das armaduras e cofragem, a observação da betonagem e dos respetivos ensaios (ensaio de abaixamento do betão, *slump*) no local, a observação dos ensaios (ensaio de resistência à compressão de provetes de betão) no laboratório e as inspeções das estruturas até elas serem descofradas. Após esta fase foram colocadas as redes enterradas (de eletricidade e águas). A sua aplicação foi seguida em obra, com alterações ao projeto das águas residuais. Foi alterado o traçado da rede bem como a posição das caixas de visita porque era necessário simplificar o traçado. O que resultou no reposicionamento das condutas e das caixas.



Figura 24 – Betonagem da parede resistente do edifício do *spa*.

As paredes exteriores e interiores, tal como referido no segundo capítulo, foram executadas em alvenaria de bloco de cimento. Foi acompanhada pessoalmente a sua aplicação juntamente com o subempreiteiro de forma a cumprir o projeto. Foram executadas as marcações em obra para implantação das paredes no local exato e o controlo da quantidade material necessário para a sua execução (material comprado pelo dono de obra). As paredes da piscina foram executada em bloco de cimento.

Os acessos entre o hotel e o *spa* foram sendo executados, entre os quais uma escada para descer do *spa* para um patamar intermédio, dois muros e uma escada lateral do *spa* até ao hotel. Todas estas obras foram executadas em betão armado. Tal como o processo para o *spa*, foram alvo de acompanhamento pessoal na obra desde a colocação das armaduras e cofragens até à descofragem.



Figura 25 – Escadas executadas em betão armado de acesso entre o edifício principal do hotel e o edifício do *spa*.

Os controlos de betonagem e inspeções de estruturas de betão armado do *spa* e dos acessos são descritos no subcapítulo 3.6.

3.5 TRABALHOS DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL

Neste subcapítulo são descritos os trabalhos mencionados no subcapítulo anterior, com o objetivo de relatar o que foi estudado e acompanhado em relação a cada uma (incluindo maior detalhe nas alterações de projeto). Os trabalhos abordados neste subcapítulo são:

- Aplicação de revestimentos.
- Instalação dos equipamentos de segurança contra incêndios.
- Instalação dos equipamentos para produção de energia fotovoltaica.
- Instalação dos equipamentos para preparação de AQS e energia solar térmica.
- Instalação dos equipamentos de ventilação mecânica.

3.5.1 Aplicação de revestimentos

Este subcapítulo aborda o estudo e acompanhamento feito durante a aplicação de revestimentos e de equipamentos no hotel. Este acompanhamento seguiu as seguintes fases:

- Determinação dos locais de aplicação dos revestimentos.
- Consulta e seleção de fornecedores (com pedidos de cotação, reuniões, chamadas).
- Execução de mapa comparativo das propostas de fornecedores.
- Escolha do fornecedor baseado no mapa comparativo e opinião funcional/estética.
- Adjudicação do fornecimento dos materiais/aplicação dos revestimentos.

Este processo é igual para fornecimento de materiais (para depois serem aplicados pelos trabalhadores da Hespor e tarefeiros) e escolha de subempreiteiros (com ligeiras adaptações). Para além deste processo é feito um estudo auxiliar sobre os materiais e equipamentos, principalmente sobre o seu modo de aplicação. Este estudo é essencial para o acompanhamento em obra e formação técnica dos trabalhadores.

Em todas as aplicações destes revestimentos foi feito o devido acompanhamento com inspeção da sua colocação e respetiva qualidade do trabalho, bem como a realização de autos de medição para posterior pagamento dos serviços prestados por subempreiteiros (no Anexo Q encontra-se um

exemplo de um auto de medição elaborado). Caso aplicável, foram recolhidas as fichas técnicas dos materiais para arquivo na pasta destinada à compilação técnica da obra.

3.5.1.1 Revestimentos de paredes interiores

As paredes interiores de alvenaria de tijolo ainda encontravam-se por revestir em quase todas as áreas do edifício.

Nas salas de eventos, de refeições e de estar/recepção do hotel, foram aplicadas placas de gesso cartonado como revestimento das paredes. A placa de gesso cartonado é um material de construção formado por um núcleo em base de gesso recoberta em ambas as faces por camadas de celulose especial multi-folha. No caso das paredes referidas, este foi aplicado seguindo o método de aplicação de uma estrutura autoportante para colocação das placas. Esta estrutura é constituída por elementos metálicos verticais e horizontais, contraventados ou não à parede de suporte, à qual são aparafusadas as placas de gesso cartonado.



Figura 26 – Fixação da placa de gesso cartonado à parede de alvenaria de tijolo.

As placas usadas na obra foram placas de gesso cartonado tipo H1 (hidrófugas) com bordo afinado. São placas com comprimento variável (sendo usadas as de 3 metros nas salas), de 1,2 m de largura e 13 mm de espessura.

Nas paredes interiores em alvenaria de tijolo que não receberam placas de gesso cartonado, ou foi deixado o betão e os blocos de cimento à vista (no parque de estacionamento) ou foi aplicado chapisco, emboço e reboco/estruque. Na caixa de escadas foi aplicado estuque, enquanto no resto do hotel foi

aplicado reboco estanhado para receber posteriormente a camada de tinta. Nos casos em que a última camada seria o cerâmico, foi aplicado reboco afagado.

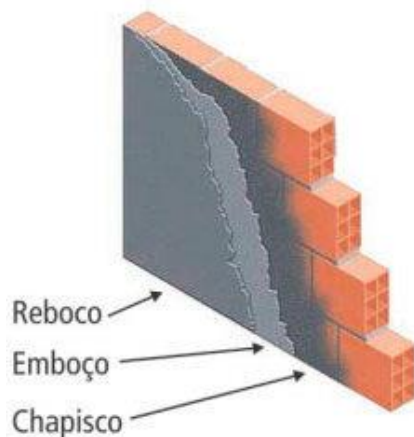


Figura 27 – Esquema representativo das várias camadas de revestimento de uma parede de alvenaria de tijolo.

Primeiro é aplicada na parede de alvenaria de tijolo uma massa com acabamento irregular e poroso composto por cimento e areia, designada por chapisco. Esta argamassa tem como função proporcionar uma maior aderência da seguinte camada (emboço). Seguidamente é aplicado o emboço, que é constituído por cimento, areia e cal, atuando como base para a aplicação posterior do reboco.

Por último é aplicado o gesso, que é uma argamassa composta por cimento, cal e areia com acabamento fino. No hotel foi aplicado reboco estanhado e reboco afagado. O reboco estanhado apresenta um acabamento muito parecido ao do estuque, com uma camada lisa. No entanto, este tipo de reboco possui resistência mecânica superior ao estuque. O reboco afagado é uma argamassa mais grosseira, cujo acabamento fica com um aspeto rugoso, adequado ao assentamento de cerâmico nas paredes.

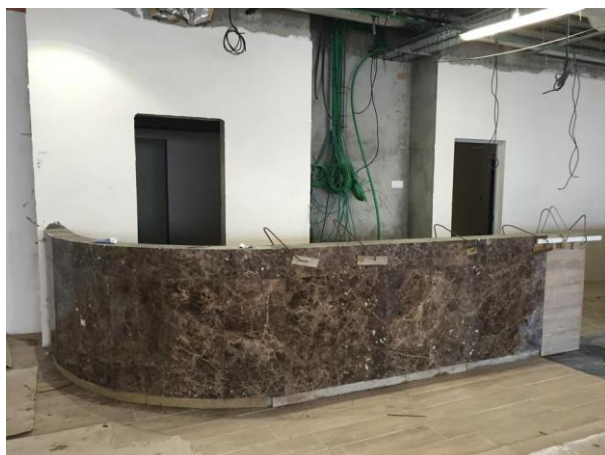


Figura 28 – Duas paredes rebocadas na sala de recepção/estar do edifício principal do hotel.

O estuque, argamassa fina composta por gesso, água e cal, é outro tipo de revestimento usado. No caso do hotel, este foi usado na caixa de escadas, com cor branca e aspeto liso e fino.

Em certas áreas técnicas e instalações sanitárias (públicas, dos funcionários e dos quartos) foi aplicado cerâmico nas paredes. As áreas de aplicação do cerâmico e o cerâmico a colocar sofreram alterações face ao estipulado em projeto. A escolha do cerâmico incidiu no fator económico, no aspeto estético e na quantidade em *stock*. As quantidades de cerâmico foram sendo controladas ao longo da sua colocação, sofrendo alterações espontâneas face às quantidades disponíveis. Também foi necessário controlar as quantidades de cimento-cola, de perfis de esquina e o aprovisionamento de mais quantidades de cerâmico.



Figura 29 – Cerâmico aplicado numa das instalações sanitárias públicas do piso 0 do edifício principal do hotel.

Na fiscalização da aplicação dos cerâmicos foram solicitadas correções para que o produto final cumprisse os requisitos de qualidade. Estas correções incidiram no assentamento do cerâmico nos quartos de banho do quarto do hotel.



Figura 30 – Exemplo de um quarto de banho de um quarto do edifício principal do hotel.

3.5.1.2 Revestimento de pavimentos interiores

Os pavimentos interiores das salas (eventos, refeições e receção/estar), das zonas técnicas e dos quartos de banho foram revestidos com cerâmico. Tal como no cerâmico para as paredes, este sofreu alterações pelos mesmos motivos. Durante o estágio, a escolha de cerâmico sofreu várias alterações, principalmente no pavimento.

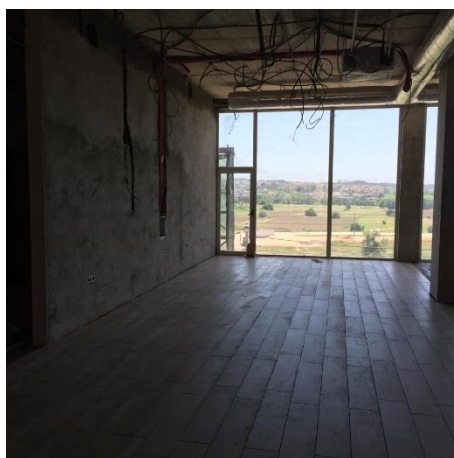


Figura 31 – Cerâmico aplicado no pavimento da sala de eventos do edifício principal do hotel.

No decorrer da fiscalização da aplicação das bases de chuveiro (em peças cerâmicas) foram solicitadas correções em relação às inclinações das pendentes, que foram prontamente corrigidas.



Figura 32 – Base de chuveiro de um quarto de banho de um quarto do edifício principal do hotel.

3.5.1.3 Revestimento de paredes exteriores

No exterior foi aplicado cerâmico numa das paredes e aplicado o primário sobre paredes do anexo envidraçado das salas de refeições e de eventos. Também foi terminada a colocação de ETICS nas partes em falta da fachada.



Figura 33 – Primário aplicado numa das paredes do anexo das salas de refeições e de eventos do edifício principal do hotel.

O cerâmico aplicado na fachada foi do tipo *kerlite*, ou seja, de grés porcelânico. Em projeto estava definida a colocação de cerâmico do tipo antracite, mas foi colocado o acima mencionado. O material foi colocado na parede exterior com entrada para a receção, de forma a cativar a atenção. A sua aplicação, anteriormente definida em projeto como sendo por grampos de fixação, foi alterada para assentamento com cimento-cola.



Figura 34 – Cerâmico de grés porcelânico aplicado na parede exterior da sala de receção do edifício principal do hotel.

Após o seu assentamento verificou-se um erro de assentamento perto da caixilharia da janela que foi tapado com o auxílio de um perfil de alumínio em T encaixado na ranhura entre a peça do cerâmico e a caixilharia.

3.5.2 Instalação dos equipamentos de segurança contra incêndios

Um dos trabalhos acompanhados durante o estágio e que merece atenção especial é a instalação dos equipamentos de segurança contra incêndios. Tem total relevância no âmbito do mestrado, sendo até merecedor de uma unidade curricular. As tarefas desempenhadas no contexto deste trabalho foram:

- Estudar as considerações feitas em projeto.
- Conhecer o equipamento que foi projetado para o hotel.
- Conhecer o traçado das tubagens para as redes de incêndio.
- Determinar as quantidades de tubagens, acessórios e outros equipamentos necessários para a instalação.
- Contribuir em obra para a fiscalização da aplicação da segurança contra incêndio no hotel.

As tarefas comerciais atribuídas em relação a este trabalho envolveram a criação de uma lista com todo o equipamento necessário e respetivas quantidades, o envio de pedidos de cotação a empresas para fornecimento e montagem e realização de um mapa comparativo das várias propostas recebidas (mapa comparativo no Anexo R).

Foi acompanhada a realização dos respetivos trabalhos em obra, tendo o fim do estágio coincidido com a instalação da RIA (tubagens e carretéis, conforme as seguintes fotografias).



Figura 35 – Tubagem da rede de incêndio armada.



Figura 36 – Carretel e tubagem da rede de incêndio armada.

3.5.3 Instalação dos equipamentos para produção de energia fotovoltaica

A obtenção da energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos permite a poupança energética do hotel e contribui tanto para o meio ambiente como para a qualidade do edifício. Este sistema de aproveitamento da energia solar ainda não aplicada no edifício, estando ainda em fase de apreciação de propostas e alterações ao designado inicialmente. Todas as reuniões com empresas foram acompanhadas pessoalmente, com o estudo dos dados apresentados por cada uma das propostas.

Embora a solução em termos de posição dos painéis esteja indefinida, é certo que a sua localização será na fachada sul do hotel (fachada principal) e que serão 100 painéis. O que encontra-se em análise é a posição dos painéis na fachada e a sua inclinação. Duas propostas estão em discussão no que toca

à instalação dos painéis. Uma delas é a aplicação dos painéis em cada faixa vertical da parede, com 90° de inclinação conforme a imagem seguinte.

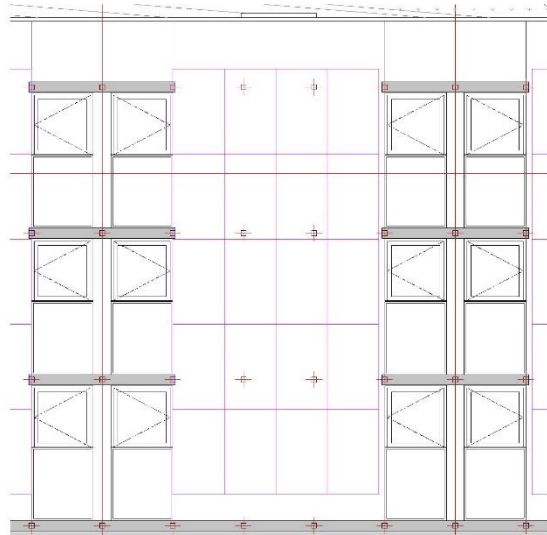


Figura 37 – Posicionamento dos painéis fotovoltaicos na fachada sul do edifício principal do hotel (delineados a púrpura, na parede entre as janelas).

A outra solução, ainda por estudar, seria colocar os painéis na horizontal com uma inclinação de 35°. No entanto, aproveitando a sua inclinação, estes seriam colocados numa fila horizontal que passaria pela parte superior das janelas. Isto proporcionaria aproveitamento da estrutura dos painéis para sombrear as janelas, como se de palas tratassem. Esta solução seria mais difícil de executar (como a base ficaria à vista, esta teria que ser ocultada por motivos estéticos). No entanto, os painéis teriam maior eficiência energética pois captariam melhor a radiação solar devido à sua inclinação (de 35°).

Os aspeto técnicos em relação a este sistema são abordados no desenvolvimento do tema, no capítulo seguinte (é abordada a primeira proposta, pois é a única com estudo técnico já realizado).

3.5.4 Instalação dos equipamentos para preparação de AQS e energia solar térmica.

A preparação de AQS com energia solar térmica tem como objetivo principal usar o potencial máximo energético dos painéis solares térmicos no aquecimento de água a serem instalados na cobertura, com o auxílio de bomba de calor (geotérmica) e caldeiras a gás. Com isto pretende-se obter o maior grau possível de independência energética do hotel, através do consumo de energias renováveis.

Já referido no capítulo 2, o designado em projeto relativo à preparação de AQS foi alterado. Isto deveu-se ao facto de a disposição dos equipamentos no edifício não ser o mais económico, resultando em

percursos de tubagens desnecessários. No entanto, após contacto a algumas empresas foram recebidas propostas para maior eficiência económica e energética do sistema (exemplo de um esquema proposta para instalação dos equipamentos encontra-se no Anexo S).

O traçado para o abastecimento da água quente não estava designado de forma a obter a melhor eficiência. Isto deve-se ao facto de em projeto os depósitos serem colocados na cave, e tanto caldeiras como os painéis (e respetivo depósito do solar térmico) situarem-se no 4º piso. Como a água fria entra ao nível da cave, esta teria que subir até ao 4º piso para ser aquecida, voltar aos depósitos na cave e depois ser distribuída para os pisos superiores. Para colmatar este problema foi proposta a colocação dos depósitos de água no 4º piso. Desta forma a poupança no traçado seria significativa, poupando tanto em tubagem como em bombas. No entanto, em relação à bomba de calor geotérmica, esta teria que permanecer na cave porque a sua instalação é obrigatoriamente ao nível solo (o detalhe dos equipamentos encontram-se no capítulo 4, pois são incluídos na análise do tema).

Em relação aos coletores de energia solar térmica, estes serão colocados na cobertura do hotel. Serão orientados a sul, com inclinação de 35° para melhor eficiência na captação dos raios solares. O número de painéis ainda não é certo, sendo no projeto original 38 painéis (85,7 m²). No entanto as propostas não mudam muito, rondando a área mencionada.

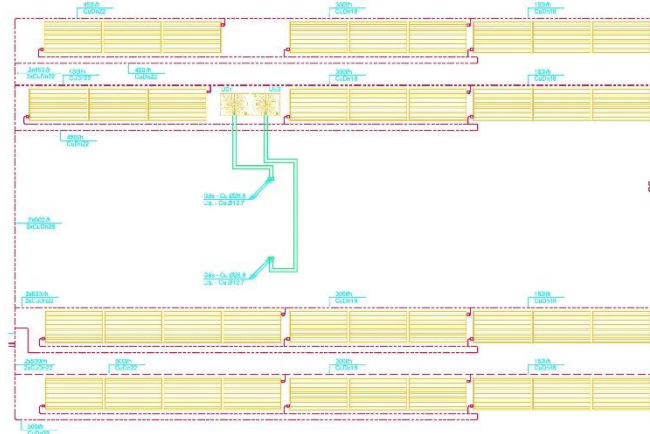


Figura 38 – Posicionamento dos coletores solares na cobertura do edifício principal do hotel (a amarelo).

3.5.5 Instalação dos equipamentos de ventilação mecânica

O acompanhamento da instalação dos equipamentos de ventilação mecânica foi atribuída ao longo do estágio, tanto na empresa como na obra. Na obra foi acompanhada a sua instalação, com todas as alterações e decisões necessárias a tomar bem como a elaboração de autos do trabalho efetuado. Na empresa foram confirmados os autos para pagamento dos serviços prestados e feitos contactos ao fornecedor das unidades de ar condicionado para fornecimento do material. As alterações incidiram sobretudo no traçado, com pouca ou nenhuma alteração ao designado para os equipamentos. Uma das tarefas realizadas neste âmbito das alterações foi o registo das alterações no traçado das condutas, para posterior revisão de projeto.



Figura 39 – Conduas do sistema de ventilação mecânica do edifício principal do hotel.



Figura 40 – Unidade interior mural instalada na parede de um quarto do hotel.



Figura 41 – Unidade interior cassete de 4 vias instalada na sala de refeições.



Figura 42 – Unidade exterior localizada na cobertura do hotel.

3.6 CONTROLO DE BETONAGEM E INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

O controlo de betonagem e inspeção de estruturas de betão armado é merecedor de destaque, pois revelou-se de grande importância na aprendizagem ao longo do estágio. Como já referido anteriormente, a construção de raiz do edifício do *spa* coincidiu com o início do estágio. Durante os 6 meses de estágio grande parte do tempo foi dedicado (para além de outras tarefas) ao controlo da betonagem da estrutura do *spa* e dos acessos entre o hotel e o *spa*. Para além disto, foi inspecionada a sua execução e as disposições de projeto (confirmação de medidas, posições, classes de betão, armaduras).

O processo de construção da estrutura resistente em betão armado do edifício do spa seguiu a seguinte ordem:

- No lado norte foi construída uma sapata contínua para receber o muro de suporte em betão armado.
- Seguidamente foram construídas as sapatas isoladas.
- Depois foram executados a parede resistente, os pilares e os lintéis.
- Após conclusão dos pilares e da parede resistente, foi executada a laje da cobertura.
- Por último foi construída uma casa das máquinas em betão armado e um muro á frente da piscina para melhorar a estabilidade do terreno.



Figura 43 – Betonagem do muro de suporte.



Figura 44 – Vista superior do muro de suporte e pilares.



Figura 45 – Muro de suporte e pilares.



Figura 46 – Laje maciça da cobertura.

Durante a construção da estrutura do spa foram confirmadas as dimensões dos elementos (sapatas, muro, pilares, lintéis e laje), a disposição e dimensão das armaduras, a qualidade do betão e a verificação de anomalias depois da descofragem dos elementos.

O betão usado nas estruturas foi de classe 25/30. O betão foi produzido na zona de Aveiro com as seguintes características dos seus constituintes:

- Britas foram obtidas de rocha calcária da pedreira situada em Condeixa-a-Nova.
- Areia média proveniente de uma extração de areias em Almas da Areosa.
- Areia fina proveniente de uma extração de areias em Pombal.
- Adjuvante plastificante é o Sikament 409 PT.
- Ligante hidráulico usado é equivalente a um cimento pozolânico CEM IV, obtido pela mistura de cimento Portland de calcário CEM II/A-L 42,5R (proveniente do centro de produção de Souselas) e cinzas volantes (provenientes da central termoelétrica de Compostilla).
- Água proveniente captação da própria empresa.

Os constituintes acima referidos cumprem as respetivas normas. Para cada betonagem (cada camiã) foram obtidos 2 provetes para ensaio no laboratório (localizado no departamento de engenharia civil da Universidade de Aveiro). O ensaio efetuado foi de resistência à compressão de provetes de betão aos 28 dias (NP EN 12390-3).



Figura 47 – Ensaio de resistência à compressão de um provetes de betão aos 28 dias.

Em obra foi executado um ensaio de abaixamento do betão (*slump*) por cada camiã de betão pronto que chegou à obra. Este foi executado cumprindo a norma NP EN 12350-2. É um ensaio no qual o betão

ainda fresco é compactado dentro um molde (com a forma troncocónica), sendo depois removido o cone e medido o abaixamento do betão. Os resultados obtidos foram considerados bons, coincidindo com as classes de abaixamento pretendidas no quadro 4 da norma NP EN 12350-2.



Figura 48 – Ensaio de abaixamento do betão executado em obra.

Para além destes ensaios, foram recebidos os certificados dos materiais utilizados na mistura do betão. As plantas do projeto de estrutura encontra-se nos Anexos T e U.

3.7 APOIO À REALIZAÇÃO DE UM PROJETO DE DESVIO DE TRÂNSITO PARA IMPLANTAÇÃO TEMPORÁRIA DE UMA GRUA NA VIA PÚBLICA

A colocação de duas escadas metálicas exteriores do hotel teve a necessidade de utilizar uma grua. Esta foi colocada na via pública (Rua Manuel de Sousa Carneiro), com entrega obrigatória de um requerimento à Câmara Municipal de Águeda para ocupação temporária da via pública. A realização de um projeto de desvio de trânsito foi um dos documentos requeridos pela Câmara, com vista a definir a alteração do trânsito.

Foi desempenhado o desenho dos sinais e a sua colocação na planta de desvio de trânsito em *Autocad* (a planta encontra-se no Anexo V) e a verificação da segurança dos utilizadores da via durante a sua ocupação (verificando a posição dos sinais bem como o seu cumprimento).



Figura 49 – Sinais de trânsito colocados perto de um cruzamento.



Figura 50 – Sinais de trânsito colocados na via pública.

3.8 SÍNTESE

Este capítulo descreve e apresenta o conjunto de trabalhos e atividades desenvolvidas durante a duração do estágio.

CAPÍTULO 4 - ESTUDO DOS PRINCÍPIOS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM EDIFÍCIO

O tema escolhido para desenvolvimento neste relatório foi o estudo e avaliação de princípios de sustentabilidade ambiental de um edifício. O edifício estudado e avaliado neste tema é o edifício principal do Hotel *Golden Tulip* em Águeda.

Entende-se por **sustentabilidade** aquilo que pode ser mantido ao longo do tempo. O **desenvolvimento sustentável** procura satisfazer as necessidades da geração atual, garantindo a satisfação das necessidades das gerações futuras. Isto realizado através da preservação da biodiversidade e dos ecossistemas, da minimização do impacto do ser humano no ambiente e da redução do consumo/produção de resíduos. O desenvolvimento sustentável assenta numa tripla dimensão, ambiente, economia e sociedade. O ambiente, no qual é abordada a sua preservação. A economia, onde o crescimento económico é privilegiado. E a sociedade, em que a conscientização para a temática é importante (Ganhão, 2011).

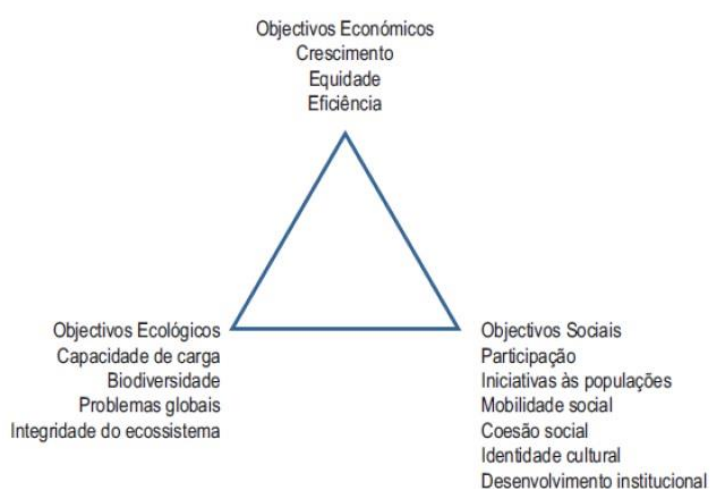


Figura 51 – Objetivos da sustentabilidade na sua tripla dimensão (Ganhão, 2011).

A **construção sustentável** segue os princípios referidos anteriormente, criando e gerindo responsabilmente o património edificado, considerando os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos (Kibert, 1994).

O paradigma tradicional da construção civil assentava em três pilares: qualidade, custo e tempo. A discussão sobre a sustentabilidade na construção provocou a evolução deste modelo, que passou a ter em conta o consumo de recursos, a biodiversidade, as emissões poluentes e a saúde das populações. No entanto, a evolução do modelo continuou criando um ainda mais complexo que acrescenta o desenvolvimento economicamente sustentável, a qualidade de vida e do ambiente construído, a equidade social e a herança cultural (Ganhão, 2011).

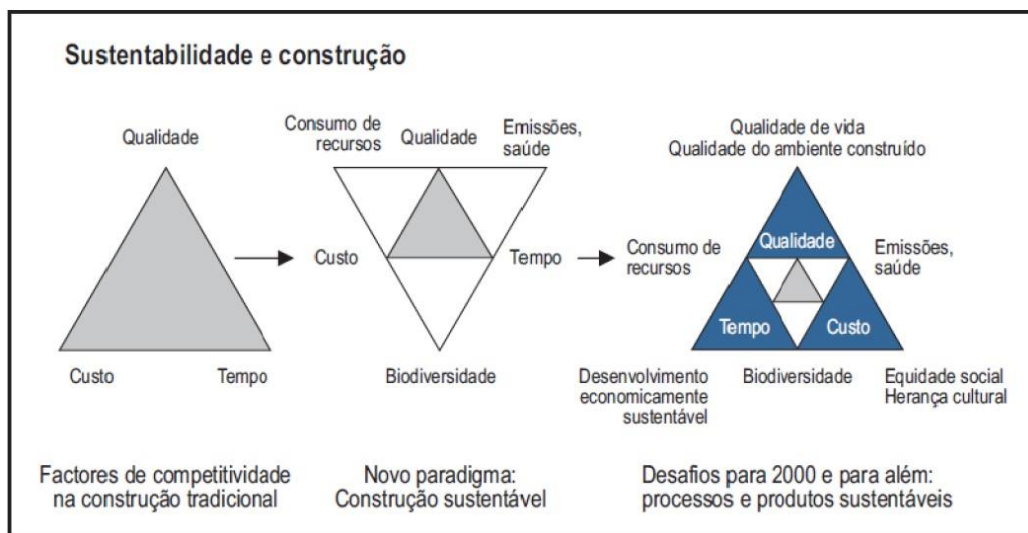


Figura 52 – Evolução do paradigma da construção (Ganhão, 2011).

Os **princípios da construção sustentável** foram estabelecidos por Charles Kibert na Primeira Conferência sobre a construção Sustentável realizada em Tampa (Florida, Estados Unidos da América) no ano de 1994. Esses princípios envolvem a gestão de recursos utilizados na construção, promovendo a redução do consumo de recursos naturais, a maximização da reutilização de recursos, a reciclagem de materiais em fase de fim de vida dos edifícios e a eliminação de materiais nocivos (Ganhão, 2011).

É na fase de projeto que a maior parte das medidas para racionalização de recursos e implantação de soluções construtivas e energéticas são definidas, influenciando o futuro impacto ambiental do que vai ser construído e fazendo o levantamento de todas as soluções definidas em projeto de forma a reduzir o impacto negativo do edifício no meio ambiente. Após a definição de cada solução, esta é avaliada comparando com soluções ótimas e/ou valores regulamentares (*benchmarks*). Após esta

comparação caso seja aplicável, é designada uma solução (ou mais) para aumentar a eficiência ambiental do edifício.

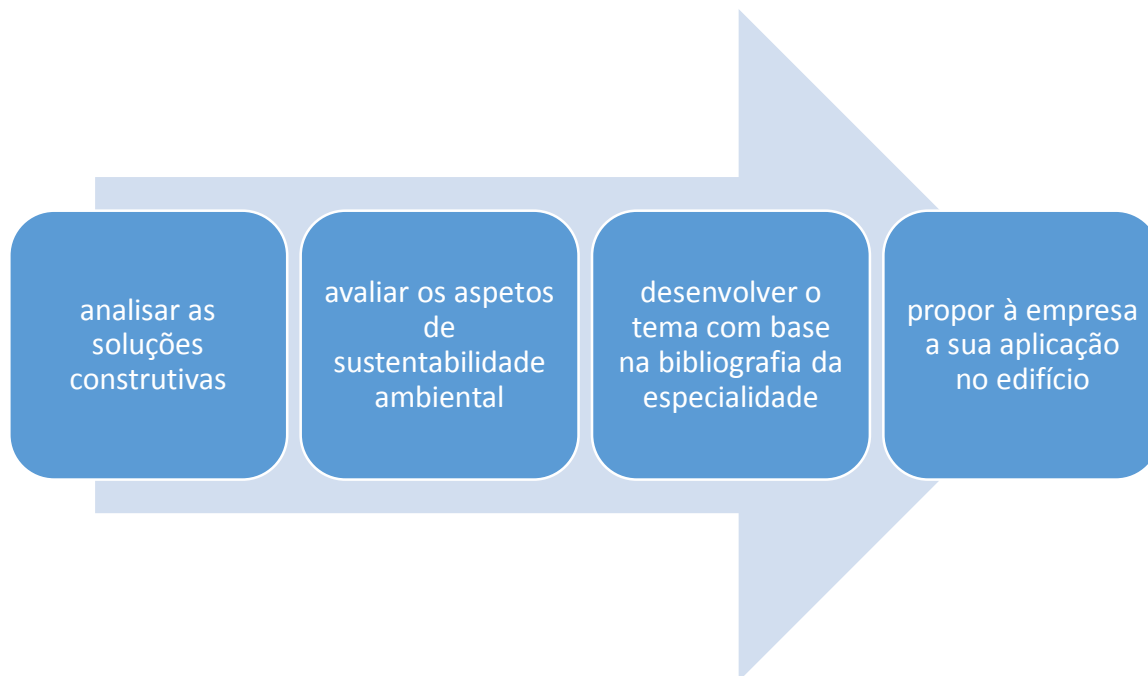


Figura 53 – Esquema representativo da abordagem feita ao tema.

As soluções adotadas num edifício podem ser classificadas em ativas e passivas. As soluções passivas são soluções construtivas adotadas para que o edifício possua melhor comportamento energético e portanto, menor impacto ambiental. As soluções ativas consistem na instalação e uso de equipamentos que contribuem para o conforto e eficiência energética do edifício, como por exemplo os equipamentos para aproveitamento das energias renováveis e equipamentos de ventilação mecânica. Privilegiar a aplicação de soluções passivas em detrimento das soluções ativas leva a uma maior poupança energética pois as primeiras não consomem energia elétrica.

Para apoiar o desenvolvimento deste tema foi usada informação bibliográfica da iniciativa de Hotéis de Energia Quase Zero (*neZEH, Nearly Zero Energy Hotels*) que é co fundada pelo Programa Europeu de Energia Inteligente (IEE, *Intelligent Energy Europe Programme*) da Comissão Europeia. A *neZEH* tem como objetivo acelerar o processo de restauro dos hotéis existentes e de novos hotéis para a sua inclusão nos *Edifícios de Energia Quase Zero (nZEB, Nearly Zero Energy Buildings)*. Em concordância com o objetivo de que até 2020 todos os edifícios novos terão que ser altamente eficientes, possuindo o seu balanço energético próximo do zero (EU 2020). Este balanço energético significa que a procura de energia para consumo no edifício é praticamente igual à da oferta, conferindo autonomia ao edifício. Esta energia produzida no edifício terá que ser proveniente de fontes renováveis. A iniciativa

neZEH tem como objetivo diminuir a emissão de gases do efeito de estufa e a diminuição do consumo de energia a partir de fontes poluentes e não renováveis como os combustíveis fósseis.



Figura 54 – Logotipo da *neZEH*.

No contexto dos hotéis, a iniciativa *neZEH* procura:

- Providenciar formação técnica a profissionais da hotelaria.
- Demonstrar a capacidade de obter rendimento (lucro, sustentabilidade financeira e executabilidade das medidas) perante o seu investimento.
- Realização de formação para a construção.
- Promover a campanha ao nível regional, nacional e da comunidade europeia.

4.1 SOLUÇÕES PASSIVAS

As soluções passivas são do âmbito da **arquitetura bioclimática**, na qual um edifício é projetado de acordo com as condicionantes climáticas e características ambientais envolventes com vista a otimizar o conforto dos ocupantes do edifício e a sua integração no local de implantação. As soluções passivas integram-se na **arquitetura solar passiva** que faz parte da arquitetura bioclimática, pois estas soluções apenas lidam com os ganhos energéticos solares (Lanham, Gama e Braz, 2004).

São abordadas as soluções passivas em relação aos seguintes aspetos construtivos:

- Orientação e implantação do edifício.
- Vãos envidraçados.
- Sombreamento.
- Envolvente opaca.

A seguir apresentam-se as soluções passivas listadas acima, com o respetivo estudo e análise. É necessário referir que o edifício situa-se na zona climática I1-V1, tal como definido no projeto de AVAC.

4.1.1 Orientação e implantação do edifício

Dois aspectos considerados no dimensionamento de um edifício são a sua orientação e implantação num local. No caso do hotel, este é orientado segundo os pontos cardinais. A fachada principal está orientada a sul, sendo esta a par da fachada norte as fachadas com maiores áreas (este e oeste com área de fachada muito menor). A sua implantação é em terreno plano, com uma encosta bastante acentuada no lado do Norte do edifício. As Figuras 57, 58 e 59 mostram as várias fachadas do edifício em estudo.



Figura 55 – Fachada sul do hotel.



Figura 56 – Fachada norte do hotel.



Figura 57 – Fachada oeste do hotel (idêntica à fachada este).

O edifício é orientado de forma a otimizar os ganhos solares, pois possui a sua maior fachada (com maior área de envidraçados) e os seus compartimentos principais (exceto metade dos quartos orientados a norte) orientados a sul. Com esta orientação pretende-se obter a maior incidência solar de forma a proporcionar o melhor conforto térmico e luminoso para os utilizadores do edifício.

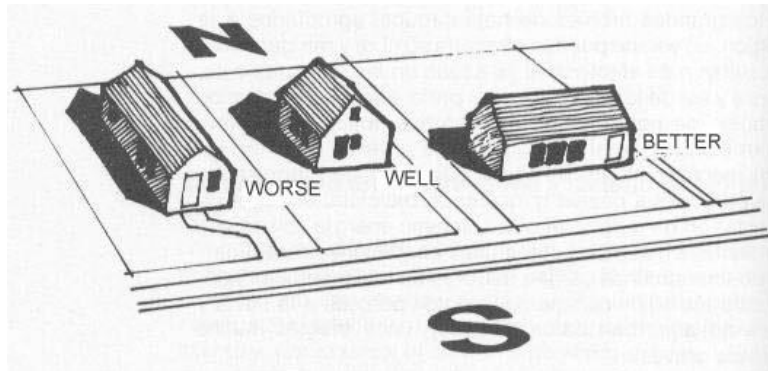


Figura 58 – Ilustração da orientação correta de um edifício (Lanham, Gama e Braz, 2004).

O ângulo de incidência solar em relação ao plano horizontal varia ao longo do ano. No inverno o ângulo de incidência atinge o mínimo, enquanto no verão o ângulo alcança o máximo.

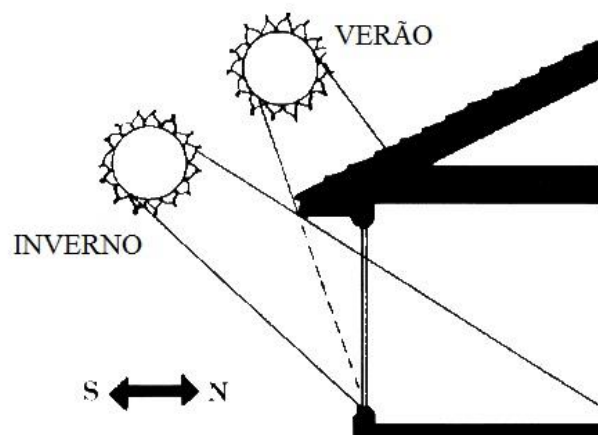


Figura 59 – Ângulo de incidência solar durante o inverno e o verão (Ganhão, 2011).

Tendo em conta a orientação e implantação do edifício principal do hotel, este cumpre os requisitos para uma boa otimização dos ganhos solares porque:

- Maior fachada orientada a sul.
- Compartimentos principais orientados a sul (na sua maioria).
- Fachada a norte abrigada por uma encosta que ultrapassa a altura do edifício.

4.1.2 Vãos envidraçados

Para dimensionamento do vão envidraçado é necessário considerar a sua orientação, o vidro e a caixilharia utilizada. No inverno o ângulo de incidência é menor, logo a radiação luminosa entra mais diretamente no interior do edifício através dos envidraçados. No verão, como o ângulo de incidência solar é maior, basta incluir um sombreamento eficaz nos envidraçados da fachada sul para não entrar radiação solar indesejada no edifício através dos envidraçados (ganhos solares excessivos que afetam o conforto). Nas fachadas a oeste, este e norte devem ser reduzidas ao máximo as áreas de envidraçados, pois só na fachada sul é que são otimizados os ganhos solares.

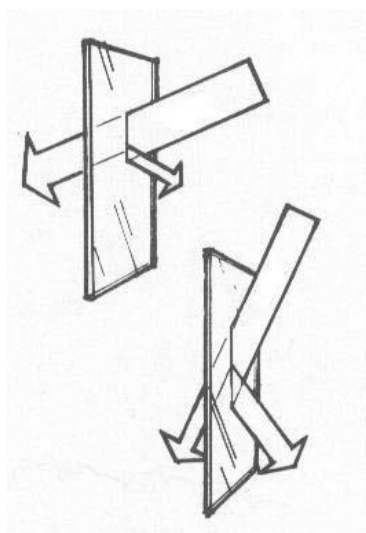


Figura 60 – Esquema representativo da influência do ângulo de incidência solar na penetração do vão envidraçado, na situação de inverno (em cima) e no verão (em baixo) (Lanham, Gama e Braz, 2004).

O vão envidraçado tem pior comportamento térmico que a envolvente opaca da fachada, devido à sua espessura reduzida e à sua composição material. Para colmatar este desempenho térmico do material, deve-se ter em conta:

- Vãos envidraçados constituídos por mais que um vidro simples.
- Películas de baixa emissividade.
- Enchimento das caixas-de-ar com gases menos condutores.

O vidro duplo provoca uma diminuição do valor do coeficiente de transmissão térmica (U) para aproximadamente metade de um vidro simples. Outra solução é colocar a película de baixa emissividade que aumenta a reflexão da radiação solar, contribuindo para o isolamento térmico da

janela. Também é possível preencher a caixa-de-ar entre os vidros com gases de pobre condução térmica (por exemplo o argon e cripton) (Ganhão, 2011).

A caixilharia representa um papel importante no comportamento do sistema. A escolha da caixilharia tem importância na redução das trocas de calor, pelo que deve-se escolher a que proporciona melhor isolamento.

Após pesquisa de soluções de vãos envidraçados, uma merece especial destaque pela sua inovação. É uma solução que nasce da investigação da Universidade Politécnica de Madrid, cuja designação é *RadiaGlass*. Esta solução é composta por vidro duplo com câmara com água em circulação, em que o fluido absorve a componente infravermelha da radiação solar e dissipa o calor através da sua circulação. Este sistema permite para além do isolamento à radiação solar infravermelha, evitar o gradiente térmico no interior do compartimento, a ausência de corrente de ar e a climatização silenciosa. Permite também uma poupança de 70% em custos de climatização (intelliglass, 2015).



Figura 61 – Funcionamento de *RadiaGlass* em fachada (intelliglass, 2015).

No seguinte quadro apresentam-se as melhores soluções para a estação de aquecimento e arrefecimento, separadamente. Também é apresentada uma solução anual para a zona climática de verão V3, que é mais exigente que V1 (zona climática de verão de Águeda).

Quadro 10 – Melhor solução proposta para o vão envidraçado (Ganhão, 2011).

	Melhor solução proposta para o vão envidraçado (V3)
Estação de aquecimento	Vidro duplo + película de baixa emissividade
Estação de arrefecimento	Vidro colorido
Anual	Vidros duplos (ou triplos) + película de baixa emissividade (ou sem)

Em relação à caixilharia, a melhor é a de PVC. Sendo a mais desfavorável em termos térmicos a de alumínio (Ganhão, 2011).

A mudança de janelas em edifícios restaurados para tecnologias de envidraçados mais recentes permite uma poupança de até 40% em termos económicos (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013). No caso do edifício do hotel, as janelas com tecnologia recente são aplicadas numa construção de raiz.

No edifício principal do hotel existem duas áreas de envidraçados:

- Envidraçados das salas de refeições, receção e eventos na fachada envidraçada sul.
- Envidraçados dos quartos nas fachadas norte e sul.

Neste estudo só são avaliados os envidraçados dos quartos. Em todos os quartos estão instaladas:

- Janelas com caixilharia de alumínio anodizado à cor natural (com corte térmico).
- Vidro duplo laminado com 6+6 mm de espessura (12 mm de caixa-de-ar).
- *Blackout* para regular a iluminação solar e ajudar no conforto dos hóspedes.



Figura 62 – Janela de um quarto do hotel.

O Fator solar dos vãos envidraçados, corresponde à radiação solar que atravessa o vidro para o interior e é convertida em calor para o edifício. Os valores do **fator solar** e do **coeficiente de transmissão térmica** do vão envidraçado foram determinados para comparar com os seus requisitos mínimos e de referência (REH – Decreto-Lei 118/2013, de 20 de Agosto). Em relação ao fator solar só é possível comparar com os seus requisitos mínimos, enquanto o valor do coeficiente de transmissão térmica só é possível comparar com os seus requisitos de referência.

Para calcular o fator solar do vão envidraçado em estudo começa-se por determinar o valor do fator solar global (g_T) através da expressão $g_T = g_{T,vi} \times \frac{g_{T,vc}}{0,75}$, 0,75 para vidro duplo. Os valores a determinar para o cálculo de g_T apresentam-se no Quadro nº11 (os valores de $g_{T,vi}$ e de $g_{T,vc}$ foram retirados das tabelas 12 e 13 do Despacho 15793-K do DL 118/2013, de 20 de Agosto).

Quadro 11 – Valores de $g_{T,vi}$, $g_{T,vc}$ e g_T do vão envidraçado em estudo.

Fator solar do vidro para uma incidência solar normal ($g_{T,vi}$)	0,52
Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e dispositivos de proteção ($g_{T,vc}$)	0,46
Fator solar global (g_T)	0,32

Para comparar a solução do vão envidraçado com os requisitos mínimos, utiliza-se a expressão 6 da Portaria 349-B: $g_T \cdot F_o \cdot F_f \leq g_{T,máx}$ (pois a área de envidraçado é menor que 15% da área do pavimento). O valor de g_T é o fator previamente calculado, F_o é o fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado (palas, varandas), F_f é o fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado (palas verticais) e $g_{T,máx}$ (valor máximo de g_T).

O F_o obtido para esta verificação é obtido da tabela 17 do Despacho 15793-K, em que o ângulo da pala horizontal corresponde a 17° para Portugal continental e orientação sul. Retira-se o valor de 0,79 para F_o .

O F_f é igual a 1 pois não há nenhuma obstrução vertical a considerar.

Retira-se o valor de $g_{T,máx}$ da tabela I.06 da Portaria nº 349-B/2013, no qual a classe de inércia é forte e a zona climática de verão é V1.

Quadro 12 – Valores da multiplicação entre g_T , F_o e F_f e o $g_{T,máx}$ para comparação.

$g_T \cdot F_o \cdot F_f$	0,25
$g_{T,máx}$	0,56

Verifica-se que **o vão envidraçado cumpre os requisitos energéticos mínimos** (mais ou menos 50% menor que $g_{Tmáx}$).

O Coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado (U), traduz a quantidade calor que atravessa um ou mais materiais com dada espessura. Em seguida compara-se o U do vão com o valor de referência do REH. Começa-se por consultar o ITE 50 para determinar o valor de U no caso do hotel, no quadro 2-B do anexo III do ITE 50, tal como consta no quadro 13.

No quadro 2-B do anexo III do ITE 50 foram retirados os valores do U_w (sem dispositivo de oclusão noturna).

Quadro 13 – Considerações feitas na consulta do valor de U_w para o vão envidraçado.

Tipo de vão envidraçado	Nº de vidros	Tipo de janela	Esp. da lâmina de ar (mm)	U_w (W/(m ² .°C))
Simple (1 janela)	2 (vidro duplo)	giratória	12	3,1

Por fim compara-se o valor de U_w com os valores de referência, tabelados na Portaria 349-B. Na tabela I.01 estão explícitos os valores de referência para os coeficientes de transmissão térmica superficiais de elementos opacos e de vãos envidraçados. Para o caso em estudo, foi considerada a localização de Portugal Continental, na zona climática I1 e os valores do presente regulamento.

Quadro 14 – Valores de U_w e U_{ref} do vão envidraçado para comparação.

U_w (W/(m ² .°C))	3,1
U_{ref} (W/(m ² .°C))	2,9

Pode-se concluir que o valor do coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado é próximo do valor de referência, então **o vão envidraçado possui uma próxima da solução de referência.**

Embora o vão envidraçado cumpra os requisitos mínimos e seja comparável com os de referência, propõe-se **uma melhoria da solução do vão envidraçado** com base no estudo feito. Resultando do estudo apresentado do estado da arte, e no âmbito deste trabalho, a seguir apresenta-se aquilo que se considera ser uma melhoria face à escolha do projetista para o hotel.

- Incluir uma película de baixa emissividade.
- Substituir a caixilharia de alumínio por caixilharia de PVC.

4.1.3 Sombreamento

O sombreamento da envolvente de um edifício é uma solução passiva muito eficiente no que toca ao balanço energético e ao aspeto ambiental, pois não envolve gastos energéticos. O sombreamento pode ser aplicado exteriormente ou interiormente ao vão. A seguir apresentam-se as principais características de cada solução.

O **sombreamento exterior do vão envidraçado** é um elemento construtivo que pode ser fixo ou amovível. As palas fixas são dimensionadas de forma a impedirem a radiação solar direta nos envidraçados no verão sem comprometer os ganhos solares no inverno. Os dispositivos amovíveis (estores, toldos, portadas) são soluções melhores que as palas fixas pois protegem a totalidade do envidraçado e são reguláveis.

O **sombreamento interior do vão envidraçado** compreende o uso dispositivos amovíveis pelo interior (cortinas, portadas, estores interiores) com vista a limitar a entrada de radiação solar direta. Têm a vantagem da facilidade de regulação pelo interior, no entanto são menos eficientes que os dispositivos amovíveis exteriores. Isto deve-se ao facto de os dispositivos exteriores refletirem melhor a luminosidade e possuírem a ventilação exterior a seu favor. Para além que no interior parte da radiação solar é absorvida pela habitação, daí a menor eficiência dos dispositivos interiores.

Uma das soluções mais recentes é a aplicação de uma película translúcida de isolamento integrada na manufatura de dispositivos como os estores, sendo um produto patenteado (*InFlector*). Este produto tem a função de atuar como barreira ao calor proveniente da radiação solar. É obtido criando uma folha de polietileno revestida de alumínio e laminada a uma folha de grafite que é por fim perfurada e laminada a uma folha de poliéster limpo. A sua vantagem é que cada face do produto possui os seus benefícios para cada estação. No verão, a face prateada (de alumínio) é voltada para o exterior de forma a refletir a radiação solar. No inverno, a face prateada é voltada para o interior de forma a preservar a radiação dentro do compartimento. Esta solução pode levar a uma poupança de 40% de energia (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).

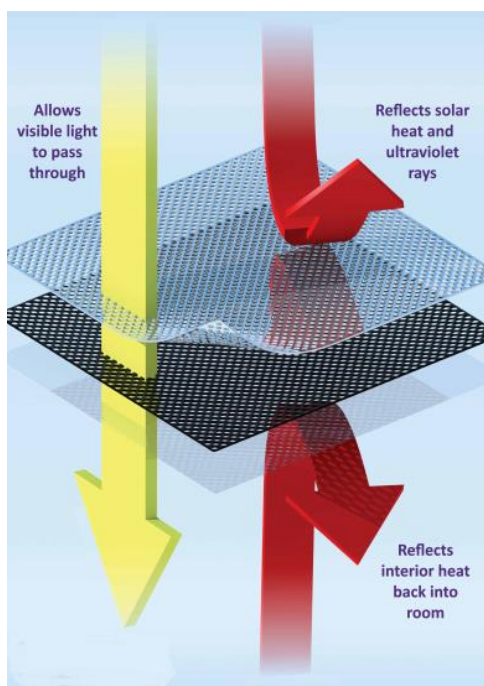


Figura 63 – Ilustração do funcionamento da película (*green iDEAs*, 2015).



Figura 64 – Película InFlector aplicada na persiana vertical (*green iDEAs*, 2015).

No hotel, por cima das janelas dos quartos previstas pelas horizontais. Cada pala ensombra duas janelas e tem comprimento de 0,30 m. As palas previstas para os quartos da fachada sul eram metálicas, mas foi estudada a possibilidade da sua substituição pela solução alternativa para a colocação dos painéis fotovoltaicos (em que estes seriam colocados num ângulo de 35°, formando com a estrutura de montagem um sombreamento sobre as janelas).

Na envolvente do edifício principal do hotel também é possível incluir vegetação que melhora o sombreamento da envolvente. As medidas de sombreamento exterior da envolvente opaca e dos vãos envidraçados previstos, são as seguintes:

- Plantação de árvores de folha caduca no lado sudeste ou sudoeste do hotel.
- *Green walls* (paredes verdes), em que a vegetação cobre uma parede da fachada sul (ou parte).
- *Green roofs* (coberturas verdes), em que a vegetação cobre a cobertura (ou parte).

Os benefícios destes sombreamentos verdes são:

- A redução da energia necessária para aquecimento/arrefecimento.
- A redução do efeito da ilha de calor urbana (aumento de temperatura na cidade).
- O aumento do conforto térmico no verão.

A cobertura verde é mais eficiente no poder de arrefecimento no verão do que a parede verde devido à inclinação da incidência solar. No entanto, a parede verde pode reduzir até 10 °C a temperatura no verão. Para além de contribuir para o conforto dos hóspedes, esta solução verde reduz significativamente o impacto ambiental do edifício porque não implica gasto de energia nem o consumo de materiais potencialmente nocivos ao meio ambiente (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).



Figura 65 – Parede verde aplicada num edifício.

O estudo das soluções de sombreamento disponíveis permitiu chegar à melhor solução que é a conjugação de elementos de sombreamento exterior e interior amovíveis e a aplicação de vegetação (na fachada/cobertura do edifício e na envolvente). No edifício do hotel serão aplicadas palas fixas e cortinas opacas interiores, pelo que cumpre os requisitos de sombreamento. Resultando do estudo apresentado do estado da arte, e no âmbito deste trabalho, a seguir apresenta-se aquilo que se considera ser uma melhoria face à escolha do projetista para o hotel.

- Substituição das palas fixas por dispositivos amovíveis exteriores.
- Plantação de árvores de folha caduca na zona de arranjos exteriores da fachada sul do edifício.
- Aplicação de vegetação na fachada ou cobertura, (conforme *green wall* ou *green roof*).

4.1.4 Envolvente opaca

O correto dimensionamento do U da envolvente opaca contribui fortemente para a eficiência energética do edifício. Isto deve-se ao facto de ser pela envolvente opaca que se dá a maior troca de energia entre o interior e exterior por possuir a maior área de contacto com o exterior. Como tal é preciso ter muito em conta que materiais são usados, tendo em conta o seu grau de isolamento e a sua influência na inércia térmica do edifício. Por conseguinte, isto influencia o conforto térmico para os seus ocupantes, o balanço energético (e sua eficiência) e sobretudo o impacto ambiental.

O isolamento térmico permite reduzir as trocas de calor excessivas entre o interior e o exterior do edifício, aumentando o conforto térmico. Obtém-se maior poupança de energia para aquecimento e arrefecimento com a aplicação de um isolamento térmico adequado (menor impacto ambiental no consumo de energia).

O isolamento térmico pode ser colocado no interior, meio ou exterior do elemento da envolvente. Para as fachadas a solução mais adequada é a aplicação de ETICS. Este é atualmente o sistema de isolamento mais utilizado, quer na construção nova quer na reabilitação de edifícios. A sua maior vantagem em relação à colocação de isolamento na caixa-de-ar ou no interior é a continuidade do isolamento térmico (elimina as pontes térmicas planas). Isto propicia a correção das pontes térmicas (possuem menor resistência térmica, diminuindo a eficácia do isolamento do edifício e aumentando a perda de calor com o exterior) e a potenciação da inércia térmica.

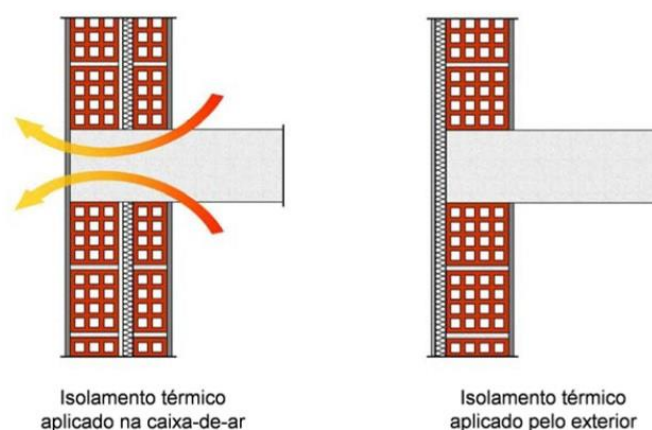


Figura 66 – Diferença entre aplicação de isolamento na caixa-de-ar e pelo exterior (Ganhão, 2011).

O sistema ETICS consiste na aplicação de isolamento fixado ao paramento exterior da parede (EPS, XPS, cortiça e lã de rocha) com sobreposição de reboco reforçado com rede de fibra de vidro e revestimento final (geralmente composto por ligante sintético).

A aplicação deste sistema é altamente recomendável para qualquer tipo de hotel (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013). No Quadro nº15 apresentam-se as vantagens e desvantagens desta solução de isolamento pelo exterior.

Quadro 15 – Vantagens e desvantagens isolamento térmico pelo exterior (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).

Isolamento térmico pelo exterior	
Vantagens:	Desvantagens:
Continuidade no isolamento	Maior custo de investimento
Correção das pontes térmicas	Menor resistência mecânica
Potenciação da inércia térmica	Aplicação mais difícil em pormenores complicados
Aumento do conforto térmico	
Diminuição da espessura da fachada	

Atualmente procura-se a otimização das propriedades dos vários constituintes das envolventes opacas através da inovação. Um dos exemplos é o betão com argila expandida para o fabrico de blocos. Este é constituído por partículas pequenas esféricas e porosas cuja superfície exterior é uma película de *clinker* muito dura (para aumentar a resistência mecânica). Este é um material leve, resistente e com características isolantes (redução de 40% da resistência térmica em relação aos blocos de betão normais) que o torna adequado para fabricar blocos de alvenaria (iTeCons, 2013).



Figura 67 – Argila expandida.

A aplicação de cortiça nos materiais é outro exemplo da otimização dos materiais, aqui representada em duas soluções. Uma solução é a argamassa com incorporação de cortiça. Esta solução utiliza os resíduos da indústria corticeira (regranulado de cortiça, que é um produto natural) para incorporar nas argamassas cimentícias. Proporciona uma melhoria do comportamento térmico e acústico face às argamassas tradicionais. A outra solução é a mistura de granulado de cortiça com resinas poliméricas, formando assim um revestimento que funciona como uma membrana elástica. Esta promove também o isolamento térmico e acústico (iTeCons, 2013).



Figura 68 – Argamassa com regranulado de cortiça incorporado (iTeCons, 2013).



Figura 69 – Revestimento de resina com cortiça incorporada (iTeCons, 2013).

A incorporação de partículas de grafite no poliestireno expandido moldado (EPS) permite otimizar o desempenho térmico do EPS. Esta otimização baseia-se na redução da transferência de calor no interior do material, esta solução permite reduzir a condutibilidade térmica do EPS cerca de 20% (iTeCons, 2013).



Figura 70 – EPS com grafite incorporada (iTeCons, 2013).

Por último, aborda-se uma solução com função de isolamento térmico pelo exterior. Esta é o reboco térmico com incorporação de EPS. É constituído por cimento branco, agregados leves de EPS e aditivos

especiais. A sua aplicação é feita por projeção mecânica diretamente sobre os elementos de suporte tais como as alvenarias. Esta solução possui resistência mecânica considerável, excelente ductilidade (o que confere durabilidade) e possui condutibilidade térmica reduzida, competindo assim com sistemas de isolamento pelo exterior usados atualmente (ETICS).



Figura 71 – Reboco térmico com incorporação de EPS projetado (Secil, 2015).

Os elementos da envolvente opaca do edifício do hotel para avaliação dos princípios de sustentabilidade ambiental são a parede exterior e a cobertura dos quartos. A parede é composta por isolamento térmico pelo exterior (ETICS) com camada de poliestireno expandido (EPS) de 4 cm de espessura, pano de alvenaria (tijolo cerâmico furado) com 25 cm de espessura, caixa-de-ar de 8 cm e placa de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura com respetivo acabamento.

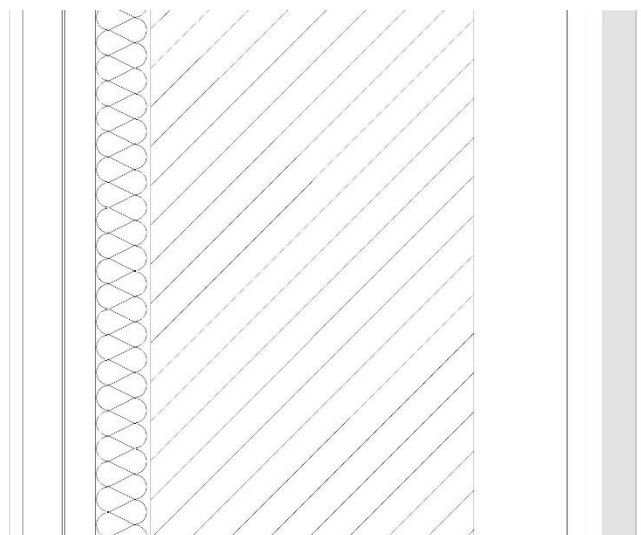


Figura 72 – Corte esquemático da parede exterior (interior do lado direito).

A cobertura é composta pelas seguintes camadas (do interior para o exterior): gesso projetado com pintura anti fungos com 1 cm de espessura, laje em betão armado com 23 cm de espessura, camada de forma em betão leve com 18 cm de espessura, barramento total da superfície com *Imperkote*, sistema de impermeabilização com dupla tela elastómera, camada de poliestireno extrudido (XPS) com 6 cm de espessura, manta geotêxtil (250 g/m²) e camada de godo para recobrimento.

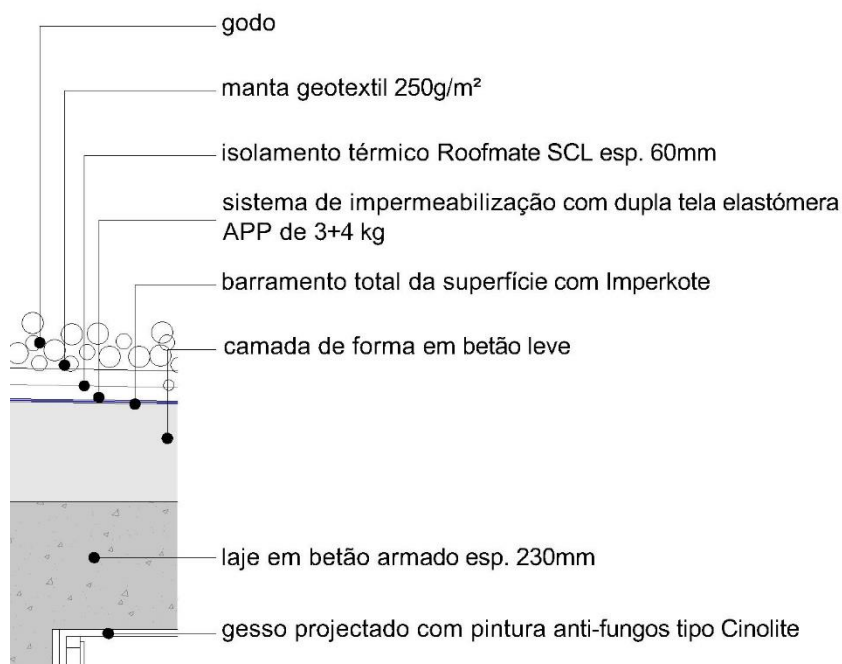


Figura 73 – Corte esquemático da cobertura do hotel.

Para correta avaliação da adequabilidade da solução é necessário quantificar os coeficientes de transmissão térmica (U) das várias partes da envolvente de um edifício e comparar com o valor de referência (no DL 118/2013, de 20 de Agosto). No caso em estudo, são avaliados os valores dos coeficientes de transmissão térmica das paredes exteriores e da cobertura na zona dos quartos.

Para a parede exterior corrente dos quartos calculou-se o U, com os valores apresentados no Quadro nº16 (valores retirados do ITE 50 conforme o Anexo I – “Valores convencionais de cálculo de condutibilidades e de resistências térmicas”).

Quadro 16 – Determinação do coeficiente de transmissão térmica da parede exterior.

Camada	Espessura, e (m)	Condutibilidade térmica, λ (W/(m.°C))	Resistência térmica, R (m ² .°C/W)
Fluxo de calor horizontal exterior (Rse)			0,04
Poliestireno expandido (EPS)	0,04	0,038	1,05
Tijolo cerâmico furado	0,25		0,56
Espaço de ar não-ventilado	0,08		0,13
Placa de gesso cartonado	0,013	0,25	0,052
Fluxo de calor horizontal interior (Rsi)			0,13
			U= 0,51 W/m ² .°C

Seguidamente compara-se o valor de U obtido com o valor de referência (U_{ref}) da tabela I.01.

O U de referência é igual a 0,50 (valor de U_{ref} para zona corrente da envolvente em contacto com o exterior, elementos opacos verticais, Portugal Continental e zona climática de inverno I1), portanto o U da solução estudada é praticamente igual. Com isto pode verificar-se que a parede exterior dos quartos do hotel é uma solução de referência em termos de requisitos térmicos.

Para a cobertura dos quartos calculou-se o U, com os valores apresentados no Quadro nº17 (valores retirados do ITE 50 conforme o Anexo I – “Valores convencionais de cálculo de condutibilidades e de resistências térmicas”).

Quadro 17 – Determinação do coeficiente de transmissão térmica da cobertura.

Camada	Espessura, e (m)	Condutibilidade térmica, λ (W/(m.°C))	Resistência térmica, R (m ² .°C/W)
Fluxo de calor horizontal exterior (Rse)			0,04
Gesso projetado	0,01	0,30	0,03
Laje de betão armado	0,23	2,00	0,12
Betão leve	0,18	0,04	4,5
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	0,06	0,037	1,62
Fluxo de calor horizontal interior (Rsi)			0,13
			U= 0,16 W/m ² .°C

O U de referência é igual a 0,40 (valor de U_{ref} para zona corrente da envolvente em contacto com o exterior, elementos opacos horizontais, Portugal Continental e zona climática I1), portanto o valor da solução estudada é inferior a metade do valor de referência. Com isto pode verificar-se que a cobertura dos quartos é uma solução que apresenta uma melhoria de 50% face à referência em termos de requisitos térmicos.

Tendo em conta a análise dos valores dos coeficientes térmicos para as duas soluções aplicadas na obra, estas não necessitariam de nenhuma alteração pois cumpres os requisitos térmicos de referência. Resultando do estudo apresentado do estado da arte, e no âmbito deste trabalho, a seguir apresenta-se aquilo que se considera ser uma melhoria face à escolha do projetista para o hotel.

- Aumentar a espessura da camada de EPS da parede exterior, de forma a diminuir o valor do U.
- Tanto na cobertura como na fachada incluir revestimento com vegetação (*green wall* e *green roof*), que permitem otimizar o isolamento térmico da envolvente (abordado no último subcapítulo, do sombreamento).

É necessário referir que as soluções da envolvente opacas foram dimensionadas com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril), que na altura encontrava-se em vigor. No entanto, as soluções foram comparadas com o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH, Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto) que encontra-se em vigor no momento em que esta avaliação do U foi realizada.

4.2 SOLUÇÕES ATIVAS

As soluções ativas consistem no uso de equipamentos que contribuem para o conforto e eficiência energética do edifício, como por exemplo os equipamentos para aproveitamento das energias renováveis e equipamentos de ventilação mecânica. Neste subcapítulo são abordadas as seguintes soluções ativas:

- Energia solar térmica.
- Energia solar fotovoltaica.
- Equipamentos de AQS e ventilação mecânica.

Em relação à energia solar térmica e à energia solar fotovoltaica, são abordadas as propostas mais relevantes para sua aplicação no edifício (já mencionadas anteriormente) e a contextualização teórica de cada especialidade com respetiva proposta de melhoria mediante a avaliação das mesmas. São ainda abordados os equipamentos destinados à ventilação mecânica e à preparação de águas quentes sanitárias (exceto solar térmico).

4.2.1 Energia solar térmica

Portugal possui um índice elevado de radiação solar (quantidade elevada de horas de exposição solar) devido à sua posição geográfica, é natural que a energia proveniente do sol seja utilizada para vários fins (Ganhão, 2011).

Uma das utilizações desta energia infinita é a sua captação para produção das águas quentes sanitárias, para desta forma poupar no gasto de energia elétrica e reduzir o impacto ambiental do edifício. A energia proveniente da radiação solar incidente no edifício é captada por intermédio de coletores solares, estes são inclinados tendo em conta o ângulo de incidência solar (para captar a maior quantidade possível de radiação solar, potenciando a sua eficiência). Em Portugal Continental, a sua orientação preferencial é a sul com 35° de inclinação para maior eficiência do sistema. Para aumentar ainda mais a eficiência do sistema de tubagem deve ser isolado termicamente para reduzir as perdas de calor.

O sistema descrito designa-se por sistema solar térmico e converte a energia solar incidente no painel em energia térmica. Esta conversão é conseguida aquecendo um líquido circulante, de glicol por norma, em tubagens dentro do coletor, que depois transfere a sua energia para a água no permutador

(sendo esta água posteriormente direcionada para depósito). Este sistema possui dois mecanismos de circulação: passiva por termossifão e forçada.

A circulação passiva por termossifão aproveita a variação da densidade dos fluídos mediante a sua temperatura. Nesta circulação, o fluído circulante é aquecido pelo Sol quando este encontra-se no coletor. Seguidamente este líquido aquecido sobe até ao depósito, forçando desta maneira a circulação do fluído dentro do depósito. Com isto forma-se um circuito sem o auxílio de bombas e afins para apoiar a circulação do fluído. No entanto este mecanismo não é adequado a grandes sistemas de coletores solares (Ganhão, 2011).

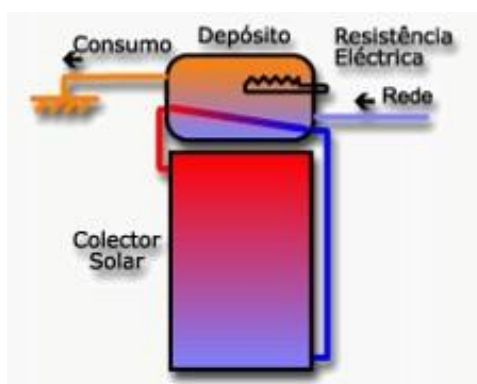


Figura 74 – Esquema da circulação passiva por termossifão (Ganhão, 2011).

A circulação forçada recorre a bombas elétricas para circular o fluído, que podem ser controladas automaticamente. Este mecanismo é o mais utilizado em grandes sistemas, por exemplo em hotéis (Ganhão, 2011).

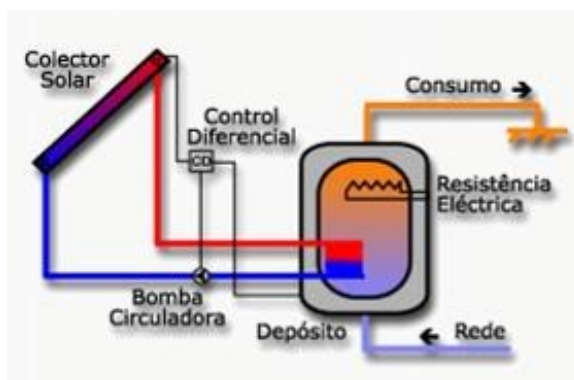


Figura 75 – Esquema da circulação forçada (Ganhão, 2011).

A utilização da energia solar térmica é altamente recomendável para qualquer tipo de hotel. Esta refere os seguintes fatores a ter em conta na instalação do sistema:

- Necessidades anuais de AQS e a sua distribuição.
- Tecnologia existente para preparação de AQS.
- Orientação e tamanho da superfície da cobertura.
- Localização dos depósitos para AQS existentes no edifício.
- Instalação do sistema do ponto de vista da ocupação de espaço.
- Instalação do sistema do ponto de vista económico (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).

Estes fatores devem ser estudados no dimensionamento do sistema, verificando a viabilidade da sua instalação tendo em conta os aspetos climatéricos, arquitetónicos e económicos a considerar. Para além destes aspetos é imperativo dimensionar o sistema tendo em conta as necessidades anuais de AQS bem como o seu destino para consumo. Com um correto dimensionamento permite ocupar o menor espaço possível com o equipamento e a poupança nos custos de investimento e manutenção do sistema.

Do ponto de vista ambiental, o aproveitamento da energia solar térmica permite diminuir a dependência energética de um edifício com a conseqüente diminuição das emissões de CO₂ (dióxido de carbono). No entanto, este sistema por si só não preenche a totalidade das necessidades de preparação de AQS. Portanto este tem que ser completado com um sistema convencional de produção de AQS alimentado a eletricidade ou gás. A eficiência em termos ambientais, energéticos e económicos passa por usufruir ao máximo do sistema de energia solar térmica e complementar com o mínimo possível dos sistemas convencionais. Uma das soluções é pré aquecer a água usando o sistema de energia solar térmica para depois o sistema convencional aquecer o resto para posterior distribuição.

Como já referido anteriormente nos capítulos 2 e 3, na cobertura do edifício principal do hotel vão ser aplicados coletores solares térmicos para preparação das águas quentes sanitárias. Para estudar esta solução foi considerada uma das propostas com melhor apresentação dos dados relevantes para o estudo deste tema. As considerações em comum com as outras propostas são a localização dos coletores (na cobertura), a sua inclinação (35° com os painéis orientados a sul), o volume de acumulação de água (4000 l) e a temperatura de aquecimento da água (próximo dos 60 °C).

Foram previstos 42 coletores solares, com uma área total de 84,8 m². O painel possui alto rendimento, rondando os 74,3% (OpenPlus, 2015).

No Quadro nº18 apresentam-se os dados relevantes referentes ao modelo do coletor considerado.

Quadro 18 – Características do coletor solar (OpenPlus, 2015).

Coletor Solar OP-V2	
Peso em vazio	49 kg
Dimensões	2066 x 1048 x 98 mm
Área bruta	2,17 m ²
Área do absorvador	2018 x 1000 mm – 2,02 m ²
Espessura do absorvador	0,2 mm
Vidro de cobertura temperado	Baixo teor de ferro
Espessura do vidro	4 mm
Material absorvador	Placa de cobre
Taxa de absorção	95%
Taxa de emissão	5%
Tipo de construção do absorvador	Grelha de tubos de cobre
Fluido de transferência de calor	Água + glicol
Capacidade do fluido	1,06 l
Material de isolamento	Lã de rocha (70 kg/m ³)
Espessura do isolamento	Posterior: 50 mm / Lateral: 15 mm
Caixilho	Alumínio anodizado
Material do painel traseiro	Folha <i>Aluzinc</i> (aço revestido com alumínio-zinco)



Figura 76 – Coletor solar em estudo (OpenPlus, 2015).

O absorção, superfície que absorve a radiação solar para transferir ao fluido nas tubagens, deve absorver a maior quantidade possível de radiação e possuir a menor emissividade possível (perdas de radiação por reflexão do material) (Roriz, 2007).

No Anexo S encontra-se o esquema proposto para a rede referente ao solar térmico, com destaque para os dois depósitos de serpentina com capacidade para 2000 l cada e para o permutador que complementam a rede.

Após o estudo do sistema, chegou-se à conclusão que cumpre os requisitos listados abaixo para o hotel. Os requisitos tidos em conta e cumpridos são:

- Orientação a sul dos coletores.
- Inclinação de 35° dos coletores face ao horizonte.
- Rendimento dos coletores próximo do aconselhável (74,3%).
- Coletores e restantes equipamentos certificados.
- Aplicação do mecanismo de circulação forçada (ideal para grandes instalações).

Resultando do estudo apresentado do estado da arte, e no âmbito deste trabalho, a seguir apresenta-se aquilo que se considera ser uma melhoria face à escolha do projetista para o hotel.

- O rendimento dos coletores pode ser mais elevado que 74,3% (o rendimento ótico aconselhável é superior a 75%).

4.2.2 Energia solar fotovoltaica

O aproveitamento da energia solar para produção de eletricidade é rentável em Portugal, devido à sua localização geográfica e clima (já referido anteriormente). Portanto esta é uma das soluções mais recomendáveis para produção/consumo de energia no país. A energia solar fotovoltaica limita-se a produzir energia elétrica sem qualquer produto nocivo para o ambiente. Representa portanto uma solução que minimiza muito o impacto ambiental de um edifício. Em termos económicos este sistema permite obter o retorno do investimento inicial e lucros após alguns anos. Em Portugal Continental, a orientação a sul com 35° de inclinação segundo a linha do horizonte é a disposição recomendada para os painéis de forma a garantir a máxima eficiência (Sunenergy, 2015).

A produção anual esperada para o sistema obtém-se pela seguinte expressão:

Energia gerada (kWh/ano) = Potência pico (kWp) x PR x Radiação solar (Sunenergy, 2015)

Em que o PR é a *performance ratio*, que consiste no rendimento do sistema em condições reais de funcionamento. Este depende da eficiência dos módulos fotovoltaicos conforme a temperatura, a dimensão dos cabos, as perdas (por erros, sujidade), a eficiência do inversor, entre outros. A radiação solar depende normalmente da média de horas de Sol pico por ano (Sunenergy, 2015).

O sistema é composto pelo **campo fotovoltaico** (painel ou painéis fotovoltaicos), **cabos elétricos e inversor de corrente** (podem ser incluídas proteções de corrente). O painel permite converter a radiação solar em energia elétrica de forma direta. Este é composto por células fotovoltaicas, que por justaposição forma módulos fotovoltaicos (partes do painel). As células mais comuns são placas de silício monocristalino, pois este é um material semicondutor. O inversor permite converter a corrente contínua proveniente dos painéis em corrente alternada para distribuição na rede.

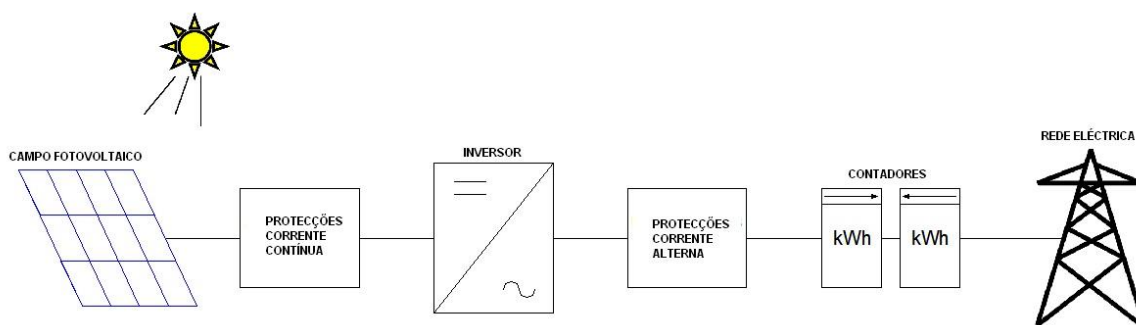


Figura 77 – Composição do sistema de aproveitamento da energia solar (Sunenergy, 2015).

Para a instalação deste sistema deve-se ter em consideração os seguintes aspetos:

- Consumo anual de eletricidade.
- Regulamentação local referente à instalação e potência do sistema.
- Tarifa da eletricidade.
- Orientação e tamanho da superfície da cobertura.
- Ponto de vista económico (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).

No Quadro nº19 apresentam-se as vantagens e desvantagens deste sistema.

Quadro 19 – Vantagens e desvantagens do sistema de aproveitamento da energia solar (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).

Energia solar fotovoltaica	
Vantagens:	Desvantagens:
Fonte de energia ilimitada.	Custos altos de instalação (com tendência a diminuir).
Fonte de energia disponível localmente.	Elevada energia incorporada nas células fotovoltaicas e a necessidade de usar metais raros.
Pode obter lucro através da venda do excesso de eletricidade.	Os painéis requerem limpeza regular.
Funciona sem qualquer ruído.	Inversor mal dimensionado pode provocar problemas de fiabilidade e consumo de energia.
Custo de operação e manutenção reduzido.	Requer posicionamento cuidadoso para obter rendimento máximo.
O excesso de energia pode ser armazenada em baterias para aproveitamento em períodos de ausência de radiação solar.	Eficiência depende da zona climática.
Cria um produto final não poluente (energia).	A energia solar não está disponível de noite e menos disponível em dias nublados.

Observa-se que as desvantagens são em igual número que as vantagens. No entanto, estas incidem sobretudo na necessidade de correto dimensionamento do sistema e da manutenção cuidada do mesmo (Derjanecz, Magyar e Litiu, 2013).

Em alternativa aos painéis fotovoltaicos, existem sistemas fotovoltaicos integrados nos edifícios (BIPV, *Building-Integrated Photovoltaic*). Esta é uma solução presente desde os anos 90, mas com grande progressão em termos tecnológicos. Consiste na aplicação de materiais fotovoltaicos como substitutos dos materiais de construção usados na envolvente do edifício, como por exemplo na cobertura, nas paredes exteriores e nos envidraçados. Este sistema fotovoltaico é integrado na envolvente do edifício, ficando condicionado à sua arquitetura (Strong, 2010).



Figura 78 – BIPV instalado numa claraboia (Strong, 2010).

Esta integração do sistema BIPV permite poupar em materiais e eletricidade, reduzindo o consumo de combustíveis fósseis, a emissão de gases nocivos e também o aumento do interesse arquitetónico do edifício. Esta poupança baseia-se na dupla função do sistema, a de cobrimento da envolvente e a de geração de energia elétrica. Realça-se também que este sistema possui um custo geral inferior a sistemas de painéis fotovoltaicos tradicionais (Strong, 2010).



Figura 79 – BIPV instalado numa fachada.

Um sistema BIPV inclui os seguintes componentes:

- Módulos fotovoltaicos (podem ser de filme fino ou cristalino, transparente, semitransparente ou opaco).
- Controlador de carga (para regular a energia que entra e sai do depósito).
- Sistema de depósito de energia.
- Equipamento de conversão de energia (inclui um inversor para converter a corrente DC em AC).
- Sistema de alimentação de reserva (por exemplo gerador *diesel*).
- Suporte apropriado e acessórios de montagem, fiação e desconexões de segurança.

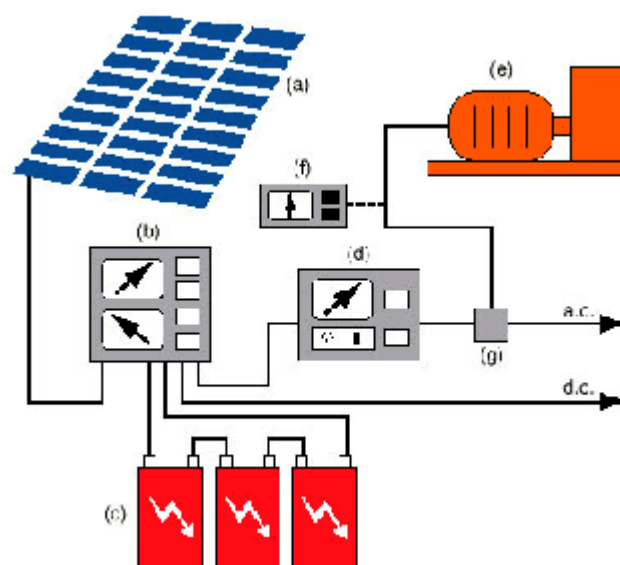


Figura 80 – Esquema do sistema BIPV (Strong, 2010).

Atualmente existe um consenso cada vez maior que este sistema (BIPV) será a espinha dorsal dos edifícios de energia quase zero, que corresponde à meta europeia até 2020 (EU 2020). Este estatuto do sistema seria obtido através da comercialização difundida. No entanto este sistema produz menos energia elétrica que o sistema fotovoltaico tradicional devido às restrições arquitetónicas dos edifícios, algo que tem sido alvo de investigações para inovar/otimizar o sistema BIPV (Fokaides, 2013).

A solução estudada aqui é a seguinte: 100 painéis colocados na vertical nas paredes entre as janelas da fachada sul do hotel. Os painéis são do modelo BSM250P-60, com as seguintes características:

Quadro 20 – Características do painel solar fotovoltaico (Sunenergy, 2015).

Painel solar fotovoltaico BSM250P-60	
Potencia (em pico)	250 W
Eficiência	14,60%
Dimensões	1655 x 992 x 240 mm
Peso	22,5 kg
Células solares	156 x 156 mm (60 células policristalinas)
Vidro frontal	Vidro temperado (alta transmissão luminosa) com revestimento anti refletivo)
Caixilho	Alumínio anodizado



Figura 81 – Painel solar fotovoltaico em estudo (Sunenergy, 2015).

A potência global da instalação é igual a 25 kW (com produção anual a rondar os 22 MWh/ano), numa área total de 163 m². Para além dos painéis fotovoltaicos, o sistema é complementado com os cabos elétricos (para corrente contínua, DC) e o inversor de corrente (com 25 kW de pico).

Resultando do estudo apresentado do estado da arte, e no âmbito deste trabalho, a seguir apresenta-se aquilo que se considera ser uma melhoria face à escolha do projetista para o hotel. Esta melhoria reflete-se no seguinte aspeto:

- Inclinação dos painéis a 35° segundo a linha do horizonte (proposta original estes encontram-se na vertical).

4.2.3 Equipamentos de AQS e ventilação mecânica

A eficiência energética dos equipamentos é um aspeto muito importante a ter em conta para sua instalação num edifício. A eficiência energética entende-se pela redução do consumo de energia sem diminuição da sua eficácia de serviço. O aumento da eficiência dos equipamentos é obtida com medidas tecnológicas que permitem melhorar o desempenho energético.

As medidas de melhoria da eficiência atuam na fase de transformação e utilização da energia elétrica (sendo a fase de utilização baseada em medidas para melhor utilizar a energia). A fase de transformação é a abordada nesta avaliação dos equipamentos, que entende-se pela transformação da energia elétrica no seu produto final (calor, frio, luz). É nesta fase que ocorrem perdas que podem ser minimizadas através da otimização dos equipamentos (Portal da Eficiência Energética, 2015).

A escolha dos equipamentos tendo em conta a sua eficiência energética prova ser uma medida que promove a sustentabilidade de um edifício. Tanto na eficiência energética como na eficiência ambiental, reduzindo os consumos de energia provenientes de fontes de energia não renováveis (e consequente diminuição da emissão de gases nocivos).

Para identificação do nível de eficiência energética a atribuir, a União Europeia regulamenta desde 1992, a colocação de etiquetas de eficiência energética em:

- Lâmpadas.
- Máquinas de lavar a loiça.
- Máquinas de lavar/secar a roupa.
- Fornos elétricos.
- Equipamentos de refrigeração.
- Televisores.
- Aparelhos de ar condicionado.

Com a entrada em vigor da Diretiva 2010/30/CE, foi introduzida uma etiqueta nova que possui novas classes energéticas e critérios revistos para sua atribuição. Em relação aos aparelhos de refrigeração, esta etiqueta é obrigatória para aparelhos à venda desde 30 de Novembro de 2011. As classes energéticas abrangidas vão desde a A+++ a D (Ecocasa, 2015).



Figura 82 – Etiqueta de eficiência energética.

A bomba de calor geotérmica (relativa à preparação de AQS) encontra-se no estaleiro. Os outros dois tipos de aparelho, as unidades interiores murais e as unidades exteriores multi split, já estão colocadas e preparadas para funcionar (sistema referente aos quartos). Para avaliação dos equipamentos considerados, são comparados os seus parâmetros com os presentes na Portaria nº 349-B/2013 de 29 de Novembro do Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto (REH). Os parâmetros presentes na Portaria nº 349-B/2013 a comparar são:

- EER (*Energy Efficiency Ratio*) – corresponde ao índice de eficiência energética do equipamento. Este valor é obtido pela razão entre a energia produzida para arrefecimento e a consumida para a produzir, ou seja, quanto mais alto este valor, maior a sua eficiência energética (Ar Condicionado – MultiSplit, 2015).
- COP (*Coefficient of Performance*) – é o coeficiente de desempenho do aparelho. Corresponde à razão entre a energia produzida em aquecimento e a energia necessária para a produzir. Quanto maior o valor deste coeficiente, maior a sua eficiência (Ar Condicionado – MultiSplit, 2015).

4.2.3.1 Bomba de calor geotérmica para apoio na preparação de AQS

A bomba de calor geotérmica adquirida para instalar no hotel é reversível com permuta água/água, com função de aquecimento e arrefecimento. Esta possui as seguintes características:

- Formato compacto.
- Temperatura da saída de água a 55 °C.
- Potência produzida de 36,3 kW e absorvida de 6,6 kW em aquecimento.
- Potência produzida de 27,6 kW e absorvida de 6,9 kW em arrefecimento.
- COP de 5,40.
- EER de 3,97.
- Dimensões: 1230 x 695 x 650 mm.
- Regulação intuitiva.
- Fluido é ecológico.
- Funcionamento ultra silencioso.



Figura 83 – Bomba de calor geotérmica em estudo.

De acordo com a tabela I.14 da Portaria nº349-B (Classificação do desempenho de unidades do tipo *chiller* bomba de calor de compressão) para unidades com permuta exterior a água, a bomba possui um COP de classe A e um EER de classe D. No entanto, como a função da bomba é a preparação de AQS (aquecimento) é tido em conta somente a classe do COP. Do estudo aqui realizado conclui-se que não é necessária nenhuma proposta de melhoria, pois este cumpre os requisitos.

4.2.3.2 Aparelhos *multi-split* destinados a ventilação mecânica individual dos quartos do hotel

Os dois aparelhos estudados neste subcapítulo são pertencentes à rede de ventilação mecânica do tipo *multi split* para os quartos do hotel (ventilação individual para cada quarto). Um dos aparelhos é a unidade interior mural e a outra é a unidade exterior que é ligada a quatro unidades interiores. A primeira, unidade interior tipo mural, é um aparelho de ar condicionado com permuta ar-ar com as seguintes características:

- Controlo por *wi-fi*.
- Fluxo de ar de alcance superior a 12m.
- Potência nominal arrefecimento/aquecimento é de 2,7/2,8 kW.
- Potência absorvida é de 0,68 kW.
- Caudal de ar de 600 m³/h.
- Dimensões: 855 x 204 x 280 mm³.
- Ultra silencioso.



Figura 84 – Unidade interior mural de ventilação mecânica.

O outro equipamento, também do tipo *multi split*, é instalado no exterior na cobertura do hotel. Este é um aparelho de ar condicionado com permuta ar – água, que possui as seguintes características:

- Potência nominal arrefecimento/aquecimento é de 5,4/4,5 kW.
- EER é 7,0.
- COP é 4,0.
- Dimensões: 886 x 288 x 688 mm³.



Figura 85 – Unidade exterior de ventilação mecânica.

De acordo com a tabela I.12 da Portaria nº 349-B (Classificação do desempenho de unidades *split*, *multi split* e compactas, com permuta ar-água), Este aparelho possui classe A de EER e de COP para unidades *split* e *multi split*. Tendo em conta o estudo realizado e a comparação da solução com os valores regulamentares, não é proposta nenhuma melhoria pois cumpre os requisitos.

4.3 SÍNTESE

Neste capítulo foi estudado e avaliado o conjunto de soluções aplicadas no edifício principal do hotel que contribuem para a sua sustentabilidade ambiental. O cerne deste tema incidiu na avaliação das soluções ativas e passivas consideradas. Esta avaliação teve como base a comparação com soluções de referência e com valores regulamentados.

As soluções passivas e ativas obtiveram resultados positivos evidenciados nas comparações com as soluções e valores de referência. No entanto, embora na sua maioria as soluções estudadas cumprissem os requisitos, foram propostas melhorias com base no estudo feito. Estas melhorias têm objetivo de otimizar as soluções.

Quadro 21 – Síntese das conclusões obtidas para cada solução estudada.

Soluções passivas	
Orientação e implantação do edifício	Melhor solução
Vão envidraçado	Melhoria proposta
Sombreamento	Melhoria proposta
Envolvente opaca	Melhoria proposta
Soluções ativas	
Energia solar térmica	Melhoria proposta
Energia solar fotovoltaica	Melhoria proposta
Equipamentos de AQS e ventilação mecânica	Melhor solução

Para as soluções que foram propostas melhorias, todas cumpriam os requisitos considerados exceto as soluções ativas referentes à energia solar térmica e à fotovoltaica. Os coletores solares térmicos em estudo possuem rendimento ótico de 74,3%, o que não atinge os 75% aconselháveis. Em relação à orientação/implantação do edifício e aos equipamentos de AQS e ventilação mecânica foi determinado que estes cumprem os requisitos e que não é necessária nenhuma melhoria.

O que se pode constatar, tendo em conta a generalidade dos resultados obtidos, é que este edifício está projetado de forma a cumprir os requisitos energéticos atuais. Consequentemente o seu impacto no ambiente é menor que o usual, não esquecendo o asseguramento do conforto dos seus utilizadores. No entanto, a melhoria das soluções implica maior investimento, o que torna necessária uma análise custo-benefício. Esta análise teria como objetivo avaliar o impacto económico das melhorias das soluções.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO

O presente relatório é o culminar de um semestre que envolveu trabalho e estudo. Esta necessitou de um estudo minucioso que abrangeu várias áreas da engenharia civil, de forma a apresentar um documento completo. A realização deste relatório envolveu:

- A análise e estudo de um empreendimento acompanhado durante o estágio.
- O relatório de todas as tarefas realizadas e respetivo estudo.
- O desenvolvimento de um tema pertinente ao ramo de mestrado de construções.

Os três pontos mencionados estiveram interligados, pois tanto a ação como o desenvolvimento do tema incidiram no mesmo empreendimento.

O estágio foi realizado na Cogedir - gestão de projetos, s.a., cuja empresa pertence ao dono de obra do hotel. Para além da Cogedir, a Hespor e Fisor pertencem ao mesmo dono e portanto atuam as 3 na obra. A maior ação incidiu no acompanhamento da obra (responsabilidade da Hespor) e na sua fiscalização (serviço da Fisor). Foram desempenhadas uma série de tarefas, entre as quais:

- Estudo e compilação dos projetos da obra.
- Controlo de compras.
- Coordenação da segurança em obra.
- Direção e fiscalização de obra.
- Controlo de betonagem e inspeção de estruturas de betão armado.
- Apoio à realização de um projeto de desvio de trânsito.

Durante o estágio foi acompanhada a construção do empreendimento para o Hotel *Golden Tulip* de Águeda, composto por dois edifícios. O edifício de menores dimensões destinado a tratamento de *spa* com piscina coberta e o edifício principal do hotel com o serviço de alojamento.

O empreendimento acompanhado, o Hotel *Golden Tulip* de Águeda, apresenta soluções construtivas correntes mas que são exemplares em termos de comportamento energético. O isolamento térmico pelo exterior (ETICS) é a solução construtiva aplicada no edifício e que constitui uma solução eficaz dada a continuidade de isolamento que proporciona. Para além dos aspetos construtivos, o hotel terá uma instalação de painéis fotovoltaicos para conversão da energia solar em elétrica, coletores solares térmicos e uma bomba de calor geotérmica para preparação de AQS. O edifício será climatizado por ventilação mecânica usando um sistema *multi split* e um *Roof-Top* exclusivamente para o serviço de restaurante.

Destaca-se a instalação dos painéis fotovoltaicos para aproveitamento da energia solar para conversão em energia elétrica. Estes painéis serão dispostos na fachada sul, o que representa uma solução inovadora. Este sistema representa a solução mais relevante para possibilitar que este edifício seja candidato à definição de edifício de energia quase zero.

O edifício principal do hotel, em fase de acabamentos durante o decorrer do estágio, foi alvo de grande parte do acompanhamento, englobando por exemplo o cumprimento da segurança, a coordenação dos trabalhos e a gestão dos recursos. O início do estágio coincidiu com o começo da construção do edifício anexo do *spa*, acompanhando sobretudo a betonagem da sua estrutura porticada em betão armado, a inspeção da sua estrutura e a aplicação de redes e elementos de alvenaria.

O acompanhamento do hotel permitiu experienciar em primeira mão a realidade da construção civil, que envolve a gestão de todos os elementos em obra e a aplicação prática do idealizado em projeto. As tarefas realizadas no âmbito do estágio permitiram o ganho de experiência em lidar com situações práticas da construção civil, que desta forma complementa o ensino obtido durante o curso.

Tendo em conta o ramo de Mestrado e o edifício principal do hotel acompanhado, foi desenvolvido um tema intitulado “ Estudo e avaliação de princípios de sustentabilidade ambiental de um edifício”. Este tema incidiu no estudo e avaliação das seguintes soluções em termos de cumprimento de requisitos energéticos e conseqüente impacto ambiental:

- Orientação e implantação do edifício.
- Vãos envidraçados.
- Sombreamento.
- Envolvente opaca.
- Energia solar fotovoltaica.

- Energia solar térmica.
- Equipamentos de preparação de AQS e ventilação mecânica.

Foram propostas melhorias das soluções face à escolha do projetista, resultado do estudo apresentado do estado da arte e no âmbito deste trabalho. A bibliografia utilizada incluiu manuais, artigos, teses e outros documentos que apresentassem tanto as soluções correntes como algo de inovador/otimizador das soluções abordadas.

O trabalho realizado durante o estágio descrito acima e a elaboração deste relatório permitiram obter experiência e conhecimentos. O estágio realizado como abrangeu várias vertentes da engenharia civil (construção, gestão, fiscalização, entre outras), proporcionou a obtenção de uma base sólida para o futuro profissional.

5.1 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O tema desenvolvido, o estudo e avaliação de princípios de sustentabilidade ambiental de um edifício, tem continuidade para ser desenvolvido futuramente. Com base no estudo e avaliação realizada das soluções que afetam positivamente a sustentabilidade ambiental do edifício principal do hotel, são sugeridas as seguintes ações para a sua continuidade:

- Comparação dos consumos energéticos do edifício estudado com casos de referência (por exemplo hotéis-piloto da iniciativa neZEH),
- Avaliação de todas as soluções de envidraçados e da envolvente opaca do edifício (só foram avaliados os envidraçados, as paredes e a cobertura dos quartos),
- Avaliação do equipamento de ventilação mecânica para além do destinado aos quartos,
- Atualização das soluções disponíveis,
- Análise custo-benefício das soluções adotadas, com respetivas conclusões em relação à rentabilidade das mesmas,
- Aplicação de ferramentas de avaliação da sustentabilidade de um edifício, como por exemplo do LiderA ou SBTool.

O tema abordado no relatório atual possui grande margem de evolução (novas tecnologias, novas ideias), portanto é normal que este abranja tantas ações para a sua continuidade. Como a temática da sustentabilidade é um dos assuntos que atualmente merece maior destaque e preocupação na

CAPÍTULO 5

construção, é de grande interesse desenvolver o que aqui foi estudado e avaliado, para a evolução do ramo e do cumprimento das necessidades ambientais.

BIBLIOGRAFIA

Decreto-Lei nº 118/2013 - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH); Diário da República – I Série - A, Nº159 – 20 de Agosto de 2013.

Decreto-Lei nº 80/2006 – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE); Diário da República – I Série - A, Nº67 – 4 de Abril de 2006.

Derjanecz, A., Magyar, Z. & Litiu, A., 2013. *Assessment of the state of the art of existing technologies to support nZEB renovations*. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations.

Despacho nº 15793-K /2013 – Parâmetros térmicos. Diário da República – 2ª Série – Nº234 – 3 de Dezembro de 2013.

Fokaides, P., 2013. *Investigation of building integrated photovoltaics potential in achieving the zero energy building target*. School of Engineering and Applied Sciences, Nicosia.

Ganhão, A., 2011. *Construção Sustentável – Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação*. Universidade Nova de Lisboa (Dissertação de Mestrado).

Gonçalves, H. & Graça, J. 2004. *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*. Direção Geral de Geologia e Energia, Lisboa.

ITeCons, 2012. *Estudo de Mercado e Inovação na Área de Tecnologias de Construção Sustentável*.

ITeCons, 2013. *Regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH) - síntese da regulamentação aplicável*.

Lanham, A., Gama, P. & Braz, R., 2004. *Arquitetura Bioclimática – Perspetivas de inovação e futuro*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Pinheiro, M., 2006. *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Portal Energia, 2004. *Energia Fotovoltaica – manual sobre tecnologias, projeto e instalação.*

Portaria n.º 349-B/2013 – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) – Requisitos de conceção para edifícios novos e intervenções; Diário da República – 1ª Série – Nº232 – 29 de Novembro de 2013.

Rocheta, V. & Farinha, F., 2007. *Práticas de projeto e construtivas para a construção sustentável.* 3º Congresso Nacional da Construção, Coimbra.

Roriz, L., 2006. *Solar Térmico: Uso de painéis solares para águas quentes sanitárias.* Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Santos, C.; Matias, L., 2006. *Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios.* Laboratório de Engenharia Civil, Lisboa.

Sunenergy, 2015. *Sistema de autoconsumo solar fotovoltaico - Golden Tulip Águeda.*

Outras consultas:

<http://www.intelliglass.es/Descargas/ProductosIntelliGlass.pdf>

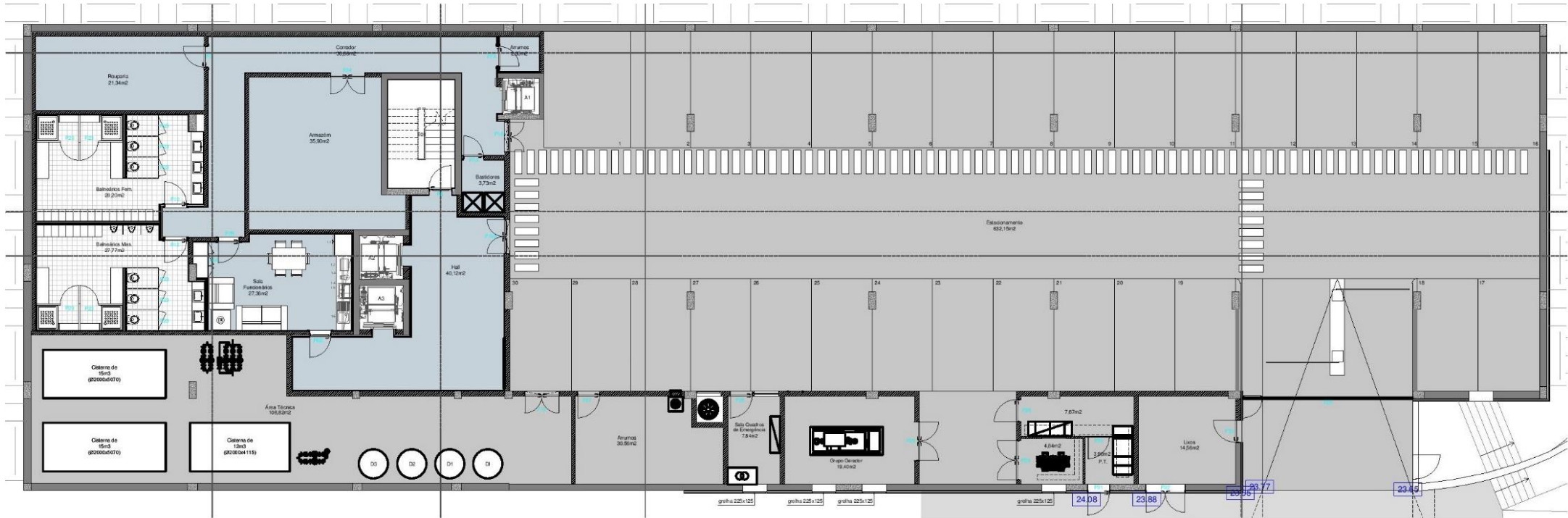
<http://www.multisplit.net/artigos/eficiencia-energetica-o-que-e-o-eer-e-o-cop/>

<http://www.openplus.pt/index.php/pt/produtos-pt/colectores-solares-pt/op-v2-pt>

<http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/conceitos.html>

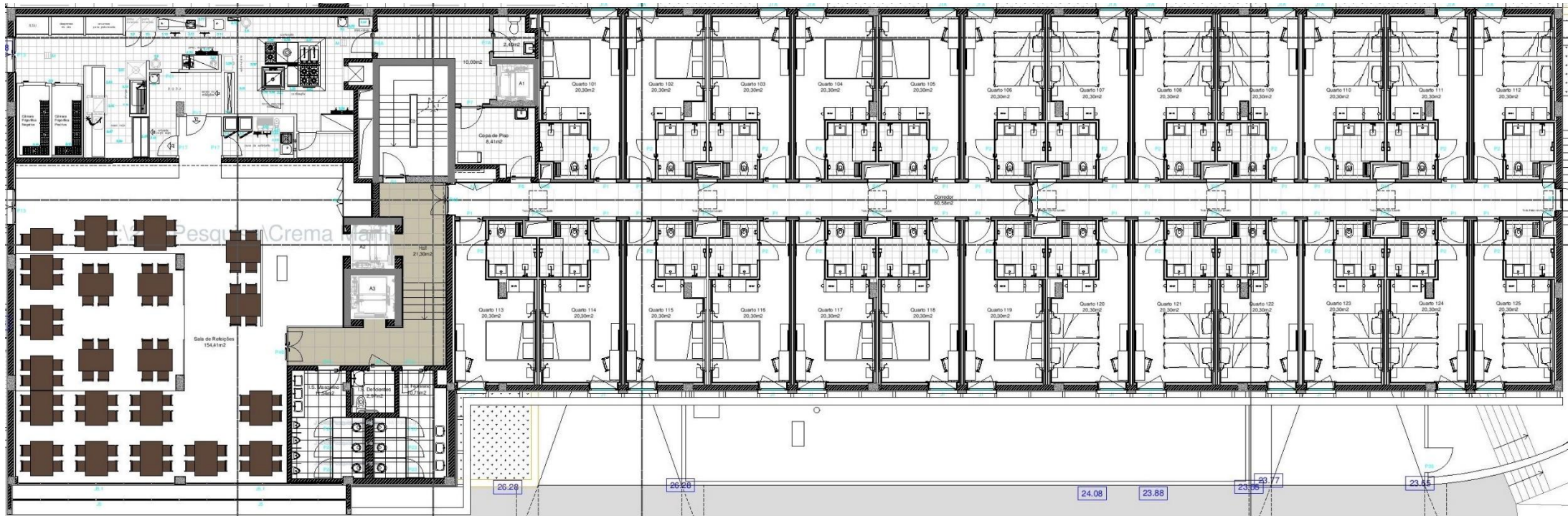
ANEXOS

ANEXO A – PLANTA DO PISO -1 DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL (FORA DE ESCALA)

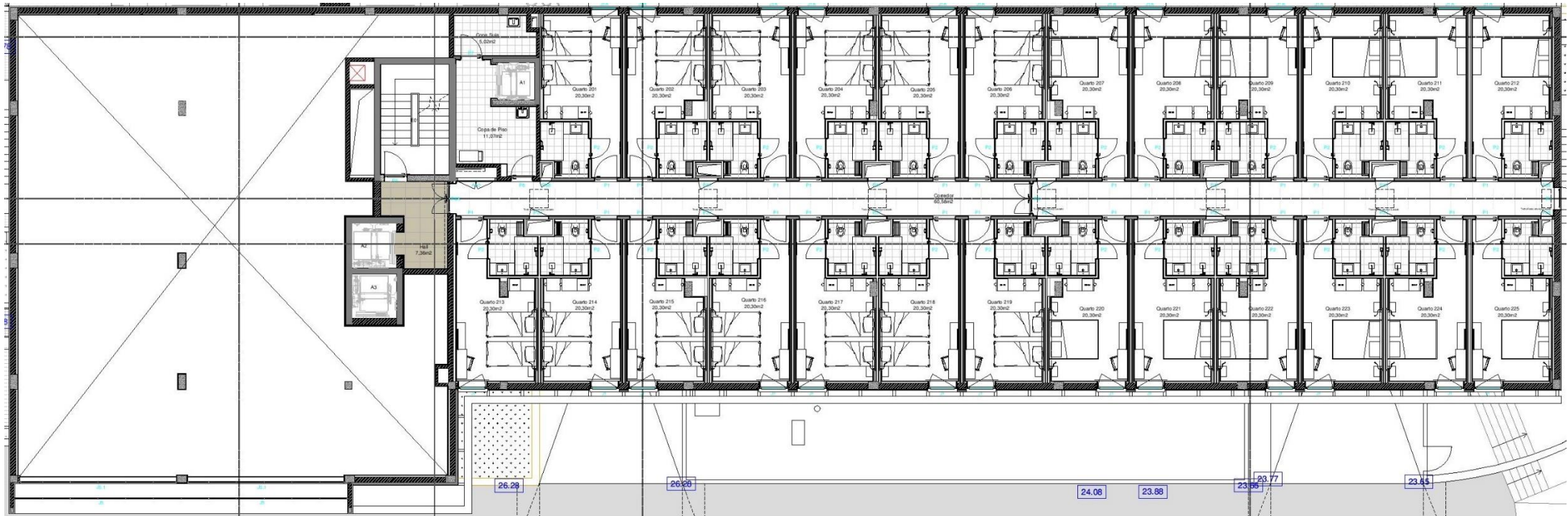


ANEXO B – PLANTA DO PISO 0 DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL (FORA DE ESCALA)

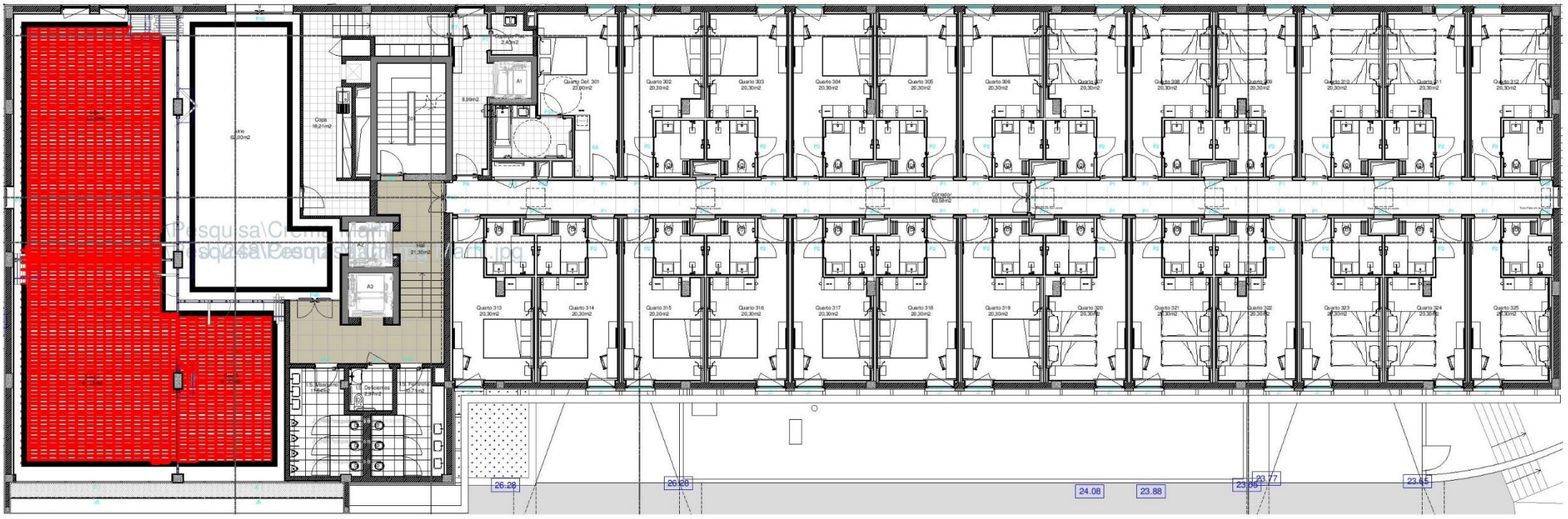
ANEXO C – PLANTA DO PISO 1 DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL (FORA DE ESCALA)



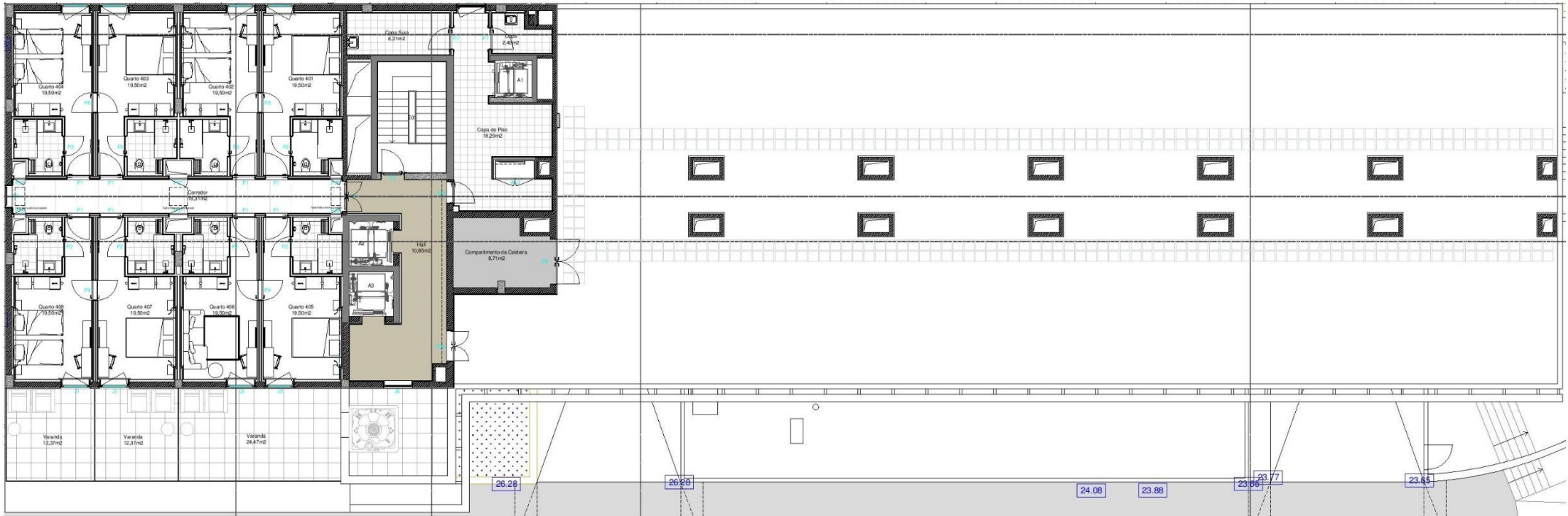
ANEXO D – PLANTA DO PISO 2 DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL (FORA DE ESCALA)



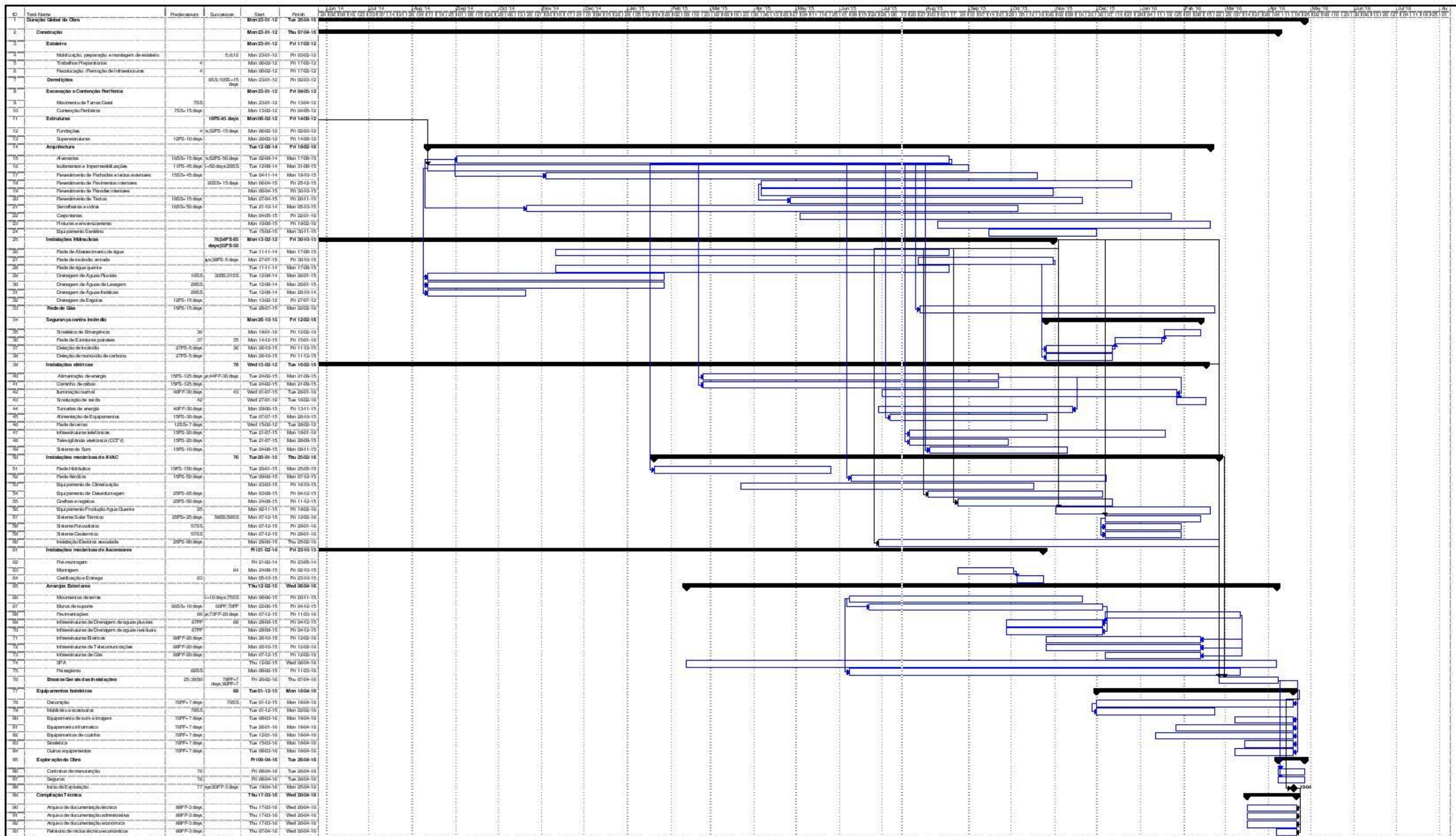
ANEXO E – PLANTA DO PISO 3 DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL (FORA DE ESCALA)



ANEXO F – PLANTA DO PISO 4 DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL (FORA DE ESCALA)



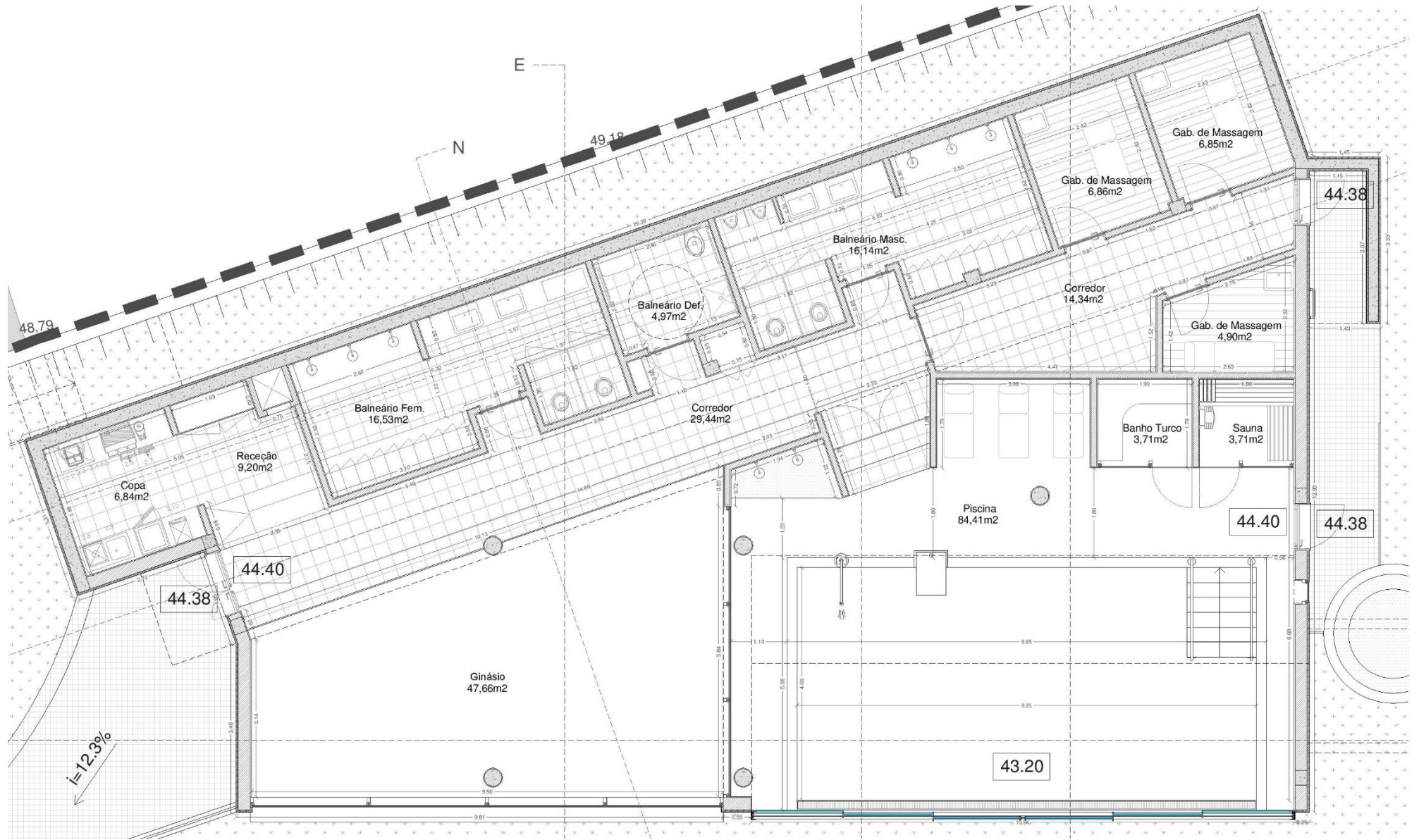
ANEXO G – PLANEAMENTO DA OBRA DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL



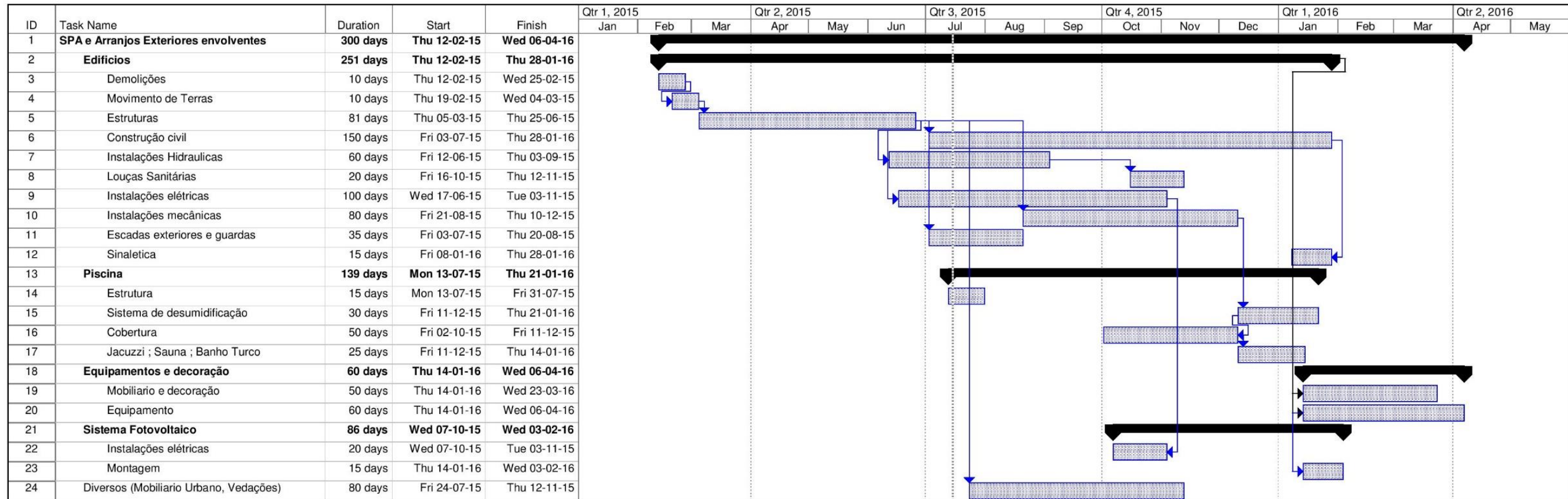
MANUEL JORGE RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO

Assinado de forma digital por MANUEL JORGE RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO
 DN: CN = MANUEL JORGE RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO, SN = RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO, G = MANUEL JORGE, O = PF, OU = Cartão de Cidadão, OU = Cidadão Português
 Data: 2015.07.17 10:49:37 +0100

ANEXO H – PLANTA DO PISO 0 DO EDIFÍCIO ANEXO DO SPA



ANEXO I – PLANEAMENTO DA OBRA DO EDIFÍCIO ANEXO DO SPA



MANUEL JORGE RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO
 Assinado de forma digital por MANUEL JORGE RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO
 DN: CN = MANUEL JORGE RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO, SN = RODRIGUES MOUTINHO CARDOSO, G = MANUEL JORGE, C = PT, O = Cartão de Cidadão, OU = Cidadão Português
 Dados: 2015.07.17 10:50:08 +01'00'

Project: PlanSpa
Date: Wed 15-07-15



ANEXO J – BASE DE DADOS DOS PROJETOS DO EDIFÍCIO PRINCIPAL DO HOTEL

Projecto	Fase	Revisão	Data	Observações
Arquitectura	execução	-	18-06-12	obsoleto
Arquitectura	aditamento	-	08-08-13	
Arranjos Exteriores	execução	-	23-10-12	
AVAC	execução	-	19-06-12	obsoleto
Decoração	execução	-	26-11-12	
Distribuição de Energia	-	-	04-13	
Electricidade	-	-	03-14	
Electricidade – Rede de Terras	execução	-	26-03-12	
Electricidade e Segurança Activa (I de II)	execução	-	23-05-12	
Electricidade e Segurança Activa (II de II)	execução	-	23-05-12	
Escavação	-	-	03-12	
Estruturas	-	-	07-05-12	
Plano de Demolições	execução	-	11-11-11	
Rede de Abastecimento de Água	execução	1	24-10-13	repetido
Rede de Gás	execução	-	18-05-12	
Redes de Águas Residuais	execução	-	24-10-13	repetido
Segurança contra Incêndio	execução	-	18-05-12	obsoleto
Segurança contra Incêndio	licenciamento	1	21-07-14	
Segurança contra Incêndio	aditamento	-	08-08-13	
Aprovado por entidade				
Estabilidade			27-07-09	ok
Arquitectura	aditamento		27-10-10	
Arquitectura	aditamento		31-07-13	ok
AVAC	-	-	28-07-09	ok
Telecomunicações	-	-	25-07-09	ok
Ascensores	-	-	23-06-09	ok
Contenção	-	-	27-07-09	ok
Segurança contra Incêndio	-	-	09-02-10	
Segurança contra Incêndio	-	-	15-07-09	
Rede de Abastecimento de Água e Incêndio Armada	-	-	20-07-09	ok
Arranjos Exteriores	-	-	28-07-09	ok
Electromecânico para Piscina	-	-	28-07-09	ok
Redes de Águas Residuais	-	-	20-07-09	ok
Isolamento Acústico	-	-	31-07-09	ok
Rede de Águas Pluviais, Drenagem de Lavagem e Freáticas	-	-	20-07-09	ok

ANEXO K – EXEMPLO DE UM RELATÓRIO DE VISITA ELABORADO PELO CSO

RELATÓRIO DE COORDENAÇÃO DE SEGURANÇA

INSPECÇÃO À OBRA N.º 40

Data: 16-07-2015
Local: Águeda

Obra: Hotel Terraços do Mirante - Águeda







RELATÓRIO DE INSPECÇÃO À OBRA



Entidade Executante:	Inspeção à obra n.º 40
HESPOR construções, lda	Data: 16-07-2015

Item	Anomalia Constatada/Frente de Trabalho	N/R	Fotografia	Prazo de Correção	NC/AS
1	Documentação em falta	R		Imediato	
2	Epi's em falta	N		Imediato	
3	Escadas portáteis sem condições de segurança	N		Imediato	
4	Arrumação materiais zona do SPA			Imediato	
5	Ligações elétricas danificadas	R		Imediato	
6	Taludes na zona do SPA sem elementos contra queda em altura	R		-	

Obra: Hotel Terraços do Mirante - Águeda

7	Desnível com risco de queda em altura na zona do SPA	R		-	
8	Plataformas não conformes	N		Imediato	
9	Elementos contra queda em altura não homologados	R		Resolvido	
10	Andaime não homologado	R		Imediato	
11	Equipamentos sem documentação	R		Imediato	09
12	Resíduos espalhados no interior da obra	R		Imediato	

Obra: Hotel Terraços do Mirante - Águeda

Observações:

Item 1: No dia da visita da CSO encontrava se caducada ou inexistente a seguinte documentação:

- Comprovativo de pagamento do seguro de acidentes de trabalho da empresa Hesper;
- Planta de estaleiro atualizado, mencionando zona do wc, extintor, 1os socorros, etc...;
- Mapa resumo dos equipamentos (parcialmente executado);
- Adesão ao PSS de todas as empresas a laborar em estaleiro, com a exceção da Hesper;
- Horário de trabalho das empresas Tiago André Henriques e Filipe Fernandes;
- **Certidão de não dívida às finanças, declaração de não dívida á segurança social das empresas unipessoais Tiago André Cáliz Henriques, Óscar Marques Silva Branco e Filipe Fernandes;**
- **Apólice, recibo e comprovativo de pagamento do seguro de acidentes de trabalho da empresa unipessoal Óscar Marques Silva Branco;**
- **Toda a documentação da empresa Consistentideia - Unipessoal, Lda;**
- Alvará / Título de registo e CC do representante legal das empresas Jose Manuel Ferreira Firmino e Armando Rodrigues Santiago;
- Declaração de não dívida á segurança social e certidão de não dívida ás finanças da empresa Armando Rodrigues Santiago;
- **Toda a documentação da empresa Soci dias;**
- **Toda a documentação da empresa Luz e Riscos e respetivo trabalhador em obra Luis Almeida da Silva;**
- **Toda a documentação da empresa Carfogo;**
- **Toda a documentação da empresa Rui Machado Unipessoal e respetivos trabalhadores em obra Humberto Nunes e Candido Peixoto;**
- **Toda a documentação da empresa Facomac e respetivos trabalhadores Luis Ribeiro e Gabriel Ferreira;**
- Declaração de não dívida á segurança social das empresas Sinais Modernos, Entrac e Construções Ferreira;
- Declaração de não dívida ás finanças das empresas Sinais Modernos, Entrac e Construções Ferreira;
- Folha receção de Epi's do trabalhador Arlindo Lima da empresa Sinais Modernos.

Item 2: Na presente visita verificamos que cerca de 80% dos trabalhadores em obra não possuía colete e os trabalhadores da empresa Sinais Modernos não possuíam botas de proteção, estando a trabalhar com sapatilhas.

Item 3: Foram detetadas um pouco por toda a obra várias escadas moveis sem as condições mínimas de segurança, informando a CSO que este tipo de elemento mesmo respeitando as normas de segurança, só devem ser usados em casos pontuais, devendo ser sempre dada prioridade á utilização de andaimes.

Item 4: Os trabalhos e acessos ao interior da zona do Spa encontram se completamente condicionados uma vez que os materiais descarregados nesta zona não foram devidamente dispostos. Deve a disposição dos mesmos ser redefinida de forma a ser possível uma livre passagem entre eles.

Item 5: Uma vez mais foram avistados cabos elétricos descarnados e tomadas em risco de eletrocussão, devendo ser efetuada uma revisão geral aos equipamentos / extensões em obra para que sejam reduzidos os riscos de eletrocussão.

Item 6: Nos taludes junto aos trabalhos do SPA verificou-se que as fitas sinalizadoras foram colocadas para delimitar as cristas dos mesmos.

Item 7: Apesar de não ser um elemento rígido contra queda em altura, as fitas sinalizadoras colocadas no local onde vai ser executada a piscina do SPA diminuem os riscos associados, devendo ser colocados guarda corpos com a maior urgência possível.

Item 8: Durante a visita á obra a CSO verificou em vários locais da obra a existência de plataformas não conformes, sendo que os trabalhadores que usam este tipo de elementos podem sofrer quedas em altura. Devem os mesmos ser desmontados e informados os intervenientes que os mesmos têm utilização proibida em obra.

Item 9: No local anteriormente mencionado foram colocados guarda corpos em conformidade, eliminando o risco de queda em altura.

Item 10: Uma vez mais e mesmo após ter sido encerrada esta anomalia por diversas vezes voltam a existir andaimes não homologados no interior da obra. A CSO informa que estes elementos estão proibidos, devendo ser substituídos por andaimes homologados e com as

Obra: Hotel Terraços do Mirante - Águeda

condições de segurança mínimas obrigatórias.

Item 11: Uma vez mais existem equipamentos em obra sem que seja colocada a respetiva documentação no PSS. Relembramos que qualquer equipamento que não esteja autorizado pela CSO e/ou não tenha documentação na respetiva capa de obra está proibido de ser ligado dentro do estaleiro.

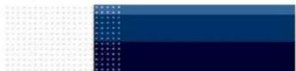
Item 12: Após ter sido fechada a presente anomalia e mesmo depois de terem efetuado uma limpeza geral ao edifício, voltamos a verificar resíduos espalhados pelos vários pisos da obra. Devem proceder á remoção dos mesmos e adotar a política de limpeza diária das várias frentes de obra.

Elaborado por: Coordenação de Segurança em Obra	Tomou Conhecimento: Entidade Executante
assinatura <i>Hugo de Costa</i>	assinatura
Data: 18-07-2015	Data:

Obra: Hotel Terraços do Mirante - Águeda

ANEXO L – REGISTO DOS TRABALHADORES EM OBRA

ANEXO M – REGISTO DAS EMPRESAS EM OBRA



RESUMO DE REGISTO DE EMPRESAS

Obra: Hotel de Águeda
 Dono de Obra: Terraços do Mirante
 Empreiteiro: Hesper - Construções Lda

MES: Junho

ANO: 2015

REGISTO DE EMPRESAS (*Conforme Art.21 do DL 273/03 de 29 de Outubro)

N.º	EMPRESA*	Residência ou Sede*	NIF*	Actividade*	Data de Início*	Data de Fim*	Responsável em Obra*	Alvará n.º	SEGURO						Horário Trabalho	Declaração de Não dívida Seg. Social	Declaração de Não dívida Finanças	Contrato (exerce actividade no estrangeiro) com:
									IMOPPI/EFP*	Companhia AT	Apolice n.º:	Válido até	Companhia RC	Apolice n.º:				
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

Obra: Hotel Terraços Mirante - Águeda

ANEXO N – REGISTO DOS EQUIPAMENTOS EM OBRA

ANEXO O – REGISTO DA AÇÃO DE FORMAÇÃO

REGISTO DE ACÇÃO DE FORMAÇÃO

TEMA: Acolhimento em obra no âmbito da Higiene e Segurança

Obra : Hotel Golden Tulip -Águeda

Data: 4/5/2015

Horário: _____

Secção:


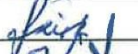


Nº

acção: _____

SUMÁRIO:

- Regras básicas SHST e Boas práticas ambientais;
- Equipamento de Protecção Individual (Obrigatório e Temporário);
- Consumo de Álcool em Obra;
- Riscos específicos dos trabalhos a executar em obra e medidas de controlo.

Declaramos para os devidos efeitos, que no dia acima mencionado, tomamos conhecimento dos conteúdos programáticos a que se refere a acção de sensibilização e formação.

Nome	Empresa	Assinatura
Sant Filipe Rodrigues Domingues		
Luis sian Correia		
Vitor Manuel P. Meneses		
António Vociçial Ferraz		

Formador(s): 

Data: 4, 5, 2015

ANEXO P – FICHA DE PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA

Instalações Mecânicas (incluindo soldaduras)

DEFINIÇÕES

Instalações Mecânicas – Conjunto das atividades que envolvem a montagem e execução de trabalhos acessórios para a implantação de equipamentos de AVAC.

As instalações mecânicas devem ser montadas, operadas, ampliadas, reparadas e inspeccionadas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, sendo supervisionadas por um profissional autorizado.

RISCOS

- Choques elétricos e eletrocussão;
- Cortes, esmagamentos e ferimentos vários por queda de materiais;
- Queda de pessoas em altura e ao mesmo nível;
- Acidentes vários envolvendo terceiros;
- Incêndio;
- Exposição a agentes químicos.

Instalações Mecânicas (incluindo soldaduras)

MEDIDAS DE PREVENÇÃO ACONSELHADAS

- Verificar-se-á que o equipamento de soldadura elétrica está ligado à terra e que está protegido contra contactos diretos e indiretos.
- As ligações dos cabos elétricos do equipamento de soldadura elétrica serão estanques à intempérie.
- No caso de trabalhos a serem executados numa zona de passagem, deve-se prever uma zona alternativa para a passagem do resto de trabalhadores da obra.
- Não será lançado entulho em altura, para evitar atingir outros trabalhadores situados na zona de trabalho.
- A zona de trabalho deve permanecer sempre limpa e ordenada, para evitar cortes com os perfis metálicos excedentes.
- Os trabalhos de soldadura serão realizados em locais ventilados.

Proteções Coletivas:

- Utilização de equipamentos de trabalho em bom estado de funcionamento e de acordo com as Normas Europeias;
- Utilização de escadas e não de outros apoios improvisados (deverá existir uma pessoa a segurar a escada);
- Durante os trabalhos em altura os andaimes deverão estar de acordo com as normas de segurança em vigor;
- Arrumação e organização dos locais de trabalho e em todo o estaleiro;
- Colocação de vedação em todo o perímetro da obra e de sinalização de segurança em zonas potencialmente perigosas;
- Certificar-se de que os trabalhadores são habilitados e responsáveis para realizar esta.

Instalações Mecânicas (incluindo soldaduras)

MEDIDAS DE PREVENÇÃO ACONSELHADAS

Proteções Individuais:

1. Calçado de segurança.
2. Capacete de proteção.
3. Luvas contra riscos mecânicos.
4. Óculos de proteção.
5. Roupa de proteção.
6. Sistema anti-quedas.

ANEXO Q – EXEMPLO DE UM AUTO DE MEDIÇÃO

MAPA MEDIÇÕES

Art.	Designação dos Trabalhos	Un	Nº partes	DIMENSOES			TOTAIS		
				Comprimento	Largura	Altura	Elementares	Parciais	Por Artigos

TRANSPORTE

AUTO MEDIÇÃO									
Cerâmico									
	Cave								
	PAREDES	m2	1	15,550		2,240	34,832		
			1	8,850		2,240	19,824		
			1	2,900		2,420	7,018		
			1	-2,100		0,900	-1,890		
			1	16,800		2,240	37,632		
			1	7,800		2,240	17,472		
			1	2,700		2,420	6,534		
			1	5,600		1,200	6,720		
								128,142	
	Piso 0								
	PAREDES	m2	1	8,800		2,240	19,712		
			1	5,700		2,240	12,768		
								32,480	
	Piso 1								
	PAREDES	m2	1	5,800		2,240	12,992		
			1	5,700		2,940	16,758		
			1	3,300		2,940	9,702		
			1	1,480		2,940	4,351		
								43,80	
									204,43
REBOCO									
	Piso 1								
	Parede Cafeteria	m2	1	1,000		20,000	20,000		20,00
Alvenaria Tijolo									
	Piso 1								
	Paredes Cozinha	m2	1	6,050		3,570	21,599		
	Piso 1								
	Paredes copa	m2	1	10,200		3,570	36,414		
									58,01
Rematar e encher ombreiras e padieiras das portas		Un	28						
Rebocar parede exterior com furos circulares		m2	18						
Execução de muros e escada no alçado lateral esquerdo		Un	1						

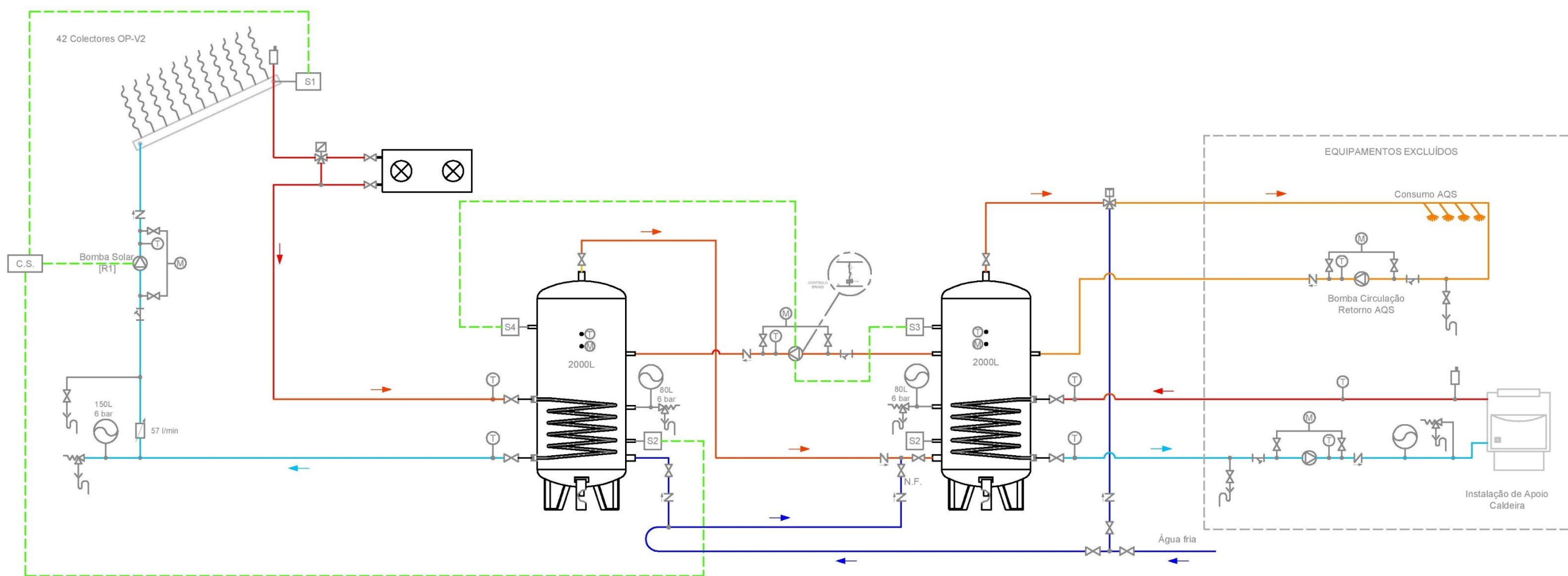
**ANEXO R – MAPA COMPARATIVO DAS PROPOSTAS PARA INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO**

1	Rede de Incêndio Armada			Carfogo		Wilo		Efaflu		Tele-Ritmo		Amperluz		Instalfogo		Joaquim Dias		Vouga Fogo		Comparação			
				Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Preço Uni.	Preço Total	Mínimo	Máximo
1.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em ferro galvanizado, em colunas montantes na rede de incêndio armada, incluindo todos os acessórios e fixações, de acordo com o caderno de encargos e peças																						
1.1.1	Ø80	ml	3,25	€ 34,04	€ 110,63					€ 34,50	€ 112,13	€ 48,00	€ 156,00	€ 31,93	€ 98,58	€ 31,93	€ 103,77					31,93 €	48,00 €
1.1.2	Ø65	ml	20,60	€ 26,44	€ 544,66					€ 28,00	€ 576,80	€ 38,00	€ 782,80	€ 27,92	€ 546,31	€ 26,72	€ 550,43					26,44 €	38,00 €
1.1.3	Ø50	ml	17,10	€ 20,48	€ 350,21					€ 23,00	€ 393,30	€ 28,00	€ 478,80	€ 24,44	€ 397,08	€ 21,38	€ 365,60					20,48 €	28,00 €
1.2	Fornecimento e montagem à vista de tubo de ferro galvanizado, pintado de vermelho nas zonas visíveis, incluindo todos os acessórios de ligação e suspensão, todos os trabalhos,																						
1.2.1	Ø100	ml	25,52	€ 49,47	€ 1 269,36					€ 49,00	€ 1 250,48	€ 78,40	€ 2 000,77	€ 40,03	€ 970,58	€ 40,03	€ 1 021,57					40,03 €	78,40 €
1.2.2	Ø80	ml	5,04	€ 34,04	€ 171,56					€ 38,00	€ 191,52	€ 48,00	€ 241,92	€ 31,93	€ 152,87	€ 29,00	€ 146,16					29,00 €	48,00 €
1.2.3	Ø65	ml	56,24	€ 26,44	€ 1 486,99					€ 32,50	€ 1 827,80	€ 38,00	€ 2 137,12	€ 27,92	€ 1 491,48	€ 25,00	€ 1 406,00					25,00 €	38,00 €
1.2.4	Ø50	ml	32,90	€ 20,48	€ 673,79					€ 27,00	€ 888,30	€ 28,00	€ 921,20	€ 24,44	€ 763,98	€ 19,00	€ 625,10					19,00 €	28,00 €
1.3	Fornecimento e montagem de carretel de incêndio Ø50mm, devidamente equipado, incluindo válvulas de corte conforme descrição do caderno de encargos e e peças desenhadas.	un	14,00	€ 165,00	€ 2 310,00					€ 275,00	€ 3 850,00	€ 292,00	€ 4 088,00	€ 230,07	€ 3 059,87	€ 210,00	€ 2 940,00					165,00 €	292,00 €
1.4	Execução de testes e ensaios de rede de incêndio e formação do pessoal.	vg	1,00	€ 150,00	€ 150,00					€ -	€ 350,00	€ 350,00	€ 336,01	€ 319,21	Incluído							150,00 €	350,00 €
1.5	Execução de telas finais, e manuais de instrução dos equipamentos.	vg	1,00	€ 100,00	€ 100,00					€ -	€ 350,00	€ 350,00	€ 309,87	€ 294,37	Incluído							100,00 €	350,00 €
1.6	Central de Bombagem				€ 7 167,20					€ 9 090,33		€ 11 506,61		€ 8 094,33		€ 7 158,63							
1.6.1	Fornecimento e montagem de grupo de bombagem de incêndio incluído por bomba jockey, 2 electrobombas de caudal, quadro elétrico, manómetro, pressostatos e acessórios de interligação. (caudal igual a 21,6m3/h e a altura manométrica igual a 55mca)	un	1,00	€ 8 303,00	€ 8 303,00	€ 14 102,50	€ 14 102,50	€ 12 121,85	€ 12 121,85	€ 9 522,00	€ 9 522,00	€ 12 275,00	€ 12 275,00	€ 14 621,70	€ 14 329,27							8 303,00 €	14 621,70 €
	Soma 1.0																					€ 29 487,00	

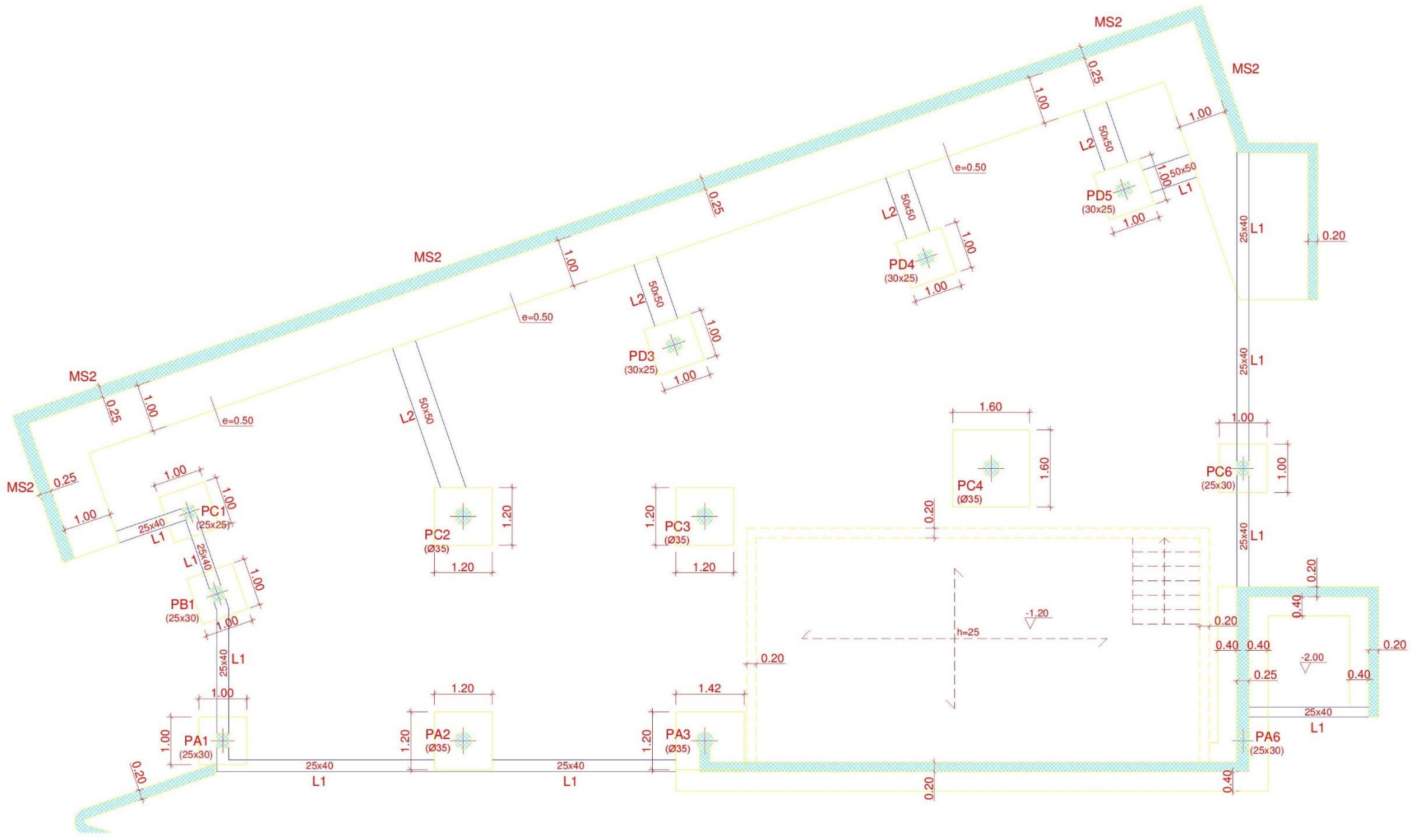
2	Coluna Seca																				
2.1	Fornecimento e assentamento de tubagem em ferro galvanizado, incluindo todos os acessórios e fixações no seguinte diâmetro:																				
2.1.1	Ø100	ml	42,50	€ 45,21	€ 1 921,43				€ 47,50	€ 2 018,75	€ 78,40	€ 3 332,00	€ 40,03	€ 1 616,36				40,03 €	78,40 €		
2.2	Fornecimento e montagem de boca dupla siamesa (de alimentação) com acoplamento tipo STORZ Ø75, tendo o seu eixo a uma cota relativamente ao pavimento entre 0,8 e 1,2m.	un	2,00	€ 280,00	€ 560,00				€ 425,00	€ 850,00	€ 3 750,00	€ 7 500,00	€ 344,63	€ 654,80				280,00 €	3 750,00 €		
2.3	Fornecimento e montagem de boca dupla siamesa com acoplamento tipo STORZ Ø52, tendo o seu eixo a uma cota relativamente ao pavimento entre 0,8 e 1,2m, juntamente com armário devidamente sinalizado.	un	8,00	€ 200,00	€ 1 600,00				€ 320,00	€ 2 560,00	€ 285,00	€ 2 280,00	€ 252,04	€ 1 915,53				200,00 €	320,00 €		
	Soma 2.0				€ 4 081,43				€ -	€ 5 428,75		€ 13 112,00		€ 4 186,69				€ -	€ -		
3	Diversos																				
3.1	Fornecimento e montagem de selagem corta fogo em coretes, do tipo KBS-Panel Seal INT da PEFIPRESA, com painel de alta densidade (150 kg/m3) com 50mm de espessura, revestido integralmente nas faces exteriores expostas ao fogo com "KBS-Foamcoat", incluindo gola UniCollar Intumescente nas infraestruturas existentes (tubagens).	vg	1,00	Excluído	A verificar em obra						€ 850,00	€ 850,00						850,00 €	850,00 €		
3.2	Sinalética																				
3.2.1	Pictogramas Fotoluminescentes em sinalética de emergência dos ascensores, botoneiras de alarme, central de incêndio, etc.																				
3.2.2	PE1 – Planta de Emergência de piso	un	6,00	€ 84,00	€ 504,00				€ 86,25	€ 517,50	€ 75,60	€ 453,60	€ 92,75	€ 528,70				€ 270,00	75,60 €	92,75 €	
3.2.3	PE2 – Planta de Emergência de quarto	un	83,00	€ 21,00	€ 1 743,00				€ 48,30	€ 4 008,90	€ 42,50	€ 3 527,50	€ 44,14	€ 3 480,75				€ 1 245,00	21,00 €	48,30 €	
3.3	Extintores																				
3.3.1	Tipo 4 (tipo fogos CO2)	un	1,00	€ 11,85	€ 11,85				€ 34,50	€ 34,50	€ 65,00	€ 65,00	€ 52,62	€ 49,99				€ 39,00	€ 39,00	11,85 €	65,00 €
3.3.2	Extintor Portátil de pó químico ABC de 6kg	un	27,00	€ 11,85	€ 319,95				€ 25,00	€ 675,00	€ 27,00	€ 729,00	€ 23,36	€ 599,17				€ 18,00	€ 486,00	11,85 €	27,00 €
3.3.3	Extintor de CO2 de 5kg	un	1,00	€ 11,85	€ 11,85				€ 60,00	€ 60,00	€ 60,75	€ 60,75	€ 60,00	€ 60,00				€ 52,00	€ 52,00	11,85 €	60,75 €
3.4	Outros				€ 343,65					€ 769,50		€ 854,75		€ 709,16					€ 577,00		
3.4.1	Caixa de Areia de 100 litros C/PA	un	2,00	€ 92,40	€ 184,80				€ 50,00	€ 100,00	€ 100,90	€ 201,80	€ 35,54	€ 67,52				€ 33,00	€ 66,00	33,00 €	100,90 €
3.4.2	Fornecimento e montagem de hidrante exterior constituído por marco de água conforme a norma NP EN 14384:2007	un	1,00	€ 989,55	€ 989,55				€ 755,00	€ 755,00	€ 950,00	€ 950,00	€ 755,14	€ 717,39						755,00 €	989,55 €
	Soma 3.0				€ 4 108,65				€ 6 920,40		€ 7 692,40		€ 6 212,68						2 443,65 €		

ANEXO S – ESQUEMA DA INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR TÉRMICA

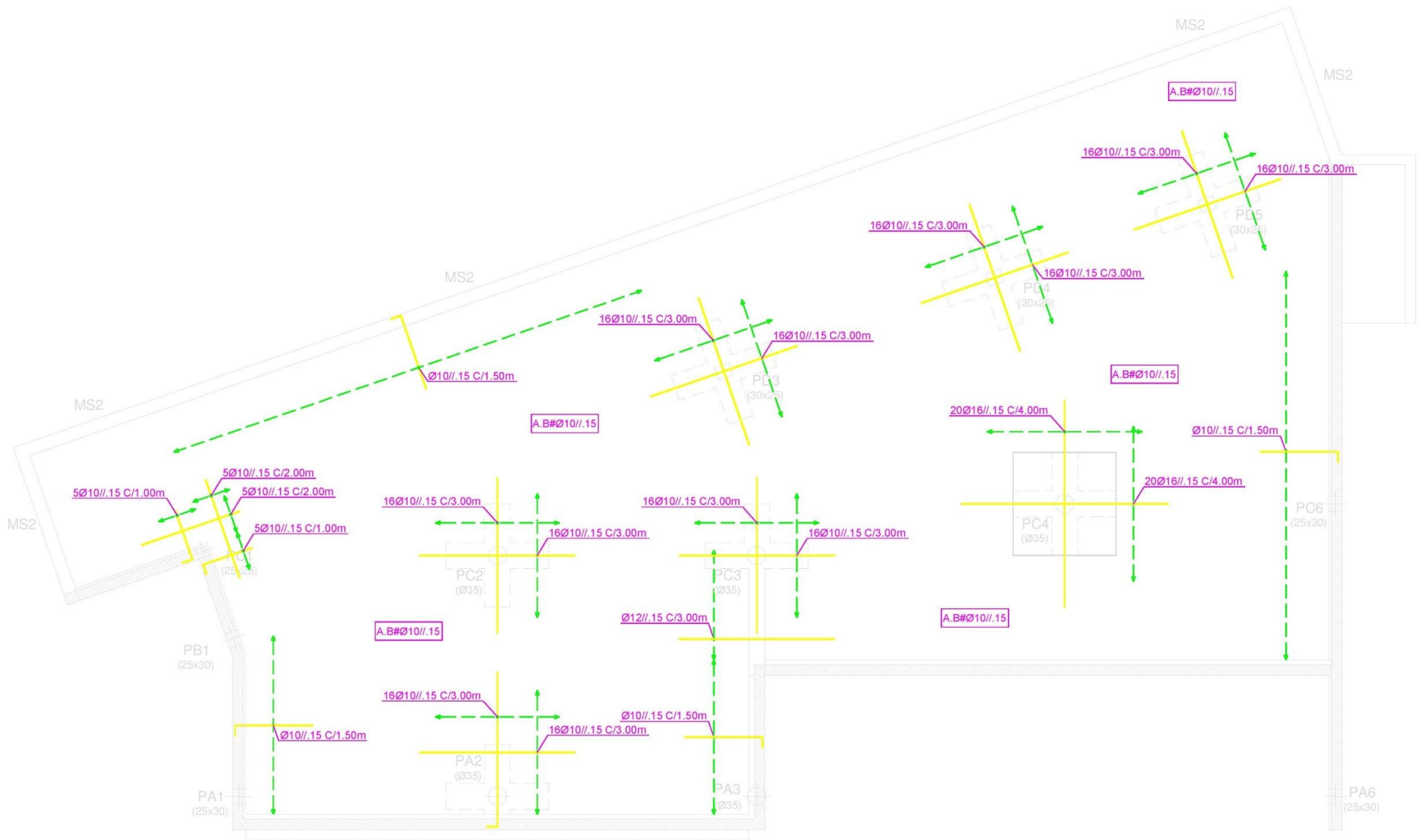
Simbologia	
	Bomba Circuladora
	Junta Elástica
	Válvula de Retenção
	Filtro Y
	Pressostato Diferencial
	Caudalímetro / Regulador de Caudal
	Vaso de Expansão
	Válvula de Corte
	Válvula de Segurança
	Válvula Misturadora Termostática
	Válvula 3 Vias Motorizada
	Manómetro
	Termómetro
	Saída de Esgoto c/ Sifão
	Purgador Solar
	Controlador Solar
	Sonda de Temperatura
	Resistência Eléctrica
	Módulo Solar



**ANEXO T – PLANTA DAS FUNDAÇÕES DO PROJETO DE ESTRUTURAS DO EDIFÍCIO ANEXO DO SPA
(FORA DE ESCALA)**



**ANEXO U – PLANTA DA COBERTURA DO PROJETO DE ESTRUTURAS DO EDIFÍCIO ANEXO DO SPA
(ARMADURA SUPERIOR) (FORA DE ESCALA)**



**ANEXO V – PLANTA DE DESVIO DE TRÂNSITO PARA IMPLANTAÇÃO TEMPORÁRIA DE UMA GRUA
(FORA DE ESCALA)**

