

## **Beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa - Acompanhamento da obra e estudo da eficiência energética e hídrica**

**PEDRO FILIPE DOS SANTOS PACHECO**

outubro de 2016

# **BENEFICIAÇÃO GERAL E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA MESTRE QUERUBIM LAPA**

## **ACOMPANHAMENTO DA OBRA E ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HÍDRICA**

PEDRO FILIPE SANTOS PACHECO

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES**

Orientador: Professora Eunice Maria Vilaverde Fontão

Supervisor: Engenheiro Davide Monteiro dos Santos (Cari Construtores S.A.)

**SETEMBRO DE 2016**



# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Glossário.....	xxi
Abreviaturas .....	xxiii
Capítulo 1    Introdução .....	1
Capítulo 2    Apresentação do estágio e da empresa .....	3
Capítulo 3    Tarefas desempenhas durante o estágio .....	15
Capítulo 4    Estudo da eficiência energética e hídrica de um edifício escolar.....	69
Capítulo 5    Considerações finais .....	89
Referências Bibliográficas .....	93
Anexos .....	95



## RESUMO

O presente relatório tem como objetivo apresentar o trabalho desenvolvido ao longo do estágio realizado na empresa Cari construtores onde foi acompanhado o desenvolvimento de uma obra de construção civil e por fim desenvolver um estudo relevante para o ramo de construções.

O relatório começa por apresentar a empresa e em seguida o projeto de beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa, cuja obra foi acompanhada ao longo do estágio. O projeto previa a reabilitação do edifício principal, a reconstrução da portaria e a construção de um pavilhão gimnodesportivo, procurando resolver todas as patologias e aumentar as condições de conforto e salubridade dos edifícios.

Seguidamente são apresentadas as tarefas desempenhadas durante o estágio na qualidade de adjunto do diretor de obra e relacionadas com o acompanhamento da obra, como coordenação de segurança, direção de obra e acompanhamento dos trabalhos em obra. O estágio permitiu ainda observar a importância do controlo orçamental ao longo da obra, que muitas vezes acaba por consumir grande parte do tempo da direção de obra, limitando a sua disponibilidade para assuntos mais técnicos.

Por último é apresentado um estudo da eficiência energética e hídrica e gestão de resíduos sólidos do edifício escolar. Neste estudo é feita a comparação das soluções construtivas, equipamentos e medidas aplicadas antes e depois da obra, sugerindo medidas de melhoria quando aplicável. De acordo com este estudo foi possível observar os aumentos nos coeficientes de transmissão térmica, atingindo melhorias de 76 % na cobertura e 71 % e 42 % nas janelas. No entanto apenas as janelas verificaram os requisitos mínimos regulamentares aplicáveis e em vigor. Foram estudadas novas soluções para atingir esses objetivos. No que diz respeito à eficiência hídrica verificou-se um aumento do número de equipamentos instalados e uma melhoria significativa na qualidade dos mesmos.

**Palavras-chave:** Estágio, Cari construtores, Reabilitação, Escola, Sustentabilidade.



## ABSTRACT

This report aims to present the work developed during the training period at *Cari Construtores*. In this period the construction of a school was overseen and a study relevant to the construction was also conducted.

The report begins by presenting the company followed by the design for the improvement and expansion of the school *Mestre Querubim Lapa*. The project included the rehabilitation of the main building, the reconstruction of the entrance and the construction of a sports pavilion. In general, the aim of this project was to solve all the problems and enhance the conditions of comfort and hygiene of the buildings.

The tasks performed in the context of the training period are also described, like safety coordination, project management and monitoring the development of the construction work. All of these tasks were performed as an assistant of the project manager. The training period also allowed to observe the budget control importance during construction, which often ends up consuming much of the project management time, limiting their availability to more technical matters.

Finally, the report presents the study of the energy and water efficiency and solid waste management of the school, comparing design solutions, equipment and measures taken before and after the improvement, suggesting measures where it was applicable. In this study it was evaluated the upgrading obtained due to the intervention performed and observe concrete results that demonstrate significant improvements in the studied aspects. According to this study it was observed a very significant increase of the heat transfer coefficients, reaching 76 % improvements for the roof and 71 % and 42 % for the windows. However only the windows verified the minimum regulatory requirements and so it was studied new solutions to achieve these goals. Regarding the water efficiency, there was an increase in the number of installed equipment and a significant improvement of their quality.

**Keywords:** Internship, Cari construtores, Rehabilitation, School, Sustainability.



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço à Professora Eunice Fontão pela orientação, disponibilidade e conhecimento transmitido ao longo deste trabalho.

Em seguida à empresa Cari construtores pela oportunidade dada e ao supervisor Engenheiro Davide Santos pelo acolhimento e por todos os conhecimentos transmitidos ao longo do estágio

Ao Sr. Alfredo Leite e aos Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho Orlando Fernandes e Verónica Baracho pela experiência e conhecimentos partilhados.

À minha família, em especial aos meus pais, irmãos e avós, pelo apoio e motivação ao longo de todo este percurso.

Aos amigos sempre presentes, por tudo.



# ÍNDICE DE TEXTO

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Glossário.....	xxi
Abreviaturas .....	xxiii
Capítulo 1 Introdução .....	1
Capítulo 2 Apresentação do estágio e da empresa .....	3
2.1 Introdução.....	3
2.2 Empresa de acolhimento .....	3
2.3 Apresentação do projeto de beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa .	7
2.3.1 Enquadramento urbanístico e localização .....	8
2.3.2 Caracterização geral do edifício antes da intervenção.....	9
2.3.3 Caracterização da intervenção .....	11
2.4 Síntese.....	14
Capítulo 3 Tarefas desempenhas durante o estágio .....	15
3.1 Introdução.....	15
3.2 Estudo dos projetos de beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa .....	15
3.2.1 Reabilitação do edifício principal da escola.....	16

3.2.2	Construção de um pavilhão gimnodesportivo .....	19
3.2.3	Renovação do edifício da portaria.....	21
3.2.4	Reabilitação dos espaços exteriores.....	23
3.3	Coordenação de segurança em obra .....	26
3.3.1	Higiene e segurança em obra .....	27
3.3.2	Organização do estaleiro .....	32
3.3.3	Desvio da via pública .....	33
3.3.4	Procedimento de trabalho com riscos especiais .....	35
3.3.5	Documentação de subempreiteiros e trabalhadores.....	36
3.4	Direção de obra.....	37
3.4.1	Pedidos de requisição de compra .....	38
3.4.2	Mapas de custos de material.....	39
3.4.3	Autos de medição de subempreiteiros .....	40
3.4.4	Pedidos de aprovação de material ou equipamento .....	41
3.4.5	Atas de reunião de obra .....	42
3.4.6	Receção de material em obra.....	43
3.4.7	Controlo orçamental da obra .....	44
3.4.8	Planeamento da execução de trabalhos .....	45
3.4.9	Cronograma financeiro.....	46
3.5	Processos produtivos e lições aprendidas .....	47
3.6	Acompanhamento de trabalhos em obra.....	47
3.6.1	Ponto de situação inicial.....	48
3.6.2	Trabalhos acompanhados durante o estágio .....	49
3.7	Síntese.....	68
Capítulo 4	Estudo da eficiência energética e hídrica de um edifício escolar.....	69
4.1	Introdução.....	69
4.2	Sustentabilidade de edificações e a gestão de recursos .....	69

4.3	Eficiência energética .....	71
4.3.1	Zona climática .....	71
4.3.2	Soluções construtivas antes da intervenção .....	72
4.3.3	Soluções construtivas depois da intervenção .....	75
4.3.4	Comparação de soluções antes e depois da intervenção .....	77
4.3.5	Comparação com a regulamentação em vigor.....	79
4.4	Eficiência hídrica .....	82
4.4.1	Soluções antes da intervenção .....	83
4.4.2	Soluções depois da intervenção .....	83
4.4.3	Comparação dos equipamentos antes e depois da intervenção .....	84
4.4.4	Medidas sugeridas para uma maior eficiência hídrica .....	86
4.5	Gestão de resíduos sólidos .....	86
4.6	Síntese.....	87
Capítulo 5	Considerações finais .....	89
5.1	Conclusões .....	89
5.2	Desenvolvimento futuro.....	91
Referências Bibliográficas	.....	93
Anexos	.....	95
Anexo I	Plantas do edifício principal (escala 1: 300) .....	97
Anexo II	Declaração de ausência de emissão da DCR .....	101
Anexo III	Planta de estaleiro da primeira fase (s/ escala).....	103
Anexo IV	Planta de estaleiro da segunda fase .....	107
Anexo V	Planta de estaleiro transitória .....	111
Anexo VI	Registo de documentação de empresas .....	115
Anexo VII	Registo de documentação de trabalhadores .....	119
Anexo VIII	Registo de documentação de equipamentos .....	123
Anexo IX	Pedido de aprovação de material ou equipamento .....	125

## ÍNDICE DE TEXTO

Anexo X	Relatório de lição aprendida .....	127
Anexo XI	Mapa de acabamentos.....	129
Anexo XII	Cálculo de parâmetros climáticos.....	133
Anexo XIII	Cálculo de coeficientes de transmissão térmica.....	135
Anexo XIV	Cálculo de fatores solares .....	137
Anexo XV	Verificação regulamentar do fator solar .....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Logotipos das empresas na área de engenharia e construção. ....	4
Figura 2.2 – Logotipos das empresas na área do ambiente.....	5
Figura 2.3 – Logotipos das empresas na área das energias renováveis.....	5
Figura 2.4 – Logotipos das empresas na área das telecomunicações.....	6
Figura 2.5 – Logotipos de empresas na área de empreendimentos de risco. ....	6
Figura 2.6 – Organograma organizacional da Cari Construtores no grupo DST.....	7
Figura 2.7 – Escola Mestre Querubim Lapa.....	8
Figura 2.8 – Localização da escola Mestre Querubim Lapa. ....	9
Figura 2.9 – Elementos com valor patrimonial encontrados na escola (ala Norte e Sul da esquerda para a direita).....	10
Figura 3.1 – Implantação da escola (s/ escala).....	16
Figura 3.2 – Plantas do edifício principal (s/ escala). ....	18
Figura 3.3 – Plantas do pavilhão gimnodesportivo (s/ escala).....	20
Figura 3.4 – Pormenor de diferentes espessuras de isolamento térmico (s/ escala).....	21
Figura 3.5 – Plantas da portaria (s/ escala). ....	23
Figura 3.6 – Planta dos arranjos exteriores (s/ escala). ....	24
Figura 3.7 – Pormenores de execução e transição entre pavimentos (s/ escala).....	25
Figura 3.8 – Planta do projeto de transplante de espécies arbóreas (s/ escala). ....	25
Figura 3.9 – Logotipo da empresa Consulsafety, CSO.....	26
Figura 3.10 – Exemplos de uma ata de reunião e registo de visita elaborados pela CSO.....	27
Figura 3.11 – Exemplos dos EPI de caráter obrigatório na obra. ....	28
Figura 3.12 – Andaimos de apoio aos trabalhos interiores devidamente montados. ....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.13 – Andaimos exteriores devidamente montados. ....	29
Figura 3.14 – Guarda corpos montados em coberturas dos edifícios.....	30
Figura 3.15 – Proteções da vedação em chapa metálica. ....	31
Figura 3.16 – Sinalização e delimitação de zonas de perigo. ....	31
Figura 3.17 – Escada provisória de acesso à cobertura e plataforma elevatória.....	32
Figura 3.18 – Acessos da comunidade escolar na segunda fase da obra (s/ escala). ....	33
Figura 3.19 – Projeto de desvio da rede de saneamento pública. ....	34
Figura 3.20 – Plano de sinalização e desvio de trânsito. ....	35
Figura 3.21 – Excerto do PTRE 10 – Escavação e abertura de valas.....	36
Figura 3.22 – Extrato da RC 74 – Vidro para caixilharias. ....	39
Figura 3.23 – Mapa de custos de material – ralos de pinha. ....	40
Figura 3.24 – Folha de registo de medições e auto de medição. ....	41
Figura 3.25 – Cabeçalhos das atas de reunião elaboradas pelas diferentes entidades.....	43
Figura 3.26 – Exemplo de registo de entrada de material. ....	44
Figura 3.27 – Estrutura do mapa de controlo orçamental. ....	45
Figura 3.28 – Extrato do planeamento relativo aos trabalhos de arquitetura, atualizado a 21 de março.	46
Figura 3.29 – Extrato do cronograma financeiro realizado em julho.....	46
Figura 3.30 – Fotografias do pilar corrigido. ....	51
Figura 3.31 – Armaduras de vigas e laje superior do pavilhão gimnodesportivo. ....	51
Figura 3.32 – Processo de betonagem de vigas e laje superior do pavilhão gimnodesportivo. ....	52
Figura 3.33 – Ensaio de slump. ....	53
Figura 3.34 – Reparação do muro existente. ....	54
Figura 3.35 – Cofragem do muro e a sua picagem após descofragem. ....	55
Figura 3.36 – Muro betonado e salpicado. ....	55
Figura 3.37 – Gateamento dos panos de alvenaria.....	56
Figura 3.38 – Pormenor de vala de assentamento de tubagem (s/ escala).....	57
Figura 3.39 – Aterro de vala para assentamento de tubagem.....	57

Figura 3.40 – Desenhos de pormenor das caixas de visita exteriores (s/ escala).....	58
Figura 3.41 – Caixa de visita com queda guiada.....	58
Figura 3.42 – Rufos em zinco.....	59
Figura 3.43 – Painel de cerâmico Mestre Querubim Lapa.....	60
Figura 3.44 – Teto falso com lã de rocha.....	61
Figura 3.45 – Teto falso perfurado.....	61
Figura 3.46 – Planta das salas de biblioteca e informática (s/escala).....	62
Figura 3.47 – Projeto da divisória acústica amovível (s/ escala).....	63
Figura 3.48 – Fixações da viga metálica resultantes da alteração do projeto.....	63
Figura 3.49 – Aplicação da calha metálica.....	64
Figura 3.50 – Divisória concluída.....	64
Figura 3.51 – Guarnecimento de vãos interiores e exteriores.....	66
Figura 3.52 – Pormenor de sistema de ETICS (Diera, Catálogo 2016).....	66
Figura 3.53 – ETICS do pavilhão gimnodesportivo.....	67
Figura 3.54 – Mudança das instalações de estaleiro.....	68
Figura 4.1 – Janelas do edifício principal antes da intervenção.....	74
Figura 4.2 – Janelas do edifício principal depois da intervenção.....	76
Figura 4.3 – Gráfico comparativo dos coeficientes de transmissão térmica.....	78
Figura 4.4 – Gráfico comparativo dos fatores solares.....	79
Figura 4.5 – Gráfico comparativo dos coeficientes transmissão térmica.....	80
Figura 4.6 – Gráfico comparativo dos coeficientes de transmissão térmica de todas as soluções.....	81
Figura 4.7 – Gráfico comparativo dos fatores solares.....	82
Figura 4.8 – Fotografias dos equipamentos sanitários antes da intervenção.....	83
Figura 4.9 – Fotografias dos equipamentos sanitários depois da intervenção.....	84
Figura 4.10 – Gráfico comparativo dos equipamentos sanitários.....	85



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Áreas relativas à parcela da intervenção.....	7
Tabela 3.1 – Áreas totais dos espaços do edifício principal.....	17
Tabela 3.2 – Áreas dos espaços do pavilhão gimnodesportivo.....	19
Tabela 3.3 – Áreas dos espaços da portaria.....	22
Tabela 3.4 – Áreas dos espaços de lazer exteriores.....	24
Tabela 3.5 – Intervalos de aceitação do ensaio de slump.....	53
Tabela 4.1 – Parâmetros climáticos e zonas climáticas.....	71
Tabela 4.2 – Coeficientes de transmissão térmica da envolvente opaca antes da intervenção.....	72
Tabela 4.3 – Coeficientes de transmissão térmica e fatores solares das janelas antes da intervenção....	75
Tabela 4.4 - Coeficientes de transmissão térmica da envolvente opaca depois da intervenção.....	75
Tabela 4.5 – Coeficientes de transmissão térmica e fatores solares das janelas depois da intervenção..	77
Tabela 4.6 – Comparação dos coeficientes de transmissão térmica.....	77
Tabela 4.7 – Comparação dos fatores solares das janelas.....	78
Tabela 4.8 – Verificação dos coeficientes de transmissão térmica.....	79
Tabela 4.9 – Soluções de isolamento propostas.....	80
Tabela 4.10 – Verificação dos fatores solares das janelas.....	82
Tabela 4.11 – Equipamentos sanitários antes da intervenção.....	83
Tabela 4.12 – Equipamentos sanitários depois da intervenção.....	84
Tabela 4.13 – Comparação quantitativa dos equipamentos sanitários.....	85



## GLOSSÁRIO

$D_{máx}$  – Máxima dimensão do agregado mais grosso.

$g_T$  – Fator solar do vão envidraçado.

$g_{T,máx}$  – Fator solar do vão envidraçado máximo admissível.

$g_{Tvc}$  – Fator solar do vão envidraçado com vidro e dispositivo de proteção totalmente ativo.

$g_{L,vi}$  – Fator solar do vidro.

$GD$  – Número de graus-dias, na base de 18 °C, correspondente à estação convencional de aquecimento.

$L_v$  – Duração da estação de arrefecimento.

$M$  – Duração da estação de aquecimento.

$R_w$  – Índice de isolamento acústico a sons aéreos.

$U$  – Coeficiente de transmissão térmica.

$U_{máx}$  – Coeficiente de transmissão térmica máximo admissível.

$U_w$  – Coeficiente de transmissão térmica da janela.

$\theta_{ext}$  – Temperatura média exterior.



## **ABREVIATURAS**

AT – Acidentes de trabalho.

AVAC – Aquecimento, ventilação e ar-condicionado.

CAF – Componente de apoio à família.

CSO – Coordenação de segurança em obra.

DCR – Declaração de conformidade regulamentar.

DL – Decreto-lei.

EPC – Equipamento de proteção coletivo.

EPI – Equipamento de proteção individual.

ETICS – Sistema de isolamento térmico pelo exterior (external thermal insulation composite systems)

PAME – Pedido de aprovação de material ou equipamento.

PDML – Plano diretor municipal de Lisboa.

PSS – Plano de segurança e saúde.

PTRE – Procedimento de trabalho com riscos especiais.

RC – Responsabilidade civil.

RCCTE – Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios.

RECS – Regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços.

RSECE – Regulamento dos sistemas energéticos e de climatização dos edifícios.

THST – Técnico de higiene e segurança no trabalho.

XPS – Poliestireno extrudido (extruded polystyrene).



## **Capítulo 1      INTRODUÇÃO**

O presente relatório refere-se ao trabalho desenvolvido no âmbito da unidade curricular de dissertação, projeto ou estágio (DIPRE), constante do plano curricular do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). No âmbito da unidade curricular de DIPRE foi realizado um estágio na empresa Cari construtores sob a orientação da Professora Eunice Vilaverde Fontão e a supervisão do Engenheiro Davide Santos. Neste estágio foi acompanhado o desenvolvimento dos trabalhos de uma das obras realizadas pela empresa, em paralelo com o desenvolvimento e aplicação de um estudo à obra acompanhada.

A obra acompanhada foi a beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa, em Lisboa, e envolveu a reabilitação e reconstrução das suas instalações, permitindo o contacto com as diversas fases de uma obra de construção.

Durante o estágio foram desempenhadas as funções de adjunto do diretor de obra, realizando diversas tarefas relacionadas com a direção de obra, coordenação de segurança e acompanhamento dos trabalhos em obra.

O estudo final realizado focou-se na eficiência energética e hídrica do edifício escolar. Foram avaliadas as soluções construtivas iniciais e as utilizadas na intervenção para estudar o impacto introduzido pela intervenção na eficiência energética e hídrica do edifício.

Este relatório encontra-se estruturado por capítulos de acordo com os diversos assuntos tratados ao longo do mesmo.

No capítulo 2 é feita a apresentação da empresa de acolhimento no âmbito do estágio realizado, assim como da obra acompanhada.

O capítulo 3 descreve a função atribuída e as tarefas de maior relevância desempenhadas ao longo do estágio.

No capítulo 4 é apresentado o estudo desenvolvido sobre a eficiência energética e hídrica de um edifício escolar

Por fim o capítulo 5 apresenta as principais conclusões do relatório, seguido de uma análise de possíveis desenvolvimentos futuros sobre o estudo explorado neste relatório.

## *CAPÍTULO 1*

Este relatório termina com uma listagem de todas as referências bibliográficas utilizadas na redação do mesmo, seguido de todos os anexos relevantes ao trabalho apresentado.

## Capítulo 2 APRESENTAÇÃO DO ESTÁGIO E DA EMPRESA

### 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a empresa de acolhimento e o grupo de que esta faz parte. É também realizada uma breve descrição da empresa, o seu funcionamento e papel dentro do grupo, assim como uma breve descrição do grupo e das restantes empresas, seguindo-se uma apresentação mais detalhada da obra acompanhada ao longo do estágio.

A obra acompanhada foi a beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa, localizada na Rua de Campolide, Travessa Estevão Pinto, 1074-174 Lisboa.

### 2.2 EMPRESA DE ACOLHIMENTO

Segundo a Cari construtores, a empresa pode ser apresentada da seguinte forma:

*“Fundada em 1915 a Cari Construtores é uma referência nacional na construção e reabilitação, contando no seu portfólio com diversas obras premiadas em áreas vitais para a sociedade: saúde, educação, habitação, monumentos, conservação e restauro de património, superfícies comerciais, salas de espetáculos, instalações industriais e requalificações urbanas.”* (Cari, 2016).

A Cari Construtores tem sede na Rua da Índia nº 350, Guimarães, e em 2007 integrou o grupo DST. Por sua vez, o grupo DST tem a sua sede localizada na Rua de Pitancinhos, apartado 208 – Palmeira, Braga.

De acordo com a sua página de internet, o grupo DST foi fundado na década de 1940 e atualmente o grupo encontra-se ativo em 6 países: Portugal, Espanha, França, Reino Unido, Angola e Moçambique. O grupo desenvolve a sua atividade principalmente na área da engenharia e construção civil, mas também está presente nas áreas do ambiente, energias renováveis, telecomunicações e empreendimentos de risco. O grupo DST é constituído por 31 empresas distribuídas pelas diferentes áreas de atividade do grupo.

Na área da engenharia e construção civil, estas são as 12 empresas constituintes do grupo:

- DST – construção civil e obras públicas.
- Bysteel – conceção, produção e construção de estruturas metálicas.
- DTE – instalações especiais.
- Cari Construtores – construção civil e reabilitação.
- Tmodular – carpintaria e mobiliário.
- Tgeotecnia – geotecnia e fundações especiais.
- Tagregados – exploração de pedreiras, comercialização e reciclagem de agregados.
- Tbetão – produção de betão.
- Steelgreen – corte e moldagem de varão nervurado.
- Way2b,ace – execução, coordenação e gestão de obras públicas e particulares.
- DSTAngola – construção civil e obras públicas no mercado angolano.
- DSTMoçambique - construção civil e obras públicas no mercado moçambicano.

Os logotipos das empresas mencionadas encontram-se na Figura 2.1.



Figura 2.1 – Logotipos das empresas na área de engenharia e construção.

Na área do ambiente, estas são as 7 empresas constituintes do grupo:

- Geswater – gestão de águas, saneamento e tratamento de resíduos.
- Agere – gestão de água e resíduos.
- Braval – recolha, tratamento e valorização de resíduos.
- Aquapor – sistemas municipais de abastecimento de água e gestão de ETAR.
- Luságua – operação e manutenção de infraestruturas.
- Visaqua – abastecimento de água, saneamento e resíduos sólidos no mercado moçambicano.
- Aquagest – gestão de água e resíduos.

Os logotipos das empresas mencionadas encontram-se na Figura 2.2.



Figura 2.2 – Logotipos das empresas na área do ambiente.

Na área das energias renováveis, estas são as 4 empresas constituintes do grupo:

- DSTsolar – energia solar.
- DSTwind – energia eólica.
- DSThydro – energia hídrica.
- Globan Sun – produção de painéis fotovoltaicos.

Os logotipos das empresas mencionadas encontram-se na Figura 2.3.



Figura 2.3 – Logotipos das empresas na área das energias renováveis.

Na área das telecomunicações, estas são as 6 empresas constituintes do grupo:

- DSTelecom – redes de nova geração.
- Minhocom – gestão de infraestruturas de telecomunicações em Vale do Minho.
- Valicom – gestão de infraestruturas de telecomunicações em Vale do Lima.
- DSTelecom Norte – redes de nova geração na região Norte de Portugal.
- DSTelecom Alentejo e Algarve – redes de nova geração na região Sul de Portugal.
- Blu – operador de redes e serviços de telecomunicações eletrónicas.

Os logotipos das empresas mencionadas encontram-se na Figura 2.4.



Figura 2.4 – Logotipos das empresas na área das telecomunicações.

Na área dos empreendimentos de risco, estas são as 2 empresas constituintes do grupo:

- Innovation Point – investigação e desenvolvimento.
- 2bpartner – capital de risco.

Os logotipos das empresas mencionadas encontram-se na Figura 2.5.



Figura 2.5 – Logotipos de empresas na área de empreendimentos de risco.

A Cari construtores está organizada em diferentes departamentos, sendo que alguns são comuns a todas as empresas do grupo enquanto outros são apenas da empresa Cari construtores. O departamento de compras, departamento comercial, departamento de higiene e segurança, departamento de recursos humanos e o parque de materiais e transportes são comuns a todo o grupo DST, enquanto o departamento de produção, departamento de controlo, medição e faturação, departamento de qualidade e ambiente e o departamento administrativo e financeiro são específicos da Cari Construtores.

Na Figura 2.6 encontra-se um organograma organizacional da empresa que ilustra aquilo que foi descrito.

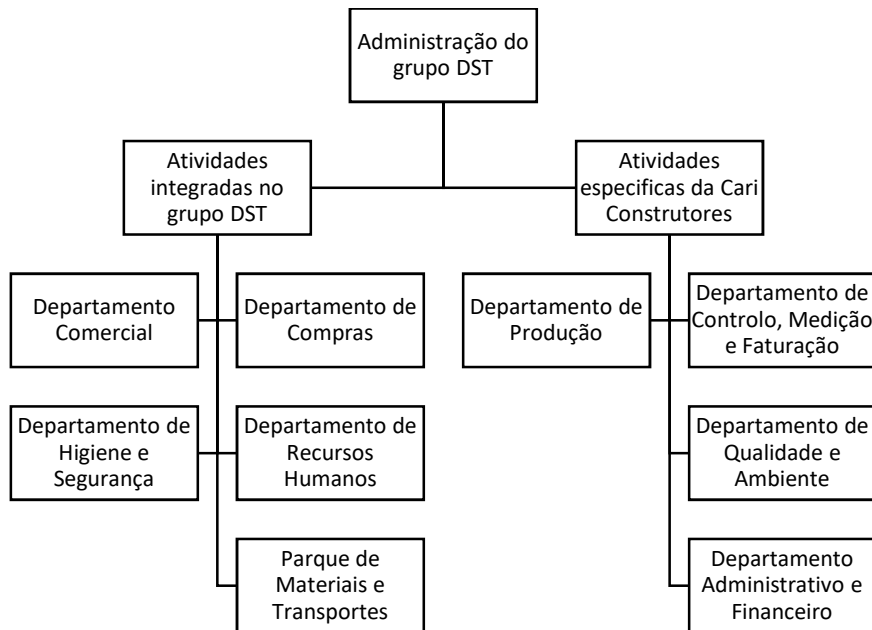


Figura 2.6 – Organograma organizacional da Cari Construtores no grupo DST.

## 2.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE BENEFICIAÇÃO GERAL E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA MESTRE QUERUBIM LAPA

No âmbito do estágio curricular foi acompanhado o desenvolver dos trabalhos de beneficiação geral e ampliação da Mestre Querubim Lapa, localizada na Rua de Campolide, Travessa Estevão Pinto, 1070-124 Lisboa.

*“Este projeto veio desenvolver os aspetos anteriormente estabelecidos no programa preliminar de intervenção elaborado no âmbito do Programa Escola Nova, que estabeleceu como objetivos genéricos, para além da correção de patologias construtivas detetadas, as múltiplas alterações necessárias à adequação aos programas e conceitos de escola atuais, aos recentes padrões de exigência funcionais, de acessibilidade, de higiene e de segurança, bem como adotar medidas que promovam a melhoria da eficiência energética do edifício, aumentando simultaneamente as condições de conforto e salubridade dos seus ocupantes.”* – Memória Descritiva e Justificativa do projeto de arquitetura.

A Tabela 2.1 apresenta as áreas da parcela da escola.

Tabela 2.1 – Áreas relativas à parcela da intervenção.

Área total da parcela	5940,3 m <sup>2</sup>
Área verde da parcela	1194,8 m <sup>2</sup>
Área de logradouro	4367,2 m <sup>2</sup>
Superfície de pavimento	2493,6 m <sup>2</sup>

A escola apresentava uma capacidade para 384 alunos antes da intervenção realizada, sendo que a intervenção tinha como objetivo melhorar as condições da escola sem estar previsto o aumento da capacidade de alunos. A totalidade da intervenção está orçamentada em 1.460.000,00€. A Figura 2.7 ilustra a escola.



Figura 2.7 – Escola Mestre Querubim Lapa.

A escola tem um edifício principal, dividido em duas alas (Norte e Sul), onde se localizam as salas de aula, gabinetes e cantina. Existia ainda um edifício para a casa do guarda e um edifício pré-fabricado destinado à função de sala gimnodesportiva. A intervenção previa a reabilitação do edifício principal e a demolição e reconstrução da casa do guarda e da sala gimnodesportiva. A escola e a intervenção realizada são apresentadas em maior detalhe de seguida.

### **2.3.1 Enquadramento urbanístico e localização**

No que diz respeito ao enquadramento urbanístico e de acordo com a memória descritiva do projeto de arquitetura, a intervenção foi realizada de acordo com o Plano Diretor Municipal de Lisboa (PDML). De acordo com a Planta de Ordenamento – Qualificação do Espaço Urbano do PDML a parcela em causa encontra-se classificada como “Espaços de Usos Especiais de Equipamentos”. Mais ainda, o edifício encontra-se identificado na listagem dos Bens Imóveis de Interesse Municipal e Outros Bens Culturais Imóveis e está também abrangido em zona de Servidão Aeronáutica do Aeroporto de Lisboa (DL nº 48542 / 1968, de 24 de agosto).

Quanto à localização, a escola encontra-se no cruzamento entre a Rua de Campolide, uma das principais ruas da freguesia de Campolide, e a Travessa Estevão Pinto, uma das ruas de acesso à Universidade Nova de Lisboa. A Figura 2.8 apresenta a localização da escola.



Figura 2.8 – Localização da escola Mestre Querubim Lapa.

### 2.3.2 Caracterização geral do edifício antes da intervenção

O edifício da escola, da autoria do Arq. Artur Pires Martins, foi concebido em 1956 com 2 alas independentes de modo a separar os alunos por sexo, sendo composta por 16 salas de aulas (8 salas para ensino masculino e 8 salas para ensino feminino) e os respetivos espaços de apoio. As salas eram dispostas linearmente ao longo do edifício e distribuídas por 2 pisos e as alas eram separadas centralmente pelo corpo do refeitório com apenas um piso.

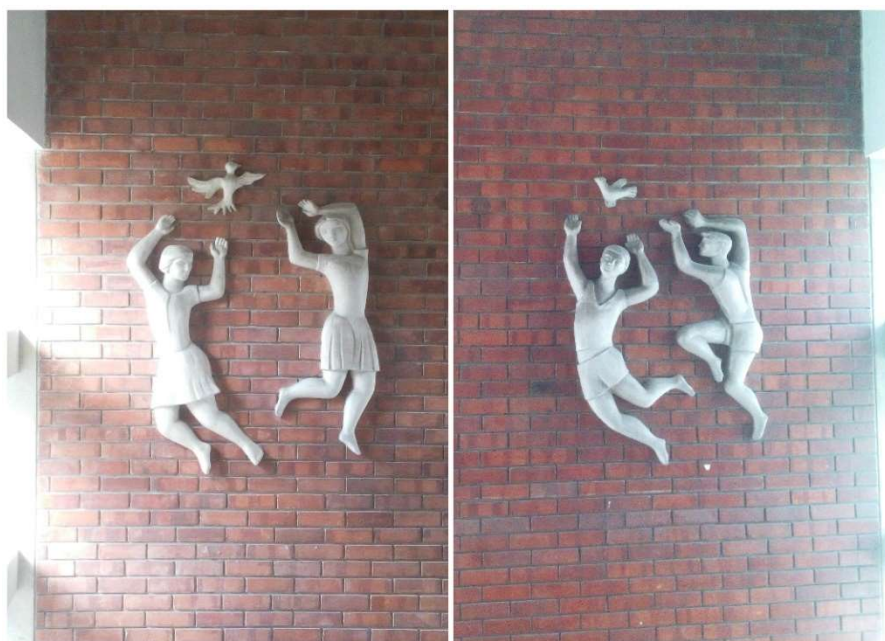
A escola usufruía de um refeitório com cozinha, sem capacidade para a confeção de refeições, um campo de jogos descoberto, dois espaços exteriores cobertos e equipamento infantil. Ao nível da entrada do recinto com acesso pela Travessa Estevão Pinto encontrava-se uma antiga casa do guarda, desocupada à data da intervenção.

É ainda de realçar os elementos patrimoniais encontrados na escola, nomeadamente os painéis cerâmicos da autoria do Mestre Querubim Lapa nas fachadas exteriores e esculturas da autoria do escultor José Dias Coelho nos núcleos de comunicação vertical de ambas as alas.

A Figura 2.9 ilustra elementos patrimoniais encontrados na escola. Não foi possível fotografar os painéis cerâmicos que se encontravam no muro divisor do espaço exterior devido aos condicionamentos impostos pela organização do estaleiro.



a) Painéis cerâmicos da autoria do Mestre Querubim Lapa.



b) Esculturas da autoria de José Dias Coelho.

Figura 2.9 – Elementos com valor patrimonial encontrados na escola (ala Norte e Sul da esquerda para a direita)

À data da inspeção realizada pelo Arquiteto José Moore Vieira, autor do projeto de arquitetura de beneficiação geral e ampliação da escola, destacavam-se, de acordo com a memória descritiva do projeto de arquitetura elaborado pelo mesmo, as seguintes patologias:

- Existência de coberturas em fibrocimento, em incumprimento da Resolução da Assembleia da República nº 24 / 2003, de 2 de abril referente à "Utilização do amianto em edifícios públicos" implicando a remoção do mesmo de acordo com o DL nº 128 / 93 de 22 de abril, Portaria nº 1131 / 93 de 4 de novembro.
- O edifício encontrava-se no seu geral em deficiente estado de conservação a nível estrutural e não estrutural devido à falta de manutenção cuidada e aspetos construtivos causadores de patologias.
- A instalação sanitária existente destinada a pessoas com mobilidade condicionada não cumpria os requisitos em vigor à data da realização do projeto.
- As instalações sanitárias para adultos revelavam-se insuficientes.
- Ausência de portaria própria para o controlo de entradas.
- Ausência de meio de transporte vertical para acesso ao piso superior para pessoas com mobilidade condicionada.
- Ligação interior entre os dois corpos de salas de aulas inexistente o que dificulta a gestão integrada das instalações.
- Ausência de instalações dedicadas para a componente de apoio à família (CAF).
- Ausência de sala de ginástica com as condições mínimas de utilização (a sala existente era um pré-fabricado sem balneário).

### **2.3.3 Caracterização da intervenção**

O edifício da escola consta na listagem dos Bens Imóveis de Interesse Municipal e Outros bens Culturais Imóveis, pelo que o projetista teve em atenção que todas as intervenções realizadas procurassem garantir o respeito pela identidade arquitetónica e urbanística original do edifício. Assim, todas as alterações e ampliações propostas para a melhoria das condições funcionais do equipamento foram limitadas ao essencial no edifício principal, sendo a intervenção de maior vulto no novo corpo de ligação entre as duas alas ao nível do piso 1, que contem o corredor de ligação e a nova saída de emergência.

No que diz respeito às exigências de desempenho à data da realização do projeto, foram tomadas as devidas medidas pelo projetista de modo a dar resposta a todas as normas regulamentares, nomeadamente no que diz respeito aos requisitos de mobilidade e acessibilidade, condições de segurança em caso de incêndio e sistemas energéticos e de climatização. Assim, e de acordo com aquilo que foi acima exposto, foram consideradas pelo projetista as seguintes intervenções:

1. No âmbito das obras de conservação e beneficiação geral:

- Substituição integral da cobertura em fibrocimento por uma solução de painéis sandwich, com remoção de todos os materiais que contivessem amianto, mantendo-se a configuração geral da mesma, com isolamento térmico e procedendo à correção dos pontos singulares da cobertura causadores de potenciais infiltrações, rufos, caleiras e tubos de queda.
- Reparação das fissuras e rebocos no exterior e interior e dos elementos em betão que apresentavam desagregação das massas e oxidação das armaduras.
- Pintura geral do exterior e interior, incluindo muros e gradeamentos.
- Substituição integral da rede de águas.
- Substituição integral da rede de esgotos.
- Substituição geral da rede elétrica, incluindo definição do sistema de emergência e redefinição das instalações de tomadas.
- Substituição da totalidade da caixilharia existente por uma nova com corte térmico e vidros duplos, sendo contudo respeitado o desenho original da caixilharia e garantida a ventilação natural em todos os casos.
- Correção das diversas patologias, infiltrações e eflorescências associados à deficiente impermeabilização da construção.
- Substituição dos diversos pavimentos interiores.

2. No âmbito funcional e de atualização das instalações face às normas regulamentares:

- Realização das diversas adaptações necessárias ao cumprimento do D.L. nº 163 /2006 de 8 de agosto para promoção da acessibilidade, nomeadamente através da criação de instalações sanitárias destinadas a utentes com mobilidade condicionada, da instalação de um equipamento mecânico de ascensão para o piso 1 e da previsão de um sistema de acessos em rampa que permite a fruição da generalidade dos espaços da escola, com subida pontual da cota de alguns pavimentos exteriores.
- Adaptações necessárias ao cumprimento da legislação em vigor no que diz respeito à segurança contra incêndios, para posterior definição do Plano de Emergência (D.L. nº 220 /2008), nomeadamente através da introdução de portas corta-fogo entre sectores e da previsão de saídas alternativas de emergência para o exterior ao nível de ambos os pisos, face à extensão dos corredores existentes.
- Ligação das duas alas de salas de aula, por forma a melhorar as condições de funcionalidade interna aproveitando o novo corpo para criação de uma saída alternativa de emergência.
- Previsão de um sistema de ventilação e de aquecimento das salas de aula, que assegure a qualidade do ar interior e o comportamento térmico adequado da edificação, sendo contudo garantida em todo o caso a ventilação natural complementar através dos vãos existentes.
- Reformulação das instalações sanitárias quer dos alunos quer dos adultos, conferindo condições de utilização e privacidade adequadas permitindo também aumentar a sua capacidade.
- Colocação de bancadas com pontos de águas em todas as salas de aula e gabinetes.

- Criação de um novo núcleo em substituição da antiga casa do guarda, que agrupa os serviços de portaria, do compartimento de recolha de resíduos sólidos e duas salas dedicadas à componente de apoio à família com uma capacidade de 45 crianças.
  - Resolução das deficientes condições de acesso pedonal à entrada da escola, com recuo do portão e criação de uma porta homem integrada com o novo núcleo da portaria, desenvolvido no âmbito do projeto de arquitetura paisagista.
  - Criação de um pavilhão gimnodesportivo e respetivo balneário em edifício autónomo a situar no topo Norte do recinto, formalmente inserido na linguagem do edifício principal.
3. No âmbito do projeto de arquitetura paisagista:
- Os espaços envolventes ao edifício foram tratados de modo a permitir a sua fruição segura e tranquila por parte dos utentes, dotando-os do mobiliário adequado e de iluminação conveniente.

Esta intervenção foi realizada de acordo com os seguintes projetos de especialidade:

- Projeto de arquitetura – realizado pela Câmara Municipal de Lisboa e da autoria do Arq. José Moore Vieira.
- Projeto de estabilidade – realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria do Eng Pedro Neto Rebelo.
- Projeto de rede de água – realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria da Eng<sup>a</sup> Ana Coutinho Pais.
- Projeto de rede de drenagem – realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria da Eng<sup>a</sup> Ana Coutinho Pais.
- Projeto de desvio da rede de drenagem pública – realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria da Eng<sup>a</sup> Ana Coutinho Pais.
- Projeto de comportamento térmico - realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria do Eng Dimitri Cardoso da Silva.
- Projeto de acústica - realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria do Eng Luís dos Santos Lopes.
- Projeto de segurança contra incêndio - realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria do Eng Olandino Zacarias Caliço.
- Projeto de instalações elétricas - realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria do Eng Jorge Soares Rosa.
- Projeto de infraestruturas de telecomunicações - realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria do Eng Jorge Soares Rosa.
- Projeto de climatização e ventilação - realizado pela empresa Via Túnel PGF e da autoria do Eng Nuno Venâncio Lourenço.
- Projeto de arranjos exteriores - realizado pela Câmara Municipal de Lisboa e da autoria da Arq<sup>a</sup> Maria Formosinho Sanchez.

Assim, apenas os projetos de arquitetura e de arranjos exteriores foram realizados pela Câmara Municipal de Lisboa, sendo que todos os outros projetos foram desenvolvidos pela empresa Via Túnel PGF, Lda.

A intervenção foi realizada de forma faseada de modo a não interromper as atividades escolares. A primeira fase abrangeu a ala Norte, a passagem de ligação entre as alas, a escada de emergência a ela associada e a construção do pavilhão gimnodesportivo. A segunda fase envolveu a ala Sul do edifício principal e o edifício da portaria, salas da componente de apoio à família (CAF), depósito dos contentores do lixo e os novos portões de acesso.

Esta decisão, em conjunto com a cooperação da Câmara Municipal de Lisboa, que alocou os alunos do quarto ano de escolaridade em outra escola do agrupamento, permitiu que as atividades letivas decorressem com o máximo de normalidade possível durante o decorrer dos trabalhos.

## **2.4 SÍNTESE**

Neste capítulo foi apresentada a empresa de acolhimento assim como o grupo de empresas em que esta se enquadra. Seguiu-se a apresentação e caracterização da obra acompanhada ao longo do estágio, apresentando e justificando a intervenção realizada, assim como as entidades envolvidas nos projetos realizados.

## **Capítulo 3 TAREFAS DESEMPENHAS DURANTE O ESTÁGIO**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

Durante o estágio foi desempenhado o papel de adjunto do diretor de obra e o acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos da obra descrita no capítulo anterior. Isto implicou a deslocação temporária para a cidade de Lisboa ao longo da duração do estágio que decorreu no período de fevereiro a julho de 2016.

Ao longo do estágio foram realizadas tarefas com diversos graus de dificuldade e responsabilidade, relacionadas com a engenharia civil e a direção de obra. Neste capítulo serão descritas as tarefas de maior relevância, nomeadamente:

- Análise e estudo dos projetos para desempenho das funções.
- Coordenação de higiene e segurança em obra.
- Todas as tarefas relacionadas com a direção de obra, como os pedidos de compras, medições, controlo orçamental, entre outros.
- Elaboração de processos produtivos e relatórios de lições aprendidas.
- Acompanhamento da execução dos trabalhos em obra.

Todas estas tarefas desempenhadas serão apresentadas detalhadamente de seguida.

### **3.2 ESTUDO DOS PROJETOS DE BENEFICIAÇÃO GERAL E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA MESTRE QUERUBIM LAPA**

A primeira tarefa desempenhada foi a análise dos diversos projetos existentes, nomeadamente o projeto de fundações e estruturas, redes de abastecimento e drenagem, segurança contra incêndios, arquitetura e arranjos exteriores, tudo com o intuito de familiarização com a obra e com os trabalhos já realizados à data do início do estágio.

Facilmente se identificou que todos os projetos podiam ser divididos em quatro áreas principais, que a seguir serão apresentadas em maior detalhe:

- Reabilitação do edifício principal da escola.
- Construção de um pavilhão gimnodesportivo.
- Renovação do edifício da portaria.
- Reabilitação dos espaços exteriores.

A Figura 3.1 apresenta a implantação dos edifícios na parcela da escola, encontrando-se sem escala.

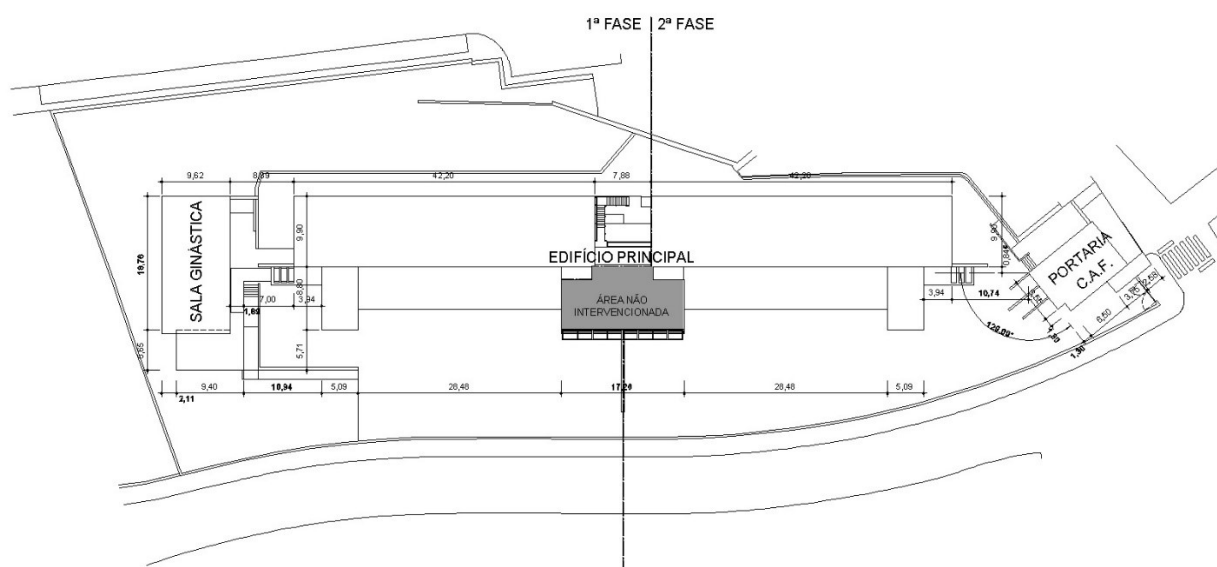


Figura 3.1 – Implantação da escola (s/ escala).

### 3.2.1 Reabilitação do edifício principal da escola

Os trabalhos previstos para o edifício principal tinham como objetivo a resolução de todas as anomalias construtivas e funcionais encontradas e a modernização do edifício para melhorar o seu desempenho de acordo com os níveis de exigência atuais.

De toda a intervenção realizada no edifício principal, destaca-se a estrutura metálica que permitiu a criação de uma galeria de forma a possibilitar a comunicação horizontal entre o primeiro piso de ambas as alas do edifício e ainda uma saída de emergência.

O edifício principal da escola é constituído pelos seguintes espaços:

- Quatro gabinetes.
- Catorze salas de aula.
- Uma biblioteca e sala de informática.
- Dois compartimentos de arrumos.
- Quatro corredores de comunicação horizontal.

- Quatro átrios.
- Dois núcleos de comunicação vertical e um ascensor mecânico.
- Duas instalações sanitárias para adultos.
- Duas instalações sanitárias para utilizadores com mobilidade reduzida.
- Uma instalação sanitária para crianças até aos 6 anos de idade, dotada de um fraldário.
- Três instalações sanitárias para crianças do sexo masculino.
- Três instalações sanitárias para crianças do sexo feminino.
- Uma galeria de comunicação entre as alas do edifício.

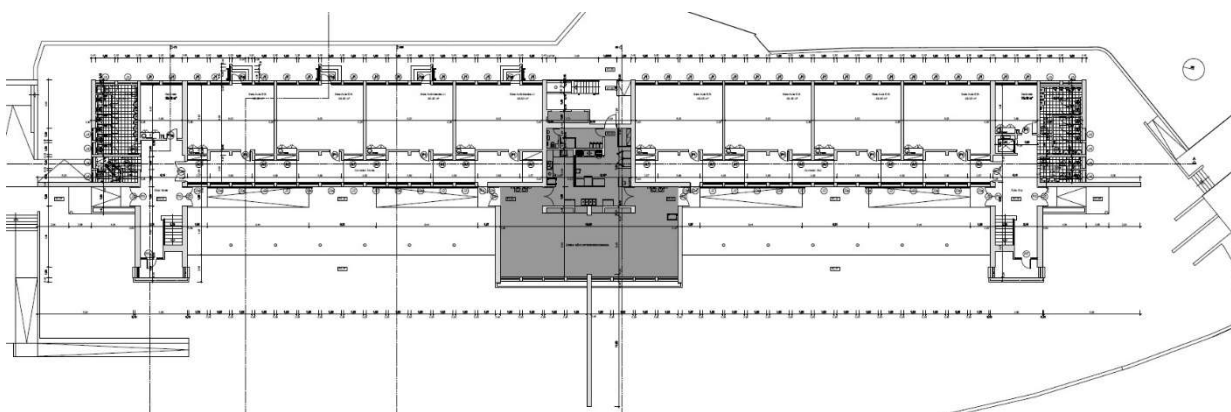
A Tabela 3.1 apresenta as áreas de cada espaço do edifício principal, separados por piso.

Tabela 3.1 – Áreas totais dos espaços do edifício principal.

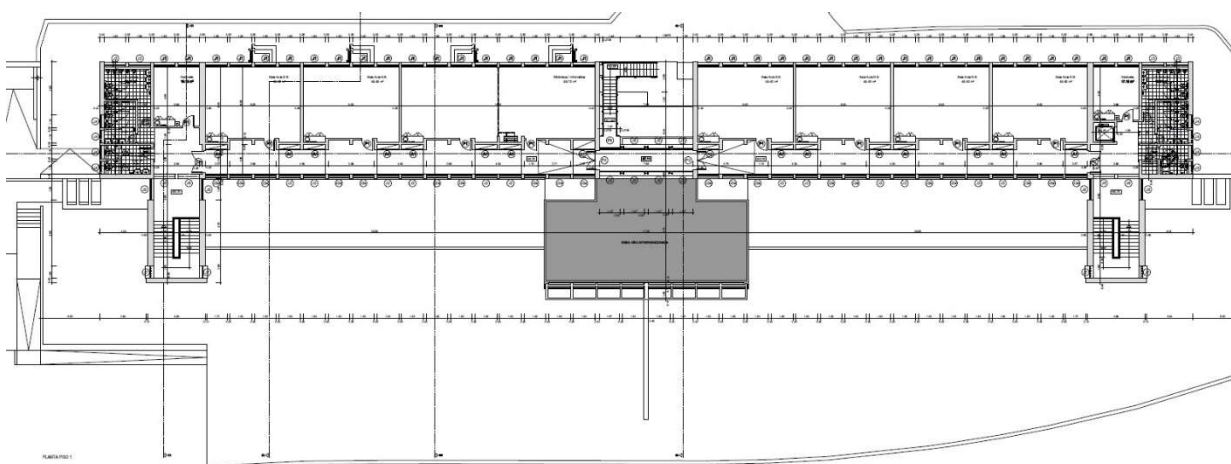
<b>Espaços do piso 0 (cota 83,04 m)</b>	<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>
Gabinetes	36,3
Salas de aula	395,0
Compartimentos de arrumos	16,2
Corredores	158,3
Átrios	53,5
Núcleos de comunicação vertical	26,2
Instalações sanitárias para adultos	9,0
Instalações sanitárias para utilizadores com mobilidade reduzida	5,7
Instalações sanitárias para crianças até aos 6 anos	24,9
Instalações sanitárias para crianças do sexo masculino	12,6
Instalações sanitárias para crianças do sexo feminino	9,4
<b>Espaços do piso 1 (cota 86,76 m)</b>	<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>
Gabinetes	36,3
Salas de aula	297,7
Biblioteca e sala de informática	99,7
Corredores	158,3
Átrios	57,3
Núcleos de comunicação vertical	40,0
Instalações sanitárias para adultos	9,0
Instalações sanitárias para utilizadores com mobilidade reduzida	5,7
Instalações sanitárias para crianças do sexo masculino	25,2
Instalações sanitárias para crianças do sexo feminino	18,8
Galeria (cota 87,11 m)	15,5

É de salientar que o piso 0 da ala Norte do edifício principal estava destinado à utilização para jardim-de-infância ao contrário das restantes áreas da escola, o que se provou ser uma condicionante no projeto de segurança contra incêndio. Isto implicou que apenas nesta zona fosse necessário a instalação de portas corta-fogo.

No que diz respeito à verificação do comportamento térmico, a intervenção foi dispensada da apresentação da Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR) atendendo ao disposto no ponto 4 do artigo 2º do DL nº 78/2006, de 4 de abril, em vigor à data do projeto e que estipula que intervenções cujo custo seja inferior a 25% do valor do edifício estão dispensadas da apresentação da DCR. Apesar da dispensa de apresentação da DCR, apenas o edifício principal não foi estudado do ponto de vista do comportamento térmico, tendo o projetista dimensionado soluções para os restantes edifícios de acordo com os requisitos da regulamentação em vigor à data do projeto. A Figura 3.2 apresenta as plantas dos pisos 0 e 1 do edifício principal, sem escala.



a) Planta do piso 0.



b) Planta do piso 1.

Figura 3.2 – Plantas do edifício principal (s/ escala).

Estas plantas podem ser consultadas, à escala de 1: 300, no Anexo I. No 0 encontra-se a declaração emitida para a justificação da ausência de emissão da DCR.

### 3.2.2 Construção de um pavilhão gimnodesportivo

O pavilhão gimnodesportivo foi uma construção nova executada a Norte do edifício principal e que é constituído por uma sala ampla para a realização de atividades desportivas, balneários para ambos os sexos separadamente e uma instalação sanitária para utilizadores com mobilidade reduzida. A sala de ginástica possui ainda uma pequena bancada na parede a nascente à cota de 82,85 m. O pavilhão tem ainda duas coberturas diferentes. Uma cobertura plana sobre os balneários à cota de 84,40 m e uma cobertura sobre a sala de ginástica com uma inclinação de aproximadamente 9,30 % e com a sua cota inferior a 87,00 m. Foi ainda executada uma estrutura metálica para criar uma ligação coberta entre o edifício principal e o pavilhão.

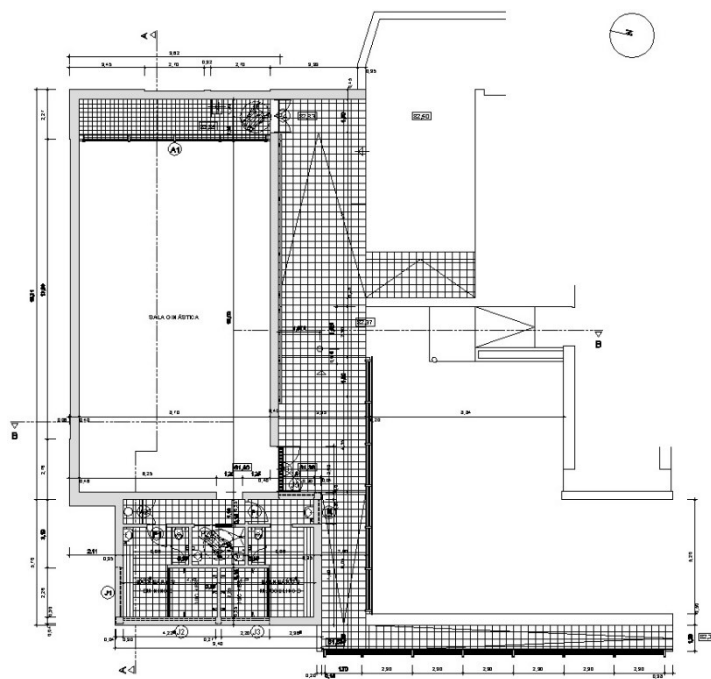
A Tabela 3.2 apresenta as áreas dos espaços do pavilhão.

Tabela 3.2 – Áreas dos espaços do pavilhão gimnodesportivo.

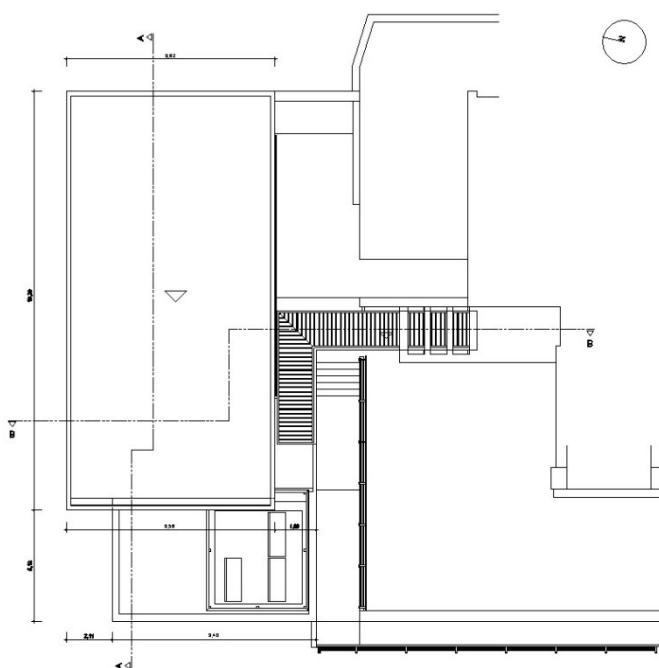
<b>Espaços do pavilhão</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Sala de ginástica	156,2
Balneários masculinos	18,5
Balneários femininos	15,0
Instalação sanitária para utilizadores com mobilidade reduzida	4,1
Bancada	16,5

Os balneários dispõem ainda de um sistema de preparação de águas quentes sanitárias (AQS). Este sistema é constituído por 3 coletores solares de 1,40 m<sup>2</sup> e um depósito com uma capacidade de 300 L.

A Figura 3.3 apresenta as plantas do piso e da cobertura do pavilhão, sem escala, onde se pode observar a definição dos espaços e a localização dos coletores solares sobre a cobertura dos balneários.



a) Planta do piso.



b) Planta da cobertura.

Figura 3.3 – Plantas do pavilhão gimnodesportivo (s/ escala).

No que diz respeito ao projeto de comportamento térmico, foi definido um sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETICS<sup>1</sup>) com uma camada de poliestireno extrudado (XPS<sup>2</sup>) com 6 cm de espessura em todas as paredes exteriores, utilizando espessuras de 3 cm apenas em locais definidos em projeto, nomeadamente pilares entre a caixilharia, conforme o previsto no projeto de arquitetura. A Figura 3.4 apresenta um corte horizontal de uma parede exterior e um pilar, sem escala, onde é possível identificar a diferença entre as espessuras do isolamento.

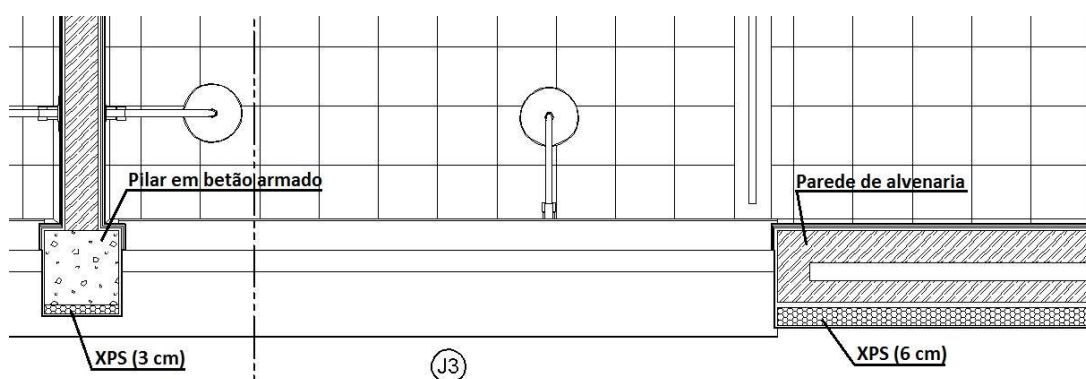


Figura 3.4 – Pormenor de diferentes espessuras de isolamento térmico (s/ escala).

### 3.2.3 Renovação do edifício da portaria

No que diz respeito à portaria, a intervenção envolvia a demolição total do edifício existente e a construção de um novo edifício com um piso e uma cave semienterrada. Estas novas instalações têm como objetivo a criação de uma nova portaria e um espaço dedicado à componente de apoio à família (CAF). Foi ainda destinado um espaço coberto no exterior do edifício e junto à Travessa Estevão Pinto para o armazenamento de resíduos sólidos.

Assim, o edifício da portaria é constituído pelos seguintes espaços:

- Duas salas de atividades.
- Um compartimento para arrumos.
- Duas instalações sanitárias para utilizadores com mobilidade reduzida.
- Duas instalações sanitárias para crianças.
- Uma instalação sanitária para adultos.
- Uma portaria.
- Uma zona coberta para armazenamento de resíduos.

A Tabela 3.3 apresenta as áreas de cada espaço da portaria, separados por piso.

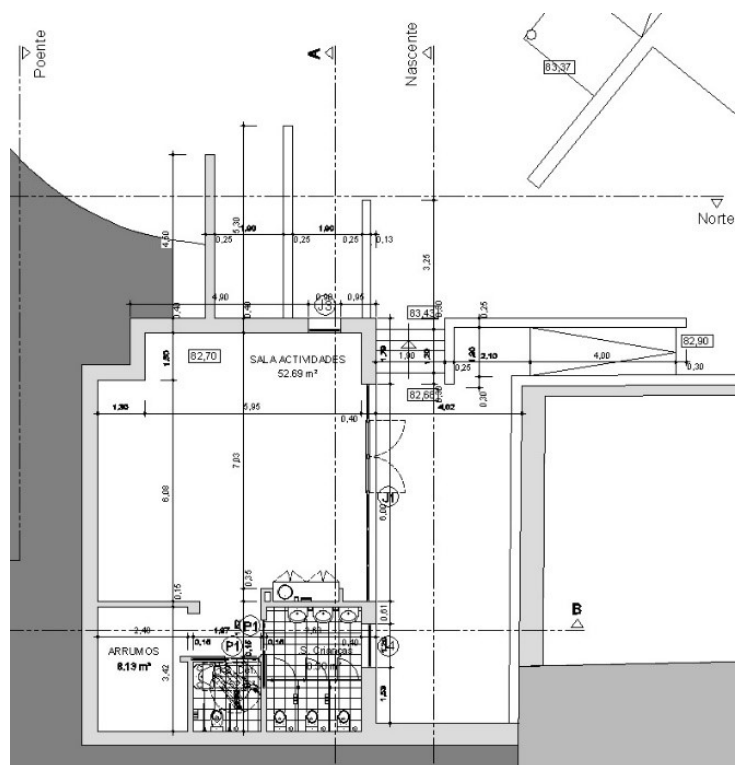
<sup>1</sup> - Sigla proveniente da definição em inglês, External Thermal Insulation Composite Systems.

<sup>2</sup> - Sigla proveniente do nome do material em inglês, Extruded Polystyrene.

Tabela 3.3 – Áreas dos espaços da portaria.

<b>Espaços da cave (cota 82,70 m)</b>	<b>Áreas (m<sup>2</sup>)</b>
Sala de atividades	52,7
Compartimento para arrumos	8,1
Instalação sanitária para utilizadores com mobilidade reduzida	3,5
Instalação sanitária para crianças	8,6
<b>Espaços do piso (cota 86,00 m)</b>	<b>Áreas (m<sup>2</sup>)</b>
Sala de atividades	44,6
Portaria	2,8
Instalação sanitária para utilizadores com mobilidade reduzida	3,5
Instalação sanitária para crianças	8,6
Instalação sanitária para adultos	1,7
Coberto para armazenamento de lixos	26,7

A Figura 3.5 apresenta as plantas do piso e da cave do edifício da portaria respetivamente, sem escala, onde é possível observar a definição dos espaços.



a) Planta da cave.



Tabela 3.4 – Áreas dos espaços de lazer exteriores

Espaços de lazer	Área (m <sup>2</sup> )
Equipamentos para crianças entre os 6 e os 10 anos	147,9
Equipamentos para crianças até aos 6 anos	41,6
Campo de jogos	216,0
Hortas	27,8

Todos os equipamentos instalados nos espaços exteriores são homologados e dotados das devidas certificações, assim como os pavimentos de borracha à sua volta.

A Figura 3.6 apresenta a planta dos arranjos exteriores, sem escala.

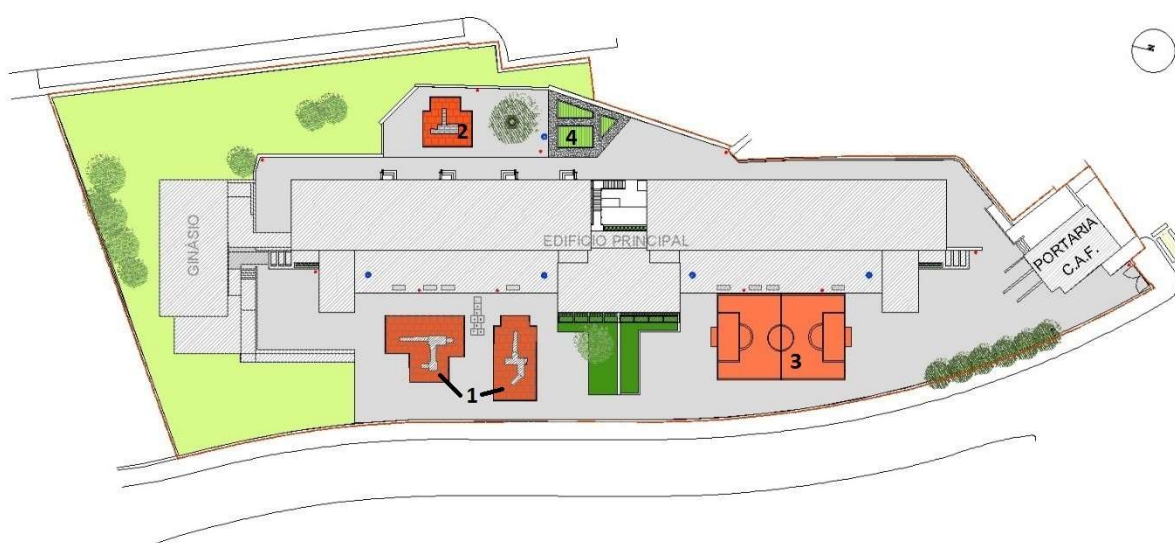
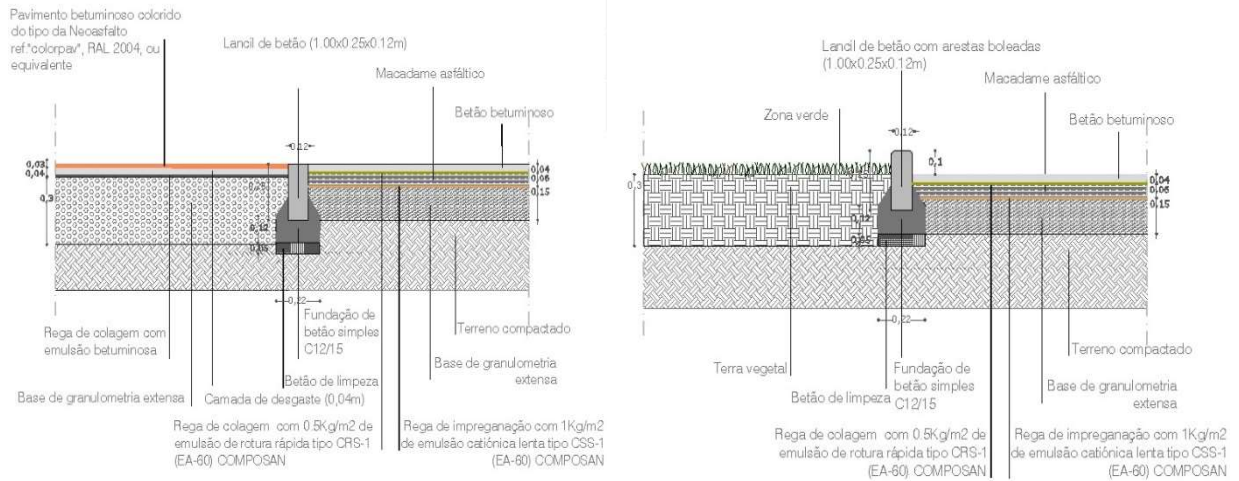


Figura 3.6 – Planta dos arranjos exteriores (s/ escala).

Todas as transições entre diferentes tipos de pavimento eram realizadas com um lancil de betão pré-fabricado, sendo que estava previsto uma diferença de 10 cm entre a face superior do lancil e o pavimento na transição entre zonas verdes e os restantes pavimentos. Já na transição entre os restantes pavimentos, o lancil era faceado pelos pavimentos. A Figura 3.7 apresenta desenhos de pormenor, sem escala, da execução de pavimentos e das transições entre eles.



a) Transição entre pavimentos com lançol faceado.

b) Transição entre pavimentos com lançol saliente.

Figura 3.7 – Pormenores de execução e transição entre pavimentos (s/ escala).

No projeto de arranjos exteriores constava também a identificação das espécies arbóreas existentes nos espaços exteriores da escola e um plano de abate e transplante de árvores e arbustos que tinham localizações incompatíveis com os restantes projetos.

A Figura 3.8 apresenta a planta do projeto de transplante com a localização final dessas espécies, sem escala.

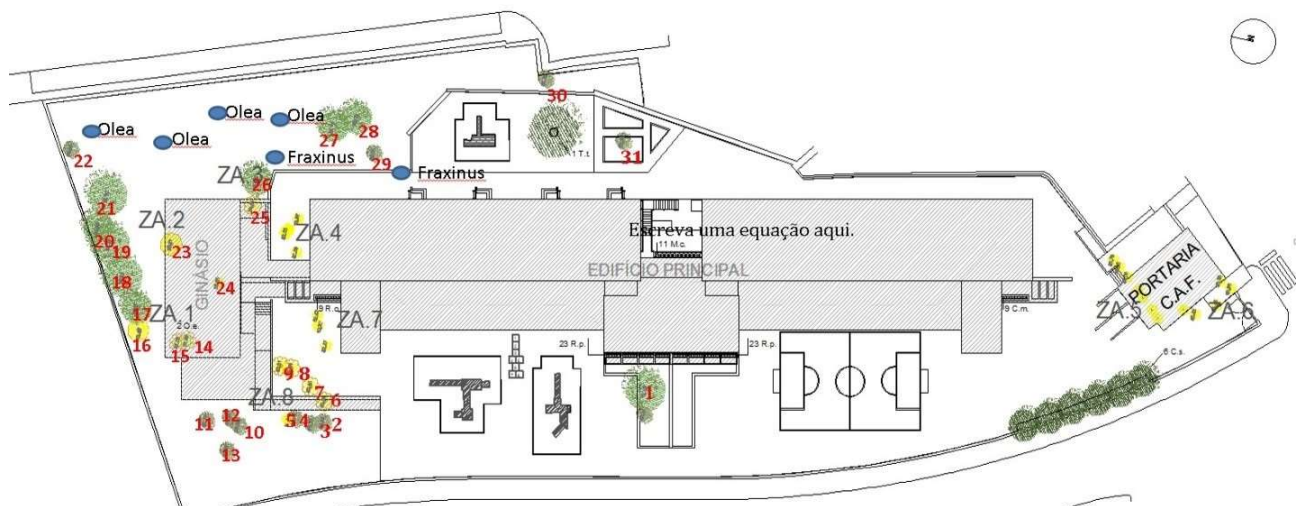


Figura 3.8 – Planta do projeto de transplante de espécies arbóreas (s/ escala).

### 3.3 COORDENAÇÃO DE SEGURANÇA EM OBRA

A coordenação de higiene e segurança no trabalho da obra foi realizada internamente, por um técnico de higiene e segurança no trabalho (THST) da empresa. A Câmara Municipal de Lisboa, na qualidade de dono de obra, contratou a empresa Consulsafety para a coordenação e fiscalização de segurança em obra (CSO).

Fazia parte do trabalho de coordenação de segurança interna e do THST as visitas semanais à obra para averiguar as condições de higiene e segurança, realização de formação aos novos trabalhadores em obra, verificação da regularidade da documentação de todos os trabalhadores e testes de alcoolémia.

Eram também realizadas reuniões semanais entre a CSO, o THST, a fiscalização da Câmara Municipal de Lisboa e a direção de obra, com o objetivo de discutir todas as questões relacionadas com as condições de higiene e segurança da obra e o desenvolvimento dos trabalhos sobre esse ponto de vista. Posteriormente era elaborado pela CSO uma ata da reunião onde constava um relatório fotográfico da visita efetuada. A Figura 3.9 apresenta o logotipo da empresa Consulsafety, responsável para coordenação e fiscalização de segurança em obra externa.



Figura 3.9 – Logotipo da empresa Consulsafety, CSO.

Enquanto adjunto do diretor de obra foram presenciadas todas as reuniões e visitas de coordenação e fiscalização de segurança, geralmente acompanhado pelo THST da empresa e tomando nota de todas as situações chamadas à atenção pela CSO, transmitindo posteriormente toda a informação ao diretor de obra e ao encarregado geral.

A Figura 3.10 apresenta o modelo de uma ata de reunião e um registo de visita, ambos elaborados pela CSO.





Figura 3.11 – Exemplos dos EPI de carater obrigatório na obra.

Existia também em obra um trabalhador que desempenhava as funções de animador de segurança. Era da sua responsabilidade estar atento a possíveis irregularidades a nível de higiene e segurança no local de trabalho e a sua correção, assim como manter os locais de trabalho limpos e desobstruídos. Também competia ao animador de segurança as funções de controlo da ferramentaria, equipamentos em obra e do portão de entrada da obra, registando todas as visitas de pessoas estranhas à obra.

O THST realizava também o controlo de alcoolémia em obra, realizando testes aleatoriamente e sempre que necessário. Os trabalhadores eram informados sobre o controlo de alcoolémia durante as ações de formação e acolhimento e os subempreiteiros através do contrato de adjudicação estabelecido com a entidade executante, no qual existe uma cláusula relativa ao controlo de alcoolémia e respetivo regulamento.

No que diz respeito a acidentes ou incidentes, estava definido pela CSO, e de acordo com a legislação em vigor, que os mesmos seriam comunicados num prazo máximo de 24 horas e que seria elaborado um relatório onde sejam identificadas as causas do acidente/incidente.

Quanto à prestação de primeiros socorros existia uma caixa de primeiros socorros no contentor da direção de obra e outro na ferramentaria. Existiam permanentemente em obra dois socorristas, o diretor de obra e o encarregado geral e ocasionalmente o THST. Os procedimentos de emergência são dados a conhecer a todos os trabalhadores aquando da sua entrada em obra em conjunto com a formação de acolhimento ministrada pelo THST. Existiam também em obra equipamentos de combate a incêndio distribuídos pelos contentores da direção de obra e fiscalização, ferramentaria, equipamentos e quadro elétrico.

Procurou-se sempre que todos os trabalhos em altura no interior dos edifícios fossem realizados em andaimes devidamente montados, equipados com escadas de acesso interiores e todos os guarda-corpos necessários. No entanto nem todos os subempreiteiros tinham acesso a esses andaimes ou não os utilizavam corretamente pelo que foram várias vezes chamados à atenção para a necessidade de realizar os trabalhos em segurança. A Figura 3.12 apresenta exemplos de uma boa montagem e utilização de andaimes em obra.



a) Andaime de apoio aos trabalhos de eletricista.



b) Andaime de apoio aos trabalhos de pintura.

Figura 3.12 – Andaimos de apoio aos trabalhos interiores devidamente montados.

Os andaimes utilizados em trabalhos em altura nas fachadas dos edifícios e a sua montagem foram subcontratados pela entidade executante a outra empresa. Durante a montagem dos andaimes constatou-se a falta de preocupação dos trabalhadores para a sua própria segurança, encontrando-se a montar os andaimes sem a utilização do devido arnês, pelo que foram alertados e corrigiram a situação de imediato. A Figura 3.13 apresenta os andaimes exteriores utilizados.



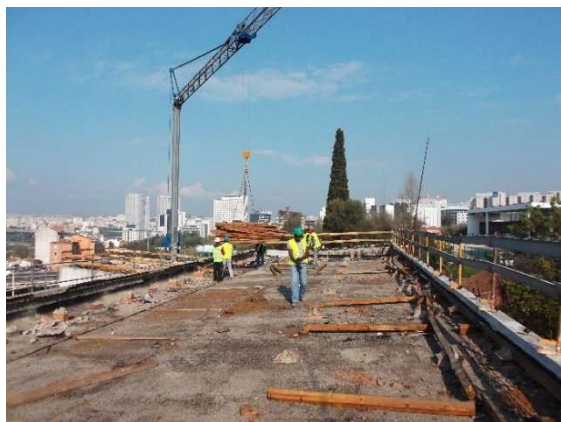
a) Andaime exterior montado na fachada nascente.



b) Andaime exterior montado na fachada Norte.

Figura 3.13 – Andaimos exteriores devidamente montados.

Todos os trabalhos em coberturas foram realizados com guarda-corpos em todo o perímetro das coberturas como medida de proteção coletiva. A Figura 3.14 apresenta os guarda-corpos nas coberturas da escola.



a) Guarda corpos da cobertura do edifício principal.



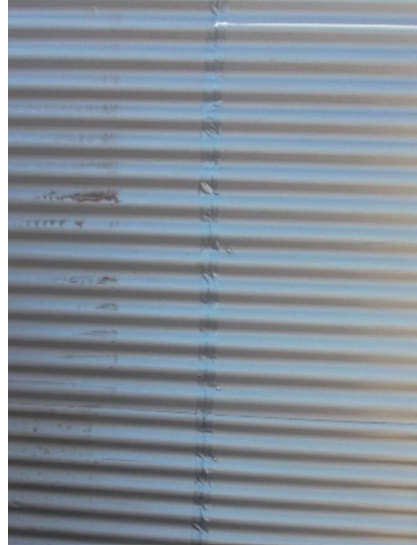
b) Guarda corpos da cobertura do pavilhão gimnodesportivo.

Figura 3.14 – Guarda corpos montados em coberturas dos edifícios.

As vedações que separavam a zona da obra do espaço de recreio dos alunos foram realizadas com chapas metálicas onduladas sobrepostas e aparafusadas a prumos de madeira existentes do lado da obra. As arestas salientes resultantes da sobreposição de chapas e das esquinas da vedação apresentavam um perigo para a comunidade escolar pelo que foram protegidas com plástico ou fita-cola. No entanto constou-se que em pouco tempo as crianças removiam a fita-cola colocada pelo que foi necessário chamar a atenção das educadoras para essa situação pois tratava-se de uma questão de segurança dos alunos. A Figura 3.15 apresenta as proteções utilizadas nas arestas salientes das chapas.



a) Proteção de cantos da vedação em chapa metálica.



b) Proteção de sobreposição de juntas da vedação de chapa metálica.

Figura 3.15 – Proteções da vedação em chapa metálica.

Todos os taludes existentes em obra eram devidamente sinalizados e vedados e foi também sinalizada e vedada uma zona de trabalho dentro do espaço de atividades da escola no âmbito da substituição da vedação existente. No entanto foi necessário por varias vezes chamar à atenção o trabalhador responsável pela animação de segurança em obra devido à falta de sinalização em algumas situações para que as mesmas fossem corrigidas. A Figura 3.16 apresenta ambas as situações mencionadas com a devida sinalização.



a) Delimitação de zonas com desníveis acentuados.



b) Delimitação de zona de trabalho no recreio da escola em funcionamento.

Figura 3.16 – Sinalização e delimitação de zonas de perigo.

A Figura 3.17 apresenta a escada de madeira provisória que foi criada em obra para o acesso em segurança à cobertura dos balneários e a plataforma elevatória alugada pela entidade executante para a realização em segurança dos trabalhos no teto do pavilhão gimnodesportivo.



a) Escada de acesso à cobertura dos balneários.



b) Plataforma elevatória para trabalhos em altura.

Figura 3.17 – Escada provisória de acesso à cobertura e plataforma elevatória.

### 3.3.2 Organização do estaleiro

Conforme foi exposto no capítulo anterior, a intervenção foi realizada de forma faseada de modo a não interromper as atividades escolares. Isto implicou a criação de uma planta de estaleiro para cada fase da obra e o planeamento da mudança das instalações no final dos trabalhos da primeira fase, marcando a transição para a segunda fase da obra. No entanto a distribuição das instalações para a primeira fase revelou-se incompatível com o desenvolvimento dos trabalhos. Constatou-se também que o mesmo já não aconteceria na segunda fase da obra onde a distribuição das instalações já não interferia com os trabalhos. Assim, desenvolveu-se uma planta de estaleiro transitória a ser executada ainda durante a primeira fase mas com parte das instalações já na sua localização prevista para a segunda fase. Esta planta foi desenvolvida em conjunto com o THST e o diretor de obra e submetida à CSO para aprovação. Aprovação esta que foi dada após um acordo entre a CSO e a direção de obra sobre a utilização de chapa metálica ondulada, com proteções próprias nas vedações entre o estaleiro e os espaços da escola em funcionamento.

A CSO levantou também questões sobre os acessos da comunidade escolar às instalações em funcionamento durante a segunda fase pelo que a planta de estaleiro da segunda fase foi revista em conjunto com o THST, redefinindo e pormenorizando os acessos da comunidade escolar e da obra.

Estava previsto em projeto o recuo do portão de entrada aproximadamente 2,70 m em relação à sua posição inicial para a criação de um espaço no canto entre a Travessa Estevão Pinto e a Rua de Campolide, para que familiares dos alunos possam parar os carros sem obstruir a Travessa Estevão Pinto. Isto implicava demolir cerca de 2,70 m do muro exterior virado à Rua de Campolide. Foi então decidido que seria criado um portão de acesso à obra no local previsto em projeto para a execução do novo portão, criando junto ao muro demolido uma porta-homem para o acesso da comunidade escolar a um corredor com cerca de 1,20 m de largura e feito com vedação de chapa metálica até ao final da zona de estaleiro, guiando a comunidade escolar até à zona escolar. Seria ainda criado um portão de acesso à zona escolar na zona limite entre a zona escolar e o estaleiro para permitir o acesso de veículos para descargas de refeições e de uma docente da escola com mobilidade reduzida. A Figura 3.18 ilustra o pormenor dos acessos acima descritos numa planta sem escala, onde o caminho de circulação da comunidade escolar se encontra identificado pelas pegadas a azul.

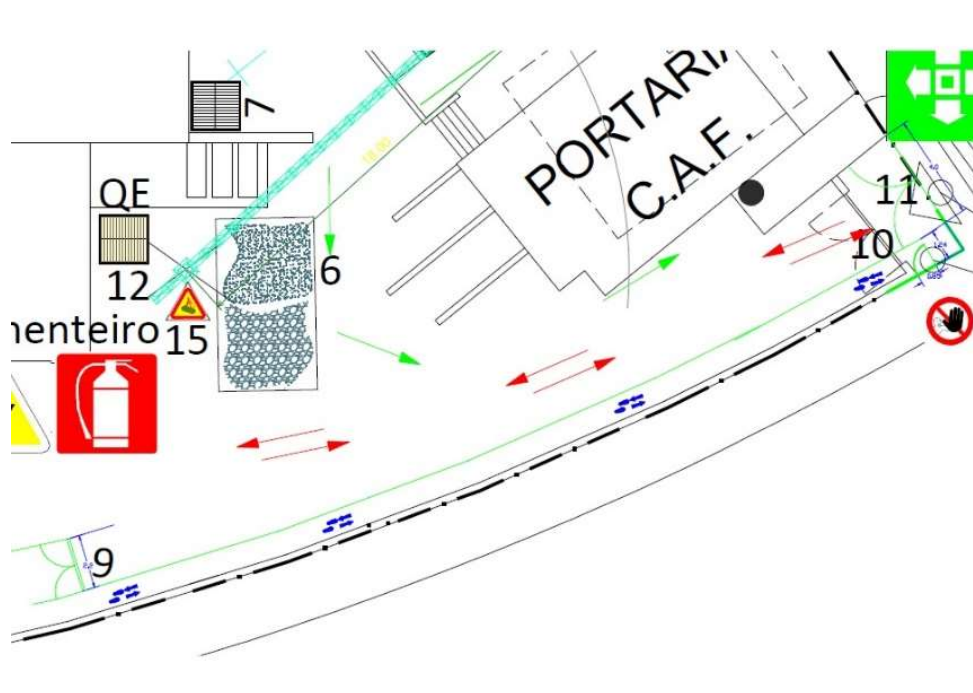


Figura 3.18 – Acessos da comunidade escolar na segunda fase da obra (s/ escala).

As plantas de estaleiro, sem escala, da primeira e segunda fase, assim como a planta transitória, podem ser consultadas nos Anexos III, IV e V.

### 3.3.3 Desvio da via pública

O desvio da rede de saneamento pública, prevista em projeto, implicava a realização de trabalhos na via pública, nomeadamente a abertura de valas para a aplicação de tubagem e execução de caixas de visita, quer na Rua de Campolide quer na Travessa Estevão Pinto.

Foi então desenvolvido em conjunto com o THST e o diretor de obra, um projeto de intervenção e condicionamento de trânsito para a execução dos trabalhos necessários, criando um plano de sinalização com o objetivo de manter o fluxo de tráfego com a menor interferência possível, diminuindo o impacto negativo provocado pela obra em duas ruas bastante movimentadas. A Travessa Estevão Pinto dá acesso a um centro paroquial e à Universidade Nova de Lisboa e a Rua de Campolide é uma das avenidas mais movimentadas de Campolide, fazendo a ligação entre a Avenida Calouste Gulbenkian e a Avenida Engenheiro Duarte Pacheco.

Os trabalhos a executar consistiam na desativação de uma caixa de visita na Travessa Estevão Pinto, para evitar a passagem da rede pública pelo interior do terreno da escola e a criação de uma nova caixa de visita ao lado para receber as águas de saneamento provenientes de montante. Estava ainda prevista a execução de novas caixas de visita de modo a ligar esta nova caixa de visita a uma caixa de visita existente no separador central da Rua de Campolide.

A Figura 3.19 e a Figura 3.20 apresentam o projeto de desvio da rede de saneamento pública e o plano de sinalização e desvio de trânsito respetivamente. Este plano foi posteriormente submetido à aprovação da CSO e do departamento de trânsito da Câmara Municipal de Lisboa.

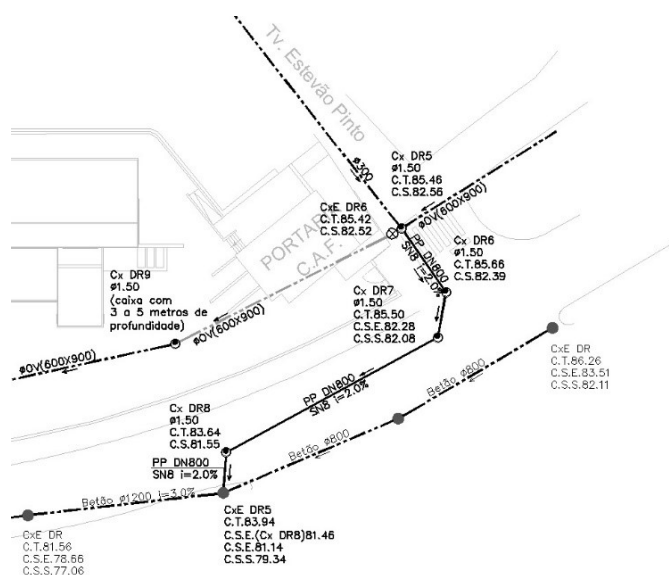


Figura 3.19 – Projeto de desvio da rede de saneamento pública.

A solução encontrada em conjunto com o THST previa a interrupção total de uma das faixas de rodagem e a criação de um separador central entre as duas vias de circulação da outra faixa de rodagem e permitindo a retoma da normal circulação no menor espaço possível, de modo a permitir a circulação com o mínimo de transtorno possível.




Figura 3.20 – Plano de sinalização e desvio de trânsito.

### 3.3.4 Procedimento de trabalho com riscos especiais

Fazia parte do Plano de segurança e saúde (PSS) a descrição detalhada dos procedimentos de trabalho com riscos especiais (PTRE) sempre que o grau de risco ou a complexidade de determinada atividade o justificasse. Este documento consiste na descrição detalhada da atividade a desempenhar, quais os seus condicionalismos, os métodos construtivos, equipamentos e materiais a utilizar, os riscos inerentes à atividade assim como as devidas medidas de prevenção, equipamentos de proteção coletiva (EPC) e individual (EPI). Ao longo do decorrer dos trabalhos foram elaborados os seguintes PTRE:

- PTRE 01 – Montagem e desmontagem de estaleiro.
- PTRE 02 – Demolições.
- PTRE 03 – Montagem e utilização de andaimes.
- PTRE 04 – Micro estacas.
- PTRE 05 – Abate de árvores.
- PTRE 06 – Betão armado.
- PTRE 07 – Desvio de conduta de esgoto.
- PTRE 08 – Remoção de cobertura em fibrocimento.
- PTRE 09 – Trabalhos na cobertura.
- PTRE 10 – Escavação e abertura de valas.

Todos os PTRE à exceção do 10º já tinham sido elaborados pelo THST à data do início do estágio. O PTRE 10 foi elaborado em conjunto com o THST, prestando-lhe todo o auxílio necessário à adaptação do procedimento às condicionantes em obra e aos trabalhos de escavação em projeto que deram origem a este procedimento. A Figura 3.21 apresenta um excerto do procedimento elaborado.

	<b>PLANO DE TRABALHO COM RISCO ESPECIAL</b> <b>ESCAVAÇÃO E ABERTURA DE VALAS</b> <b>PTRE N.º 10</b>	Revisão:00 Edição: 00 Data: 14.03.2016 Página 6-10
---	---	---

A escavação será realizada com uma mini giratória existente em obra e serão realizados taludes com as inclinações adequadas para que seja possível trabalhar em segurança dentro da vala. A vala estará devidamente sinalizada e protegida. O acesso ao interior da respectiva vala é através de uma rampa provisória com menos inclinação a ser executada numa das extremidades da mesma.

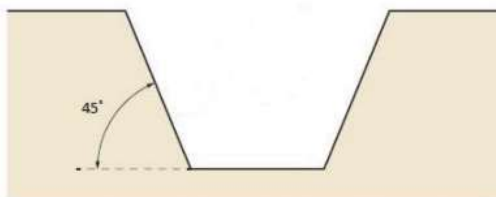


Figura 3.21 – Excerto do PTRE 10 – Escavação e abertura de valas.

### 3.3.5 Documentação de subempreiteiros e trabalhadores

De acordo com o DL nº 273 / 2013, de 29 de outubro e com o plano de segurança e saúde (PSS), todos os trabalhadores e empresas presentes em obra devem ter toda a sua documentação regularizada para poder exercer atividades em obra.

No momento da adjudicação de trabalhos era imediatamente solicitado à empresa subcontratada o envio de toda a documentação necessária, nomeadamente a seguinte documentação da empresa:

- Alvará.
- Cópia do cartão de contribuinte.
- Apólice de seguro de acidentes de trabalho (AT) e comprovativo de pagamento.
- Apólice de seguro de responsabilidade civil (RC) e comprovativo de pagamento.
- Folha de descontos para a Segurança Social e comprovativo de pagamento.
- Declaração de não dívida à Segurança Social.
- Declaração de não dívida às Finanças.
- Horário de trabalho.
- Nome do responsável em obra.
- Carta de entrega do PSS assinada.

Era ainda solicitada a seguinte documentação para cada trabalhador da empresa:

- Cópia do Cartão de Cidadão, Bilhete de Identidade, Título de Residência ou Passaporte.
- Número de identificação fiscal (NIF).
- Ficha de aptidão médica.
- Ficha de distribuição de EPI.
- Credenciação de manobrador (quando aplicável).

No caso de a empresa utilizar equipamentos próprios, era também solicitada a seguinte documentação referente aos mesmos:

- Certificado de conformidade CE em português.
- Plano de manutenção do equipamento.
- Registo da última manutenção / revisão.
- Manual de instruções disponível nos equipamentos em português.
- Apólice de seguro de responsabilidade civil automóvel / equipamentos e comprovativo de pagamento.

No entanto constatou-se algumas dificuldades em obter toda a documentação necessária atempadamente. Nesse sentido, uma das tarefas desempenhadas foi verificar diariamente quais os trabalhadores presentes em obra de modo a identificar situações irregulares e procurar resolvê-las o mais rápido possível, quer junto do técnico de higiene e segurança no trabalho (THST) e do diretor de obra, quer junto dos responsáveis dos subempreiteiros.

Uma outra tarefa desempenhada foi a compilação de toda a documentação recebida em mapas próprios para o mesmo e verificação da regularidade de toda a documentação, solicitando a atualização ou correção de alguma documentação junto dos subempreiteiros sempre que necessário.

Nos Anexos VI, VII e VIII é possível observar a estrutura dos mapas elaborados para o registo da documentação das empresas, trabalhadores e equipamentos respetivamente.

### **3.4 DIREÇÃO DE OBRA**

No âmbito do estágio foram desempenhadas tarefas de acordo com o cargo atribuído de adjunto ao diretor de obra. O diretor de obra é a entidade responsável pelo desenvolver dos trabalhos e o primeiro representante em obra da entidade executante. Ao longo da execução da obra é da responsabilidade do diretor de obra as seguintes tarefas, entre outras.

- Gestão de recursos produtivos (mão-de-obra, materiais, equipamentos e subempreitadas).
- Preparação técnica de todos os trabalhos.
- Estabelecer a ligação entre a entidade executante e o dono de obra.
- Estabelecer a ligação entre a obra e as chefias e a sede da empresa.
- Controlo orçamental da obra (custos e faturação).
- Gerir alterações (soluções de projeto, trabalhos a mais e a menos, fornecedores e subempreiteiros).
- Propor alternativas mais eficazes e/ou económicas ao dono de obra.
- Coordenação de saúde, segurança e impactos ambientais da obra.
- Planeamento e controlo de prazos de execução.

Enquanto adjunto ao diretor de obra o principal objetivo das tarefas desempenhadas era apoiar o diretor de obra no desempenho das suas tarefas durante a execução da obra. Com o apoio do diretor de obra, foi possível a adaptação à empresa e às suas metodologias de trabalho, permitindo por sua vez desempenhar tarefas de maior responsabilidade, nomeadamente:

- Coordenação de segurança em obra (abordado no subcapítulo anterior).
- Controlo de receção de material em obra.
- Redação de atas de reunião de obra.
- Compilação de informação técnica para aprovação de soluções alternativas aos projetos.
- Controlo de custos e faturação da obra.
- Elaboração de medições e autos de medição.
- Revisão do planeamento da obra.
- Acompanhamento dos trabalhos (a abordar no subcapítulo seguinte).

Todas as tarefas desempenhas serão apresentadas detalhadamente de seguida.

### **3.4.1 Pedidos de requisição de compra**

A requisição de compra (RC) é um documento elaborado pelo departamento de compras da empresa que dá origem ao lançamento de consulta de preços junto de fornecedores e/ou subempreiteiros. O pedido de RC é feito pela direção de obra e consiste num documento onde a obra identifica todos os materiais que precisa comprar ou trabalhos que precisa de adjudicar, utilizando códigos previamente definidos pela empresa para cada tipo produto e indicando as quantidades de que necessita e a data de entrega pretendida. Posteriormente o departamento de compras cria a RC no seu programa de gestão empresarial e dá seguimento à requisição.

Enquanto adjunto ao diretor de obra foram preparados diversos pedidos de RC nomeadamente para o fornecimento de cimento, blocos cerâmicos, equipamentos para instalações sanitárias, diversas argamassas, acessórios de sinalética e acessórios para redes de drenagem e saneamento, assim como pedidos de RC para fornecimento e aplicação de cantarias, funilarias, assentamento de pavimentos de borracha e execução de pavimento betuminoso.

A Figura 3.22 apresenta um exemplo de um pedido de RC.

CARI CONSTRUTORES		REQUISITANTE	DATA DE EMISSÃO				
grupo dist		David Santos (2433)	08/03/2016				
<b>PEDIDO DE MATERIAIS</b>		OBRA / DEP.	CÓDIGO	PEDIDO N.º			
		Escola EB1/JI Mestre Querubim Lapa - Lisboa	OR0041	74			

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO SAP	UN.	OBSERVAÇÕES	N.º / QUANT.	DATA P/ ENTREGA	ELEMENTO PEP	REQ. SAP
VDL0002	VIDRO	UN	Vidro Laminado Acustico 44,1 + Liso 6 Alt x Larg 0,750 x 0,807 (m)	12	14/03/2016	OR-0041-P-05	
VDL0002	VIDRO	UN	Vidro Laminado Acustico 44,1 + Liso 6 Alt x Larg 0,748 x 0,807 (m)	8	14/03/2016	OR-0041-P-05	
VDL0002	VIDRO	UN	Vidro Laminado Acustico 44,1 + Liso 6 Alt x Larg 0,744 x 0,807 (m)	4	14/03/2016	OR-0041-P-05	
VDL0002	VIDRO	UN	Vidro Laminado Acustico 44,1 + Liso 6 Alt x Larg 0,755 x 0,807 (m)	4	14/03/2016	OR-0041-P-05	
VDL0002	VIDRO	UN	Vidro Laminado Acustico 44,1 + Liso 6 Alt x Larg 0,825 x 0,270 (m)	2	14/03/2016	OR-0041-P-05	
VDL0002	VIDRO	UN	Vidro Laminado Acustico 44,1 + Liso 6 Alt x Larg 0,827 x 0,240 (m)	2	14/03/2016	OR-0041-P-05	

Figura 3.22 – Extrato da RC 74 – Vidro para caixilharias.

### 3.4.2 Mapas de custos de material

Os mapas de custos de material eram elaborados para RC de materiais e/ou trabalhos menos correntes ou quando existia a necessidade de negociar melhor os preços com os fornecedores ou subempreiteiros. Estes mapas eram elaborados pela direção de obra que consultava o preço de venda ao cliente de cada produto pedido.

Para cada produto e/ou trabalho eram estabelecidos três preços:

- Preço de venda ao cliente.
- Preço seco objetivo (90% do preço de venda ao cliente).
- Preço objetivo (95% do preço seco objetivo).

Para além destes valores, todas as considerações tomadas pelo orçamentista e a informação do fornecedor considerado em fase de concurso eram registadas nestes mapas de modo a fornecer o máximo de informação possível ao departamento de compras de modo a conseguir o melhor negócio possível.

Enquanto adjunto ao diretor de obra foram preparados mapas de custos em conjunto com este, nomeadamente os acessórios de sinalética e os acessórios para as redes de drenagem e saneamento.

A Figura 3.23 apresenta um exemplo da estrutura de um mapa de custos de material onde, por motivos de confidencialidade, os preços foram alterados.


REQUISITANTE: <b>Davide Santos (2433)</b>							REQUISIÇÃO SAP:					
PREÇO DE REFERÊNCIA: <input type="checkbox"/> PREÇO VENDA <input type="checkbox"/> PREÇO SECO <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> PREÇO SECO OBJECTIVO							VALOR: <b>4,28 €</b>					
FURNEDORES CONSULTADOS:							DATA DE EMISSÃO: <b>15/03/2016</b>					
SUGESTÕES DE CONSULTA:							DATA P/ INÍCIO:					
 <b>OR-0041 BENEFICIAÇÃO DA ESCOLA EB1/JI MESTRE QUERUBIM LAPA</b>												
<b>PROCESSO DE ADJUDICAÇÃO</b>												
SERVIÇO/FURNECIMENTO:					CÓDIGO SAP:		PREÇO SECO OBJECTIVO		PREÇO SECO		PREÇO VENDA	
ELEM. PEP	ART.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANT.	P UNIT.	P TOTAL	P UNIT.	P TOTAL	P UNIT.	P TOTAL		
OR-0041-P-03												
9		9 - DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS										
9.2		ÁGUAS PLUVIAIS										
9.2.1		REDE DE COLECTORES EM VALA										
9.2.1.13		Fornecimento e assentamento de grelha em FF com aro do Tipo FUCOLI ou equivalente, anti-roubo (esp.=4cm), inclui aro no mesmo material, tudo devidamente assente e chumbado com argamassa de cimento e areia ao traço previsto, com todas as sujeições quer de material quer de acabamento. Tudo de acordo com o previsto em Projecto. Dimensões: As indicadas em Projecto	un	2,00	0,86 €	1,71 €	0,95 €	1,90 €	1,00 €	2,00 €		
9.2.1.20		Fornecimento e assentamento de grelha em FF com aro do Tipo FUCOLI ou equivalente, anti-roubo (esp.=4cm), inclui aro no mesmo material, tudo devidamente assente e chumbado com argamassa de cimento e areia ao traço previsto, com todas as sujeições quer de material quer de acabamento. Tudo de acordo com o previsto em Projecto. Dimensões: As indicadas em Projecto	un	3,00	0,86 €	2,57 €	0,95 €	2,85 €	1,00 €	3,00 €		
						4,28 €						

Figura 3.23 – Mapa de custos de material – ralos de pinha.

### 3.4.3 Autos de medição de subempreiteiros

O auto de medição é o documento emitido pela direcção de obra e que dá origem à emissão de faturação dos subempreiteiros. Estes autos são elaborados todos os meses, implicando uma contabilização mensal dos trabalhos executados por cada subempreiteiro.

Enquanto adjunto ao diretor de obra, foram executadas medições de diversos trabalhos, quer sozinho quer acompanhado por representantes dos subempreiteiros de modo a contabilizar os trabalhos executados. Posteriormente e em conjunto com o diretor de obra essas medições davam origem ao auto de medição que era enviado pela direcção de obra para a sede da empresa que tomava conhecimento e validava o mesmo, enviando-o para o subempreiteiro para o validar e emitir a sua fatura.

A Figura 3.24 apresenta exemplos da estrutura das folhas de medições utilizadas e do cabeçalho de um auto de medição.

## FOLHA DE MEDIÇÕES

Data:

Elaborou:

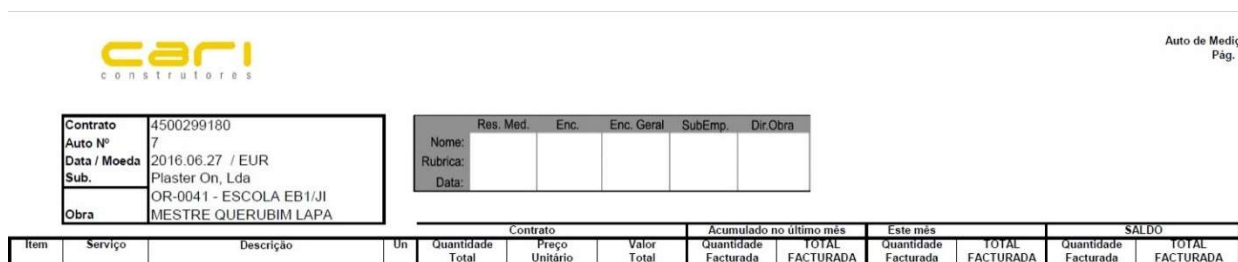
Cliente:


Obra:

Código:

Art.º	Designação dos Trabalhos	Un.	Partes Iguais	Ferro $\phi$ (mm)	Dimensões			Quantidades		Preço	
					Comp.	Larg.	Altura	Parciais	Totais	Unitário	Total Art.º
5.3.10.3.3.1	Salas- Piso 0	m2	4		7,25	4,84		140,36			
5.3.10.3.3.1	Salas- Piso 1	m2	2		7,25	4,84		70,18			
5.3.10.3.3.1	Salas- Piso 1	m2	1		16,31	5,24		85,46			
5.3.10.3.3.1	Salas- Piso 1	m2	-1		1,04	5,24		-5,45			
5.3.10.3.3.1	Salas- Piso 1	m2	-1		0,51	0,60		-0,31	<b>290,25</b>		<b>0,00 €</b>
5.1.9.3.2.1	Tectos Ginásio	m2	5		8,65	2,45		105,96			
5.1.9.3.2.1	Tectos Ginásio	m2	1		8,65	2,00		17,30			
5.1.9.3.2.1	Tectos Ginásio	m2	1		8,65	1,65		14,27	<b>137,54</b>		<b>0,00 €</b>
5.1.9.1.8	Parede Ginásio	m2	1		8,65	1,25		10,81			
5.1.9.1.8	Parede Ginásio	m2	-2		0,35	1,25		-0,88	<b>9,94</b>		<b>0,00 €</b>

a) Folha de registo de medições.





Auto de Mediç  
Pág. 1

<b>Contrato</b> 4500299180	<b>Res. Med.</b>	<b>Enc.</b>	<b>Enc. Geral</b>	<b>SubEmp.</b>	<b>Dir.Obra</b>
<b>Auto Nº</b> 7	<b>Nome:</b>				
<b>Data / Moeda</b> 2016.06.27 / EUR	<b>Rubrica:</b>				
<b>Sub.</b> Plaster On, Lda	<b>Data:</b>				
<b>Obra</b> OR-0041 - ESCOLA EB1/JI MESTRE QUERUBIM LAPA					

Item	Serviço	Descrição	Un	Contrato			Acumulado no último mês		Este mês		SALDO	
				Quantidade Total	Preço Unitário	Valor Total	Quantidade Facturada	TOTAL FACTURADA	Quantidade Facturada	TOTAL FACTURADA	Quantidade Facturada	TOTAL FACTURADA

b) Cabeçalho de um auto de medição.

Figura 3.24 – Folha de registo de medições e auto de medição.

### 3.4.4 Pedidos de aprovação de material ou equipamento

O pedido de aprovação de material ou equipamento (PAME) é o documento enviado pela direção de obra à fiscalização da Câmara Municipal de Lisboa para a aprovação de uma solução alternativa à estipulada em projeto. Este pedido é sempre acompanhado por toda a documentação técnica necessária para que a fiscalização possa tomar uma decisão acertada sobre a aprovação ou reprovação do pedido.

Enquanto adjunto do diretor de obra foram elaboradas diversas PAME que implicaram, para além da elaboração do próprio pedido de aprovação, a pesquisa e recolha de toda a documentação técnica necessária. São exemplos de PAME criadas as que dizem respeito às tintas a utilizar no interior do edifício, ao pavimento betuminoso colorido a utilizar no campo de jogos ou às tampas de ferro fundido utilizadas nas caixas de visita.

No Anexo IX é possível consultar um exemplo de uma PAME.

### 3.4.5 Atas de reunião de obra

As reuniões de obra eram realizadas semanalmente e entre a entidade executante, a fiscalização da Câmara Municipal de Lisboa e eventualmente representantes de subempreiteiros quando fosse relevante para os assuntos a discutir na reunião. Estas reuniões tinham como o objetivo discutir o desenvolvimento dos trabalhos e esclarecer dúvidas sobre o mesmo. Era também nestas alturas que se discutiam assuntos como os autos de medição, erros e omissões e pedidos de aprovação de materiais ou equipamentos.

No papel de adjunto ao diretor de obra foram presenciadas todas as reuniões de obra possíveis, tomando sempre nota de todos os assuntos debatidos durante as mesmas. No final era uma função do adjunto a redação da ata da reunião de obra para que tudo o que foi discutido ficasse registado. Posteriormente a ata era verificada pelo diretor de obra e por fim validada pela fiscalização que transcrevia e adicionava tudo o que achasse oportuno de modo a redigir a versão final da ata para ser assinada por todos os presentes e arquivada.

A Figura 3.25 apresenta cabeçalhos exemplares das atas de reunião elaboradas por ambas as entidades.

		<b>ACTA DE REUNIÃO</b>	
grupo dst			
OBRA: <b>OR0041- E_29/DMPO/DCME/DPE/13_ "Beneficiação geral, ampliação e espaços exteriores da EB1/JI Mestre Querubim Lapa - Financiamento de PIPARU"</b>		DATA: 21/04/2016	ACTA N.º: 30
Presentes:	Assinaturas:	Presentes:	Assinaturas:
<b>CARI:</b> Eng.º Davide Santos Eng.º Pedro Pacheco Sub Diera Sub Betoplano		Eng.º Miguel Barradas Sr. João Calçada Sr. Vítor Nave Eng.º Alexandre Santos Arq. Moore Vieira Arq.ª Fátima Fonseca	
Nota: Caso esta acta não seja devolvida e contestada no espaço máximo de uma semana após o seu envio, o seu conteúdo será considerado aceite por todos os intervenientes.			
PONTO Nº.	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEIS/PRAZOS	

- a) Cabeçalho exemplar de uma ata de reunião redigida pela entidade executante.



Obra: **CARI**  
CONSTRUTORA

**BOLETIM DE RECEPÇÃO DE MATERIAIS**

Parque de Materiais     
  Excedente de obra     
  Fornecedor     

GUIA N.º	DATA	UN.	QT. GUIA	QT. MEDIDA	DESIGNAÇÃO	C/NC	OBSERVAÇÕES	RUBRICA
361059	11/05/2016	un	15,00	15,00	Tampa rebaixada FFD Portus 400 B125	c		
361059	11/05/2016	un	11,00	11,00	Tampa rebaixada FFD Portus 600 B125	c		

Figura 3.26 – Exemplo de registo de entrada de material.

### 3.4.7 Controlo orçamental da obra

O controlo orçamental é uma das tarefas mais importantes da direção de obra. Para fazer um controlo verdadeiramente rigoroso, tendo em conta todos os custos diretos e indiretos, é necessário saber:

- Montante faturado ao dono de obra.
- Quantidade de trabalhos a mais e a menos.
- Erros e omissões.
- Custos associados a subempreiteiros.
- Custos de mão-de-obra própria.
- Custos de materiais.
- Custos de equipamentos.
- Custos de transporte.

Foi desenvolvido um mapa, em Excel, com o objetivo de realizar um controlo orçamental rigoroso da obra. Este mapa encontra-se dividido em três partes essenciais. Os custos associados a subcontratação, custos associados a materiais comprados pela empresa e por último a faturação associada aos trabalhos de caderno de encargos e trabalhos a mais.

O departamento de compras da empresa realiza mensalmente mapas com os custos acumulados associados à obra e que posteriormente envia para a direção de obra. Geralmente a compra de materiais para a obra passava pelo estaleiro da empresa, resultado das requisições de compra previamente criadas. Nesse sentido, as faturas dos materiais provenientes do estaleiro não passavam pela direção de obra, pelo que esses custos eram sempre obtidos através dos mapas enviados pelo departamento de compras.

Já as faturas relativas ao aluguer de equipamentos e prestação de serviços de outras empresas como a recolha de resíduos, bombagem de betão e de transporte de mercadorias eram semanalmente enviadas para a direção de obra para poderem ser validadas antes de ser realizado o pagamento. Era da responsabilidade do adjunto validar as faturas recebidas, pelo que esses valores eram imediatamente introduzidos no mapa final. O mesmo já não acontecia com o aluguer de equipamentos provenientes do





### **3.5 PROCESSOS PRODUTIVOS E LIÇÕES APRENDIDAS**

De acordo com as políticas da empresa, para todas as obras deviam-se redigir pelo menos dois relatórios de processos produtivos, dois relatórios de lições aprendidas e um relatório de um processo produtivo inovador, sem nunca repetir assuntos já abordados por outros colegas.

Os relatórios de processos produtivos consistiam na redação de um pequeno relatório com o objetivo de descrever um processo produtivo ainda não descrito, sendo constituído pelos seguintes pontos:

- Descrição resumida.
- Principais aplicações.
- Principais vantagens e desvantagens.
- Materiais utilizados.
- Equipamentos utilizados.
- Comentários pertinentes.
- Fotografias do acompanhamento do processo.

Já os relatórios de lições aprendidas consistiam na redação de um pequeno relatório com a exposição de uma lição aprendida com o desenvolvimento dos trabalhos, sendo constituído pelos seguintes pontos:

- Descrição da situação.
- Ação implementada.
- Aspectos a melhorar.
- Lição aprendida.
- Fotografias do acompanhamento do processo.

Ao longo do estágio foi redigido um dos relatórios de lições aprendidas que pode ser consultado no Anexo X. Este relatório abordou um problema detetado nos pilares do pavilhão gimnodesportivo e a sua reparação. Estes trabalhos serão apresentados em maior detalhe no subcapítulo seguinte.

### **3.6 ACOMPANHAMENTO DE TRABALHOS EM OBRA**

No decorrer do estágio acompanhou-se o desenvolver de todos os trabalhos diariamente, durante toda a duração do estágio. A obra começou a 7 de agosto de 2015 e o estágio a 15 de fevereiro de 2016, pelo que à data do início do estágio já vários trabalhos tinham sido realizados e, por isso, não foi possível acompanhar a totalidade dos trabalhos em obra.

Segue-se um resumo do ponto de situação dos trabalhos à data do início do estágio, realizando-se posteriormente a descrição dos trabalhos e a tarefas acompanhadas durante o estágio.

### 3.6.1 Ponto de situação inicial

A obra acompanhada teve o seu desenvolvimento faseado, devido às condicionantes impostas ao estaleiro pelo funcionamento da escola em paralelo com a realização dos trabalhos e conforme foi apresentado anteriormente, sendo que a primeira fase abrangia a ala Norte do edifício principal e o edifício de ginástica e a segunda fase abrangia a ala Sul do edifício principal e o edifício da portaria. À data do início do estágio, para além de todos os trabalhos preparatórios e montagem do estaleiro, encontravam-se já vários trabalhos relativos à primeira fase da intervenção concluídos.

Todas as demolições já se encontravam concluídas, incluindo a remoção da cobertura de fibrocimento, paredes de alvenaria e tetos de gesso cartonado existentes no edifício principal e o pavilhão pré-fabricado para a sala de ginástica.

Em relação aos trabalhos de estabilidade, todos os trabalhos a executar no edifício principal já se encontravam concluídos. Já no edifício de ginástica, encontrava-se já o piso térreo e o primeiro troço de todos os pilares concluídos e ainda a laje de cobertura dos balneários terminada.

A estrutura metálica prevista para a construção da galeria que faria a união entre o primeiro piso de ambas as alas encontrava-se ainda por executar, tendo apenas sido executadas as demolições necessárias para a futura execução da estrutura.

As paredes de alvenaria novas do edifício principal já tinham sido erguidas, assim como as paredes exteriores e interiores dos balneários no edifício de ginástica. Todas as paredes existentes no edifício principal tinham já sido reparadas com estuque, faltando apenas retocar um friso existente em todas as paredes que faziam a divisão entre o lambrim e o resto da parede.

O painel sandwich da cobertura do edifício principal já tinha sido aplicado, assim como as caleiras, no entanto ainda não tinham sido aplicadas as funilarias.

A aplicação de gesso cartonado nos tetos já tinha sido iniciada no edifício principal encontrando-se todo o trabalho de estruturação executado. No entanto encontravam-se apenas algumas placas de gesso cartonado aplicadas devido à falta da aplicação da lã de rocha.

Todos os restantes trabalhos de acabamentos como o revestimento de pavimentos e de paredes, pinturas, guarnecimento de vãos e instalação de equipamentos ainda não tinham sido executados.

A rede de abastecimento de água no edifício principal já se encontrava concluída, faltando apenas fazer o ensaio de carga. Já a rede de combate a incêndio do mesmo edifício carecia ainda da instalação dos carreteis.

Os trabalhos das redes de saneamento e drenagem encontravam-se em desenvolvimento tendo já sido executadas todas as caixas de visita do interior do edifício principal e do pavilhão gimnodesportivo e ainda

algumas das caixas de visita exteriores. Todos os trabalhos associados ao desvio da rede de saneamento pública referente à primeira fase da obra já tinham sido executados.

Os trabalhos de instalações elétricas, telecomunicações e aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) encontravam-se em desenvolvimento, existindo já algumas redes executadas no edifício principal.

No que diz respeito aos arranjos exteriores, os trabalhos ainda não tinham sido iniciados devido ao espaço limitado de estaleiro e o grande volume de escavações a executar para as redes de saneamento.

### **3.6.2 Trabalhos acompanhados durante o estágio**

Ao longo do estágio foi possível acompanhar o desenvolvimento de um pouco de todos os trabalhos associados à construção e reabilitação de um edifício em geral e da obra acompanhada em particular, desde dobragem de armaduras e betonagens a trabalhos de acabamentos como pinturas e revestimento de pavimentos. De seguida destacam-se os trabalhos acompanhados com maior detalhe, nomeadamente:

- Reparação de pilares.
- Execução de armaduras e betonagens.
- Reparação do muro existente.
- Paredes de alvenaria.
- Redes de saneamento e drenagem.
- Funilarias.
- Cerâmico.
- Tetos falsos.
- Divisória acústica amovível.
- Pinturas.
- Guarneamento de vãos.
- Isolamento térmico pelo exterior.
- Instalações de estaleiro.

Estes são apenas os trabalhos que foram acompanhados mais regularmente e com mais atenção, no entanto não foram os únicos trabalhos observados durante o estágio. Para além dos trabalhos previamente mencionados foi ainda possível observar o desenvolvimento dos seguintes trabalhos, entre outros.

- Cofragem.
- Impermeabilização de coberturas.
- Reboco e estuque.

- Picagem e reparação de paredes.
- Pavimentos em vinil e borracha.
- Equipamentos sanitários.
- Redes de abastecimento e rega.
- Mobiliário interior.
- Capeamento de muros.

No acompanhamento de todos os trabalhos houve sempre a preocupação de garantir que os mesmos eram executados de acordo com os projetos e de acordo com os requisitos de qualidade estipulados para os mesmos, procurando sempre esclarecer, por vezes em conjunto com o diretor de obra e/ou o encarregado geral, qualquer tipo de dúvida ou questão levantada pelos trabalhadores. Foi sempre tido em conta a opinião da fiscalização da obra de modo a garantir que os trabalhos eram executados de acordo com as suas exigências, fazendo também a verificação de que os materiais a ser utilizados estavam de acordo com os materiais aprovados.

De seguida apresentam-se as tarefas mencionadas acima de uma forma mais detalhada.

#### **3.6.2.1 Reparação de pilares**

Os pilares do pavilhão gimnodesportivo foram divididos em dois tramos à sua altura de modo a facilitar os trabalhos de cofragem e betonagem e garantir a qualidade da execução dos trabalhos. No entanto, alguns dos pilares apresentavam evidências de má aderência e vibração na junta de betonagem a meio dos pilares. A fiscalização da Câmara Municipal de Lisboa decidiu que o procedimento correto seria a demolição destes pilares e aplicação de um agente de aderência e revestimento anticorrosivo para armaduras na junta de betonagem. O produto aplicado foi o SikaTop Armatec – 110 EpoCem e a Figura 3.30 ilustra o estado dos pilares antes da demolição e a aplicação do produto mencionado.

Este erro e a sua correção deram origem ao relatório de lições aprendidas descrito no subcapítulo anterior e que se encontra no Anexo X.



a) Exemplo de pilar antes da correção.



b) Aplicação de SikaTop Armatec – 110 EpoCem.

Figura 3.30 – Fotografias do pilar corrigido.

### 3.6.2.2 Execução de armaduras e betonagens

Ao longo da duração do estágio foram várias as betonagens acompanhadas. No entanto é de destacar a betonagem da laje superior do pavilhão gimnodesportivo e das suas vigas.

Foi acompanhado o processo de montagem e dobragem da armadura das vigas e laje superior, cumprindo sempre o projeto e tendo sempre em conta as chamadas de atenção da fiscalização para o cumprimento do comprimento de amarração em todas as situações. Em algumas situações foi dispensado o cumprimento da totalidade do comprimento de amarração após se ter constatado que os comprimentos exigidos eram incompatíveis com a elevada densidade de ferro nos nós de ligação. A Figura 3.31 apresenta fotografias das armaduras e amarrações mencionadas.



a) Armação da laje.



b) Exemplo de nó de armaduras.

Figura 3.31 – Armaduras de vigas e laje superior do pavilhão gimnodesportivo.

O processo de betonagem da laje e das suas vigas também foi acompanhado, certificando-se que todos os trabalhos eram devidamente executados e sempre em segurança, inclusive a verificação e inspeção do cimbra realizada por um trabalhador de cada lado do edifício, durante todo o processo de betonagem, para garantir a segurança dos trabalhadores a laborar na laje. A betonagem foi realizada com recurso a uma autobomba alugada devido às condições existentes em estaleiro, nomeadamente a capacidade da grua, a altura de elevação necessária e a capacidade do balde em obra. A Figura 3.32 apresenta o processo de betonagem das vigas e laje superior do pavilhão gimnodesportivo.



a) Autobomba alugada para a betonagem.



b) Betonagem das vigas.



c) Betonagem da laje.

Figura 3.32 – Processo de betonagem de vigas e laje superior do pavilhão gimnodesportivo.

Todo o betão utilizado em obra, à exceção do utilizado nas fundações das caixas de visitas, foi betão pronto, o que permitiu um controlo de qualidade mais rigoroso do que seria possível obter com betão

produzido em obra sem recorrer a mão-de-obra especializada e ensaios de laboratório. As fundações das caixas de visita foram executadas com betão produzido em obra devido à impossibilidade da parte dos fornecedores de entregar em obra baixas volumetrias de betão e à impossibilidade da entidade executante de realizar encomendas de maior volume, devido ao espaço limitado do estaleiro que não permitia a abertura de várias valas simultaneamente.

Nenhuma betonagem foi realizada sem a realização do ensaio de slump (de acordo com a NP EN 12350-2), sendo que foram ainda retirados provetes para ensaios a quando da primeira betonagem de cada tipo de elemento estrutural, nomeadamente muros e fundações, pilares, vigas e lajes. A Figura 3.33 ilustra um dos ensaios de slump realizados.



Figura 3.33 – Ensaio de slump.

A Tabela 2.1 apresenta os valores de abaixamento para cada classe de fluidez do betão definidos pela NP EN 206-1.

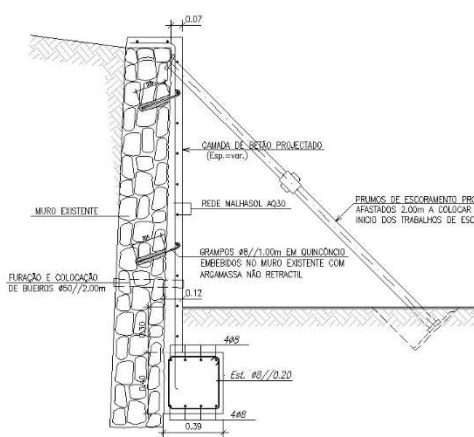
Tabela 3.5 – Intervalos de aceitação do ensaio de slump.

Classe	Abaixamento (mm)
S1	10 a 40
S2	50 a 90
S3	100 a 150
S4	160 a 210
S5	≥220

### 3.6.2.3 Reparação do muro existente

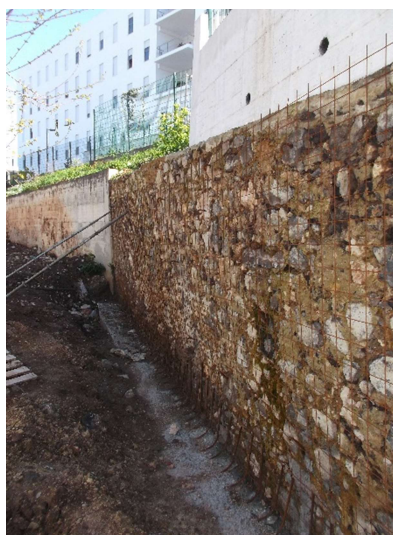
Existia no alçado tardoiz um muro de pedra que se encontrava desaprumado e com claros indícios de cedência. Estava previsto em projeto a reparação deste muro com a sua picagem e a projeção de uma camada de 7 cm de betão com classe de resistência C30/37 e um  $D_{\text{máx}}$  de 23 mm. Posteriormente a entidade executante apercebeu-se de um erro em projeto em que, devido à inclinação do muro e para

que fosse possível garantir os 7cm de espessura na parte superior do muro, seria necessário preencher cerca de 25 cm de espessura na parte inferior do muro, ao contrario dos 12 cm previstos em projeto. Depois de alertar a fiscalização da Câmara Municipal de Lisboa para a impossibilidade de projetar betão com essas propriedades e com as espessuras desejadas, foi então decidido pelo Eng Pedro Neto Rebelo, autor do projeto de estabilidade, executar um muro simples em contacto com o muro a reparar, mantendo os 7 cm de espessura na parte superior do muro e com uma armadura constituída por uma malha electro soldada AQ30 em cada face do muro. A Figura 3.34 representa o desenho de execução da reparação em projeto, uma fotografia do muro antes da intervenção e o muro pronto a receber o betão projetado previsto.



a) Esquema de execução da reparação do muro.

b) Estado do muro antes da intervenção.



c) Muro pronto para a projeção de betão.

Figura 3.34 – Reparação do muro existente.

Infelizmente ocorreram problemas com a betonagem do muro devido à deficiente fixação dos painéis de cofragem, uma vez que estes foram fixados apenas com escoras e varões de 6 mm cravados cerca de 2 cm no muro existente com bucha química. A pressão criada pelo betão sobre a cofragem, em conjunto com o impulso criado pela vibração do betão foi suficiente para o arrancamento das pobres fixações existentes entre a cofragem e o muro e impulsionar os painéis de cofragem para cima, permitindo o escoamento do betão pela abertura criada na parte inferior do muro. Isto obrigou à interrupção dos trabalhos e a picagem de todo o muro cuja betonagem não ficou bem executada. A Figura 3.35 apresenta fotografias da cofragem inicial e do resultado após a picagem do muro.



a) Cofragem inicial.



b) Picagem do muro.

Figura 3.35 – Cofragem do muro e a sua picagem após descofragem.

Posteriormente foi executada uma nova cofragem com fixações reforçadas e a betonagem foi mais cuidada para evitar a repetição do mesmo problema. A Figura 3.36 apresenta o muro já betonado e salpicado.



Figura 3.36 – Muro betonado e salpicado.

### 3.6.2.4 Paredes de alvenaria

A execução de paredes de alvenaria, embora seja um dos trabalhos mais correntes em obras de construção civil, continua a estar sujeito ao controlo de qualidade e necessita de ser acompanhado, como foi comprovado ao longo do desenvolvimento destes trabalhos em obra. Constatou-se várias vezes que os trabalhadores não demolham os tijolos antes de os assentar, assim como se encontraram algumas vezes paredes desaprumadas e por isso tiveram de ser demolidas e reconstruídas. Outro dos aspetos que era bastante importante verificar era o gateamento dos panos de alvenaria à estrutura, tendo sido definido que deveria ser realizado de 3 em 3 fiadas de alvenaria, com varões de aço de 6 mm fixados aos pilares de betão armado com bucha química.

No entanto foi exigido pela fiscalização, já depois de ter sido concluído o revestimento interior e exterior das paredes de alvenaria, o gateamento entre panos nas paredes de alvenaria duplas com alturas superiores a 2,5 m de altura. Foi então estipulado, nestes panos, fazer aberturas para a execução do gateamento dos panos. A Figura 3.37 apresenta o trabalho realizado para o gateamento dos panos, quer à estrutura quer entre si.



a) – Gateamento de panos à estrutura.

b) – Gateamento entre panos.

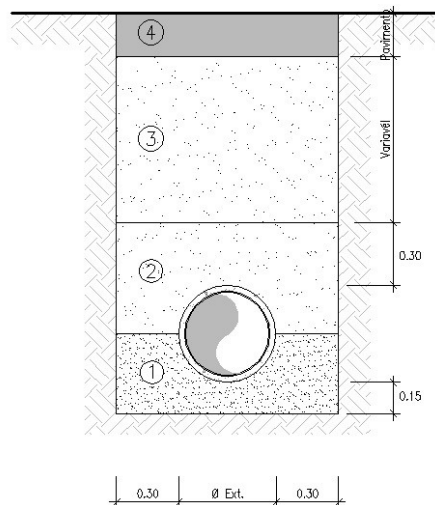
Figura 3.37 – Gateamento dos panos de alvenaria.

### 3.6.2.5 Redes de saneamento e drenagem

À data do início do estágio já toda a rede de drenagem e saneamento interior estava concluída. No entanto foi acompanhado o processo de execução de várias caixas de visita e a ligação entre elas. Durante este processo foram acompanhadas as tarefas de abertura de caixas e valas, o assentamento de tubagem e a execução das caixas de visita.

Toda a tubagem colocada foi assente de acordo com o projeto, numa camada de areia de 15 cm de espessura bem compactada, executando o restante aterro, até 30 cm acima da geratriz da tubagem, por

camadas de 15 cm de areia devidamente compactada, sendo o aterro da restante altura da vala executado em camadas de 30 cm e com o material retirado da própria vala. Tudo de acordo com o desenho de pormenor do projeto de saneamento e apresentado na Figura 3.38, sem escala.



LEGENDA:

- ① – Areia bem apertada entre a conduta e as paredes da vala (compactação superior a 95% do ensaio proctor normal).
- ② – Areia por camadas de 0.15m, com o peso do pilão não superior a 4kg (compactada entre 85% e 90% do ensaio proctor normal).
- ③ – Material da própria vala, isentos de pedras, torrões, etc, compactado em camadas de 0.30m por processos manuais ou mecânicos com o peso do pilão não superior a 15kg.
- ④ – Pavimento variável (a definir em cada projecto)

Figura 3.38 – Pormenor de vala de assentamento de tubagem (s/ escala).

A Figura 3.39 apresenta uma fotografia tirada durante a realização dos trabalhos de aterro onde é possível visualizar as camadas de areia utilizadas em volta da tubagem.



Figura 3.39 – Aterro de vala para assentamento de tubagem.

Todas as caixas de visita também foram executadas de acordo com o projeto e os desenhos de pormenor que apresentam na Figura 3.40, sem escala.

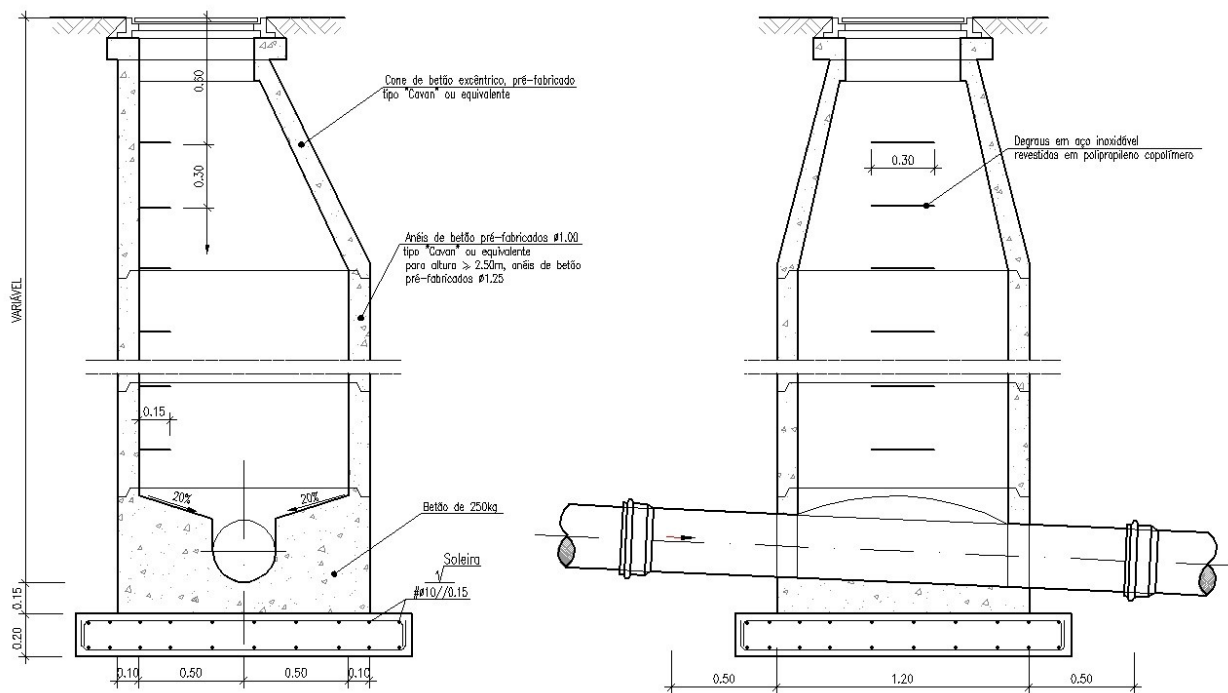


Figura 3.40 – Desenhos de pormenor das caixas de visita exteriores (s/ escala).

Conforme foi descrito anteriormente, o betão utilizado nas fundações foi betão produzido em obra e sem a realização de qualquer tipo de ensaio, pelo que a entidade executante se responsabilizou pela qualidade do betão produzido e utilizado. Para além da betonagem já descrita, foram também acompanhados os trabalhos de execução das caixas com o assentamento das argolas pré-fabricadas, o revestimento da caixa com flintkote, uma massa betuminosa de base asfáltica, para isolamento e a execução de quedas guiadas em caixas onde diferença entre a cota de descarga da tubagem de jusante e a cota de soleira da caixa era superior a 50 cm. A Figura 3.41 apresenta uma caixa de visita com queda guiada, já com o produto isolante aplicado.



Figura 3.41 – Caixa de visita com queda guiada.

### 3.6.2.6 Funilarias

Todas as coberturas dos edifícios da escola foram dotadas de rufos em zinco com o objetivo de proteger as juntas entre coberturas e paredes e evitar infiltrações de água das chuvas. No acompanhamento destes trabalhos, foram verificadas as soldas e as juntas de dilatação de todos os rufos, procurando garantir a boa execução dos trabalhos. Todas as juntas de dilatação foram protegidas com uma chapa de zinco de modo a proteger de infiltrações por essas zonas e permitindo a extensão e retração a que este material está tão sujeito. A Figura 3.42 apresenta fotografias das soldaduras realizadas e as proteções usadas nas juntas de dilatação.



a) Soldadura de chapas de zinco.



b) Proteção de junta de dilatação.

Figura 3.42 – Rufos em zinco.

Posteriormente foi exigido pela fiscalização a proteção das juntas de soldadura com chapas idênticas às utilizadas nas proteções das juntas de dilatação, abdicando apenas da proteção das juntas de soldadura em cantos devido à dificuldade acrescida pela natureza do próprio trabalho.

### 3.6.2.7 Cerâmico

A obra acompanhada apresentava uma área considerável de cerâmico cujo assentamento foi acompanhado, sendo que uma das principais preocupações foi sempre a sua disposição, procurando a solução mais próxima do apresentado em projeto e garantindo o menor número de cortes no cerâmico e, por sua vez, um maior aproveitamento do material.

No entanto, é de destacar o assentamento do cerâmico produzido pelo Mestre Querubim Lapa especialmente para a substituição do painel de cerâmico que se encontrava na fachada principal do núcleo de escadas da ala Norte. Este cerâmico foi entregue em obra pelo próprio ateliê, acompanhado por um mapa onde o painel foi dividido em linhas e colunas e o cerâmico vinha separado em caixas

numeradas por filas e onde todas as peças eram numeradas por linha e coluna. Foi por isso importante o acompanhamento deste trabalho para garantir que todas as peças eram colocadas no sítio correto. A Figura 3.43 apresenta uma fotografia tirada durante o assentamento do cerâmico e o resultado final.



a) Assentamento do cerâmico.

b) Resultado final.

Figura 3.43 – Painel de cerâmico Mestre Querubim Lapa.

Devido à exposição solar a que este painel está sujeito, foi utilizado um cimento-cola com propriedades mais elásticas para garantir um melhor funcionamento da fachada sem por em risco a aderência do cerâmico à mesma.

### 3.6.2.8 Tetos falsos

Os tetos falsos foram executados em gesso cartonado, com placas lisas e perfuradas. Estas placas perfuradas foram a maior causa de problemas ao longo do desenvolvimento dos trabalhos. O facto de a perfuração ser quadrada e regular implicava que qualquer imperfeição ou desalinhamento era facilmente detetado pelo que obrigou a cuidados redobrados na execução dos trabalhos e no controlo da qualidade dos mesmos.

Foram acompanhados os trabalhos de estruturação, aplicação das placas de gesso cartonado, o barramento das juntas conforme indicado em caderno de encargos e ainda a aplicação de lã de rocha nos espaços definidos pelo projeto de acústica.

Na aplicação da lã de rocha procurou-se que a mesma fosse realizada com o máximo de aproveitamento possível e com a total ocupação dos espaços, não permitindo a existência de espaços vazios nem a sobreposição da lã de rocha. A Figura 3.44 apresenta o resultado da correta aplicação da lã de rocha.



Figura 3.44 – Teto falso com lã de rocha.

A estruturação dos tetos falsos foi realizada tendo em atenção o posicionamento das armaduras de iluminação, procurando sempre desviar a estrutura da posição das armaduras. Quanto às placas procurou-se sempre obter o maior aproveitamento possível da dimensão das placas, reduzindo os desperdícios. Foi, no entanto, o barramento o trabalho sujeito a mais correções, essencialmente devido à perfuração das placas que tornava bastante perceptíveis todas as imperfeições. A Figura 3.45 apresenta o resultado final de uma sala com o teto falso concluído e as armaduras aplicadas.



Figura 3.45 – Teto falso perfurado.

### 3.6.2.9 Divisória acústica amovível

Um dos trabalhos acompanhados foi a montagem de uma divisória acústica amovível que separa a sala de biblioteca da sala de informática podendo, no entanto, ser recolhida de modo a unir as duas salas sempre que necessário. A Figura 3.46 apresenta a plantas destas salas, sem escala, localizadas no piso 1 da ala Norte do edifício principal.

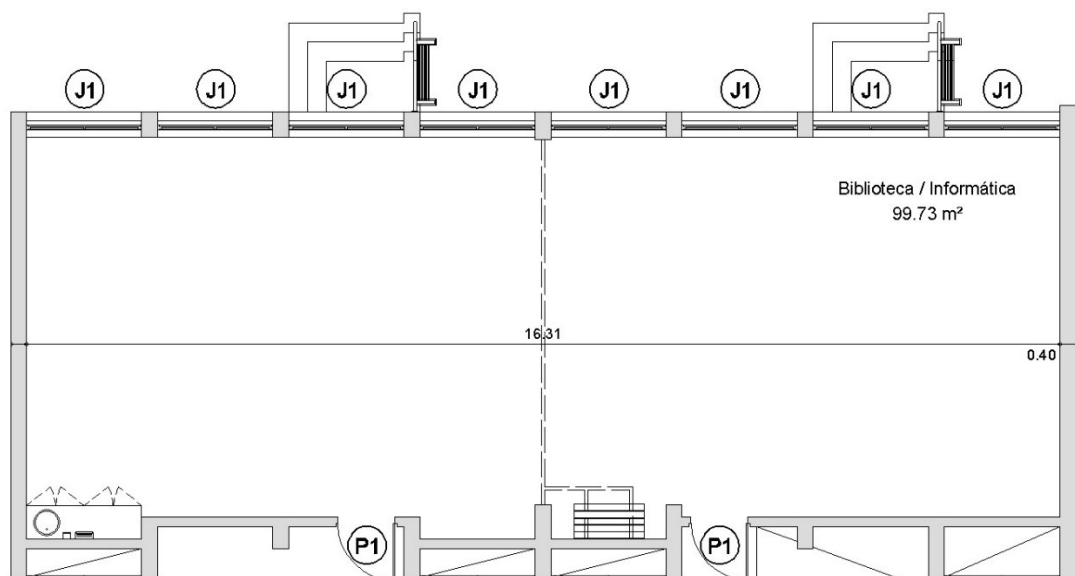
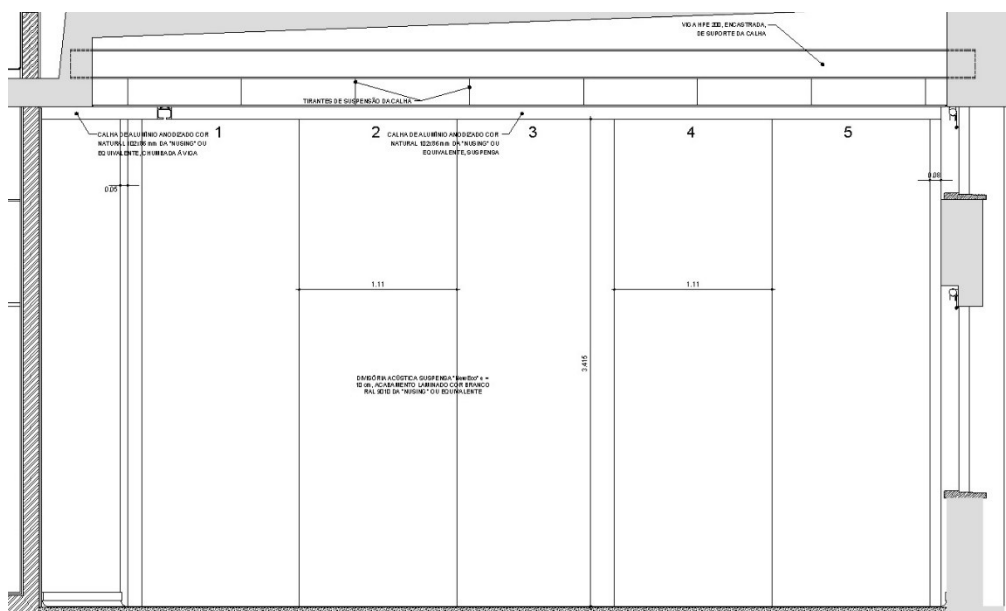
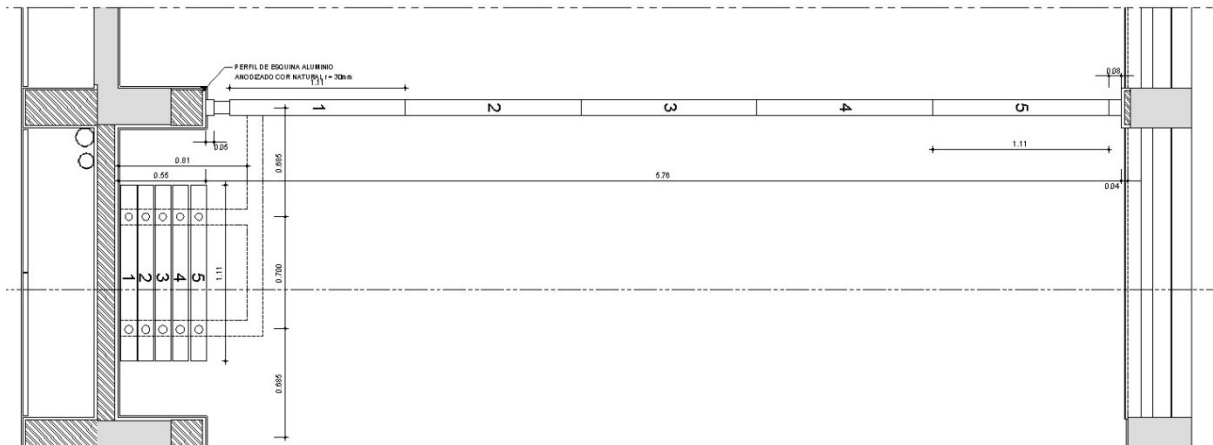


Figura 3.46 – Planta das salas de biblioteca e informática (s/escala).

Esta divisória é constituída por 5 painéis suspensos numa calha de alumínio superior e que podem ser recolhidos permitindo a junção de ambas as salas. Todos os painéis foram concebidos com dois pontos de apoio com rolamentos a encaixar na calha superior e ainda com um sistema de vedantes. Este sistema de vedantes é controlado através de uma manivela e quando libertado permite a manipulação e movimentação manual dos painéis. A Figura 3.47 apresenta os desenhos de pormenor em projeto da divisória amovível.



a) Vista da divisória em alçado.



b) Vista da divisória em planta.

Figura 3.47 – Projeto da divisória acústica amovível (s/ escala).

Para além das vantagens que esta divisória traz em termos de adaptabilidade e aproveitamento de espaços, é também um bom isolante acústico com um índice de isolamento acústico a sons aéreos ( $R_w$ ) de 39 dB.

No entanto no acompanhamento dos trabalhos foram realizadas duas alterações ao projeto. A primeira ocorreu ainda na fase de fixação da viga metálica que suportava a calha superior. Estava previsto esta ser encastrada nas paredes, mas a entidade executante chamou à atenção para a incerteza da capacidade portante da parede e, em conjunto com o projetista de estabilidade, foi tomada a decisão de fixar a viga através de parafusos, não só à parede, mas também ao teto, com pontos de fixação espaçados de 1 m. A Figura 3.48 apresenta as fixações executadas de acordo com alteração do projeto.



a) Fixação à parede.



b) Fixação ao teto.

Figura 3.48 – Fixações da viga metálica resultantes da alteração do projeto.

A segunda alteração realizada relaciona-se com o posicionamento dos painéis recolhidos. O pormenor em projeto não contemplava que o espaço entre os pilares era recuado apenas até aos 2 m de altura e, como os painéis tinham 3,40 m de altura, foi necessário deslocar a estrutura metálica de modo a permitir a manipulação dos painéis. Esta deslocação é perceptível pela descontinuidade que ocorre no teto falso perfurado. A Figura 3.49 apresenta a fixação da calha metálica, assim como o resultado final da deslocação da mesma devido à alteração do projeto.



a) Fixações da calha metálica à viga.



b) Calha metálica concluída.

Figura 3.49 – Aplicação da calha metálica.

O resultado final pode ser observado na Figura 3.50, sendo que é visível um encaixe para a manivela que permite aliviar a pressão dos vedantes e a movimentação dos painéis, assim como o recuo entre pilares que levou à segunda alteração do projeto.



Figura 3.50 – Divisória concluída.

### 3.6.2.10 Pinturas

Foram também acompanhados os trabalhos de pintura de paredes e tetos que, devido à grande diversidade de tintas e primários utilizados na obra, necessitaram de um acompanhamento mais atento. Foi ainda realizada uma alteração ao projeto para definir determinados espaços da fachada para pintar de amarelo, de acordo com os tons iniciais da escola e respeitar a identidade do edifício.

Ao todo, foram 6 as tintas utilizadas na obra, para além dos respetivos primários. Isto deveu-se ao facto de que todas as paredes foram divididas em dois espaços, com um lambrim até aos 2 m de altura onde era aplicada uma tinta e a restante altura da parede onde era aplicada uma outra tinta. Já os tetos eram sempre pintados com a mesma tinta utilizada acima do lambrim na divisão em questão. Das 6 tintas utilizadas, apenas 4 constam no mapa de acabamentos de projeto que pode ser consultado no Anexo XI, sendo as restantes tintas as utilizadas para a pintura de amarelo nas fachadas e uma tinta texturada utilizada para garantir a homogeneidade do acabamento nas zonas onde foram realizadas reparações das paredes.

Todas as tintas foram aplicadas em 2 demãos e sobre uma primeira demão de primário escolhido de acordo com a tinta a aplicar e a base sobre a qual seria aplicado.

### 3.6.2.11 Guarneçamento de vãos

O guarneçamento dos vãos exteriores foi realizado com caixilharia de alumínio com corte térmico e vidro duplo e o guarneçamento dos vãos interiores foram realizados com portas reforçadas pelo interior com ripas de contraplacado marítimo, ao contrário do preenchimento com XPS que estava previsto em projeto, revestidas a fenólico e com aros de alumínio.

Ambos os materiais foram sujeitos a rigorosos controlos de qualidade por parte da fiscalização, especialmente na caixilharia exterior onde foram detetados vários vãos com montagens deficientes uma vez que havia vãos com peças de alumínio amolgadas, arranhadas, fora de esquadria, com cortes de alumínio saliente e vidros aplicados sem as devidas borrachas de isolamento. Por todas estas situações, foi necessário um acompanhamento mais rigoroso dos subempreiteiros durante os trabalhos de correção de modo a garantir que todos os problemas eram corrigidos.

Já o guarneçamento dos vãos interiores decorreu sem qualquer tipo de problema a partir do momento da sua aprovação. A Figura 3.51 apresenta um exemplo dos guarnecimentos de vãos em obra.



a) Vãos exteriores.

b) Vãos interiores.

Figura 3.51 – Guarnecimento de vãos interiores e exteriores.

Existiam ainda 3 portas corta-fogo previstas para a ala Norte do edifício principal onde estavam a decorrer os trabalhos. No entanto o subempreiteiro responsável pela sua produção cometeu um erro nas dimensões das portas e estas não foram aplicadas durante a duração do estágio.

### 3.6.2.12 Isolamento térmico pelo exterior

De acordo com o projeto de comportamento térmico, foi executado o isolamento térmico pelo exterior, conhecido pelo sistema ETICS, no pavilhão gimnodesportivo. O sistema utilizado consiste na pregagem pontual de placas de XPS sobre as paredes de alvenaria rebocadas, sendo depois aplicada uma camada de reboco indicado pelo fornecedor, a aplicação da rede de fibra de vidro embebida na segunda camada de reboco, seguindo-se a aplicação de um primário e por último o revestimento final à cor pretendida. A Figura 3.52 apresenta o esquema da solução descrita, de acordo com o catálogo do fornecedor.



Figura 3.52 – Pormenor de sistema de ETICS (Diera, Catálogo 2016).

Todos os trabalhos foram acompanhados, garantindo a devida aplicação dos rebocos e a fixação mecânica das placas e o seu posicionamento. Constatou-se a existência de frechas entre as placas pelo que foram imediatamente seladas com espuma expansível de poliuretano. A Figura 3.53 apresenta o resultado final da aplicação do sistema de ETICS.



Figura 3.53 – ETICS do pavilhão gimnodesportivo.

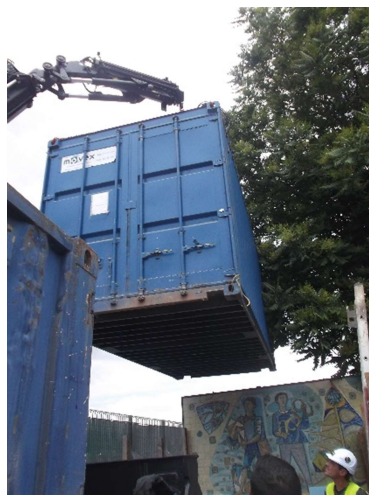
### 3.6.2.13 Instalações de estaleiro

Após a aprovação da coordenação de segurança, deu-se início ao processo de movimentação das instalações do estaleiro. No entanto, estas atividades estavam condicionadas ao horário de funcionamento da escola, uma vez que o primeiro trabalho a realizar teria de ser a mudança da vedação e isso interferia com a zona de atividade da escola. Assim, a mudança da vedação foi realizada numa sexta-feira depois do horário de funcionamento da escola e a grua foi mudada para a nova localização um sábado de manhã em que não havia ninguém na escola.

Os restantes trabalhos consistiam na mudança das instalações dos escritórios de direção de obra e fiscalização, vestiário, ferramentarias e a rede elétrica de estaleiro. Todos estes trabalhos foram acompanhados, garantindo que as instalações eram posicionadas de acordo com o previsto e que todos os trabalhos eram realizados nas devidas condições de segurança, como foi o caso da proteção das arestas da chapa metálica da vedação. A Figura 3.54 apresenta algumas fotografias do processo de mudança das instalações.



a) Mudança da vedação.



b) Mudança de instalações.



c) Disposição final.

Figura 3.54 – Mudança das instalações de estaleiro.

### 3.7 SÍNTESE

Neste capítulo apresentou-se em maior detalhe as obras de beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa e as tarefas desempenhas ao longo do estágio. Tarefas estas desempenhadas não só no contexto de direção de obra, mas também o acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos e de coordenação de segurança onde foram desempenhas algumas tarefas importantes. Todas as tarefas de maior relevância foram descritas em maior detalhe e acompanhadas com figuras ilustrativas.

## **Capítulo 4 ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HÍDRICA DE UM EDIFÍCIO ESCOLAR**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo apresenta-se o estudo desenvolvido sobre a eficiência energética e hídrica da escola Mestre Querubim Lapa, onde se realizou o estágio. Este estudo incidiu sobre as alterações na eficiência energética, hídrica e gestão de resíduos sólidos devidas à obra de beneficiação geral e ampliação que o edifício principal da escola sofreu. Inicialmente realizou-se um levantamento das soluções existentes antes da intervenção, apresentando de seguida as soluções previstas em projeto e comparando as mesmas com a regulamentação em vigor. Por fim foram estudadas medidas de melhoria.

### **4.2 SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES E A GESTÃO DE RECURSOS**

Em 1968 foi fundado o clube de Roma, composto por diversas personalidades de relevo mundial e com a finalidade de, pela primeira vez, se reunirem e debaterem a situação ambiental, política internacional e economia. Anos depois, em 1972, realizou-se a Conferencia de Estocolmo sobre o Ambiente Humano das Nações Unidas. Esta foi a primeira Cimeira da Terra, onde foi discutido pela primeira vez, a nível mundial, a preocupação com as questões ambientais globais.

Mais tarde, em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento elaborou o Relatório Brundtland, também intitulado como Nosso Futuro Comum. Neste foi definido pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Isto implica a preocupação, não só com a proteção do ambiente, mas também com a coesão social e o desenvolvimento económico da sociedade.

A importância da indústria da construção no consumo dos recursos disponíveis destacou a necessidade de implementar medidas de sustentabilidade neste sector para atingir os objetivos desejados. Nasceram então os objetivos da construção sustentável, a construção responsável e que respeita o conceito e objetivos da sustentabilidade.

A construção sustentável está focada, para além de outros, nos seguintes aspetos:

- Economizar energia.
- Economizar água.
- Assegurar a salubridade dos edifícios.
- Maximizar a durabilidade dos edifícios.
- Minimizar a produção de resíduos.
- Planear a conservação e manutenção de edifícios.
- Utilizar materiais eco eficientes.

Neste sentido, a regulamentação tem vindo a tornar-se gradualmente mais exigente de modo a que seja possível reduzir os consumos de recursos, como água e energia, tendo sempre em conta o investimento económico associado ao cumprimento dos seus requisitos e caminhando para edificações cada vez mais sustentáveis.

A eficiência energética pode ser considerada um dos aspetos mais importantes da sustentabilidade devido à importância da energia elétrica no dia-a-dia do ser humano e aos recursos utilizados para a sua produção. Embora a energia proveniente de fontes não renováveis esteja a diminuir devido ao contributo das fontes de energia renováveis, é necessário ter em conta que há custos associados à exploração de fontes de energia não renováveis e portanto é do interesse do ser humano a utilização racional da energia que produz. Deste modo, é importante estudar a eficiência energética dos edifícios, responsáveis pelo consumo de grandes quantidades de energia ao longo do seu ciclo de vida e que podem ser reduzidos recorrendo a soluções construtivas que permitam uma maior eficiência energética.

A eficiência hídrica é outro dos aspetos da sustentabilidade de elevada importância uma vez que a água é um componente essencial não só para a sobrevivência do ser humano, mas de qualquer ecossistema. Sendo os edifícios um dos principais consumidores de água é importante a utilização de medidas e tecnologias que incentivem e promovam a eficiência hídrica, nomeadamente equipamentos com características propícias à poupança de água.

A sustentabilidade está também relacionada com o meio ambiente e gestão de todos os outros recursos pelo que a reciclagem e reutilização de recursos se torna essencial. Apesar do aumento da sensibilização do ser humano para a importância da separação e gestão dos resíduos sólidos, é importante a criação de medidas de incentivo e sensibilização para estas situações para que seja possível atingir os patamares desejáveis.

### 4.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para avaliar corretamente as alterações introduzidas pela obra na eficiência energética da escola foram estudadas as soluções construtivas utilizadas, determinando os seus coeficientes de transmissão térmica e fatores solares, de modo a comparar as soluções antes e depois da intervenção realizada. Foi ainda utilizada a regulamentação atualmente em vigor de modo a comparar as soluções construtivas utilizadas com os requisitos mínimos impostos pela mesma. Requisitos estes que, de acordo com o ponto 2 do artigo 32º do DL nº 118 / 2013, de 20 de agosto, mais recentemente alterado pelo DL nº 28 / 2016, de 23 de junho, são estabelecidos “*de forma a alcançar níveis ótimos de rentabilidade*”, garantindo soluções economicamente viáveis quando comparado o investimento inicial e os custos energéticos durante o período de atividade do edifício.

É de salientar de que, apesar deste estudo se focar nas soluções construtivas e os seus coeficientes de transmissão térmica e fatores solares, a eficiência energética relaciona-se com outros aspetos como as águas quentes sanitárias e ventilação. No entanto a obra acompanhada foi dotada de um projeto de AVAC e três coletores solares associados a um depósito com capacidade de 300 L que permite o abastecimento de águas quentes sanitárias da escola.

#### 4.3.1 Zona climática

A escola situa-se em Lisboa, mais precisamente à latitude de 38º 43' e 57,6'' Norte, longitude de 9º 09' e 44,4'' Oeste e à altura medida de 82,5 m. De acordo com o Despacho nº 15793-F / 2013, alterado pela Declaração de retificação nº 130 / 2014, nos termos do DL nº 118 / 2013 de 20 de agosto, deve ser definida a zona climática para as estações de aquecimento e arrefecimento.

Todos os cálculos para determinar as zonas climáticas foram realizados de acordo com a regulamentação em vigor a cima mencionada e todas as fórmulas e critérios utilizados podem ser consultados no Anexo XII.

Aplicando as expressões e os critérios regulamentares foram determinados os parâmetros apresentados na Tabela 4.1 para a estação de aquecimento e arrefecimento.

Tabela 4.1 – Parâmetros climáticos e zonas climáticas.

Concelho	Estação	Z [m]	GD [°C.Dias]	M / Lv [Meses]	$\theta_{ext}$ [°C]	Zona climática
Lisboa (Z <sub>ref</sub> = 109 m)	Aquecimento	82,5	1026	5	11	I1
	Arrefecimento		-	4	22	V2

Assim se determina que a escola pertence às zonas climáticas I1 e V2.

### 4.3.2 Soluções construtivas antes da intervenção

De seguida serão apresentadas as soluções construtivas dos elementos opacos e translúcidos do edifício principal, calculando os seus coeficientes de transmissão térmica e fatores solares no caso dos envidraçados.

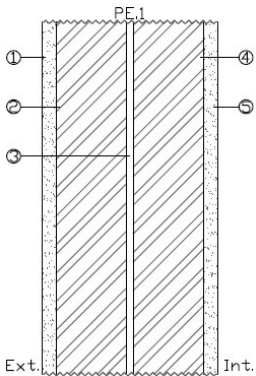
#### 4.3.2.1 Elementos opacos da envolvente

No que diz respeito aos elementos opacos, não foi possível precisar a composição de todas as soluções construtivas uma vez que foi mantida a integridade da maior parte dos elementos construtivos. No entanto ao longo dos trabalhos realizados foi possível observar que a generalidade das paredes exteriores eram constituídas por dois panos de blocos de cimento e uma pequena caixa-de-ar, geralmente rebocadas pelo exterior e revestidas com painéis de marmorite ou estuque pelo interior. É de salientar ainda as paredes principais dos corpos de escadas de ambas as alas cujos revestimentos diferiam das restantes paredes, apresentando um revestimento com tijolo maciço pelo interior e cerâmico pelo exterior. A laje da cobertura era aligeirada com blocos de betão, revestida superiormente com chapas de fibrocimento com fibras de amianto e com um teto falso em gesso cartonado sem qualquer tipo de isolamento.

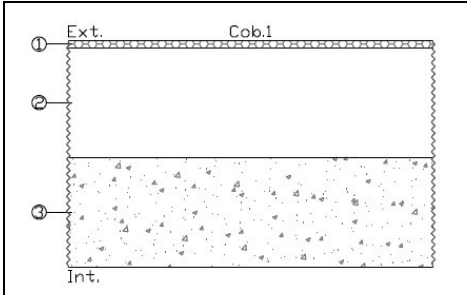
A Tabela 4.2 apresenta os coeficientes de transmissão térmica das soluções construtivas identificadas.

O cálculo dos coeficientes de transmissão térmica foi realizado tendo em conta a condutibilidade térmica de cada material definida pelo ITE 50, utilizando as expressões definidas no Despacho (extrato) nº 15793-K / 2013 e que podem ser consultadas no Anexo XIII.

Tabela 4.2 – Coeficientes de transmissão térmica da envolvente opaca antes da intervenção.

	<p>Paredes exteriores das salas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reboco (e ≈ 2 cm)</li> <li>2 Bloco de betão (e = 10 cm)</li> <li>3 Caixa-de-ar (e ≈ 1 cm)</li> <li>4 Bloco de betão (e = 10 cm)</li> <li>5 Estuque (e ≈ 2 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,45 W / (m<sup>2</sup>·C)</b></p>
---	---

	<p>Paredes exteriores dos corredores.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reboco (e ≈ 2 cm)</li> <li>2 Bloco de betão (e = 20 cm)</li> <li>3 Caixa-de-ar (e ≈ 1 cm)</li> <li>4 Bloco de betão (e = 15 cm)</li> <li>5 Marmorite (e ≈ 2 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,19 W / (m<sup>2</sup>°C)</b></p>
	<p>Paredes exteriores das casas de banho.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reboco (e ≈ 2 cm)</li> <li>2 Bloco de betão (e = 10 cm)</li> <li>3 Caixa-de-ar (e ≈ 1 cm)</li> <li>4 Bloco de betão (e = 10 cm)</li> <li>5 Marmorite (e ≈ 2 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,51 W / (m<sup>2</sup>°C)</b></p>
	<p>Paredes exteriores laterais dos corpos de escadas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reboco (e ≈ 2 cm)</li> <li>2 Bloco de betão (e = 25 cm)</li> <li>3 Caixa-de-ar (e ≈ 1 cm)</li> <li>4 Bloco de betão (e = 20 cm)</li> <li>5 Marmorite (e ≈ 2 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,03 W / (m<sup>2</sup>°C)</b></p>
	<p>Parede exterior principal dos corpos de escadas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Cerâmico (e ≈ 0,8 cm)</li> <li>2 Reboco (e ≈ 1,2 cm)</li> <li>3 Bloco de betão (e = 20 cm)</li> <li>4 Caixa-de-ar (e ≈ 1 cm)</li> <li>5 Bloco de betão (e = 10 cm)</li> <li>6 Tijolo maciço (e = 7 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,14 W / (m<sup>2</sup>°C)</b></p>

	<p>Cobertura exterior.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Fibrocimento (e ≈ 1 cm)</li> <li>2 Desvão não ventilado (e ≈ 15 cm)</li> <li>3 Laje aligeirada em blocos de betão (e = 15 cm)</li> </ol> <p><b>U = 2,20 W / (m<sup>2</sup>°C)</b></p>
---	---

#### 4.3.2.2 Vãos envidraçados

Nos vãos envidraçados, existiam dois tipos de janelas. Os vãos das salas de aula apresentavam caixilharia de correr em alumínio com um vidro simples de 8 mm e cortinas interiores. Todos os outros vãos apresentavam caixilharia de abrir em alumínio com vidro simples de 8 mm e sem qualquer tipo de proteção. A Figura 4.1 ilustra as janelas acima descritas.



a) Janela 1 (salas de aula).

b) Janela 2 (Corredores e WC).

Figura 4.1 – Janelas do edifício principal antes da intervenção.

O coeficiente de transmissão térmica foi determinado no ITE 50, de acordo com as soluções definidas no mesmo e o fator solar do envidraçado foi determinado de acordo com o Despacho (extrato) nº 15793 – K / 2013, retificado pela Declaração de retificação nº 127 / 2014. Todas as expressões e critérios utilizados podem ser consultados no Anexo XIV.

A Tabela 4.3 que se segue apresenta os valores dos coeficientes de transmissão térmica ( $U_w$ ), estimados pelo ITE 50, e fatores solares das janelas apresentadas, nomeadamente o fator solar do vidro ( $g_{L,vi}$ ) e o fator solar do vão envidraçado com vidro com o dispositivo de proteção ativado ( $g_{TVC}$ ).

Tabela 4.3 – Coeficientes de transmissão térmica e fatores solares das janelas antes da intervenção.

Elemento	$U_w [W / (m^2 \cdot C)]$	$g_{L,vi}$	$g_{Tvc}$
Janela 1	3,1	0,82	0,35
Janela 2	6,2	0,82	0,82

### 4.3.3 Soluções construtivas depois da intervenção

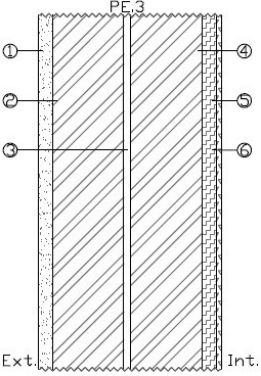
A intervenção realizada na escola contou com um projeto de comportamento térmico onde foi aplicado o Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), o DL nº 80 / 2006 de 04 de abril, em vigor à data do projeto. Neste projeto foram dimensionadas soluções construtivas de forma a cumprir os requisitos regulamentares dos coeficientes de transmissão térmica. No entanto, e conforme foi exposto no capítulo anterior, o edifício principal foi dispensado desta verificação regulamentar uma vez que a intervenção foi classificada como uma pequena intervenção, ou seja o seu valor não ultrapassou 25% do valor patrimonial do edifício. Assim, os requisitos do regulamento não foram aplicados ao edifício principal, tendo apenas sido estudado o comportamento térmico do pavilhão gimnodesportivo e da portaria.

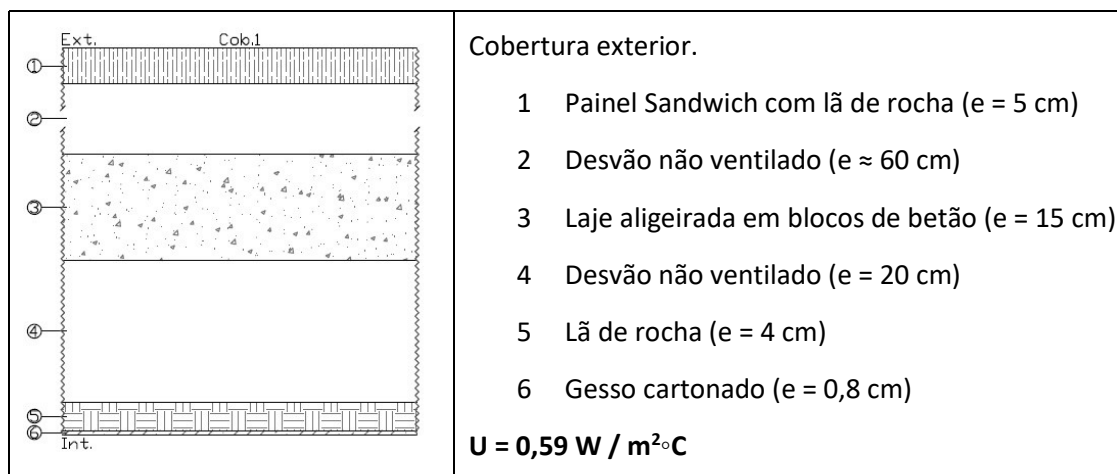
#### 4.3.3.1 Elementos opacos da envolvente

Uma vez que o edifício principal foi dispensado da verificação dos requisitos do regulamento, não foram introduzidas grandes alterações às soluções construtivas existentes, sendo que apenas a cobertura e as paredes exteriores das casas de banho foram alteradas.

A Tabela 4.4 apresenta os coeficientes de transmissão térmica das soluções construtivas identificadas.

Tabela 4.4 - Coeficientes de transmissão térmica da envolvente opaca depois da intervenção.

	<p>Paredes exteriores das casas de banho.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Reboco (e ≈ 2 cm)</li> <li>2 Bloco de betão (e = 10 cm)</li> <li>3 Caixa-de-ar (e ≈ 1 cm)</li> <li>4 Bloco de betão (e = 10 cm)</li> <li>5 Marmorite (e ≈ 2 cm)</li> <li>6 Cerâmico (e ≈ 0,8 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,50 W / m<sup>2</sup>·C</b></p>
---	---



#### 4.3.3.2 Vãos envidraçados

A caixilharia prevista em projeto para o edifício principal é igual à caixilharia definida para os restantes edifícios da escola onde era obrigatório cumprir os requisitos da regulamentação em vigor. Assim foi utilizada caixilharia de alumínio, fixa e de abrir, com corte térmico, vidro temperado incolor com 6 mm de espessura pelo exterior, caixa-de-ar de 16 mm e vidro laminado incolor de 5 mm pelo interior. Nas salas de aula foram ainda aplicadas cortinas opacas pelo interior. A Figura 4.2 ilustra as janelas acima descritas.



a) Janela 1 (salas de aula).



b) Janela 2 (Corredores e WC).

Figura 4.2 – Janelas do edifício principal depois da intervenção.

O coeficiente de transmissão térmica foi obtido através do catálogo do fabricante, assim como o fator solar do envidraçado, aplicando de seguida as expressões regulamentares apresentadas no Anexo XIV para determinar o fator solar da janela.

A Tabela 4.5 que se segue apresenta os valores dos coeficientes de transmissão térmica ( $U_w$ ) e fatores solares das janelas apresentadas, nomeadamente o fator solar do vidro ( $g_{L,vi}$ ) e o fator solar do vão envidraçado com vidro com o dispositivo de proteção ativado ( $g_{Tvc}$ ).

Tabela 4.5 – Coeficientes de transmissão térmica e fatores solares das janelas depois da intervenção.

Elemento	$U_w$ [W / (m <sup>2</sup> ·C)]	$g_{L,vi}$	$g_{Tvc}$
Janela 1	1,8	0,42	0,31
Janela 2	1,8	0,42	0,42

#### 4.3.4 Comparação de soluções antes e depois da intervenção

Identificadas as soluções construtivas existentes antes da intervenção e as alterações introduzidas pela mesma, fez-se uma comparação dos coeficientes de transmissão térmica e fatores solares de modo a realizar uma análise qualitativa da melhoria introduzida pela obra nestes parâmetros.

Comparando os coeficientes de transmissão térmica foi possível obter os resultados que se apresentam na Tabela 4.6 e elaborar o gráfico apresentado na Figura 4.3.

Tabela 4.6 – Comparação dos coeficientes de transmissão térmica.

Elemento	U antes da intervenção [W / (m <sup>2</sup> ·C)]	U depois da intervenção [W / (m <sup>2</sup> ·C)]	Melhoria percentual [%]
PE.1	1,45	1,45	0 %
PE.2	1,19	1,19	0 %
PE.3	1,51	1,50	1 %
PE.4	1,03	1,03	0 %
PE.5	1,14	1,14	0 %
Cob.1	2,20	0,53	76 %
Janela 1	3,1	1,8	42 %
Janela 2	6,2	1,8	71 %

Estes dados permitem concluir que, à exceção das paredes exteriores das casas de banho cuja única alteração em relação à solução inicial foi a aplicação de cerâmico pelo interior, as alterações introduzidas representam melhorias significativas na condutibilidade térmica das soluções construtivas utilizadas. Foi possível obter uma melhoria de 76 % no coeficiente de transmissão térmica da cobertura e 42 % e 71 % no coeficiente de transmissão térmica das janelas.

## COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA

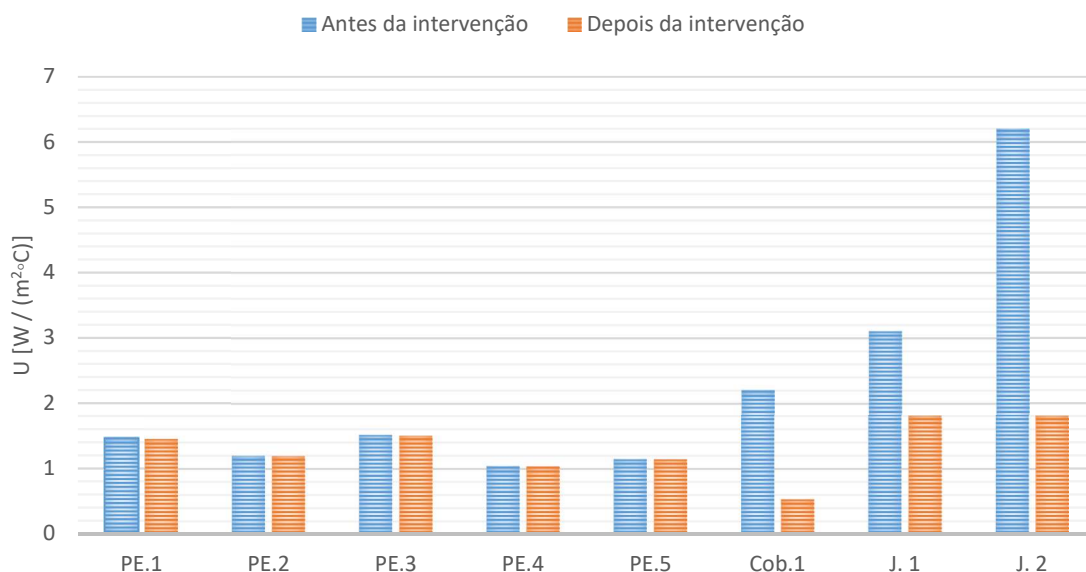


Figura 4.3 – Gráfico comparativo dos coeficientes de transmissão térmica.

Comparando os fatores solares dos vãos envidraçados foi possível obter os resultados apresentados na Tabela 4.7 e elaborar o gráfico apresentado na Figura 4.4.

Tabela 4.7 – Comparação dos fatores solares das janelas.

Elemento	$g_T$ antes da intervenção	$g_T$ depois da intervenção	Melhoria percentual [%]
Janela 1	0,35	0,31	11 %
Janela 2	0,82	0,42	49 %

Estes valores demonstram em primeiro lugar a importância da utilização de dispositivos de proteção, especialmente em janelas com vidros de qualidade inferior, como é possível observar comparando os fatores solares de ambas as janelas antes da intervenção e observando que não existe uma diferença tão acentuada entre as janelas depois da intervenção. É também possível concluir que a melhoria é mais significativa na janela em que não existe qualquer tipo de dispositivos de proteção, obtendo uma melhoria de 49 %.

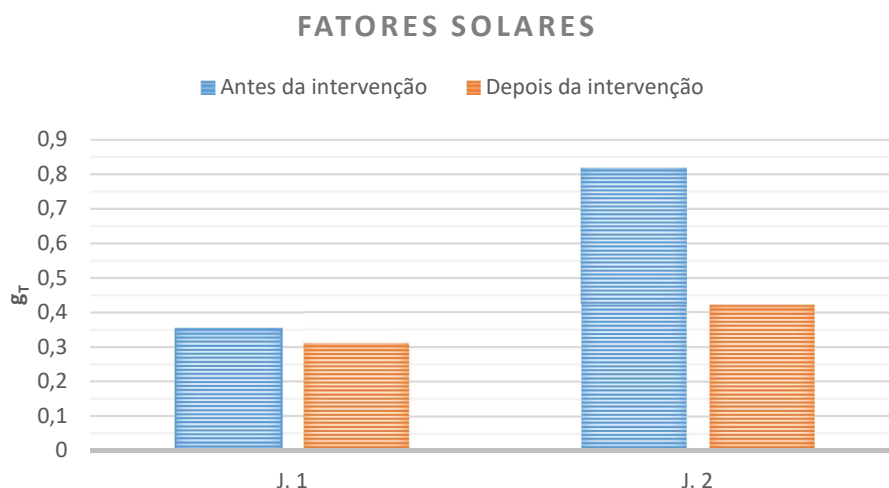


Figura 4.4 – Gráfico comparativo dos fatores solares.

#### 4.3.5 Comparação com a regulamentação em vigor

Com a atualização da regulamentação os requisitos mínimos tornaram-se mais exigentes. Foi então realizada uma comparação das soluções construtivas após a intervenção e os requisitos mínimos regulamentares em vigor, de acordo com o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), o DL nº 118 / 2013, de 20 de agosto, alterado pelo DL nº 68-A / 2015, de 30 de abril, pelo DL nº 194 / 2015, de 14 de setembro, pelo DL nº 251 / 2015 de 25 de novembro e pelo DL nº 28 / 2016 de 23 de junho.

##### 4.3.5.1 Coeficientes de transmissão térmica

Comparando os coeficientes de transmissão térmica foi possível obter os resultados que se apresentam na Tabela 4.8 e elaborar o gráfico apresentado na Figura 4.5.

Tabela 4.8 – Verificação dos coeficientes de transmissão térmica.

Elemento	U depois da intervenção [W / (m <sup>2</sup> ·C)]	U <sub>máx</sub> regulamentar [W / (m <sup>2</sup> ·C)]	Verificação
PE.1	1,45	0,70	Não conforme
PE.2	1,19	0,70	Não conforme
PE.3	1,50	0,70	Não conforme
PE.4	1,03	0,70	Não conforme
PE.5	1,14	0,70	Não conforme
Cob.1	0,53	0,50	Não conforme
Janela 1	1,8	4,30	Conforme
Janela 2	1,8	4,30	Conforme

De acordo com esta tabela é possível verificar que apenas as janelas verificam os requisitos mínimos para os coeficientes de transmissão térmica regulamentares. Embora as paredes exteriores no seu geral não tenham sido sujeitas a alterações e por esse motivo fosse expectável obter este resultado, a cobertura sofreu extensivas alterações que levaram a uma melhoria do seu coeficiente de transmissão térmico em 76 % e mesmo assim não verificou os requisitos regulamentares.

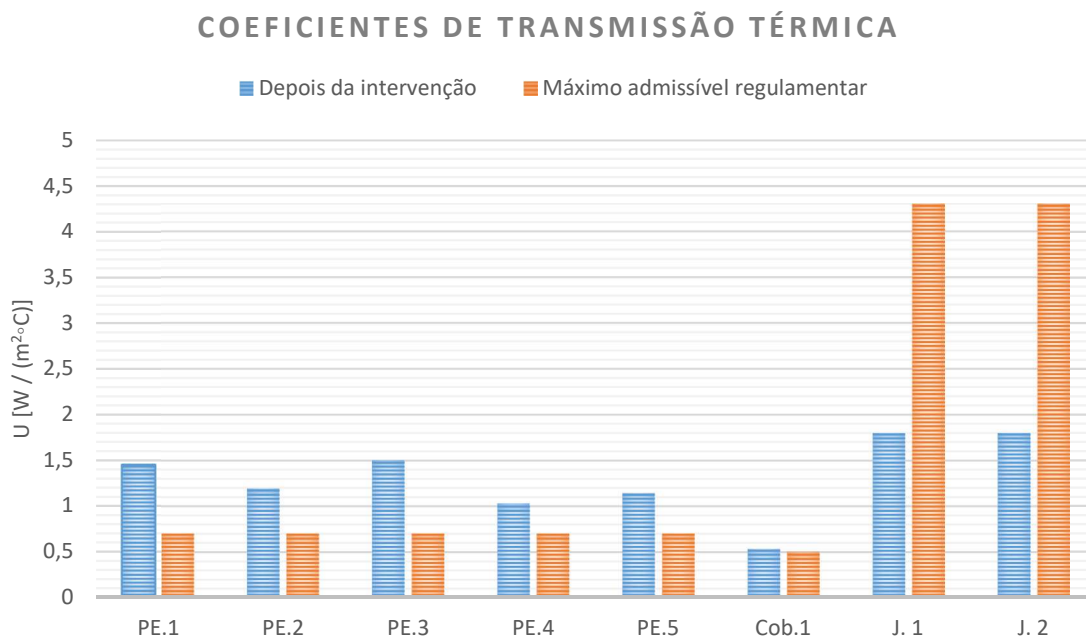


Figura 4.5 – Gráfico comparativo dos coeficientes transmissão térmica.

Uma vez que se constatou que apenas as janelas respeitavam os requisitos mínimos foram determinadas, através das expressões apresentadas no Anexo XIII, as espessuras de isolamento térmico necessárias para que cada solução verifique os requisitos mínimos.

Admitindo aumentar a espessura da lã de rocha no teto falso da cobertura e utilizar poliestireno extrudido (XPS) como isolante térmico para as restantes soluções, consultaram-se as suas condutibilidades térmicas através do ITE 50 e determinaram-se as espessuras apresentadas na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Soluções de isolamento propostas.

Elemento	U depois da intervenção [W / (m²·C)]	U <sub>máx</sub> regulamentar [W / (m²·C)]	Isolante a aplicar	Espessura (cm)	U proposto [W / (m²·C)]
PE.1	1,45	0,70	XPS	3	0,67
PE.2	1,19	0,70	XPS	3	0,61
PE.3	1,50	0,70	XPS	3	0,68
PE.4	1,03	0,70	XPS	3	0,56
PE.5	1,14	0,70	XPS	3	0,59
Cob.1	0,53	0,50	Lã de rocha	2	0,46

Estes dados demonstram que, apesar da discrepância existente entre os coeficientes de transmissão térmica das soluções existentes e os coeficientes regulamentares, seria possível obter soluções regulamentares recorrendo à introdução de uma pequena espessura de um isolante térmico comum no mercado. Esta alteração representaria um encargo económico justificável quando relacionado com uma melhoria global de 60 % nos coeficientes de transmissão térmica de toda a envolvente.

No que diz respeito às pontes térmicas, o isolamento térmico dimensionado deve ser aplicado pelo exterior de modo a respeitar os requisitos térmicos associados às mesmas.

A Figura 4.6 apresenta uma comparação entre três soluções apresentadas para os elementos mencionados, desde a solução inicial antes da intervenção, a solução prevista em projeto e a solução determinada para respeitar os atuais requisitos mínimos.

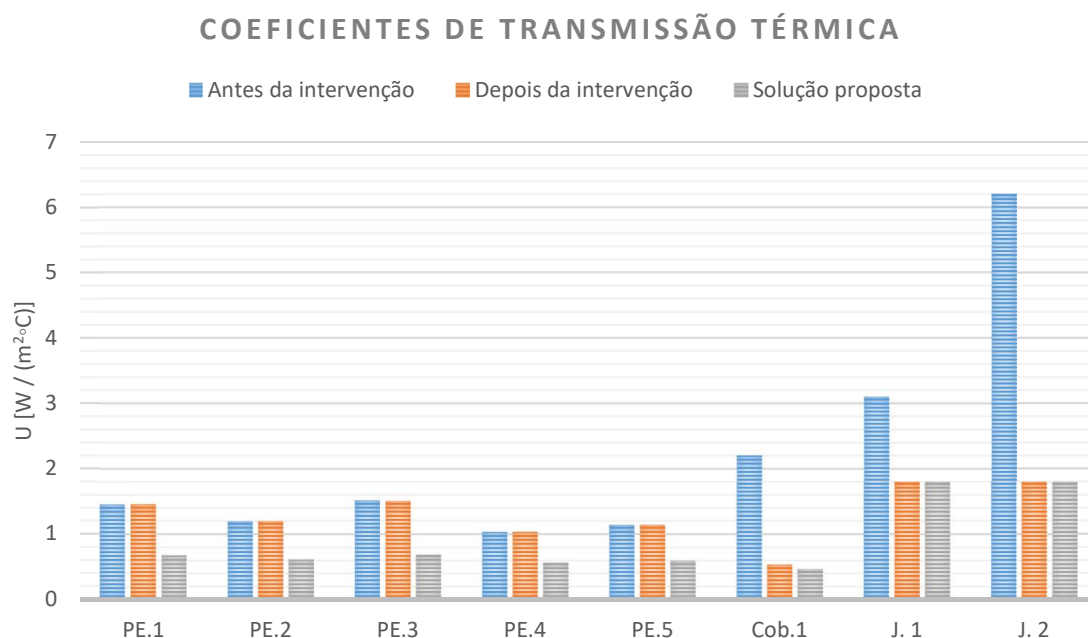


Figura 4.6 – Gráfico comparativo dos coeficientes de transmissão térmica de todas as soluções.

#### 4.3.5.2 Fatores solares

Os fatores solares dos vãos envidraçados foram verificados de acordo com as expressões definidas pela Portaria nº 349 - D / 2013 de 2 de dezembro e alterada pela Portaria nº 17 – A / 2016 de 3 de fevereiro. Todas as expressões utilizadas para este cálculo podem ser consultadas no Anexo XIV.

A fachada de nascente foi identificada como a mais desfavorável devido à inexistência de sombreamento para os envidraçados e à elevada percentagem da sua área ocupada pelos envidraçados.

Comparando os fatores solares dos vãos envidraçados foi possível obter os resultados apresentados na Tabela 4.10 e elaborar o gráfico apresentado na Figura 4.7.

Tabela 4.10 – Verificação dos fatores solares das janelas.

Elemento	$g_T * F_0 * F_f$	$g_{T,máx} * \frac{0,30}{\left(\frac{A_{env}}{A_{eve}}\right)}$	Verificação
Janela 1	0,31	0,51	Conforme
Janela 2	0,42	0,51	Conforme

Observando os dados apresentado é possível concluir que as soluções previstas em projeto cumprem os requisitos regulamentares até mesmo na fachada mais desfavorável.

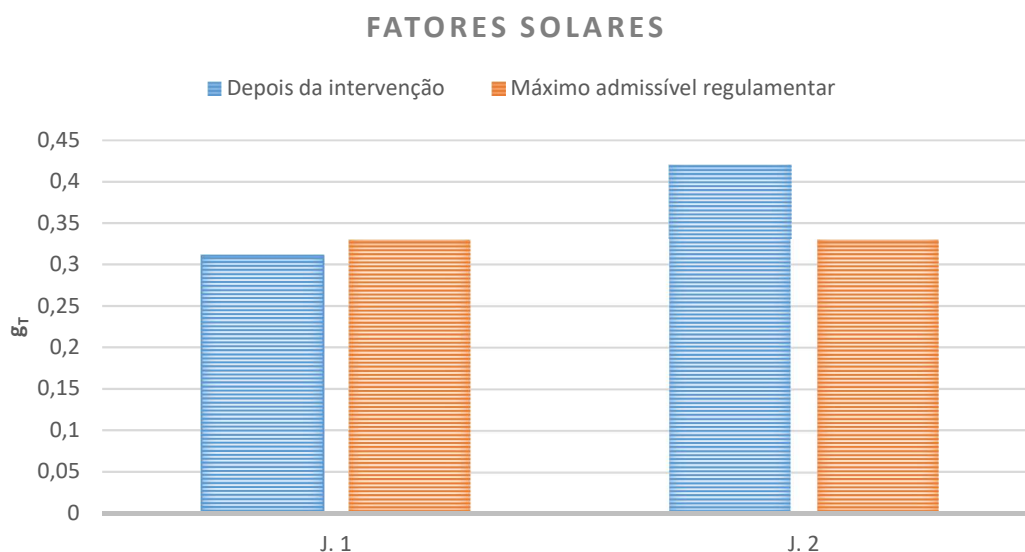


Figura 4.7 – Gráfico comparativo dos fatores solares.

Verifica-se, portanto, que ambas as janelas verificam os requisitos mínimos atuais pelo que não há necessidade de fazer qualquer tipo de sugestão de melhoria.

#### 4.4 EFICIÊNCIA HÍDRICA

A eficiência hídrica foi outro dos parâmetros estudados, analisando os equipamentos existentes antes e depois da intervenção. Para avaliar corretamente as alterações introduzidas pela obra foi quantificado o número de equipamentos existentes antes e depois da intervenção, analisando também o seu funcionamento e as medidas de poupança de água existentes.

Aqui foi possível observar uma intervenção mais intensa quando comparada à eficiência energética devido às débeis condições existentes antes da intervenção, o que levou a uma intervenção mais profunda.

#### 4.4.1 Soluções antes da intervenção

Conforme foi exposto no capítulo 2, a escola carecia de instalações sanitárias para adultos e as instalações sanitárias destinadas a pessoas com mobilidade condicionada não cumpria os requisitos mínimos. Mais ainda, os equipamentos utilizados nas instalações existentes careciam de medidas de poupança de água. Deste modo a Tabela 4.11 apresenta a quantificação dos equipamentos existentes no edifício principal antes da intervenção realizada, assim como as suas características.

Tabela 4.11 – Equipamentos sanitários antes da intervenção.

Equipamento	Quantidade	Características
Autoclismos	21	Descarga simples
Torneiras de lavatórios	20	Sistema simples
Torneiras de urinóis	10	Descarga coletiva

A Figura 4.8 apresenta os equipamentos existentes antes da intervenção acima descritos.



a) Sanitas.



b) Urinóis.



c) Lavatórios.

Figura 4.8 – Fotografias dos equipamentos sanitários antes da intervenção.

#### 4.4.2 Soluções depois da intervenção

A intervenção realizada veio resolver os problemas de insuficiência das instalações existentes aumentando o número de equipamentos. Foram instalados chuveiros nas instalações sanitárias do infantário e bancadas com lavatórios em todas as salas e gabinetes, para além do geral aumento da quantidade de equipamentos existentes. No entanto foram instalados equipamentos de qualidade superior aos anteriores no que diz respeito à poupança da água utilizada. A Tabela 4.12 apresenta a quantificação dos equipamentos existentes no edifício principal depois da intervenção realizada, assim como as suas características.

Tabela 4.12 – Equipamentos sanitários depois da intervenção.

Equipamento	Quantidade	Características
Autoclismos	27	Dupla descarga
Torneiras de lavatórios	28	Temporizador e arejador
Torneiras de lavatórios	21	Arejador
Torneiras de urinóis	15	Temporizador
Chuveiros	2	Sistema simples

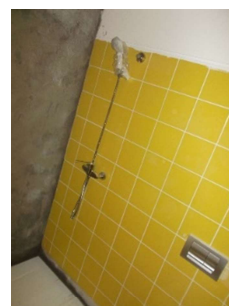
A Figura 4.9 apresenta os equipamentos existentes depois da intervenção acima descritos.



a) Sanitas.



b) Urinóis.



c) Chuveiros.



d) Lavatórios c/ temporizador.



e) Lavatórios s/ temporizador.

Figura 4.9 – Fotografias dos equipamentos sanitários depois da intervenção.

#### 4.4.3 Comparação dos equipamentos antes e depois da intervenção

Identificados os equipamentos sanitários existentes antes da intervenção e as alterações introduzidas pela mesma, fez-se uma análise quantitativa das alterações introduzidas pela intervenção no que diz respeito aos equipamentos sanitários e as suas características.

A Tabela 4.13 apresenta essa mesma comparação, representada graficamente na Figura 4.10.

Tabela 4.13 – Comparação quantitativa dos equipamentos sanitários.

Equipamento	Características	Quantidade antes da intervenção	Quantidade depois da intervenção	Aumento percentual (%)
Autoclismos	Descarga simples	21	-	29 %
	Dupla descarga	-	27	
Torneiras de lavatórios	Sistema simples	20	-	145 %
	Temporizador e arejador	-	28	
	Arejador	-	21	
Torneiras de urinóis	Descarga coletiva	10	-	50 %
	Temporizador	-	15	
Chuveiros	Sistema simples	-	2	200 %

Os dados apresentados permitem tirar várias conclusões positivas sobre a intervenção realizada. A intervenção envolveu um aumento de 106 % no número de equipamentos instalados e verificou-se que todos os equipamentos instalados apresentavam características superiores aos equipamentos anteriormente instalados. A falta de informação concreta sobre os consumos dos equipamentos instalados antes da intervenção não permitiu obter resultados quantitativos sobre a melhoria da eficiência energética introduzida pela obra, no entanto a informação disponível permite facilmente concluir que os equipamentos instalados permitem uma maior poupança da água utilizada e por sua vez uma maior eficiência hídrica.

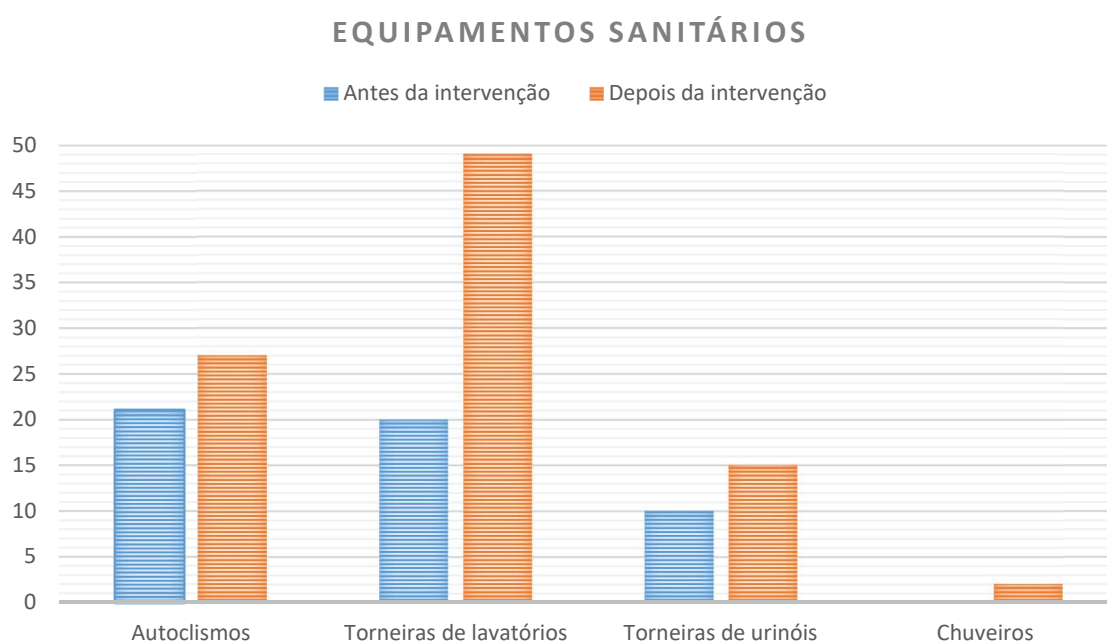


Figura 4.10 – Gráfico comparativo dos equipamentos sanitários.

É ainda de salientar a melhoria geral das condições das instalações sanitárias. Apesar de não ser possível quantificar a melhoria da apresentação das instalações, é possível estabelecer uma relação entre a qualidade e apresentação das instalações e o comportamento dos utentes. A nítida melhoria da apresentação das instalações induz os utentes a uma utilização mais cuidada das instalações, não só com os bens materiais nelas presentes, mas também com os recursos utilizados nas mesmas.

#### **4.4.4 Medidas sugeridas para uma maior eficiência hídrica**

Apesar da significativa melhoria introduzida no tipo de equipamentos instalados e as suas características para a poupança da água consumida, o aumento da quantidade de equipamentos sanitários instalados apenas no edifício principal é significativo. Considerando também os equipamentos instalados no edifício da portaria e no novo pavilhão gimnodesportivo é clara a necessidade de implementação de medidas para a poupança de água.

Tratando-se de uma escola todas as medidas implementadas devem ter em mente o funcionamento normal da escola e todas as condicionantes impostas aos equipamentos devido ao facto de estes serem maioritariamente utilizados por crianças.

Uma medida recomendável seria a instalação de torneiras com temporizador em todos os lavatórios. Outra medida que teria um significativo impacto nos consumos de água seria a instalação de temporizadores nos chuveiros dos balneários do pavilhão gimnodesportivo uma vez que estes possuem atualmente manípulos.

Por ultimo uma medida que poderia revelar-se bastante eficaz num edifício escolar seria a implementação de um sistema de captação e utilização de águas pluviais uma vez que este sistema é mais eficaz precisamente durante o período de utilização da escola. A implementação deste sistema seria ainda uma boa escolha uma vez que a escola é dotada de uma grande área coberta onde seria possível captar quantidades de água suficiente para reduzir significativamente os consumos de água da escola.

### **4.5 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

O último parâmetro estudado foi a gestão dos resíduos sólidos produzidos pela escola. Foi exposto no capítulo 2 que um dos problemas existentes na escola antes da intervenção era a inexistência de um espaço próprio destinado à recolha dos resíduos sólidos, pelo que fazia parte da intervenção a criação desse mesmo espaço. No entanto observou-se que esta foi a única intervenção realizada no que diz respeito à gestão dos resíduos sólidos.

Apesar de se tratar de um edifício escolar e da necessidade de educar as crianças para a importância da reciclagem e a preocupação com o meio-ambiente observou-se a inexistência de espaços dedicados à

separação dos resíduos sólidos para a reciclagem. Esta separação é realizada apenas no refeitório, pelos funcionários da escola que posteriormente transportam os contentores próprios para recolha e separação dos resíduos, fornecidos pela câmara municipal de Lisboa, para a entrada da escola onde era realizada a recolha pelos serviços da câmara municipal.

A intervenção realizada tratou-se apenas da criação de um espaço próprio destinado ao armazenamento destes contentores para a recolha.

Seria recomendável a criação e aplicação de medidas na escola, nomeadamente a criação de espaços espalhados por toda a escola com caixotes para a separação dos resíduos, de modo a alertar e educar a comunidade escolar para a importância de uma correta gestão dos resíduos sólidos.

#### **4.6 SÍNTESE**

Neste capítulo foi analisada a obra acompanhada do ponto de vista da eficiência e gestão de recursos da escola, estudando o impacto das alterações realizadas em termos da eficiência energética e hídrica e ainda a gestão de resíduos sólidos. Foram apresentadas as soluções existentes antes e depois da intervenção, realizando de seguida uma análise entre ambas as situações e sugerindo medidas de melhoria onde estas se justificavam.



## Capítulo 5      CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÕES

O presente relatório apresentou todo o trabalho desenvolvido ao longo de um semestre e as circunstâncias em que este se desenvolveu, sendo que pode ser dividido em duas partes essenciais. O estágio curricular desenvolvido na empresa Cari construtores com o acompanhamento do desenvolvimento da obra de beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa e o desenvolvimento de um estudo pertinente ao ramo de construções da engenharia civil aplicado à obra acompanhada.

O estágio realizado envolveu o desempenho das funções de adjunto do diretor de obra na obra de reabilitação de uma escola em Campolide pelo que levou à deslocação temporária para cidade de Lisboa ao longo do estágio. A obra previa a reabilitação do edifício principal da escola, a renovação do edifício da portaria e a construção de um pavilhão gimnodesportivo.

Durante o estágio foram estudados os projetos de especialidades existentes e desempenhadas diversas tarefas relacionadas com a direção de obra, coordenação de segurança em obra e o acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos. Todo o trabalho realizado durante o estágio permitiu não só por em prática conhecimentos obtidos ao longo da formação académica, mas também obter contacto direto com o mercado de trabalho e adquirir experiência profissional. As tarefas de coordenação de segurança alertaram para as necessidades e condicionantes existentes em obra às condições de segurança, a direção de obra permitiu perceber melhor a realidade das responsabilidades e tarefas associadas à direção de obra enquanto o acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos permitiu observar boas práticas da construção e controlo da sua execução. Algumas das conclusões mais importantes retiradas do estágio foram as seguintes:

- Por vezes o desenvolvimento dos trabalhos em obra entra em conflito com as condições de segurança e os trabalhadores tendem a desprezar os perigos associados, prosseguindo com os trabalhos em condições perigosas pelo que é necessária atenção e sensibilização para evitar esse tipo de situações.
- Os prazos curtos e orçamentos baixos incentivam a subcontratação de empresas para o desempenho de diversos trabalhos em obra.

- Os orçamentos baixos e com pouca margem manobra obrigam um controlo orçamental mais rigoroso e que é geralmente realizado pelo diretor de obra. Isto acaba por consumir uma grande parte do tempo da direção de obra, limitando a sua disponibilidade para questão mais técnicas.
- A mão-de-obra especializada representa uma mais-valia significativa numa área como a construção civil onde imprevistos são frequentes e geralmente necessitam rapidamente de soluções práticas.

O estudo desenvolvido focou-se na eficiência e gestão de recursos da escola, analisando as alterações realizadas no ponto de vista da eficiência energética, hídrica e gestão dos resíduos sólidos. Do ponto de vista da eficiência energética a intervenção foi mais aprofundada nos edifícios do pavilhão gimnodesportivo e portaria pois foram totalmente reconstruídos, enquanto o edifício principal sofreu alterações mais superficiais. Do estudo realizado sobre a eficiência energética foi possível retirar as seguintes conclusões:

- As intervenções realizadas no edifício principal aumentaram significativamente os coeficientes de transmissão térmica de algumas soluções construtivas, atingindo melhorias de 76 % na cobertura e 42 % e 71 % nas janelas. No que diz respeito aos fatores solares dos vãos envidraçados, foi possível observar melhorias de 11 % e 49 %.
- A verificação dos valores regulamentares dos coeficientes de transmissão térmica da envolvente opaca poderia ser atingida utilizando pequenas espessuras de isolantes térmicos correntes, nomeadamente 3 cm de espessura de poliestireno extrudido e 2 cm de lã de rocha aplicados nas paredes exteriores e teto falso respetivamente permitiriam um aumento dos coeficientes de transmissão térmica de 60 %.
- As soluções previstas em projeto para os vãos envidraçados verificaram todos os requisitos regulamentares atualmente em vigor em termos de coeficientes de transmissão térmica e fatores solares, pelo que não necessitam de qualquer melhoria.

No que diz respeito à eficiência hídrica a intervenção realizada acabou por aumentar consideravelmente o número de equipamentos sanitários instalados no edifício principal, edifício da portaria e especialmente no pavilhão gimnodesportivo. Do estudo realizado sobre a eficiência hídrica foi possível retirar as seguintes conclusões:

- O número de equipamentos instalados na escola aumentou significativamente, atingindo um aumento de 106 % apenas no edifício principal.
- Apesar de não ter sido quantificada a melhoria atingida em termos de consumos de água, é possível concluir que a intervenção realizada aumentou significativamente a eficiência hídrica dos

equipamentos instalados devido às suas características superiores que permitem uma maior poupança de água.

A gestão dos resíduos sólidos foi menos afetada pela intervenção sendo que esta consistiu apenas na criação de um espaço próprio para a recolha dos resíduos. Seria do interesse da comunidade escolar a criação de medidas de sensibilização e incentivo a uma correta gestão dos resíduos sólidos.

## 5.2 DESENVOLVIMENTO FUTURO

A análise realizada sobre a eficiência e gestão de recursos da escola Mestre Querubim Lapa tem várias opções para continuar a ser desenvolvido. De acordo com o que foi apresentado ao longo do estudo realizado, podem ser desenvolvidos os seguintes pontos:

- Estudo das soluções construtivas da envolvente opaca e envidraçados de todos os edifícios da escola uma vez que foi estudado apenas o edifício principal.
- Avaliação e dimensionamento de soluções construtivas de modo a cumprir os requisitos mínimos regulamentares atuais em todos os edifícios pois o projeto de comportamento térmico aplicado ao pavilhão gimnodesportivo e à portaria foi realizado de acordo com regulamentação que já não se encontra em vigor.
- Estudo de criação de um sistema de captação para a reutilização de águas pluviais.

Sendo a sustentabilidade um assunto cada vez mais importante e com o aumento da sensibilização para este assunto, seria interessante continuar a desenvolver o trabalho aqui apresentado, conjugando a evolução das tecnologias de construção, os requisitos regulamentares e as necessidades ambientais de modo a obter as soluções mais vantajosas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINISTÉRIOS DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA E DA SOLIDARIEDADE EM OREGO E SEGURANÇA SOCIAL - Portaria n.º 349-D/2013. Diário da República. 1ª série. 233:2 de dezembro (2013) 6628-(40)-6628(73).

MINISTÉRIO DO TRABALHO SOLIDARIEDADE E SEGURANÇA SOCIAL E ECONOMIA - Portaria n.º 17-A/2016. Diário da República. 24:4 de fevereiro (2016) 2-56.

MINISTÉRIO DO TRABALHO SOLIDARIEDADE E SEGURANÇA SOCIAL E ECONOMIA - Portaria n.º 17-A/2016. Diário da República. 1ª série. 24:4 de fevereiro (2016) 378-(2)-378-(56).

MINISTÉRIO DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA - Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013. Diário da República. 2ª série. 234:3 de dezembro (2013) 35088-(26)-35088(31).

MINISTÉRIO DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA - Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013. Diário da República. 2ª série. 234:3 de dezembro (2013) 35088-(58)-35088-(87).

MINISTÉRIO DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA - Decreto-Lei n.º 251/2015. Diário da República. 1ª série. 231:25 de novembro (2015) 9591-9611.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA - Decreto-Lei n.º 194/2015. Diário da República. 1ª série. 179:14 de setembro (2015) 7899-7922.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA - Decreto-Lei n.º 68-A/2015. Diário da República. 1ª série. 84:30 de abril (2015) 2206-(2)-2206-(52).

MINISTÉRIO DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA - Declaração de retificação n.º 130/2014. Diário da República. 2ª série. 29:11 de fevereiro (2014) 4153.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA - Declaração de retificação n.º 127/2014. Diário da República. 2ª série. 29:11 de fevereiro (2014) 4152.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DO EMPREGO - Decreto-Lei n.º 118/2013. Diário da República. 1ª série. 159:20 de agosto (2013) 4988-5005.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA - Decreto-Lei n.º 28/2016. Diário da República. 1ª série. 119:23 de junho (2016) 1945-1966.

## Referências Bibliográficas

### **Outras referências:**

Agência para a energia - 2016. Disponível em WWW:<URL:<http://www.adene.pt/>>.

Cari construtores - 2016. Disponível em WWW:<URL:<http://www.cari.pt/>>.

Desenvolvimento sustentável - 2016. Disponível em WWW:

<URL:[https://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento\\_sustent%C3%A1vel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento_sustent%C3%A1vel)>.

Draft Logic - 2016. Disponível em WWW:

<URL:<https://www.daftlogic.com/sandbox-google-maps-find-altitude.htm>>.

DST Group - 2016. Disponível em WWW:<URL:<http://www.dstsgps.com/>>.

Portal da construção sustentável - 2016. Disponível em WWW:<URL:<http://www.csustentavel.com/>>.

Portal da habitação - 2016. Disponível em WWW:

<URL:<http://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/habitacao/construcao/construcaosustentavel.html>>.

Relatório de Brundtland - 2016. Disponível em WWW:

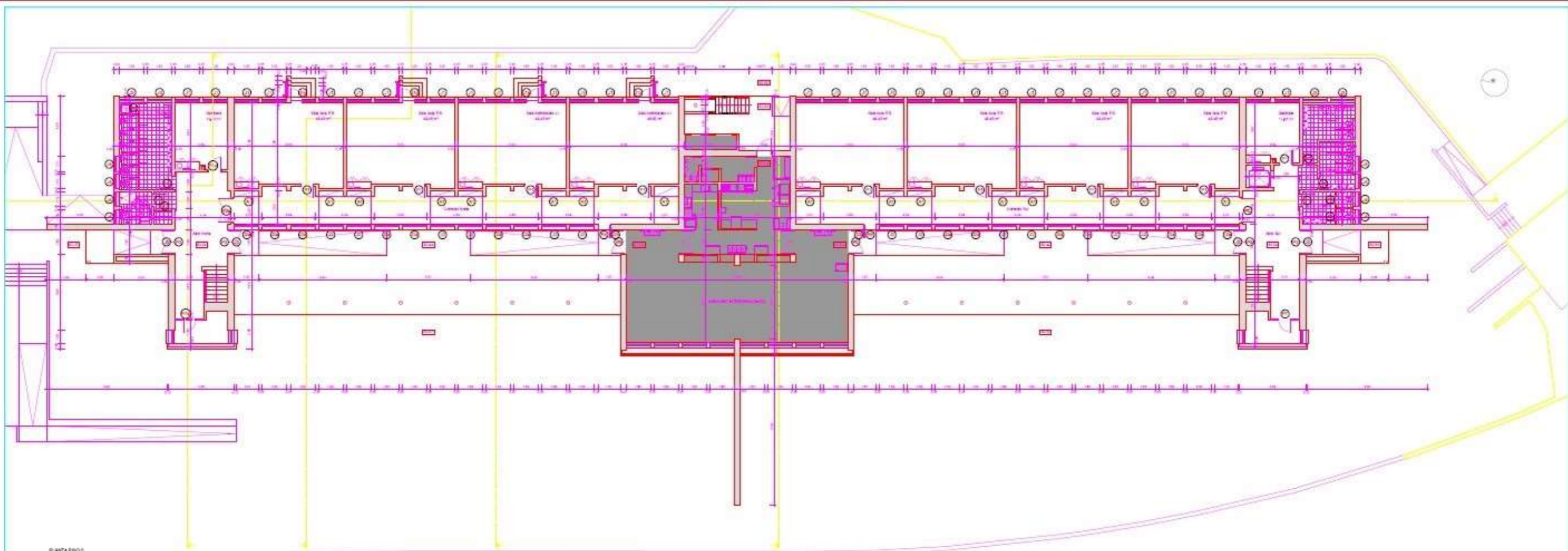
<URL:[https://pt.wikipedia.org/wiki/Relat%C3%B3rio\\_Brundtland](https://pt.wikipedia.org/wiki/Relat%C3%B3rio_Brundtland)>.

## **ANEXOS**

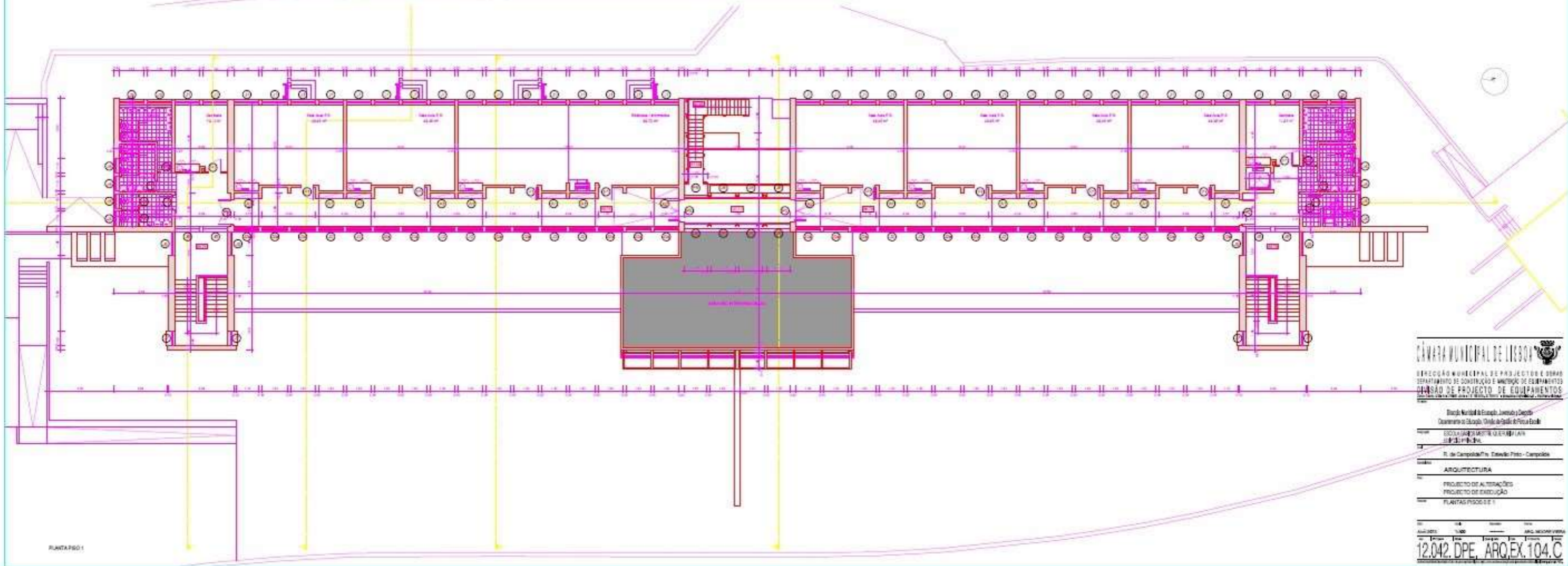


**Anexo I PLANTAS DO EDIFÍCIO PRINCIPAL (ESCALA 1: 300)**





PLANTA P00



PLANTA P01

**CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA**

DIREÇÃO MUNICIPAL DE PROJEÇÃO E OBRAS  
 DEPARTAMENTO DE CONDIÇÃO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS  
 DIVISÃO DE PROJECTO DE EQUIPAMENTOS

Edifício Municipal de Escolas, Jardins e Depósito  
 Quaternário de Escolas, União de Escolas de Póvoa do Varzim

PROJETO DE ALTERAÇÃO  
 PROJETO DE EXECUÇÃO  
 PLANAS P00 E P01

ARQUITECTURA

12.042.DPE, ARQ.EX.104.C



## Anexo II DECLARAÇÃO DE AUSÊNCIA DE EMISSÃO DA DCR



CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA  
DIRECÇÃO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO, JUVENTUDE E DESPORTO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO/DIVISÃO DE GESTÃO DO PARQUE  
ESCOLAR

### 1. DECLARAÇÃO JUSTIFICATIVA DE AUSÊNCIA DE EMISSÃO DE DCR

No âmbito do projeto relativo a Beneficiação Geral e Ampliação da Escola Básica Mestre Querubim Lapa serve o presente documento para esclarecer a não apresentação da Declaração de Conformidade Regulamentar atendendo ao disposto no ponto 4 do artigo 2º do Decreto de Lei n.º 79/2006, de 04 de Abril,

*...”4 - No caso de ampliações de edifícios existentes em que a intervenção na parte original desse edifício não atinja o limiar definido para ser considerada uma grande intervenção de reabilitação, o presente Regulamento aplica-se apenas à zona de ampliação, ....”*

Assim como ao disposto no esclarecimento da ADENE CSC01947/13 CRM: 00050000557 referente a esta Escola em que é mencionado que:

*\*.... informamos que a intervenção em causa configura uma pequena intervenção no edifício principal, considerando que o custo desta é inferior a 25% do valor do edifício.*

*A referida intervenção não carece de DCR nem de cumprir com os requisitos de edifícios novos.*

*Verifica-se ainda uma ampliação do edifício principal que também não carece de DCR, devendo no entanto ser cumpridos os requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente.*

*No final da construção deverá ser emitido um CE de edifício existente que inclua a globalidade do edifício.”*

Face ao exposto será emitido um Certificado Energético no final da construção com o enquadramento de edifício existente, estando os requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente para as zonas ampliadas de acordo com o estabelecido na regulamentação em vigor.

Lisboa, Agosto de 2013

O Técnico Responsável,

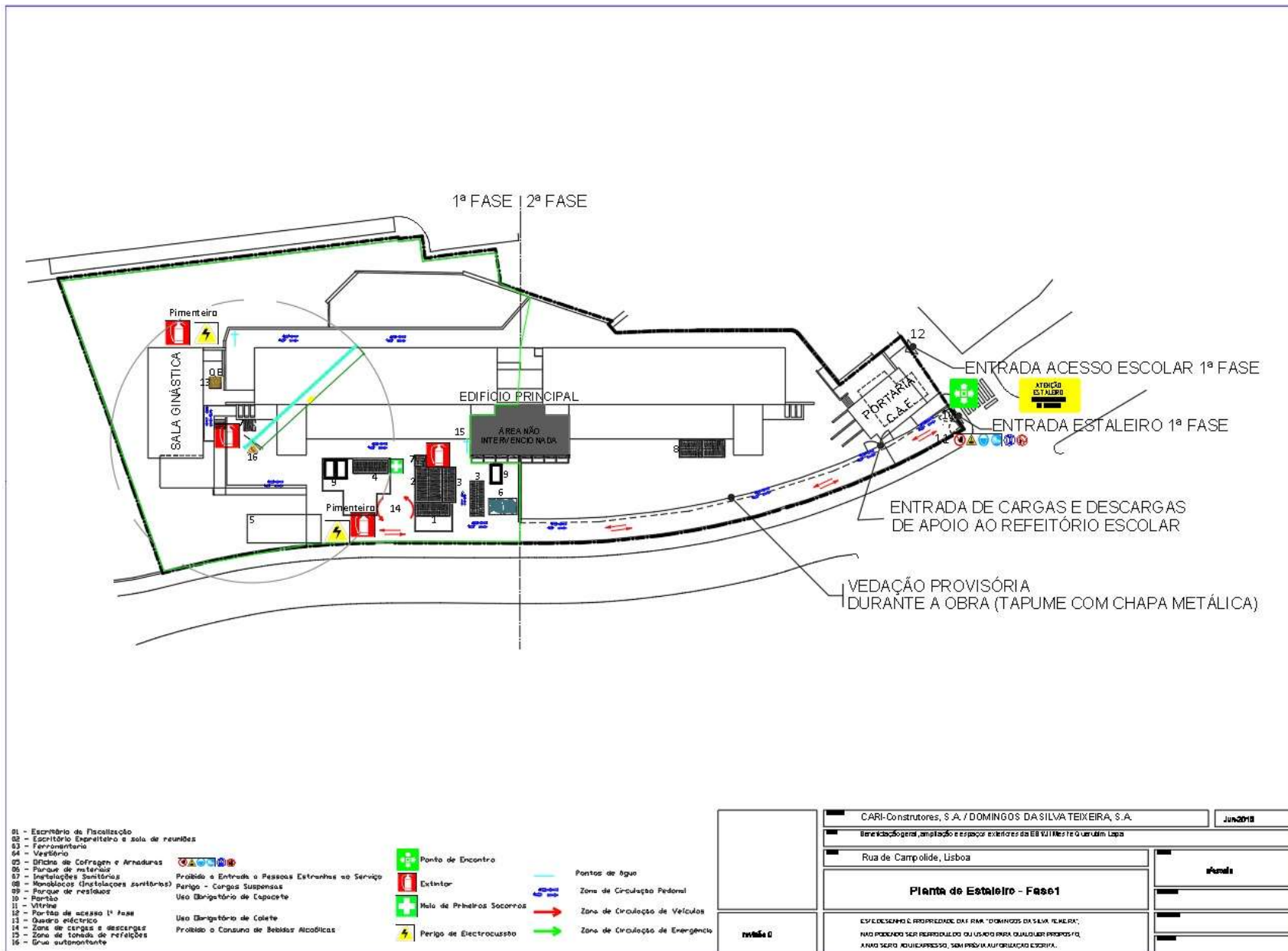
Olandino Zacarias Calico, Eng.

(OE 15 727)



**Anexo III PLANTA DE ESTALEIRO DA PRIMEIRA FASE (S/ ESCALA)**

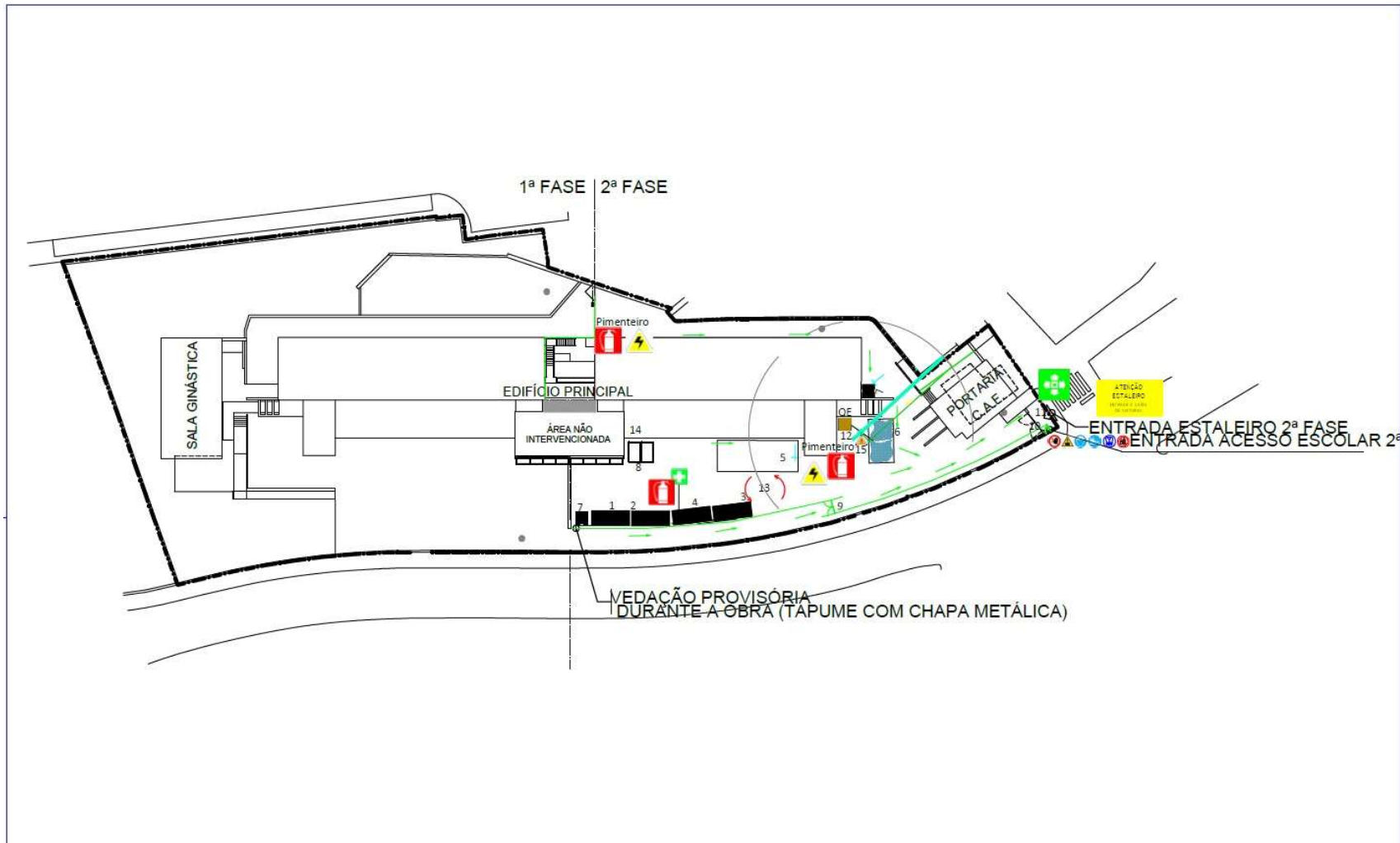






**Anexo IV PLANTA DE ESTALEIRO DA SEGUNDA FASE**





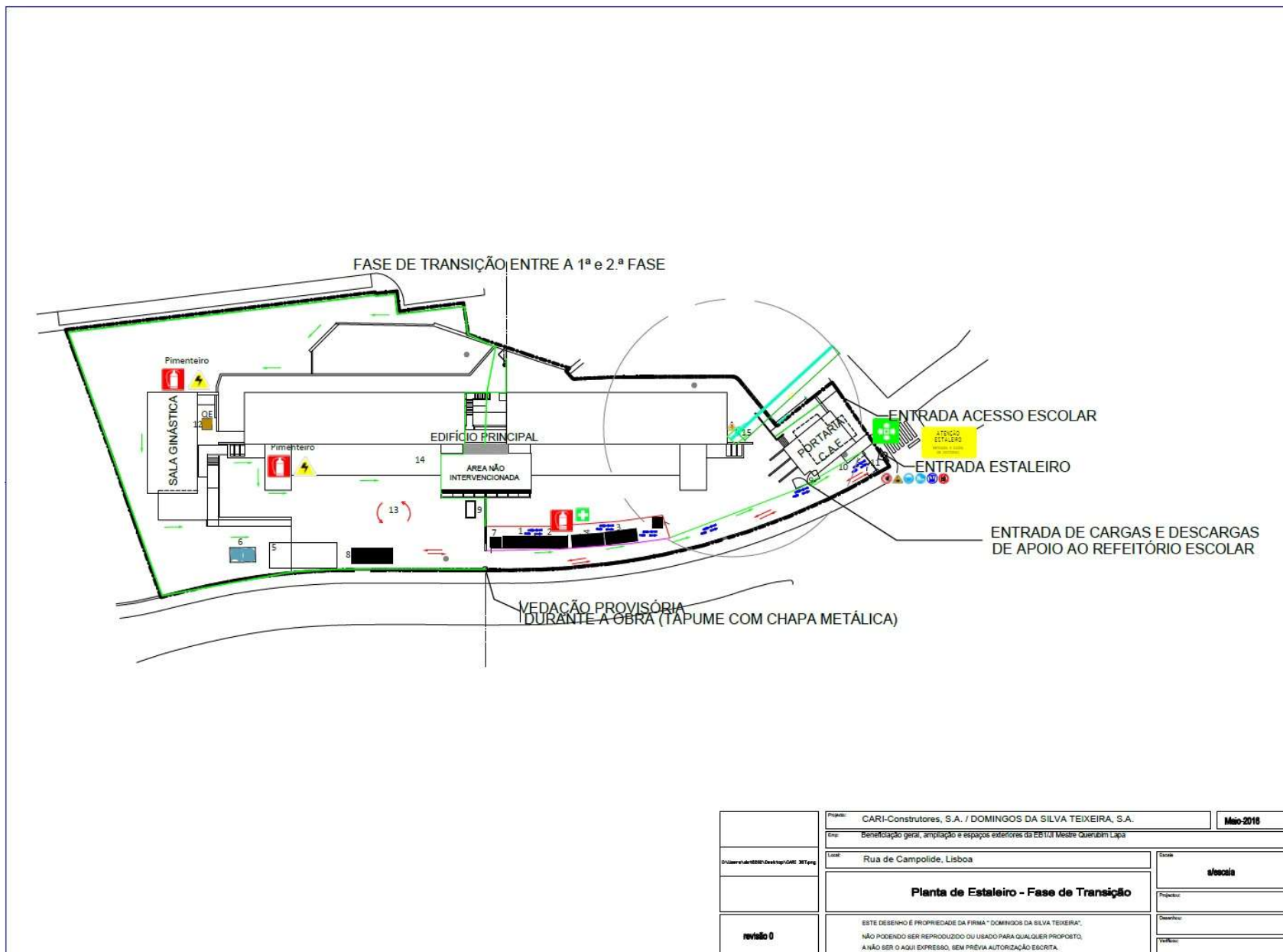
- 01 - Escritório de Fiscalização
  - 02 - Escritório Expediente e sala de reuniões
  - 03 - Ferramentaria
  - 04 - Vestiário
  - 05 - Oficinas de Cofragem e Armaduras
  - 06 - Parque de materiais
  - 07 - Instalações Sanitárias
  - 08 - Parque de resíduos
  - 09 - Ponto de acesso cargas e descargas escola
  - 10 - Vitrine
  - 11 - Ponto de acesso 2ª fase
  - 12 - Quadro eléctrico
  - 13 - Zona de cargas e descargas obra
  - 14 - Zona de tomada de refeições
  - 15 - Grua autónoma
- Proibido a Entrada a Pessoas Estranhas ao Serviço
  - Perigo - Cargas Suspensas
  - Uso Obrigatório de Capacete
  - Uso Obrigatório de Colete
  - Proibido o Consumo de Bebidas Alcoólicas
- Ponto de Encontro
  - Extintor
  - Maia de Primeiros Socorros
  - Perigo de Electrocussão
- Pontos de água
  - Zona de Circulação Pedonal
  - Zona de Circulação de Veículos
  - Zona de Circulação de Energia

	Projeto: CARI-Construtores, S.A. / DOMINGOS DA SILVA TEIXEIRA, S.A. Data: Jun-2015
	Objeto: Beneficiação geral, ampliação e espaços exteriores da EB1/JI Mestre Cebalém Lapa
	Local: Rua de Campolide, Lisboa
	<b>Planta de Estaleiro - Fase2</b>
	ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA FIRMA "DOMINGOS DA SILVA TEIXEIRA"; NÃO PODEMOS SER REPRODUZIDO OU USADO PARA QUALQUER PROPOSTO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO ESCRITA.
revisão 0	



**Anexo V PLANTA DE ESTALEIRO TRANSITÓRIA**





	Projeto: CARI-Construtores, S.A. / DOMINGOS DA SILVA TEIXEIRA, S.A.	Mais 2016
	Obj: Beneficiação geral, ampliação e espaços exteriores da EB1/J Mestre Queimado Lapa	
	Local: Rua de Campolide, Lisboa	Estado: <b>Associa</b>
		Projeto:
		Execução:
		Verificação:
revisão 0	ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA FIRMA "DOMINGOS DA SILVA TEIXEIRA". NÃO PODENDO SER REPRODUZIDO OU USADO PARA QUALQUER PROPÓSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO ESCRITA.	



**Anexo VI REGISTO DE DOCUMENTAÇÃO DE EMPRESAS**







**Anexo VII REGISTO DE DOCUMENTAÇÃO DE TRABALHADORES**







## Anexo VIII REGISTO DE DOCUMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

cari		CONTROLO DE EQUIPAMENTOS							
		Obra:							
DADOS DA EMPRESA									
Nome:				Morada:					
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO									
N.º	Tipo	Marca	Modelo	N.º Série/Matricula	Ano Fabrico	Conta hrs/Km			
DOCUMENTAÇÃO							C	N/C	N/A
1) Declaração CE de Conformidade em português (Máquinas e Emissões Sonoras)									
2) Declaração com Relatório de Requisitos Mínimos									
3) Certificado emitido por organismo competente e declaração do cedente <sup>(1)</sup>									
4) Manual de Instruções em português (verificar a sua existência)									
5) Plano de Manutenções (Itens de verificação periódica de acordo com as instruções do fabricante)									
6) Cópia da última Manutenção/Verificação									
7) Última inspeção periódica <sup>(2)</sup>									
8) Seguro Automóvel <sup>(2)</sup>									
9) Registo de Propriedade <sup>(2)</sup>									
10) Livrete <sup>(2)</sup>									
VERIFICAÇÕES <sup>(3)</sup>							C	N/C	N/A
1) Sinalização e avisos de segurança em português (localização, fácil compreensão, ...)									
2) Chapa de identificação e com a marcação CE									
3) Marcação com o nível de potência sonora									
4) Dispositivos de iluminação (faróis, piscas, marcha-atrás, stop, interior cabine, faról de trabalho)									
5) Sinal de aviso sonoro (buzina de trabalho e marcha-atrás)									
6) Sistema de Protecção "FOPS" e "ROPS"									
7) Estado de conservação dos rodados									
8) Rotativo luminoso									
9) Extintor (localização e validade: _____, ____ / ____ / ____)									
10) Existência de fugas / derrames no equipamento									
11) Condições de Visibilidade (Vidros, espelhos retrovisores, etc.)									
12) Condições de acesso ao equipamento (estado e limpeza de degraus e pegas)									
13) Mangueiras / tubagens									
14) Protecções (tomada de força, correntes, lâminas de corte, brocas, tapetes rolantes, poeiras, etc.)									
15) Correntes, ganchos e cintas									
16) Instalações eléctricas (Ligação terra, disjuntores, estado dos cabos eléctricos)									
(1) Para máquinas em 2.ª mão (ver D.L. 214/95 de 18 de Agosto)							(2) Para equipamento na via pública		
(3) Se o Manual de Instruções contrariar estes itens ou adicionar outros, tal deverá ser contemplado nesta lista de verificações. Ver verso									
PARECER									
Conforme <input type="checkbox"/>		Não Conforme <input type="checkbox"/>							
Observações: _____									
Data de verificação: ____ / ____ / ____ TSHT					DO				
Data de entrada: ____ / ____ / ____									

NOTA: Todos os equipamentos em obra deverão ter a sua situação regularizada de modo a não comprometer a segurança

Equipamentos com obrigatoriedade de marcação CE (n.º 1 ao 63) e Nível de Potência Sonora garantida (L<sub>WA</sub>) (apenas aplicável para os equipamentos do n.º 23 a 63) :



## Anexo IX PEDIDO DE APROVAÇÃO DE MATERIAL OU EQUIPAMENTO



grupo dst

### APROVAÇÃO DE MATERIAIS/EQUIPAMENTO

IDENTIFICAÇÃO DA EMPREITADA	
CÓDIGO:	OC0041 PAME N.º 41C_ARQ. Pinturas
OBRA:	Emp_29/DMPO/DCME/DPE/13_ "Beneficiação geral, ampliação e espaços exteriores da EB1/JI Mestre Querubim Lapa
DIRECTOR DE OBRA:	Davide Santos
DONO DE OBRA/FISCALIZAÇÃO:	Câmara Municipal de Lisboa / Câmara Municipal de Lisboa

IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL/EQUIPAMENTO PROPOSTO	
Pinturas	Fabricante: CIN

REF. ARTIGO
5.1.10.1.1.1; 5.1.10.1.2.1; 5.1.10.1.2.2; 5.1.10.3.1.1; 5.1.10.3.2.1; 5.1.10.3.2.2; 5.3.11.1.2; 5.3.11.1.4.1; 5.3.11.1.7.1; 5.3.11.1.7.2; 5.3.11.2.1.1; 5.3.11.2.2; 5.3.11.4.1.1; 5.3.11.4.1.2; 5.4.2.1; 5.4.2.2; 5.4.2.3; 5.4.2.4; 5.2.10.1.1.1; 5.2.10.1.2.1; 5.2.10.3.1.1; 5.2.10.3.2.1; 5.2.10.3.2.2; 5.2.10.3.3.1; 5.3.11.1.3; 5.3.11.1.6.1; 5.3.11.1.8.1; 5.3.11.1.8.2; 5.3.11.3.4.1; 5.3.11.1.1; 5.3.11.1.5.1; 5.3.11.1.5.2; 5.3.11.1.5.3; 5.3.11.1.5.4; 5.3.11.1.5.5; 5.3.11.1.9.1; 5.3.11.3.2.1; 5.3.11.3.2.2; 5.3.11.3.2.3; 5.3.11.3.2.4; 5.3.11.3.3.1; 5.3.11.3.3.2; 5.3.11.3.3.3;

C-CRYL W720 HB	5.1.10.1.1.1; 5.1.10.1.2.1; 5.1.10.1.2.2; 5.1.10.3.1.1; 5.1.10.3.2.1; 5.1.10.3.2.2;
7N-170 C-POX ST170	5.3.11.1.2; 5.3.11.1.4.1; 5.3.11.1.7.1; 5.3.11.1.7.2;
10-270 VINYL XT	5.3.11.2.1.1; 5.3.11.2.2; 5.3.11.4.1.1; 5.3.11.4.1.2; 5.4.2.1; 5.4.2.2; 5.4.2.3; 5.4.2.4
12-220 CINACRYL ACETINADO	5.2.10.1.1.1; 5.2.10.1.2.1; 5.2.10.3.1.1; 5.2.10.3.2.1; 5.2.10.3.2.2; 5.2.10.3.3.1; 5.3.11.1.3; 5.3.11.1.6.1; 5.3.11.1.8.1; 5.3.11.1.8.2; 5.3.11.3.4.1;
10-130 AQUACIN PLUS	5.3.11.1.1; 5.3.11.1.5.1; 5.3.11.1.5.2; 5.3.11.1.5.3; 5.3.11.1.5.4; 5.3.11.1.5.5; 5.3.11.1.9.1; 5.3.11.3.2.1; 5.3.11.3.2.2; 5.3.11.3.2.3; 5.3.11.3.2.4; 5.3.11.3.3.1; 5.3.11.3.3.2; 5.3.11.3.3.3;
12-830 AQUA PRIMER	5.3.11.1.8.1; 5.3.11.1.8.2
64-860 PRIMÁRIO CINOLITE	5.3.11.2.1.1; 5.3.11.2.2; 5.3.11.4.1.1; 5.3.11.4.1.2; 5.4.2.1; 5.4.2.2; 5.4.2.3; 5.4.2.4
10-600 PRIMÁRIO EPI/GC 300	5.3.11.1.1; 5.3.11.1.5.1; 5.3.11.1.5.2; 5.3.11.1.5.3; 5.3.11.1.5.4; 5.3.11.1.5.5; 5.3.11.1.9.1; 5.3.11.3.2.1; 5.3.11.3.2.2; 5.3.11.3.2.3; 5.3.11.3.2.4; 5.3.11.3.3.1; 5.3.11.3.3.2; 5.3.11.3.3.3;






DOCUMENTAÇÃO ANEXA
Ficha técnica

ENVIO AO DONO DE OBRA / FISCALIZAÇÃO			
Data: 10-03-2015	Recebido por:	Cargo:	Rúb.:

APROVAÇÃO DO MATERIAL/EQUIPAMENTO	
Justificação:	Assinaturas:
	Data:



## Anexo X RELATÓRIO DE LIÇÃO APRENDIDA

		LIÇÕES APRENDIDAS	001
<b>Má aderência e vibração e falta de recobrimento em pilares</b>			
<b>DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO</b>		<b>AÇÃO IMPLEMENTADA</b>	
<p>Foram detetadas anomalias na aderência entre o betão nas juntas de ligação entre pilares, assim como espaços vazios provenientes de má vibração. (Fig 1) Verificou-se também que alguns pilares, nos topos, não cumpriam os requisitos de recobrimento (mínimo) indicados em projeto.</p>		<p>Foi necessário proceder à demolição dos pilares em questão (Fig. 2) e realizar novas betonagens. Foi aplicado o produto SikaTop Armatec - 110 EpoCem na base dos pilares de forma a garantir uma melhor aderência (Fig. 3). As betonagens e vibrações do betão foram executadas com mais rigor e controlo de forma a evitar os erros ocorridos (Fig. 4).</p>	
<b>ASPETOS A MELHORAR</b>		<b>LIÇÃO APRENDIDA</b>	
<p>Melhor controlo sobre os trabalhos a serem executados</p>		<p>Quando for previsível a ocorrência de falta de aderência entre elementos betonados devemos recorrer a produtos como agentes de aderência. Devemos nos certificar de que os trabalhos de betonagem são devidamente executados.</p>	
<b>REGISTO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4

Emitido por: \_\_\_\_\_ / Data: \_\_\_\_\_



**Anexo XI    MAPA DE ACABAMENTOS**







## Anexo XII CÁLCULO DE PARÂMETROS CLIMÁTICOS

Todos os cálculos para determinar as zonas climáticas foram realizados de acordo com o Despacho nº 15793-F / 2013, alterado pela Declaração de retificação nº 130 / 2014, nos termos do DL nº 118 / 2013 de 20 de agosto, onde constam as seguintes tabelas e expressões.

A zona climática da estação de aquecimento, inverno, pode ser definida a partir do número de graus-dias, na base de 18 °C, correspondente à estação convencional de aquecimento (GD), de acordo com a Tabela XII.1.

Tabela XII.1 – Critérios para determinação da zona climática de inverno (Despacho nº 15793-F, 2013).

Critério	GD ≤ 1300	1300 ≤ GD ≤ 1800	GD > 1800
Zona	I1	I2	I3

A zona climática da estação de arrefecimento, verão, pode ser definida a partir da temperatura média exterior corresponde à estação convencional de arrefecimento ( $\theta_{ext,v}$ ), de acordo com a Tabela XII.2.

Tabela XII.2 – Critérios para determinação da zona climática de verão (Despacho 15793-F, 2013).

Critério	$\theta_{ext,v} \leq 20 \text{ °C}$	$20 \text{ °C} \leq \theta_{ext,v} \leq 22 \text{ °C}$	$\theta_{ext,v} > 22 \text{ °C}$
Zona	V1	V2	V3

Ainda de acordo com o despacho referido, os parâmetros climáticos X associados a um determinado local são obtidos a partir de valores de referência  $X_{REF}$  para cada Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS III) e ajustados com base na altitude (z) desse local. Estes ajustes são realizados de acordo com a Expressão (XII.1).

$$X = X_{REF} + a(z - z_{REF}) \quad [\text{meses ou } \text{°C}] \quad (\text{XII.1})$$

Onde:

X – Parâmetro climático a calcular.

$X_{REF}$  – Valor de referência do parâmetro a calcular.

a – Declive da relação linear entre os valores de referência e de cálculo.

z – Altitude do edifício [km].

$z_{REF}$  - Altitude de referência [km].

## Anexos

Os parâmetros pertinentes para a estação de aquecimento são:

- GD – número de graus-dias, na base de 18 °C, correspondente à estação convencional de aquecimento [°C].
- M – Duração da estação de aquecimento [meses].
- $\theta_{\text{ext},i}$  – Temperatura exterior média do mês mais frio da estação de aquecimento [°C].

Os parâmetros pertinentes para a estação de arrefecimento são:

- $L_v$  – Duração da estação de arrefecimento = 4 meses = 2928 horas.
- $\theta_{\text{ext},v}$  – Temperatura exterior média da estação de arrefecimento [°C].

### Anexo XIII CÁLCULO DE COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA

Os coeficientes de transmissão térmica foram determinados de acordo com a Expressão (XIII.1) definida no Despacho (extrato) nº 15793-K / 2013.

$$U = \frac{1}{R_{se} + \sum_i R_i + R_{se}} \quad [W / (m^2 \cdot ^\circ C)] \quad (XIII.1)$$

Onde:

$U$  – Coeficiente de transmissão térmica  $[W / (m^2 \cdot ^\circ C)]$ .

$R_{se}$  – Resistência térmica superficial exterior  $[(m^2 \cdot ^\circ C) / W]$ .

$R_i$  – Resistência térmica superficial da camada  $i$   $[(m^2 \cdot ^\circ C) / W]$ .

$R_{si}$  – Resistência térmica superficial interior  $[(m^2 \cdot ^\circ C) / W]$ .

A resistência térmica superficial de uma camada de algum material é dada pela Expressão(XIII.2).

$$R_i = e_i / \lambda_i \quad [(m^2 \cdot ^\circ C) / W] \quad (XIII.2)$$

Onde:

$R_i$  – Resistência térmica superficial da camada  $i$   $[(m^2 \cdot ^\circ C) / W]$ .

$e_i$  – Espessura da camada  $i$  [m].

$\lambda_i$  – Condutibilidade térmica do material  $i$   $[(m^2 \cdot ^\circ C) / W]$ .



## Anexo XIV CÁLCULO DE FATORES SOLARES

O fator solar do envidraçado deve ser corrigido sempre que exista um dispositivo de proteção associado. Assim a correção pode ser feita de acordo com a Expressão (XIV.1) no caso de vidros simples ou pela Expressão (XIV.2) no caso de vidros duplos.

$$g_T = g_{\perp,vi} * \prod_i \frac{g_{T,vc}}{0,85} \quad (\text{XIV.1})$$

$$g_T = g_{\perp,vi} * \prod_i \frac{g_{T,vc}}{0,75} \quad (\text{XIV.2})$$

Onde:

$g_T$  – Fator solar global do vão envidraçado.

$g_{\perp,vi}$  – Fator solar do vidro.

$g_{Tvc}$  – Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e dispositivo de proteção solar.



## Anexo XV VERIFICAÇÃO REGULAMENTAR DO FATOR SOLAR

A verificação regulamentar do fator solar é realizada de acordo com a Expressão (XV.1) definida pela Portaria nº 349 – D / 2013 de 2 de dezembro e alterada pela Portaria nº 17 – A / 2016 de 3 de fevereiro.

$$g_T * F_0 * F_f \leq g_{T,máx} \quad (XV.1)$$

Onde:

$g_T$  – Fator solar global do vão envidraçado.

$F_0$  – Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado.

$F_f$  – Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado.

$g_{T,máx}$  – Fator solar máximo admissível dos vãos envidraçados.

Em casos em que a soma da área dos envidraçados verticais, por orientação, seja superior a 30 % da área da fachada onde estes se inserem, a verificação deve ser realizada de acordo com a Expressão (XV.2).

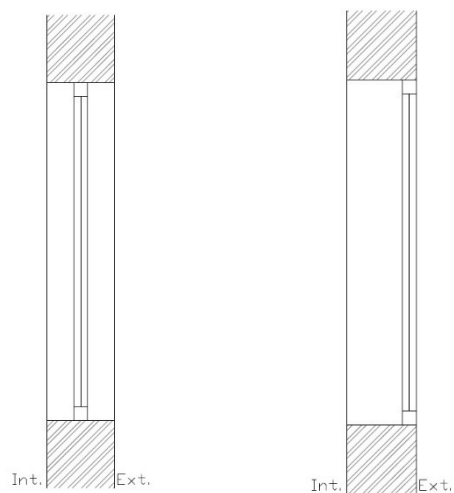
$$g_T * F_0 * F_f \leq g_{T,máx} * \frac{0,30}{\left(\frac{A_{env}}{A_{eve}}\right)} \quad (XV.2)$$

Onde:

$A_{env}$  – Soma das áreas dos envidraçados do edifício ou fração em estudo, por orientação [m<sup>2</sup>].

$A_{eve}$  – Área da envolvente vertical exterior do edifício ou fração em estudo, por orientação [m<sup>2</sup>].

É de realçar que o produto entre ambos os fatores de sombreamento, em situações sem qualquer tipo de sombreamento, deve tomar o valor de 1,0 quando a janela se encontra à face exterior da parede ou o valor de 0,9 quando se encontra recuado em relação à face exterior conforme a **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**



a)  $F_0 * F_f = 0,9$ .      b)  $F_0 * F_f = 1,0$ .

Figura XV.1 - Valores máximos do produto entre os fatores de sombreamento.