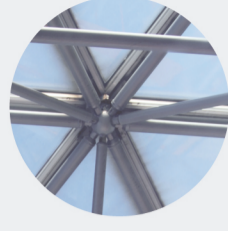
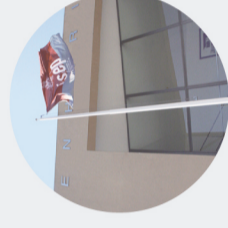




Acompanhamento da Construção da Oficina do Brinquedo Tradicional em Alfena

IVO DANIEL ARAÚJO DE OLIVEIRA

julho de 2022



Acompanhamento da Construção da Oficina do Brinquedo Tradicional em Alfena

Acompanhamento da Construção da Oficina do Brinquedo Tradicional
em Alfena

IVO DANIEL ARAÚJO DE OLIVEIRA
Julho de 2022

ACOMPANHAMENTO DA CONSTRUÇÃO DA OFICINA DO BRINQUEDO TRADICIONAL EM ALFENA

IVO DANIEL ARAÚJO OLIVEIRA

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

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES

Orientador: Ângelo Manuel Jacob

Co-Orientador: Maria da Fátima Guimarães Faria Portela Moreira

Supervisor: Artur Vaz do Nascimento Mateus (Câmara Municipal de Valongo)

JULHO DE 2022

Eu, Ivo Daniel Araújo Oliveira, estudante nº 1161490, do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, declaro que não fiz plágio nem auto-plágio, pelo que o trabalho intitulado “Acompanhamento da Construção da Oficina do Brinquedo Tradicional em Alfena” é original e da minha autoria, não tendo sido usado previamente para qualquer outro fim. Mais declaro que todas as fontes usadas estão citadas, no texto e na bibliografia final, segundo as regras de referência adotadas na instituição.

Porto e ISEP, 2022/07/11

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Abreviaturas	xxi
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
CAPÍTULO 2 Entidade Acolhedora.....	3
CAPÍTULO 3 Sistemas Construtivos.....	9
CAPÍTULO 4 Oficina do Brinquedo Tradicional	33
CAPÍTULO 5 Caso de Estudo – Atividades Acompanhadas	47
CAPÍTULO 6 Conclusão.....	79
Referências Bibliográficas	81
Anexos	83

RESUMO

O presente relatório tem como objetivo descrever as atividades que foram realizadas ao longo do estágio em ambiente empresarial na Câmara Municipal de Valongo.

Durante o período de estágio, cerca de quatro meses de duração, iniciado em março de 2022 e findado em junho de 2022 o estagiário acompanhou a construção de uma obra icónica – Oficina do Brinquedo Tradicional Português – em que apresenta uma estética dos cinco edifícios/módulos constituintes inspirados nas formas geométricas. Esta empreitada está localizada na Rua das Escolas, em Alfena.

Este documento aborda aspetos teóricos que sustentam e articulam a parte prática do estágio realizado, uma vez que faz referência ao sistema construtivo, nomeadamente as estruturas de betão armado dos edifícios que continua ainda a ser o mais requisitado em Portugal. Esses aspetos teóricos abordam fundamental os materiais que constituem os dois ingredientes principais – o betão e o aço – fazendo referência às suas propriedades e regulamentações que devem cumprir tanto para o seu fabrico como para a sua utilização. Para além destes elementos foi abordado o sistema que, de uma forma provisória sustenta as estruturas de betão armado enquanto estas não são autoportantes, nomeadamente o sistema de escoramento e cofragem.

Os aspetos práticos referidos neste documento passam pela apresentação e descrição dos processos construtivos que foram realizados na empreitada durante o período de estágio. A empreitada geral é constituída por cinco edifícios na qual os mesmos se encontravam em fases construtivas diferentes contribuindo este facto a diversidade das aprendizagens retidas pelo estagiário. Durante o estágio o estagiário prestou apoio e desenvolveu diversas atividades no âmbito da equipa de fiscalização.

Palavras-chave: Betão, Aço, Processo Construtivo, Cofragem, Betonagem, Escoramento

ABSTRACT

This report has the objective as described as it was carried out during the internship in a business environment at the Municipality of Valongo.

During the internship period, starting in March 2022 and found in March 2022, he accompanied the construction of an iconic work – Oficina do Brinquedo Tradicional Português – in which an aesthetic of the five constituent buildings/modules inspired by in geometric shapes. This project is located at Rua das Escolas, in Alfena.

This document addresses the theorists that support and articulate the practical part of the internship performed, since it makes reference to the built system of buildings that is still required in Portugal. These theoretical aspects address the fundamental materials that constitute the two main ingredients – concrete and steel – referring to their properties and regulations that must comply with both their manufacture and their use. In addition to these elements, these elements are formed by the system that, in a provisional way, do not support the reinforced concrete structures while the shoring and formwork system.

The practical aspects are evaluated during the presentation period and the constructive processes that were carried out in the internship phase. A in five models was built, consisting of five that they were in constructive phases, if different learning, retained in general, because they are different. During the internship, the intern provided support and development within the review team

Keywords: Concrete, Steel, Construction Process, Formwork, Concreting, Shoring

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer aos meus orientadores, Professor Ângelo Jacob e a Professora Fátima Portela, pela disponibilidade, orientação, apoio e paciência para a realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Artur Mateus, o meu supervisor do estágio, pela oportunidade que me deu por ter acompanhado a construção da oficina do brinquedo, pela disponibilidade e apoio demonstrado.

Às Engenheiras Cristina Ferreira, Andreia Leite e Carla Nogueira e ao Engenheiro Rui Machado que me ajudaram bastante e por todo o conhecimento que me transmitiram.

À minha família, sobretudo aos meus pais que sempre me apoiaram durante esta caminhada e sem eles não seria possível.

Aos meus amigos, Aires, Daniel, Hugo, Bruno e a Catarina pelo companheirismo e por toda a entreaajuda ao longo do curso.

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Iniciais.....	1
1.2	Âmbito e Objetivos do Trabalho Realizado	1
1.3	Estrutura do Relatório	1
CAPÍTULO 2	Entidade Acolhedora.....	3
2.1	Considerações Iniciais.....	3
2.2	Apresentação da Entidade Acolhedora	3
2.2.1	Câmara Municipal de Valongo.....	3
2.2.2	Organograma.....	4
2.2.3	Marcas de Valongo	4
CAPÍTULO 3	Sistemas Construtivos.....	9
3.1	Considerações Iniciais.....	9
3.2	Estruturas em Betão Armado	9
3.2.1	Betão.....	10
3.2.2	Armaduras	19
3.2.3	Sistema de Escoramento	20
3.2.4	Sistema de Cofragens	21
CAPÍTULO 4	Oficina do Brinquedo Tradicional	33
4.1	Considerações Iniciais.....	33
4.2	Descrição da Obra – Oficina do Brinquedo Tradicional.....	33
4.2.1	Enquadramento.....	33
4.2.2	Localização.....	34

4.2.3	Oficina do Brinquedo Tradicional	34
4.2.4	Intervenientes na Obra	44
CAPÍTULO 5 Caso de Estudo – Atividades Acompanhadas		47
5.1	Considerações Iniciais	47
5.2	Módulo Paralelepípedo	47
5.2.1	Execução de paredes de alvenaria exterior	47
5.2.2	Execução de trabalhos de aplicação do reboco de desempenho no exterior	49
5.2.3	Aplicação de Dossolan	51
5.3	Módulo Esférico	52
5.3.1	Execução dos pavimentos no piso -1	52
5.4	Módulo Piramidal.....	54
5.4.1	Execução dos rebocos interiores no piso -1	54
5.5	Módulo Escolar	56
5.5.1	Execução do pavimento no piso térreo interior	56
5.5.2	Execução do sistema de paredes de gesso cartonado	57
5.6	Módulo Distribuidor.....	61
5.6.1	Execução da parede de alvenaria de tijolo maciço cerâmico face à vista	61
5.7	Espaço Exterior.....	63
5.7.1	Execução dos muros exteriores	63
5.7.2	Execução do pavimento térreo.....	65
5.8	Processo Construtivo do Módulo Piramidal	68
5.8.1	Descrição do elemento	68
5.8.2	Etapas de execução	68
5.8.3	Materiais e Equipamentos Utilizados	73
5.9	Processo Construtivo do Módulo Esférico	73
5.9.1	Descrição do elemento	73
5.9.2	Etapas de execução	74

5.9.3	Materiais e Equipamentos Utilizados.....	78
CAPÍTULO 6	Conclusão.....	79
6.1	Considerações Finais.....	79
6.2	Desenvolvimentos Futuros.....	79
	Referências Bibliográficas.....	81
	Anexos.....	83
	Anexo I – Organograma da Entidade Acolhedora.....	85
	Anexo II – Estrutura de Ancoragem - Módulo Esférico.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Edifício da Câmara Municipal de Valongo [1].....	3
Figura 2.2 – Organograma parcial da Câmara Municipal de Valongo [2]	4
Figura 2.3 – Marcas do Município de Valongo [2]	5
Figura 2.4 – Marca referente ao Património Religioso [2].....	5
Figura 2.5 – Marca referente à Lousa [2]	6
Figura 2.6 – Marca referente ao Brinquedo [2]	6
Figura 2.7 – Marca referente aos Bugios e Mourisqueiros [2].....	6
Figura 2.8 – Marca referente à Regueifa e ao Biscoito [2].....	7
Figura 2.9 – Marca referente às Serras [2].....	7
Figura 3.1 – Amostra de um tipo de cimento [7]	17
Figura 3.2 – Diferentes agregados [8]	18
Figura 3.3 – Tipos de Adjuvantes [9]	19
Figura 3.4 – Prumo metálico [13].....	21
Figura 3.5 – Classificação das Cofragens	23
Figura 3.6 – Cofragem tradicional de escadas [15]	24
Figura 3.7 – Cofragem tradicional de pilares [16]	24
Figura 3.8 – Montagem do sistema de painéis [18]	26
Figura 3.9 – Sistema de cofragem para laje (adaptado [19])	26
Figura 3.10 – Mesa de cofragem [20].....	28
Figura 3.11 – Cofragem Trepante [21]	28
Figura 3.12 – Sistema de cofragem pesada (adaptado [22])	29
Figura 3.13 – Pré laje [23].....	30

Figura 3.14 – Lajes colaborantes [24].....	30
Figura 3.15 – Abobadilhas [25].....	31
Figura 4.1 – Limitação da área de construção (adaptado [26]).....	34
Figura 4.2 – Maquete da Oficina do Brinquedo [27].....	34
Figura 4.3 – Planta do Piso Subterrâneo	35
Figura 4.4 – Planta do Piso Térreo.....	36
Figura 4.5 – Planta da Cobertura.....	36
Figura 4.6 – Planta do Piso Térreo.....	37
Figura 4.7 – Planta do Piso 1	38
Figura 4.8 – Planta da Cobertura.....	38
Figura 4.9 – Planta do Piso Subterrâneo	39
Figura 4.10 – Planta do Piso Térreo.....	39
Figura 4.11 – Planta da Cobertura.....	40
Figura 4.12 – Planta do Piso Térreo.....	40
Figura 4.13 – Planta do Piso 1	41
Figura 4.14 – Planta da Cobertura.....	41
Figura 4.15 – Planta do elo de ligação com o módulo esférico.....	42
Figura 4.16 – Planta do elo de ligação com os módulos piramidal e paralelepípedo	42
Figura 4.17 – Planta do elo de ligação com o módulo escolar	42
Figura 4.18 – Planta da sala de eventos	43
Figura 4.19 – Elemento arquitetônico farol (adaptado [27])	43
Figura 4.20 – Elemento arquitetônico ciclista (adaptado [27]).....	44
Figura 5.1 – Execução da primeira fiada e elevação das fiadas.....	48
Figura 5.2 – Elevação da parede de alvenaria.....	48
Figura 5.3 – Pano de alvenaria dupla	49
Figura 5.4 – Finalização das paredes de alvenaria	49
Figura 5.5 – Aplicação do reboco de desempenho	50

Figura 5.6 – Aspeto final da aplicação do reboco	50
Figura 5.7 – Projeção da argamassa fibrosa antifogo	51
Figura 5.8 – Aspeto final da argamassa antifogo	51
Figura 5.9 – Aplicação da emulsão betuminosa	52
Figura 5.10 – Colocação das placas de isolamento térmico.....	52
Figura 5.11 – Colocação da rede galvanizada	53
Figura 5.12 – Aspeto final do pavimento	53
Figura 5.13 – Execução do chapisco.....	54
Figura 5.14 – Colocação de perfis em PVC.....	54
Figura 5.15 – Aplicação da argamassa mista.....	55
Figura 5.16 – Argamassa de gesso com acabamento estanhado.....	55
Figura 5.17 – Aplicação da emulsão betuminosa.....	56
Figura 5.18 – Colocação da placa de poliestireno extrudido	56
Figura 5.19 – Ajuste das caixas de pavimento	57
Figura 5.20 – Acabamento do pavimento de piso.....	57
Figura 5.21 – Montagem da estrutura metálica.....	58
Figura 5.22 – Fixação dos perfis verticais.....	59
Figura 5.23 – Colocação da lã mineral.....	59
Figura 5.24 – Colocação dos painéis de gesso cartonado	60
Figura 5.25 – Execução das juntas em banda de papel.....	60
Figura 5.26 – Colocação das cantoneiras perfuradas de ângulo.....	61
Figura 5.27 – Emassamento das paredes de gesso cartonado	61
Figura 5.28 – Marcação da primeira fiada.....	62
Figura 5.29 – Elevação da parede de alvenaria	62
Figura 5.30 – Aplicação dos grampos metálicos	63
Figura 5.31 – Colocação dos negativos	64
Figura 5.32 – Execução da amarração das armaduras.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.33 – Colocação das camadas impermeabilizantes	65
Figura 5.34 – Limitação da área de intervenção do pavimento térreo	65
Figura 5.35 – Regularização do leito de pavimento	66
Figura 5.36 – Colocação da manta pitonada impermeabilizante	66
Figura 5.37 – Colocação da camada de agregado britado	67
Figura 5.38 – Colocação do filme plástico e da malha em aço quadrada	67
Figura 5.39 – Aplicação do betão	68
Figura 5.40 – Paredes executadas do 1º nível acima do piso 0.....	69
Figura 5.41 – Estrutura de suporte para a laje provisória	69
Figura 5.42 – Fixação das poleias	70
Figura 5.43 – Escoramento da cofragem interior	70
Figura 5.44 – Colocação da armadura e da régua	71
Figura 5.45 – Colocação das ancoragens.....	72
Figura 5.46 – Betonagem da parede	72
Figura 5.47 – Aspeto final do módulo piramidal	73
Figura 5.48 – Módulo de cofragem interior	74
Figura 5.49 – Fixação dos painéis de cofragem.....	75
Figura 5.50 – Escoramento dos módulos de cofragem	75
Figura 5.51 – Colocação dos espaçadores.....	76
Figura 5.52 – Colocação das ancoragens.....	76
Figura 5.53 – Abertura das “janelas” na cofragem exterior.....	77
Figura 5.54 – Betonagem da parede	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Classes de resistência à compressão [6].....	11
Tabela 2 – Sem risco de corrosão ou ataque [6].....	12
Tabela 3 – Corrosão das armaduras por carbonatação [6].....	12
Tabela 4 – Corrosão das armaduras por meio de cloretos não provenientes da água do mar [6].....	13
Tabela 5 – Corrosão das armaduras por meio de cloretos provenientes da água do mar [6].....	13
Tabela 6 – Ataque ao betão por meio do gelo/degelo [6].....	14
Tabela 7 – Ataque ao betão através de químicos [6].....	14
Tabela 8 – Classe do teor de cloretos [6].....	15
Tabela 9 – Classes de consistência [6].....	16
Tabela 10 – Intervenientes na Obra.....	45

ABREVIATURAS

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

DIPRE - Dissertação, Projeto e Estágio

DOM – Departamento de Obras e Mobilidade

E – laminado a frio

f_{yk} – valor característico da tensão de cedência

L – superfície lisa

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

m – metro

mm – milímetro

MPa – unidade de pressão

N – laminado a quente

PVC - Policloreto de vinila

R – superfície rugosa

SD – ductilidade especial

ϕ – diâmetro

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste primeiro capítulo são apresentados o âmbito para a realização do relatório de estágio, bem como os objetivos propostos durante o período de estágio, cerca de quatro meses de duração. É também feita uma descrição relativamente à estrutura do relatório de estágio.

1.2 ÂMBITO E OBJETIVOS DO TRABALHO REALIZADO

A realização deste relatório de estágio é no âmbito da unidade curricular Dissertação, Projeto, Estágio, designada por DIPRE, que decorre no 2º ano do curso de Mestrado em Engenharia Civil e tem como objetivo a obtenção do grau de mestre na área de Engenharia Civil, no ramo de Construções.

O estágio realizado teve como objetivo estabelecer um primeiro contacto e adquirir experiência em obra aprimorando os conhecimentos da componente prática e teórica que foram adquiridos ao longo do percurso académico. O estagiário ao longo do estágio teve a oportunidade de acompanhar os trabalhos que iam sendo executados na obra de forma a compreender as várias etapas dos processos construtivos das diferentes atividades.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O relatório é constituído por seis capítulos, estando divididos em subcapítulos, que descrevem as várias fases do trabalho desde a pesquisa ao desenvolvimento prático no âmbito do tema do estágio. Seguidamente são descritos os temas abordados em cada capítulo.

Capítulo 1 – Introdução: é feita uma breve introdução sobre o que vai ser desenvolvido ao longo do trabalho. É descrito também qual o âmbito e o objetivo para o trabalho realizado e por fim é apresentada a estrutura do relatório.

Capítulo 2 – Entidade Acolhedora: é feita uma breve apresentação da entidade acolhedora onde foi realizado o estágio curricular.

CAPÍTULO 1

Capítulo 3 – Sistemas Construtivos: é feita uma revisão dos sistemas construtivos utilizados nos edifícios em betão armado, bem como as características dos materiais constituintes do betão, tipos de armadura, os tipos de cofragens utilizados e os processos de execução dos elementos estruturais e não estruturais.

Capítulo 4 – Oficina do Brinquedo Tradicional: é feita uma apresentação do empreendimento do qual foi feito acompanhamento da construção durante o período de estágio.

Capítulo 5 – Caso de estudo – Atividades Acompanhadas: são apresentadas todas as atividades que foram acompanhadas durante a sua fase de construção, sendo feita uma descrição das etapas de execução de cada uma.

Capítulo 6 – Conclusão: é feita uma apreciação final relativamente ao trabalho desenvolvido e dos conhecimentos adquiridos.

CAPÍTULO 2

ENTIDADE ACOLHEDORA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo é identificada a entidade acolhedora do estágio, onde é feita uma apresentação geral desde o organograma, do departamento onde foi desenvolvido o estágio e as marcas que estão associadas à Câmara Municipal de Valongo.

2.2 APRESENTAÇÃO DA ENTIDADE ACOLHEDORA

2.2.1 Câmara Municipal de Valongo

A Câmara Municipal de Valongo, como órgão executivo, é responsável pela gestão quotidiana e planificação do rumo do município. O atual presidente da Câmara Municipal, José Manuel Pereira Ribeiro. A equipa composta pelo presidente da Câmara e pelos vereadores também é referida como executivo municipal ou como vereação.

O edifício da Câmara Municipal de Valongo, como representado na Figura 2.1, fica localizada na Avenida 5 de outubro 160, em Valongo.



Figura 2.1 – Edifício da Câmara Municipal de Valongo [1]

2.2.2 Organograma

O departamento onde o estágio está inserido é no Departamento de Obras e Mobilidade, em que integra as seguintes Unidades: Unidade de Estudos e Projetos e a de Mobilidade e Gestão do Espaço Público. Na Figura 2.2, está apresentado o organograma parcial referente à Câmara Municipal de Valongo destacando o Departamento, DOM, onde foi realizado o estágio.

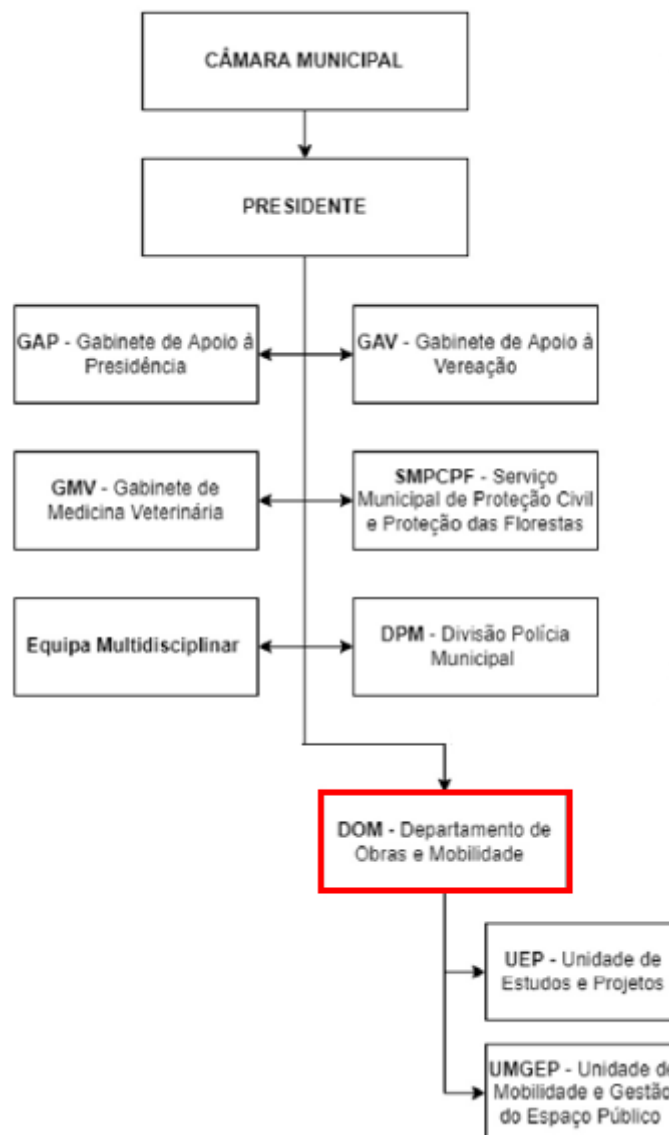


Figura 2.2 – Organograma parcial da Câmara Municipal de Valongo [2]

2.2.3 Marcas de Valongo

A Câmara Municipal de Valongo apresenta, como qualquer outra entidade, uma marca ou logótipo associado ao município de Valongo, como representado na Figura 2.3, tendo por objetivo principal modernização do município de acordo com o desenvolvimento das empresas de prestação de serviços da

região. O facto de Valongo ter uma marca ou marcas associadas dá-lhe outro reconhecimento por parte da população como sendo uma marca de confiança.

Em seguida será feita uma pequena descrição das diferentes marcas que incorporam o logotipo do Município de Valongo, nomeadamente, o Património Religioso, o Brinquedo, o Bugio e o Mourisqueiro, a Lousa, a Regueifa e o Biscoito e por fim as Serras.



Figura 2.3 – Marcas do Município de Valongo [2]

A igreja simboliza o património religioso, tal como representado na Figura 2.4, sendo uma das vertentes de grande importância no património do concelho. As igrejas matrizes, as capelas, as alminhas, os calvários e os cruzeiros são as marcas mais evidentes de uma devoção ao sagrado, uma característica das populações do concelho. Todos estes elementos são um marco também na paisagem do concelho de Valongo [2].



Figura 2.4 – Marca referente ao Património Religioso [2]

A lousa escolar, como representado na Figura 2.5, simboliza a indústria da extração e transformação da ardósia, assim como todas as atividades a elas associadas. A ardósia é um material utilizado para as mais variadas aplicações, a industrialização da ardósia deu-se em meados do séc. XIX, através da companhia inglesa "The Vallongo Slate & Marble Quarries". As lousas e as penas escolares são exemplos da aplicação desta matéria-prima, pois permitiram que fossem utilizados como material escolar [2].



Figura 2.5 – Marca referente à Louisa [2]

O brinquedo, como representado na Figura 2.6, simboliza a indústria do fabrico de brinquedo no concelho de Valongo, que passou pelo uso de diferentes matérias-primas como por exemplo a terracota, o papel, a madeira, a chapa, o celuloide e o plástico. “A madeira deu lugar à chapa, muitas vezes reaproveitada de latas de óleo e conservas, que se transformou em veículos de todos os géneros para os rapazes; fogões e ferrinhos de brunir para as meninas”. O celuloide foi uma matéria-prima criada e utilizada para satisfazer uma escassez de materiais durante a segunda guerra mundial. Mais tarde, o uso do plástico começou a ganhar força e continua a ser a base de todo o tipo de criação do séc.XX, dentro e fora deste contexto, que viu multiplicar exponencialmente as suas formas, cores e funções [2].



Figura 2.6 – Marca referente ao Brinquedo [2]

O Bugio e o Mourisqueiro, como representados na Figura 2.7, são a imagem escolhida para representar as festas, as romarias e as procissões, fazendo parte do património cultural do concelho de Valongo. A festa do Bugio e do Mourisqueiro, também conhecida por Bugiada e Mouriscada é a festa que pela sua originalidade foi eleita para simbolizar as festividades concelhias, sendo celebrada no dia 24 de junho [2].



Figura 2.7 – Marca referente aos Bugios e Mourisqueiros [2]

O ícone da regueifa, como representado na Figura 2.8, simboliza a indústria da fabricação de pão e do biscoito e todas as atividades associadas ao fabrico dos ingredientes. O fabrico do pão foi iniciado na Idade Média, sendo um alimento indispensável para a população no seu dia a dia e como meio de pagamento.

O biscoito que muitas vezes assegurada as rações dos marinheiros que partiram do Porto para as Descobertas. Atualmente a regueifa é considerada uma iguaria, dada a sua textura sedosa das suas camadas, em forma de coroa [2].



Figura 2.8 – Marca referente à Regueifa e ao Biscoito [2]

A serra de Santa Justa e Pias retratada neste ícone, como representado na Figura 2.9, simboliza a importância do património natural na evolução da vida no concelho de Valongo. Com a sua existência possibilitou a mineralização do ouro e do antimónio, exploradas desde os romanos até à segunda guerra mundial, assim como a lousa, desde o séc. XIX até aos dias de hoje. Também associado às serras, o rio Ferreira que percorre alguns concelhos, incluindo o de Valongo, é responsável pelas regas dos campos de milho e do movimento de centenas de mós, fazendo crescer a produção de pão e do biscoito. É possível apreciar a geo e biodiversidade das serras, destacando-se as importantes jazidas fossilíferas, que motivaram a criação do Parque Paleozoico em 1995, o Sítio Rede Natura 2000 “Valongo” em 1997 e a sua classificação como Área de Paisagem Protegida Local em 2011 [2].



Figura 2.9 – Marca referente às Serras [2]

CAPÍTULO 3

SISTEMAS CONSTRUTIVOS

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo serão abordados conteúdos teóricos relacionados com as estruturas de betão armado, nomeadamente os materiais constituintes do betão armado, as características relacionadas com o betão e com o aço. É abordado também o tipo de escoramento e tipo de cofragens existentes para a execução das estruturas de betão armado, bem como as classificações das cofragens e as etapas de montagem e desmontagem de alguns sistemas.

3.2 ESTRUTURAS EM BETÃO ARMADO

As estruturas de betão armado são um sistema construtivo tradicional que é baseado numa estrutura reticulada entre os elementos de betão armado, a parte resistente com função estrutural, e as paredes em alvenaria de tijolo, a parte não resistente com função de preenchimento e compartimentação, uma solução muito utilizada no setor da construção de edifícios.

Os elementos estruturais, como as sapatas, os pilares, as vigas e as lajes quando estão interligados entre si originam a tal estrutura reticulada apresentando uma sequência de funcionamento, uma vez que as cargas que as lajes recebem são transferidas para as vigas, sendo que posteriormente com os esforços originados e com os carregamentos dos pesos próprios de elementos estruturais e não estruturais são transferidos para os pilares que finalmente as conduzem para as sapatas da estrutura distribuindo-as para o solo [3].

Já os elementos não estruturais resultam das paredes de alvenaria, que podem ser de pano simples ou de pano duplo. Normalmente as paredes de alvenaria do exterior são paredes de pano duplo ou pano simples com o recurso ao bloco térmico, para respeitar e assegurar o conforto térmico e acústico no interior. As paredes divisórias ou de compartimentação são geralmente em pano simples de alvenaria, sendo que nos últimos tempo tem havido uma maior utilização das paredes de gesso cartonado que proporciona uma redução de peso sobre os elementos estruturais [3].

A utilização deste sistema construtivo ainda é dominante em Portugal, uma vez que resulta numa combinação de aspetos que ajudam a essa dominância, no entanto é sistema construtivo que não sofreu evoluções significativas ao longo dos anos, desde logo o económico devido à matéria-prima utilizada ser bastante abundante no país originando num abaixamento de preços em relação a uns sistemas construtivos que envolvam outros materiais e à mão de obra não ser qualificada [4].

O betão ao contrário de outros materiais de construção, tal como a pedra ou a madeira, resulta de uma mistura, em que as quantidades e proporções das matérias-primas que o constituem variem consoante a consistência, a densidade e a resistência. Após a revolução industrial, o betão teve um forte impulso e desenvolvimento mostrando-se ser um material promissor para o futuro.

Tendo em conta a solidez, a compacidade e a homogeneidade do betão são características mecânicas e físicas que lhe são atribuídas [4].

As estruturas de betão exigem uma sucessão de etapas para serem executadas, desde as atividades prévias à betonagem, tais como, o corte, a dobragem e a amarração das armaduras, a preparação da estrutura provisória de cofragem que irá receber o betão, o fabrico e o transporte do betão e a sua betonagem, a vibração e a presa do mesmo [4].

3.2.1 Betão

O elemento betão é originado através de um conjunto de materiais, nomeadamente, por cimento, agregados, água e na grande parte das vezes por adjuvantes e adições que ajudam no processo de alcançar a presa do betão. Existem requisitos presentes na Norma Portuguesa, NP EN 206-1, que têm de ser cumpridos em relação à especificação de cada tipo de betão, o desempenho, a sua produção e na conformidade [5].

A especificação do betão é feita tendo em conta vários parâmetros, nomeadamente a classe de resistência à compressão, a classe de exposição ambiental do betão, classe do teor de cloretos, dimensão máxima do agregado e a classe de consistência.

Classe de Resistência à compressão (C)

A característica mecânica fundamental do betão é a sua resistência à compressão, uma vez que a sua função no período de vida útil das estruturas de betão armado é resistir às tensões de compressão. Esta tensão de compressão é determinada através de provetes de betão que são submetidos a um esforço axial, esforço na vertical no sentido descendente, em que o ensaio é de curta duração e com uma velocidade de carregamento elevada. Os métodos de ensaio utilizados são todos eles normalizados. Os provetes utilizados para a realização dos ensaios que determinam a classe de resistência do betão são de formato cúbico e cilíndrico.

A NP EN 206-1 estabelece que a determinação da resistência à compressão do betão é feita através de provetes cúbicos de cento e cinquenta de aresta ou de provetes cilíndricos de cento e cinquenta a trezentos milímetros de altura. Entre a determinação da resistência à compressão pelos provetes cilíndricos e cúbicos há uma diferença de valores, isto deve-se ao atrito entre as faces do provete e os pratos das prensas.

A determinação da resistência do betão nos moldes cilíndricos ou cúbicos é obtida ao fim de vinte e oito dias de idade, isto porque o endurecimento do betão é um processo que evolui com o tempo, e então ficou definida essa idade para caracterizar essa propriedade, a resistência à compressão.

As classes de resistência à compressão de betões que são geralmente mais aplicados em obra estão indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de resistência à compressão [6]

Classe de resistência à compressão	Resistência característica mínima em cilindros $f_{ck,cyl}$ (N/mm ²)	Resistência característica mínima em cubos $f_{ck,cube}$ (N/mm ²)
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60

Classe de exposição ambiental (XC)

A classificação da exposição ambiental do betão é definida tendo em consideração dois fatores principais de ataque ao betão armado, nomeadamente, o ataque sobre o betão (ataque pelo gelo/degelo ou ataque químico) e o ataque sobre as armaduras ou nos metais que estejam embebidos (corrosão induzida por carbonização ou por iões de cloreto).

As classes de exposição ambiental, segundo a NP EN 206-1 classifica em seis grupos, em que três grupos estão relacionados à deterioração do betão por corrosão das armaduras por ação do dióxido de carbono e dos cloretos com procedentes da água do mar ou de outras origens, dois grupos relativos à deterioração do betão pelo gelo/degelo ou por ataque químico e por fim um grupo para quando não há qualquer tipo de risco de corrosão ou ataque ao betão.

O grupo para o qual não existe qualquer risco de corrosão das armaduras ou ataque ao betão tem apenas uma classe de exposição ambiental atribuída, nomeadamente X0, tal como na Tabela 2 está apresentado.

Tabela 2 – Sem risco de corrosão ou ataque [6]

Classe	Ambiente	Exemplos
X0	Para betão não armado e sem metais embebidos: todas as exposições, excepto ao gelo/degelo, à abrasão ou ao ataque químico. Para betão armado ou com metais embebidos: ambiente muito seco	Betão no interior de edifícios com muito pouca humidade do ar

O grupo que se relaciona com a deterioração do betão por corrosão das armaduras por meio do dióxido de carbono estão lhe atribuídas quatro classes, designadamente XC1, XC2, XC3 e XC4, tal como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Corrosão das armaduras por carbonatação [6]

Classe	Ambiente	Exemplos
XC1	Seco ou permanentemente húmido	Betão no interior de edifícios com baixa humidade do ar; Betão permanentemente submerso em água
XC2	Húmido, raramente seco	Superfícies de betão sujeito a longos períodos de contacto com água; Muitas fundações
XC3	Moderadamente húmido	Betão no interior de edifícios com moderada ou elevada humidade do ar; Betão no exterior protegido da chuva
XC4	Ciclicamente húmido e seco	Superfícies de betão sujeitas ao contacto com a água, fora do âmbito da classe XC2

O grupo que está associado à corrosão das armaduras por meio de cloretos não provenientes da água do mar estão lhe atribuídas 3 classes, XD1, XD2 e XD3, como representado na Tabela 4.

Tabela 4 – Corrosão das armaduras por meio de cloretos não provenientes da água do mar [6]

Classe	Ambiente	Exemplos
XD1	Moderadamente húmido	Superfícies de betão expostas a cloretos transportados pelo ar
XD2	Húmido, raramente seco	Piscinas; Betão exposto a águas industriais contendo cloretos
XD3	Cíclicamente húmido e seco	Partes de pontes expostas a salpicos de água contendo cloretos; Pavimentos; Lajes de parques de estacionamento de automóveis

O último grupo associado à corrosão das armaduras por meio de cloretos provenientes da água do mar estão lhe atribuídas 3 classes, XS1, XS2 e XS3, tal como indicado na Tabela 5.

Tabela 5 – Corrosão das armaduras por meio de cloretos provenientes da água do mar [6]

Classe	Ambiente	Exemplos
XS1	Ar transportando sais marinhos mas sem contacto directo com a água do mar	Estruturas na zona costeira ou na sua proximidade
XS2	Submersão permanente	Partes de estruturas marítimas
XS3	Zonas de marés, de rebentação ou de salpicos	Partes de estruturas marítimas

Relativamente aos grupos associados aos ataques ao betão, em que primeiramente está o grupo relativamente aos ataques pelo gelo/degelo que está dividido em quatro classes, XF1, XF2, XF3 e XF4, como apresentado na Tabela 6, no entanto as duas últimas classes não são aplicáveis em Portugal.

Tabela 6 – Ataque ao betão por meio do gelo/degelo [6]

Classe	Ambiente	Exemplos
XF1	Moderadamente saturado de água, sem produtos descongelantes	Superfícies verticais de betão expostas à chuva e ao gelo
XF2	Moderadamente saturado de água, com produtos descongelantes	Superfícies verticais de betão de estruturas rodoviárias expostas ao gelo e a produtos descongelantes transportados pelo ar
XF3	Fortemente saturado, sem produtos descongelantes	Superfícies horizontais de betão expostas à chuva e ao gelo
XF4	Fortemente saturado, com produtos descongelantes	Estradas e tabuleiros de pontes expostos a produtos descongelantes; Superfícies de betão expostas ao gelo e a salpicos de água contendo produtos descongelantes; Zona das estruturas marítimas expostas à rebentação e ao gelo

O outro grupo associado aos ataques ao betão está relacionado com o ataque químico, sendo que este está dividido em três classes, XA1, XA2 e XA3 tal como indicado na Tabela 7.

Tabela 7 – Ataque ao betão através de químicos [6]

Classe	Ambiente	Exemplos
XA1	Ligeiramente agressivo	Água do mar. Solos naturais e águas subterrâneas contendo agentes químicos agressivos para o betão e para os elementos metálicos embebidos.
XA2	Moderadamente agressivo	
XA3	Fortemente agressivo	

Classe do teor de cloretos (Cl)

O teor de cloretos existentes no betão não deve exceder o valor definido na NP EN 206-1 tendo em conta as classes de exposição do betão. O valor do teor de cloretos é expresso em percentagem de iões de cloreto por massa de cimento. A Tabela 8 indica da classe do teor de cloretos para cada classe de exposição ambiental.

Tabela 8 – Classe do teor de cloretos [6]

Utilização do betão	Classe de exposição ambiental	
	XC, XF, XA	XS, XD
Betão sem armaduras de aço ou outros metais embebidos, com excepção de dispositivos de elevação resistentes à corrosão	CI 1,0	CI 1,0
Betão com armaduras de aço ou outros metais embebidos	CI 0,40 ¹⁾	CI 0,20 ¹⁾
Betão com armaduras pré-esforçadas	CI 0,20 ¹⁾	CI 0,10 ¹⁾
¹⁾ Estas classes podem deixar de se aplicar se foram tomadas medidas especiais de protecção contra a corrosão, como protecção do betão, ou recobrimentos, devidamente justificados, ou utilização de aço inox.		

Dimensão máxima do agregado (D_{max})

As dimensões máximas do agregado para ser utilizado no betão, corresponde à dimensão D do agregado de maior dimensão. Para a especificação da máxima dimensão do agregado é tido em conta as condições específicas da obra, para que seja assegurado a correta colocação e vibração do betão.

Para tal é necessário que o agregado de maior dimensão não exceda os seguintes pontos:

- $\frac{1}{4}$ da menor dimensão do elemento estrutural;
- A distância entre as armaduras de 5 mm;
- E 1,3 vezes o recobrimento mínimo das armaduras.

Classe de consistência (S)

A consistência do betão é especificada através de uma classe, ou em casos especiais, ser obtida através de um valor pretendido tendo em conta o método de ensaio, que usualmente é o ensaio de abaixamento (*Slump*). Este ensaio tem como objetivo medir a trabalhabilidade do betão quando está fresco.

As classes de consistência existentes são 5, S1, S2, S3, S4 e S5, e para cada uma destas classes é atribuído um intervalo de abaixamento do betão aquando da realização do ensaio de *Slump*. A Tabela 9 indica o intervalo de abaixamento para cada tipo de classe de consistência.

Tabela 9 – Classes de consistência [6]

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

Então a especificação dos betões é considerada completa quando inclui a referência à norma (NP EN 206-1), a classe de resistência à compressão (C30/37), a classe de exposição ambiental seguida do código do país (XC3(P)), a classe de teor de cloretos (Cl 0,40), a dimensão máxima do agregado ($D_{\max}20$) e a classe de consistência (S3).

3.2.1.1 Materiais constituintes

Cimento

O cimento, como representado na Figura 3.1, é um material que pode ser definido como um ligante hidráulico, sendo composto por materiais inorgânicos que são finamente moídos e quando misturados com a água formam uma matéria pastosa que ganha presa e endurece consoante as reações e processos de hidratação.

Em Portugal existem vários tipos de cimento a serem produzidos, nomeadamente, o cimento Portland (CE i), o cimento Portland composto (CE ii), o cimento de alto forno (CE iii) e o cimento pozolânico (CE iv), sendo que estes anteriormente mencionados são os mais utilizados nas diversas aplicações no país.

A NP EN 197-1 define as especificações, a composição, a produção e a conformidade do cimento a ser utilizado para o fabrico de betão.



Figura 3.1 – Amostra de um tipo de cimento [7]

Agregados

Os agregados ou também designados por inertes, como representado na Figura 3.2, são partículas de rochas com dimensões variáveis, de um modo geral entre 0,1 mm e 200 mm e constituem cerca de 70 a 80% do volume total do betão. A extração destes agregados tem sido de cada vez mais difícil devido ao aumento de volume da construção que se tem vivido nos últimos tempos, mas por outro a nível ambiental para que haja uma maior sustentabilidade recorre-se a subprodutos industriais.

Tendo em conta a finalidade a que está destinado cada tipo de agregado é necessário ultrapassar uma série de operações, tais como:

- Fragmentação primária (desmonte);
- Taqueio (para a obtenção de blocos menores);
- Fragmentação secundária (gravilhas e britas);
- Moagem (areias);
- Pulverização (*filler*).

Os agregados podem ainda ser classificados de acordo com os seguintes critérios:

A utilização de um tipo de agregado influencia diretamente as propriedades finais do betão, para isso é necessário ter em conta algumas características dos agregados, tais como, a sua porosidade, a geometria e a sua rocha de origem. Aquando do fabrico do betão é uma boa estratégia utilizar uma variedade de dimensões ou granulometria de modo que haja um maior encaixe entre os agregados tornando assim um betão com um menor volume de vazios.



Figura 3.2 – Diferentes agregados [8]

Água

O elemento água é fundamental para que haja uma coesão entre todos os constituintes que perfazem o betão. A quantidade utilizada em cada dosagem de betão está dependente da finalidade do mesmo. O tipo de água utilizada para a amassadura do betão não deve conter produtos que prejudiquem as características do betão, nomeadamente, o tempo de presa, o endurecimento e a sua durabilidade.

Adjuvantes

O adjuvante, como representado na Figura 3.3, é um constituinte que pode ser definido como uma substância que é utilizada em pequena quantidade, cerca de 5% da massa de cimento, sendo que é adicionada durante o processo de amassamento de modo a modificar algumas propriedades dos componentes restantes das argamassas ou betões.

Tendo em conta as propriedades os adjuvantes são classificados pelos seguintes tipos:

- Redutores de água de amassadura – Plastificantes e superplastificantes;
- Introdutores de ar;
- Retardadores de presa;
- Aceleradores de presa;
- Redutores de permeabilidade;
- Inibidores de corrosão de armaduras;
- Fungicidas;
- Anticongelante;
- Redução da capilaridade;

- Aumento de coesão.



Figura 3.3 – Tipos de Adjuvantes [9]

Adições

As adições são materiais classificados como inorgânicos, que são finamente divididos, que podem ser adicionados ao betão, com o objetivo de melhoramento de algumas propriedades físicas ou para lhe dar outra propriedade especial. Este material deve ser isento de constituintes prejudiciais para que não afetem a durabilidade do betão ou até provocar a corrosão das armaduras.

3.2.2 Armaduras

Os varões que são utilizados para o betão armado são distinguidos pelo processo de fabrico a que estão sujeitos, podendo ser através do processo de fabrico de varões laminados a quente ou a frio, desde logo pela composição química do aço, as propriedades mecânicas, propriedades tecnológicas e a configuração geométrica [10].

As armaduras apresentam várias formas, sendo que as mais correntes podem ser os varões, os fios e as redes (geralmente formadas por malhas retangulares ou quadradas). As armaduras utilizadas para o betão têm de respeitar as regras e procedimentos impostas pela NP EN 10080, nomeadamente o processo construtivo, as características específicas, os métodos de teste e os métodos de controlo de conformidade do aço.

Quanto à configuração geométrica dos varões eles apresentam seções circulares em que o seu diâmetro é variável entre os 6 mm e os 40 mm. Usualmente em Portugal os diâmetros mais comercializados são os de ϕ 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 e 32 mm. No entanto para varões em que a secção é inferior a 6 mm são designadas por verguinhas e para varões em que a secção é superior a 40 mm designam-se por vergalhões. O comprimento com o que os varões são produzidos em fábrica atingem entre os 12 e os 18 m [10].

A superfície dos varões pode ser considerada como lisa ou rugosa, em que os que apresentam uma superfície rugosa podem adquirir umas saliências, ou seja, são superfícies nervuradas ou então apresentar reentrâncias, sendo uma superfície indentada. Os varões que apresentam nervuras, ou seja, varões

nervurados é o tipo de varão mais utilizado na construção civil, pois são os que proporcionam uma maior aderência entre a armadura e o betão. As nervuras presentes no varões têm a finalidade de identificar a classe do aço, o país de origem e o fabricante, em que a leitura é feita através da disposição da direção e do espessamento das nervuras transversais [10].

A classificação dos varões nervurados laminados a quente é obtida tendo em conta a resistência do aço, da ductilidade e pelas características de aderência. Em Portugal a classificação desses varões é feita através do valor característico da tensão de cedência do aço, podendo ser 400 MPa ou 500 MPa, e das classes de ductilidade, se é de ductilidade alta ou de ductilidade especial. Em relação às características de aderência existem a classe alta e classe normal [11].

Os tipos de varões nervurados laminados a quente são os seguintes perfis: A400 NR, A400 NR SD, A500 NR, A500 NR SD e A500 ER. Para cada um destes tipos de varões está associada uma especificação de acordo com o LNEC, em que especifica as características de cada tipos de varão, os ensaios e o tipo de marcação.

A denominação que o aço da armadura para o betão armado apresenta tendo em conta todos os parâmetros anteriormente referidos é a seguinte:

A – $f_{y,k}$ (MPa) – N ou E – R ou L – SD (A500NR SD)

Em que:

$f_{y,k}$ – representa o valor característico da tensão de cedência em MPa;

N ou E – representa o processo de fabrico: laminado a quente (N) ou laminado a frio (E);

R ou L – representa a condição da superfície: rugosa (R) ou lisa (L);

SD – representa a ductilidade especial.

3.2.3 Sistema de Escoramento

O sistema de escoramento deve ter a capacidade de suportar o peso próprio, de absorver as cargas provenientes de equipamentos, dos materiais e da estrutura de betão em si, durante o período de presa do betão até que se torne autoportante e tenha resistência suficiente [12].

O sistema de escoramento apresenta uma diversidade de opções, uma vez que a sua escolha depende de vários fatores, tais como, a carga a que estão sujeitos a suportar, a altura do escoramento, das condições de apoio do escoramento (características do solo), dos acessos e da localização da obra e dos custos[12].

Estes sistemas de escoramento ficam caracterizados também pelas tipologias que lhes são empregues, nomeadamente pela orientação do escoramento, o tipo de material que é constituído o escoramento,

quanto à normalização, o tipo de suporte do escoramento e por fim quanto à resistência. A orientação do escoramento pode ser dividida em três tipos de disposição, nomeadamente [12]:

- Escoramento vertical: é um tipo de escoramento que é frequentemente mais utilizado na execução de elementos estruturais, as lajes e as vigas;
- Escoramento inclinado: este tipo de escoramento é mais usual quando se executam os pilares;
- Escoramento horizontal: o escoramento horizontal está mais associado quando há uma execução de uma vala com uma dimensão significativa e recorre-se ao uso deste tipo de escoramento, que também pode ser designado por entivação.

O escoramento pode ser constituído por prumos em madeira (um escoramento que outrora se instituíra mais tradicional que se encontra em fase de decadência de utilização), ou prumos metálicos (um escoramento mais utilizado da atualidade) apresentando uma certa normalização, tal como representado na Figura 3.4.



Figura 3.4 – Prumo metálico [13]

3.2.4 Sistema de Cofragens

As cofragens são elementos que desempenham um papel bastante importante na construção de estruturas de betão, uma vez que conferem a moldagem e o suporte das mais diversas peças de betão desde a fase inicial, ou seja, da colocação da armadura e da betonagem até à fase onde é atingida a presa do betão.

Logo, é necessário que as cofragens sejam dimensionadas de maneira que suportem qualquer ação a que fiquem submetidas durante a sua utilização, bem como assegurar as tolerâncias especificadas para a estrutura e que a integridade do elemento não seja afetada.

As cofragens devem obedecer a algumas considerações, nomeadamente como [12]:

- Conceberem resistência capaz para suportar as pressões ou o peso do betão e das sobrecargas impostas;
- Serem suficientemente rígidas a fim de manter a forma sem sofrer deformações assinaláveis;
- Serem estanques de modo a impedir a perda do betão;
- Serem económicas em termos de custo total da cofragem e dos betões.

3.2.4.1 Materiais constituintes

A escolha dos materiais para a fabricação das cofragens tem em vista a economia, a necessidade e a disponibilidade destes elementos consoante a sua utilidade. Os materiais que usualmente são escolhidos são a madeira, o contraplacado e as chapas de alumínio.

Madeira

Este material já foi e ainda continua a ser o mais utilizado para as cofragens tradicionais uma vez que é um material que existe em grande abundância no Planeta e que confere uma elevada resistência, sendo ao mesmo tempo leve o que facilita no transporte, na sua movimentação em obra e na trabalhabilidade para fazer os moldes. É um produto que é significativamente mais barato em relação a outros materiais, consegue garantir um bom isolamento térmico ao betão, quando este está fresco, permitindo também a libertação do ar contido no betão, devido à sua porosidade. O facto de ser um material muito manuseável é facilmente adaptável para as diferentes geometrias das peças de betão [14].

Contraplacado

Este tipo de material é utilizado, por exemplo nas cofragens tradicionais melhoradas, uma vez que é um material melhorado em relação à madeira e que proporciona uma superfície betonada com uma qualidade estética grande, podendo mesmo ser utilizado em caso de betão à vista. É um tipo de material que faz com que a cofragem seja reutilizada exaustivamente, tendo um tempo de vida útil superior ao da madeira, no entanto apresentam um custo superior. É um material que é mais leve e por outro lado mais deformável, e que necessita de elementos, que por norma são metálicos, para conferirem uma maior rigidez. Permitem ainda serem utilizadas peças de grandes dimensões [14].

3.2.4.2 Classificação das cofragens

As cofragens que correntemente são utilizadas nas construções podem ser classificadas tendo em conta o material que a constitui, o fator da reutilização e não menos importante a finalidade para que ela foi concebida. Por norma, a classificação das cofragens é feita sob o ponto de vista do grau de reutilização e podem ser divididas em dois grandes grupos, como sendo cofragens recuperáveis e não recuperáveis ou perdidas. Na Figura 3.5 está representado de forma esquemática a classificação das cofragens.

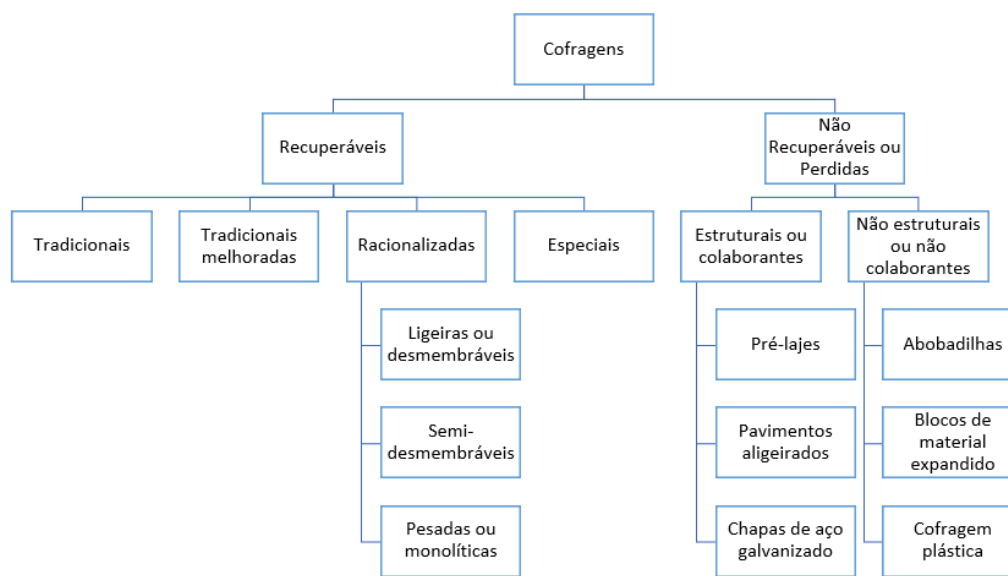


Figura 3.5 – Classificação das Cofragens

De seguida serão descritos os tipos de cofragens existentes e exemplos de aplicação.

3.2.4.3 Cofragens recuperáveis

Cofragens tradicionais

As cofragens tradicionais são geralmente fabricadas em madeira maciça, nomeadamente, com barrotes e tábuas de madeira sendo ligadas entre si através de pregos metálicos. Este tipo de cofragem é uma solução bastante versátil, uma vez que existe a possibilidade de ajuste às formas geométricas das peças a serem betonadas. Este tipo de cofragem é utilizado para a execução de qualquer tipo de elemento estrutural, desde sapatas, paredes, muros, escadas, pilares, vigas e lajes. No entanto, demonstra algumas debilidades uma vez que tem um baixo número de reutilizações, a sua execução é bastante morosa e a sua limpeza é difícil. Na Figura 3.6 está representada uma solução de cofragem de madeira para escadas.



Figura 3.6 – Cofragem tradicional de escadas [15]

Na Figura 3.7 está representada uma solução de cofragem de madeira para pilares.



Figura 3.7 – Cofragem tradicional de pilares [16]

Cofragens tradicionais melhoradas

As cofragens tradicionais melhoradas apresentam uma melhoria em relação às cofragens tradicionais, uma vez que são introduzidos elementos com uma característica racionalizada permitindo assim uma otimização nos processos de montagem e desmontagem das cofragens e uma maior eficácia da produtividade. Estes elementos racionalizados são materiais com uma natureza distinta dos materiais utilizados nas cofragens tradicionais, contribuindo assim para uma maior reutilização dos elementos tornando-os economicamente mais rentáveis e flexíveis [17].

Exemplos de alguns elementos utilizados neste tipo de cofragens:

- Prumos metálicos ajustáveis;
- Vigas metálicas extensíveis;
- Painéis de cofragem racionalizados;
- Painéis reforçados;
- Sistemas de fixação melhorados.

Cofragens racionalizadas

Este tipo de cofragens são estruturas provisórias constituídas por elementos normalizados, produzidos em fábrica com uma normalização das dimensões dos componentes e do processo de montagem e desmontagem, com materiais que adquirem características de durabilidade permitindo assim a um elevado número de utilizações. Estes permitem uma fácil montagem e desmontagem da estrutura provisória devido aos componentes estarem ligados entre si.

Com isto é possível dividir em subclasses de cofragens, tendo em conta o critério peso do sistema de cofragem, ligeiras ou desmembráveis, semi-desmembráveis e pesadas [17].

Cofragens ligeiras ou desmembráveis – Sistema em Painéis

O tipo de cofragem ligeira ou desmembrável é reconhecido na sua classe pelo facto da existência de separação entre os elementos de suporte e da cofragem em módulos (painéis). Sendo assim, permite que haja uma maior flexibilidade e versatilidade, tornando-se também num sistema em que o transporte e a colocação seja mais facilitada.

Para o sistema de painéis de cofragem, Figura 3.8, consiste numa peça ou módulo de medidas variáveis que permite vencer as necessidades que são impostas em obra para a execução de paredes, pilares, vigas e lajes. Existem diferentes tipos de painéis que são utilizados no mercado, o painel com uma superfície cofrante em contraplacado com revestimento em filme fenólico e quadro em aço galvanizado ou alumínio.

Para a execução das paredes e pilares em betão armado é feita a colocação do sistema em painéis garantido a verticalidade da cofragem e com o afastamento devido entre os painéis, tendo em conta as dimensões dos elementos a betonar. A ligação entre os painéis é feita através de acessórios ligadores, como por exemplo os grampos ajustáveis de moldes, os esquadros exteriores, as ancoragens e vigas rigidificadoras [14].



Figura 3.8 – Montagem do sistema de painéis [18]

Quanto à execução das lajes em betão armado o sistema de cofragens são constituídos por vários elementos, tais como, prumos (a), longarinas ou vigas principais (b), carlingas ou vigas secundárias (c) e os painéis de cofragem (d), tal como representado na Figura 3.9. Este tipo de sistema é economicamente rentável quando são lajes maciças ou aligeiradas, graças à fácil e rápida montagem e desmontagem do sistema.

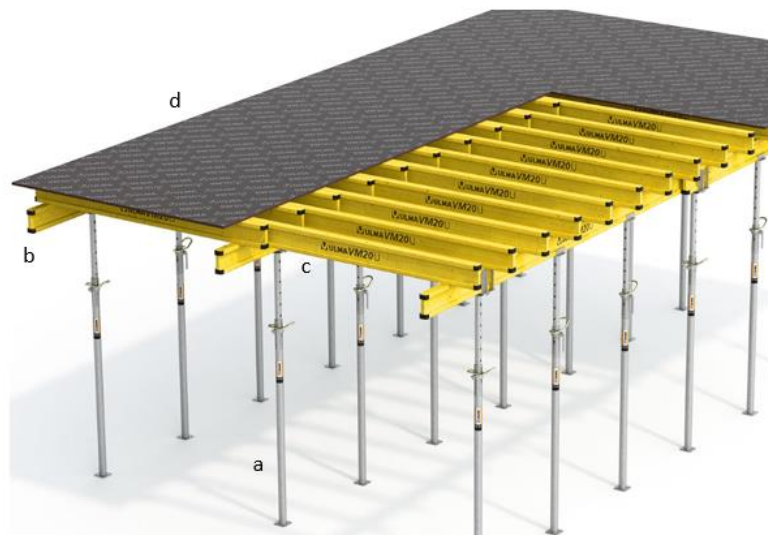


Figura 3.9 – Sistema de cofragem para laje (adaptado [19])

As etapas de montagem para este tipo de sistema de cofragem para as lajes seguem a seguinte ordem de execução/trabalhos:

1. Marcação da cota de nível do fundo da laje nos pilares ou paredes;
2. Definição do local onde serão colocados os prumos;
3. Coloca dos prumos com a altura correta;
4. Colocação das longarinas apoiadas nos topos dos prumos e o respetivo nivelamento;
5. Colocação dos apoios intermédios;
6. Colocação das carlingas sobre as longarinas;
7. Após a colocação dos painéis de cofragem e dos negativos, inicia-se a colocação da armadura seguindo-se da betonagem.

Para a desmontagem do sistema de cofragem para as lajes segue a seguinte ordem de execução:

1. Procede-se à retirada dos apoios intermédios;
2. Descem-se os painéis de cofragem com o auxílio de cabeças rebaixáveis no topo do prumo;
3. Retirada das carlingas;
4. Retirada das longarinas e para finalizar procede-se à limpeza dos painéis.

Cofragens semi-desmembráveis

Este sistema de cofragem semi-desmembráveis é uma sistema que consiste na ligação dos painéis de cofragem por intermédio de elementos de ligação, é também um sistema em que os elementos de suporte se confundem com os painéis de cofragem. Os painéis de cofragem que constituem este sistema são elementos de grande porte, em que geralmente necessitam de meios mecânicos para a deslocação e colocação no local pretendido. Dentro deste sistema existem dois tipos de sistema a mesa de cofragem e a cofragem trepante.

Mesa de cofragem

Neste sistema de mesa de cofragem, Figura 3.10, é utilizado um sistema que é constituído por uma ligação duplamente vigada entre a superfície de cofragem, as carlingas e longarinas e os prumos (normalmente estão incorporadas rodas para facilitar a manobra), permitindo assim uma redução de tarefas na desmontagem do sistema de cofragem acelerando assim o processo.

Normalmente o processo de colocação e remoção da mesa de cofragem é feita através de um meio mecânico, usualmente uma grua [17].



Figura 3.10 – Mesa de cofragem [20]

Cofragem trepante

O sistema de cofragem trepante, Figura 3.11, é constituído por um painel de parede de cofragem na vertical acoplado de uma plataforma de trabalho metálico na horizontal. Este tipo de sistema é utilizado quando a estrutura a ser betonada apresenta uma altura considerável, por exemplo uma pontes, barragens e edifícios. No que toca a edifício a utilização deste sistema é só e unicamente para a execução das paredes de fachada. A plataforma metálica foi concebida para garantir toda a segurança aos operários aquando da execução das tarefas, no entanto é necessário garantir uma boa fixação através de ancoragens às paredes [17].



Figura 3.11 – Cofragem Trepante [21]

Cofragens pesadas ou monolíticas

O sistema de cofragens pesadas ou monolíticas, Figura 3.12, é constituído essencialmente por uma peça única, no qual os painéis de cofragem e os suportes estão interligados durante todo o processo, quer de montagem e de desmontagem. Um dos pontos fortes da utilização deste sistema é na rápida montagem e desmontagem da cofragem, mas também permitem que a betonagem seja muitas vezes de uma só vez. Este sistema é todo ele em estrutura metálica, uma vez que possui mais resistência formando uma espécie de túnel através dos painéis, sendo estes escorados através de prumos ajustáveis. Estes túneis são deslizantes, estando incorporados com rodas na parte inferior da estrutura de modo que seja facilitada a manobra [18].



Figura 3.12 – Sistema de cofragem pesada (adaptado [22])

Cofragens estruturais ou colaborantes

As cofragens estruturais têm duas funções, para além de servirem de molde para os elementos enquanto o betão ganha a presa também contribuem de forma ativa para a resistência desse elemento quando a presa é atingida, não sendo possível a sua reutilização. Este tipo de cofragem está inserido na laje podendo ser em betão armado (pré lajes) ou metálicas (lajes colaborantes) [18].

As cofragens estruturais em betão armado, as pré lajes, são elementos pré fabricados em que a armadura da laje se encontra saliente com uma malha ortogonal de varões de aço. As pré-lajes, Figura 3.13, conseguem desempenhar até três funções uma vez que servem de cofragem à camada de betão, contribuem estruturalmente e servem de acabamento ao teto.



Figura 3.13 – Pré laje [23]

As lajes colaborantes, Figura 3.14, possuem características idênticas às pré lajes, no entanto como apresentam nervuras, estas conseguem aumentar a área de armadura e a superfície de aderência do betão.



Figura 3.14 – Lajes colaborantes [24]

Cofragens não estruturais ou não colaborantes

As cofragens não estruturais ou não colaborantes desempenham apenas uma função que é a garantir que o betão fresco não entre em contacto com determinadas zonas, de forma a garantir o aligeiramento dos elementos. As peças que normalmente desempenham o papel de não serem colaborantes são as abobadilhas, Figura 3.15, cofragens em materiais plásticos e blocos de material expansivo [18].



Figura 3.15 – Abobadilhas [25]

CAPÍTULO 4

OFICINA DO BRINQUEDO TRADICIONAL

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo é feita uma abordagem detalhada da empreitada, Oficina do Brinquedo Tradicional, desde uma pequena introdução histórica, isto é, de como tudo começou e o que deu origem à Oficina, de seguida é feita uma referência à localização da obra, bem como uma descrição de todos os espaços constituintes da Oficina Tradicional do Brinquedo e por fim um breve enquadramento de todos os intervenientes para a execução da empreitada.

4.2 DESCRIÇÃO DA OBRA – OFICINA DO BRINQUEDO TRADICIONAL

4.2.1 Enquadramento

A construção da Oficina do Brinquedo Tradicional tem como objetivo reunir a vontade dos artesãos locais e do poder local autárquico, traduzindo assim um sonho antigo da população de Valongo, a preservação e divulgação de uma das facetas mais importantes da identidade cultural do concelho: a produção do Brinquedo.

Este novo espaço que nascerá na freguesia de Alfena, que em conjunto com Ermesinde foram os locais onde se criaram as primeiras fábricas de brinquedo, de salientar que algumas delas ainda se mantêm em funcionamento nos dias de hoje, permitindo assim uma ligação entre o local, a prática e os seus agentes.

A Oficina do Brinquedo pretende criar e dar continuidade à prática de espaços vivos, que o município preconiza, através dos Serviços Educativos, com a consecução de visitas guiadas interativas, oficinas formativas, encontros temáticos e entre outros. Pretende dar a conhecer um aspeto singular da cultura tradicional do concelho, “O Brinquedo”, nas suas diferentes facetas em termos de materiais: pasta de papel, gesso cartonado, celuloide, chapa, madeira e plástico. Associando também ao conhecimento de outros já existentes como a panificação e o fabrico de biscoitos, assim como a transformação de lousa.

4.2.2 Localização

A construção da Oficina do Brinquedo Tradicional está localizada no distrito do Porto, no concelho de Valongo, na freguesia de Alfena na Rua das Escolas. Como representado na Figura 4.1 está limitado com um traço a vermelho a área de intervenção da empreitada.



Figura 4.1 – Limitação da área de construção (adaptado [26])

4.2.3 Oficina do Brinquedo Tradicional

A Oficina do Brinquedo Tradicional, Figura 4.2, é um empreendimento que fica caracterizado pelo conjunto dos seus edifícios/módulos com várias formas geométricas presentes em toda a sua extensão, de forma a simbolizar o conceito “brinquedo”, contando assim com um módulo esférico, módulo paralelepípedo, módulo piramidal, módulo escolar e módulo distribuidor, bem como um elemento arquitetónico vertical e um simbólico. Cada um destes módulos servirá para a realização de atividades lúdicas, de exposições para os visitantes.

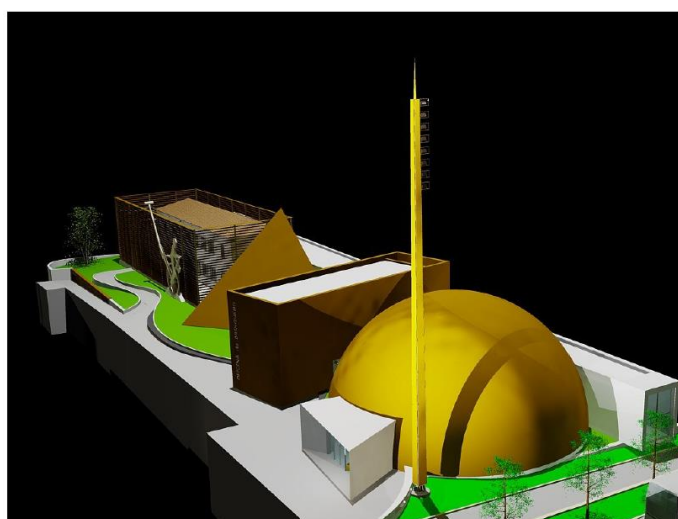


Figura 4.2 – Maquete da Oficina do Brinquedo [27]

4.2.3.1 Módulo Esférico

O módulo esférico ou também designado por “calote” é constituído por um piso subterrâneo e um piso térreo. No piso subterrâneo, Figura 4.3, com a acessibilidade através da escadaria, ficam localizadas as instalações sanitárias masculinas e femininas. O piso térreo, Figura 4.4, será um local de receção e atendimento ao público, bem como uma sala de multiusos - de forma ovalizada - para a exposição temporária, formação, palestras, apresentação de documentários, filmes e de qualquer outro tipo de elementos informativos e lúcidos. O restante espaço da calote será preenchido por dois elementos esculturais de grande dimensão, réplicas dos brinquedos tradicionais, o avião e a pombinha. Este piso térreo conta ainda com uma área de “self-service” e ainda as instalações sanitárias de mobilidade reduzida.

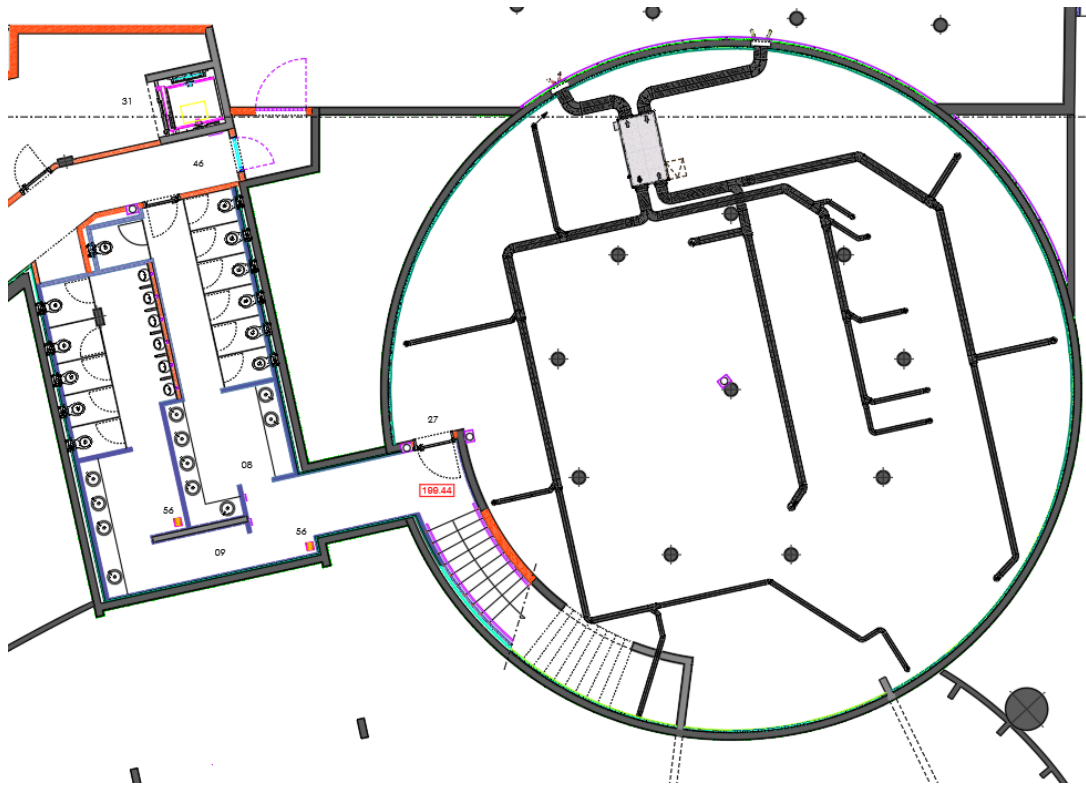


Figura 4.3 – Planta do Piso Subterrâneo

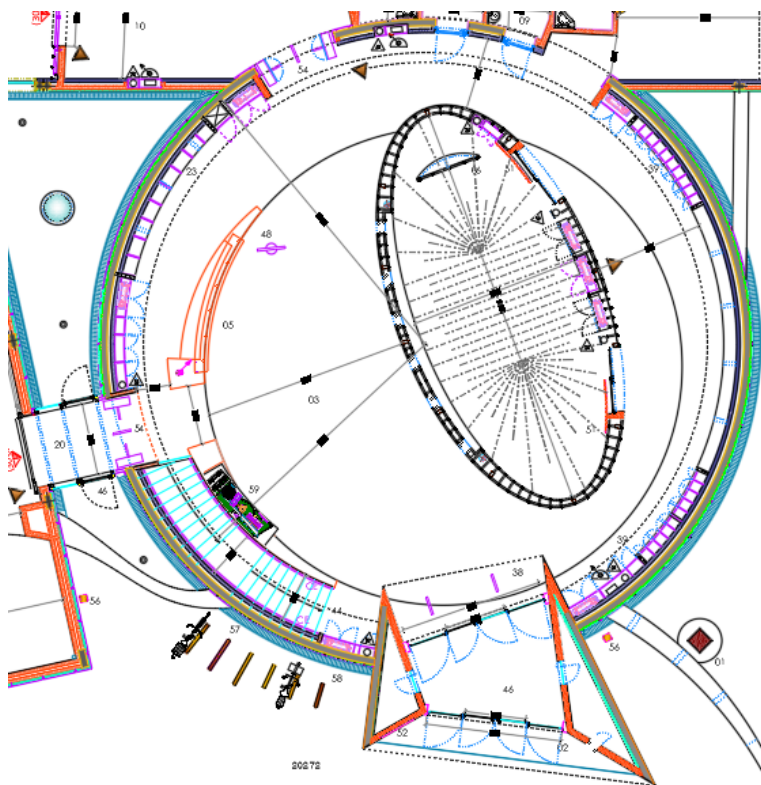


Figura 4.4 – Planta do Piso Térreo

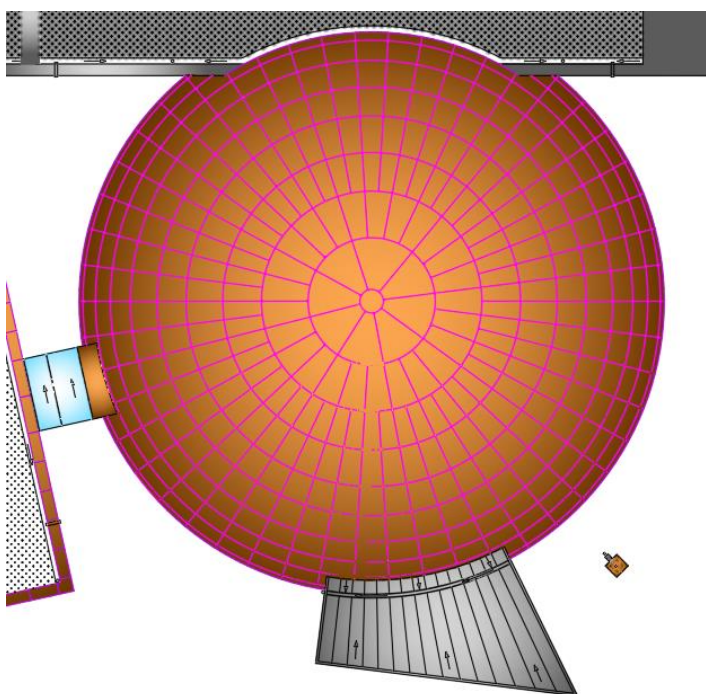


Figura 4.5 – Planta da Cobertura

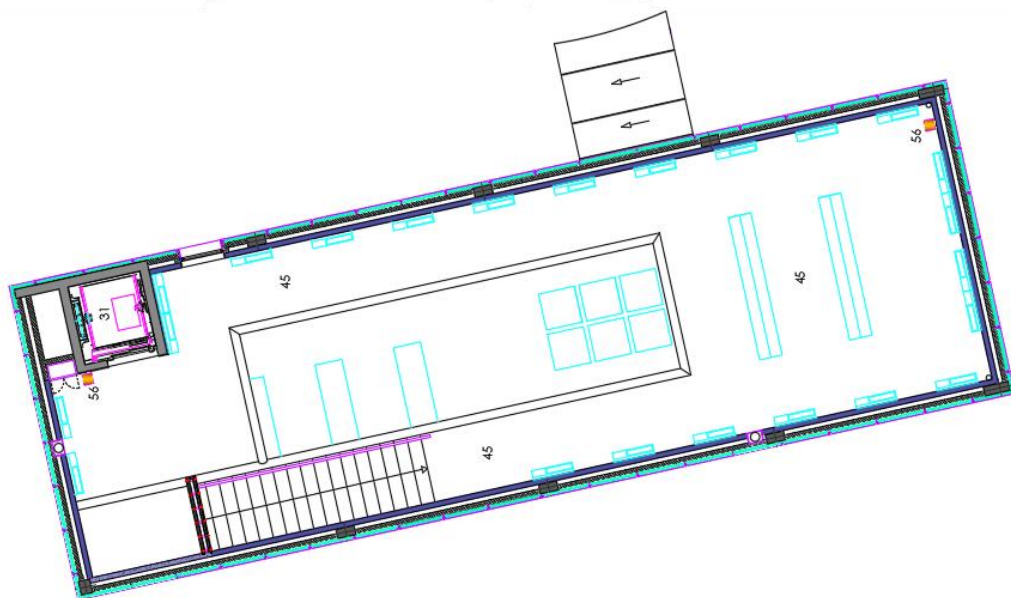


Figura 4.7 – Planta do Piso 1

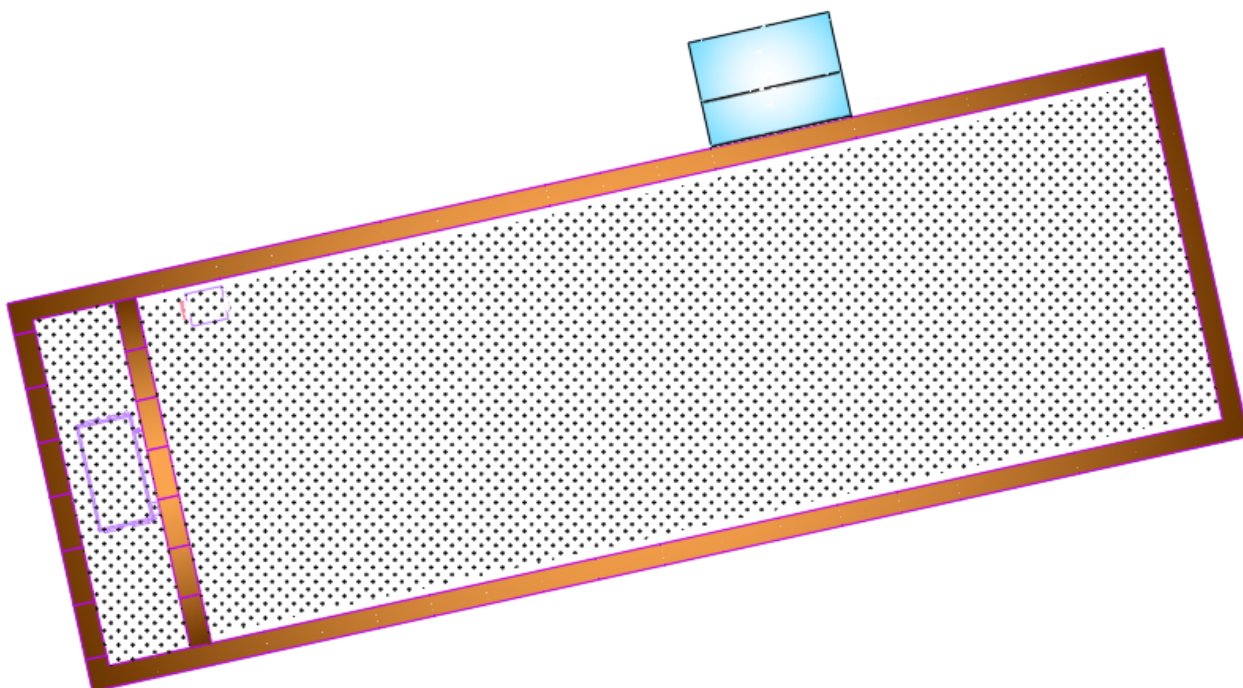


Figura 4.8 – Planta da Cobertura

4.2.3.3 Módulo Piramidal

O módulo piramidal é constituído por piso subterrâneo, Figura 4.9, que está destinado para o armazenamento de matérias-primas e do produto final.

O piso térreo, Figura 4.10, onde será instalada uma oficina dos brinquedos de madeira, em que é assegurado pelos artesãos locais trabalhos ao vivo, de forma a manterem o “saber fazer ancestral” desta arte.



Figura 4.9 – Planta do Piso Subterrâneo

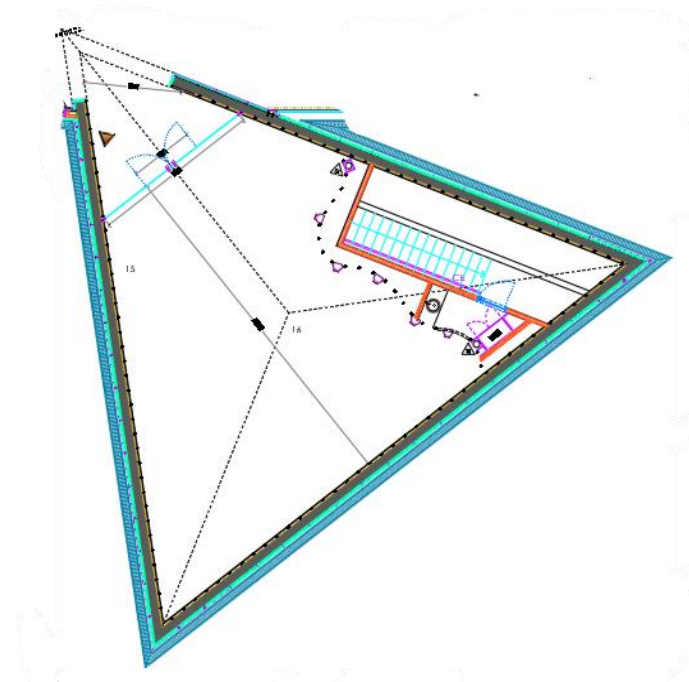


Figura 4.10 – Planta do Piso Térreo

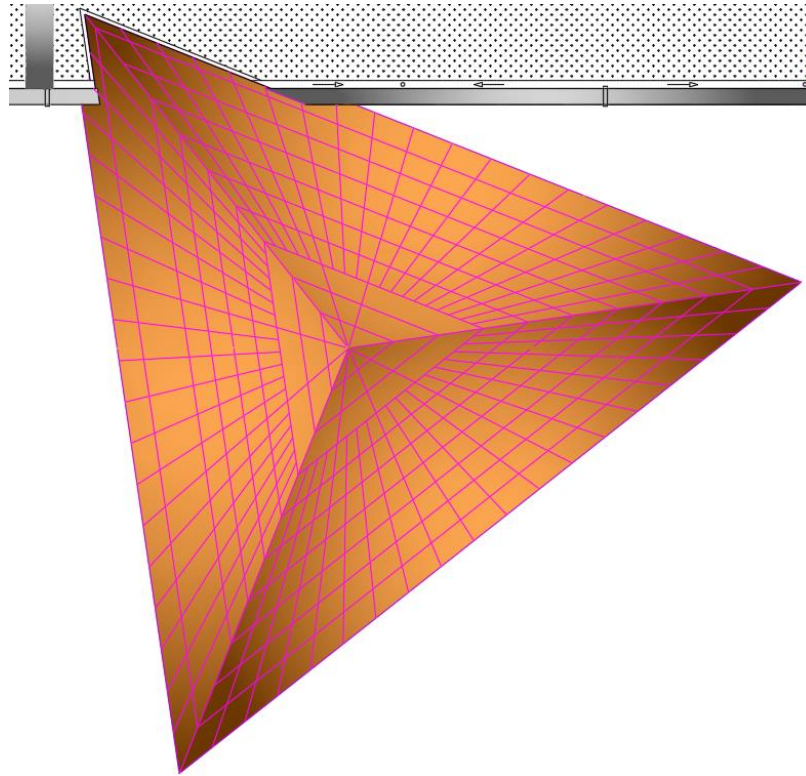


Figura 4.11 – Planta da Cobertura

4.2.3.4 Módulo Escolar

O módulo escolar que culmina no aproveitamento do edifício escolar existente, e conta com um piso térreo para uma componente de formação social e de recreação infantil aberto para o exterior onde serão implantados equipamentos infantis.

O piso 1, está destinado a uma zona mais privada e técnica do edifício para a instalação e apoio logístico.

A Figura 4.12, Figura 4.13 e Figura 4.14 representam as plantas dos diferentes pisos do módulo escolar.

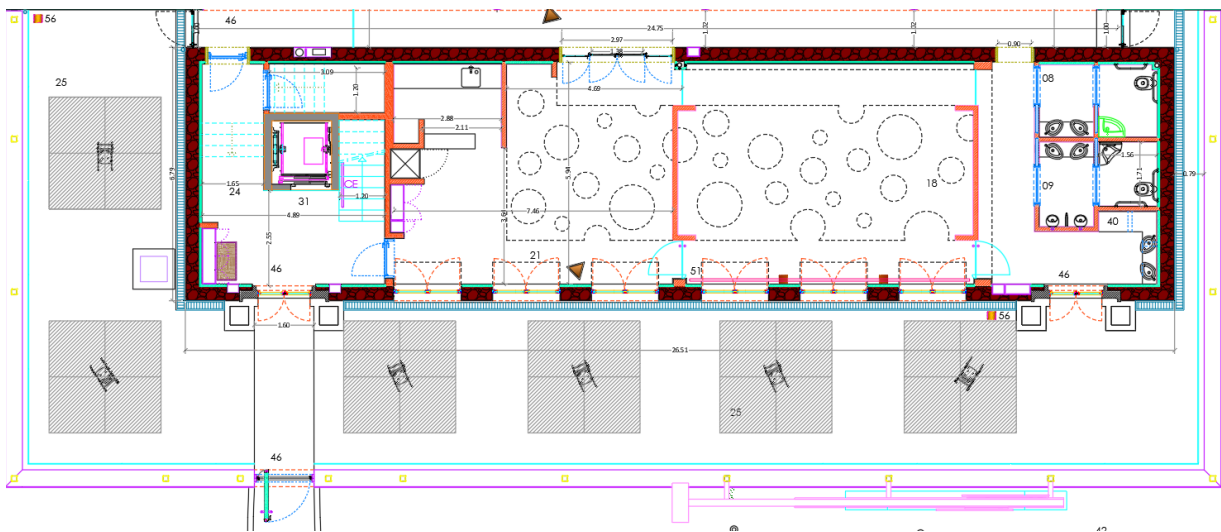


Figura 4.12 – Planta do Piso Térreo

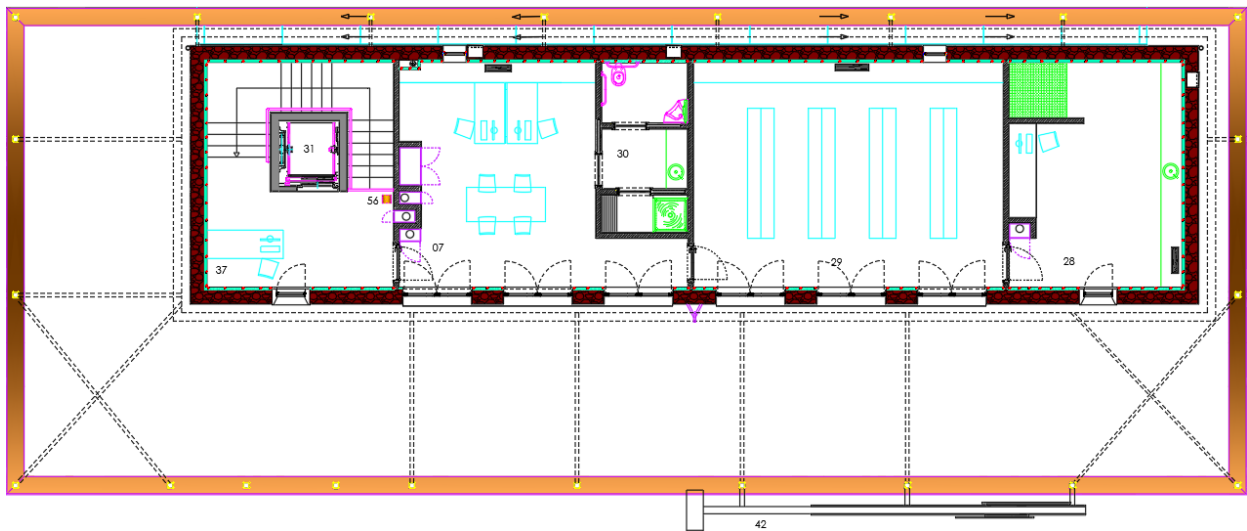


Figura 4.13 – Planta do Piso 1

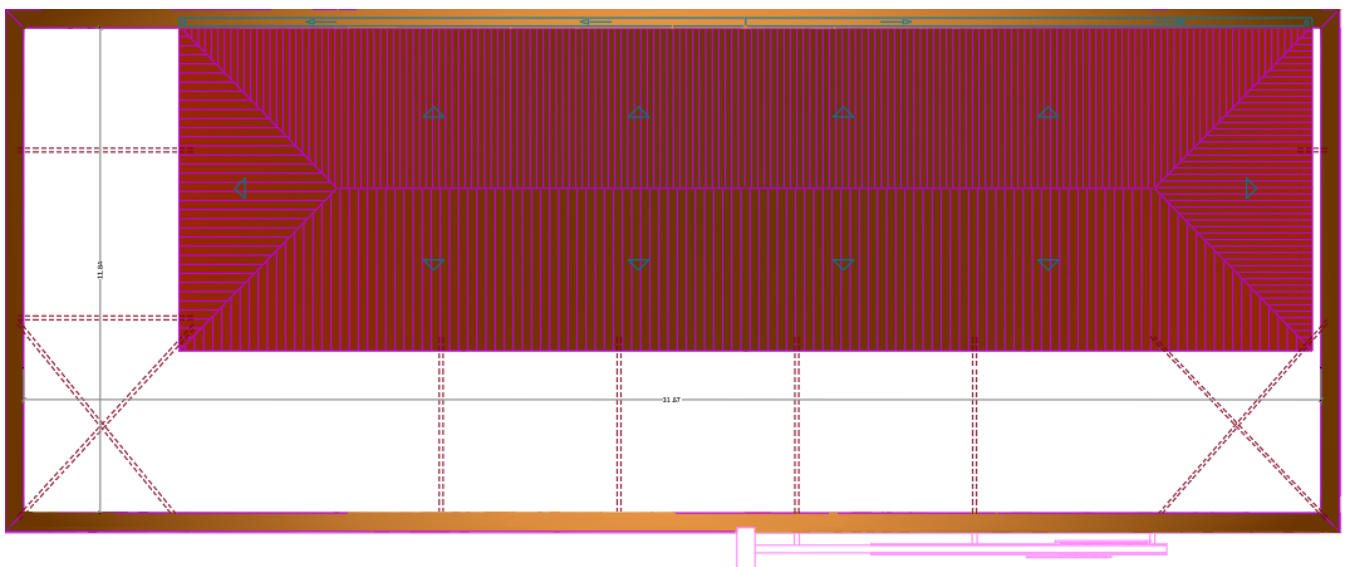


Figura 4.14 – Planta da Cobertura

4.2.3.5 Módulo Distribuidor

O módulo distribuidor é um elemento que será um elo de ligação e distribuição entre os diversos módulos temáticos. É constituído apenas por um piso, em que na sua essência será uma zona de circulação e distribuição onde serão instalados os brinquedos mais representativos de cada tipo em função da natureza dos materiais da sua execução, sendo que serão apresentados sob a forma de registo informativo e documental da evolução do brinquedo aos longo dos tempos.

A Figura 4.15, Figura 4.16 e Figura 4.17 representam a planta do piso do módulo distribuidor.

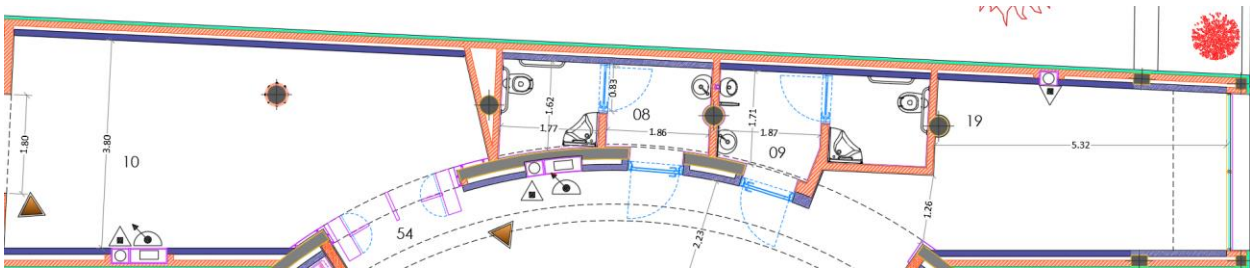


Figura 4.15 – Planta do elo de ligação com o módulo esférico

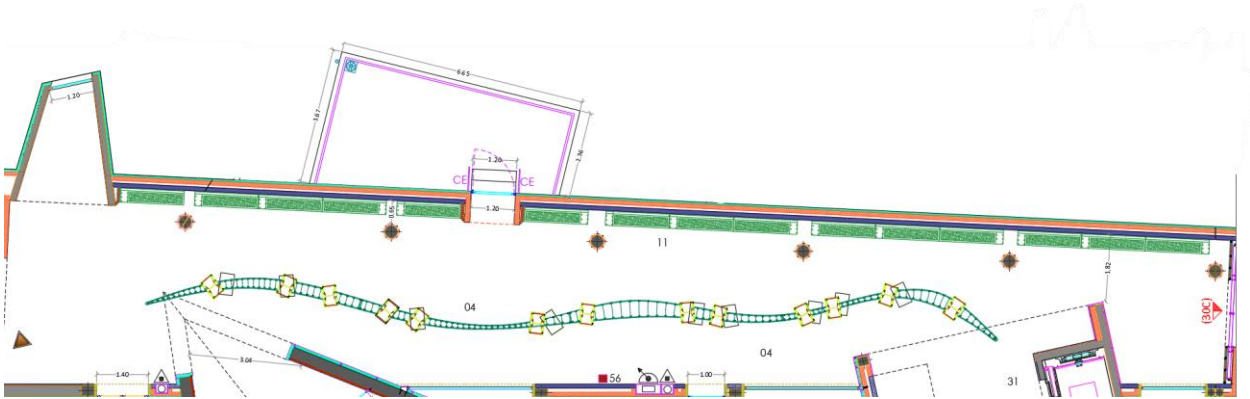


Figura 4.16 – Planta do elo de ligação com os módulos piramidal e paralelepédico

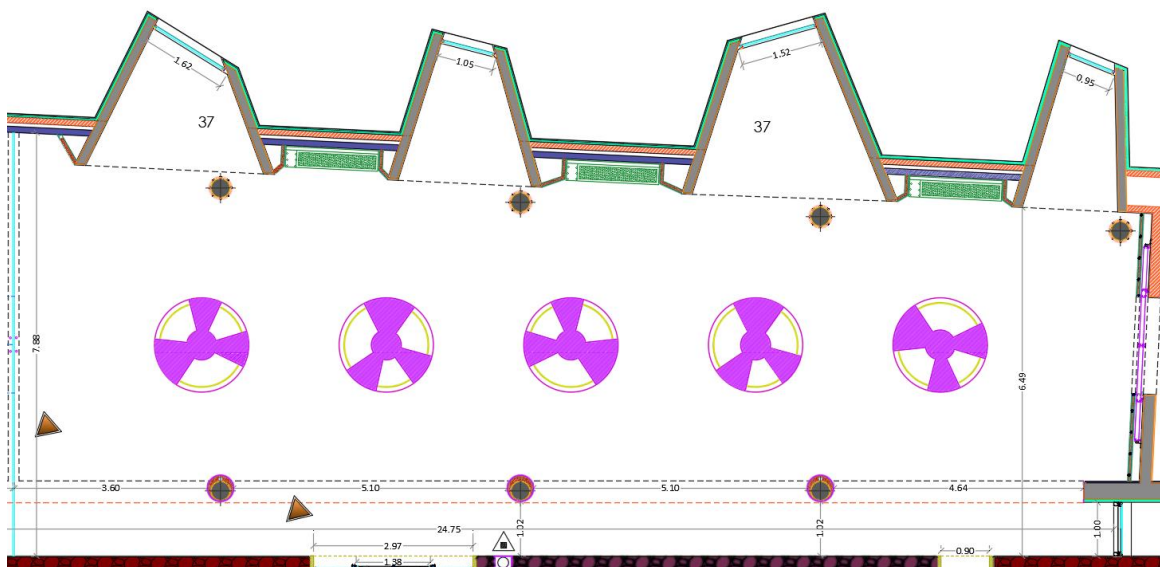


Figura 4.17 – Planta do elo de ligação com o módulo escolar

Na parte final do módulo, Figura 4.18, onde está prevista uma sala específica para eventos paralelos, como por exemplo: exposição temporária de artistas locais, *workshop* de carisma social, oficina de peças, atividades de dinamização desta temática ou exposição de espólios pessoais.

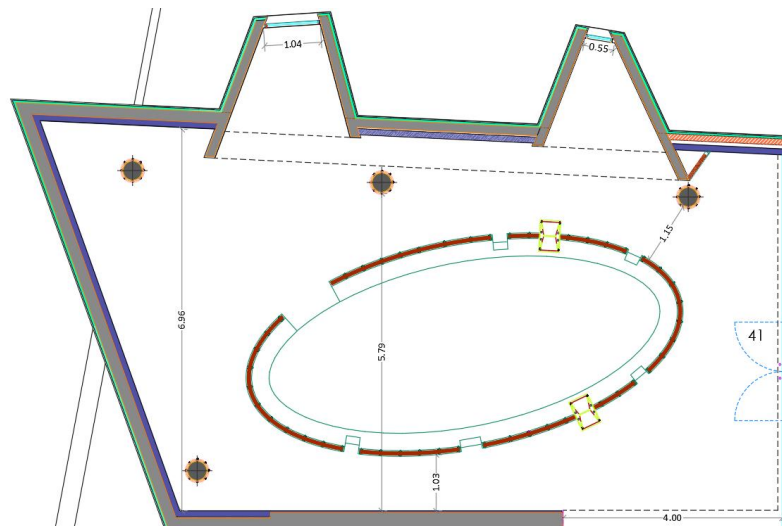


Figura 4.18 – Planta da sala de eventos

4.2.3.6 Elementos arquitetônicos

Os elementos arquitetônicos presentes nesta obra são elementos verticais, o farol e o ciclista. O elemento arquitetônico farol, Figura 4.19, será uma referência na paisagem como um marco identificador deste equipamento, ficará situado perto da entrada do módulo esférico. Este elemento terá uma altura de cerca de vinte e cinco metros de secção piramidal e que integrará diversos projetores de iluminação.



Figura 4.19 – Elemento arquitetônico farol (adaptado [27])

O elemento arquitetônico ciclista, Figura 4.20, estará na fachada da frente urbana, do módulo escolar, sendo uma réplica escultural de grandes dimensões.



Figura 4.20 – Elemento arquitetônico ciclista (adaptado [27])

4.2.4 Intervenientes na Obra

Para a existência de um empreendimento de construção é necessário um envolvimento de um leque de intervenientes que em conjunto têm o objetivo da realização da obra de acordo com o que foi projetado. Para tal é essencial que os intervenientes atuem de forma a cooperarem entre eles potencializando a conformidade da execução com os projetos diminuir os atrasos durante a fase de execução, garantindo assim o funcionamento normal da obra.

Os intervenientes envolvidos numa obra são geralmente, o dono de obra, os autores dos projetos, a entidade executante (o empreiteiro), a entidade fiscalizadora e as entidades municipais licenciadoras, em que cada um deles têm funções e tarefas a desempenhar.

O Dono de Obra é a parte interessada na realização da obra, ou seja, é a entidade que comporta o investimento proporcionando a execução dos projetos, tendo também como responsabilidade o dever de contestar dentro da legalidade qualquer processo que não esteja de acordo com o projeto.

Os autores dos Projetos são técnicos que o Dono de Obra contrata para a elaboração dos projetos. Eles têm a responsabilidade e prestar a assistência à obra sempre que seja necessário para o caso de esclarecimento de eventuais dúvidas que possam surgir durante a execução da obra, na interpretação do projeto.

O empreiteiro tem como principal responsabilidade assegurar a correta execução e coordenação dos trabalhos referentes à empreitada, como cumprir todas as cláusulas do contrato, o caderno de encargos, os prazos previstos, de acordo com as normas e disposições legais em vigor.

A Fiscalização da Obra tem como principal responsabilidade a verificação e fiscalização da execução da obra, se está em conformidade com o projeto de execução, pelo cumprimento das condições da licença ou admissão, comunicar ao dono de obra qualquer inconveniente que se tenha verificado no projeto.

Compete às entidades municipais licenciadoras a verificação, do licenciamento ou receção de comunicação prévia de uma empreitada e se os técnicos responsáveis pelo projeto, direção de obra e direção de fiscalização da obra são adequados face às qualificações exigidas na lei.

Os principais intervenientes na obra, na construção da Oficina do Brinquedo Tradicional, estão indicados na Tabela 10.

Tabela 10 – Intervenientes na Obra

<p>Dono de Obra</p>	 <p>VALONGO · CÂMARA MUNICIPAL</p>
<p>Autores do Projeto das Especialidades</p>	 <p>asL ENGINEERING FOR PEOPLE</p>
<p>Empreiteiro</p>	 <p>Atlântinível[®] ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO alvarán.º 581.93-PUB</p>
<p>Fiscalização</p>	 <p>TABIQUE ENGENHARIA</p>

CAPÍTULO 5

CASO DE ESTUDO – ATIVIDADES ACOMPANHADAS

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo são apresentadas todas as atividades que foram acompanhadas ao longo do estágio em ambiente empresarial.

Primeiramente, é feita uma descrição geral dos processos construtivos de algumas das atividades acompanhadas que foram realizadas em cada módulo constituinte da empreitada.

Por fim, são descritos os processos construtivos dos módulos mais icônicos e desafiantes quanto à sua construção, nomeadamente o módulo piramidal e o esférico.

5.2 MÓDULO PARALELEPIPÉDICO

5.2.1 Execução de paredes de alvenaria exterior

A execução das paredes de alvenaria exterior, que neste módulo era em pano duplo de parede de alvenaria de tijolo. Primeiramente é feita a marcação no pavimento com o recurso de um bate linhas de modo a fazer o traçado o alinhamento da parede, conforme o projeto, sendo posteriormente assentada a argamassa de assentamento para a primeira fiada dos tijolos. De salientar um aspeto importante, em que a molhagem prévia dos tijolos a assentar é fundamental pois evita a absorção de água da argamassa de assentamento. Na Figura 5.1 é possível observar a execução da primeira fiada da parede de alvenaria, na parte esquerda da imagem e numa fase já mais avançada a elevação das fiadas da parede, na parte mais à direita da imagem.



Figura 5.1 – Execução da primeira fiada e elevação das fiadas

Depois de concluída a primeira fiada é feita a elevação da parede, Figura 5.2 em que a marcação das fiadas de tijolo é realizada em fasquias, onde é feito o espalhamento da argamassa de assentamento ao longo do pano dos tijolos da fiada anterior e é colocado o primeiro tijolo numa das extremidades. Já com o tijolo assentado são colocados prumos metálicos um em cada extremidade da parede e com o auxílio de um fio, em que é esticado entre os dois prumos de forma a servir de guia para completar a fiada garantindo assim a espessura da argamassa de assentamento, a verticalidade e a horizontalidade do pano de parede. Durante o assentamento dos tijolos de cada fiada as juntas verticais devem ficar desencontradas.



Figura 5.2 – Elevação da parede de alvenaria

Finalizada a execução do pano de alvenaria do exterior é então colocado o isolamento térmico, uma placa de poliestireno extrudido com oito centímetros de espessura de modo a garantir um melhor conforto térmico no interior do módulo em questão. Após a colocação do isolamento a parede é fechada com o

segundo pano de parede de alvenaria, desta feita pelo interior, em que são repetidas todas as etapas anteriormente mencionadas, tal como representado na Figura 5.3.



Figura 5.3 – Pano de alvenaria dupla

Na Figura 5.4 está representado o aspeto final da execução das paredes de alvenaria no módulo paralelepípedo.



Figura 5.4 – Finalização das paredes de alvenaria

5.2.2 Execução de trabalhos de aplicação do reboco de desempenho no exterior

Depois de concluídos os trabalhos da execução de alvenaria procedeu-se à aplicação/projeção do reboco. Primeiramente é conferida à parede uma camada de chapisco, isto para que seja uniformizada a absorção da superfície e que a aderência da camada subsequente seja melhor, neste caso o reboco. De seguida é feita uma aplicação de um emboço impermeabilizante, que é aplicado sobre a alvenaria, sendo que esta

está humedecida, numa camada de espessura entre os oito e doze mm muito bem compactado de modo que seja garantida a não infiltração das águas das chuvas.

Logo após que o emboço impermeabilizante adquira a presa pretendida e de se ter humidificado a superfície é aplicado o reboco. O reboco de desempenho, Figura 5.5 deve ser bem apertado e afagado de forma a se obter uma superfície de parede bem desempenada, que seja regular e não menos importante, isenta de fendas e outras anomalias. O reboco tem de respeitar uma espessura mínima de um centímetro e meio, mas sempre de forma que as juntas da alvenaria não fiquem aparentes. A aplicação do reboco foi feita através de um equipamento mecânico que projeta o reboco contra a superfície pretendida havendo a necessidade de utilizar uma régua de modo a espalhar e regularizar a camada.



Figura 5.5 – Aplicação do reboco de desempenho

Na Figura 5.6 está representado o aspeto final da aplicação do reboco estando agora pronto para ser feito o acabamento final. A aplicação do reboco proporciona uma superfície uniforme em toda a área da parede em tratamento.



Figura 5.6 – Aspeto final da aplicação do reboco

5.2.3 Aplicação de Dossolan

A aplicação de Dossolan que consiste numa argamassa fibrosa composta por fibras minerais biológicas, por ligantes hidráulicos e por adjuvantes específicos é uma solução destinada à proteção antifogo de várias superfícies, nomeadamente lajes aligeiradas, que eram o tipo de laje que o módulo empregava. A sua aplicação é feita através da projeção dessa argamassa fibrosa contra a superfície como representado na Figura 5.7.

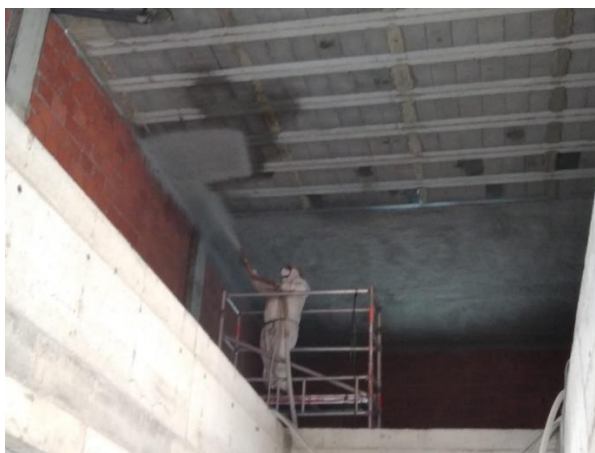


Figura 5.7 – Projeção da argamassa fibrosa antifogo

Na Figura 5.8, pode-se observar o aspeto final da aplicação da argamassa antifogo na laje aligeirada do módulo em questão.



Figura 5.8 – Aspeto final da argamassa antifogo

5.3 MÓDULO ESFÉRICO

5.3.1 Execução dos pavimentos no piso -1

A atividade da execução do pavimento interior foi iniciada quando todos os trabalhos de colocação das tubagens, nomeadamente de eletricidade, que estavam preconizadas no projeto da especialidade ficarem embutidas no pavimento e posteriormente realizado o emassamento dos mesmos. Depois foi aplicada uma camada de emulsão betuminosa, Figura 5.9, com o intuito de impermeabilizar a laje de pavimento evitando-se possíveis anomalias relacionadas com a ascensão de humidades provenientes do solo de fundação, uma vez que se trata da laje de pavimento térreo.



Figura 5.9 – Aplicação da emulsão betuminosa

Após a secagem da emulsão betuminosa procedeu-se à colocação de placas de poliestireno extrudido com quatro centímetros de espessura, Figura 5.10, de acordo com o projeto conferindo um isolamento térmico.



Figura 5.10 – Colocação das placas de isolamento térmico

Em seguida procedeu-se à colocação de uma rede hexagonal galvanizada, Figura 5.11, ao longo de toda a área de forma a aumentar a resistência do massame de betão, prevenindo assim o aparecimento de anomalias, tais como fissuras. Foram também executadas as madres de forma a servirem de orientação da altura de lâmina de betonilha a aplicar, garantindo a espessura estabelecida em projeto.



Figura 5.11 – Colocação da rede galvanizada

Por fim foi executado enchimento do pavimento com betonilha com cerca de seis centímetros de espessura, com o auxílio de uma máquina de projeção de betonilha. A Figura 5.12 está representado o aspeto final do pavimento.



Figura 5.12 – Aspeto final do pavimento

5.4 MÓDULO PIRAMIDAL

5.4.1 Execução dos rebocos interiores no piso -1

A execução dos rebocos no interior, em reboco projetado, tem início quando todas as instalações das redes que ficam embutidas nas paredes são concluídas, bem como o tapamento dos respectivos roços. Após a secagem dos tapamento dos roços procede-se à execução do chapisco, Figura 5.13, isto é, da camada de revestimento, uma argamassa de cimento e areia, que é aplicada diretamente sobre a alvenaria que constitui a parede com a finalidade de uniformizar a absorção da superfície e melhorar a aderência da camada posterior.

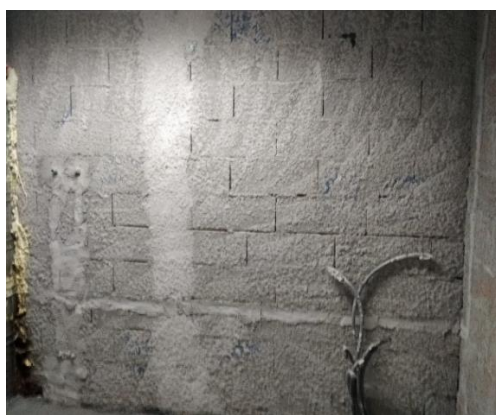


Figura 5.13 – Execução do chapisco

De seguida, e antes de proceder à aplicação do reboco projetado são colocados uns perfis em PVC, Figura 5.14, nas arestas das paredes e nos locais onde existem rodapés, uma vez que o estuque não vai até ao nível do pavimento. A colocação destes perfis em PVC tem como finalidade conferir uma melhor resistência às esquinas das paredes e uma facilidade no seu alinhamento.



Figura 5.14 – Colocação de perfis em PVC

A aplicação do reboco é feita através de duas fases, em que numa primeira fase é aplicada uma argamassa mista de cimento, cal e areia, sendo uma argamassa com uma granulometria mais grossa, com uma espessura de dois centímetros que é projetada com o auxílio de uma máquina de projeção de reboco que projeta toda a parede de uma forma mais rápida e eficiente. Com isto, a argamassa projetada não fica com uma espessura uniforme, sendo necessário através de uma régua fazer o espalhamento garantindo a verticalidade.



Figura 5.15 – Aplicação da argamassa mista

Neste caso, está definido em projeto de arquitetura que as paredes devem apresentar um acabamento em reboco estanhado, sendo assim aplicada depois da argamassa anterior estar seca, uma argamassa de gesso fina de modo a conceber um acabamento liso e estanhado, Figura 5.16.



Figura 5.16 – Argamassa de gesso com acabamento estanhado

5.5 MÓDULO ESCOLAR

5.5.1 Execução do pavimento no piso térreo interior

A atividade da execução do pavimento interior foi iniciada quando todos os trabalhos de colocação das tubagens, nomeadamente dos tubos de eletricidade, que estavam previstas ficarem embutidas no pavimento fossem instaladas e posteriormente o emassamento dos mesmos. Depois foi aplicada uma camada de emulsão betuminosa com o intuito de impermeabilizar fazendo o isolamento contra as humidades, sendo que este é um pavimento que está em contacto com o solo.



Figura 5.17 – Aplicação da emulsão betuminosa

Após a secagem da emulsão betuminosa procedeu-se à colocação de placas de poliestireno extrudido com quatro centímetros de espessura, Figura 5.18, proporcionado um isolamento térmico ao pavimento.



Figura 5.18 – Colocação da placa de poliestireno extrudido

Em seguida procedeu-se à colocação de uma malha armada ao longo de toda a área de forma a aumentar a resistência da betonilha, prevenindo assim o aparecimento de fissuras. Foi também feito o ajuste das

caixas de pavimento, Figura 5.19, para a cota final do enchimento da betonilha que estavam previstas neste espaço do módulo escolar.



Figura 5.19 – Ajuste das caixas de pavimento

A última tarefa foi mesmo o enchimento do pavimento com a betonilha com cerca de seis centímetros de espessura com o recurso à máquina de projeção de betonilha. Na Figura 5.20 é demonstrado o acabamento do piso pronto a receber o revestimento.



Figura 5.20 – Acabamento do pavimento de piso

5.5.2 Execução do sistema de paredes de gesso cartonado

A execução das paredes em gesso cartonado foram iniciadas quando as instalações dos vários tipo de infraestruturas estivessem terminados, de forma que não fosse condicionado o andamento desta

atividade. Este sistema é constituído por uma estrutura metálica resistente composta por perfis horizontais e verticais, por acessórios e todas as fixações necessários. Os perfis horizontais e verticais também são designados por raia e montante respetivamente. Os perfis horizontais, raia, são perfis não portantes que são utilizados para assegurar a ligação entre as extremidades superior e inferior da parede. Os perfis verticais, montante, são perfis portantes e utilizados entre os perfis horizontais com o devido afastamento entre si e que lhe são aparafusadas as placas de gesso.

Primeiramente é feita a colocação provisória dos perfis horizontais inferiores, junto ao pavimento, sendo que são aplicadas com uma banda acústica na base, de modo a certificar que estão no local correto e posteriormente são devidamente fixos através de aparafusamento ao pavimento.

Posteriormente é feita a colocação dos perfis verticais atendendo sempre à altura definida em projeto, os perfis que sejam de extremidade devem ser fixos a elementos construtivos ou estruturais, sendo que estes são aparafusados aos perfis horizontais quer inferior quer superior. Seguidamente é feita através de encaixe os perfis verticais intermédios da estrutura sendo aparafusados aos perfis horizontais, mesmo em caso de aberturas, como portas ou janelas. A Figura 5.21 demonstra o aspeto final da montagem da estrutura metálica.



Figura 5.21 – Montagem da estrutura metálica

No entanto para ser garantida a resistência e a verticalidade dos perfis verticais intermédios é feita uma fixação ao elemento estrutural, neste caso à parede. A fixação é executada através de elementos de fixação que garantem a união entre os perfis à estrutura do edifício, Figura 5.22.



Figura 5.22 – Fixação dos perfis verticais

Após a montagem e fixação de toda a estrutura metálica da parede de gesso cartonado iniciou-se a colocação do isolamento térmico, lã de mineral com cinco centímetros de espessura, em que o seu posicionamento é entre os perfis horizontais e verticais. A Figura 5.23 representa a aplicação do isolamento entre os perfis metálicos.



Figura 5.23 – Colocação da lã mineral

Colocado o isolamento térmico, procede-se então para a fixação das placas de gesso cartonado, Figura 5.24, que segue um conjunto de disposições nomeadamente a direção, uma vez que devem ser colocadas longitudinalmente na direção dos perfis verticais e as juntas entre as placas devem coincidir com um perfil vertical. A fixação das placas de gesso cartonado à estrutura metálica deve ser realizada em todos os perfis verticais através de parafusos do tipo PM (placa-metal), com um afastamento máximo de duzentos e cinquenta milímetros. A ligação das placas aos perfis horizontais deve ser feita seguindo os mesmos

moldes dos perfis verticais, mantendo o afastamento máximo de duzentos e cinquenta milímetros das fixações aparafusadas.



Figura 5.24 – Colocação dos painéis de gesso cartonado

Com a conclusão de todos os trabalhos de montagem do sistema inicia-se o tratamento das juntas e o enchimento nas zonas onde se situam os parafusos. O procedimento para a execução das juntas é feito através de inicialmente da aplicação de uma camada de massa ao longo da junta, logo de seguida colocar a banda de papel, Figura 5.25, e aplicar outra camada de massa. Em zonas onde haja a possibilidade de as bandas ficarem encostadas umas às outras, é necessário garantir um afastamento máximo de cinco milímetros entre si.



Figura 5.25 – Execução das juntas em banda de papel

No caso de existirem ângulos salientes ou cantos reentrantes, por exemplo nos rodapés, o tratamento de juntas é realizado nos mesmos moldes do que o anteriormente descrito, no entanto são aplicados acessórios próprios como cantoneiras perfuradas de ângulo, Figura 5.26.



Figura 5.26 – Colocação das cantoneiras perfuradas de ângulo

Após todas as etapas anteriormente descritas estarem finalizadas é feito um emassamento de toda a superfície das placas de gesso cartonado, Figura 5.27, que constituem as paredes de modo a darem um acabamento liso para depois se proceder à sua pintura.



Figura 5.27 – Emassamento das paredes de gesso cartonado

5.6 MÓDULO DISTRIBUIDOR

5.6.1 Execução da parede de alvenaria de tijolo maciço cerâmico face à vista

A execução das paredes de alvenaria de tijolo maciço iniciaram-se após o término da colocação de todas as tubagens destinadas à passagem de cabos elétricos e de telecomunicações que ficam embutidos na parede e também da execução do pavimento.

Primeiramente é feita a marcação no pavimento, Figura 5.28, no sentido de alinhar o pano de parede de alvenaria, recorrendo a um bate linhas, para estar conforme o projeto. De seguida, é aplicada a camada de argamassa de assentamento para a primeira fiada dos tijolos.



Figura 5.28 – Marcação da primeira fiada

A execução das restantes fiadas dos tijolos do pano de parede é feita através do espalhamento da argamassa ao longo da fiada dos tijolos inferiores, sendo colocado o primeiro tijolo da fiada e para que seja assegurada a verticalidade e a horizontalidade do pano de parede recorre-se a prumos metálicos que são colocados nas extremidades das fiadas, onde é esticado um fio que orienta a aplicação da argamassa para que a espessura de assentamento seja uniforme e para a realização da fiada. A continuidade da execução das restantes fiadas de tijolo é com a repetição sucessiva do processo anteriormente descrito, como representado na Figura 5.29.



Figura 5.29 – Elevação da parede de alvenaria

Estava previsto em projeto que os panos de alvenaria de tijolo face à vista, pano interior, fossem travados ao pano exterior através de elementos mecânicos, nomeadamente por grampos de ligação, de modo a ser garantida uma caixa de ar. A aplicação dos grampos, Figura 5.30, é feita através da fixação de uma das extremidades no pano de alvenaria exterior, onde são chumbados ao tijolo, sendo que a outra extremidade é fixa na junta de assentamento do pano de alvenaria do tijolo face à vista, pano interior. A disposição dos grampos é que devem estar espaçados de setecentos e cinquenta milímetros na horizontal e quatrocentos e oitenta milímetros na vertical garantido assim a estabilidade do conjunto.



Figura 5.30 – Aplicação dos grampos metálicos

5.7 ESPAÇO EXTERIOR

5.7.1 Execução dos muros exteriores

A execução dos muros localizados na envolvente do módulo escolar com a finalidade de criar zonas de circulação e também de suporte de terras em casos pontuais foram iniciados primeiramente colocação e amarração dos varões de aço nos locais indicados em projeto. Em casos como representados na Figura 5.31, em que existe a passagem de tubagens hidráulicas, nomeadamente de águas residuais, pelo interior do muro foram deixados negativos na armadura, para que aquando da betonagem ficassem já com a passagem definida não havendo a necessidade de à posteriori a furação dos muros.



Figura 5.31 – Colocação dos negativos

Na Figura 5.32, é possível observar a execução da amarração das armaduras do muro exterior conforme o indicado no projeto. Depois de finalizada esta tarefa prosseguiu-se para a colocação da cofragem atendendo e respeitando sempre o recobrimento exigido, para mais tarde ser executada a betonagem recorrendo ao balde da grua.



Figura 5.32 – Execução da amarração das armaduras

Depois de executada a betonagem e alcançada a presa do betão é retirada a cofragem dos muros. No caso do muros que ficarão em contacto com a terra procedeu-se à sua impermeabilização aplicando uma camada de emulsão betuminosa e tela asfáltica. Após a secagem é colocada uma manta pitonada impermeabilizante de forma a proteger a exposição do betão impedindo a passagem de humidades e entrem em contacto com o betão, tal como demonstrado na Figura 5.33.



Figura 5.33 – Colocação das camadas impermeabilizantes

5.7.2 Execução do pavimento térreo

A execução do pavimento térreo localizado em frente ao módulo escolar, edifício existente, só foi possível iniciar após outros trabalhos terminarem, pois condicionavam a realização da tarefa, nomeadamente a construção dos muros que perfazem os caminhos de circulação exterior, as tubagens destinadas para a drenagem das águas e bem como as caixas de visita. Na Figura 5.34, está limitada por um traço vermelho a zona de intervenção, onde vai ser executada a atividade indicada anteriormente.

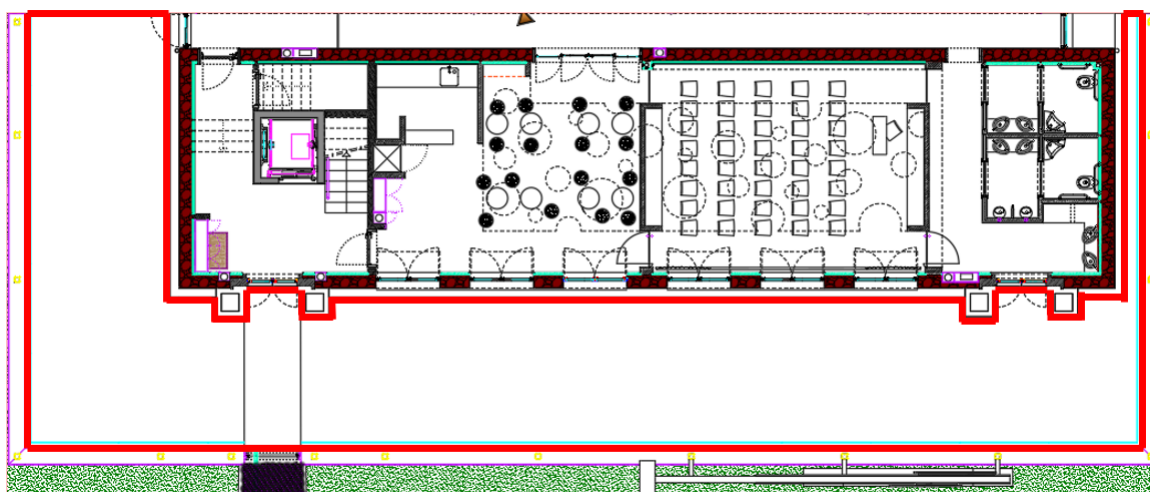


Figura 5.34 – Limitação da área de intervenção do pavimento térreo

A constituição deste pavimento térreo exterior é contemplada através de várias camadas, em que começa pela execução do leito de pavimento com terra até atingir as cotas de projeto, com o auxílio de um equipamento mecânico, nomeadamente uma retroscavadora de pequenas dimensões de forma a

conseguir mobilizar e executar as tarefas sem qualquer inconveniente. Na Figura 5.35, está representada a tarefa desempenhada pela máquina.

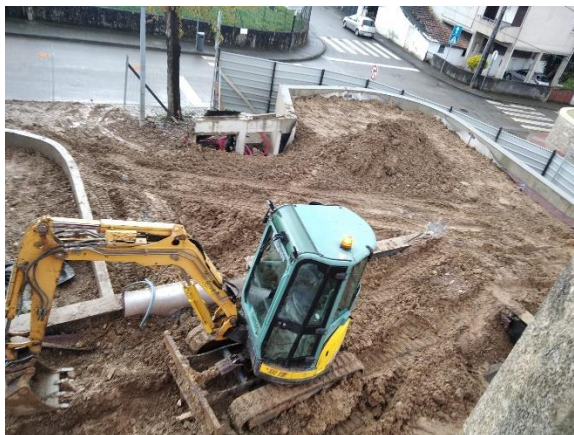


Figura 5.35 – Regularização do leito de pavimento

Logo após o termino da tarefa anterior, é colocada uma manta pitonada impermeabilizante, Figura 5.36, sendo eficaz impedindo a subida da humidade do estrato de terra. A colocação da manta é feita através do desenrolar da mesma ao longo de todo o espaço, certificando sempre para que não fiquem espaços livres.



Figura 5.36 – Colocação da manta pitonada impermeabilizante

A etapa seguinte passou pela colocação de uma camada de um agregado britado com trinta centímetros de espessura. Esta atividade foi executada com o apoio da grua, uma vez que era depositado o agregado britado no balde da grua de forma a acelerar o processo. O balde era dotado de uma mangueira em borracha o que facilitava os operários uma vez que era mais precisa a zona de queda do material. Tal como demonstrado na Figura 5.37.



Figura 5.37 – Colocação da camada de agregado britado

De seguida, procedeu-se à colocação de um filme plástico preto que acaba por reduzir o atrito entre as camadas que constituem o pavimento, nomeadamente entre a brita e o betão, desempenhando um papel de barreira impedindo a absorção de água. De forma a dar mais resistência foi colocada uma malha em aço quadrada, Figura 5.38.



Figura 5.38 – Colocação do filme plástico e da malha em aço quadrada

Por fim, procedeu-se ao enchimento do pavimento com o massame de betão com doze centímetros de espessura com o recurso de uma mangueira da auto bomba, sendo este o método de descarga do betão. Tal como apresentado na Figura 5.39, é de salientar as atividades dos operários, em que dois faziam o

espalhamento do betão ao longo da área a pavimentar e outro o nivelamento do betão para ficar com um aspeto uniformizado.

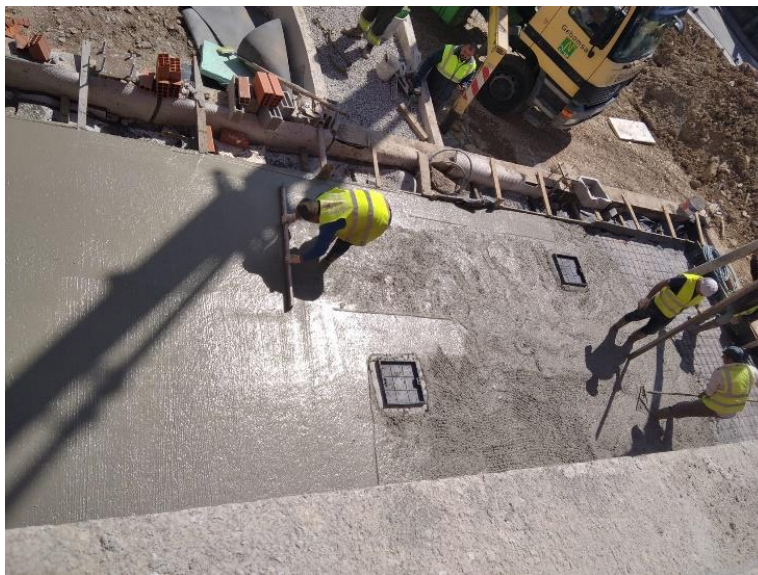


Figura 5.39 – Aplicação do betão

5.8 PROCESSO CONSTRUTIVO DO MÓDULO PIRAMIDAL

5.8.1 Descrição do elemento

O módulo piramidal é um edifício em que a sua execução não é particularmente usual na construção, apenas em casos pontuais, uma construção que não se vê todos os dias a ser executada tornando-se num desafio para a entidade executante. Este elemento apresenta uma disposição arquitetónica em que a sua altura é de cerca de doze metros, o comprimento das arestas da pirâmide é de dezoito metros e a inclinação das faces (paredes) da pirâmide fazia um ângulo com a horizontal de 65° aproximadamente. A espessura das paredes é de trinta centímetros.

5.8.2 Etapas de execução

A execução do módulo piramidal foi feita por fases, uma vez que as paredes da pirâmide eram executadas de quatro em quatro metros de altura devido a ter de ser assegurada a segurança de todos os intervenientes aquando da execução das tarefas.

O acompanhamento desta atividade foi iniciado quando a execução da pirâmide já se encontrava um nível acima da laje do piso 0, tal como demonstrado na Figura 5.40.



Figura 5.40 – Paredes executadas do 1º nível acima do piso 0

Quando o betão ganha presa, referente às paredes da pirâmide do piso 0, foi necessário criar uma laje provisória em madeira, Figura 5.41, para servir de apoio e acesso para a execução do segundo nível das paredes da pirâmide. Esta laje é composta por painéis de madeira apoiados em longarinas e escoradas por prumos metálicos devidamente.



Figura 5.41 – Estrutura de suporte para a laje provisória

Procedeu-se à montagem de plataformas de circulação na parte exterior da pirâmide por meio de poleias que eram fixas à parede do nível já executado, como representado na Figura 5.42. A fixação era feita de modo às plataformas ficarem ao nível do piso onde seriam desenvolvidas as atividades.



Figura 5.42 – Fixação das poleias

A etapa seguinte consistia na colocação dos painéis de cofragem interior da parede da pirâmide. A disposição das cofragens, passou pela união dos painéis de cofragem por meio de grampos ajustáveis de modo a conseguir um pano de cofragem como se fosse um só. Na parte mais central da secção foram colocados seis painéis de cofragem (três inferiores + três superiores), em que seriam suportados por seis vigas e que cada uma teria de ser apoiada por dois prumos, um superior e outro inferior. As dimensões dos painéis mais centrais tinham a secção de três metros por dois metros. Foram ainda reforçados com a colocação de três prumos apontados diretamente para os painéis de cofragem, com o objetivo de redistribuir melhor os esforços. Os painéis de extremidade uma vez que um apresenta maiores dimensões é apoiado com dois prumos enquanto o outro necessita apenas de um prumo. A Figura 5.43 representa a disposição do escoramento dos painéis de cofragem interior.



Figura 5.43 – Escoramento da cofragem interior

Após a fixação definitiva da cofragem interior o passo seguinte foi a colocação dos espaçadores, de modo a garantirem o recobrimento estabelecido em projeto. De seguida é feita a colocação da armadura que constitui a parede em que a montagem dos panos de armadura, com os varões de $\phi 12$ mm espaçados a quinze milímetros, feitos na oficina de armaduras, sendo depois transportada por meio da grua para o local pretendido. O pano de armadura interior é amarrado aos espaçadores, bem como aos varões de arranque deixados da fase anterior. Posteriormente procedeu-se à colocação do pano de armadura exterior e a amarração aos varões de arranque. Nas extremidades dos panos de armadura são colocadas armaduras salientes, os empalmes, de modo a serem o elo de ligação com as armaduras da parede contígua. De salientar que para a continuidade da execução das arestas da pirâmide ser bem conseguida, é colocada uma régua em madeira para fazer o alinhamento correto deste troço, Figura 5.44.



Figura 5.44 – Colocação da armadura e da régua

Com a armadura já pronta, a etapa seguinte passa pela colocação da cofragem do exterior. Para a fixação da cofragem foram utilizados alguns acessórios, nomeadamente as ancoragens que são compostas por tiges (tirante metálico roscado) e por turbilhão (elemento metálico de ajuste). As ancoragens, Figura 5.45, funcionam como um tirante interno fazendo a ligação entre os dois panos de cofragem, interior e exterior, estes elementos encontram-se dentro de um tubo plástico protegidas do betão. O tirante é um elemento roscado que é ajustado pelo turbilhão contra o painel de cofragem, um em cada extremidade, de forma a garantir a espessura da parede pretendida e para aquando da betonagem devido ao peso do betão e às vibrações os painéis das cofragens fiquem travados e estabilizados. Foi colocada uma rede furada galvanizada nas extremidades livres, de modo que no processo de betonagem o betão não escorresse por aquele local.



Figura 5.45 – Colocação das ancoragens

De seguida e antes de prosseguir para o processo de betonagem, Figura 5.46, é necessário montar uma plataforma do lado interior, fixa à cofragem interior, de modo que haja um caminho de circulação para os trabalhadores aquando da fase de betonagem. Com a área preparada procede-se então para a betonagem, que neste caso é efetuada por meio de um balde de grua, sendo este dotado de uma manga plástica. De forma ao betão ficar bem compactado e espalhado são utilizados os vibradores de betão após cada descarga.

Depois de o betão ganhar presa, prossegue-se para a descofragem do elemento em que primeiramente é retirado o pano de cofragem exterior e posteriormente o interior.



Figura 5.46 – Betonagem da parede

As restantes paredes deste nível, bem como todas as paredes dos níveis seguintes são executados nos mesmos moldes, em que são repetidas todas as etapas anteriormente mencionadas.

A fase 4 e última desta sequência de trabalhos, que diz respeito ao fecho da pirâmide (o vértice) foi necessário fazer uma cofragem em madeira adequada para aquele caso em específico. Na Figura 5.47, está demonstrado o aspeto final o módulo piramidal.



Figura 5.47 – Aspeto final do módulo piramidal

5.8.3 Materiais e Equipamentos Utilizados

Os materiais utilizados para a execução do módulo piramidal foram o Betão C30/37; XC3 (P); CI 0,40; $D_{máx}20$; S3, as armaduras de A500NR SD ($\phi 12\text{mm}$), espaçadores, arame queimado, cofragem metálica com os painéis em contraplacado. Quanto aos equipamentos foram utilizados a grua, o balde, o vibrador para o betão, as máquinas de corte do aço, ancoragens, grampos ajustáveis e vigas rigificadoras.

5.9 PROCESSO CONSTRUTIVO DO MÓDULO ESFÉRICO

5.9.1 Descrição do elemento

O módulo esférico, tal como o módulo piramidal, é um edifício que apresenta uma estética diferente dos restantes edifícios, o que implica numa forma diferente para a sua execução em que mais uma vez se torna num desafio. Este elemento apresenta uma disposição arquitetónica redonda em que a sua altura é de cerca de dez metros, conta com um diâmetro de dezanove metros e uma espessura da parede de vinte centímetros.

5.9.2 Etapas de execução

A execução do módulo esférico, nomeadamente a parte redonda, foi a fase acompanhada uma vez que as paredes do piso -1 já estavam concluídas. A realização dos trabalhos a partir do piso 0 será por fases, num total de 3 fases, em que a fase 1 é a execução do primeiro anel da calote e contempla uma altura de quatro metros e vinte centímetros, a fase 2 é a execução do segundo anel e conta com uma altura de nove metros e por fim a fase 3 que está associada ao fecho da calote. A fase 1, e numa fase inicial foi a atividade que acompanhada, sendo descrita em seguida.

Primeiramente, o tipo de cofragem utilizado para a execução dos trabalhos foi uma cofragem própria feita em fábrica. A execução dos trabalhos era feita com recurso a dois módulos de cofragem apresentando uma altura total de quatro metros e meio e com uma extensão de sete metros e meio, sendo que cada módulo era constituído por dois painéis de cofragem que eram ligados por meio de parafusos. A Figura 5.48 representa a montagem final do módulo de cofragem interior.



Figura 5.48 – Módulo de cofragem interior

Após a montagem, procedeu-se para a colocação dos módulos de cofragem no local pretendido, com o auxílio da grua. Os módulos de cofragem eram dotados de aberturas na parte inferior para que fosse feita a fixação à laje piso 0, por meio de parafusos e bucha química, Figura 5.49. Os painéis de cofragem apresentavam um certo afastamento em relação à laje do piso 0, com o objetivo de conferir uma estanquidade da cofragem utilizou-se uma espuma expansiva em poliuretano.



Figura 5.49 – Fixação dos painéis de cofragem

A fixação do escoramento dos painéis de cofragem interior, Figura 5.50, foi por meio de parafusos, uma vez que foram feitos furos na laje e posteriormente o aparafusamento da base das escoras à laje. Estava estabelecido que o escoramento devia ser feito em dois níveis diferentes de altura, em que são colocadas cinco prumos a uma cota de quatro metros e cinco prumos a um nível mais baixo, cerca de três metros e meio em relação à laje piso 0. Os prumos que são colocados a uma cota mais baixa apresentam uma maior capacidade resistente uma vez que estão a suportar mais carga. A disposição dos prumos é feita de modo que o ângulo com a base, piso 0, seja de cerca de 45°.



Figura 5.50 – Escoramento dos módulos de cofragem

A etapa seguinte passa pela fixação de espaçadores, Figura 5.51, são elementos em plástico que apresentam uma determinada espessura com a finalidade de garantirem o recobrimento das armaduras em que neste caso seria de trinta mm, sendo que são elementos perdidos. De seguida procede-se para a

montagem dos panos de armaduras (interior e exterior), tendo em conta a disposição descrita no projeto, com varões de $\phi 12$ mm espaçados a vinte e cinco milímetros. Com a armadura montada é feita a colocação nos respetivos locais por meio da grua, sendo depois feita a amarração do pano de armadura às armaduras de arranque.



Figura 5.51 – Colocação dos espaçadores

Com as armaduras já prontas, segue-se a colocação dos painéis de cofragem exterior com especial cuidado para não embater nas armaduras de modo a não alterar os espaçamentos entre os varões. A ligação entre os painéis de cofragem interior e exterior é por meio de ancoragens, Figura 5.52, uma vez que se vai ajustando esse elemento até que seja atingida a espessura da parede. De modo a reforçar as ancoragens são utilizadas vigas rigificadoras em locais pontais. Como uma das extremidades do elemento a betonar fica livre, foi colocada uma rede metálica perfurada em toda a sua extensão de modo que durante a betonagem se evite a saída do betão.

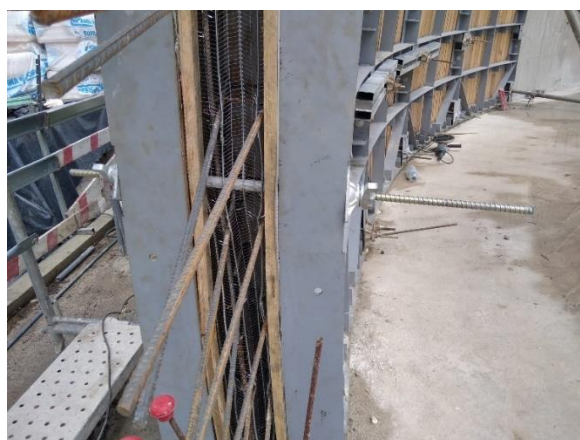


Figura 5.52 – Colocação das ancoragens

Como os módulos de cofragem eram curvos e apresentavam uma altura significativa para se proceder à vibração do betão foi necessário a abertura de “janelas” na cofragem exterior, Figura 5.53, em dois níveis diferentes para ser garantida a vibração do betão. Posteriormente elas são fechadas com umas chapas metálicas, podendo prosseguir o processo de betonagem.



Figura 5.53 – Abertura das “janelas” na cofragem exterior

A etapa seguinte é o processo de betonagem, Figura 5.54, que é feito através de balde dotado de uma manga plástica. A execução da betonagem era por alturas, ou seja, as descargas do betão sucessivas acompanhavam o tramo horizontal da parede de uma extremidade à outra. Para que a betonagem da parede fosse uniformemente distribuída.

A fase 1 fica concluída quando o anel do primeiro nível estiver totalmente betonado.



Figura 5.54 – Betonagem da parede

5.9.3 Materiais e Equipamentos Utilizados

Os materiais utilizados para a execução do módulo piramidal foram o Betão C30/37; XC3 (P); Cl 0,40; D_{máx}20; S3, as armaduras de A500NR SD (ϕ 12mm), espaçadores, arame queimado, cofragem metálica com os painéis em madeira. Quanto aos equipamentos foram utilizados a grua, o balde, o vibrador para o betão, as máquinas de corte do aço, ancoragens e vigas rigificadoras.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório de estágio teve o objetivo de apresentar as atividades acompanhadas ao longo do estágio, no acompanhamento da construção da oficina do brinquedo. O estagiário teve a oportunidade de colaborar com a equipa de fiscalização, de forma a conhecer e a compreender os métodos de funcionamento, permitindo a aquisição de competências ao nível do controlo de qualidade das atividades e materiais e equipamentos, de controlo de custos e de prazos. Foi possível entender toda a dinâmica e o papel a desempenhar de uma equipa de fiscalização durante a execução de uma empreitada.

Ao longo do período de estágio numa parte mais prática, o estagiário conseguiu acompanhar as várias frentes e fases que a empreitada apresentava desde a fase mais estrutural, fase das especialidades (hidráulica, eletricidade e AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) e de revestimento interior e exterior. O acompanhamento dos processos construtivos das estruturas de betão armado foi o mais desafiante e aliciante, uma vez que a geometria dos elementos eram de certa forma invulgares o que despertava mais interesse durante a sua execução. Nomeadamente quanto ao acompanhamento das diversas especialidades, foi adquirido um conhecimento e sensibilidade nas áreas de eletricidade e AVAC, especialidades que não são lecionadas durante a formação.

O facto de ter um contacto mais direto e diário com a obra, permitiu que os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do período académico se aprimorassem e desenvolve-se e aprende-se outros que são uma mais-valia para o futuro.

Assim, pode concluir-se que os objetivos propostos foram bem sucessivos.

6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O setor da construção é um dos setores de atividade que mais impacte ambiental têm no meio ambiente, sendo responsável por aproximadamente 40% do consumo de energia e por 40% da emissão de dióxido de carbono por todo o mundo, segundo o programa das Nações Unidas para o meio ambiente. Tendo em

conta a forte pressão que os investidores e consumidores exercem para a diminuição do impacto ambiental da construção, é fundamental o desenvolvimento de estratégias no sentido de tornar a construção mais sustentável. As estratégias passam por haver um maior controlo da escolha dos materiais com base no seu fabrico, transporte, tendo em conta a energia incorporada no material, bem como sensibilizar para um maior recurso à reciclagem dos materiais. As escolhas das soluções construtivas de modo a serem mais sustentáveis, cabe também às equipas de arquitetura optarem por materiais mais “verdes”, de baixo impacto ambiental diminuindo assim a pegada ecológica da construção.

Por fim, e como sugestão de temas de futuras dissertações, seria o desenvolvimento de um estudo comparativo do impacto financeiro, prazos de execução, mapas de rendimento de mão de obra, os desperdícios, a quantidade de resíduos produzidos (RCD – resíduos da construção e demolição) de construções com formas geométricas distintas (por exemplo esférica ou piramidal) em comparação com a construção considerada tradicional (retilíneas). Outro possível tema seria quais as vantagens que a construção pré fabricada teria na construção de formas geométricas distintas relativamente aos prazos de execução, à gestão do aproveitamento do material das cofragens, aos desvios de conformidade de execução com os projetos, à redução de recursos, nomeadamente a mão de obra.

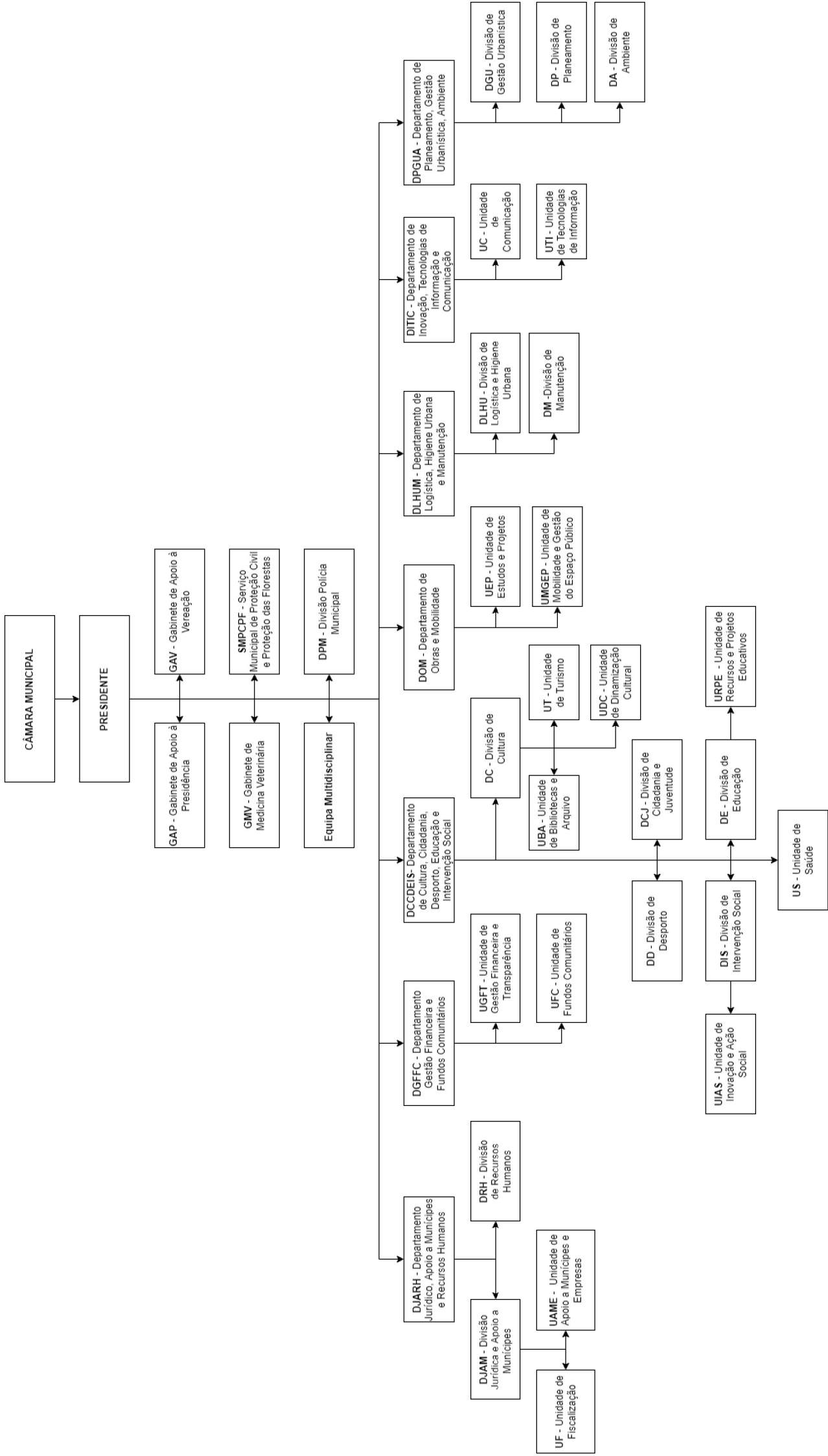
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “JPN.” <https://www.jpn.up.pt/2021/02/22/valongo-oferece-apoio-escolar-online-a-alunos-do-primeiro-ciclo/> (accessed Jun. 21, 2022).
- [2] “Câmara Municipal de Valongo .” <https://www.cm-valongo.pt/> (accessed May 12, 2022).
- [3] P. Jorge, R. Saraiva, J. Paulo, and M. Gouveia, “Estudo comparativo de soluções em alvenaria estrutural e betão armado”, Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na especialidade de Construção Urbana. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2013.
- [4] M. Valadas Coder Barbosa, “O betão: Definição, caracterização e propriedades Licenciatura em Engenharia Civil”, Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de Especialização em Edificações, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2013.
- [5] H. Pereira Sousa and J. Martins Guerra, “Execução de Estruturas de Betão (2.ª edição)”. Universidade Fernando Pessoa, 2011.
- [6] NP EN 206-1, “A ESPECIFICAÇÃO DO BETÃO,” 2008.
- [7] “Blok.” <https://www.blok.com.br/blog/tipos-de-cimento-portland-cp> (accessed Jun. 19, 2022).
- [8] “O Estudante .” <https://engenharia-civil-virtual.blogspot.com/2012/10/agregados.html> (accessed Jun. 19, 2022).
- [9] “Eco2m.” <https://eco2m.pt/projects/adjuvantes-p-betao-e-argamassa/> (accessed Jun. 19, 2022).
- [10] A. Costa, “PARTE II-MATERIAIS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL GRUPO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO E PRÉ-ESFORÇADO,” 2002.
- [11] R. André *et al.*, “DUCTILIDADE DAS ARMADURAS DE AÇO PARA BETÃO ARMADO Influência do Método de Ensaio na Determinação da Extensão Total na Força Máxima”, Mestrado em Engenharia Civil Área de Especialização: Estruturas Dissertação Dissertação submetida no Instituto Politécnico de Setúbal, 2016.
- [12] A. Rita Abreu Eng^a Márcia Martínez *et al.*, “ESTRUTURAS BETONADAS ESTRUTURAS BETONADAS IN SITU” Instituto Superior Técnico.

- [13] “GBM.” <https://www.gbmitaly.com/pt/prumos> (accessed Jun. 19, 2022).
- [14] S. Branco Sabala, “Tecnologia e organização de construção I,” 2017.
- [15] “Edifício Pinheiro.” <https://mm-edpinheiro.blogspot.com/2010/04/execucao-de-escadas-e-lajes-02.html> (accessed Jun. 19, 2022).
- [16] “TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO Instituto Superior Técnico,” 2014.
- [17] Rui P. Oliveira Pires, “ANÁLISE DE DIFERENTES SISTEMAS DE COFRAGEM PARA REALIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS COM ESTRUTURA PAREDE”, Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções Civas. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- [18] J. de Brito, P. Paulo, “Sistemas racionalizados de cofragens”, Mestrado Avançado em Construção e Reabilitação, Instituto Superior Técnico, 2001.
- [19] “ULMA.” <https://www.ulmaconstruction.com.br/pt-br/formas-e-escoramentos/formas-lajes/forma-lajes-enkoflex> (accessed Jun. 19, 2022).
- [20] “Peri.” Accessed: Jun. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.peri.pt/produtos/cofragem/cofragem-de-lajes/variodeck-mesas-lajes.html>
- [21] “ArchiEXPO.” <https://www.archiexpo.com/pt/prod/ulma/product-124173-1804847.html> (accessed Jun. 19, 2022).
- [22] J. M. Sousa, “SISTEMAS DE COFRAGENS E CIMBRES”, Apontamentos da Unidade Curricular Tecnologias da Construção do 3.º ano da Licenciatura em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2022.
- [23] “Arkpad.” <https://arkpad.com.br/laje-pre-moldada/> (accessed Jun. 19, 2022).
- [24] “METALOSUL.” https://www.metalosul.com/chapa_perfilada.php (accessed Jun. 19, 2022).
- [25] “Fórum da Casa.” Accessed: Jun. 25, 2022. [Online]. Available: <https://forumdacasa.com/discussion/16030/abobadilhas/>
- [26] “Localização da obra .” <https://www.google.pt/maps/place/R.+das+Escolas,+Alfena/@41.2239026,-8.5319997,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd2461753fe7875b:0x6f979f36997b98c0!8m2!3d41.2238986!4d-8.529811?hl=pt-PT> (accessed May 12, 2022).
- [27] J. Paulo Barbosa, A. Lencastre Pinto “OFICINA do BRINQUEDO TRADICIONAL MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA”. Câmara Municipal de Valongo, 2022.

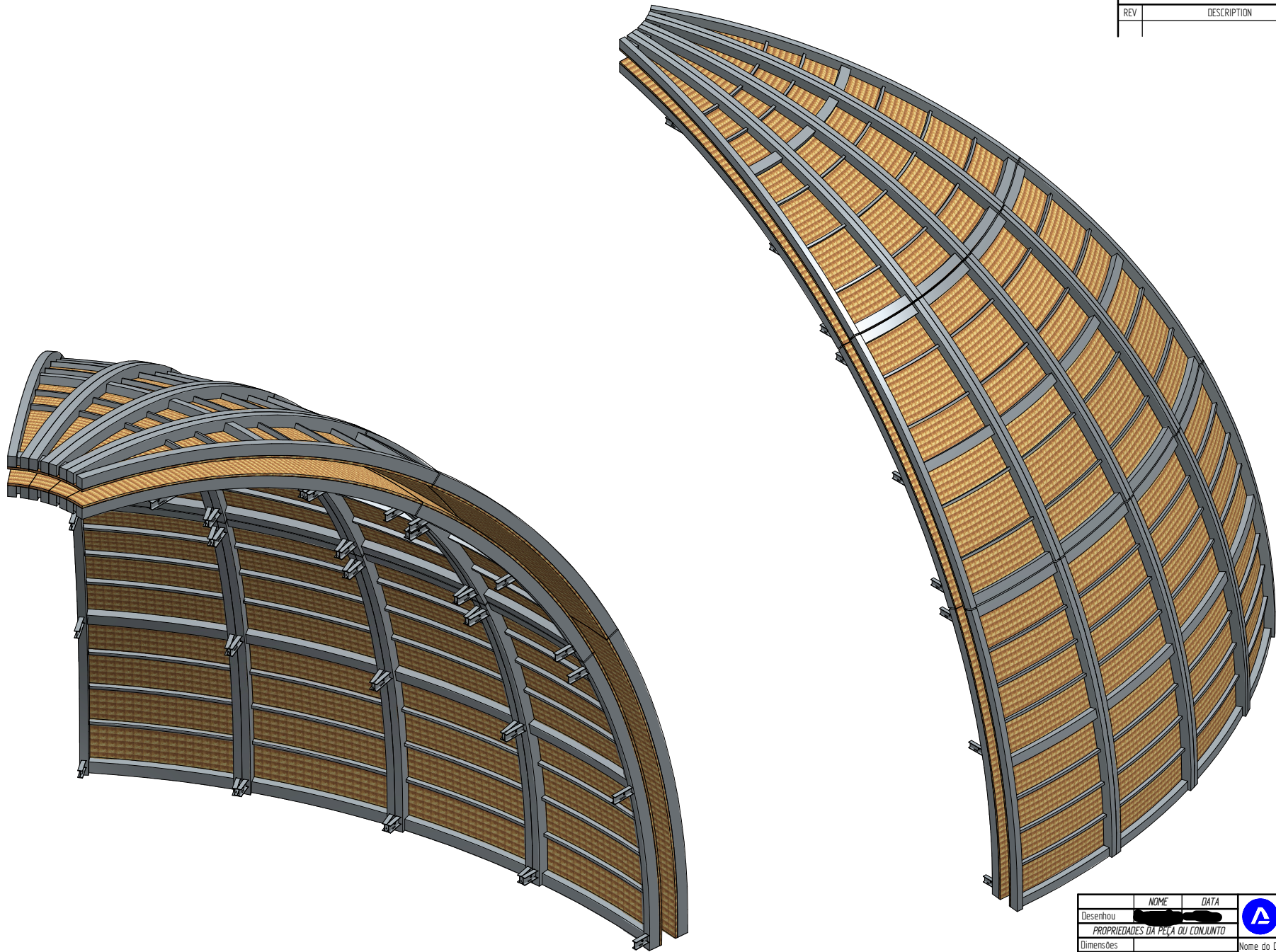
ANEXOS

ANEXO I – ORGANOGRAMA DA ENTIDADE ACOLHEDORA



ANEXO II – ESTRUTURA DE ANCORAGEM - MÓDULO ESFÉRICO

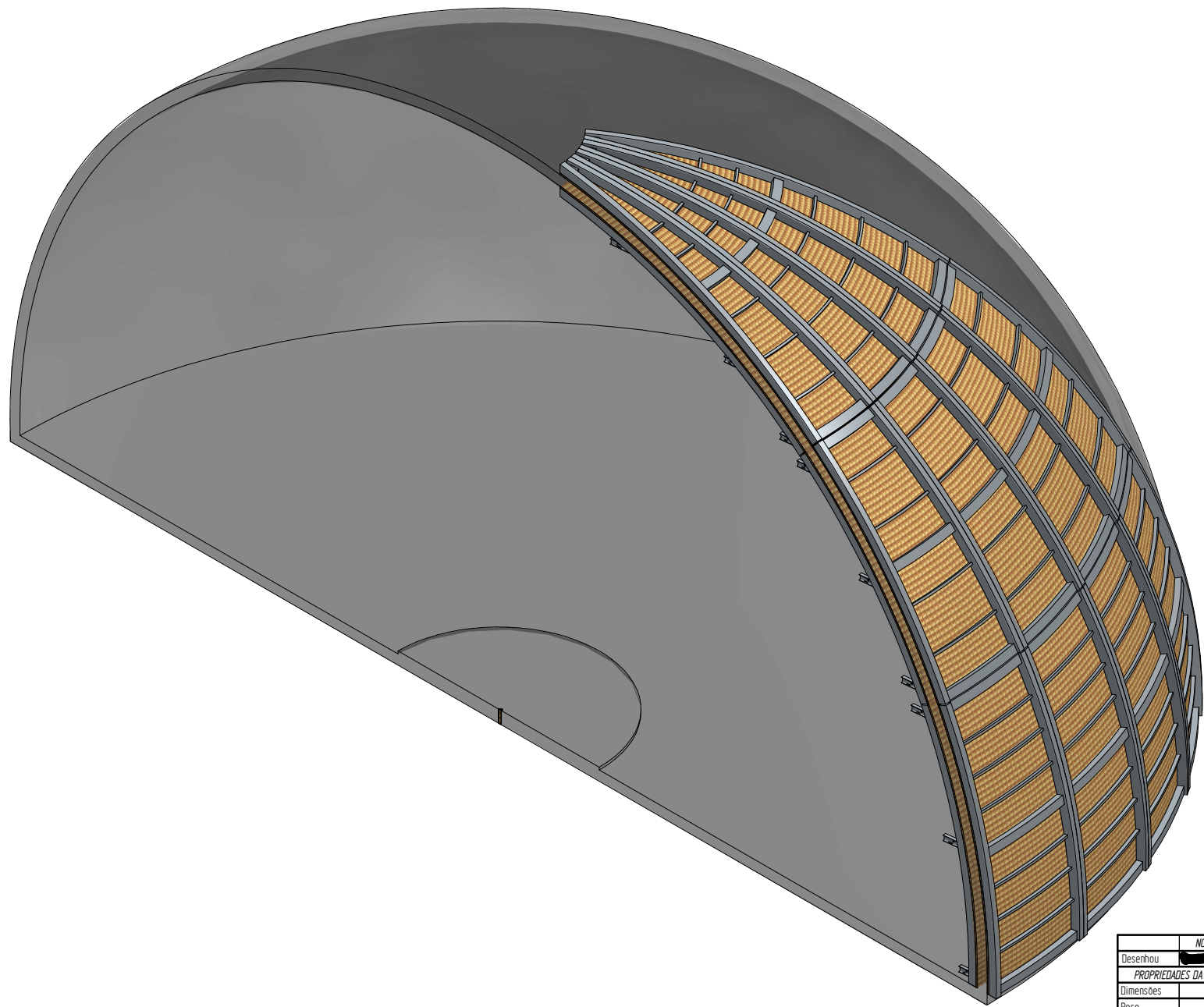
REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



	NOME	DATA
Desenhou	[REDACTED]	[REDACTED]
PROPRIEDADES DA PEÇA OU CONJUNTO		
Dimensões	Nome do Desenho:	
Peso	Estrutura Ancoragem.dft	
Quantidade		
Quantidade		



REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED



	NOME	DATA
Desenhou	██████████	██████████
PROPRIEDADES DA PEÇA OU CONJUNTO		
Dimensões	Nome do Desenho:	
Peso	Estrutura Ancoragem.dft	
Quantidade		
Quantidade		

