



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTÁGIO PROFISSIONAL**

**FISCALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO MULTI-FAMILIAR  
DE 9 PISOS NA AV. JULIUS NYRERE**

**- Controle de Qualidade do Betão Fornecido em Obra**

**AUTOR**

Edmirson Francisco Tomás

**SUPERVISORES**

Prof.<sup>a</sup> Alexandra Neves, Eng.<sup>a</sup> (FE-UEM)

Eng<sup>o</sup> Deive Inhambizo (IDD Consultoria)

**Maputo, Julho de 2023**



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTÁGIO PROFISSIONAL**

**FISCALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO MULTI-FAMILIAR  
DE 9 PISOS NA AV. JULIUS NYRERE**

**- Controle de Qualidade do Betão Fornecido em Obra**



**Maputo, Julho de 2023**

## PREFÁCIO

No âmbito do trabalho de culminação de curso, o estudante, ora motivado pelo facto de poder ter um contacto com a vida profissional de um engenheiro civil, e poder colocar em prática todos conhecimentos teóricos aprendidos na Universidade, ingressou neste estágio profissional de modo a adquirir e desenvolver competências no âmbito da Fiscalização e Execução de obras, permitindo deste modo o alcance dos objectivos deste estágio.



## TERMO DE RESPONSABILIZAÇÃO DO CANDIDATO E DOS SUPERVISORES

Relatório de estágio profissional a ser submetido à Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, como cumprimento parcial dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Autor:

---

(Edmirson Francisco Tomás)

---

(Prof.<sup>a</sup> Alexandra Neves, Eng.<sup>a</sup>)

---

(Eng<sup>o</sup> Deive Inhambizo)

## TERMO DE ENTREGA

Declaro que o estudante Edmirson Francisco Tomás entregou no dia \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_, as duas (02) cópias do relatório do seu Estágio Profissional com a referência: FISCALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO MULTI-FAMILIAR DE 9 PISOS NA AV. JULIUS NYRERE - Controle de Qualidade do Betão Fornecido em Obra.

A Chefe da Secretaria

---

## DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **EDMIRSON FRANCISCO TOMÁS**, declaro por minha honra, que este trabalho é resultado da minha investigação com recurso a bibliografia em referência devidamente citada ao longo do mesmo e que é submetido para a obtenção do grau de **Licenciatura em Engenharia Civil**, pela Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

Autor:

---

(Edmirson Francisco Tomás)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais (Francisco Tomás e Maria José Muchanga Mate) pelo seu grande sacrifício em prol da minha educação e formação. O seu sacrifício me permitiu aqui chegar, mesmo durante os momentos difíceis em nossas vidas!

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço à Deus, pelo dom da vida, e pelas bênçãos e força concedidas durante este percurso académico. A Ele, dou infinitas graças pela sabedoria transmitida e lições aprendidas em minha vida!

Agradeço profundamente aos meus pais, Francisco Tomás e Maria José Muchanga Mate, e ao meu irmão, António Francisco Tomás, pelo seu grande sacrifício em prol da minha formação. Eles, que mesmo sem condições lutaram incansavelmente e se dedicaram a me oferecer condições para que pudesse estudar e assim me formar. A eles, o meu muito Obrigado.

Agradeço também ao corpo de docentes da UEM - FENG que muito faz para dinamizar o processo de aprendizagem e pelo seu empenho na formação de quadros qualificados.

Expresso meu profundo agradecimento aos meus supervisores por ter incutido em mim conhecimentos sólidos, uma orientação prática e objectiva durante a realização deste trabalho, em especial ao Eng<sup>o</sup> Deive Inhambizo pela grande oportunidade de estágio que me concedeu em sua empresa e por ter me acompanhado durante o meu primeiro percurso profissional e me ter transmitido as bases e conhecimentos do que é ser um Engenheiro Civil.

A todos meus colegas de turma de Engenharia civil período laboral, que juntos labutamos em prol do tão almejado grau de licenciatura, em especial ao Benigno Jonasse Jr., Samuel Chagaca, Keven Traquinho, Luis Nhantumbo, Jorge Mabote, Alexandre Dingane e Telúrio Mapsanganhe, meus companheiros de batalha durante esta jornada.

Porque a vida em sociedade só faz sentido por causa das outras pessoas, agradeço a minha companheira Priscila Bata e aos meus amigos que me deram tanta força durante a formação e nunca me deixaram fraquejar, obrigado.

Agradeço ainda, aos colegas da IDD consultoria, pelo apoio e conhecimentos transmitidos durante o período de realização do estágio profissional.

A todos que contribuíram directa ou indirectamente, meu muito obrigado.

## **RESUMO**

O presente relatório insere-se no âmbito do trabalho final de licenciatura do curso de engenharia civil, da Universidade Eduardo Mondlane, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

A realização deste estágio foi subordinada ao tema geral de “Fiscalização da construção de um edifício multi-familiar de 9 pisos na Av. Julius Nyerere”, e decorreu na empresa de engenharia IDD Consultoria, sediada na cidade de Maputo, uma empresa multidisciplinar de projectos e consultoria na área da construção, com destaque ao projecto de estruturas de edifícios, a mesma conta com uma vasta experiência na realização de projectos de estrutura e instalações hidro-sanitárias de edifícios comerciais, habitacionais e industriais.

O estágio teve como principal objectivo a inserção do estagiário num ambiente laboral que lhe permitisse pôr em prática os ensinamentos recebidos durante a sua formação académica. Ademais, para além da descrição de todas actividades decorridas em obra, o estagiário abordou neste trabalho o papel da fiscalização numa obra e fez o estudo da qualidade do betão fornecido em obra, sendo que, deste estudo, foi feita a verificação da conformidade do betão segundo os regulamentos regentes e chegou a conclusão de que o betão ora aplicado em obra, tinha boa qualidade.

O trabalho descreve a metodologia aplicada para o apuramento deste resultado e demonstra a importância da verificação da conformidade deste material em obra, pois proporciona não só uma melhor resistência à estrutura, mas também pode significar a redução de custos com reabilitações e tratamentos de manifestações patológicas no edifício decorrentes da má qualidade do betão.

**Palavras-chave:** Fiscalização, obra, estrutura, edifício, conformidade, qualidade, controlo, betão

## ÍNDICE GERAL

PREFÁCIO.....	I
TERMO DE RESPONSABILIZAÇÃO DO CANDIDATO E DOS SUPERVISORES .....	II
TERMO DE ENTREGA .....	III
DECLARAÇÃO DE HONRA .....	IV
DEDICATÓRIA.....	V
AGRADECIMENTOS .....	VI
RESUMO .....	VII
SÍMBOLOS E SIGLAS / ABREVIATURAS .....	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.2. JUSTIFICATIVA .....	2
1.3. OBJECTIVOS .....	3
1.3.1. Geral .....	3
1.3.2. Específicos .....	3
1.4. METODOLOGIA .....	4
2. APRESENTAÇÃO GERAL DA EMPRESA.....	5
2.1. ÁREA DE AFECTAÇÃO DO ESTUDANTE.....	6
3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA OBRA.....	6
3.1. LOCALIZAÇÃO DA OBRA.....	6
3.2. DESCRIÇÃO ARQUITECTÓNICA DO EDIFÍCIO .....	7
3.3. DESCRIÇÃO ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO .....	8
3.3.1. INFRAESTRUTURA.....	8
3.3.2. SUPERESTRUTURA .....	8
3.3.3. LAJES E ESCADAS .....	8
3.3.4. PILARES .....	9
3.3. MATERIAIS USADOS.....	10
3.3.1. Betão.....	10
3.3.2. Aço.....	11
3.4. ENTIDADES ENVOLVIDAS NA OBRA.....	11
4. DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS ACTIVIDADES EXECUTADAS PELO ESTAGIÁRIO .....	12
4.1. DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS EM OBRA.....	12
4.1.2. Melhoramento e Reforço dos Solos.....	13
4.1.2.1. Caso da Obra.....	13
4.1.2.1.1. Processo de melhoramento de solos.....	13
4.1.3. Marcação da Obra no Terreno.....	15
4.1.3.1. Caso da Obra.....	15

4.1.4. Fundações.....	15
4.1.4.1. Caso da obra .....	15
4.1.4.1.1. Características da fundação .....	16
4.1.4.1.2. Execução da fundação .....	16
4.1.5. Elementos Verticais.....	21
4.1.5.1. Caso da obra .....	21
4.1.5.1.1. Execução dos elementos verticais.....	22
4.1.6. Elementos horizontais .....	24
4.1.6.1. Lajes .....	24
4.1.6.1.1 Caso da obra.....	24
4.1.7. Execução das armaduras .....	28
4.2.7.1. Caso da Obra.....	28
4.1.8. Betonagem .....	28
4.1.9. Descofragem .....	29
4.1.10. Outras Actividades .....	30
4.1.10.1. Electricidade .....	30
4.1.10.2. Hidráulica .....	30
4.1.10.3. Sistema de proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) .....	31
5. CONTROLO DE QUALIDADE.....	32
5.1. CONTROLO DE EXECUÇÃO DA ESTRUTURA .....	33
5.2. CONTROLO DE QUALIDADE DE BETÃO FORNECIDO EM OBRA .....	34
5.2.1. Ensaio realizados .....	35
5.2.1.1 Ensaio de abaixamento do cone de Abrams (Slump Test).....	35
5.2.1.1.1. Critérios de aceitação para um <i>Slump test</i> .....	37
5.2.1.2 Ensaio de compressão.....	39
5.2.1.2.1. Critérios de aceitação .....	39
5.2.1.2.1.1. Resistência à compressão do betão para diferentes classes testadas em idades diferentes .....	41
5.2.1.2.1.2. Requisitos para Cilindros ou Cubos .....	42
5.2.1.2.1.3. Análise Estatística.....	46
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	54
6.1. CONCLUSÕES.....	54
6.2. RECOMENDAÇÕES.....	55
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
8. ANEXOS .....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Logotipo Oficial da empresa IDD Consultoria .....	5
Figura 2- Localização da obra. Fonte: Google Earth Pro .....	7
Figura 3 – Estrutura do r/c (estacionamento, caixas de elevadores e escadas).....	9
Figura 4 - Modelo Estrutural 3D do Edifício .....	10
Figura 5 – Compactação do solo .....	14
Figura 6 – Compactação da camada de tout-venant .....	14
Figura 8 – Bandas de Reforço contra o punçoamento.....	16
Figura 9 – Amarração da malha inferior .....	17
Figura 11 – Posicionamento dos cavaletes.....	17
Figura 12 – Amarração da malha superior.....	17
Figura 13 – Cofragem dos paredes do elevador.....	17
Figura 14 - Arranque de um pilar do edifício.....	18
Figura 15 – Colocação das fitas de aço galvanizado para o SPDA .....	19
Figura 16 - Visão geral da Fundação a betonar.....	19
Figura 17 – Betonagem da laje de fundação .....	21
Figura 28 - Cofragem de um pilar .....	22
Figura 18 – Marcação e Empalme Do Pilar.....	22
Figura 19 – Cofragem e escoramento dos muros do elevador .....	23
Figura 20 – Pilares Cofrados .....	23
Figura 21 – Betonagem .....	24
Figura 23 – Cofragem da laje .....	25
Figura 25 – Armação da laje.....	25
Figura 26 – Betonagem da laje.....	25
Figura 29 – inicio da cofragem da laje .....	26
Figura 31 – Escoramento das lajes pós-betonadas .....	27
Figura 32 - Cofragem das escadas.....	27
Figura 33 – Máquinas usadas para dobrar o ferro .....	28
Figura 34 – Tubagem de electricidade .....	30
Figura 35 – Negativos para instalação da Tubagem de esgoto .....	31
Figura 36 - SPDA .....	32
Figura 37 – Realização do ensaio de abaixamento do cone de Abrams.....	36
Figura 38 – Provetes cúbicos para ensaio de compressão no laboratório .....	39
Figura 39 - Gráficos de controle de Shewhart para as médias de resistência (aos 3, 7 e 28 dias) para o betão da fundação.....	51
Figura 40 - Gráficos de controle de Shewhart para as médias de resistência (aos 3, 7 e 28 dias) para o betão dos pilares .....	52
Figura 41 - Gráficos de controle de Shewhart para as médias de resistência (aos 3, 7 e 28 dias) para o betão das lajes .....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características da fundação.....	16
<b>Tabela 2</b> - Prazos mínimos de descofragem .....	29
<b>Tabela 3</b> - Parâmetros de controlo de conformidade da estrutura resistente .....	33
<b>Tabela 4</b> - Classes de consistência do betão de acordo com a NP ENV 206 – 1 (Fonte: APEB,2008).....	38
<b>Tabela 5</b> - Classes De Resistência De Betão: NP EN 206 -1 (FONTE: COUTINHO, Joana, MC2, 2003).....	42
<b>Tabela 6</b> – Resultados da avaliação dos cubos de ensaio .....	42
<b>Tabela 7</b> – Coeficiente de variação para variação global pelo ACI 214 (2002) (Fonte: M. C. Larrossa, et al) .....	49

## SÍMBOLOS E SIGLAS / ABREVIATURAS

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>A400</b>	Designação do tipo de armadura usada
<b>EN</b>	Norma Europeia
<b>FENG</b>	Faculdade de Engenharia
<b>NP</b>	Norma Portuguesa nº...
<b>REBAP</b>	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e pré-Esforçado
<b>RSA</b>	Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes
<b>SPDA</b>	Sistema de protecção contra Descargas Atmosféricas
<b>ACI</b>	American Concrete Institute

### LISTA DE SÍMBOLOS

*f<sub>ck</sub>* - Valor característico da resistência do betão à compressão

*MPa* - Mega pascal;

*m* - Metro;

∅ – Diâmetro;

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório de estágio curricular surge no âmbito do trabalho final de Licenciatura do curso de Engenharia Civil, da Universidade Eduardo Mondlane, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

A opção de realizar este estágio profissional como forma de Trabalho de culminação de curso, foi motivada pela vontade de aplicar os conhecimentos adquiridos durante a formação, beneficiando de um contacto directo com a obra que possibilitou o estabelecimento de uma ponte entre os conhecimentos teóricos e a sua aplicação na prática. A área de construção civil é bastante competitiva, e devido à crise económica que o país enfrenta, tem apresentado uma grande procura de profissionais na área, e portanto, o estágio serve como alavanca para lançar os estudantes no mercado de trabalho.

A fiscalização de obras, vem ganhando uma grande importância no contexto da construção civil, devido ao aumento de exigência por parte dos donos de obra e da legislação que regula este sector, assim como pela crescente complexidade que as obras atingem actualmente.

"Controle de qualidade é o conjunto de todas as técnicas e atividades utilizadas para atingir, verificar e manter um determinado nível de qualidade, visando garantir que um produto ou serviço satisfaça as necessidades do cliente." – (JURAN, 1989)

O Estágio foi realizado na empresa **IDD CONSULTORIA**, que é uma empresa que tem por objecto a prestação de serviços de consultoria diversa, nos vários domínios da engenharia, cujo estagiário esteve integrado na equipe de fiscalização da construção de um edifício de 9 pisos na Av. Julius Nyerere. Pretendeu-se essencialmente desenvolver competências no âmbito da fiscalização e execução de obras num período de cinco (5) meses.

## 1.1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Nos tempos que correm, tem-se notado a grande necessidade de construção de infraestruturas no País e, é neste contexto que têm surgido várias empresas de construção que visam fazer face à esta necessidade. Porém, tem sido comum e notável que algumas obras não chegam ao fim desejado, com resultados satisfatórios, pelo facto de haver muitos empreiteiros sem qualificação para executar alguns trabalhos que fazem, por isso, nem todo empreiteiro deve ser inteiramente fiável no desempenho das suas actividades. Daí que surge a necessidade de haver uma equipa de fiscalização em obra, que possa determinar directrizes de qualidade pretendida em projecto, e que acompanhe todo processo de construção. Como resultado da má execução de certos empreendimentos em betão armado, tem-se visto diversas manifestações patológicas encontradas em edificações entre as quais se destacam as fissuras, manchas, eflorescências, corrosão de armadura e deterioração da estrutura de betão armado. Estas manifestações patológicas decorrentes da má qualidade do betão, podem ocorrer muito antes do previsto, fazendo com que a estrutura tenha a sua durabilidade reduzida, afectem os parâmetros de segurança da construção, demandando recursos monetários consideráveis para recuperar tais estruturas enfermas.

Tendo em conta estes factores decorrentes da fraca qualidade do betão, o estudante foi motivado a fazer um estudo sobre a qualidade deste material em específico, e foi nesse contexto que surgiu a questão: **O que deve ser feito de modo a garantir que o betão fornecido em obra tenha a qualidade do produto final pretendido?**

## 1.2. JUSTIFICATIVA

No exercício de implementação de uma obra de engenharia, verifica-se a necessidade de se incluir uma equipa que faça o seu acompanhamento, de forma a se obter os resultados desejados de acordo com os padrões de qualidade necessários e especificados no projecto. A essa equipe chama-se, **Fiscalização**.

Fiscalização é a entidade que representa o Dono da Obra durante a execução ou implementação de um determinado projecto. Neste âmbito, a fiscalização torna-se responsável pela organização e coordenação dos trabalhos a executar, acumulando ao seu trabalho, a gestão de todas as actividades, dos recursos e documentos relacionados com a obra.

É tarefa da fiscalização, garantir que todos materiais empregues na obra tenham boa qualidade. Deve-se garantir que o betão aplicado na obra obedece a todos critérios de certificação de qualidade, sob o risco de se obter uma estrutura final defeituosa, com resistência reduzida, o que pode ocasionar o surgimento de manifestações patológicas em fase precoce do empreendimento, acarretando assim custos de manutenção não previstos no projecto.

O controle da qualidade do betão empregue em obra corresponde, numa perspetiva global e para o dono da obra, a obtenção de ganhos tais como: qualidade, custos e prazos.

### **1.3. OBJECTIVOS**

#### **1.3.1. Geral**

- Estabelecer a ponte de passagem entre a teoria e a prática, permitindo ao estagiário completar a sua formação adquirindo competências socioprofissionais e obter um maior conhecimento sobre o mercado profissional e as suas especificidades;

#### **1.3.2. Específicos**

- Apresentar o papel da fiscalização em obra e demonstrar os procedimentos de controlo de qualidade e conformidade utilizados durante a construção de elementos estruturais;
- Descrever os processos de execução das fundações, de pilares, das lajes e de actividades do ramo de especialidades;
- Descrever os métodos adotados na inspecção dos trabalhos de execução da estrutura e os parâmetros de controle de qualidade verificados;
- Demonstrar os procedimentos de controlo de qualidade do betão que é fornecido em obra.

## **1.4. METODOLOGIA**

Para a materialização do presente relatório, o estagiário recorreu a metodologia a seguir, organizada em três fases, decorridas em simultâneo, cujos conteúdos foram desenvolvidos nos capítulos seguintes do trabalho:

### **1ª Fase: Análise de Projectos**

Durante o período em que decorreu o estágio, realizou-se a análise dos projectos de Estruturas, Hidráulica e Arquitectura, em conjunto com os técnicos da IDD CONSULTORIA;

### **2ª Fase: Acompanhamento e Fiscalização da Obra**

Paralelamente com análise de projectos, o estagiário realizou o acompanhamento da obra que ia tendo lugar durante o período temporal referido. Também nesta fase, a equipa de fiscalização era pluridisciplinar, constituída pelos mesmos técnicos que haviam feito à apreciação dos Projectos das diferentes especialidades;

### **3ª Fase: Estudo da Matéria**

Leitura de livros, consultas bibliográficas de regulamentos, bem como a consulta de websites, e realização de questionários verbais em forma de entrevista a peritos da área e diversos intervenientes da obra. O método de consulta em websites auxiliou bastante na recolha de muita informação que dificilmente se encontra disponível em livros.

## 2. APRESENTAÇÃO GERAL DA EMPRESA

O Estágio foi realizado na empresa **IDD CONSULTORIA**, que é uma empresa tem por objecto a prestação de serviços de consultoria diversa, nos vários domínios da engenharia

A IDD Consultoria é uma empresa multidisciplinar de projecto e consultoria na área de construção, com enfoque no projecto de estruturas e de instalações hidro-sanitárias, intervindo também em áreas como fiscalização e gestão de Obras.



*Figura 1 – Logotipo Oficial da empresa IDD Consultoria*

A IDD Consultoria é o resultado da visão do Eng<sup>o</sup> Deive Dias Inhambizo, que outrora também foi um exímio estudante da Faculdade de Engenharia da UEM, e que fundou a sua empresa em 2012, após anos de experiência no ramo da construção civil.

A empresa reúne uma equipa de colaboradores, internos e externos, possuindo uma elevada capacidade técnica, a mesma responde com qualidade a todos os desafios e solidificando a posição da empresa no mercado.

Para além de actuar no sector de consultoria e fiscalização de projectos, ramo através do qual já foi responsável pela elaboração de diversos projectos estruturais e hidro-sanitários de grande envergadura na cidade de Maputo, actua também na área de empreitadas e esteve envolvida na construção de diversos edifícios uni e multi-familiares, dentro e fora da província de Maputo.

## **2.1. ÁREA DE AFECTAÇÃO DO ESTUDANTE**

Durante os 5 meses que compreenderam o período de realização de estágio nesta obra, foram concedidas responsabilidades e definidos objectivos a serem alcançados. O estagiário, sendo parte integrante da equipa de fiscalização, teve como principal foco de trabalho o acompanhamento da execução dos trabalhos, sendo o elemento permanentemente presente na obra.

Inicialmente, o estagiário foi integrado na equipa de fiscalização como engenheiro fiscal estagiário e foram fornecidos os projectos e documentos necessários para uma melhor integração em obra.

Nos primeiros dias, na posse dos documentos da obra e do projecto, o estagiário inteirou-se de todos os trabalhos realizados anteriormente.

As principais actividades desenvolvidas pelo estagiário foram as seguintes:

- Acompanhamento diário e registo fotográfico dos trabalhos executados na obra;
- Acompanhamento dos pedidos de aprovação dos materiais a aplicar em obra;
- Controlo de qualidade dos trabalhos de execução da estrutura;
- Acompanhamento da gestão de informação entre as entidades envolvidas;
- Medição dos trabalhos executados.

## **3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA OBRA**

### **3.1. LOCALIZAÇÃO DA OBRA**

O edifício está localizado na província de Maputo, no bairro Polana Caniço, Av. Julius Nyerere. O mesmo foi implantado num terreno com uma área aproximada de 30x15 m<sup>2</sup> (450 m<sup>2</sup>).



Figura 2- Localização da obra. Fonte: Google Earth Pro

### 3.2. DESCRIÇÃO ARQUITECTÓNICA DO EDIFÍCIO

O edifício, denominado MAVILA FLATS, destina-se a ser uma habitação multifamiliar e tem um desenvolvimento em altura de 9 pisos (r/c+8), os pisos têm um pé-direito de 3 metros, e encontra-se dividido com as seguintes funcionalidades:

- Piso de implantação (r/c): Encontra-se o estacionamento, um bloco de acessos verticais (com escadas e 2 elevadores).
- Os restantes 8 pisos: Estão projectados os apartamentos.

Com excepção do r/c e do 9º piso, os restantes pisos são típicos e possuem apartamentos a seguinte compartimentação:

- 3 Quartos tipo Suíte;
- 1 Sala de Estar;
- 1 Sala de Jantar;
- 1 Cozinha de Serviço;
- 1 Wc de Serviço.

O edifício foi inicialmente dimensionado para possuir uma piscina no ultimo piso, porém o dono da obra aconselhado pelo empreiteiro, decidiu eliminar esta opção e criar mais um apartamento no 9º piso, de forma a maximizar os seus lucros. Por esta razão, o 9º piso possui apenas:

- 1 Quarto tipo Suíte;
- 1 Sala de Estar;
- 1 Sala de Jantar;
- 1 Cozinha de Serviço;

Outra alteração realizada no edifício foi a mudança de funcionamento de um dos dois blocos de elevadores, para passar a funcionar como Wcs de serviço. Assim sendo, o edifício conta actualmente com uma caixa de elevador e um bloco de escadas.

### **3.3. DESCRIÇÃO ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO**

#### **3.3.1. INFRAESTRUTURA**

Admitiu-se uma solução em fundação directa, constituída por uma laje de ensoleiramento geral de betão armado com espessura de 0.80 m, dimensionada para os esforços de punçoamento e flexão.

#### **3.3.2. SUPERESTRUTURA**

O edifício foi concebido com Lajes fungiformes maciças. As lajes são apoiadas em pilares de betão armado.

Todos os elementos da estrutura, em betão armado, foram moldados em obra por forma a garantir a continuidade e uma perfeita ligação entre os diversos elementos

#### **3.3.3. LAJES E ESCADAS**

Como solução e princípio geral, adoptaram-se lajes fungiformes maciças de betão armado com 0.20 m de espessura, apoiadas directamente em pilares, possuindo bandas e vigas de reforço moldadas no local.

Uma das razões por que se optou por seleccionar uma laje fungiforme maciça são as disposições de arquitectura que se pretendiam.

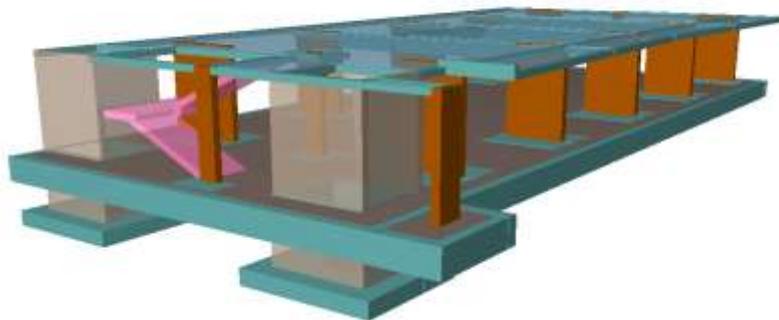
Sob o ponto de vista do estagiário, esta solução é relativamente antieconômica, pois se podia ter optado pela laje fungiforme aligeirada que permite vencer grandes vãos, e obter uma maior economia de materiais.

As escadas são de lanço recto, estando estes apoiados nas lajes dos pisos com que comunicam.

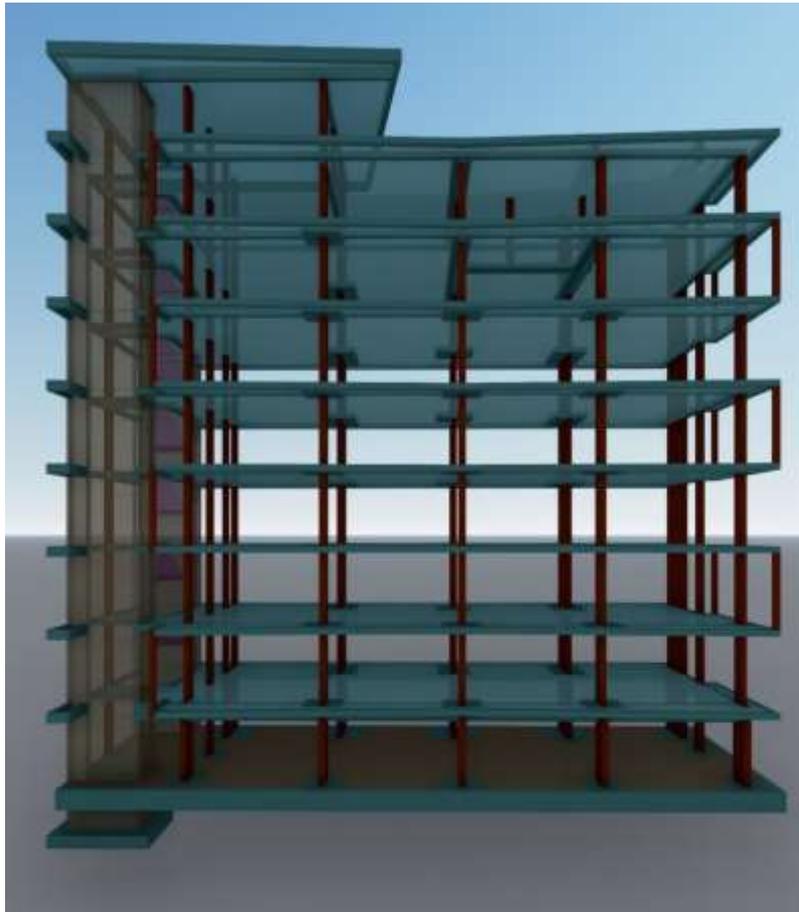
As escadas são basicamente constituídas por laje maciça com 0.15 m de espessura, sendo os degraus obtidos por simples enchimento em betão.

### **3.3.4. PILARES**

Os pilares são em betão armado, com dimensões adequadas aos esforços a suportar e de acordo com a implantação prevista no Projecto de Arquitectura. No geral, os pilares são de secção transversal rectangular, dispostos em eixo de malha rectangular.



*Figura 3 – Estrutura do r/c (estacionamento, caixas de elevadores e escadas)*



*Figura 4 - Modelo Estrutural 3D do Edifício*

### **3.3. MATERIAIS USADOS**

#### **3.3.1. Betão**

Os materiais estruturais utilizados foram definidos de forma a garantir níveis adequados de durabilidade e resistência.

Os elementos estruturais foram executados recorrendo aos seguintes materiais:

- Betão C30/37 – Nos elementos estruturais em geral;
- Betão C12/15 - Betão de limpeza e regularização;

Para o caso da obra, adoptou-se:

Em Elementos estruturais em geral: EN 206-1: C30/37●XC 2(M)●Cl 0,20●D<sub>máx</sub>22●S3;

Onde:

NP EN 206-1 - Referência à norma usada;

C30/37 - Classe de resistência à compressão;

XC 2(M) - Classe de exposição ambiental seguida do código do país;

CI 0,20 - Classe de teor de cloretos;

$D_{máx22}$  - Máxima dimensão do agregado mais grosso;

S3 - Classe de consistência.

### 3.3.2. Aço

O aço em varão para betão armado de acordo com as especificações do REBAP é:

- Aço A400NR em varão;

### 3.4. ENTIDADES ENVOLVIDAS NA OBRA

<b>Dono da obra:</b> Crimildo Mavila	
Projecto de Arquitectura: <b>Valdemir B. Verlopp</b> Responsável pela elaboração dos projectos de arquitectura	
Empreiteiro Geral: <b>TELA Imobiliária</b> Executa a empreitada e é responsável pela execução das subempreitadas	
Projecto de Estruturas: <b>IDD Consultoria</b> Responsável pela elaboração dos projectos de execução	
Projecto de Instalações Eléctricas e Segurança: <b>Electro TEM</b> Responsável pela elaboração do projecto de instalações eléctricas e de segurança	
Fiscalização e Coordenação de Obra: <b>IDD Consultoria</b> Responsável pela fiscalização da obra e gestão do projecto durante toda a fase do mesmo	

#### **4. DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS ACTIVIDADES EXECUTADAS PELO ESTAGIÁRIO**

Durante o tempo de estágio, o estagiário esteve inteiramente ligado a equipa de fiscalização da obra.

Teve incorporado principalmente nas seguintes actividades:

- Elaboração dos relatórios da obra e actas;
- Controlo e verificação do cumprimento dos processos construtivos e especificações;
- Garantir a execução da obra de acordo com o projecto;
- Esclarecimentos em caso de omissões;
- Aprovação de alterações no projecto;
- Controle da qualidade do betão em dias de betonagem;
- Controlo dos prazos.

#### **4.1. DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS EM OBRA**

O acompanhamento diário dos trabalhos foi realizado recorrendo aos projectos ou documentos da obra e também a registos fotográficos, de forma a documentar e comprovar os trabalhos executados.

A empreitada teve o seu início em Dezembro de 2022 porém, o início do estágio não correspondeu ao início da empreitada, o mesmo iniciou a 12 de Fevereiro de 2022. Sendo assim, houve necessidade de realizar um enquadramento do estágio na empreitada.

Desde o início da empreitada, até à data de início do estágio, os principais trabalhos realizados foram:

- Montagem do estaleiro;
- Desmatação;
- Decapagem de terra vegetal e escavação geral para plataformas de trabalho;
- Início da abertura de caboucos para execução dos elementos de fundação;
- Vedação do terreno com muros de betão.

#### **4.1.2. Melhoria e Reforço dos Solos**

Segundo NATÁRIO, Paulo José, na sua obra “*Obras de Melhoria e reforço de solos*”, “a variabilidade dos solos de fundação, a sua génese, as suas propriedades mecânicas, a disposição dos estratos, as particularidades das estruturas a fundar e o binómio técnico-económico são algumas das variáveis a ter em conta quando se opta entre fundações indirectas ou directas”.

No tratamento dos solos de fundação são três os objectivos que se podem pretender atingir:

- O aumento da capacidade resistente do solo para que determinada estrutura possa ser fundada;
- O controle dos assentamentos, imediatos ou diferidos no tempo, induzidos por essa mesma estrutura;
- A diminuição do risco da ocorrência do fenómeno da liquefação na presença de acções sísmicas, que ao ocorrer pode induzir assentamentos muito elevados ou, mesmo, levar ao colapso das estruturas fundadas (particularmente de areias submersas).

##### **4.1.2.1. Caso da Obra**

A obra, sendo ela localizada numa zona composta por solos aluviais garantiu-se o melhoria dos solos antes da execução da fundação.

##### **4.1.2.1.1. Processo de melhoria de solos**

I. Recolha de amostras do solo para a realização dos ensaios de caracterização. Que são um conjunto de ensaios que proporcionam a obtenção de parâmetros índice que identificam não só a natureza do solo, bem como podem ser correlacionados com suas propriedades mecânicas. Para análise do solo foram usados dados de um terreno vizinho cuja obra beneficiou de um estudo geotécnico e foi possível obter dados da resistência do solo. Tais ensaios foram usados para determinar o melhor tipo de fundação.

- II. Compactação dos solos. A compactação dos solos na obra eram acompanhados pelo nivelamento dos mesmos. Antes da compactação do solo, fazia-se a escarificação e rega do mesmo de modo a garantir os melhores resultados de compactação a teor óptimo de humidade. Foram aterradas e compactadas mais de 3 camadas de 20cm de solo.



*Figura 5 – Compactação do solo*

III. Aplicação e compactação do tout-venant. Com resultados satisfatórios da compactação dos solos, procedeu-se ao espalhamento e compactação do tout-venant, que é uma mistura de agregados de diferentes granulometrias misturado com pó de pedra. O tout-venant, após a compactação a um teor de humidade óptimo garante uma camada muito resistente para as fundações. Foi compactada uma camada de 20cm de tout-venant.



*Figura 6 – Compactação da camada de tout-venant*



*Figura 7 – Verificação do nivelamento*

### **4.1.3. Marcação da Obra no Terreno**

Marcar uma obra consiste exactamente em medir e assinalar no terreno a posição das fundações, paredes, pilares e outros detalhes fornecidos pelo projecto de arquitectura, materializando os principais pontos através de piquetes.

A marcação da obra faz-se tomando como base os dados fornecidos pelas plantas de situação, de fundação e baixa do pavimento térreo. Quando maior o porte da obra, mais precisa deverá ser a marcação.

#### **4.1.3.1. Caso da Obra**

Para o caso das marcações em obra, antes e depois da laje de fundação, fez-se recorrendo ao *nível* e usando o *fiões de alinhamento*.

### **4.1.4. Fundações**

“As fundações têm a função de transmitir as cargas dos pilares e paredes resistentes ao terreno onde ela se apoia. Apresentam uma área em planta significativamente superior às áreas das secções transversais dos pilares, paredes e muros” (AZEREDO, 1988).

Segundo NHANTUMBO, Luís, para além de garantir a segurança do solo à rotura, o projecto de fundações deve verificar a amplitude dos assentamentos e dos assentamentos diferenciais entre pilares e muros da estrutura. Danos e mau funcionamento em elementos construtivos, incluindo infraestruturas de abastecimento de água, esgotos, electricidade e telecomunicações são um dos efeitos de assentamentos diferenciais.

As fundações podem-se dividir em fundações superficiais, e fundações profundas.

#### **4.1.4.1. Caso da obra**

O ensoleiramento é uma laje contínua, numa área relativamente grande, que suporta vários pilares e ou muros de contenção. Essa solução foi adoptada pelo facto desse tipo de fundação garantir a redução dos assentamentos diferenciados entre os pilares, situação verificada em alguns edifícios vizinhos.

#### 4.1.4.1.1. Características da fundação

A fundação foi materializada em uma laje maciça com 80cm de espessura em betão armado. A armadura da laje, para além de ter duas malhas, é constituído por bandas de armadura para esforços de punçoamento nas zonas de implantação dos pilares.



*Figura 8 – Bandas de Reforço contra o punçoamento*

As características dos materiais usados na fundação estão indicadas na tabela 1:

**Tabela 1 - Características da fundação**

<b>Laje da Fundação</b>	
<b>Betão</b>	B35 (C30/37)
<b>Aço</b>	A400NR

#### 4.1.4.1.2. Execução da fundação

As actividades relacionadas com a execução da laje da fundação foram antecedidas pelos serviços de topografia onde se procedeu à marcação da obra no terreno.

I. Com as marcações já existentes no terreno, iniciou-se a amarração das malhas inferior e superior da laje de fundação e da viga invertida nas extremidades da laje de fundação encostadas as paredes de contenção de betão, de acordo com o projecto executivo aprovado pela fiscalização.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação de alguns parâmetros tais como:

- A classe do aço;
- O número de varões, o seu diâmetro e o espaçamento entre os mesmos;
- Recobrimento mínimo exigido.

Antes de avançar para o processo de cofragem, a equipa verificou se as malhas de armaduras eram estáveis e rígidas. A ligação entre os nós foi efectuada usando arame de atar.



*Figura 9 – Amarração da malha inferior*



*Figura 10 – Posicionamento das bandas de reforço*



*Figura 11 – Posicionamento dos cavaletes de apoio da malha superior*



*Figura 12 – Amarração da malha superior*

II. A amarração dos arranques da armadura dos elementos verticais (paredes dos elevadores e pilares), foi a outra actividade que fez parte da execução da fundação.

III. Antes da amarração das malhas da laje, foi feita a estrutura de contenção da laje materializada em blocos maciçados que serviu também de cofragem para a mesma, e enquanto fazia-se a colocação dos arranques dos elementos verticais (paredes do elevador) em simultâneo fazia-se a cofragem da mesma. A cofragem das paredes foi realizada através de taipais laterais. Para que resistissem aos esforços que ocorrem na betonagem, os taipais foram escorados.

No processo da cofragem foi necessário proceder à verificação de alguns parâmetros de controlo de conformidade relativamente à cofragem dos elementos da fundação, tais como:

- Resistência e rigidez dos elementos;
- Dimensões das secções;
- Limpeza dos elementos

Recorrendo a inspeção visual, procurou-se aferir se os elementos de cofragem encontravam-se em boas condições, assim como limpos, de forma a que não interferissem com a betonagem dos elementos da fundação. Deste modo, concluiu-se que a actividade referida foi adequadamente executada, cumprindo todos os parâmetros anteriormente mencionados e que estava conforme o preconizado no projecto.



Figura 13 – Cofragem das paredes do elevador



Figura 14 - Arranque de um pilar do edifício

Após a colocação dos arranques dos pilares, procedeu-se à Colocação das fitas de aço galvanizado para o SPDA ( Sistema de Protecção contra Descargas Atmosféricas)



*Figura 15 – Colocação das fitas de aço galvanizado para o SPDA*



*Figura 16 - Visão geral da Fundação a betonar*

**IV.** Com a cofragem e amarração da armadura, procedeu-se a betonagem da laje. A betonagem das laje de ensoleiramento foi contínua, evitando-se a ocorrência de interrupções.

Para a betonagem, recorreu-se ao betão pronto, visto que é a solução mais prática para fornecimento de betão a obras com um volume significante de betonagem e para garantir a qualidade do betão requerido. No total foram necessários 210 m<sup>3</sup> de betão para cobrir todo volume da laje de ensoleiramento, materializados em 29 camiões-betoneira. O processo teve o seu início às 08h e terminou quase às 20h.

A principal preocupação a ponderar no transporte em camiões-betoneira é evitar a possível perda de trabalhabilidade entre o início da amassadura e o momento de colocação, por isso, logo que o betão chegava, fazia-se um ensaio de abaixamento do cone de Abrams (Slump test), de forma a avaliar a trabalhabilidade, que é uma das características fundamentais que o betão fresco deve possuir.

No processo de betonagem, procedeu-se à verificação dos seguintes parâmetros de controlo de conformidade:

- Classe do betão;
- Espessura das betonagens;
- Recobrimento das armaduras;
- Nivelamento das superfícies.

Durante a betonagem assegurou-se que todas as armaduras se encontravam adequadamente embebidas de acordo com as tolerâncias de recobrimento.

Neste processo, a equipe de fiscalização garantiu que os seguintes aspectos eram considerados:

- Minimização da segregação através da descarga do betão na vertical, a baixa altura;
- Após a vibração não deviam continuar a aparecer bolhas de ar à superfície;
- A vibração devia ser aplicada a cada camada não superior a 50 cm de espessura;
- A recompactação da camada superficial em secções muito espessas.

De modo a realizar uma verificação cuidada recorreu-se ao uso da fita métrica no intuito de verificar a espessura da betonagem assim como o recobrimento das armaduras.



*Figura 17 – Betonagem da laje de fundação*

#### **4.1.5. Elementos Verticais**

Os elementos verticais são os elementos que recebendo as cargas aplicadas transmitem-nas as fundações.

##### **4.1.5.1. Caso da obra**

O edifício é constituído por pilares de secção variada (60x25, 220x25, etc), todos com altura de 3 metros, que suportam as lajes. Estes elementos foram executados em betão armado de classe B35 (C30/37), consistência S3 e aço da classe A400, com varões de vários diâmetros.

Para a execução dos pilares foram usados:

- Cofragem de madeira e ripas para escoramento;
- Espaçador de betão (bloquetes);
- Camião bomba;
- Vibrador.

#### 4.1.5.1.1. Execução dos elementos verticais

Os elementos verticais foram executados da seguinte forma:

- Preparação da armadura (executadas na obra) fazendo-se as devidas amarrações ao empalme, e a devida cintagem, conforme as indicações do projecto;
- Escarificação da base, de modo a criar uma superfície rugosa, para uma melhor aderência entre o “betão velho e o “betão novo”;
- Colocação dos bloquetes para garantir o recobrimento (3,0cm), estes foram colocados por forma a manter a armadura afastada da cofragem;
- Colocação das faces laterais da cofragem, limpas e tratadas previamente com um óleo descofrante;
- Travamentos nas faces laterais da cofragem, com barras de ancoragem, apoiadas em barras de madeira, encostadas no elemento;
- Betonagem da peça com auxílio do camião bomba;
- Desconfragem da peça após a cura do betão (1dia) e limpeza da cofragem;
- Reparação da peça, caso fosse detectada alguma irregularidade. No presente caso de obra, recorreu-se para a devida reparação, com uma pasta de cimento.

Para a cofragem de todos elementos verticais optou-se pelo uso de cofragens modulares que eram constituídos por painéis que eram unidos com base em grampos. Outros elementos que eram usados para essas cofragens, são os prumos que tinham como principal função garantir o escoramento dos elementos.



*Figura 28 - Cofragem de um pilar*

Durante os trabalhos, a equipa de fiscalização teve de garantir que a cofragem cumpria os seguintes requisitos:

- Garantir a geometria definida no projecto;
- Definir a textura e qualidade da superfície do betão;
- Resistir às acções durante a betonagem (com reduzida deformação);
- Garantir a estanqueidade;
- Permitir a fácil descofragem sem introduzir danos na estrutura.



*Figura 18 – Marcação e Empalme Do Pilar* *Figura 19 – Cofragem e escoramento dos muros do elevador*



*Figura 20 – Pilares Cofrados*



*Figura 21 – Betonagem*



*Figura 22 – Anomalia no pilar (segregação)*

#### **4.1.6. Elementos horizontais**

##### **4.1.6.1. Lajes**

Segundo MARTINS, João (2009), as lajes são elementos laminares que têm uma dimensão (espessura ou altura) muito inferior às restantes e fazem parte do grupo de elementos com um modelo de comportamento bidimensional.

De acordo com o REBAP, definem-se lajes como os elementos laminares planos sujeitos principalmente a flexão transversal ao seu plano e cuja largura exceda 5 vezes a sua espessura.

##### **4.1.6.1.1 Caso da obra**

O projecto teve como solução construtiva, lajes fungiformes maciças com 20cm de espessura. As lajes, para melhor resistirem aos elevados esforços de flexão e punçoamento, dispunham de bandas de reforço junto aos pilares e nos bordos. Porém, com o decorrer dos trabalhos, modificou-se esta solução e se adoptou vigas de reforço contra o punçoamento, que serviam de união entre todos os pilares.

Os principais elementos para a sua execução foram os seguintes: os prumos metálicos, longarinas (vigas principais), carlingas (vigas secundárias) e chapas de cofragem.

Os procedimentos para a sua montagem são os seguintes:

- Marcação da cota de nível do fundo da laje nos pilares;
- Colocação dos prumos com a altura correcta;
- Colocação das longarinas (vigas principais) apoiadas nos topos dos prumos e respectivo nivelamento;
- Colocação de apoios intermédios;
- Colocação das carlingas sobre as longarinas;
- Colocação das chapas de cofragem sobre as vigas transversais;
- Amarração da armadura da laje, precedida da colocação das vigas de reforço.



*Figura 23 – Cofragem da laje*



*Figura 24 – Vigas de reforço*



*Figura 25 – Armação armadura da laje*



*Figura 26 – Laje betonada*

Para a cofragem das as lajes, optou-se pela aplicação de uma cofragem constituída por placas de madeira que seriam a superfície com contacto directo com o betão, todas elas assentes em vigas secundarias e estas por sua vez, assentes nas vigas principais. Ou seja, a cofragem usada para os elementos horizontais era composta por (3) três elementos, nomeadamente:

- Superfície directamente em contacto com o betão materializada em contraplacado;
- Vigas secundárias em madeira;
- vigas principais também de madeira.

Assim como nos elementos verticais, a cofragem era toda ela escorada por meio de prumos. Sendo esses colocados em duas fases:

Na **primeira fase**, colocava se prumos equidistantes a 1,0 metro um do outro. Essa consideração do arrumo dos prumos era pra terem a capacidade necessária de suportar o peso do betão antes da presa.

Na **segunda fase**, os prumos eram colocados para escorar a laje, nessa fase já sem a cofragem. Essa alteração era feita depois dos 3 dias, período em que o betão já tem atingida sua presa.



*Figura 29 – Início da cofragem da laje*



*Figura 30 – Laje completamente cofrada*



*Figura 31 – Escoramento das lajes pós-betonadas*

A cofragem das escadas não diferenciava muito da das lajes, contudo, depois da montagem dos moldes, eram colocadas as madeiras que definiriam a forma dos degraus. As madeiras colocadas tinham as dimensões dos espelhos das escadas.

Uma tarefa que era realizada depois do escoramento da cofragem, mesmo antes do reforço da mesma, era o nivelamento, esse nivelamento era feito recorrendo ao nível manual.



*Figura 32 - Cofragem das escadas*

#### 4.1.7. Execução das armaduras

Armadura é o componente estrutural de uma estrutura de betão armado, formada por uma associação de diversas peças de aço. Toda armadura tem a função de ajudar o betão a resistir às diferentes solicitações, principalmente às de tracção.

Sendo que as armaduras constituídas por aço, obrigatoriamente devem estar devidamente protegidas da exposição do meio externo.

##### 4.2.7.1. Caso da Obra

Na obra, todas as armaduras foram preparadas in situ, devido ao facto de haver escassez de espaço para a armazenagem de armaduras, sendo mais fácil armazenar o varão.



*Figura 33 – Máquinas usadas para dobrar o ferro*

#### 4.1.8. Betonagem

A **betonagem** da laje foi executada com recurso ao betão pronto, transportado em camiões-betoneira.

Enquanto o betão era colocado com auxílio de uma manga, um dos operários media a altura do betão à medida que os outros vibravam e alisavam a superfície. Teve de se garantir que o vazamento do betão não era feito de grandes alturas.

No processo de betonagem, a equipe de fiscalização garantiu que os seguintes cuidados eram tomados:

- A vibração do betão era feita de modo a não provocar a segregação e feita com instrumentos próprios para o efeito. Durante este processo, houve um especial cuidado em não danificar as cofragens.
- Não se podia pisar muito a armadura nem vibrá-la pois os espaçadores poderiam sair do lugar, ficando a laje sem o recobrimento necessário.

Após a betonagem, houve o cuidado de se regar o betão com bastante frequência para que a cura do mesmo fosse feita com uma perda de humidade gradual e não de forma repentina devido às elevadas temperaturas da época.

#### 4.1.9. Descofragem

Esta tarefa resumiu-se basicamente aos seguintes procedimentos:

- Retirada dos prumos, iniciando pelos prumos do centro para os extremos;
- Retirada das vigas principais e secundárias;
- E por fim, retiraram-se os painéis de cofragem.

Iniciou-se a descofragem pelas zonas menos esforçadas e, passados alguns dias, depois de o betão ter ganho maior resistência, descofrou-se o resto dos moldes. Para facilitar a descofragem, recorreu-se a óleos descofrantes, especialmente pelo facto de as mesmas serem de madeira e terem a desvantagem de se colar ao betão, o que poderia levar ao seu arrancamento no acto da desmoldagem.

Após a descofragem, fez-se uma limpeza dos painéis, para que estes pudessem ser novamente aplicados (sem ter restos de betão presas às tábuas).

**Tabela 2-** Prazos mínimos de descofragem (Fonte: REBAP, Artigo 153º)

<b>Moldes e Escoramentos</b>	<b>Tipo de Elemento</b>		<b>Prazo (dias)</b>
<b>Moldes e Faces Laterais</b>	Sapatas, Vigas, Pilares, Paredes		3
<b>Moldes de Face Inferiores</b>	Lajes	≤ 6 m	7
		≥ 6 m	14
	Vigas		14
<b>Escoramentos</b>	Lajes	≤ 6 m	14
		≥ 6 m	21
	Vigas		21

#### **4.1.10. Outras Actividades**

Fora as actividades directamente envolvidas com a execução da estrutura, durante o estágio foi possível acompanhar diversas outras actividades tais como:

##### **4.1.10.1. Electricidade**

Na parte de electricidade, o estagiário pôde acompanhar a instalação dos cabos terra e o processo de embutimento de tubagem eléctrica na laje. Essa actividade foi iniciada antes da betonagem da laje de fundação onde são instalados os eléctrodos.

Esses elementos foram instalados com o objectivo de proteger o edifício das descargas eléctricas.



*Figura 34 – Tubagem de electricidade*

##### **4.1.10.2. Hidráulica**

No caso de actividades relacionadas com a parte hidráulica, pôde acompanhar a instalação da tubagem que drena a água colectada através dos ralos instalados no r/c. Essa tubagem seria embutida na laje de fundação, sendo que as diversas derivações eram garantidas a partir das forquilhas. Para situações de limpeza em caso de entupir, foram instalados *rodding eye*.



*Figura 35 – Negativos para instalação da Tubagem de esgoto*

#### **4.1.10.3. Sistema de proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)**

Quando as descargas eléctricas entram em contacto directo com qualquer tipo de construção, tais como edificações, quando não convenientemente aterradas podem-se registar grandes danos materiais que poderiam ser evitados caso essas construções estivessem protegidas adequadamente por SPDA – Sistema de Protecção Contra Descargas Atmosféricas.

Os sistemas de protecção contra descargas atmosféricas são constituídos por três partes bem definidas, porém intimamente ligadas, ou seja:

##### **a) Sistema de Captores**

São elementos condutores expostos, normalmente localizados na parte mais elevada da edificação, responsáveis pelo contacto directo com as descargas atmosféricas.

##### **b) Sistemas de descidas**

São condutores naturais expostos ou não que permitem a continuidade eléctrica entre os captores e o sistema de aterramento.

##### **c) Sistema de aterramento**

São constituídos de elementos condutores enterrados ou embutidos nas fundações das edificações responsáveis pela dispersão das correntes eléctricas no solo.



*Figura 36 – SPDA*

NB: O resumo de todas actividades realizadas em obra, está apresentado no **Anexo 1**.

## **5. CONTROLO DE QUALIDADE**

O controlo da qualidade tem por objectivo garantir que a obra seja executada de acordo com o projecto e cumprir as especificações do caderno de encargos e a legislação em vigor.

De forma a garantir que as exigências e expectativas do dono de obra fossem cumpridas, a fiscalização acompanhou, diariamente, a execução dos trabalhos realizados pelo empreiteiro e subempreiteiros, procedendo às verificações e medições que considerou necessárias para tal efeito.

Com o intuito de garantir a conformidade entre o que foi definido em projecto e o executado em obra, a IDD procedeu à verificação da conformidade dos trabalhos. O controlo de conformidades/não conformidades, tem como objectivo comprovar a conformidade dos mesmos, recorrendo a ensaios, à consulta de documentos de referência, à consulta dos projectos ou por inspecção visual.

As acções de controlo foram realizadas diariamente aquando do acompanhamento em obra, pelo estagiário. No caso de deteção de alguma não conformidade, as mesmas foram comunicadas ao director de fiscalização, para se proceder à comunicação ao empreiteiro das anomalias visualizadas em obra, com o intuito de as mesmas serem reparadas.

O plano de controlo de qualidade desenvolvido para o empreendimento incidia sobre o **Controlo de execução da estrutura do edifício.**

De forma a materializar e aplicar o plano de controlo de qualidade à obra, foram desenvolvidas as seguintes acções:

- Sugestão da realização de ensaios em obra, com vista ao controlo de qualidade em colaboração com as entidades intervenientes;
- Verificaram-se todas as operações realizadas pelo empreiteiro e subempreiteiros, com o intuito de garantir que as boas práticas de construção e o bom senso eram praticadas.

### 5.1. CONTROLO DE EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

Durante a realização da estrutura resistente, eram controladas as seguintes características (parâmetros) consoante a actividade:

**Tabela 3** - Parâmetros de controlo de conformidade da estrutura resistente

<b>Tipo</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Elementos construtivos</b>	Geometria; Dimensões; Implantação;
<b>Cofragem</b>	Resistência e rigidez dos elementos; Dimensões das secções; Limpeza da secção; Estanquidade; Fácil desmoldagem; Disposição e montagem do escoramento; Tempo de descofragem;
<b>Armaduras</b>	Distribuição das armaduras; Espaçamento e diâmetros; Recobrimentos; Sobreposições; Classe das armaduras; Qualidade das emendas; Qualidade do ferro; Limpeza das armaduras;

<b>Betonagens</b>	Classe do betão; Espessura das betonagens; Recobrimento das armaduras; Nivelamento de superfícies; Vibração; Cura adequada às condições climatéricas; Acabamento.
-------------------	---

As acções de vistoria eram de frequência diária e acompanhavam o progresso dos trabalhos. Em caso de detecção de alguma não conformidade com os respectivos projectos de estruturas, a situação era comunicada de forma imediata ao empreiteiro. Caso fosse necessário, os trabalhos eram interrompidos até à correcção da situação, ou, quando em conjunto com os responsáveis pelo projecto, fosse determinada uma alternativa. A respectiva alteração era devidamente registada, dando conhecimento ao dono de obra e as demais entidades.

## **5.2. CONTROLO DE QUALIDADE DE BETÃO FORNECIDO EM OBRA**

Controlar a qualidade do betão durante a construção é fundamental para garantir a segurança e durabilidade de qualquer estrutura. Existem vários métodos para monitorar e controlar a qualidade do betão ao longo do processo de construção, o que pode ajudar a identificar e resolver quaisquer problemas antes que se tornem problemas significativos.

Um dos métodos mais críticos para controlar a qualidade do betão é por meio de testes de materiais. Isso inclui testar o cimento, os agregados e a água utilizados na mistura para garantir que atendam às especificações necessárias. Esses testes podem identificar quaisquer contaminantes ou inconsistências nos materiais, que podem afetar a resistência e durabilidade do produto final.

Outro método é através do uso do ensaio de abatimento também conhecido por *slump test*, que mede a consistência e trabalhabilidade do betão.

Além disso, o betão também pode ser testado quanto à sua resistência à compressão, que é a medida de sua capacidade de resistir à pressão externa. Esse teste é geralmente

realizado em uma amostra de betão curado, e os resultados podem ser usados para garantir que o betão atenda aos requisitos de resistência especificados.

Outro método de controlar a qualidade do betão é por meio do uso de aditivos, que podem modificar as propriedades da mistura de betão. Esses aditivos podem melhorar a trabalhabilidade do betão, aumentar sua resistência ou reduzir seu teor de água, entre outras coisas. Deve-se ter cuidado ao usar aditivos para garantir que eles não afetem adversamente a qualidade do produto final.

No geral, uma combinação desses métodos pode ser usada para controlar a qualidade do betão durante a construção. Ao implementar essas técnicas, os empreiteiros podem garantir que o betão usado em seus projetos seja resistente, durável e capaz de atender aos requisitos específicos da aplicação.

### **5.2.1. Ensaios realizados**

De forma a garantir certas propriedades fundamentais para o betão tal como a trabalhabilidade, a resistência mecânica e a durabilidade foram realizados os seguintes ensaios:

#### **5.2.1.1 Ensaio de abaixamento do cone de Abrams (Slump Test)**

Este é um ensaio cujo objectivo é medir a trabalhabilidade do betão fresco, que é a maior ou menor facilidade com que o betão é transportado, colocado, adensado e acabado e a maior ou menor facilidade com que se desagrega ou segrega.

Neste ensaio mediu-se grau de deformação de um tronco de cone de betão, quando o molde é retirado rapidamente.

Um brusco aumento do abaixamento pode significar, por exemplo, que o teor de humidade do inerte aumentou inesperadamente; a diminuição no abaixamento, ou alteração no aspecto do cone, podem ser devidas a uma variação inesperada na granulometria do inerte. As variações bruscas no abaixamento e no aspecto do cone podem, portanto, fornecer avisos úteis ao pessoal que procede à amassadura.



*Figura 37 – Realização do ensaio de abaixamento do cone de Abrams*

Segundo o blog jacp, o teste de abatimento é um teste padrão usado para avaliar a consistência ou trabalhabilidade do betão fresco. O teste mede a consistência do betão, que é um indicador de sua capacidade de fluir e ser adequadamente colocado. Embora as regulamentações e normas específicas possam variar ligeiramente dependendo do país ou região, existem algumas diretrizes gerais para realizar e aprovar um teste de abatimento. Para Moçambique em específico é usada a norma portuguesa NP EN 12350-2 e NP ENV 206 – 1.

Algumas regras gerais abordadas no mesmo blog para aprovar um teste de abatimento são:

1. **Equipamento de teste:** Certificar-se de ter o equipamento necessário em boas condições, incluindo um cone de abatimento, uma haste de compactação e uma fita métrica ou régua.
2. **Preparação da amostra:** Obter uma amostra representativa do betão fresco do lote que está sendo testado. A amostra deve ser obtida de acordo com as normas ou especificações relevantes.

3. **Preparação do cone:** Humedecer as superfícies internas do cone de abatimento e coloque-o sobre uma base lisa, plana e rígida. Preencha o cone em três camadas iguais, compactando cada camada com 25 golpes da haste de compactação.
4. **Medição do abatimento:** Após a compactação da camada final, nivelar o excesso de betão do topo do cone. Levante cuidadosamente o cone verticalmente, garantindo que não haja movimento lateral ou torção. Meça a diferença entre a altura original do cone e a altura do abatimento do concreto usando uma fita métrica ou régua.
5. **CrITÉrios de aceitação:** Comparar o valor de abatimento medido com a faixa especificada ou valor de abatimento alvo fornecido nas normas ou especificações relevantes. Os critérios de aceitação dependerão do uso pretendido do betão e dos requisitos do projeto.
6. **Interpretação:** Se o abatimento medido estiver dentro da faixa especificada, o betão é considerado aceitável e atende aos requisitos de trabalhabilidade. Se o abatimento estiver fora da faixa aceitável, podem ser necessárias ações adicionais, como ajustar as proporções da mistura, reteste ou consulta a um engenheiro.
7. **Registro:** Manter registros adequados dos resultados do teste de abatimento, incluindo a data, hora, local, detalhes da amostra e a pessoa que realizou o teste. Esses registros são essenciais para controle de qualidade e documentação.

#### **5.2.1.1.1. CritÉrios de aceitação para um *Slump test***

Segundo NEVILLE , os critérios de aceitação para um teste de abatimento podem variar dependendo dos requisitos específicos do projeto, tipo de concreto e padrões ou especificações aplicáveis. No entanto, alguns critérios comuns de aceitação que são frequentemente usados como orientação são:

1. **Faixa Especificada:** As especificações do betão geralmente definem uma faixa ou valor-alvo para o abatimento. O abatimento medido deve estar dentro desta faixa especificada para ser considerado aceitável. Por exemplo, uma especificação pode exigir uma faixa de abatimento de 50-100 mm (2-4 polegadas).

2. **Requisitos do Projeto:** Os critérios de aceitação podem ser adaptados aos requisitos específicos do projeto. Diferentes aplicações e métodos de construção podem ter requisitos de abatimento diferentes. Por exemplo, betão com alto abatimento pode ser necessário para bombeamento ou colocação em armaduras congestionadas, enquanto concreto com baixo abatimento pode ser necessário para colocação vertical ou em áreas elevadas.
3. **Classe de Consistência:** Alguns padrões classificam o betão com base em sua classe de consistência. Cada classe corresponde a uma faixa de abatimento específica. O abatimento medido deve estar de acordo com a classe de consistência especificada para o projeto.

De forma a especificar a consistência do betão, recorre-se às classes indicadas na tabela abaixo:

**Tabela 4** - Classes de consistência do betão de acordo com a NP ENV 206 – 1 (Fonte: APEB,2008)

Classe	Abaixamento
S1	10 a 40
S2	50 a 90
*S3	100 a 150
S4	≥ 160 (160a 210)
S5	≥ 220
O abaixamento medido deve ser arredondado para os 10 mm mais próximos	

Para o caso da obra, todos os resultados obtidos nos *slump tests*, foram aprovados pelo critério da classe de consistência, com base na tabela 4 acima citada, que indica que para a classe S3, classe de consistência considerada para o betão em obra, o valor do abaixamento deve estar entre 100mm e 150mm. Maior parte das amostras retiradas em obra registavam 140mm de abaixamento e não mais que 150mm, pelo que se encontravam dentro do limite admitido, concluindo-se assim que pelo método de *slump test*, o betão fornecido tinha a qualidade recomendada.

NB: O estagiário não teve acesso ao registo dos ensaios de *slump test* que eram realizados, pelo que não pôde incluí-los neste relatório.

### 5.2.1.2 Ensaio de compressão

Segundo NHANTUMBO (2022), “A resistência à compressão é a característica mecânica mais importante do betão, pois nas estruturas a função deste material é essencialmente resistir às tensões de compressão enquanto as armaduras têm a função de resistir às tensões de tracção. A resistência à compressão é determinada em provetes submetidos a uma solicitação axial num ensaio de curta duração, isto é, com uma velocidade de carregamento elevada.”

Uma vez que o endurecimento do betão se processa ao longo do tempo, a resistência à compressão, tal como as outras características deste material, evolui também no tempo. Como para efeito de dimensionamento das estruturas se considera a resistência do betão aos 28 dias, estabeleceu-se esta idade para caracterizar esta propriedade.

Assim, no caso da obra, a resistência à compressão foi determinada sobre moldes cúbicos de 15cm de aresta, mantidos em condições saturadas, aos 3, 7 e 28 dias de idade.



*Figura 38 – Provetes cúbicos para ensaio de compressão no laboratório*

#### 5.2.1.2.1. Critérios de aceitação

Os critérios de aceitação para testes de compressão em amostras de betão geralmente envolvem a avaliação da resistência à compressão do betão. A resistência à compressão é um parâmetro crucial para avaliar a qualidade e o desempenho do betão. Embora os

critérios de aceitação específicos possam variar com base nas especificações do projeto e nos padrões aplicáveis, aqui estão algumas diretrizes gerais:

1. **Resistência Especificada:** As especificações do betão geralmente definem uma resistência à compressão alvo que o betão deve alcançar. Essa resistência especificada é geralmente expressa em megapascals (MPa) ou libras por polegada quadrada (psi). Os critérios de aceitação para o teste de compressão envolvem a comparação da resistência à compressão medida com a resistência especificada.
2. **Requisito de Resistência Mínima:** Além da resistência especificada, geralmente existe um requisito de resistência mínima que deve ser atendido para aceitação. Esse requisito garante que o betão alcance um certo nível de resistência para considerações estruturais ou de durabilidade. A resistência mínima é geralmente especificada como uma porcentagem da resistência especificada, como um mínimo de 90% da resistência especificada.
3. **Idade de Teste:** A resistência à compressão do betão se desenvolve ao longo do tempo, portanto, é importante considerar a idade de teste ao avaliar os critérios de aceitação. As especificações geralmente definem a idade de teste na qual a resistência à compressão deve ser medida. As idades de teste comuns são 28 dias, mas pode haver disposições para testes mais precoces (por exemplo, 7 ou 14 dias) com base nos requisitos do projeto.
4. **Análise Estatística:** Em muitos casos, os critérios de aceitação envolvem análise estatística dos resultados dos testes. Isso inclui o cálculo da resistência média, desvio padrão e estabelecimento de limites de confiança. Os resultados são então comparados com a resistência especificada e requisitos estatísticos, como resistência média alvo, número mínimo de amostras testadas e faixa aceitável de resultados.
5. **Requisitos para Cilindros ou Cubos:** Dependendo do projeto específico ou padrão, os critérios de aceitação para testes de compressão podem especificar o tipo e o tamanho das amostras utilizadas (cilindros ou cubos). Os requisitos relacionados à moldagem, cura e procedimentos de teste para essas amostras devem ser seguidos para garantir resultados precisos e confiáveis.

É importante observar que os critérios de aceitação para testes de compressão podem ser influenciados por vários fatores, incluindo o uso pretendido do concreto, requisitos de projeto estrutural e especificações do projeto. Portanto, é crucial consultar os padrões aplicáveis, especificações do projeto ou consultar as autoridades ou engenheiros relevantes para determinar os critérios de aceitação específicos para testes de compressão em sua situação.

#### **5.2.1.2.1.1. Resistência à compressão do betão para diferentes classes testadas em idades diferentes**

A resistência à compressão do betão para diferentes classes testadas em idades diferentes pode variar dependendo dos padrões ou especificações específicos que estão sendo seguidos. Com base na norma europeia NP EN 206-1 em uso no nosso País, a mesma que foi considerada no projecto do edifício, os valores de resistência à compressão aos 3, 7 e 28 dias, variam em:

##### **NP EN 206-1 (Norma Europeia):**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Classe C20/25:</b> Resistência aos 3 dias: 10 - 15 MPa Resistência aos 7 dias: 16 - 23 MPa Resistência aos 28 dias: 20 - 28 MPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Classe C25/30:</b> Resistência aos 3 dias: 12 - 18 MPa Resistência aos 7 dias: 20 - 27 MPa Resistência aos 28 dias: 25 - 35 MPa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Classe C30/37:</b> Resistência aos 3 dias: 15 - 22 MPa Resistência aos 7 dias: 25 - 33 MPa Resistência aos 28 dias: 30 - 40 MPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Classe C35/45:</b> Resistência aos 3 dias: 17 - 25 MPa Resistência aos 7 dias: 29 - 38 MPa Resistência aos 28 dias: 35 - 45 MPa</li> </ul>

### 5.2.1.2.1.2. Requisitos para Cilindros ou Cubos

A seguir se apresenta o resumo dos requisitos de resistência para cilindros e cubos.

**Tabela 5** - Classes de Resistência do Betão: NP EN 206 -1 (FONTE: COUTINHO, Joana, MC2, 2003)

CLASSE ENV 206		C <sub>12/15</sub> C <sub>16/20</sub> C <sub>20/25</sub> C <sub>25/30</sub> C <sub>30/37</sub> C <sub>35/45</sub> C <sub>40/45</sub> C <sub>45/55</sub> C <sub>50/60</sub>									
		40/50									
v. característico mínimo	 15	15	20	25	30	37	45	50	55	60	REBAP (RBLH até
	 30	12	16	20	25	30	35	40	45	50	
	 20	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
CLASSE REBAP		B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	NP ENV 206

sem correspondência regulamentar

Aplicando os dois critérios de aceitação da qualidade do betão acima mencionados, apresenta-se a seguir a tabela 6, que contém os resultados da verificação do cumprimento de resistência mínima exigida para o betão da classe C30/37, de acordo com a norma europeia NP EN 206 -1.

**Tabela 6** – Resultados da avaliação dos cubos de ensaio

Elemento Estrutural		Nº da amostra	Nº do Cubo	Idade do betão	Resistência a Compressão (MPa)	Média (fcm)	Resultado
				(Dias)	(MPa)		
Fundação	Fundação (laje de ensoleiramento)	C241	2161	3	18.84	19.08	OK
			2162		19.1		
			2163		19.29		
			2164	7	26.9	27.08	
			2165		27.21		
			2166		27.12		
			2167	28	37.96	37.46	
			2168		37.14		
			2169		37.28		
		C242	2170	3	22.38	21.70	
			2171		21.33		
			2172		21.39		
2173	7		29.96	30.65			
2174			30.71				

			2175		31.27			
			2176		38.49			
			2177	28	39.12	38.82	<b>OK</b>	
			2178		38.85			
		C243	2179		20.16			
			2180	3	20.89	20.51	<b>OK</b>	
			2181		20.48			
			2182		29.65			
			2183	7	29.43	29.39	<b>OK</b>	
			2184		29.08			
			2185		38.01			
			2186	28	38.28	37.92	<b>OK</b>	
		C244	2187		37.46			
			2188		18.95			
			2189	3	19.58	19.60	<b>OK</b>	
			2190		20.26			
			2191		29.64			
			2192	7	30.01	29.81	<b>OK</b>	
			2193		29.79			
			2194		38.37			
		Pilares e elevadores do 1º andar	C262	2195	28	37.7	38.05	<b>OK</b>
				2196		38.09		
				2350		25.18		
				2351	3	23.93	24.37	<b>OK</b>
				2352		24.01		
				2353		30.71		
				2354	7	31.4	31.50	<b>OK</b>
				2355		32.39		
2356				40.33				
2357	28			40.03	40.33	<b>OK</b>		
Pilares e elevadores do 3º andar	C275	2358		40.64				
		2467		22.01				
		2468	3	21.94	21.95	<b>OK</b>		
		2469		21.9				
		2470		30.54				
		2471	7	29.98	30.54	<b>OK</b>		
		2472		31.1				
		2473		39.83				
		2474	28	37,83	39.25	<b>OK</b>		
Pilares e elevadores do 4º andar	C279	2475		38.67				
		2476		22.02				
		2477	3	22.29	22.29	<b>OK</b>		
		2478		22.56				
		2479		31.41				
2480	7	30.56	30.74	<b>OK</b>				

			2481		30.25		
			2482		39.62		
			2483	28	38.95	39.20	<b>OK</b>
			2484		39.03		
	<b>Pilares e elevadores do 6° andar</b>	C307	2755		21.31		
			2756	3	21.47	21.60	<b>OK</b>
			2757		22.03		
			2758		30.69		
			2759	7	30.47	30.45	<b>OK</b>
			2760		30.2		
			2761		39.43		
			2762	28	39.57	39.83	<b>OK</b>
			2763		40.48		
	<b>Pilares e elevadores do 7° andar</b>	C313	2809		23.51		
			2810	3	24	24.19	<b>OK</b>
			2811		25.07		
			2812		34.25		
			2813	7	33.24	33.93	<b>OK</b>
			2814		34.29		
			2815		38.06		
			2816	28	38.27	38.11	<b>OK</b>
	<b>Pilares e elevadores do 8° andar</b>	C317	2845		23.67		
			2846	3	23.49	23.64	<b>OK</b>
			2847		23.76		
			2848		33.08		
			2849	7	32.24	32.26	<b>OK</b>
			2850		31.47		
			2851		39.75		
2852			28	40.02	39.82	<b>OK</b>	
2853				39.68			
<b>Lajes</b>	<b>Laje do 1° andar</b>	C258	2314		25.87		
			2315	3	26.82	26.55	<b>OK</b>
			2316		26.97		
			2317		32.58		
			2318	7	32.89	32.68	<b>OK</b>
			2319		32.58		
			2320		42.08		
			2321	28	43.5	43.21	<b>OK</b>
			2322		44.06		
	<b>Laje do 2° andar</b>	C266	2386		24.96		
			2387	3	24.78	24.77	<b>OK</b>
			2388		24.56		
			2389		29.04		
2390			7	29.31	29.29	<b>OK</b>	

		2391		29.52		
		2392		39.72		
		2393	28	40.24	40.17	<b>OK</b>
		2394		40.55		
<b>Laje do 4° andar</b>	C278	2494	3	21.29	21.73	<b>OK</b>
		2495		21.73		
		2496		22.17		
		2497	7	29.4	30.50	<b>OK</b>
		2498		30.5		
		2499		31.6		
		2500	28	38.09	38.59	<b>OK</b>
		2501		38.58		
		2502		39.11		
<b>Laje do 5° andar</b>	C294	2638	3	24	23.81	<b>OK</b>
		2639		23.81		
		2640		23.63		
		2641	7	29.98	30.03	<b>OK</b>
		2642		29.72		
		2643		30.39		
		2644	28	39.31	38.50	<b>OK</b>
		2645		38,42		
2646	37.68					
<b>Laje do 6° andar</b>	C303	2719	3	24.71	24.41	<b>OK</b>
		2720		24.42		
		2721		24.09		
		2722	7	30.32	29.33	<b>OK</b>
		2723		29.34		
		2724		28.32		
		2725	28	39.47	39.99	<b>OK</b>
		2726		39.96		
		2727		40.55		
<b>Laje do 7° andar</b>	C310	2782	3	23.39	22.76	<b>OK</b>
		2783		22.98		
		2784		21.92		
		2785	7	30.46	30.37	<b>OK</b>
		2786		30.37		
		2787		30.28		
		2788	28	38.36	37.63	<b>OK</b>
		2789		37.12		
		2790		37.4		
<b>Laje do 8° andar</b>	C316	2836	3	24.64	24.96	<b>OK</b>
		2837		24.92		
		2838		25.33		
		2839	7	31.29	30.67	<b>OK</b>
		2840		30.68		

		2841		30.03		
		2842		38.03		
		2843	28	38.38	38.17	OK
		2844		38.1		
Laje de Cobertura	C322	2845		23.61		
		2846	3	23.58	23.58	OK
		2847		23.54		
		2848		30.7		
		2849	7	30.56	30.40	OK
		2850		29.94		
		2851		38.88		
		2852	28	38.1	38.56	OK
		2853		38.69		

Onde:

OK – representa a aprovação da amostra

Conclui-se então que todas amostras estão aprovadas e respeitam os limites mínimos estabelecidos pela norma em vigor.

NB: os resultados dos ensaios de compressão do betão estão apresentados no anexo 4.

#### 5.2.1.2.1.3. Análise Estatística

Para METCALFE, a análise estatística dos testes de compressão envolve a análise dos dados obtidos a partir de múltiplos testes para obter conclusões significativas sobre a resistência à compressão do concreto.

Passos gerais envolvidos na condução de uma análise estatística dos dados do teste de compressão:

1. **Coleta de dados:** Coletar dados de uma série de testes de compressão realizados em amostras de betão. Cada teste fornece o valor da resistência à compressão para uma amostra específica em uma determinada idade ( no caso da obra 3 dias, 7 dias e 28 dias).

2. **Organização dos dados:** Organizar os dados do teste em um formato tabular, com colunas representando o identificador da amostra, idade do teste e valores de resistência à compressão.
3. **Estatísticas descritivas:** Calcular estatísticas descritivas para os dados de resistência à compressão, como média, desvio padrão, mínimo, máximo e amplitude. Essas estatísticas fornecem um resumo da distribuição dos dados e sua variabilidade.
4. **Teste de normalidade:** Verificar a suposição de normalidade da distribuição dos dados usando testes estatísticos como o teste de Shapiro-Wilk ou teste de Anderson-Darling. Isso determina se os dados seguem uma distribuição normal, o que é importante para algumas análises estatísticas.
5. **Teste de hipótese:** Realizar testes de hipótese para comparar os valores médios de resistência à compressão entre diferentes grupos ou condições. Testes comumente utilizados incluem o teste t ou análise de variância (ANOVA). Esses testes ajudam a determinar se existem diferenças significativas na resistência à compressão com base em fatores como a dosagem da mistura, condições de cura ou idade do teste.
6. **Intervalos de confiança:** Calcular intervalos de confiança para a média da resistência à compressão, a fim de estimar a faixa na qual a verdadeira média populacional provavelmente se encontra. Isso fornece uma medida da precisão da estimativa da média da amostra.
7. **Análise de regressão:** Realizar análise de regressão para explorar a relação entre a resistência à compressão e outras variáveis, como relação água-cimento, propriedades dos agregados ou tempo de cura. Isso ajuda a identificar preditores significativos e quantificar seu impacto na resistência à compressão.
8. **Visualização dos dados:** Criar representações gráficas, como histogramas, box plots ou gráficos de dispersão, para visualizar a distribuição dos dados, tendências e relações. As visualizações auxiliam na compreensão dos padrões e detecção de anomalias.
9. **Conclusão e interpretação:** Com base nos resultados da análise estatística, tirar conclusões sobre a resistência à compressão do betão, o efeito de diferentes

fatores, e quaisquer descobertas significativas. Interpretar os resultados no contexto do projeto específico ou dos objetivos da pesquisa

## 1) Avaliação da qualidade pela análise estatística

### i. Organização dos dados

Para este passo tem-se como base a tabela 6.

### ii. Cálculo das Estatísticas descritivas

Variáveis calculadas:

- **Média**

$$f_{cm} = \frac{\sum f_i}{n}$$

Onde:

- $f_{cm}$  é o valor da resistência média do lote de betão, expresso em MPa;
- $f_i$  é o valor das resistências encontradas nas amostras rompidas, expresso em MPa;
- $n$  é o número de elementos rompidos (amostras).

- **Desvio Padrão**

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm})^2}{n - 1}}$$

Onde:

- $s$  é o desvio padrão da dosagem, expresso em MPa;
- $f_{cm}$  é o valor da resistência média do lote de betão, expresso em MPa;
- $f_i$  é o valor das resistências encontradas nas amostras rompidas, expresso em MPa;

- n é o número de elementos rompidos (amostras).

- **Coefficiente de Variação**

$$CV = \frac{s}{f_{cm}} * 100\%$$

Onde:

- CV é o coeficiente de variação do lote, expresso em percentagem;

- s é o desvio padrão da dosagem, expresso em MPa;

- f<sub>cm</sub> é o valor da resistência média do lote de betão, expresso em MPa;

Para a avaliação do coeficiente de variação, o estagiário baseou-se no uso da norma ACI 214 (2002), que indica uma escala para avaliação da qualidade do betão segundo o coeficiente de variação, conforme a tabela 7.

**Tabela 7** – Coeficiente de variação para variação global pelo ACI 214 (2002) (Fonte: M. C. Larrossa, et al)

Classe de operação	Coeficiente de variação para diferentes padrões de controle (%)				
	Excelente	Muito bom	Bom	Razoável	Ruim
Ensaio de obra	< 7,00	7,00 – 9,00	9,00 – 11,00	11,00 – 14,00	> 14,00
Ensaio em laboratório	< 3,50	3,50 – 4,50	4,50 – 5,50	5,50 – 7,00	> 7,00

- **Resultados**

- a) **Para fundação:**

	<b>3 dias</b>	<b>7 dias</b>	<b>28 dias</b>
Maior Fc (MPa)	22.38	31.27	39.12
Menor Fc (MPa)	18.84	26.9	37.14
Resistência média (MPa)	20.22	29.23	38.06
Desvio padrão (MPa)	1.07	1.36	0.58
Coeficiente de Variação(%)	5.29	4.65	1.52

Com base na tabela 7, os valores do coeficiente de variação para o betão da fundação encontram-se na faixa dos <7%, pelo que este classifica-se como excelente.

**b) Para Pilares:**

	<b>3 dias</b>	<b>7 dias</b>	<b>28 dias</b>
Maior Fc (MPa)	25.18	34.29	40.64
Menor Fc (MPa)	21.31	29.98	38
Resistência média (MPa)	23.01	31.57	39.42
Desvio padrão (MPa)	1.17	1.33	0.79
Coeficiente de Variação (%)	5.08	4.21	2

Com base na tabela 7, os valores do coeficiente de variação para o betão dos pilares encontram-se na faixa dos <7%, pelo que classifica-se como excelente.

**c) Para Lajes:**

	<b>3 dias</b>	<b>7 dias</b>	<b>28 dias</b>
Maior Fc (MPa)	26.97	32.89	44.06
Menor Fc (MPa)	21.29	28.32	37.12
Resistência média (MPa)	24.07	30.41	39.35
Desvio padrão (MPa)	1.41	1.11	1.77
Coeficiente de Variação (%)	5.85	3.65	4.49

Com base na tabela 7, os valores do coeficiente de variação para o betão das lajes encontram-se na faixa dos <7%, pelo que classifica-se como excelente.

**iii. Gráficos de controle de Shewhart**

Segundo LARROSSA, et al, “os gráficos de controle de Shewhart, metodologia desenvolvida em 1924 pelo físico Walter A. Shewhart, apresentam de forma visual valores incomuns e tendências existentes nos resultados.

É constituído de linhas horizontais sendo uma linha central (CL) que é um valor de referência da característica controlada (média). Existem também linhas que representam o limite superior de controle (UCL) e limite inferior de controle (LCL).”

Linha central (CL)	fc <sub>m</sub>
Limite superior de controle (UCL)	fc <sub>m</sub> + 3*s
Limite inferior de controle (LCL)	fc <sub>m</sub> - 3*s

- **Análise da variabilidade através da média**

Para Fundação:

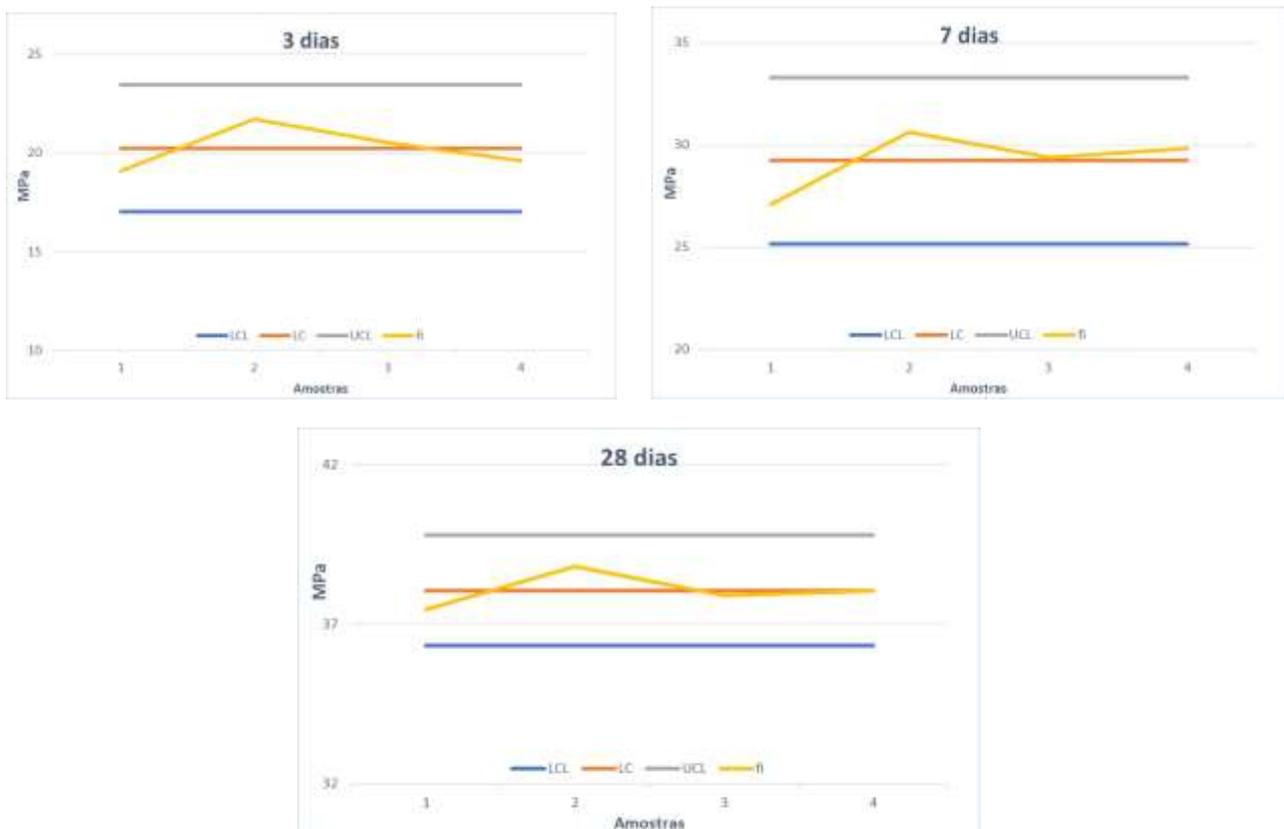


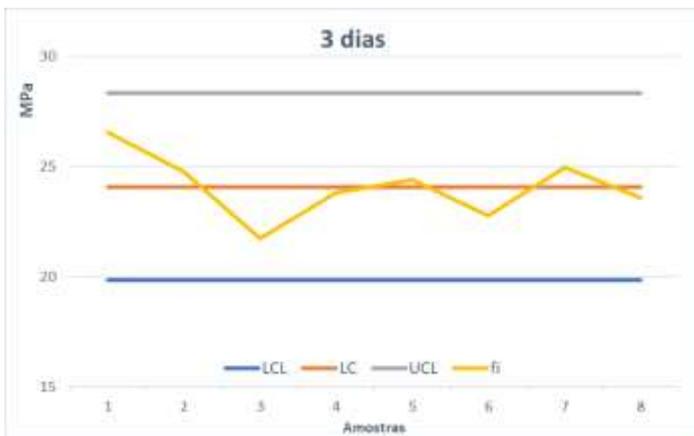
Figura 39 - Gráficos de controle de Shewhart para as médias de resistência (aos 3, 7 e 28 dias) para o betão da fundação

Para os Pilares:



Figura 40 - Gráficos de controle de Shewhart para as médias de resistência (aos 3, 7 e 28 dias) para o betão dos pilares

Para as lajes:





*Figura 41 - Gráficos de controle de Shewhart para as médias de resistência (aos 3, 7 e 28 dias) para o betão das lajes*

A análise com a utilização dos gráficos de Shewhart apresentou principalmente pontos dentro dos limites de alerta. O betão usado tanto para as fundações, como para os pilares e lajes, apresenta os valores de resistência próximos a linha central e em nenhum dos casos é ultrapassado o limite estabelecido. Em geral, o betão da fundação é o que apresenta os valores acima da média entre todas amostras, enquanto que o betão dos pilares e das lajes apresenta os valores abaixo da média entre as amostras.

## **6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **6.1. CONCLUSÕES**

A vantagem de qualquer estágio, é a de permitir efectuar a conexão entre os conhecimentos aprendidos durante o decorrer do curso, que são de forma geral mais teóricos, com um conhecimento mais prático obtido durante o decorrer do estágio.

É de notar o surgimento de diversas situações, na fase de execução da obra, as quais é necessário dar uma resposta rápida e eficaz, no entanto tais situações colidem muitas vezes com conhecimentos durante o curso, exigindo a tomada instantânea de medidas, as quais apenas são conseguidas através de algum conhecimento prático.

Sendo o principal objectivo do relatório e do estagio a conciliar a prática com a teoria obtida durante a formação para uma melhor consolidação do aprendizado, pode se assumir que foi alcançado com sucesso, sendo que o aprendizado teve espaço para rever já na pratica diversas áreas de conhecimentos abordados na faculdade devido a diversidade de actividades que a execução da estrutura envolve.

Desta forma, conclui-se que a contratação de uma equipa de fiscalização não deve ser vista como mais uma despesa para o dono de obra, mas sim como um elemento de controlo de qualidade e sucesso na execução de uma obra.

Duma forma especifica, em relação ao controle da qualidade do betão que foi fornecido em obra, após várias análises e comparações, o estagiário à conclusão de que o betão fornecido tem a qualidade e resistência esperadas para a sua classe.

Durante a fase de melhoramentos e reforço dos solos e execução da estrutura do edifício, que foi a fase mais longa do estágio, foi quando pode de uma forma clara conciliar todas as matérias abordadas nas cadeiras de betão e foi capaz rever na pratica todos conhecimentos adquiridos nas cadeiras de mecânica dos solos, materiais de construção, tecnologias de construção, em especial.

Durante todas as fases de construção, foi necessário garantir se a qualidade tanto das matérias assim como das técnicas de execução, e foi onde foi claro perceber que para ser um profissional positivamente sucedido deverá ser capaz de saber o que é qualidade na construção.

## **6.2. RECOMENDAÇÕES**

- Recomenda-se uma maior interação entre os engenheiros e arquitectos na fase da concepção do projecto para garantir que os requisitos básicos do processo de fiscalização da obra sejam verificados e de modo a se evitarem modificações exageradas do projecto durante a construção;
- Reuniões entre a equipe fiscal, o empreiteiro e o dono da obra de modo a se avaliar o progresso da obra durante a sua execução;
- Contratação de pessoal especializado para as referidas actividades por forma a garantir o ganho de qualidade e tempo.
- O ambiente de trabalho deve ser pacífico e com uma hierarquia bem definida;
- Melhoria das condições de trabalho e de segurança dos trabalhadores na obra;

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE SÁ CORREIA, Joana Inês, **Dimensionamento De Cofragens Para Estruturas De Betão Armado**, Universidade de aveiro, 2008;
- D'ARGA E LIMA, **Betão Armado, Armaduras-Characterização, Fabrico, Colocação E Pormenorização, Vol.1 – Aspectos Gerais**, LNEC, 1988;
- DE MILITO, José António, **Técnicas De Construção Civil E Construção De Edifícios, Colectânea De Extracções Manuais**, São Paulo, 1998;
- APPLETON, J., Marchão, C., **Estruturas De Betão Armado. Departamento De Engenharia Civil**, IST, Lisboa, 2007;
- REBAP, Regulamento de Estruturas de Betão Armado e pré-esforçado.
- LARROSSA, M. C., et al., **Análise Estatística E Teste De Conformidade Do Concreto De Obras Portuárias**, Ibracom, 2014;
- Norma EN 206-1. **Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity. European Committee for Standardization**, 2000;
- MARTINS, João, **Lajes Fungiformes**, 2ª Edição, 2009;
- NEVILLE, A. M., **Properties Of Concrete**, 5ª edição, 2012;
- METCALFE, Andrew V., **Statistical Methods In Civil Engineering**, Arnold, 1997;
- jacp.com.br / teste de abatimento – acessado no dia 02/07/2023;
- NHANTUMBO, Luis, **Fiscalização Da Construção De Um Edifício De 4 Pisos Destinado A Um Centro De Geriatria Em Katembe**, 2021;
- AZEREDO, Hélio Alves de., **O Edifício Até sua Cobertura. São Paulo**, Edgar Blucher Ltda.,1977.

## **8. ANEXOS**

**ANEXO 1 – Calendário das Actividades Desenvolvidas Em Obra**

**ANEXO 2 – Planta Arquitectónica do estacionamento do edifício**

**ANEXO 3 – Planta Estrutural do Piso tipo 1 do edifício**

**ANEXO 4 – Resultados dos Ensaios de Compressão do Betão**

## ANEXO 1 – CALENDÁRIO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS EM OBRA

SEMANA	ACTIVIDADES
14 – 19 de Fevereiro de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escavações no terreno</li> <li>• Construção das estruturas de contenção</li> <li>• Pré-marcação da obra no terreno</li> <li>• Compactação do solo</li> </ul>
21 – 26 de Fevereiro de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação e compactação do tout-venant</li> <li>• Nivelamento da Camada de solo</li> <li>• Finalização da compactação</li> <li>• Colocação das armaduras para fundação na zona do fosso (Zona dos elevadores)</li> <li>• Colocação das armaduras para execução dos muros dos elevadores</li> </ul>
28 de Fevereiro de 2022 – 05 de Março de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcações no Terreno</li> <li>• Posicionamento das Bandas de Reforço</li> <li>• Amarração da Malha inferior</li> <li>• Cofragem das caixas de elevador</li> <li>• Amarração das vigas de bordo</li> <li>• Colocação de cavaletes</li> <li>• Amarração da Malha Superior</li> <li>• Armadura de arranque da escada e Pilares</li> <li>• Instalação dos Sistema Predial contra Descargas Atmosféricas (SPDA)</li> <li>• Inspeção Geral dos Trabalhos</li> <li>• Marcação do horário da betonagem da laje de Fundação</li> <li>• Betonagem da laje de Fundação</li> </ul>
07 - 12 de Março de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descofragem das caixas de elevador</li> <li>• Preparação das armaduras para pilares</li> <li>• Verificação dos eixos</li> <li>• Descarregamento de materiais</li> <li>• Limpezas</li> <li>• Empalme de Pilares</li> <li>• Cofragem dos Pilares</li> <li>• Cofragem das caixas de Elevador</li> <li>• Betonagem de pilares e elevadores</li> <li>• Início do escoramento da laje</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escoramento da laje</li> <li>• Cofragem da laje</li> </ul>

<p>14 – 19 de Março de 2022</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcação e Cofragem da escada</li> <li>• Cofragem das caixas dos elevadores</li> <li>• Amarração da viga do estacionamento</li> <li>• Colocação das vigas de Reforço entre os pilares</li> <li>• Amarração da malha inferior da laje</li> <li>• Colocação de cavaletes de apoio da malha inferior</li> <li>• Reforço da zona dos Pilares</li> <li>• Redução dos pilares</li> <li>• Cofragem das laterais dos muros dos elevadores</li> <li>• Instalação dos pontos de luz</li> <li>• Instalação dos negativos das águas pluviais e residuais</li> <li>• Finalização do Escoramento da laje e verificação do nível da laje</li> <li>• Betonagem da laje do 1º andar</li> <li>• Descofragem das guarda-massas da laje</li> <li>• Empalme dos Pilares do 1º andar</li> <li>• Empalme dos muros dos Elevadores</li> <li>• Cofragem dos pilares e dos muros dos elevadores</li> </ul>
<p>21 – 26 de Março de 2022</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descofragem da laje do 1º andar</li> <li>• Betonagem dos Pilares e Muros dos elevadores no 1º andar</li> <li>• Descofragem dos pilares do 1º andar</li> <li>• Início do escoramento da laje do 2º andar</li> <li>• Cofragem da laje do 2º andar</li> <li>• Verificação do nível da laje</li> <li>• Cofragem da escada</li> <li>• Amarração das vigas de reforço</li> <li>• Amarração da malha inferior da laje</li> <li>• Visita do fiscal á empresa NIFIQUILE, empresa fornecedora do betão á obra</li> <li>• Descofragem geral da laje do 1º e limpezas na zona do estacionamento</li> <li>• Amarração da malha superior da laje do 2º andar</li> <li>• Colocação das armaduras de reforço nos pilares</li> <li>• Finalização da cofragem e amarração da escada</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalações Hidráulicas e Eléctricas na laje</li> <li>• Betonagem da Laje do 2º andar</li> <li>• Descofragem de guarda-massas da laje betonada</li> <li>• Inspeção da laje betonada</li> <li>• Empalme de pilares do 2º andar</li> <li>• Cofragem de pilares e muros dos elevadores do 2º andar</li> </ul>
28 - 31 de Março de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conclusão da Cofragem dos pilares e elevadores;</li> <li>• Betonagem dos pilares e muros de elevadores do 2º andar (dia 29);</li> <li>• Descofragem dos pilares e elevadores betonados (dia 30);</li> <li>• Início da Cofragem, do nivelamento e do escoramento da laje do 3º andar (dia 30);</li> <li>• Cofragem da escada;</li> </ul>
01 – 02 de Abril de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificação e conclusão da Cofragem, do nivelamento e do escoramento da laje do 3º andar;</li> <li>• Cofragem da escada;</li> <li>• Amarração das vigas de reforço;</li> <li>• Amarração da escada;</li> <li>• Amarração da malha dupla da laje;</li> <li>• Instalações de tubagens hidráulicas e Eléctrica embutidas na laje</li> <li>• Betonagem da laje do 3º andar</li> </ul>
04 – 09 de Abril de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empalme dos muros dos elevadores e dos pilares do 3º andar (dia 04);</li> <li>• Cofragem dos pilares e elevadores;</li> <li>• Betonagem dos pilares e muros de elevadores do 3º andar (dia 05);</li> <li>• Descofragem dos pilares e elevadores betonados;</li> <li>• Início da descofragem da laje do 3º andar;</li> <li>• Início da Cofragem, do nivelamento e do escoramento da laje do 4º andar (dia 06);</li> <li>• Cofragem da escada;</li> <li>• Amarração das vigas de reforço;</li> <li>• Amarração da escada;</li> <li>• Amarração da malha dupla da laje;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalações de tubagens hidráulicas e Eléctrica embutidas na laje;</li> <li>• Betonagem da laje do 4º andar (dia 09).</li> </ul>
11 – 12 de Abril de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cura da laje do 4º andar;</li> <li>• Empalme dos muros dos elevadores e dos pilares do 4º andar;</li> <li>• Cofragem dos pilares e elevadores;</li> <li>• Betonagem dos pilares e muros de elevadores do 4º andar;</li> </ul>
28 – 30 de Abril de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início da Cofragem, do nivelamento e do escoramento da laje do 5º andar;</li> <li>• Cofragem da escada;</li> <li>• Amarração das vigas de reforço;</li> <li>• Amarração da escada;</li> <li>• Amarração da malha dupla da laje;</li> <li>• Instalações de tubagens hidráulicas e Eléctrica embutidas na laje;</li> <li>• Betonagem da laje do 5º andar.</li> </ul>
02 – 07 de Maio de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empalme de pilares e muros dos elevadores do 5º andar (dia 03)</li> <li>• Cofragem e betonagem de pilares e muros dos elevadores do 5º andar (dia 04)</li> <li>• Descofragem dos pilares e muros betonados</li> <li>• Início do escoramento da laje do 6º andar</li> <li>• Cofragem e nivelamento da laje do 6º andar</li> <li>• Cofragem e amarração da escada</li> <li>• Amarração da malha superior e inferior da laje</li> <li>• Instalações de tubagens hidráulicas e Eléctrica embutidas na laje;</li> <li>• Betonagem da laje do 6º andar.</li> </ul>
09 – 14 de Maio de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empalme de pilares e muros dos elevadores do 6º andar</li> <li>• Cofragem e betonagem de pilares e muros dos elevadores do 6º andar</li> <li>• Descofragem dos pilares e muros betonados e da laje do 6º andar</li> <li>• Início do escoramento da laje do 7º andar</li> <li>• Cofragem e nivelamento da laje do 7º andar</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cofragem da escada</li> <li>• Início da Amarração da malha superior e inferior da laje</li> <li>• Alinhamentos na zona do estacionamento e na zona das escadas</li> </ul>
16 – 21 de Maio de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuação da Amarração da malha superior e inferior da laje</li> <li>• Amarração a escada</li> <li>• Instalações de tubagens hidráulicas e Eléctrica embutidas na laje;</li> <li>• Continuação dos alinhamentos na zona do estacionamento e na zona das escadas e alinhamentos no 1º andar</li> <li>• Betonagem da laje do 7º andar. (dia 16)</li> <li>• Conclusão dos alinhamentos no 1º andar e início de alinhamentos no 2º andar</li> <li>• Empalme de pilares e muros dos elevadores do 7º andar</li> <li>• Cofragem e betonagem de pilares e muros dos elevadores do 7º andar</li> </ul>
23 – 28 de Maio de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descofragem de pilares e laje do 7º andar</li> <li>• Conclusão de alinhamentos no 2º andar e início de alinhamentos no 3º andar</li> <li>• Escoramento e cofragem da laje 8º andar (terraço)</li> <li>• Cofragem da escada</li> <li>• Amarração da malha superior e inferior da laje e escada</li> <li>• Instalações de tubagens hidráulicas e Eléctrica embutidas na laje;</li> <li>• Betonagem da laje do 8º andar. (dia 27)</li> <li>• Início da descofragem da laje betonada</li> </ul>
30 de Maio de 2022 – 04 de junho de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empalme de pilares e muros dos elevadores do 8º andar (dia 30)</li> <li>• Cofragem e betonagem de pilares e muros dos elevadores do 8º andar (dia 31)</li> <li>• Descofragem dos pilares e muros betonados</li> <li>• Início do escoramento da laje de cobertura</li> <li>• Conclusão de alinhamentos no 3º andar e início de alinhamentos no 4º andar</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cofragem e nivelamento da laje de cobertura</li> <li>• Amarração da malha superior e inferior da laje</li> <li>• Instalações de tubagens hidráulicas e Eléctrica embutidas na laje;</li> <li>• Betonagem da laje de cobertura (dia 04)</li> </ul>
06 – 11 de Junho de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alinhamentos no 5º andar</li> <li>• Cofragem e betonagem dos muretes de proteção na cobertura</li> <li>• Cofragem, amarração e betonagem da laje da casa das maquinas do elevador</li> <li>• Descofragem dos muretes e laje da casa das máquinas</li> </ul>
13 – 18 de Junho de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alinhamentos no 5º andar</li> <li>• Aberturas de roços pra instalação eléctrica nos compartimentos do edifício</li> <li>• Descofragem da laje do 7º e 8º andar</li> <li>• Início das instalações eléctricas no edifício e carotagem de negativos para drenagem de águas residuais</li> <li>• Alinhamentos no 6º andar</li> </ul>
20 – 24 de junho de 2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alinhamentos no 7º e 8º andar</li> <li>• Continuação de instalações electricas</li> </ul>