



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

Disciplina: Estágio Profissional

Acompanhamento e Fiscalização das Obras do Edifício do Gabinete do Provedor de Justiça

Caso de Estudo:

Verificação da Segurança Estrutural das Soluções em Obra



Autor:

Cipriano, Silvano Hank Xavier

Supervisor:

Eng. Jorge Pindula

Maputo, Agosto de 2022

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

Disciplina: Estágio Profissional

Discente:

Cipriano, Silvano Hank Xavier

Docente:

Eng. Jorge Pindula

Maputo, Agosto de 2022

Agradecimentos

Agradeço a Deus, pelo Pão de Cada Dia,

À minha mãe, Fiera e meu irmão, Igor, pelo apoio incondicional nesta caminhada dando-me todo suporte necessário, ao meu pai (em memória), Adelino Cipriano por despertar o interesse pelos estudos fornecendo-me o primeiro incentivo,

Aos meus familiares pela motivação e acolhimento imprescindíveis durante a minha formação acadêmica,

À Faculdade de Engenharia da UEM por todas as condições dadas e pelo ambiente fornecido e, em particular, aos meus supervisores Eng. Jorge Pindula e Eng. Idilson Nhamage, pelo acompanhamento, paciência e auxílio durante o processo de conclusão do curso fornecendo todo material necessário,

À todos os colegas que comigo caminharam durante o curso, ensinando-me com espírito de partilha e colaboração a superar as dificuldades do processo de aprendizagem,

Aos amigos pela amizade e companheirismo que tornaram esta caminhada melhor.

Resumo

Com rápido crescimento urbano em Moçambique tornam-se escassos os espaços na área urbana das cidades para a concepção de novos edifícios, devido aos custos para edifica-los, vê-se necessária a consolidação de novas estratégias para satisfazer as necessidades de urbanização. Com isso, soluções como a remodelação das edificações são apetecíveis.

Estas remodelações geralmente compreendem acções para conceber novas funções dos edifícios em causa, muitas vezes incluem também obras de reabilitação, pois muitos destes edifícios encontram-se em mau estado.

As novas funções nas quais os edifícios terão de responder exigem a concepção de projectos nas diversas disciplinas (arquitectónicas, estruturais, eléctricos, hidráulicos, entre outras) e cada uma dessas disciplinas deve ser coordenada de modo a atingir um resultado favorável (comodidade, executabilidade e economicidade).

A realização do presente relatório teve como principal objectivo acompanhar e avaliar as actividades de uma obra de ampliação, reabilitação e reforço na perspectiva de fiscal de obra, que se descreveu o projecto, os processos construtivos e as actividades desenvolvidas pela empresa de fiscalização em gabinete como também em obra.

O presente relatório encontra-se no âmbito do estágio profissional curricular referente à conclusão do curso de Licenciatura em Engenharia Civil da Universidade Eduardo Mondlane (UEM).

Índice

Capítulo 1: Introdução.....	1
1.1. Enquadramento do Tema.....	1
1.1.1. Objectivos.....	1
1.1.2. Metodologia.....	2
1.2. Descrição da Empresa.....	2
1.3. Organização do Relatório.....	4
Capítulo 2: Revisão Bibliográfica.....	5
2.1. Intervenientes do Projecto.....	5
2.1.1. Fiscalização.....	6
2.2. Reabilitações de Edifícios e Estruturas de Betão.....	8
2.3. Reforço Estrutural.....	10
2.3.1. Procedimentos para o Projecto de Reforço Estrutural.....	11
2.3.2. Análise do Comportamento da Estrutura.....	12
2.3.3. Tipos de Intervenção de Reforço Estrutural.....	14
Capítulo 3: Actividades Desenvolvidas.....	17
3.1. Fiscalização.....	17
3.1.1. Verificação das propostas de alteração e apresentação das soluções adoptadas.....	17
3.1.2. Controlo de planeamento e monitorização dos prazos.....	20
3.1.3. Controlo de qualidade técnica.....	20
3.1.4. Gestão de Informação.....	20
Capítulo 4: Obra de Reabilitação e Remodelação das Futuras Instalações do Gabinete do Provedor de Justiça.....	22
4.1. Descrição Geral da Obra.....	22
4.1.1. Apresentação da Arquitectura.....	23
4.2. Descrição dos pormenores técnicos de construção.....	25
4.2.1. Descrição do Existente.....	25
4.2.2. Descrição do projecto.....	26
4.3. Soluções de Reabilitação, Ampliação e Reforço Estrutural - Processo Construtivo.....	27
4.3.1. Estrutura.....	27
4.3.2. Intervenção em lajes e reforços.....	30
4.3.3. Alvenaria.....	32
4.3.4. Revestimentos em paredes e tecto.....	33

4.3.5. Revestimentos em pavimentos	36
4.3.6. Serralharia	38
4.3.7. Caixilharia	39
4.3.8. Impermeabilização da cobertura	40
4.3.9. Cobertura	40
4.3.10. Instalações Hidráulicas	42
4.3.11. Instalações Elétricas	42
Capítulo 5: Estudo de Caso – Reforço Estrutural	44
5.1. Dimensionamento de escadas e sua estrutura de suporte	44
5.2. Reforço de laje com recurso a estrutura metálica	47
5.3. Reforço da laje da varanda principal com recurso a pilares metálicos.....	51
Capítulo 6: Conclusões e Recomendações	54
6.1. Conclusões	54
6.2. Recomendações	54
Capítulo 7: Referências Bibliográficas.....	55
Anexo I: Planta Arquitectónica dos Pavimentos.....	A2
Anexo II: Cronograma de Actividades	A3
Anexo III: Exemplos de relatórios mensais, actas de reunião e livro de obra	A4
Anexo VI: Memória de Cálculo das soluções adoptadas	A10
Anexo V: Imagens da Obra Concluída	A27

Índice de Figuras

Figura 1. Logo da empresa	2
Ilustração 1. Intervenientes do projecto	6
Ilustração 2. Articulação entre os intervenientes do projecto	6
Figura 2. Reforço de pilares	10
Figura 3. Análise da segurança da estrutura.	12
Tabela 1. Comparação dos regulamentos de betão armado.	13
Figura 4. Reforço da cintagem dos pilares existentes com chapas metálicas.....	14
Figura 5. Reforço de pilares por encamisamento	14
Figura 6. Pré-esforço Exterior.....	15
Figura 7. a) Reforço em parede de betão armado (fonte: <i>Especial Reabilitação 2008 - Arte e Construção</i>) b) Reforço em viga de betão armado	16
Figura 8. Reforço em pórtico metálico	16
Figura 9. a) Planta da laje b) execução do corte na laje	18
Figura 10. Alçado do reforço em pórtico metálico.....	18
Figura 11. Escadas	19
Figura 12. Reforço em pilares metálicos da laje da varanda principal	19
Figura 13. Imagem 3D da obra concluída.....	22
Figura 14. Localização geográfica.....	23
Figura 15. a) Logo da empresa de fiscalização b) Logo da empresa de empreitada	23
Figura 16. Planta do pavimento térreo.....	24
Figura 17. Parede em betão armado	25
Figura 18. Cofragem de pilares	27
Figura 19. Viga parcialmente betonada.....	28
Figura 20. Armação de laje	28
Figura 21. Colocação do betão (1); Betão curado (2)	28
Figura 22. Abertura e colocação de armaduras (1); Colocação de betão nas sapatas (2)	29
Figura 23. Cofragem de escadas (1); Betão de escadas curado (2)	29
Figura 24. Revestimento de escadas (1); Guarda-corpos de alumínio (2)	30
Figura 25. Demolição da laje com martelo eléctrico (1); laje demolida parcialmente (2)	30
Figura 26. Revestimento do pilar metálico (1); Pilar metálico revestido (2).....	31
Figura 27. Pilares metálicos de reforço	31
Figura 28. Revestimento dos pilares metálicos	32
Figura 29. Alvenaria em blocos de cimento.....	32
Figura 30. Chapisco (1); Reboco (2).....	33
Figura 31. Barramento de tecto (1); Barramento de parede (2)	34
Figura 32. Colocação de azulejos	34
Figura 33. Pintura de parede interior (1); Pintura de fachadas (2)	35
Figura 34. Aplicação de betonilha	36
Figura 35. Assentamento de parquet (1); Afagamento de parquet (2)	36
Figura 36. Envernizamento do piso em parquet	36
Figura 37. Colocação de piso cerâmico.....	37
Figura 38. Colocação de pavês	37
Figura 39. Vedação em perfis metálicos (1); Quebra-sol em perfis metálicos (2)	38

Figura 40. Guarda-corpos em rampa.....	38
Figura 41. Colocação de mastros (1); Portão metálico (2).....	39
Figura 42. Caixilharia de porta de madeira (1); Porta de alumínio (2).....	39
Figura 43. Janela de alumínio	40
Figura 44. Alfato de impermeabilização	Figura 45. Impermeabilização da laje de cobertura
.....
Figura 46. Asnas da cobertura	Figura 47. Colocação de plástico na cobertura
.....
Figura 48. Colocação de telhas	41
Figura 49. Instalação hidráulica	42
Figura 50. Abertura de roços (1); Colocação de tubagens (2)	42
Figura 51. Montagem do quadro eléctrico (1); Quadro eléctrico instalado (2).....	43
Figura 52. Local das futuras escadas	44
Figura 53. Planta de escadas do projecto	44
Figura 54. Planta das escadas remodeladas.....	45
Figura 55. Alçado de escadas	45
Figura 56. Diagrama do corpo livre de escadas	45
Figura 57. Armaduras do lance 1	46
Figura 58. Armaduras do lance 2	46
Figura 59. Escadas executadas	46
Figura 60. Prumos em laje demolida parcialmente	47
Figura 61. Armaduras da laje parcialmente demolida.....	47
Figura 62. Corte esquemático da laje parcialmente demolida.....	48
Figura 63. Diagrama de momentos flectores xy da laje parcialmente demolida.....	48
Figura 64. Planta esquemática da área considerada.....	49
Figura 65. Planta do reforço da laje parcialmente demolida	50
Figura 66. Alçado da estrutura de reforço da laje parcialmente demolida.....	50
Figura 67. Planta com pilares omissos	51
Figura 68. Momento flector na laje sem pilares de reforço	51
Figura 69. Flecha imediata da laje sem pilares de reforço.....	51
Figura 70. Planta esquemática do reforço da laje.....	52
Figura 71. Corte da laje com reforço de pilares metálicos	52
Figura 72. Corte transversal da laje reforçada com viga.....	53
Figura 73. A3-1 Exemplar de anotações no caderno de obra.....	5
Figura 74. A3-2 Exemplar do relatório de monitoramento do cronograma	6
Figura 75. A3-3 Exemplar de relatório mensal.....	7
Figura 76. A3-4 Exemplar de acta de reunião	8
Figura 77. A3-5 Exemplar de relatório de vistoria	9
Figura 78. A4-1 Representação geométrica do lance tipo	11
Figura 79. A4-2 Diagrama de corpo livre do lance 1	11
Figura 80. A4-3 Diagrama de momentos flectores do lance 2	12
Figura 81. A4-4 Diagrama de esforço transversal do lance 2	12
Figura 82. A4- Momentos flectores do lance 1 (1); Esforço Transverso do lance 1 (2)	13
Tabela 2. Armaduras principal de escadas.....	13

Tabela 3. Armaduras de distribuição de escadas	14
Figura 83. A4-6 Momento flector	14
Figura 84. A4-7 Esforço transversal	15
Figura 85. Secção do pilar.....	16

Índice de tabelas

Tabela 1. Comparação dos regulamentos de betão armado.	13
Tabela 2. Armaduras principal de escadas.....	13
Tabela 3. Armaduras de distribuição de escadas	14

Lista de símbolos

σ - tensão

f_{suk} – valor característico da tensão de rotura à tracção do aço das armaduras ordinárias

f_{sy} – valor da tensão de cedência á tracção do aço das armaduras ordinárias

γ_m – coeficientes de segurança relativos às características resistentes dos materiais

f_{ck} – valor característico da tensão de rotura do betão à compressão aos 28 dias de idade

f_{sk} – valor característico da tensão à tracção do aço das armaduras ordinárias

ϕ – diâmetro de um vara, fio ou cabo

α – ângulo; coeficiente

η – coeficiente consoante o tipo de aço utilizado

Abreviaturas

CEE-UP – Centro de Estudos de Engenharia, Unidade de Produção

GPJ – Gabinete do Provedor de Justiça

TVM – Televisão de Moçambique

MEC – Ministério da Educação e Cultura

Capítulo 1: Introdução

O presente capítulo faz uma contextualização das várias matérias apresentadas no presente documento.

1.1. Enquadramento do Tema

O presente relatório encontra-se no âmbito do estágio curricular referente à conclusão do curso de Licenciatura em Engenharia Civil da Universidade Eduardo Mondlane (UEM). Este decorreu entre Março e Julho de 2020 no Centro de Estudos de Engenharia - Unidade de Produção (CEE-UP) da Universidade Eduardo Mondlane em Maputo.

O projecto no qual o estagiário esteve inserido consiste na fiscalização das Obras de Remodelação e Reabilitação do Edifício das Futuras Instalações do Gabinete do Provedor de Justiça (GPJ).

O estágio consistiu:

- No acompanhamento das obras de construção, reabilitação e reforço;
- No desenvolvimento de diversas actividades no papel de engenheiro fiscal em obra;
- Na análise e verificação das soluções construtivas adoptadas;
- Na aprendizagem das relações interpessoais entre os vários intervenientes numa obra.

O estágio iniciou-se três meses após o começo das obras de reabilitação pelo que o relatório abordará as etapas e actividades realizadas desde o início do estágio até a recepção provisória da obra.

1.1.1. Objectivos

1.1.1.1. Objectivo Geral

O presente trabalho tem como objectivo geral acompanhar e avaliar as actividades de uma obra de ampliação, reabilitação e reforço na perspectiva de fiscal de obra.

1.1.1.2. Objectivos Específicos

O presente documento tem como objectivos específicos:

- Descrição do projecto de ampliação e reabilitação do Gabinete do Provedor de Justiça;
- Descrição dos processos construtivos relativos à reabilitação, remodelação e reforço estrutural na obra;
- Descrição das actividades desempenhadas pela empresa de fiscalização no gabinete e em obra.

1.1.2. Metodologia

A metodologia usada na elaboração do presente documento consistiu na:

- Pesquisa bibliográfica para a coleta de informações;
- Coleta de informações por meio de documentos da obra facultados pelo supervisor, dentre os quais:
 - Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado;
 - Projecto Executivo;
 - Documentação relativa ao processo de procurement;
 - Contratos de empreitada e consultoria.
- Extração de dados e informações de fontes directas durante as actividades executadas pelos operários da obra para a descrição das actividades realizadas;
- Recurso á softwares de engenharia: *CYPECAD* e *FTOOL* (no cálculo estrutural), *ARCHICAD* (na elaboração do detalhamento das peças e elementos estruturais);

A regulamentação pela qual se regeu o projecto do edifício em estudo, abrangendo os parâmetros e metodologias adotadas em cada fase, é constituída pelas normas enunciadas de seguida:

- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP);
- Regulamento de Segurança e Acções em estruturas (RSA);
- Regulamento de Estruturas de Aço (REAE);
- Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado (decreto 5/2016).

1.2. Descrição da Empresa

O Centro de Estudos de Engenharia – Unidade de Produção (CEE-UP) é um departamento da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane que coordena e dinamiza a intervenção dos restantes departamentos de Engenharia no sector produtivo, quer na indústria bem como na comunidade em geral através de prestação de serviços de vária ordem, desde a realização de projectos de formação, investigação, engenharia multidisciplinar, entre outros.



Figura 1. Logo da empresa (fonte: www.uem.ac.mz/engenharia)

O CEE é um departamento com autonomia administrativa e financeira, e está credenciado á realização de projectos e estudos em vários domínios da engenharia.

O CEE-UP está organizado do seguinte modo:

1. Direcção.
2. Secretaria.
3. Gabinete de Consultoria.
4. Serviço de Contabilidade.
5. Serviço de Transporte e Apoio Logístico.

São exemplo dos projectos realizados os seguintes:

Realização de obras da TVM: Fiscalização de obras de remodelação parcial de instalações da TVM;

- MEC: Elaboração do projecto executivo do instituto superior politécnico de Songo - Tete;
- Drenagem do Estádio da Machava: Projecto de drenagem do campo de futebol do estádio da Machava;
- Maputo Water Supply: Estudo dos solos e actividade corrosiva destes na nova linha de transporte de água do Umbeluzi para Maputo.

1.3. Organização do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em capítulos sendo o primeiro capítulo o presente.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica que serviu de recurso para a elaboração do presente relatório nas partes concernentes aos intervenientes de uma obra de construção, à actividade de fiscalização, bem como à análise e dimensionamento de estruturas de metálicas e de betão armado.

No capítulo 3 são descritas as actividades desenvolvidas de forma directa (pelo estagiário) e indirecta (pela equipa de fiscalização) em obra e em escritório.

No capítulo 4 faz-se a descrição da obra, apresentam-se os pormenores de construção, as condições existentes e soluções construtivas adoptadas, bem como o processo construtivo de certos elementos.

No capítulo 5 apresenta-se o estudo de caso, que consiste na análise e verificação da segurança estrutural das soluções propostas.

O capítulo 6 é referente aos comentários finais e as conclusões tiradas relativas ao presente documento e ao estágio profissional.

Nos anexos encontram-se documentos relativos às actividades desenvolvidas no estágio, a nomear:

Anexo I – Plantas arquitectónicas

Anexo II – Cronograma de actividades

Anexo III – Exemplos de relatórios mensais, actas de reunião e livro de obra.

Anexo IV – Memória de cálculo das soluções adoptadas

Anexo V – Imagens da obra concluída

Capítulo 2: Revisão Bibliográfica

No presente capítulo apresenta-se a base teórica dos conceitos aplicados na elaboração do presente relatório bem como na prática das actividades desenvolvidas no estágio.

2.1. Intervenientes do Projecto

Uma empreitada é constituída por vários intervenientes em que cada um tem uma função de execução da obra.

Os intervenientes numa obra têm diferentes tipos de relações entre si que ditam o normal funcionamento de uma obra pública. O *Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado* define os principais intervenientes de uma obra:

O **Dono da Obra** designado por Entidade Contratante é a entidade que detém o investimento e que proporciona a execução dos projectos. Esta entidade pode contratar um representante em obra designado **Gestor do Contrato**. É dever do gestor do contrato certificar-se da viabilidade técnica e económica do empreendimento e assegurar a mobilização dos recursos financeiros necessários desde a execução do contrato até a recepção de obras.

A **Fiscalização** contratada pelo Dono da Obra tem as funções de fiscalização e de gestão de qualidade do empreendimento. Compete à fiscalização vigiar e verificar o exacto cumprimento da execução do Contrato, das alterações do projecto e o progresso da obra.

O **Empreiteiro** de Obras Públicas é a pessoa singular ou colectiva, nacional ou estrangeira contratada para executar a obra. Este por sua vez poderá subcontratar outras entidades para o fornecimento e execução dos trabalhos de acordo com os limites impostos contratualmente.

O **Empreiteiro** assume a responsabilidade de materialização da obra, implantação das soluções, cumprimento dos prazos e sobre outros assuntos respeitantes a obra. Deve gerir a obra e seus constituintes de acordo com os prazos estipulados.

O **Consultor** é a pessoa singular ou colectiva, nacional ou estrangeira, que preste serviços de natureza intelectual ou de acessória. Dentro desta categoria encontram-se o projectista. São atribuições do **projectista** a definição do projecto, a sua descrição clara e a justificativa técnica das soluções adoptadas, cabe também ao projectista a explicação das alterações e das soluções que se revelem necessários durante a fase de obra.

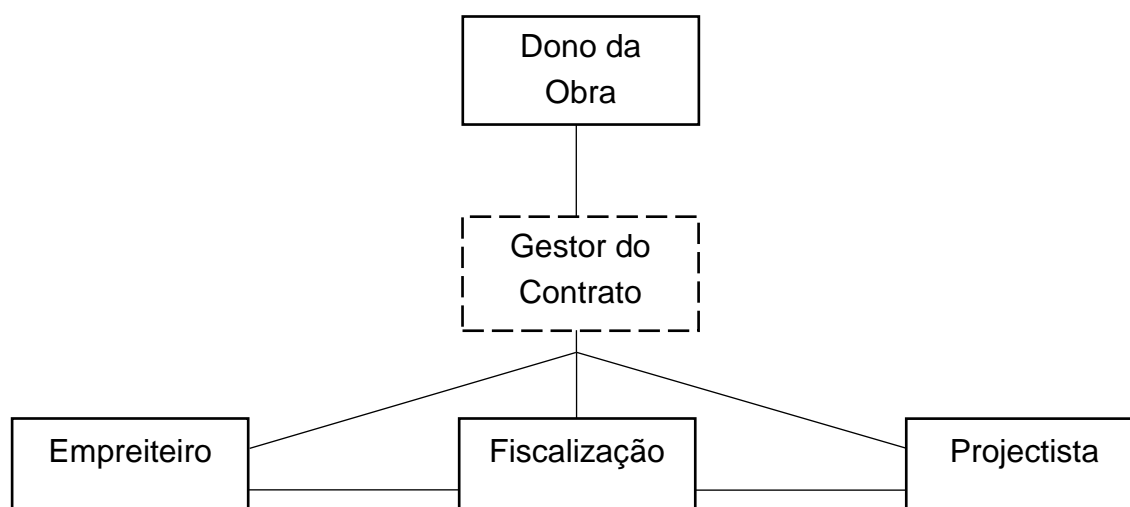


Ilustração 1. Intervenientes do projecto (adaptado pelo autor)

2.1.1. Fiscalização

A Fiscalização faz articula as ligações entre os intervenientes do projecto. No exercício das suas funções a Fiscalização actua através de ordens, avisos, notificações e comunicações ao Empreiteiro e através de informações e recomendações a Entidade Contratante, executando e/ou verificando todas as medições, testes e ensaios que forem necessários (Artigo 174 - *Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado*).

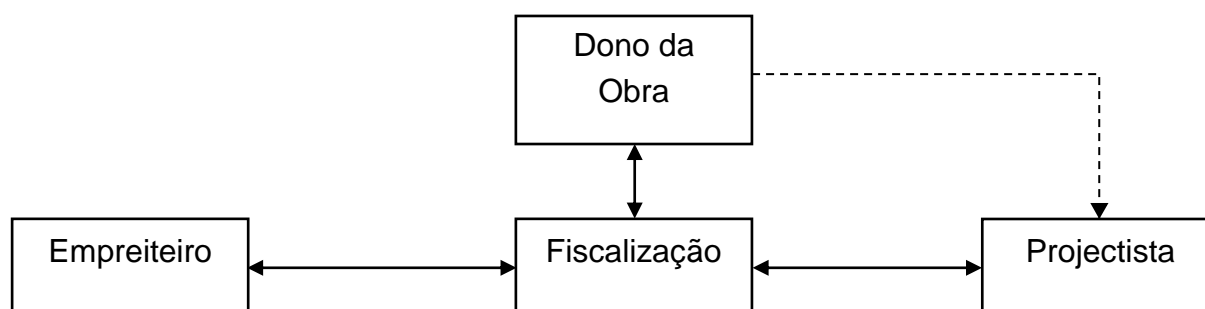


Ilustração 2. Articulação entre os intervenientes do projecto (adaptado pelo autor)

Como parte das suas responsabilidades principais, a Fiscalização deve exercer o acompanhamento e controlo sobre a calendarização dos trabalhos e a administração dos custos definidos no contrato estabelecido entre o Dono de Obra e o Empreiteiro.

De acordo com o artigo 172º do *Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado*, são funções da Fiscalização:

- Assegurar o cumprimento do Contrato;
- Acompanhar e controlar o cumprimento do Contrato e da legislação em vigor;
- Controlar a implementação do plano de qualidade;
- Controlar a implementação do plano de segurança e saúde;
- Controlar a implementação das normas ambientais;
- Controlar o progresso da obra e o cumprimento dos prazos;
- Transmitir a contratada as instruções e alterações do plano de trabalho decidido pela entidade contratante;
- Decidir sobre as questões e propostas da contratada que forem da sua competência;
- Submeter a Entidade Contratada os assuntos que careçam da sua decisão;
- Assegurar a boa execução dos trabalhos e o bom andamento da obra;
- Verificar o cumprimento das normas de higiene e segurança na obra;
- Verificar e aprovar a implantação e as dimensões da obra, com base nas peças desenhadas do projecto, tomando em consideração as condições do terreno;
- Verificar o cumprimento das normas ambientais referidas no projecto;
- Aprovar os materiais a aplicar, de acordo com as especificações técnicas;
- Verificar o cumprimento das tecnologias de construção estabelecidas nas especificações técnicas;
- Aprovar as tecnologias propostas ou utilizadas pela Contratada, de acordo com as especificações técnicas;
- Verificar a ordem e os meios que os trabalhos são executados;
- Assegurar a execução das medições necessárias para a facturação da Contratada.

2.2. Reabilitações de Edifícios e Estruturas de Betão

A reabilitação pode definir-se como o conjunto de operações destinadas a garantir a possibilidade de reutilização plena do edifício existente, adaptando-a a exigências contemporâneas, e estabelecendo um compromisso entre a sua identidade original e a que resulta da própria reabilitação. (APPLETON, 2014).

Aliadas a sustentabilidade da construção, a reabilitação é de maior importância pelas seguintes razões (APPLETON, 2014):

- **Preservação de valores culturais**

Os edifícios correntes são o suporte físico de diversos movimentos estéticos, da arquitectura e da arte, ao longo do tempo; representam um testemunho vivo da relação entre o homem e a arte.

- **Protecção Ambiental**

Por comparação com a construção nova, reabilitar significa consumir menores quantidades de energia na produção e aplicação de produtos de construção, reduzir as emissões de CO₂ e limitar as quantidades de produtos de demolição a remover e a destruir.

- **Vantagens económicas**

- *Redução dos custos de demolição, estaleiro e de licenças e taxas;*
- *Redução das quantidades de novos materiais;*
- *Colocação mais fácil de produtos de construção;*
- *Aprovação mais fácil de projectos;*
- *Redução das perturbações do tráfego urbano.*

Diferentemente da reabilitação, a reforma ou modificação visa alterar as disposições do projecto que serviu de base à obra ou conjunto de obras executadas em construção existente. Os procedimentos para execução de reformas e reabilitações são similares de modo geral, podendo-se omitir ou excluir certa etapa no caso das reformas.

De forma geral podemos diferenciar oito etapas principais (PEREIRA, 2013):

- I. Identificação da necessidade de intervenção / decisão de reabilitar: Esta primeira etapa consiste na identificação da necessidade de intervenção no edifício e decisão de reabilitar. Esta decisão é tomada pelo cliente com o auxílio do gestor do projecto.
- II. Estudos e diagnóstico: Esta etapa se subdivide em: diagnóstico preliminar e o diagnóstico propriamente dito. Durante a primeira sub-etapa “*fornece-se a informação sobre o estado de conservação do edifício, o nível de conforto e*

segurança que este fornece e algumas especificidades e implicações físicas ou urbanísticas da envolvente”.

A segunda sub-etapa consiste na coleção sistemática da informação de todos os campos de forma a obter conhecimento total do edifício em estudo. Nesta etapa são detalhados os estudos sobre os aspectos construtivos, históricos, arquitectónicos, sociais, estabelecimento e confirmação de hipóteses.

- III. Seleção da Estratégia de Intervenção: Como resultado da análise dos estudos e diagnósticos procede-se ao estudo da viabilidade das ideias inicialmente definidas pelo dono culminando na definição da estratégia de intervenção.
- IV. Projecto: *O projecto de reabilitação pressupõe uma síntese que reflete o conhecimento obtido as fases anteriores, e foca-se nas principais decisões sobre o destino e o desempenho futuros dos espaços e dos elementos funcionais de um edifício.*
- V. Consultas e Contração: Nesta fase procede-se à contratação da empresa responsável pela execução da obra. A escolha da empresa deve ser realizada através de concurso público, regulado de acordo com o preconizado no *Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado.*
- VI. Execução da Obra: É construção propriamente dita do edifício obedecendo a uma sequência física, cronológica, que compreende uma série de modificações na evolução da obra. Esta sequencia é definida com exatidão no Plano de Trabalhos que o empreiteiro propõe a executar.
- VII. Recepção da Obra: Quando o trabalho de reabilitação está completo é necessário proceder a alguns aspetos legais para formalizar a conclusão e em alguns casos, para a aplicação de subsídios.
- VIII. Utilização e Manutenção: Depois das operações de reabilitação é necessário realizar uma manutenção periódica do edifício. Deve ser elaborado um Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação (MIME) para auxiliar a etapa de utilização e manutenção do edifício. Este manual prevê a definição das atividades a desenvolver em inspeções correntes e especiais, a sua periodicidade, e sugere eventuais peritagens técnicas e trabalhos de reparação necessários para corrigir anomalias que possam ser detectadas.

2.3. Reforço Estrutural

Uma construção deve fornecer boa funcionalidade aos seus utentes durante a vida útil do projecto. De uma maneira geral, as construções em betão armado têm um período longo de vida. No entanto, os requisitos sobre a estrutura podem alterar-se nesse espaço de tempo, ameaçando a vida útil remanescente, ao nível das condições de utilização e segurança.

Entende-se por reforço estrutural a intervenção numa construção que visa aumentar a capacidade portante de uma estrutura ou recuperar aos níveis de segurança desejáveis. Segundo J. Appleton (2011) a intervenção numa estrutura existente com o objectivo de melhorar ou corrigir o seu comportamento estrutural está geralmente associada as seguintes situações:

- Alteração das condições actuantes;
- Alteração geométrica da estrutura ou modificação do sistema estrutural;
- Correção de anomalias a deficiência do projecto de execução ou de exploração;
- Aumento do nível de segurança.



Figura 2. Reforço de pilares (fonte: Julio Appleton, 2014)

De acordo com as situações encontradas e os objectivos a atingir, os tipos de intervenção podem ser (APPLETON, 2011):

- Demolição total ou parcial;
- Limitar o uso;
- Substituir ou introduzir novos elementos;
- Reparar os elementos danificados;
- Reforçar os elementos existentes.

Estas intervenções com frequência constituem desafios a ter em conta, principalmente quando se tratam de construções antigas e a ausência de normas específicas. De modo geral, nestas intervenções são encontradas as seguintes dificuldades (APPLETON, 2011):

- Informação relativa ao projecto, execução e exploração das obras difícil de obter e frequentemente inexistente;
- Ausência genérica de regulamentação sobre reforço de estruturas para certos tipos de intervenção;
- Ausência de documentação de apoio que trate de forma integrada o projecto e execução do reforço nas suas diversas componentes: metodologia de intervenção, dimensionamento, procedimentos de execução, especificação e controlo de qualidade;
- Dificuldades relativas a análise estrutural e avaliação da segurança das obras a executar e ao dimensionamento do reforço propriamente dito.

2.3.1. Procedimentos para o Projecto de Reforço Estrutural

Segundo Appleton & Costa (2011) os procedimentos para o projecto de reforço estrutural são os seguintes:

A. Recolha de informação

A recolha de informação dá-se pelo acesso aos elementos de projecto, elementos de obra e elementos de exploração.

B. Inspeção Visual

- Exame da superfície de betão
É inspeccionada a qualidade do betão e dos elementos estruturais anotando os defeitos de execução, fendilhação, deformação e deterioração.
- Percepção do funcionamento estrutural
São registados os erros de concepção estrutural, as deficiências na utilização, os tipos de apoios, entre outros com o objectivo de definir os parâmetros geométricos que condicionarão os cálculos.
- Registo de danos
O registo é feito tendo em conta os danos estruturais, a deterioração do betão, a corrosão das armaduras, entre outros.

C. Inspeção Detalhada

Dependendo do tipo e extensão das anomalias observadas pode ser necessário efectuar uma inspeção visual mais minuciosa e realizar diversos tipos de ensaios.

D. Avaliação da segurança da estrutura

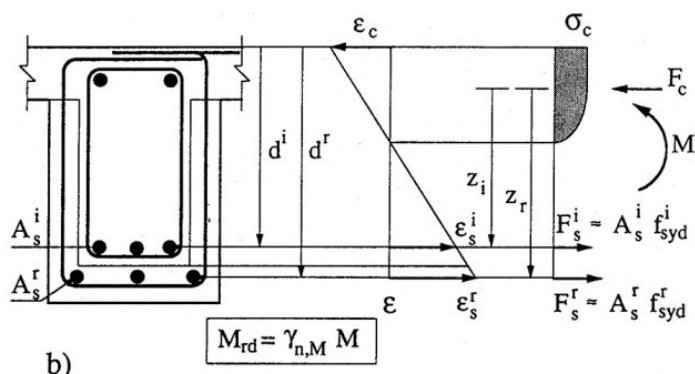


Figura 3. Análise da segurança da estrutura (Appleton & Costa, 2011).

- Modelo do comportamento estrutural;
- Verificação dos Estados Limites Últimos;
- Verificação dos Estados Limites de Utilização.

2.3.2. Análise do Comportamento da Estrutura

A compreensão do comportamento de uma estrutura é condição imprescindível para uma adequada concepção e execução dessa estrutura. Para a efectiva análise de estruturas que geralmente condicionadas à falta de informação devida à antiguidade das mesmas, importa recorrer-se aos regulamentos e normas da época do projecto em causa (Appleton & Costa, 2011). Estas normas subdividem-se em:

I. Regulamentação no domínio de acções:

1897 – Regulamento para Projecto, Provas e Vigilância das Pontes Metálicas

1929 – Dec. 16781, Regulamento das Pontes Metálicas

1961 – Dec. 44041, Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes

1983 – Dec. 235/83, Regulamento de Segurança e Acções

II. Regulamentação no domínio das estruturas de betão armado:

1918 – Dec. 4036 de 28/03/1918, Regulamento para o Emprego do Beton Armado

1935 – Dec. 25948 de 16/10/1935, Regulamento do Betão Armado (RBA)

1967 – Dec. 47723 de 25/05/1967, Regulamento de Estruturas de Betão Armado (REBA)

1983 – Dec. 349-c/83 de 30/07/1983, Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP)

De forma resumida, apresenta-se uma tabela adaptada, descrevendo as considerações que podem ser tomadas nos casos de ausência de documentação de projecto, podendo ser úteis no projecto preliminar no caso das estruturas em betão armado:

Betões	Aços	Recobrimentos	Cálculo
1918 - Regulamento para o Emprego do Beton Armado			
Dosagem: c = 300 kg ag = 400 l br = 800 l $\sigma \geq 120 \text{ kg/cm}^2$ (28 d.) $\geq 180 \text{ kg/cm}^2$ (90 d.)	$f_{su} = 3800 \text{ a } 4600 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sy} \geq f_{su}/2$ $\varepsilon_u = 22\%$ Recomendação: Evitar soldaduras	$c \geq \begin{cases} 1,5\phi \\ 2 \text{ cm (vigas/pil)} \\ 1 \text{ cm (lajes)} \end{cases}$ Recob. Duplo junto ao mar	Tensões Limites admissíveis
1935 - Regulamento do Betão Armado			
Dosagem: c = 300 kg ag = 400 l br = 800 l $\sigma \geq 180 \text{ kg/cm}^2$ (28 d.)	$f_{su} = 3700 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{sy} \geq 0,6f_{su}$ $\varepsilon_u = 24\%$ Recomendação: Evitar soldaduras	Lajes: $c \geq \begin{cases} 1,0 \text{ cm} \\ 1,5 \text{ cm (Ar livre)} \\ 2,0 \text{ cm (liquidos, } \Delta t) \\ 4,0 \text{ cm (Agua do mar)} \end{cases}$ $c \geq \begin{cases} 1,0 \text{ cm} \\ 2,0 \text{ cm (Ar livre)} \\ 2,0 \text{ cm (liquidos, } \Delta t) \\ 4,0 \text{ cm (Agua do mar)} \end{cases}$	Tensões admissíveis
1967 - REBA			
B180/225/300/350/400 $f_{ck}(\text{kgf/cm}^2)$	A24/A40/A50/A60 $f_{sk}(\text{kgf/mm}^2)$ Liso/Nervurado	$\emptyset \leq c \leq 4 \text{ cm}$ 1,0 cm 2,0 cm – ñ. protegido $c \uparrow$ – corrosão/ fogo	Estados Limites + RSEP (tipo I/II)
1983 - REBAP			
B15...B55 $f_{ck}(\text{MPa})$	A235/A400/A500 $f_{sk}(\text{MPa})$	Tipo de Ambiente: Pouco agress – 2,0 Mod. agress – 3,0 Muito agress – 4,0 $B \uparrow c \downarrow$	Estados Limites +RSA

Tabela 1. Comparação dos regulamentos de betão armado (fonte: Aula 10.2-Reabilitação e Reforço de estruturas, Appleton).

III. Regulamentação no domínio das estruturas metálicas:

1965 – Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE_d)

1986 – Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE)

2.3.3. Tipos de Intervenção de Reforço Estrutural

No que se refere à escolha do tipo de reforço estrutural, várias opções encontram-se disponíveis dentre as quais:

a. Reforço por Adição de Armaduras Exteriores

A adição de armaduras exteriores é naturalmente uma técnica adequada quando há deficiência nas armaduras existentes e as dimensões dos elementos estruturais e a qualidade do betão se consideram ser adequadas. Em geral, são utilizadas chapas de aço ou perfis metálicos (Appleton & Gomes, 1997).



Figura 4. Reforço da cintagem dos pilares existentes com chapas metálicas (Appleton, 2014)

b. Reforço com Encamisamento

O reforço de um elemento por encamisamento consiste no aumento da secção transversal pela adição de uma armadura suplementar e de uma camada de betão que envolve a secção inicial e na qual ficam inseridas as novas armaduras (Gomes & Appleton, 1997).

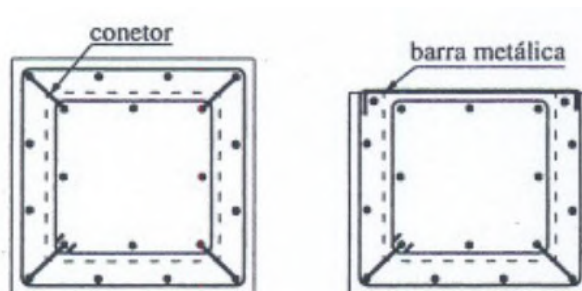


Figura 5. Reforço de pilares por encamisamento (fonte: REEP No 42, Gomes et al)

Esta técnica é naturalmente mais adequada quando há necessidade de aumentar a resistência das zonas comprimidas, de incrementar as dimensões da secção ou de adicionar armaduras ficando estas no interior da secção (Gomes & Appleton, 1997).

c. Pré-Esforço Exterior

Segundo António Costa (2011), a aplicação de pré-esforço exterior está hoje em dia largamente disseminada, sendo recomendável quando se verifica a necessidade de: alteração do sistema estrutural, como a supressão de um pilar, cuja reacção será substituída pela força de desvio do sistema de pré-esforço exterior, aumento substancial da resistência à flexão do elemento a reforçar (mais usual em pontes), correcção de um comportamento em serviço deficiente, deformações excessivas ou o controlo da fendilhação.

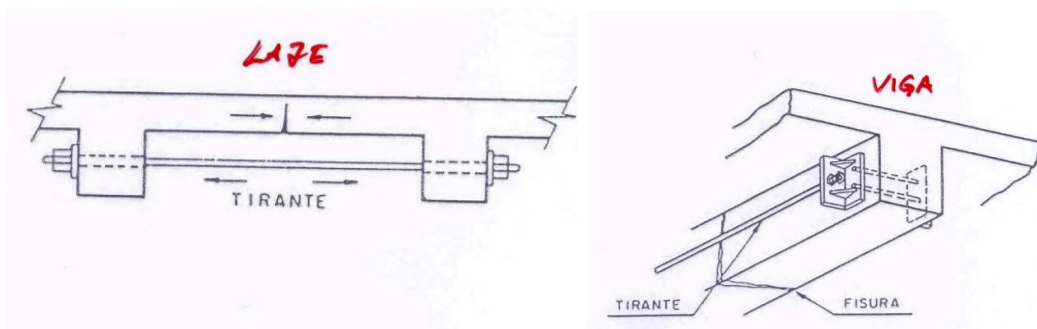


Figura 6. Pré-esforço Exterior (Appleton & Costa, 2011)

d. Adição de Novos Elementos e Substituição por Novos Elementos

A substituição parcial de um elemento estrutural essencialmente consiste na remoção da área danificada desse elemento e substituição com inserção de nova parte por soldagem, aparafusamento ou rebitagem, enquanto a substituição total consiste na substituição completa do elemento (Perneta, 2010).

A adição de novos elementos a estrutura pode ser por meio de:

- Paredes de betão armado;
- Pórticos de betão armado;
- Pórticos metálicos e sistemas treliçados, etc.



Figura 7. a) Reforço em parede de betão armado (fonte: *Especial Reabilitação 2008 - Arte e Construção*) b) Reforço em viga de betão armado (fonte: <https://www.tecnicas.com.br/>)



Figura 8. Reforço em pórtico metálico (fonte: <https://projetosestruturaissp.com.br>)

Capítulo 3: Actividades Desenvolvidas

Neste capítulo são descritas as actividades desenvolvidas de forma directa (pelo estagiário) e indirecta (pela equipa de fiscalização) em obra e em escritório.

3.1. Fiscalização

O CEE-UP como fiscal tem a função de articular todas as ligações entre os intervenientes. Deste modo, faz a ligação entre o Dono da Obra, o empreiteiro e o projectista.

Dentre as actividades desenvolvidas pelo estagiário destaca-se a participação nas seguintes:

- Verificação das propostas de alteração e apresentação das soluções adoptadas;
- Acompanhamento das adversidades e alterações no plano de trabalho;
- Controlo de planeamento e monitorização dos prazos;
- Controlo da qualidade técnica;
- Gestão de Informação.

O estagiário participou com mais ênfase na verificação das propostas de alteração e apresentação das soluções adoptadas, função que definiu o *Estudo de Caso* do presente relatório.

3.1.1. Verificação das propostas de alteração e apresentação das soluções adoptadas

Durante a execução da obra verificaram-se incompatibilidades entre as soluções preconizadas no projeto e a situação real, pelo que o empreiteiro solicitou esclarecimentos da solução a adoptar a fiscalização.

Dentre as situações experienciadas no estágio que se enquadram no descrito acima se destacam:

- Dimensionamento e verificação de escadas e sua estrutura de suporte (capítulo 5.1);
- Verificação da estabilidade e reforço de uma laje submetida a um corte com recurso a estrutura metálica (capítulo 5.2);
- Verificação do reforço da laje da varanda principal (capítulo 5.3).

A função desempenhada durante o estágio foi o auxílio no dimensionamento e verificação das soluções, na instrução e acompanhamento da implementação das soluções.

3.1.1.1. Estabilidade de uma laje submetida a um corte para abertura.

Na obra deparou-se com a necessidade de abertura de uma laje para acesso ao 2º piso com recurso a escadas. (figura 9)

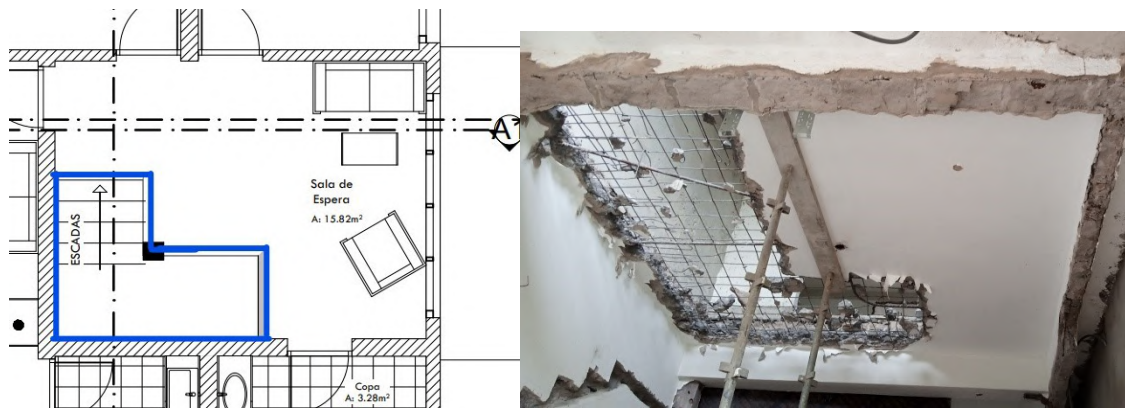


Figura 9. a) Planta da laje b) execução do corte na laje (fonte: Autor)

Tal intervenção exigiu que se tomassem precauções quanto à segurança estrutural da laje. Consequentemente, o empreiteiro solicitou a fiscalização à sobre o modo de execução da solução.

Com as devidas verificações, a fiscalização decidiu sobre o reforço da laje para que esta pudesse suportar com segurança as novas acções a que estaria sujeita.

3.1.1.2. Reforço da laje intervinda

Para a laje intervinda houve necessidade de dimensionamento do reforço estrutural com recurso a viga metálica. Os cálculos, verificações e desenhos de execução encontram-se no anexo III - *Memória de cálculo das soluções adoptadas*.

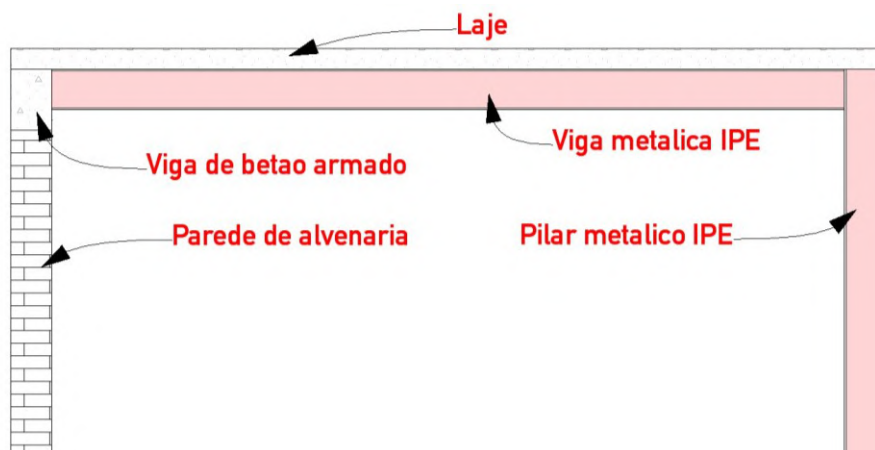


Figura 10. Alçado do reforço em pórtico metálico (fonte: Autor)

3.1.1.3. Dimensionamento de escadas e sua estrutura de suporte

O acesso ao piso superior por meio de escadas constituiu uma das peças cuja mudança no decorrer do projecto exigiu um novo dimensionamento. Consequentemente, a fiscalização foi solicitada a auxiliar a implementação a nova solução.



Figura 11. Escadas (fonte: Autor)

No Anexo VI - *Memória de Cálculo das soluções adoptadas* demonstram-se os cálculos feitos no dimensionamento das escadas, e em seguida os desenhos de execução das mesmas.

3.1.1.4. Verificação da estabilidade da laje da varanda principal

A varanda principal constitui uma das peças nas quais a fiscalização recomendou o reforço da mesma com recurso a pilares em perfil metálico e uma viga invertida em betão armado de modo a melhorar a transmissibilidade dos esforços da laje aos novos pilares.



Figura 12. Reforço em pilares metálicos da laje da varanda principal (fonte: Autor)

3.1.2. Controlo de planeamento e monitorização dos prazos

Com o objectivo de cumprir com o prazo da obra o empreiteiro forneceu o cronograma de actividades a quando do concurso de empreitada. Devido à pandemia do COVID-19, o projecto teve o seu cronograma actualizado (ver Anexo II- *Cronograma actualizado*) diversas vezes, quer por interrupção de actividades ou pelo atraso no fornecimento dos materiais necessários.

Foi possível no presente estágio o acompanhamento do processo de monitorização dos prazos.

As notificações e relatórios de monitoramento de cronogramas eram feitos a cada semana indicando as actividades que se encontravam em atraso conforme ilustrado no Anexo III-II *Relatório de Monitoramento do Cronograma*.

3.1.3. Controlo de qualidade técnica

Como visto anteriormente, a fiscalização deve garantir a qualidade final da obra. Para que fosse possível atingir a qualidade exigida, a fiscalização actuou no monitoramento dos seguintes factores:

- Processos construtivos;
- Materiais e equipamentos;
- Actividades em obra;

O controlo foi feito por meio de vistorias diárias, garantindo que as soluções executadas estivessem em conformidade com as exigências técnicas e regulamentares. Caso as soluções não estivessem em conformidade, a fiscalização notificava ao empreiteiro solicitando as devidas rectificações. O empreiteiro e a fiscalização conjuntamente discutiram sobre as soluções semanalmente.

O estagiário participou de diversas vistorias, tendo como principais funções o registo (fotográfico e por escrito) dos pormenores a serem verificados, o acompanhamento do processo construtivo e a realização do ensaio de estanqueidade das ligações hidráulicas. Estas funções estão documentadas no Capítulo 4.4 - *Processo Construtivo*.

3.1.4. Gestão de Informação

Como já dito, a fiscalização é o elo de ligação entre todos os intervenientes do projecto. Numa obra a fluidez de toda a informação por todos os intervenientes é crucial para atingir os objetivos funcionais da empreitada (VIEIRA, 2016).

Durante a fase de execução foi frequente a consulta da fiscalização por parte do empreiteiro sempre que surgissem dúvidas ou alterações no projecto. A fiscalização emitia o respectivo parecer e caso necessário encaminhando o pedido de esclarecimento ao projectista e ao Dono da Obra.

Deste registo de informação importa destacar:

- Relatórios mensais: com o objectivo de retratar as actividades desenvolvidas durante o mês em causa, registando o avanço da empreitada nas tarefas e os erros e pontos de estrangulamento para que se tomem medidas administrativas e técnicas que são impostas.
Estes relatórios resultam da compilação das questões já retratadas durante as reuniões semanais em obra.
- Reuniões de obra: eram realizadas semanalmente, com a intenção de actualizar os avanços da empreitada e discutir informações pertinentes para a conclusão da obra. Nelas participavam a fiscalização, o empreiteiro e sempre que necessário o representante do dono da obra.
- Actas de reunião: documentos resultantes das reuniões semanais feitas em obra.
- Relatorio de recepção provisória: neste documento são retratados os trabalhos mal executados ou itens não cumpridos.
- Relatórios de monitoramento do cronograma de actividades: são descritas as actividades que se encontram em atraso quanto ao cronograma de actividades.
- Apontamentos em livro de obra.

O papel desempenhado no presente estágio passou por acompanhar todo o processo nos registos acima citados. Estes estão apresentados no Anexo III- *Exemplares de Relatórios Afectos a Obra*.

Capítulo 4: Obra de Reabilitação e Remodelação das Futuras Instalações do Gabinete do Provedor de Justiça

No presente capítulo segue uma descrição geral da obra, iniciando com a descrição arquitectónica do edifício. Posteriormente é feita a descrição dos pormenores e técnicos da construção com ênfase nos materiais e fazendo-se uma breve avaliação, segue-se a descrição das soluções, reabilitação e reforço estruturais adoptadas. E por fim é descrito o processo construtivo das soluções mais relevantes.

4.1. Descrição Geral da Obra



Figura 13. Imagem 3D da obra concluída (fonte: *Telas finais* – Obra Rápida, Ida)

O edifício em estudo consiste numa obra que tem como objectivo a ampliação e remodelação de um edifício residencial dos anos 50, em bom estado de conservação, destinado a receber as futuras instalações do Gabinete do Provedor de Justiça, localizado na Avenida Julius Nyerere n 111, na Cidade de Maputo.

A área de implantação possui cerca de 150 m² sendo limitado pelas Avenidas Mao Tsé Tung e a Av. Julius Nyerere.

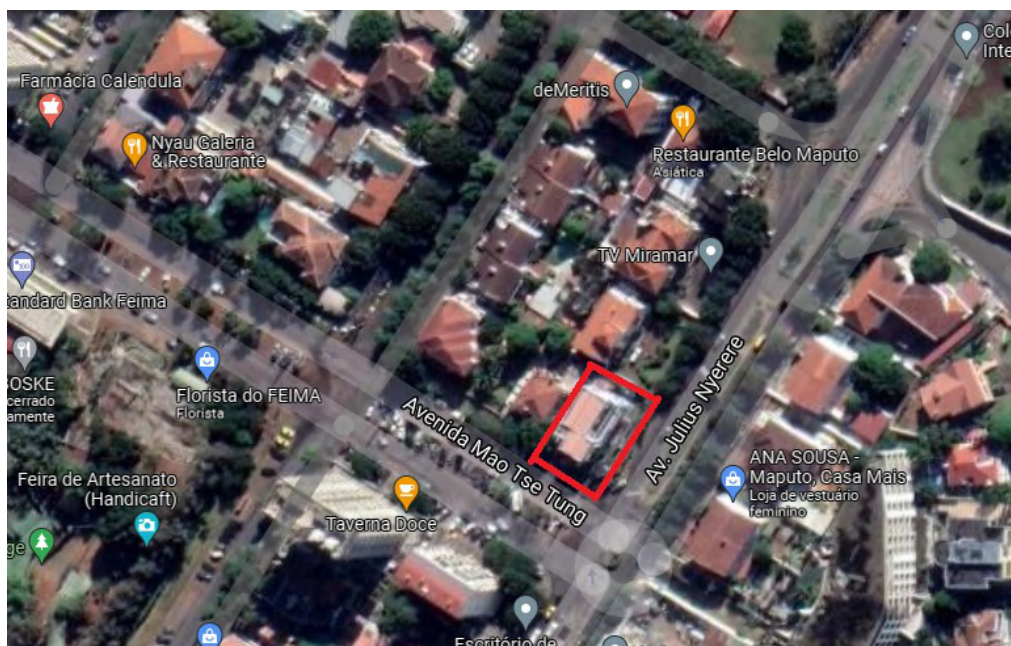


Figura 14. Localização geográfica (fonte: Google Earth)

A obra foi executada pela OBRA RAPIDA e a fiscalização realizada pelo CEE-UP.

Fiscalização:

Empreiteiro:



Figura 15. a) Logo da empresa de fiscalização b) Logo da empresa de empreitada

4.1.1. Apresentação da Arquitectura

O projecto em estudo consiste num edifício para habitação convertido a escritório. O edifício em estudo apresenta quatro (4) pisos com desenvolvimentos diferentes em planta, com o piso -1 estando parcialmente enterrado. De seguida apresentam-se resumidamente as características dos quatro pisos (ver Anexo I – *Plantas Arquitectónicas*).

O piso -1 tem uma área bruta de 70 m² com uma cota de 1,20 m abaixo do nível do terreno e darão lugar a uma sala de informática, biblioteca, duas salas de arquivos, cozinha/copa e WC. O acesso ao piso superior é efectuado por duas escadas na parte exterior ao edifício.

O piso 0 é o piso térreo, tem uma área bruta de 70 m², por onde dá-se a entrada das pessoas ao edifício. O acesso ao piso seguinte dá-se por meio de dois grupos de escadas, sendo que um dá acesso privativo ao gabinete do principal e outro a sala de espera.

O piso 1 possui uma área bruta igual ao piso inferior.

A cobertura do edifício não é acessível, contendo uma cobertura em telhas cerâmicas e reservatórios de água.

A zona exterior ao edifício serve a uma zona de estacionamento, uma guarita, reservatórios de água, sendo o acesso feito por duas entradas: uma privativa e uma ao público e funcionários.

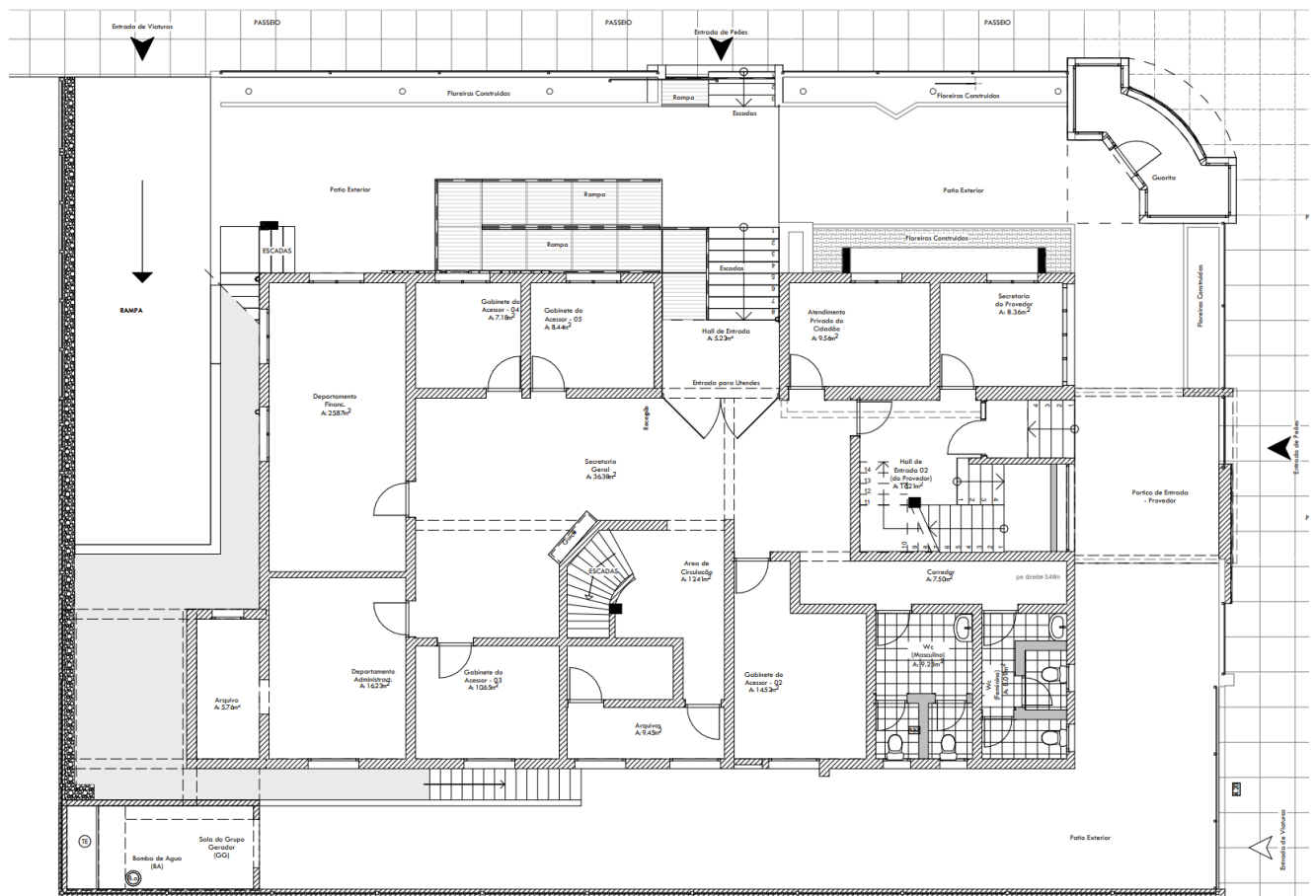


Figura 16. Planta do pavimento térreo (fonte: *Projecto Arquitetónico – ver Anexo I*)

4.2. Descrição dos pormenores técnicos de construção

4.2.1. Descrição do Existente

Fundações

Foram usadas sapatas isoladas e sapatas corridas para receber as cargas dos muros de contenção de terra, no nível da cave. As sapatas encontravam-se conservadas, pelo que não necessitaram de intervenção de reparo.

Pilares e vigas

Encontram-se pilares de betão armado, vigas que variam de 15 a 25 cm de largura e 40-60 cm de altura, as lajes de 10 cm de espessura usando varões lisos de 6 mm de diâmetro predominantemente. Em geral, estes elementos foram encontrados em estado conservado.

Paredes

Paredes de alvenaria, paredes e muros de contenção em betão armado. Como parte da remodelação do edifício algumas paredes foram demolidas para dar lugar a novos espaços.



Figura 17. Parede em betão armado (fonte: Autor)

Cobertura

Segundo Sousa (2016) nas coberturas inclinadas é de referenciar as que têm revestimento de telha cerâmica e apresentaram anomalias como:

- Telhas partidas;
- Telhas desviadas da sua posição original;
- Aumento de peso da cobertura;
- Inexistência ou danificação de telhas de ventilação, passadeiras ou remates.

A sujidade e acumulação de lixo podem dificultar também a drenagem e favorecer o crescimento de plantas. Danificações dos sistemas de drenagem são comuns aos dois tipos de coberturas. Como resultado das anomalias encontradas na cobertura e sua estrutura de suporte, optou-se pela substituição da cobertura na sua totalidade. (SOUSA, 2016)

Revestimentos

A moradia tinha como revestimentos nos pavimentos ladrilhos cerâmicos na cozinha e sala, em granito ou grês nas varadas e na dispensa, parquet de madeira na grande parte interior da moradia, e pavês na zona exterior do edifício.

4.2.2. Descrição do projecto

Referentes ao projecto faziam parte do arquivo de fiscalização de obras os seguintes documentos:

- Programa de Concurso;
- Caderno de Encargos;
- Projecto e Especificações Técnicas (Memória Descritiva, Memória de Cálculo, Peças Desenhadas);
- Mapa de Medições;
- Proposta;
- Licenciamento;
- Outros documentos (contractos, adjudicação, etc);
- E Legislação Vigente.

Importa referir que foram omissos ou não previstos os trabalhos referentes às seguintes especialidades: Instalações Hidráulicas e de Águas Residuais, Infraestruturas de Telecomunicações de Edifício, Instalações Elétricas e AVAC. Estas que posteriormente constituíram parte dos “*Trabalhos a Mais*”.

4.3. Soluções de Reabilitação, Ampliação e Reforço Estrutural - Processo Construtivo

4.3.1. Estrutura

4.3.1.1. Laje da entrada

A execução da estrutura em betão armado da laje consistiu nas seguintes actividades:

- Execução de sapatas: esta actividade consistiu primeiramente na abertura de cabocos, estes eram quadrados com 90 cm de lado e aproximadamente 60 cm de profundidade. Após a abertura dos cabocos, foi colocado betão de limpeza com 5 cm de espessura, seguindo-se a colocação da cofragem e armaduras após um dia.

As armaduras preparadas no local e colocadas com cuidado, de modo a garantir o recobrimento necessário das mesmas. Procedeu-se a betonagem.

- Execução dos pilares: procedeu-se a colocação de armaduras dos pilares através de empalmes com a armadura de arranque, de seguida procedeu-se com a colocação da cofragem fixando-se por meio de prumos para que esta estivesse estável. Após cofragem procedeu-se a betonagem.



Figura 18. Cofragem de pilares (fonte: Autor)

- Execução de vigas: após o tempo regulamentado para a cura do betão, procedeu-se a cofragem das vigas seguindo a colocação de armaduras no mesmo dia. As vigas foram betonadas parcialmente, sendo a parte por completar preenchida posteriormente em conjunto com a laje (figura .



Figura 19. Viga parcialmente betonada (fonte: Autor)

➤ Execução da laje:



Figura 20. Armação de laje (fonte: Autor)



Figura 21. Colocação do betão (1); Betão curado (2) (fonte: Autor)

4.3.1.2. Escadas e respectiva estrutura de suporte

Primeiramente foi executada a estrutura de suporte das escadas, esta consistiu em um pórtico que serviu de apoio ao patamar intermédio, para tal, procedeu-se a abertura de cabocos quadrados de 70 cm com profundidade de 35 cm, por onde se executou as sapatas.



Figura 22. Abertura e colocação de armaduras (1); Colocação de betão nas sapatas (2) (fonte: Autor)

Após a execução das sapatas, procedeu-se a cofragem e betonagem do pórtico. As escadas foram materializadas em betão armado, com exceção do primeiro lance que foi em betão simples e alvenaria.



Figura 23. Cofragem de escadas (1); Betão de escadas curado (2) (fonte: Autor)

4.3.1.3. Revestimentos e Guarda-corpos

O revestimento do piso das escadas foi materializado em tacos de madeira de 2,5 cm de espessura (figura 24.1), assentes por cola de madeira, que posteriormente foram envernizados. Os guarda-corpos instalados pelo subempreiteiro foram fixos ao piso por meio de parafusos.



Figura 24. Revestimento de escadas (1); Guarda-corpos de alumínio (2) (fonte: Autor)

4.3.2. Intervenção em lajes e reforços

4.3.2.1. Demolição da laje

O processo de demolição da laje consistiu em garantir primeiramente a segurança com recurso a escoramento. Com recurso a rebarbadeiras retirou-se a camada de betonilha na laje, posteriormente a laje foi demolida com o uso de martelo eléctrico (figura 25).



Figura 25. Demolição da laje com martelo eléctrico (1); laje demolida parcialmente (2) (fonte: Autor)

4.3.2.2. Reforço da laje das escadas

A estrutura de reforço é em perfil metálico IPE 200, com o pilar fixo por meio de chumbadores. A ligação entre o pilar e a viga é soldada.

Após a correcta fixação da estrutura, revestiu-se o pilar metálico com argamassa de cimento (figura 26).



Figura 26. Revestimento do pilar metálico (1); Pilar metálico revestido (2) (fonte: Autor)

4.3.2.3. Reforço da laje da varanda

Com a laje escorrada, os pilares metálicos de reforço foram chumbados nas vigas superior e inferior (figura 27). Estes pilares foram revestidos com argamassa de cimento posteriormente (figura 28).



Figura 27. Pilares metálicos de reforço (fonte: Autor)



Figura 28. Revestimento dos pilares metálicos (fonte: Autor)

4.3.3. Alvenaria

Para a execução da alvenaria, de princípio faz-se a marcação da primeira fiada tendo em conta às dimensões dos blocos, e também os desenhos arquitectónicos. A marcação foi feita com auxílio de réguas, esquadros, níveis, marcadores e mangueira de nível. As juntas verticais variavam entre 1 a 2 cm de espaçamento e a sua colocação era feita com o auxílio de colher de pedreiro. Para executar as fiadas subsequentes foram introduzidos barrotes de madeira que eram fixados nas zonas dos encontros das alvenarias assim fixando também fios de alinhamento de nylon como guia de nível. (figura 29)



Figura 29. Alvenaria em blocos de cimento (fonte: Autor)

No assentamento de blocos as fiadas são executadas de modo que as juntas verticais de uma fiada não coincidam com as juntas da fiada seguinte e anterior.

4.3.4. Revestimentos em paredes e tecto

- **Reboco de paredes e tecto**

A Argamassa é preparada pela pá (figura 11) e o traço usado foi de 1:4 (1 parte de cimento e 4 partes de areia) e a quantidade de areia e cimento foi introduzida na betoneira com o auxílio de pá de pedreiro e de água em baldes.



Figura 30. Chapisco (1); Reboco (2) (fonte: Autor)

- **Barramento de paredes e tecto**

Preparação da mistura:

Para as paredes foi usada a massa de acabamento da marca SIVAL- gessos especiais, a sua preparação é feita num balde com água limpa no qual é introduzida lentamente à massa até à saturação, após um período de 2-3 minutos, A mistura é efectuada usando uma máquina misturadora até se obter uma pasta homogénea.

Aplicação da mistura:

A mistura é aplicada manualmente sobre a parede com o auxílio de uma talocha metálica (liçosa) e deve-se apenas aplicar quando as paredes revestidas com rebocos à base de cimento estiverem completamente secas (Figura 18). Não deve ser aplicada a temperaturas inferiores a 5° C e superiores a 40° C.

O produto mantém-se em pasta, após a conclusão da amassadura, durante cerca de 20-35 min se o tempo de uso da massa ser curto e de 2-4h se for normal. Quando a mistura começa a fazer presa não deve ser mais utilizada, pois há perda a sua capacidade de aderência.



Figura 31. Barramento de tecto (1); Barramento de parede (2) (fonte: Autor)

- **Revestimento com ladrilho cerâmico**

A massa usada para o assentamento de ladrilhos foi o cimento cola, a sua preparação é feita adicionando água com o uso de uma misturadora eléctrica. A aplicação da mistura é feita sobre a parede ou pavimento e usando uma talocha dentada formando sulcos paralelos, a espessura da massa varia entre 4 a 5 mm.

O assentamento consiste em aplicar a peça de revestimento sobre a argamassa e com o auxílio de martelo de borracha para que a peça permaneça fixa na argamassa, amassando os sulcos criados pela talocha dentada.

Com a peça foram colocadas cruzetas entre as peças de modo a dar um pequeno espaçamento entre estas e formar juntas uniformes. As cruzetas usadas foram de 3 mm. O recorte de peças é feito usando o cortador de cerâmica.

Para o caso de azulejos nos bordos e encontros são colocadas calhas de alumínio. Após o assentamento é aplicado de betume sobre as juntas das peças usando uma espátula.



Figura 32. Colocação de azulejos (fonte: Autor)

- **Pinturas interiores e exteriores**

O acto de preparação da tinta pode se mal executado, conduzir à aplicação de um produto que não corresponde de facto à tinta fornecida ao cliente. É assim fundamental que todas as indicações fornecidas pelo fabricante sejam respeitadas. (Cardoso, 2009)



Figura 33. Pintura de parede interior (1); Pintura de fachadas (2) (fonte: Autor)

Para uma boa execução da pintura segue-se o seguinte fluxograma (fonte: *Procedimento De Execução De Serviço 21- Latache*):

- Preparar a base removendo manchas de óleo, graxa ou qualquer agente de contaminação e eliminar todas as partes soltas ou mal aderidas;
- Corrigir imperfeições profundas do substrato com o mesmo tipo de argamassa utilizado na execução do revestimento. Imperfeições menores em pontos localizados podem ser corrigidas com massa corrida, aplicada em camadas finas com desempenadeira de aço e espátula. Após a aplicação da massa, deve-se aguardar um período de cura de pelo menos quatro horas para dar continuidade ao serviço;
- Raspar e lixar a base, eliminando o pó, incrustações e sujeiras;
- Fazer o isolamento aplicando o selador ou fundo preparador de paredes diretamente sobre a superfície;
- Corrigir as irregularidades, aplicando uma demão de massa corrida, fazendo o lixamento, e retirando o pó;
- Preparar a tinta conforme orientações do fabricante;
- Aplicar 1ª demãos de tinta, com rolo de maneira uniforme. Em seguida verificar e corrigir as imperfeições e ondulações na parede;
- Após secar a 1ª demão, aplicar a 2ª demão de tinta para obter a cobertura necessária;

4.3.5. Revestimentos em pavimentos

- **Betonilha e nivelamento**

A espessura da betonilha variou de 1 a 3 cm, criando o desnível necessário para o escoamento das águas pluviais no piso da varanda.



Figura 34. Aplicação de betonilha (fonte: Autor)

- **Assentamento, afagamento e envernizamento do piso em parquet**

Foram usados tacos de madeira assentados por meio de cola, posteriormente o piso foi afagado com o objectivo de regularizar o pavimento (figura 35). De seguida, aplicou-se verniz de madeira.



Figura 35. Assentamento de parquet (1); Afagamento de parquet (2) (fonte: Autor)

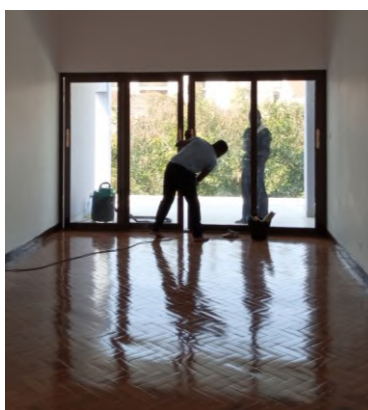


Figura 36. Envernizamento do piso em parquet (fonte: Autor)

- **Assentamento de piso cerâmico**

O piso cerâmico em tijoleiras foi assentado com cimento cola, após a fixação preencheu-se as fendas com betume (figura 37).



Figura 37. Colocação de piso cerâmico (fonte: Autor)

- **Assentamento de pavês**

Foi executado ao longo do perímetro dos jardins e passeios o assentamento de lancis de passeio. A sua execução teve em conta o levantamento topográfico e os desenhos arquitectónicos. Foram feitas pequenas escavações com dimensões aproximadas às do lancil, de modo a colocar betão de limpeza que serviu de base para assentar os lancis como ilustra a figura a seguir (Figura 38), a espessura definida do betão de limpeza foi de 5 cm e a cota foi definida usando as cotas de assentamento do pavê definidas através de levantamento topográfico.



Figura 38. Colocação de pavês (fonte: Autor)

4.3.6. Serralharia

➤ Quebra-sol em perfil rectangular

Foi instalado o quebra-sol em perfis metálicos, tomou-se atenção em conceber uma porta de inspenção para acesso.



Figura 39. Vedação em perfis metálicos (1); Quebra-sol em perfis metálicos (2) (fonte: Autor)

➤ Guarda-corpos

Os guarda-corpos da rampa em alumínio de deficientes foram instalados pelo subempreiteiro.



Figura 40. Guarda-corpos em rampa (fonte: Autor)

➤ Vedação

A vedação foi materializada por meio de mastros fixos ao muro de alvenaria, espaçados em 3 metros (figura 41). Após a fixação dos mastros, juntaram-se os perfis em grade por soldadura.



Figura 41. Colocação de mastros (1); Portão metálico (2) (fonte: Autor)

4.3.7. Caixilharia

➤ Portas

As caixilharias foram fixas com o uso de espuma expansiva de marca SIKA, processo este que permitiu mais celeridade (figura 42.1). As portas foram instaladas pelo subempreiteiro (figura 42.2).



Figura 42. Caixilharia de porta de madeira (1); Porta de alumínio (2) (fonte: Autor)

➤ Janelas em alumínio

As janelas foram instaladas pelo subempreiteiro. teve-se de tomar maior atenção à esquadria das janelas devido a dificuldade de corte do material (alumínio) em obra.



Figura 43. Janela de alumínio (fonte: Autor)

4.3.8. Impermeabilização da cobertura

Usou-se asfalto de impermeabilização a base de latex *Flexkote* (figura 44), aplicada a frio. Quando aplicada forma uma membrana que constitui uma barreira a infiltração de água, sendo resistente a cloretos e sulfatos (figura 45) .



Figura 44. Alfato de impermeabilização



Figura 45. Impermeabilização da laje de cobertura

4.3.9. Cobertura

A estrutura da cobertura é em madeira tratada, materializada por meio de asnas (figura 46). Com o objectivo de reforçar a impermeabilização usou-se telas plásticas (figura 47). Por fim, assentaram-se as telhas cerâmicas que são fixas por encaixe (figura 48).



Figura 46. Asnas da cobertura (fonte: Autor)
Autor)



Figura 47. Colocação de plástico na cobertura (fonte: Autor)



Figura 48. Colocação de telhas (fonte: Autor)

4.3.10. Instalações Hidráulicas

A inserção das tubagens de abastecimento de água e drenagem (interior e exterior) (figura 50) é precedida da abertura de roços tendo como base a localização dos dispositivos sanitários. A união entre as tubagens é feita com o auxílio de uma máquina de solda de tubos PPR.



Figura 49. Instalação hidráulica (fonte: Autor)



Figura 50. Abertura de roços (1); Colocação de tubagens (2) (fonte: Autor)

4.3.11. Instalações Elétricas

Com o objectivo de alimentar os novos espaços e aumentar a “capacidade de carga” a execução das instalações eléctricas consistiu na instalação de novos circuitos, ampliação e reaproveitamento de algumas condutas já presentes.



Figura 51. Montagem do quadro eléctrico (1); Quadro eléctrico instalado (2) (fonte: Autor)

Capítulo 5: Estudo de Caso – Reforço Estrutural

5.1. Dimensionamento de escadas e sua estrutura de suporte

A. Situação encontrada



Figura 52. Local das futuras escadas (fonte: Autor)

Havia a necessidade de dimensionamento de uma escada de betão armado que ligasse o 1º e 2º piso. Foi a princípio dimensionado uma escada, porém tal dimensionamento ignorava a estrutura já existente, tendo esta ficado sem estrutura de apoio concebida e ergonomicamente inviável.

Foi solicitado ao projectista que rectificasse o desenho das escadas para que esta se torna-se viável. Sendo assim, as escadas tiveram a seguinte configuração:

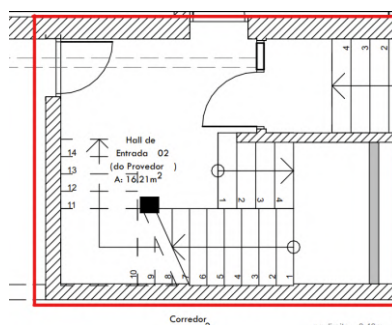


Figura 53. Planta de escadas do projecto (fonte: Projecto Arquitectónico – ver Anexo I)

O problema resumiu-se em conceber e dimensionar as escadas e a estrutura de apoio da mesma, e fornecer o seu detalhamento estrutural.

B. Esquema da escada e estrutura de apoio

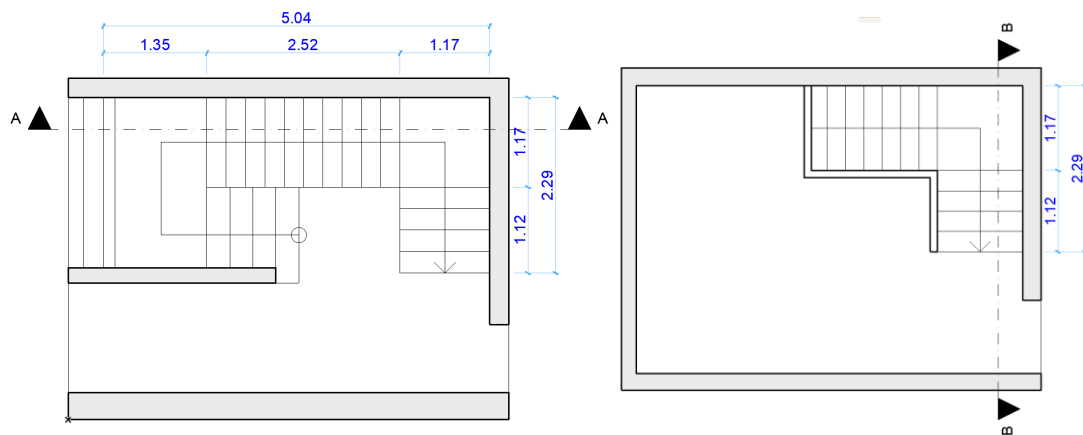


Figura 54. Planta das escadas remodeladas (fonte: Autor)

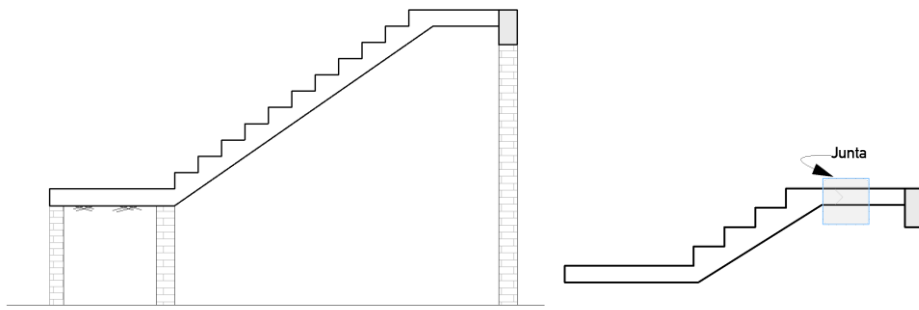


Figura 55. Alçado de escadas (fonte: Autor)

C. Metodologia

Sistema estrutural:

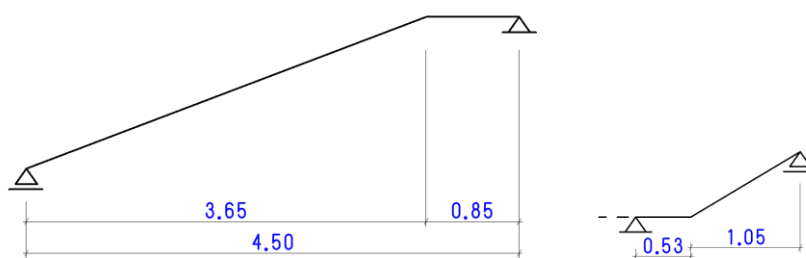


Figura 56. Diagrama do corpo livre de escadas (fonte: Autor)

Considera-se a escada de laje em betão armado, com a seguinte expressão:

$$h \geq \frac{\alpha \times l}{30\eta} = \frac{1,0 \times 4,50}{30 \times 1,0}$$

$$h=0.15 \text{ m (altura mínima da lajeta)}$$

Os cálculos encontram-se na memória de cálculo no anexo.

D. Solução adotada:

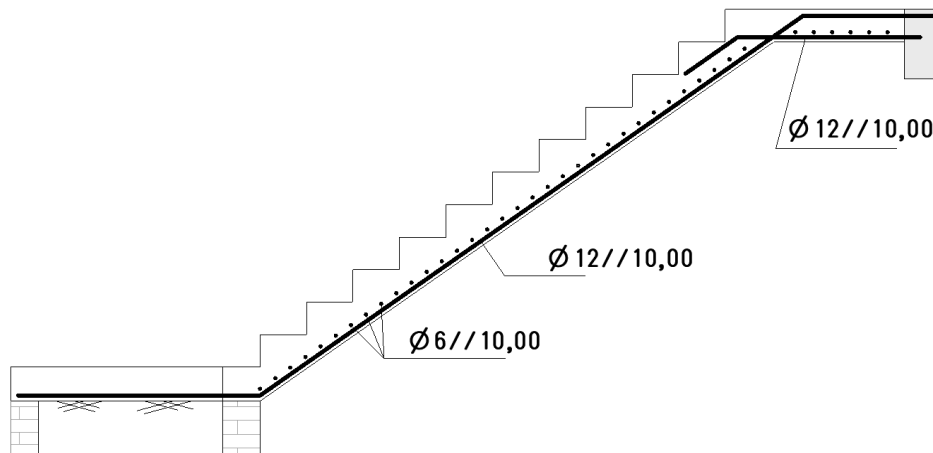


Figura 57. Armaduras do lance 1 (fonte: Autor)

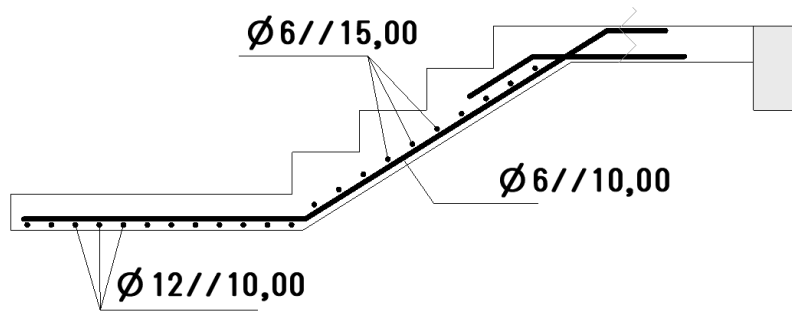


Figura 58. Armaduras do lance 2 (fonte: Autor)



Figura 59. Escadas executadas (fonte: Autor)

5.2. Reforço de laje com recurso a estrutura metálica

A. Situação encontrada

Após a decisão de abertura da laje para albergar as escadas de acesso, houve a necessidade de verificar a estabilidade da laje. Sendo verificada a estabilidade da laje, há necessidade de reforçar esta laje cuja configuração geométrica e funcionamento foi alterado (ver figura 61).



Figura 60. Prumos em laje demolida parcialmente (fonte: Autor)

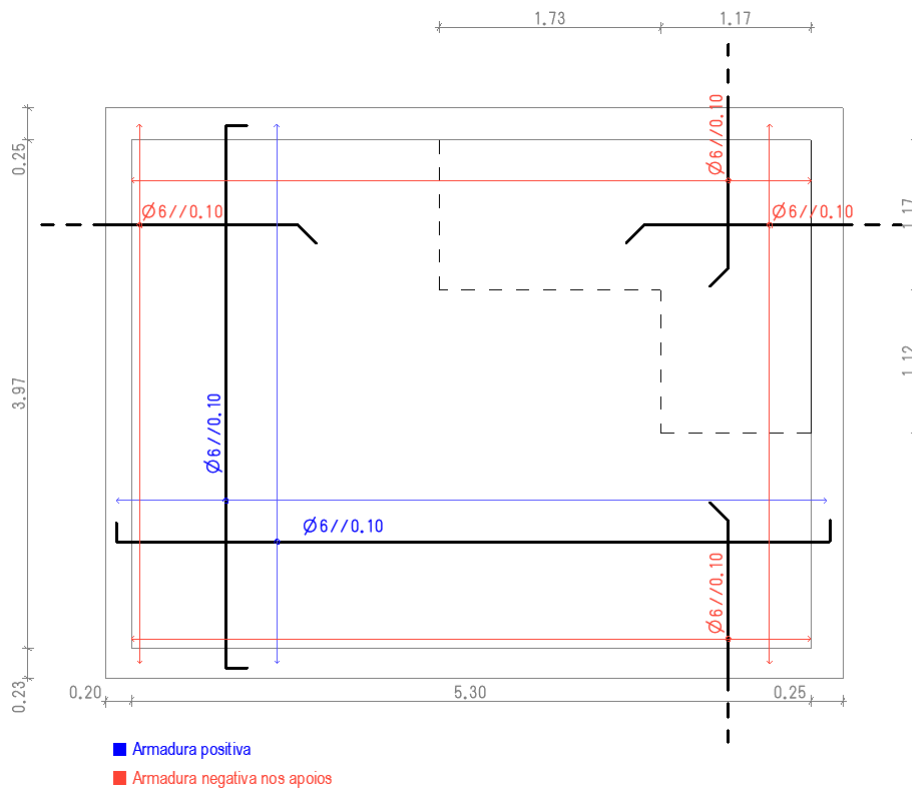


Figura 61. Armaduras da laje parcialmente demolida (fonte: Autor)

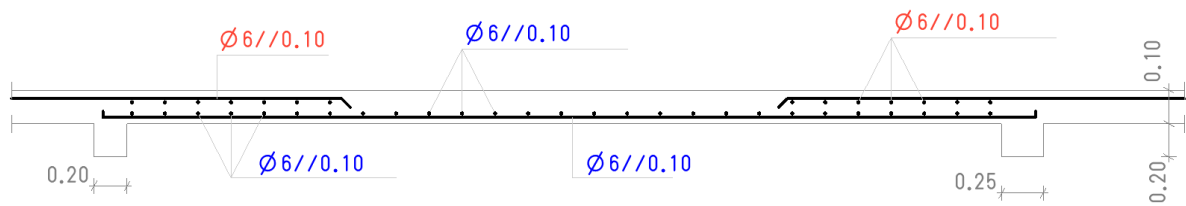


Figura 62. Corte esquemático da laje parcialmente demolida (fonte: Autor)

B. Simulação do diagrama de esforços da laje parcialmente demolida

Indica-se a incapacidade de resistir aos momentos negativos na laje por ausência de armaduras, zona a vermelho indicando o surgimento de momentos negativos na laje (figura 63).

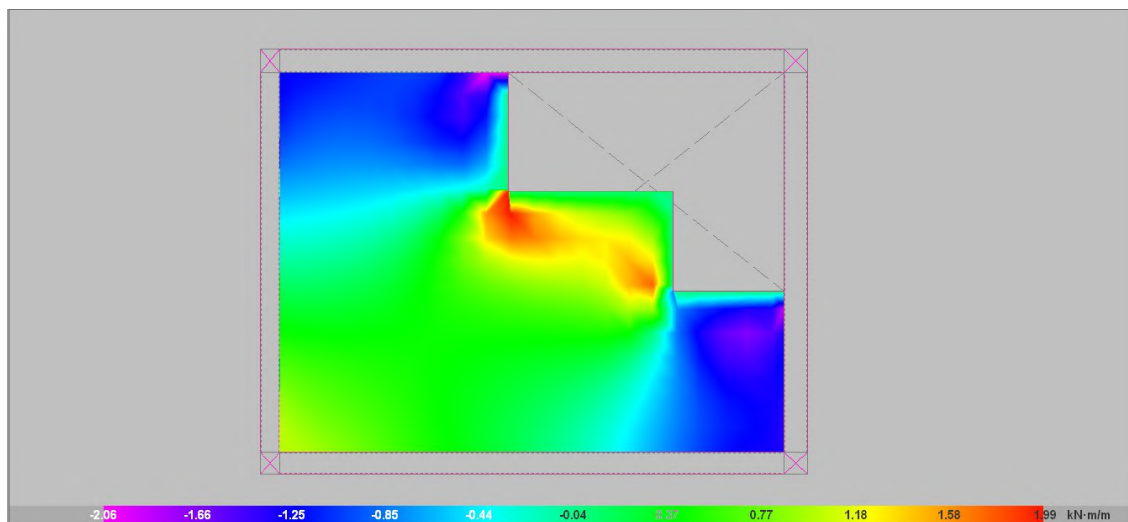


Figura 63. Diagrama de momentos flectores xy da laje parcialmente demolida (fonte: CYPECAD)

$$M_{sd} = 1,99 \text{ kN.m/m}$$

C. Metodologia

Sendo a laje armada apenas na fibra inferior, importava garantir que esta não tivesse momentos negativos na laje. Para satisfazer esta condição aplicou-se um perfil IPE ao longo do bordo livre maior, desta forma garantindo que a laje funcione correctamente (ver figura 64).

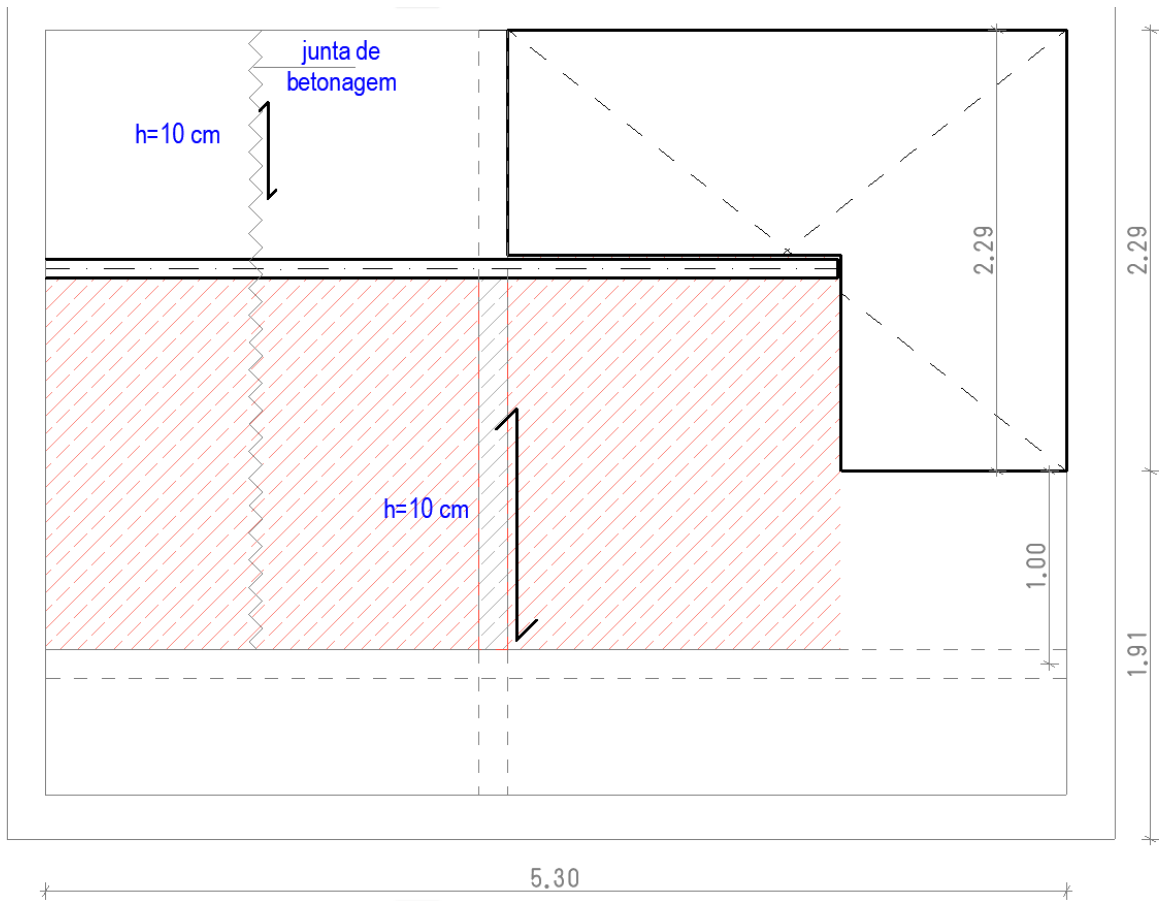


Figura 64. Planta esquemática da área considerada (fonte: Autor)

D. Solução adotada

Considerando as acções, esforços e deformações apresentadas na memória de cálculo em anexo, a viga e o pilar serão em perfil metálico IPE200.

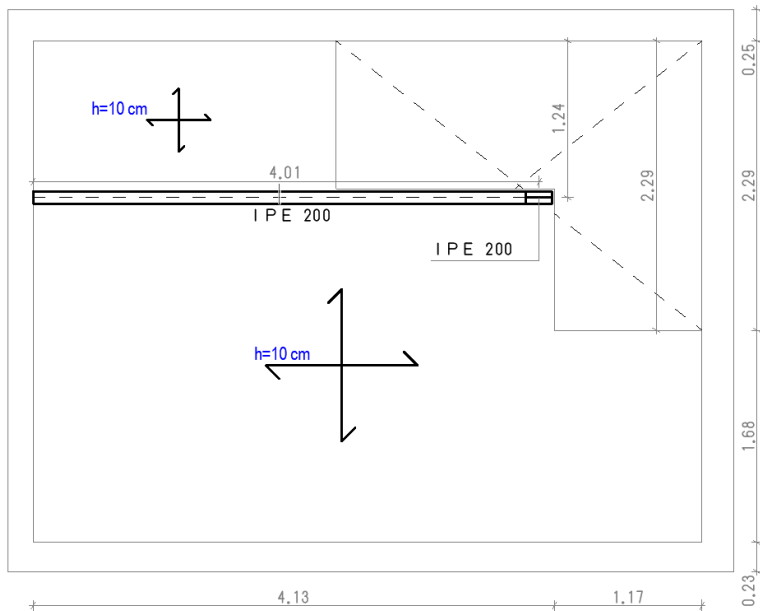


Figura 65. Planta do reforço da laje parcialmente demolida (fonte: Autor)

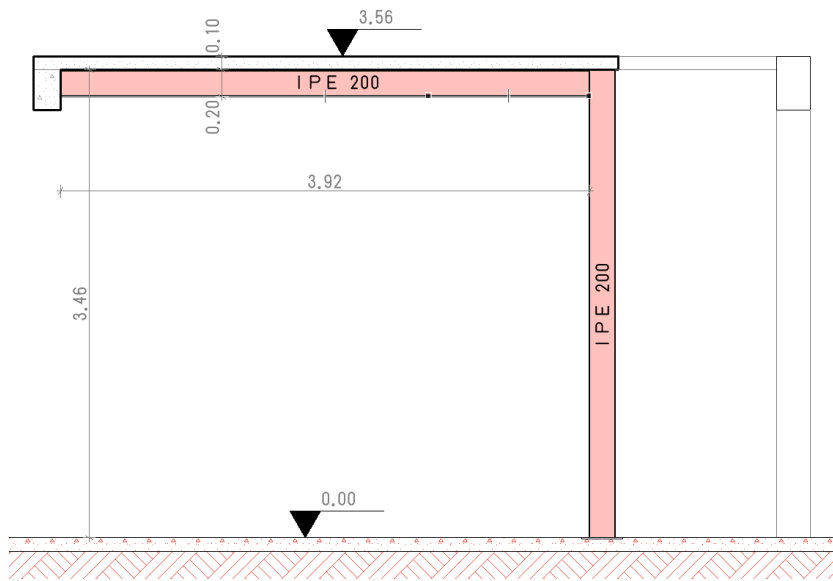


Figura 66. Alçado da estrutura de reforço da laje parcialmente demolida (fonte: Autor)

5.3. Reforço da laje da varanda principal com recurso a pilares metálicos

A. Situação encontrada

A laje de cobertura da varanda do 2º piso, de acordo com o projecto executivo, apoiava-se em apenas um pilar, sendo que notou-se a ausência de 2 pilares (figura 67), colocando em causa a estabilidade da laje.

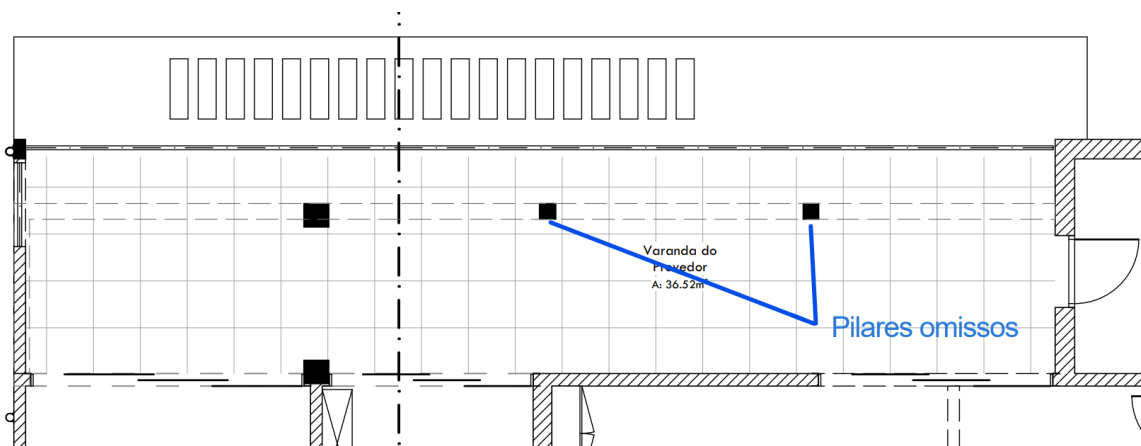


Figura 67. Planta com pilares omissos (fonte: Projecto Arquitectónico)

B. Apresentação dos diagramas de esforços e deformada

Considerando a distância entre os pilares, tendo em conta o vão de 9 metros, estas dimensões a considerar-se momentos (figura 68) e deformações excessivas (figura 69), que podem ser verificadas pelos diagramas seguintes.

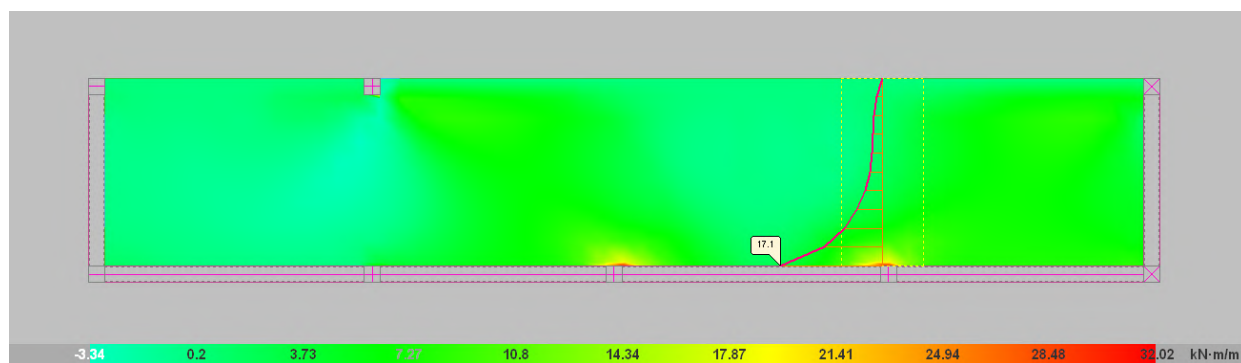


Figura 68. Momento flector na laje sem pilares de reforço

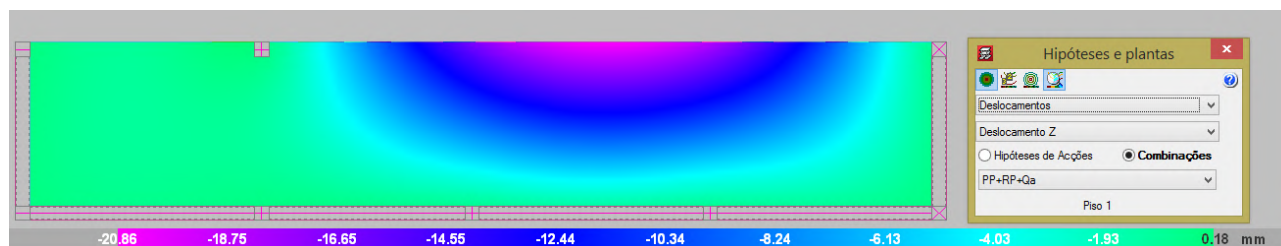


Figura 69. Flecha imediata da laje sem pilares de reforço (fonte: CYPECAD)

C. Metodologia e solução adoptada

Com o objectivo de garantir a estabilidade da laje e reduzir a deformação, reforçou-se a laje com recurso a uma viga em betão armado apoiada a dois pilares metálicos (figura 70). Esta viga de reforço foi executada pelo método de adição de elementos e os pilares encontravam-se assentes a viga do pavimento inferior. Os cálculos encontram-se na memória de cálculo em anexo.

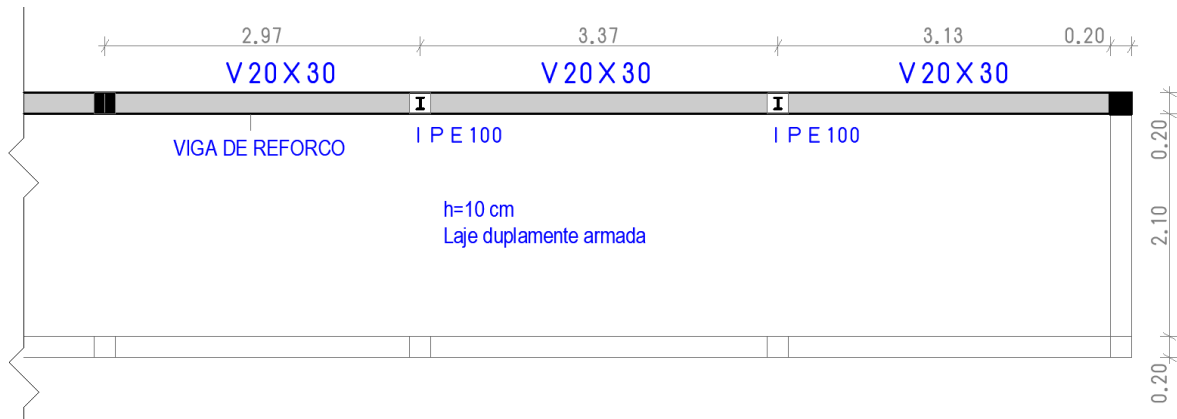


Figura 70. Planta esquemática do reforço da laje (fonte: Autor)

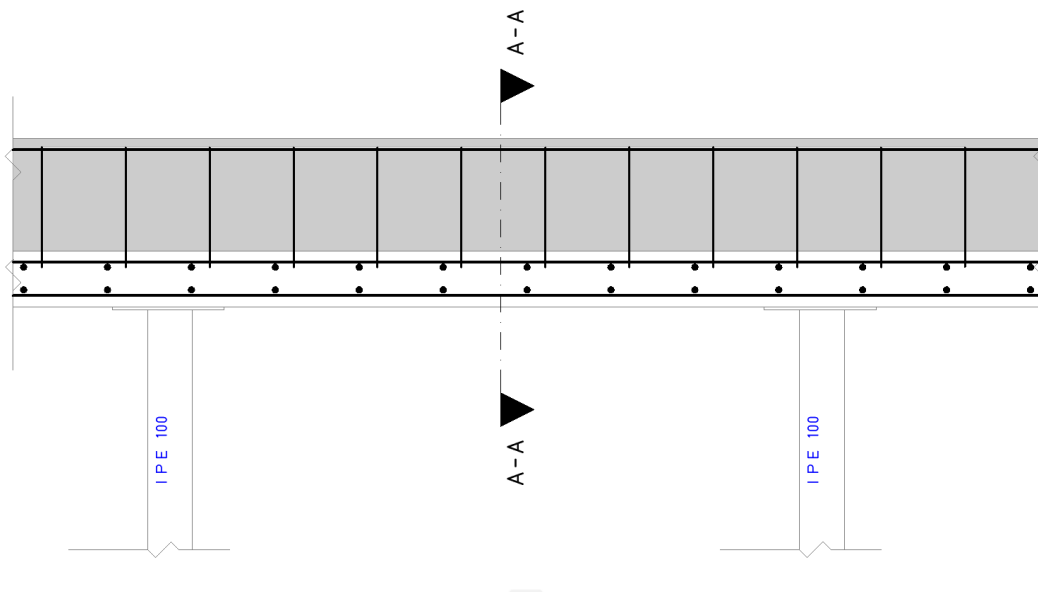


Figura 71. Corte da laje com reforço de pilares metálicos (fonte: Autor)

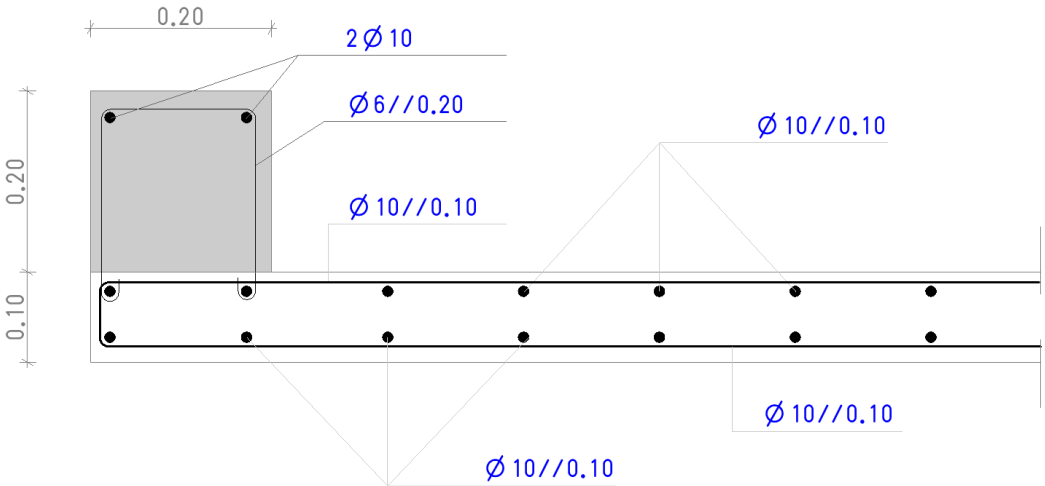


Figura 72. Corte transversal da laje reforçada com viga (fonte: Autor)

Capítulo 6: Conclusões e Recomendações

6.1. Conclusões

Foi demonstrado que a escassez de informação relativa à projectos de edificios antigos influencia negativamente na qualidade dos projectos de reabilitação que por sua vez geram repercussões na fase de execução.

Relativamente ao projecto, foi demonstrado que as omissões no projecto de remodelação e reabilitação quanto à metodologia de execução, dimensionamento e especificações técnicas o que afectam o cronograma de trabalho, por conseguinte, os custos da obra.

Constatou-se que a qualidade do projecto na fase de execução depende da apresentação um plano de trabalho que represente de forma realística o escopo de trabalho e sua complexidade e que preveja possíveis adversidades futuras, deste modo, minimizando omissões de projecto e apresentando prazos realísticos.

Por fim, conclui-se que a fiscalização teve um papel fundamental para o sucesso do projecto ao intervir de forma antecipada e preventiva, apresentando soluções com vista colmatar as adversidades que surjam em obra.

6.2. Recomendações

As intervenções com vista a reformar, reabilitar e reforçar edificios com frequência constituem desafios a ter em conta, principalmente quando se trata de construções antigas, deste modo recomenda-se:

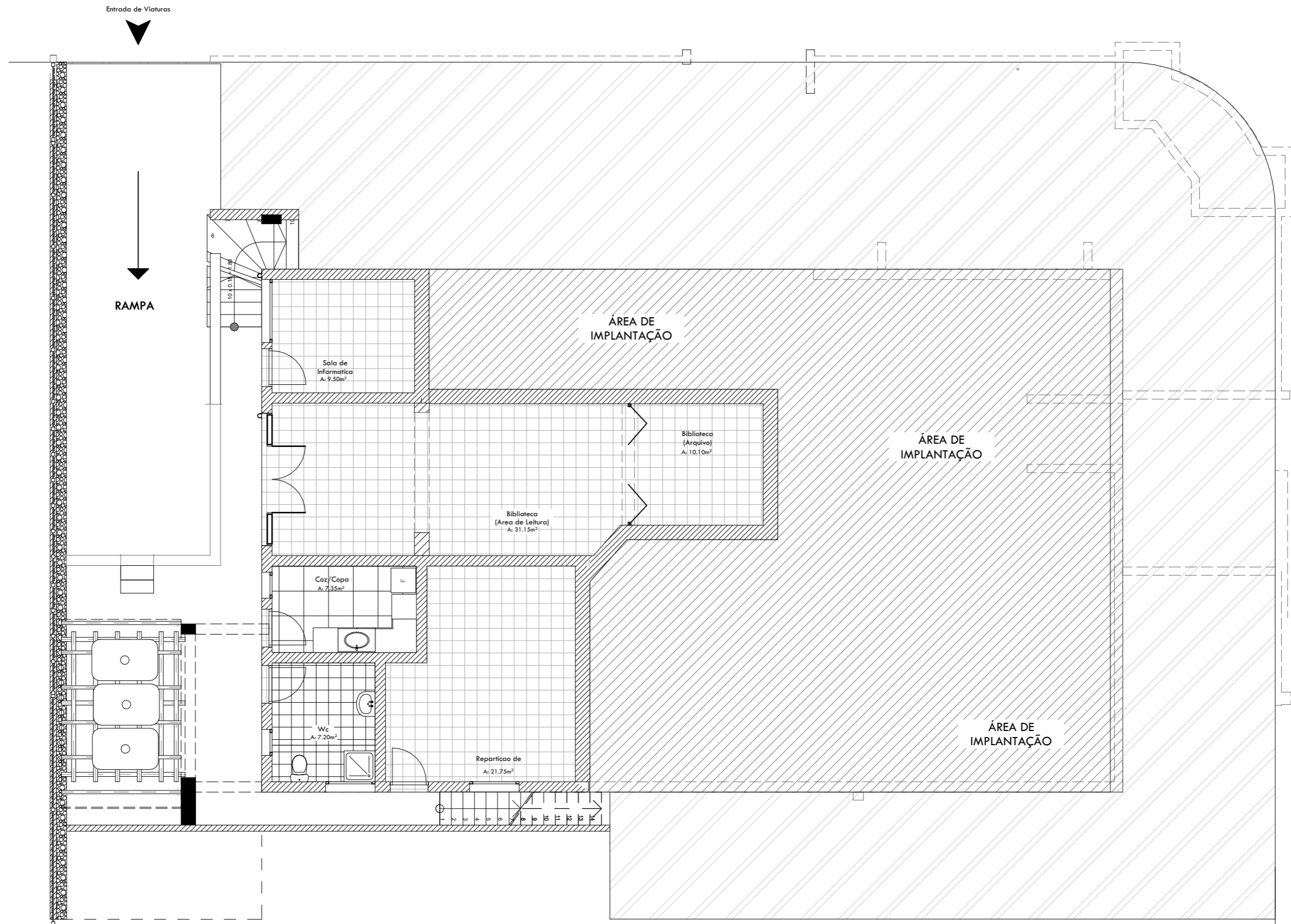
- O arquivamento e disponibilização de informação relativa ao projecto e execução de obras antigas por parte das autoridades competentes.
- A produção de documentação sobre o projecto e execução nas seguintes componentes: metodologia de intervenção, dimensionamento, procedimentos de execução, especificação e controlo de qualidade, por parte dos consultores e projectistas.
- Às empreitadas, definir o plano de trabalho de forma clara, prevendo o escopo de trabalhos e sua complexidade, solicitar esclarecimentos antecipadamente de forma a reduzir omissões de projecto e apresentar prazos realísticos;
- Aos donos de obra, prever e exigir os componentes do projecto fundamentais para o sucesso da obra, devendo recorrer á consultores especializados.

Capítulo 7: Referências Bibliográficas

- **Decreto no 5/2016, de 8 de Março** - Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado. *Boletim da República* – SERIE I número 28 de 8 de Março. Maputo: Imprensa Nacional De Moçambique, 2016
- **Appleton, João (2014)** Reabilitação de Edifícios: princípios e práticas. Em: 2.as Jornadas da Especialização em Direção e Gestão da Construção. 30 de Outubro de 2014.
Disponível a partir de:
https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/jappleton_1452865970545a07405d43c.pdf
- **Pereira, A. (2013)**. *Operações de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Tese de mestrado em Engenharia Civil — Especialização Em Construções. Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto, Porto.
- **Appleton, J. e Costa, A.. (2011)**. “Reabilitação e reforço de estruturas”, IST.
- **Appleton, J. e Gomes, A. (1997)**. “Reforço de estruturas de betão armado por adição de armaduras exteriores.” *Revista portuguesa de Engenharia de Estruturas* nº41.
- **Appleton, J. e Gomes, A. (1997)** , “Reforço de Estruturas de Betão Armado por Encamisamento das Secções.” *Revista portuguesa de Engenharia de Estruturas* nº42.
- **Costa, A. (2014)**. “Reforço Com Pré-Esforço Exterior”, Mestrado em Engenharia de Estruturas, IST. Disponível a partir de:
http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/RREst/Aulas_Apresentacoes/07_Bibliografia_slides%20aulas/REF-PE-EXT.pdf
- **Perneta, H. (2010)**. *Pontes Metálicas Em Ambiente Marítimo: Metodologias De Avaliação, Reparação E Protecção*. Tese de mestrado em Engenharia Civil, Universidade da Madeira, Funchal. 60 pp.
- **Vieira, F. (2016)**. *Fiscalização na Reabilitação de Edifícios*. Tese de mestrado em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Aveiro, Aveiro. 7 pp.

ANEXOS

Anexo I: Planta Arquitectónica dos Pavimentos



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

Discente:
Cipriano, Silvano Hank Xavier

Supervisor:
Eng. Jorge Pindula

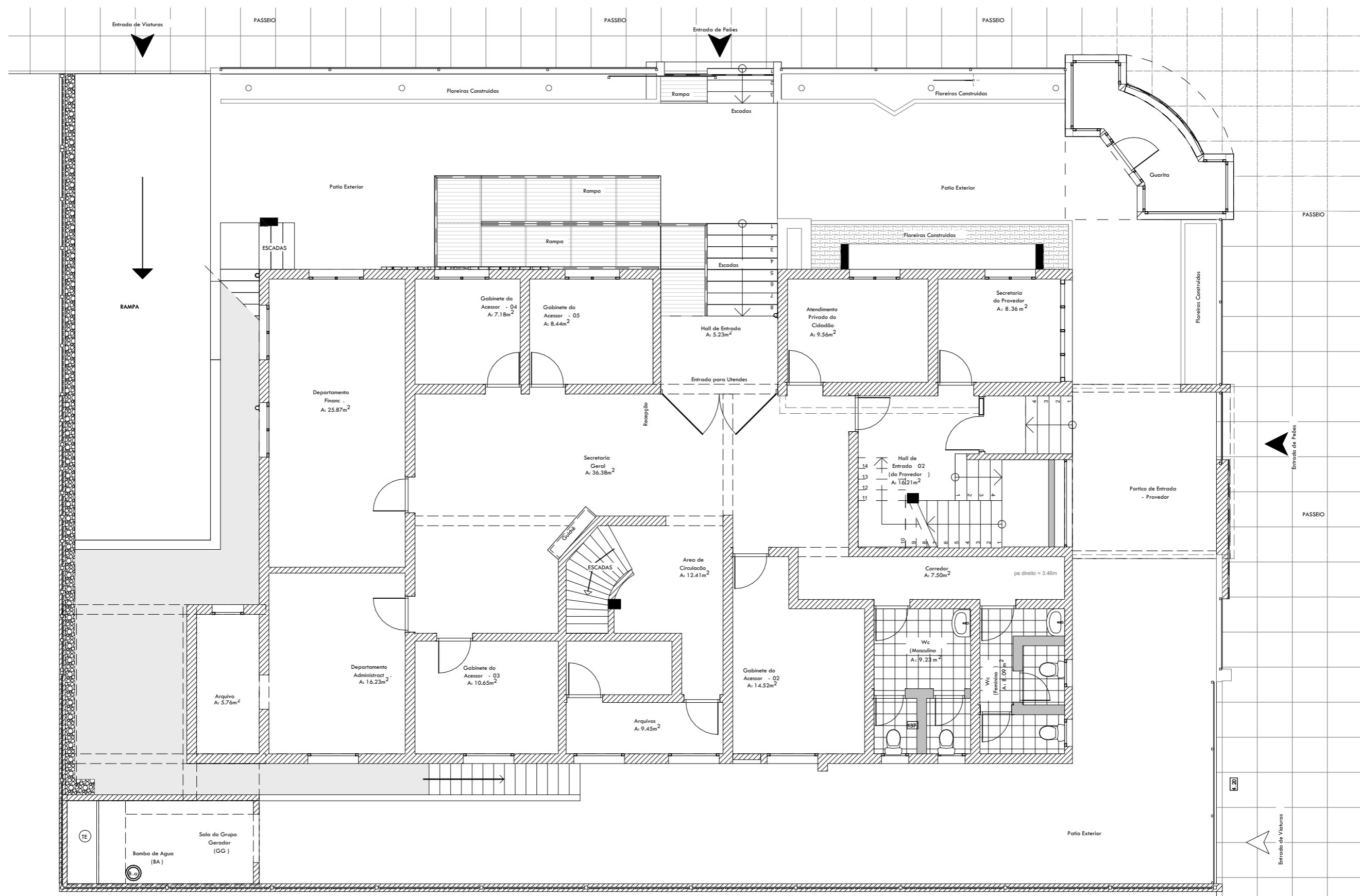
RELATORIO DE ESTAGIO - Remodelacao e Reabilitacao do edificio do GPJ

Assunto:
Planta Arquitectonica- CAVE - GPJ

Desenho n°: **1** Folha: **A** Escala: **1:100**

Especialidade:
Arquitectura

Disciplina:
Estagio Profissional **08/2022**



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

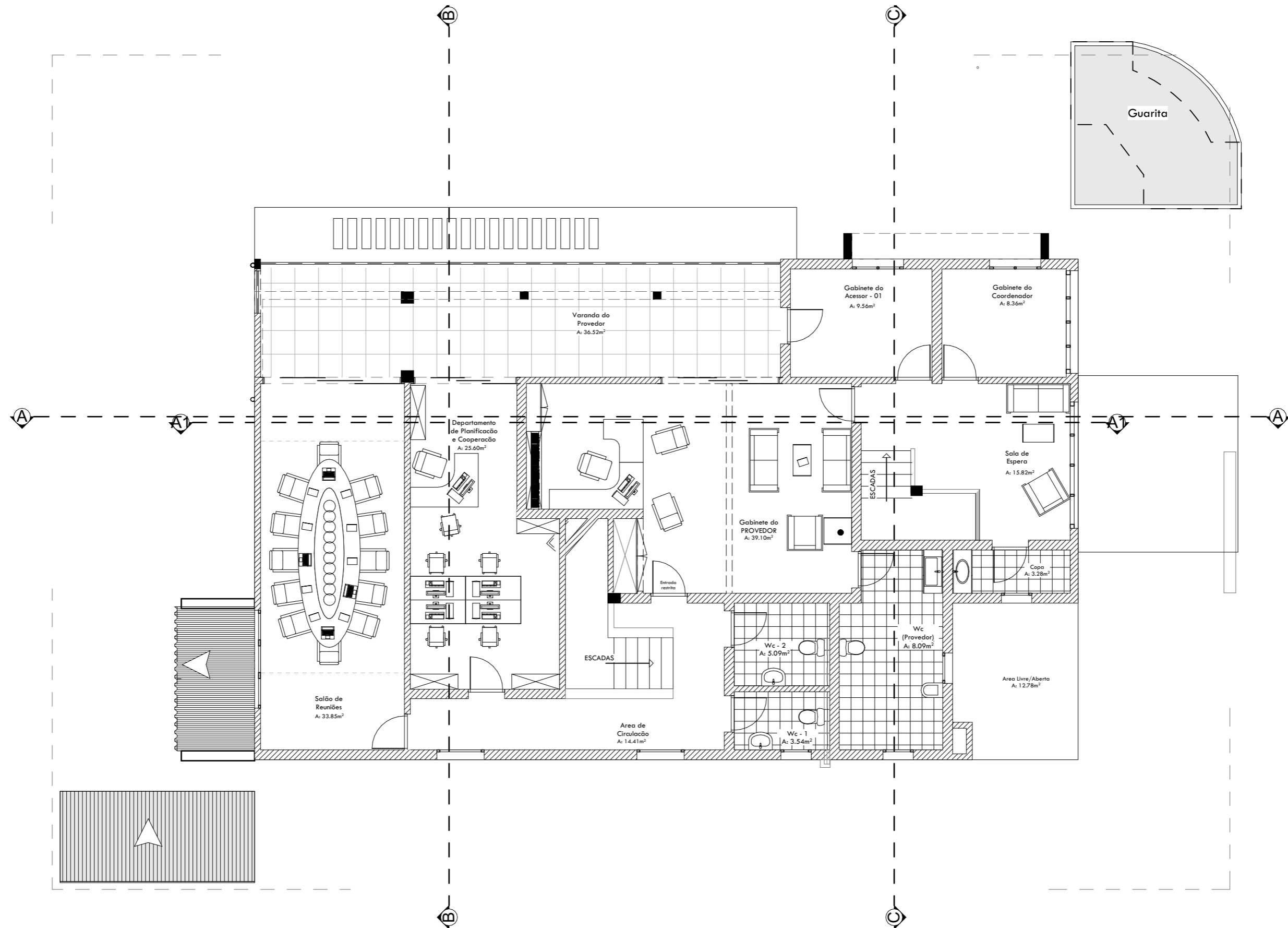
Discente:
Cipriano, Silvano Hank Xavier

Supervisor:
Eng. Jorge Pindula

RELATORIO DE ESTAGIO - Remodelacao e Reabilitacao do edificio do GPJ

Assunto:	Planta Arquitectonica- PISO 1 - GPJ	Desenho n°:	2	Folha:	A	Escala:	1:100
----------	--	-------------	----------	--------	----------	---------	--------------

Especialidade:	Arquitectura	Disciplina:	Estagio Profissional	08/2022
----------------	---------------------	-------------	-----------------------------	----------------



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

Discente:
Cipriano, Silvano Hank Xavier

Supervisor:
Eng. Jorge Pindula

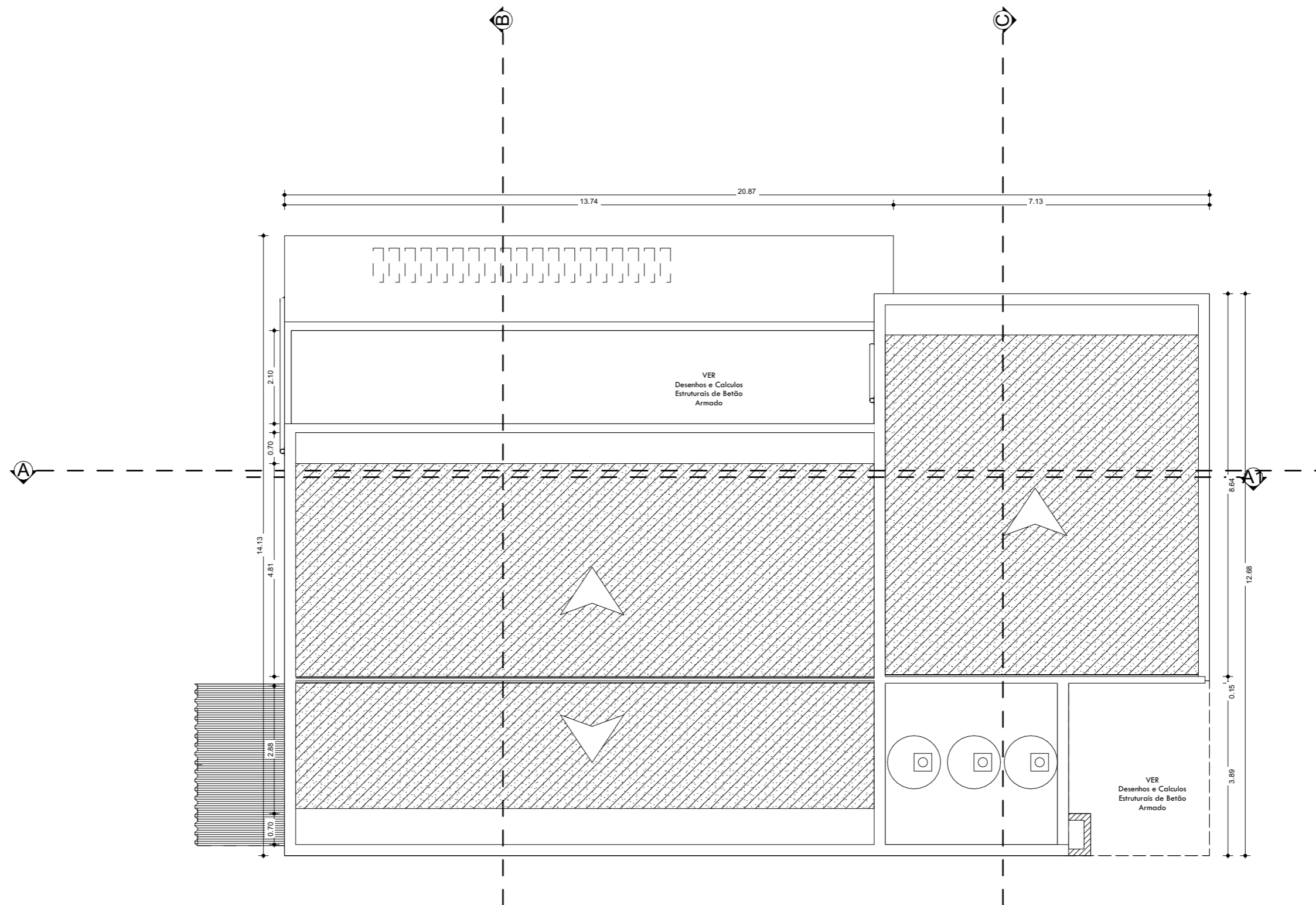
RELATORIO DE ESTAGIO - Remodelacao e Reabilitacao do edificio do GPJ

Assunto:
Planta Arquitectonica- PISO 2 - GPJ

Desenho n°: **3** Folha: **A** Escala: **1:100**

Especialidade:
Arquitectura

Disciplina:
Estagio Profissional **08/2022**



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

Discente:
Cipriano, Silvano Hank Xavier

Supervisor:
Eng. Jorge Pindula

RELATORIO DE ESTAGIO - Remodelacao e Reabilitacao do edificio do GPJ

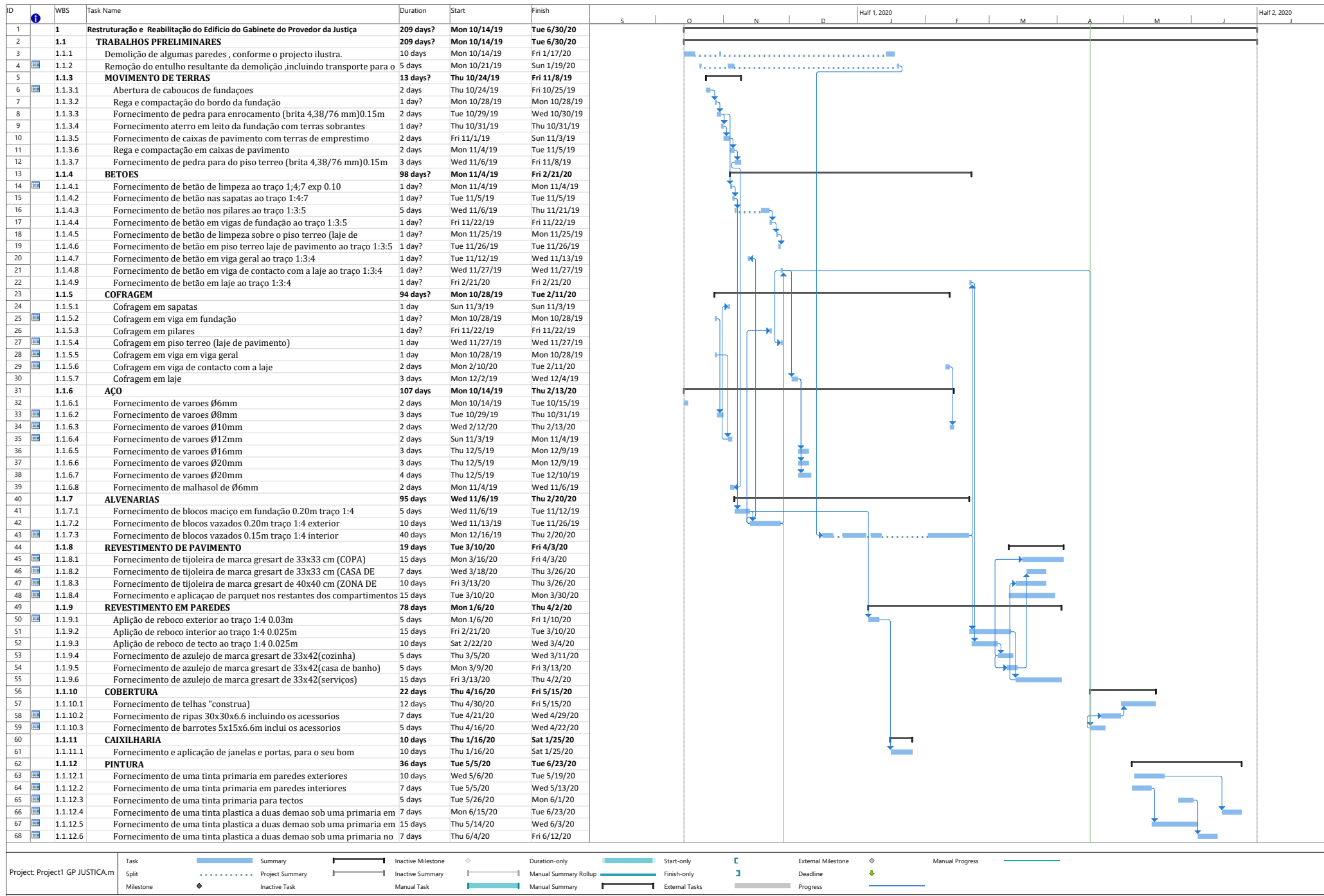
Assunto:
Planta Architectonica- COBERTURA - GPJ

Desenho n°: **4** Folha: **A** Escala: **1:100**

Especialidade:
Arquitectura

Disciplina:
Estagio Profissional **08/2022**

Anexo II: Cronograma de Actividades



ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Half 1, 2020												Half 2, 2020
						S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J		
69	1.1.1.3	INSTALACAO SANITARIA	15 days	Mon 6/1/20	Fri 6/19/20													
70	1.1.13.1	Fornecimento e aplicacão de tubos PVC de varios diamentros, poliban,	15 days	Mon 6/1/20	Fri 6/19/20													
71	1.1.14	ELECTRECIDADE	175 days	Wed 11/27/19	Tue 6/30/20													
72	1.1.14.1	Fornecimento e aplicaco de todo o material electrico necessario para o	81 days	Wed 11/27/19	Fri 6/12/20													
73	1.1.14.2	MURRO DE VEDACAO	30 days	Wed 5/20/20	Tue 6/30/20													
74	1.1.14.3	ARRANJOS EXTERIORES serviços de jardinagem incluindo passareiras em toda a	15 days	Wed 6/10/20	Tue 6/30/20													

Project: Project1 GP JUSTICA.m	Task		Summary		Inactive Milestone		Duration-only		Start-only		External Milestone		Manual Progress	
	Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Finish-only		Deadline			
	Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		Progress			

Anexo III: Exemplos de relatórios mensais, actas de reunião e livro de obra

I. Anotações no Caderno de Obra

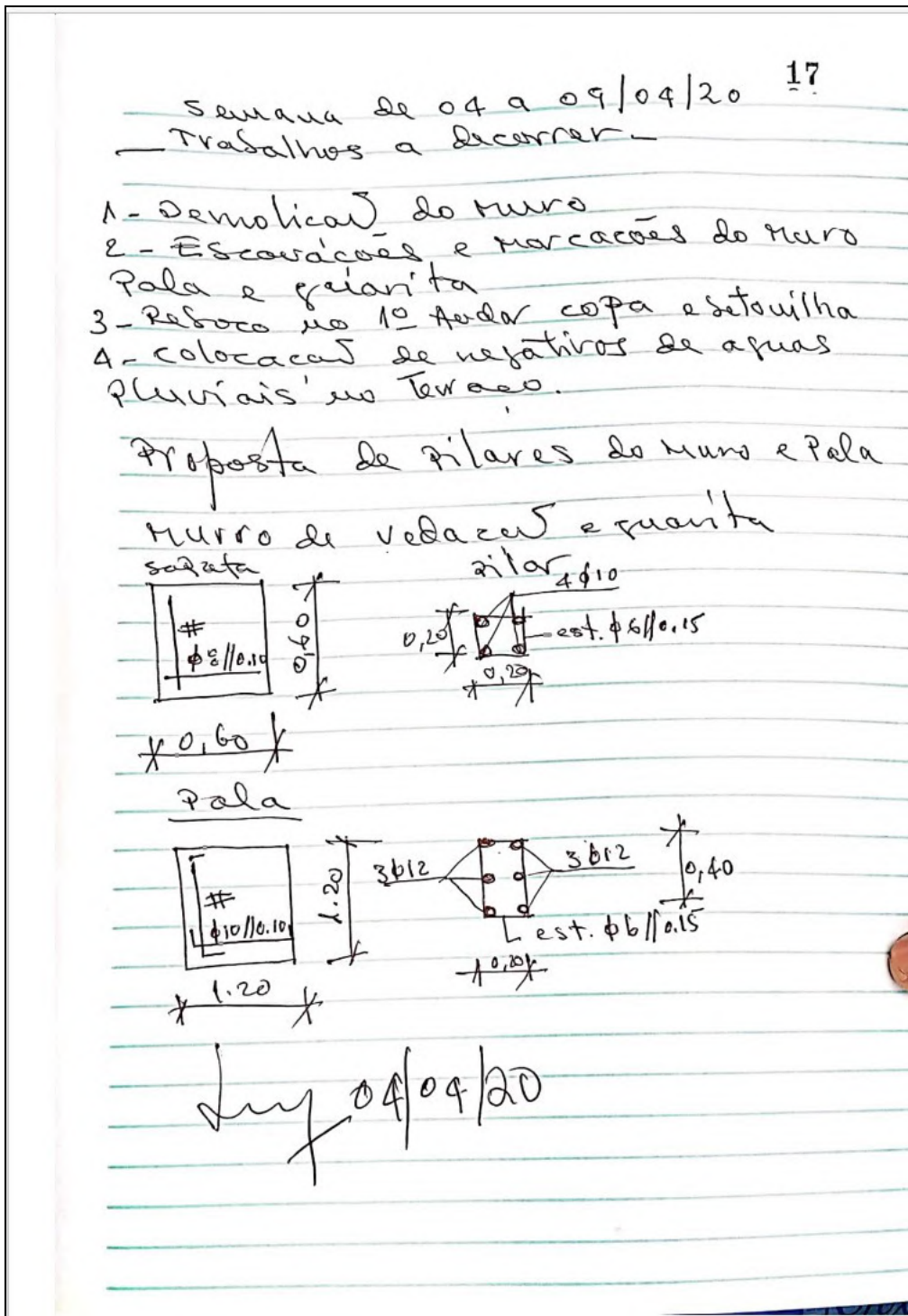



Figura 73. A3-1 Exemplar de anotações no caderno de obra

II. Monitoramento do cronograma de actividades

OBRAS DE REABILITAÇÃO E REMODELAÇÃO DAS FUTURAS INSTALAÇÕES DO GPJ	 CENTRO DE ESTUDOS DE ENGENHARIA Unidade de Produção
Data: 19/06/2020	Monitoramento do Cronograma de Actividades

Monitoramento do cronograma de actividades realizadas até ao dia 19.06.2020


ACTIVIDADES

- Pala**
 - Todas actividades cumpridas.
- Pintura**
 - A preparação e limpeza de paredes devia a 25.05.2020, em falta encontram-se parte das paredes laterais exteriores e paredes da WC da cave. **(item 2.1)**
- Pavimentos**
 - O assentamento de tijoleiras devia terminar a 08.06.2020; **(item 3.3)**
 - O assentamento e afagamento de parquet devia terminar a 19.06.2020. **(item 3.4)**
- Reboco/Paredes**
 - O acabamento de paredes da casa de banho exterior devia terminar a 19.06.2020; **(item 5.1)**
 - O assentamento de azulejos devia terminar a 08.06.2020; **(item 5.2)**
 - O assentamento da paliçada devia terminar a 15.06.2020. **(item 5.4)**
- Cobertura**
 - A impermeabilização da laje de cobertura do 1º andar devia ter terminado a 04.06.2020 **(item 6.1)**;
 - O assentamento de telhas devia ter terminado a 18.06.2020 **(item 6.2)**.
- Hidráulica**

As actividades encontram-se dentro do prazo.

Figura 74. A3-2 Exemplar do relatório de monitoramento do cronograma

III. Relatório mensal


Dirigido a:	RELATÓRIO DE FISCALIZAÇÃO			Realizado por:
GPJ	Data: 29/05/2020	Maputo	Ramo: Construção de edifícios	

ÍNDICE GERAL

DADOS GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO – OBJECTO DO RELATORIO.....	3
2. PRINCIPAIS ACTIVIDADES NO PERIODO.....	4
3. PROGRESSO DOS TRABALHOS	5
3.1. Plano de trabalhos em vigor	5
3.2. Progresso físico da obra	5
3.3. Avanços e atrasos mais significativos.....	5
3.4. Condições climatéricas no periodo	6
4. SITUAÇÃO FINANCEIRA.....	6
5. ESTALEIRO - EQUIPAMENTO E PESSOAL EM OBRA	6
5.1. Equipamento.....	6
5.2. PESSOAL.....	6
6. CONTROLO DA QUALIDADE.....	6
6.1. Processos construtivos.....	6
6.2. APROVAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	7
6.3. NÃO CONFORMIDADES DETECTADAS EM OBRA.....	7
6.4. PLANOS DE INSPECÇÃO E ENSAIO – PIE'S	7
7. SUB EMPREITEIRO (S).....	7
8. HORÁRIO DE TRABALHO.....	7
9. ALTERAÇÕES AO PROJECTO.....	7
10. OCORRÊNCIAS ANORMAIS.....	7
11. SEGUROS DA EMPREITADA	8
12. SEGURANÇA DA OBRA.....	8
13. REGISTO FOTOGRÁFICO	8
14. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	8
ANEXOS.....	9

Figura 75. A3-3 Exemplar de relatório mensal

IV. Acta de reunião

OBRAS DE REABILITAÇÃO E REMODELAÇÃO DAS FUTURAS INSTALAÇÕES DO GPJ		 CENTRO DE ESTUDOS DE ENGENHARIA Unidade de Produção	
Local: Obra Data:		REUNIÃO DE OBRA	

ACTA DA REUNIAO NO.

1. Presentes
Empreiteiro (OBRA RAPIDA):
Fiscalizacao (CEE-UP):


2. Assuntos discutidos

	Temas	Descrição	Resp
1.	ASSUNTOS GERAIS		
1.1	Antecedentes e Acta anterior		
A	Justificação do atraso no cumprimento do prazo da obra		Empr
B	Reforço da laje da escada		Empr
C	Impermeabilização		Empr
D	Higiene e Segurança no trabalho - HST		Empr
2	TRABALHOS DA EMPREITADA		
A	Situação da Obra		
B	Alpendre		Empr
C	Trabalhos de cablagem de dados		Empr
D	Casas de banho da cave		Empr
E	Diversos	<ul style="list-style-type: none"> Reuniões da obra: são realizadas com periodicidade semanal as sextas-feiras pelas 10h00, sendo a próxima reunião agendada para o próximo dia 27.06.2020 	Todos

1/3


Figura 76. A3-4 Exemplar de acta de reunião

V. Relatório de vistoria

Dirigido a:	RELATÓRIO DE FISCALIZAÇÃO			Realizado por:
GPJ	Data: 10/08/2020	Maputo	Ramo: Construção de edifícios	

XI. Laje das casas de banho:

- o falta de acabamentos na laje de cobertura das casas de banho.



XII. Paredes do terraço:

- o Fissuras no perímetro do terraço;
- o Paredes não pintadas.


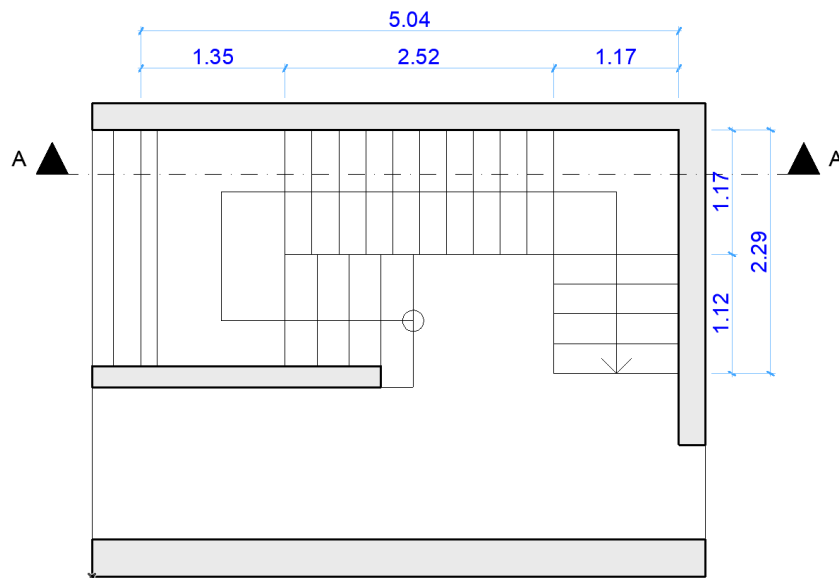


Figura 77. A3-5 Exemplo de relatório de vistoria

Anexo VI: Memória de Cálculo das soluções adoptadas

1. ESCADAS



a. Esquema de cálculo

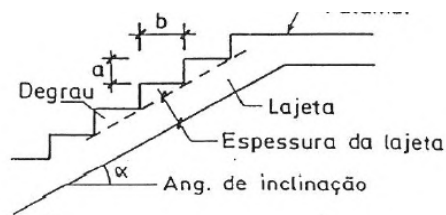


Figura 78. A4-1 Representação geométrica do lance tipo

$$\begin{cases} a = 0,15 \text{ m} \\ b = 0,30 \text{ m} \\ h = 0,20 \text{ m} \end{cases} \Rightarrow \left\{ \tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{0,15}{0,3} \Rightarrow \alpha = 26,57 \rightarrow \cos \alpha = 0,89 \right.$$

b. Espessura aproximada

Para se ter em conta as deformações:

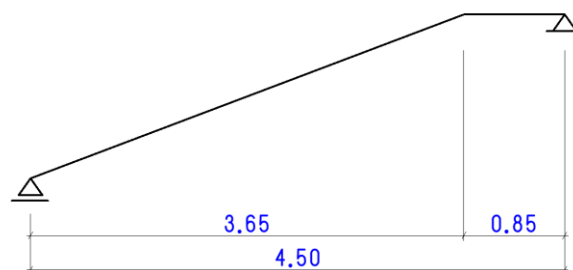


Figura 79. A4-2 Diagrama de corpo livre do lance 1

$$l_3 = 4,50 \text{ m (simplesmente apoiada, } \alpha = 1,0)$$

$$h = \frac{l_i}{30 \times \eta} \Rightarrow h \geq 0,15 \text{ m}$$

$$h = 0,15 \text{ m} \Rightarrow d = 0,12 \text{ m}$$

c. Determinação das cargas

➤ Patamar:

$$PP_{\text{laje}} = 0,15 \times 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Revestimento} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Total} = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

➤ Lanço:

$$PP_{\text{lajeta}} = 0,15 \times 25 \times \frac{1}{\cos \alpha} = 3,75 \times \frac{1}{0,89} = 4,21 \text{ kN/m}^2$$

$$PP_{\text{degraus}} = \frac{a}{2} \times 25 = \frac{0,15}{2} \times 25 = 1,88 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Revestimento} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Total} = 10,60 \text{ kN/m}^2$$

d. Cargas e esforços de dimensionamento dos elementos estruturais

➤ Elemento estrutural, L_2

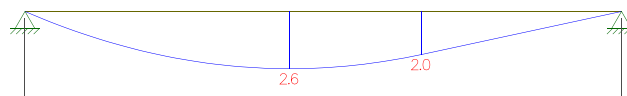


Figura 80. A4-3 Diagrama de momentos flectores do lance 2

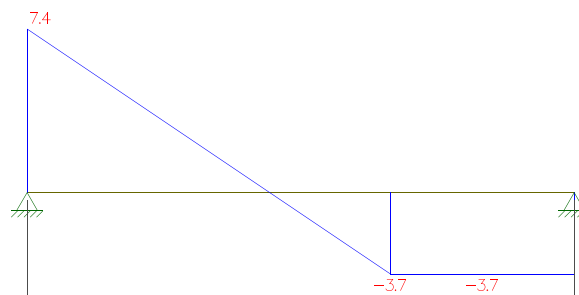


Figura 81. A4-4 Diagrama de esforço transversal do lance 2

$$q_L = 10,60 \text{ kN/m}$$

$$R_1 = 7,4 \text{ kN/m}$$

$$R_2 = 3,70 \text{ kN/m}$$

$$M = 2,6 \text{ kN.m} \rightarrow M_{sd} = 1,5 \times 2,6 = 3,90 \text{ kN.m/m}$$

➤ Elemento estrutural, L_1

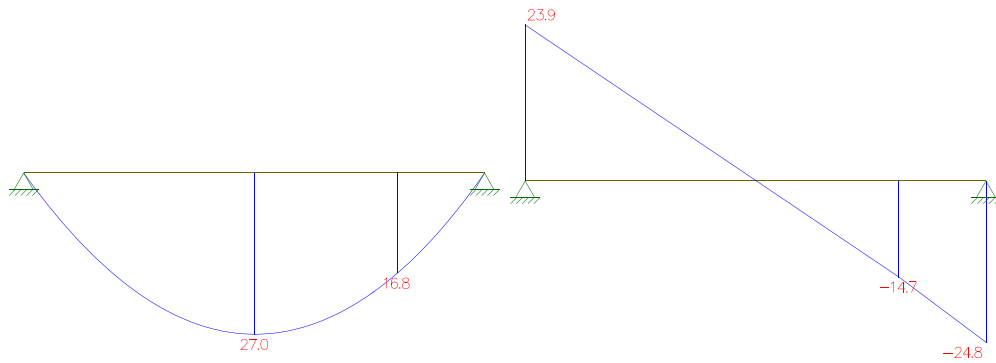


Figura 82. A4- Momentos flectores do lance 1 (1); Esforço Transverso do lance 1 (2)

$$\begin{cases} \frac{R_2^2}{1,05} = 3,52 \text{ kN/m}^2 \\ q_p = 8,25 \text{ kN/m}^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{R_2^2}{1,5} + q_p = 11,77 \text{ kN/m}$$

$$q_L = 10,60 \text{ kN/m}$$

$$R_1 = 23,9 \text{ kN/m}$$

$$R_2 = 24,8 \text{ kN/m}$$

$$M = 27,0 \text{ kN.m} \rightarrow M_{sd} = 1,5 \times 27,0 = 40,5 \text{ kN.m/m}$$

e. Armaduras

$$s_{max} = \begin{cases} 1,5 \times 0,15 = 22,5 \text{ cm} \\ 35 \text{ cm} \\ 2 \times 12,5 = 25 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow s_{max} = 22,5 \text{ cm}$$

$$A_{s,min} = \frac{0,15 \times b \times d}{100} = \frac{0,15 \times 1 \times 0,12}{100} = 1,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Elemento	M	Msd	μ	ρ	$A_{s,calc}$	$A_{s,adop}$	Configuração
L1	27,0	40,5	2,813	0,947	11,36	11,31	$\phi 12//10 \text{ cm}$
L2	2,6	3,9	0,270	0,089	1,07	11,31	$\phi 12//10 \text{ cm}^*$

Tabela 2. Armaduras principal de escadas

f. Armaduras de distribuição

$$A_{sd} = \frac{1}{5} \times A_s$$

Elemento	A_s	A_{sd}	$A_{sd,adopt}$	Configuração
L1	11,31	2,26	3,35	$\phi 8//15 \text{ cm}^*$
L2	11,31	2,26	3,35	$\phi 8//15 \text{ cm}^*$

Tabela 3. Armaduras de distribuição de escadas

g. Armadura sobre os apoios

$$A_{s,apoi} = 0,2 \times A_s = A_{s,dist}$$

h. Verificação ao corte

$$V_{sd} = 1,5 \times R_{max}$$

$$R_{max} = 24,8 \text{ kN/m (Apoio } R_2 \text{ do L1)}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 24,8,2 = 37,2 \text{ kN/m}$$

$$V_{cd} = 0,6 \times (1,6 - d) \times \tau_1 \times b_w \times d$$

$$0,6 \times (1,6 - 0,12) = 0,89 > 0,6$$

$$V_{cd} = 0,87 \times 650 \times 0,12 = 69,42 \text{ kN/m}$$

$$(V_{cd} = 69,42) > (V_{sd} = 24,8) \text{ OK}$$

Viga

a. Pré-dimensionamento da viga

$$h \geq \frac{\alpha \times l}{20\eta} = \frac{1,0 \times 2,10}{20} = 0,105$$

Assumido: $b = 20 \text{ cm}$; $h = 30 \text{ cm}$

b. Cargas e esforços de dimensionamento

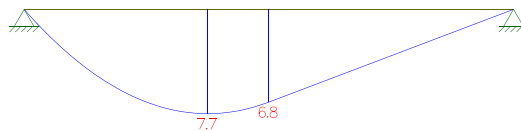


Figura 83. A4-6 Momento fletor

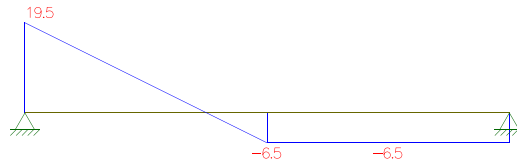


Figura 84. A4-7 Esforço transverso

$$q_{sd} = \text{Reaccao de apoio } R_2 \text{ do } L_1 = 24,8 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 1,5 \times 7,7 = 11,55 \text{ kN.m}$$

c. Dimensionamento das armaduras

$$M_{sd} = 11,55 \text{ kN.m}$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \times d^2} = \frac{11,55}{0,2 \times 0,27^2} = 0,792 \rightarrow 0,750$$

$$\rho = 0,226 \rightarrow A_{s,calc} = \frac{0,226 \times 0,2 \times 0,27}{100} = 1,22 \text{ cm}^2$$

$$2\Phi 12 \rightarrow A_s = 2,26 \text{ cm}^2$$

d. Verificação ao esforço transverso

$$V_{sd} = 1,5 \times 19,5 = 29,25 \text{ kN}$$

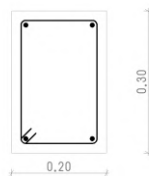
Resistência das bielas de betão:

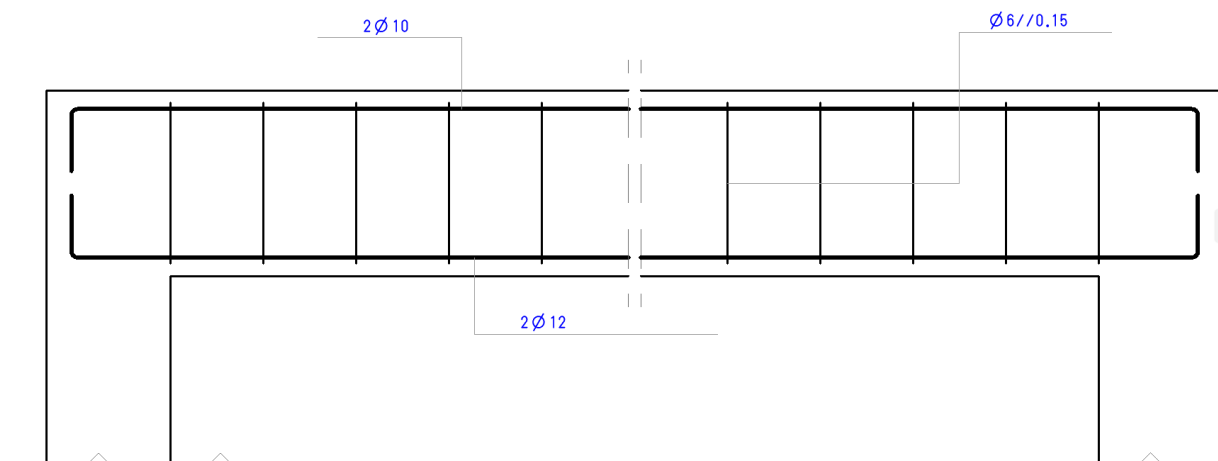
$$V_{cd} = \tau_1 \times b_w \times d = 650 \times 0,2 \times 0,27 = 35,1 \text{ kN} > 29,25 \text{ OK}$$

Resistência das armaduras transversais:

$$\tau_1 \times b_w \times d = \frac{1}{6} \times 4 \times 10^3 \times 0,20 \times 0,27 = 36 \text{ kN}$$

$$s \leq 0,9d \quad s \leq 18 \text{ cm} \rightarrow s = 15 \text{ cm} \quad \Phi 6//15,0$$





Pilares

a. Secção adoptada

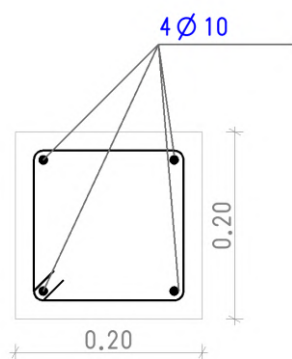
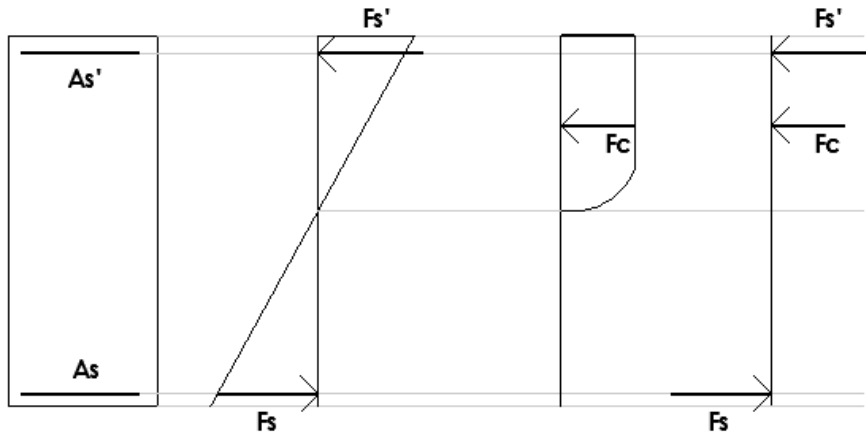


Figura 85. Secção do pilar

b. Verificação da secção e armaduras adoptadas



$$N_{Rd} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot A_c + f_{syd} \cdot A_s$$

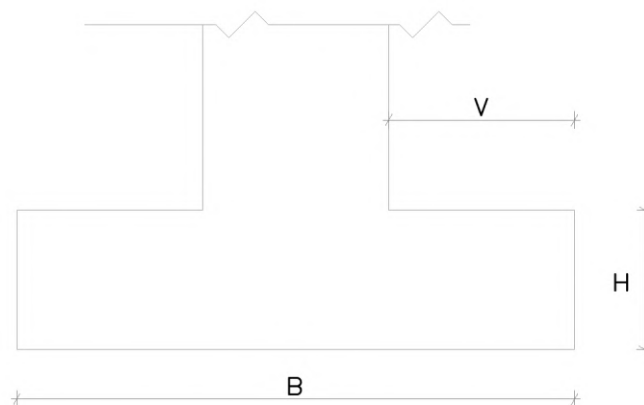
$$M_{Rd} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot (0,8x) \cdot b \cdot (d - 0,4x) + A_s' \cdot f_{syd}$$

$$d = B - r - \phi_t - \frac{\phi_l}{2} = 17 \text{ cm}$$

$$\begin{cases} F_s' + F_c = F_s \\ 54,64 + 0,85 \cdot f_{cd} \cdot (0,8x) \cdot b = 157,30 \\ 54,64 + 0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^3 \cdot (0,8x) \cdot 0,20 = 157,30 \\ x = 0,058 \text{ m} \end{cases}$$

Sapatas

a. Pré-dimensionamento



$$\sigma_{adm} = 150 \text{ kPa}$$

$$P = N + P_{pilar} = 19,5 + 25 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 3,5 = 42,5 \text{ kN}$$

$$A = \frac{N}{\sigma_{adm}} = \frac{63,75}{150} = 0,425 \rightarrow \text{Sapata quadrada } 0,65 \times 0,65$$

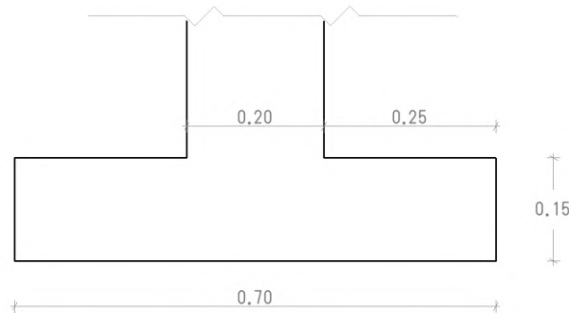
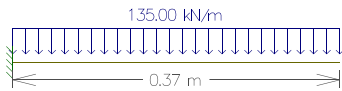
Adoptado: $0,70\text{m} \times 0,70\text{m}$ Altura da sapata:

$$H \geq \frac{v}{2} = \frac{0,225}{2} = 0,11$$

Adoptado: $H = 0,15\text{ m}$ **b. Verificação das dimensões**

$$\frac{1,1PP}{A} + \frac{N_{sd}}{A} \leq \sigma_{adm}$$

$$\frac{1,1 \times (25 \times 0,15)}{0,7 \times 0,7} + \frac{63,75}{0,7 \times 0,7} = 134,22 \leq 150\text{ kPa}$$

**c. Dimensionamento de armaduras**

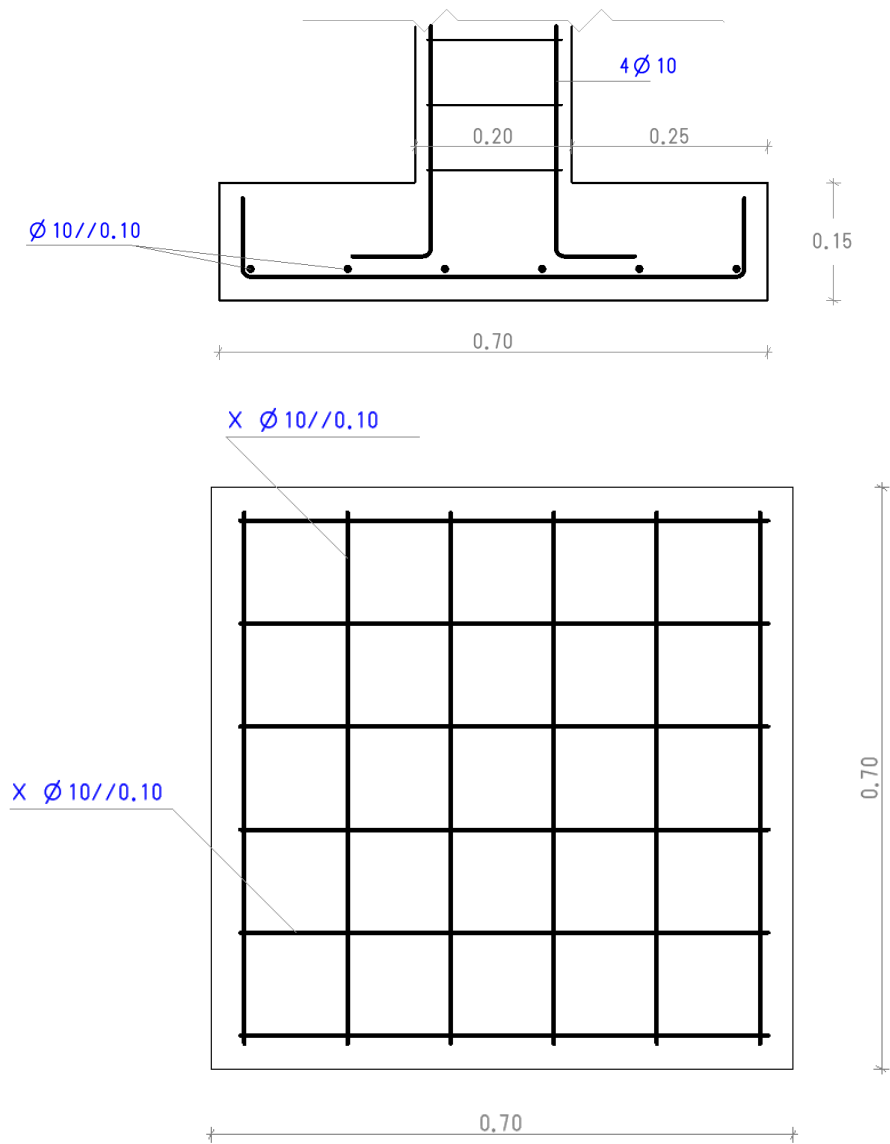
$$M = \frac{q \times l^2}{2} = \frac{135 \times 0,37^2}{2} = 9,24 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$M_{sd} = 9,24 \text{ kNm/m}$$

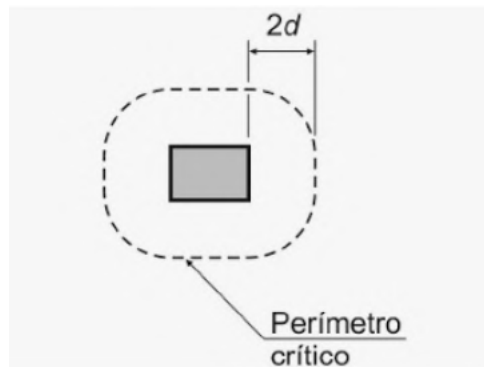
$$\frac{M_{rd}}{b \times d^2} = \frac{9,24}{1 \times 0,10^2} = 0,924 \rightarrow \rho = 0,294$$

$$A_s = \frac{0,297 \times 1 \times 0,10}{100} = 2,97 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura adoptada: $\Phi 10//10,0 A_s = 7,85$



d. Verificação ao punçoamento



$$u = 4 \times 0,2 + 2\pi \times 0,2 = 2,06 \text{ m}$$

$$V_{sd} = 65,6 \text{ kN}$$

$$v_{sd} = \frac{V_{sd}}{u} = \frac{65,6}{2,06} = 31,84 \text{ kN/m}$$

Relatório de Estágio

$$V_{rd} = \eta \times \tau_1 \times d$$

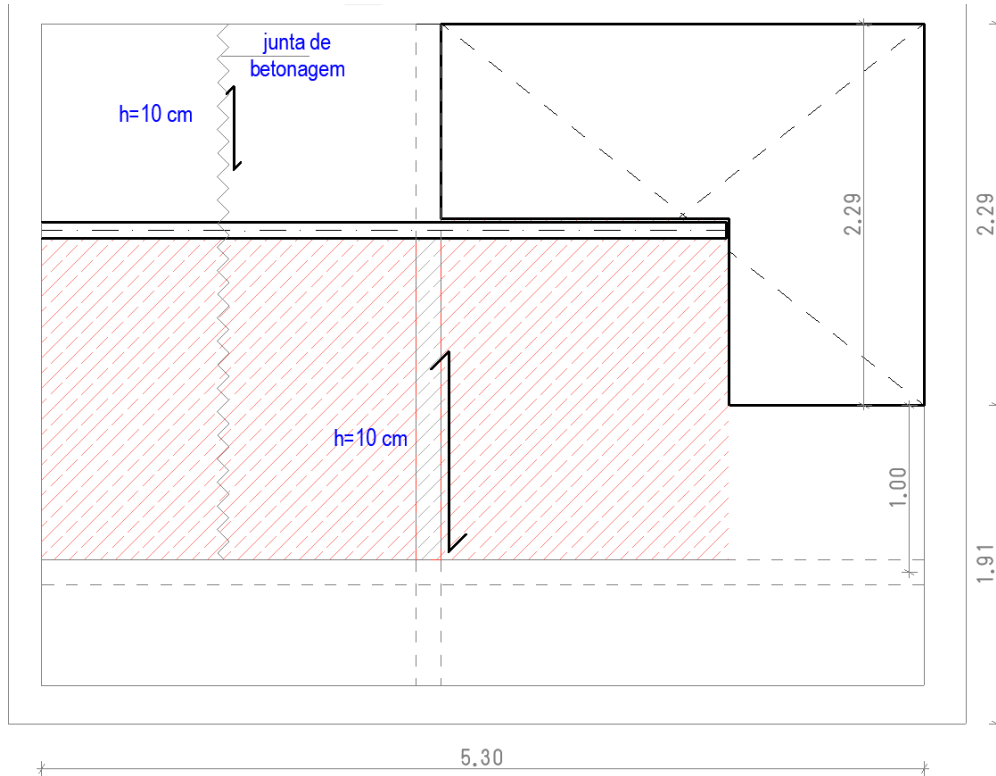
$$V_{rd} = (1,6 - 0,1) \times 500 \times 0,1 = 75,0 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 31,84 < V_{rd} = 75,0$$

2. Estrutura de Reforço da Laje

2.1. Viga metálica em perfil IPE

a. Quantificação da carga sobre a viga



➤ Dados:

$$h_{laje} = 10 \text{ cm}$$

$$h_{argamassa} = 5 \text{ cm}$$

Piso em parquet

Sobrecarga – Escritorios

Aco Fe360

➤ Acções:

$$P_p = 25 \times 0,10 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

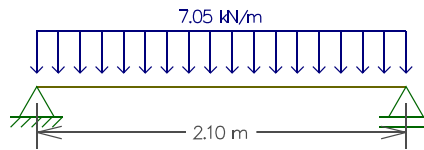
$$P_{arg} = 21 \times 0,05 = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

$$Parquet = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$Sobrecarga = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

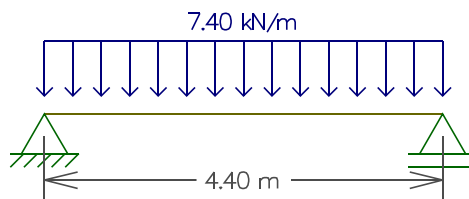
$$Q_{total} = 7,05 \text{ kN/m}^2 \text{ (sobre o painel)}$$

- Carga sobre a viga:



$$R_2 = R_{viga} = \frac{q \times l}{2} = \frac{7,05 \times 2,10}{2} = 7,40 \text{ kN/m}$$

- Esforços na viga:



$$R_1 = R_2 = \frac{q \times l}{2} = \frac{7,40 \times 4,4}{2} = 16,28 \text{ kN}$$

$$T_x = \frac{qx}{2} = 16,28 \text{ nos apoios}$$

$$M_{max} = \frac{q \times l^2}{2} = \frac{7,40 \times 4,4^2}{2} = 17,91 \text{ kN.m}$$

b. Dimensionamento

- Perfil IPE 200:

$$I_x = 1943 \text{ cm}^4$$

$$w_x = 194 \text{ cm}^3$$

$$m = 22,4 \text{ kg/m}$$

$$S_x = 110 \text{ cm}^3$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$a = 5,6 \text{ mm}$$

$$P = P_p + q = 9,8 \times 22,4 + 7,40 = 7,62 \text{ kN/m}$$

- Flecha máxima:

$$\rho = \frac{5}{384} \times \frac{q \times l^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{7,62 \cdot 10^3 \times 4,4^4}{(206 \cdot 10^9)(1943 \cdot 10^{-8})} = 0,0093 = 9,3 \text{ mm}$$

➤ Flexão simples:

$$M_{sd} = 1,5 \times 17,91 = 26,87 \text{ kN.m}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{M_{sd}}{w_x} = \frac{26,87}{194 \cdot 10^{-6}} = 138,48 < 235 \text{ MPa}$$

➤ Esforço transversal:

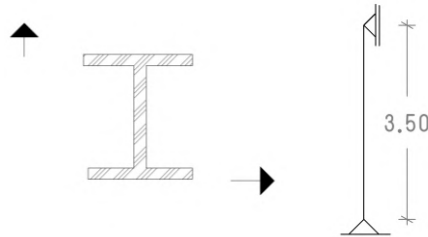
$$T_{sd} = 1,5 \times 16,28 = 24,42 \text{ kN}$$

$$\tau_{sd} = \frac{T_{sd} \times S_x}{I_x \times b} = \frac{(24,42 \cdot 10^3)(110 \cdot 10^{-6})}{(1943 \cdot 10^{-8})(5,6 \cdot 10^{-3})} = 24,69 \text{ MPa} < 135 \text{ MPa}$$

2.2. Pilar metálico em perfil IPE 200

$$I_x = 1943 \text{ cm}^4 \quad w_x = 194 \text{ cm}^3 \quad m = 22,4 \text{ kg/m} \quad i_x = 8,26 \text{ cm} \quad i_y = 2,24 \text{ cm}$$

➤ Encurvadura:



$$\lambda_x = \frac{l_0}{i_x} = \frac{3,50}{8,26 \cdot 10^{-2}} = 42,37$$

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{3,50}{2,24 \cdot 10^{-2}} = 156,95$$

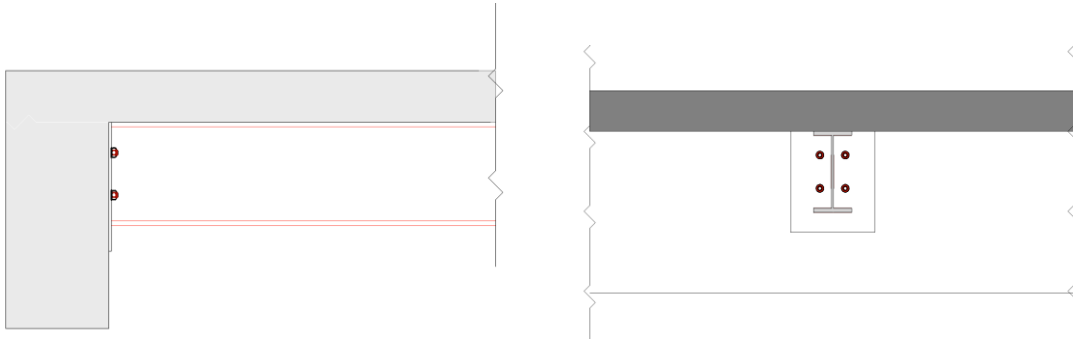
Encurvadura em torno do eixo y (mais desfavorável):

$$\varphi_{\lambda > 105} = \frac{4802}{\lambda^2} = \frac{4802}{156,95^2} = 0,195$$

$$\varphi_{sd} = \frac{N_{sd}}{\varphi \cdot A} = \frac{24,42 \cdot 10^3}{0,195 \times 28,5 \cdot 10^{-4}} = 43,94 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$$

2.3. Ligações

2.3.1. Ligações Viga BA – viga IPE



$$M_{sd} = 10\%M_{sd}, \text{ vao} = 0,10 \times 26,87 = 2,69 \text{ kN.m}$$

$$T_{sd} = 24,42 \text{ kN}$$

➤ Dados:

Parafusos:

M12

número de parafusos: $n = 4$; $d = 12 \text{ mm}$

$$A_{seccao} = 1,13 \text{ cm}^2; A_i = 0,843 \text{ cm}^2$$

Chapa:

$$e = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Furo } d \leq 12 \text{ mm} + 2 \text{ mm} \quad d \leq 14 \text{ mm}$$

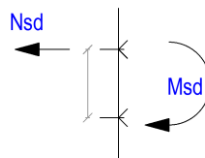
Disposição dos parafusos:

$$a \rightarrow 2d \leq a \leq 3d \quad a = 50 \text{ mm}$$

$$b \rightarrow \quad b = 100 \text{ mm}$$

$$c \rightarrow \quad c = 110 \text{ mm}$$

➤ Tracção:



$$c = \frac{M_{sd}}{N_{sd}}$$

$$N_{sd} = \frac{M_{sd}}{c} = \frac{2,69}{110 \cdot 10^{-3}} = 24,46 \text{ kN}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{N_{sd}}{2A} \text{ (2 parafusos)} = \frac{24,46}{2 \times (0,843 \cdot 10^{-4})} = 145,07 \text{ MPa} < 188 \text{ MPa}$$

➤ Corte:

$$T_{sd} = 24,42 \text{ kN}$$

$$\tau_{sd} = \frac{T_{sd}}{A} = \frac{24,42}{4 \times (1,131 \cdot 10^{-4})} = 54,03 \text{ MPa} < 164,5 \text{ MPa}$$

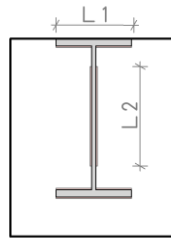
➤ Esmagamento:

$$\sigma_{esm} = \frac{T_{sd}}{d_1 \times e} = \frac{\frac{24,42}{4}}{12 \cdot 10^{-3} \times 5 \cdot 10^{-3}} = 101,75 \text{ MPa} < 528,75 \text{ MPa}$$

➤ Corte do bordo da chapa:

$$\frac{0,8 \times F_{sd}}{a \times e} \leq f_{yd} \rightarrow \frac{0,8 \left(\frac{24,42}{4} \right)}{50 \cdot 10^{-3} \times 5 \cdot 10^{-3}} = 19,53 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$$

2.3.2. Dimensionamento da ligação soldada chapa-perfil



$$M_{sd} = 2,69 \text{ kN.m}$$

$$T_{sd} = 24,42 \text{ kN}$$

➤ Comprimento dos cordões:

$$l_1 = 100 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

$$l_2 = 200 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 190 \text{ mm}$$

➤ Espessura dos cordões:

$$a \geq \begin{cases} 3 \text{ mm} \\ 0,7 \times 5 \text{ mm} = 3,5 \text{ mm} \end{cases} \rightarrow \text{espessura mínima } 3,5 \text{ mm}$$

➤ Ligação banzo-chapa:

$$\sigma_{sd,ref} = \frac{1}{0,77} \left(\frac{N_{sd}}{\sum la} + \frac{M_{sd}}{h_1 l_1 a_1} \right)$$

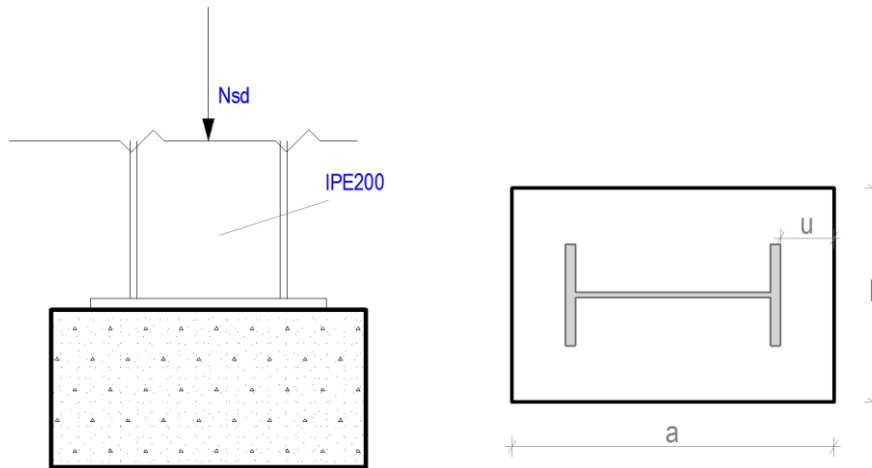
$$\sigma_{sd,ref} = \frac{1}{0,77} \left(0 + \frac{2,69}{(200 \cdot 10^{-3})(90 \cdot 10^{-3})(3,5 \cdot 10^{-3})} \right) = 55,45 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$$

- Ligação alma-chapa:

$$\sigma_{sd,ref} = \frac{1}{0,90} \sqrt{1,4 \left(\frac{N_{sd}}{\sum la} \right)^2 + 1,8 \left(\frac{T_{sd}}{\sum l_2 a_2} \right)^2}$$

$$\sigma_{sd,ref} = \frac{1}{0,90} \sqrt{0 + 1,8 \left(\frac{24,42}{2 \times (190 \cdot 10^{-3} \times 3,5 \cdot 10^{-3})} \right)^2} = 36,72 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$$

2.3.3. Ligação Pilar- maciço de fundação



- Tensão sobre o maciço:

$$\sigma = \frac{N}{a \times b}$$

$$t = 5 \text{ mm} \quad a = 250 \text{ mm} \quad b = 250 \text{ mm} \quad u = 25 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{24,42}{0,25 \times 0,25} = 0,390 \text{ MPa}$$

- Flexão da chapa:

$$F = \sigma \times b \times u = 0,39 \cdot 10^3 \times 0,25 \times 0,25 = 2,44 \text{ kN}$$

- Momento flector na chapa:

$$M = F \times \frac{u}{2} = 2,44 \times \frac{0,025}{2} = 0,031 \text{ kN.m}$$

- Tensão máxima:

$$\sigma_{sd} = \frac{M}{w_x}$$

$$w_x = \frac{b \times t^2}{6} = \frac{0,25 \times 0,005^2}{6} = 1,04 \cdot 10^{-6} \quad \sigma_{sd} = \frac{M}{w_x} = \frac{0,031}{1,04 \cdot 10^{-6}} = 29,81 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$$

Anexo V: Imagens da Obra Concluída



Relatório de Estágio

