



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Civil

Curso de Licenciatura em Engenharia Civil

Estágio profissional

**DIMENSIONAMENTO DE UMA MORADIA
UNIFAMILIAR E DA BASE DOS SUPORTES
DOS PAINÉIS SOLARES**

Autor:

Ngoca, Arilson Orlando

Supervisores:

Prof Eng.º Sulumine Raúl

Eng.º Dario Marino Souto

Maputo, Novembro de 2021

Índice

CAPITULO 1- INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 OBJECTIVOS:.....	2
1.2.1 Objectivos Gerais.....	2
1.2.2 Objectivos Específicos.....	2
1.3 METODOLOGIA DE TRABALHO.....	2
1.4 COMPOSIÇÃO DO RELATORIO.....	2
2. LOCAL DE ESTÁGIO.....	2
2.1 Perfil da Empresa.....	4

CAPITULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....8

3. INTRODUÇÃO.....	8
3.1 REGULAMENTAÇÃO.....	8
3.2 ACÇÕES.....	9
3.2.1 Acções Permanentes.....	10
3.2.2 Acções Variáveis.....	10
3.2.2.1 Acção do Vento.....	10
3.2.2.2 Acção Sísmica.....	13
3.3 ESTADOS LIMITES.....	14
3.3.1 Estados Limites Últimos.....	14
3.3.2 Estados Limites de Utilização.....	17

CAPITULO 3- CASO DE ESTUDO	19
4.1 Introdução.....	19
4.1.1 DIMENSIONAMENTO DE UMA MORADIA UNIFAMILIAR.....	19
4.1.1.1 Pressupostos de cálculos.....	21
4.1.1.2 Acções.....	21
4.1.1.3 Materiais estruturais.....	25
4.1.1.4 Cálculo estrutural.....	25
4.1.2. DIMENSIONAMENTO DA BASE DOS PAINÉIS DA MINI-HÍDRICA DE MAPULANGUENE.....	26
4.1.2.1 Pressupostos de cálculos.....	28
4.1.2.2 Acções.....	28
4.1.2.3 Materiais estruturais.....	30
4.1.2.4 Cálculo estrutural.....	30
 Capítulo 4- ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS E PARTICIPADAS PELO ESTAGIÁRIO	 31
5.ACTIVIDADES PARTICIPADAS PELO ESTAGIÁRIO	31
5.1. Critérios de dimensionamento.....	31
6. DISPOSIÇÕES RELATIVAS AOS ELEMENTOS ESTRUTURAS.....	33
7.DESCRICÃO DOS PROCEDIMENTOS USADOS NA ELABORAÇÃO DO CÁLCULO ESTRUTURAL DA MORADIA UNIFAMILIAR NO PROGRAMA CYPECAD.....	38
7.1 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	42

8.DESCRICÃO DOS PROCEDIMENTOS USADOS NA ELABORAÇÃO DO CÁLCULO
ESTRUTURAL DA BASE DOS PAINÉIS SOLARES NO PROGRAMA CYPECAD.....43

8.1 ANÁLISE DE RESULTADOS.....46

Capítulo 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....47

Capítulo 6- Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....48

Anexo I – Portfolio da Empresa

Anexo II

- Desenhos das Plantas de arquitectura da Moradia Unifamiliar
- Desenhos dos projectos executivos da Moradia Unifamiliar

Anexo III-Desenhos do Projecto executivo da Mini-hídrica de Mapulanguene

Anexo IV- Reportagem fotográfica da assistência técnica da obra de construção da Mini-hídrica de Mapulanguene

Índice de figuras

Figura 1 – Valor característico da pressão dinâmica.....	11
Figura 2 - Coeficientes de pressão δ_{pe} para paredes.....	12
Figura 3 – Imagem da Arquitectura da futura moradia Unifamiliar.....	19
Figura 4- Imagem da estrutura da futura moradia Unifamiliar.....	20
Figura 5- Valor característico da pressão dinâmica.....	23
Figura 6- Coeficientes de pressão dinâmica do vento para paredes.....	24
Figura 7- Imagem de Implantação dos Painéis.....	26
Figura 8- Imagem da Estrutura para o dimensionamento das bases dos painéis.....	27

AGRADECIMENTOS

Durante o percurso realizado no estágio, queria agradecer ao meu supervisor Engenheiro Sulumine Raúl, pela orientação, dedicação e pelos conselhos dados durante o estágio e a realização deste relatório.

Também agradecer aos meus colegas que me apoiaram na realização deste trabalho.

Aos meus pais, irmã e namorada pelo apoio e incentivo que me deram durante a minha formação académica.

RESUMO

O presente relatório, corresponde a descrição das actividades desenvolvidas pelo estagiário Arilson Orlando Ngoca, durante o seu estágio académico na empresa CONSTRUCIL, no âmbito da disciplina de Estágio Profissional, do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia-UEM.

O técnico responsável pelo acompanhamento de todas as actividades desenvolvidas pelo estagiário por parte da empresa, foi o Engenheiro Dario Marino Souto, e por parte da faculdade foi o Engenheiro Sulumine Raúl.

As actividades desenvolvidas pelo estagiário, consistiram na elaboração de projectos de estruturas.

A motivação pela escolha deste estágio, teve como propósito aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

O estágio teve lugar na empresa CONSTRUCIL, construção e gestão de projectos, localizada na cidade Maputo. Todas as actividades foram auxiliadas por profissionais experientes e qualificados, estando sob orientação do supervisor do estágio.

O programa usado para o dimensionamento de estruturas na empresa, o qual o estagiário utilizou para a execução dos seus dimensionamentos foi o programa CYPECAD.

CAPITULO I - INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL SOBRE O ESTÁGIO PROFISSIONAL

O Estágio profissional é uma fase de exercício pré-profissional, previsto nos Planos de Curso de Engenharia Civil da FE-UEM, em que o estudante permanece em contacto directo com o ambiente de trabalho, em actividades de Engenharia ou em Organizações sociais que tenham actividades nas áreas afins ao Curso realizado.

Este exercício pré-profissional deve ser realizado em locais que tenham efectivas condições de proporcionar aos estudantes estagiários experiência profissional e de desenvolvimento sociocultural ou científico, pela participação em situações reais de vida e de trabalho no seu dia-a-dia.

O relatório de estágio é um documento que regista as actividades desenvolvidas pelo estudante durante o estágio, bem como a sua carga horária. Deve ser entregue á Faculdade para a supervisão do Coordenador do Curso.

O presente relatório apresenta as actividades desenvolvidas pelo estagiário durante um período de cerca de 17 semanas.

O seguinte relatório é constituído por um projecto de Engenharia Civil nas várias especialidades e tem como principal foco a área de estruturas.

Neste contexto, o estágio profissional foi realizado na Construcil,lda, tendo como caso de estudo o dimensionamento de uma moradia unifamiliar e a base de suporte dos painéis solares.

Serão apresentados os principais problemas e as soluções estruturais tendo em conta a interacção entre todas as especialidades.

1.2. OBJECTIVOS:

1.2.1. Objectivos gerais

O Objectivo principal do presente relatório é de elaborar um projecto estrutural para uma moradia Unifamiliar e para a base de suporte dos painéis solares.

1.2.2. Objectivos específicos

Os objectivos específicos são:

- Domínio dos demais programas de cálculo estrutural;
- Domínio na optimização dos resultados obtidos;
- Desenvolver um espírito crítico durante a análise de projectos;
- Propor soluções estruturais adequadas.

1.3. METODOLOGIA DE TRABALHO

Para a realização deste trabalho foram adoptados os seguintes procedimentos:

- Pesquisa e estudo das referências bibliográficas relacionadas com o tema;
- Pesquisa e estudo do manual do utilizador do programa CypeCad;
- Análise e avaliação dos desenhos de arquitectura do edifício;
- Consulta em catálogos e manuais técnicos de fabricantes, para a obtenção de especificações técnicas;
- Apresentação de soluções para questões omissas;
- Compilação do material que resulta no presente trabalho.

1.4.COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO

Com vista a alcançar os objectivos anteriormente mencionados, o trabalho desenvolve-se ao longo de cinco capítulos:

- a) Capítulo 1 – apresenta:
 - Enquadramento geral;
 - Objectivos;
 - Metodologia;
 - Composição do relatório;

Relatório de Estágio

- Local de realização de estágio e actividades do estagiário;
 - Perfil da empresa;
 - Missão da empresa
 - Visão da empresa;
 - Valores da empresa;
 - Áreas de intervenção da empresa;
 - Sector de Estagio.
- b) Capítulo 2 – apresenta:
- Revisão bibliográfica
- c) Capítulo 3- apresenta os objectos de trabalho durante o estágio, nomeadamente:
- Projecto de Estrutura de uma moradia Unifamiliar;
 - Projecto de Estrutura das bases dos suportes dos painéis solares.
- d) Capítulo 4 – descreve as actividades desenvolvidas e participadas pelo estagiário, respectivamente:
- Descrição dos procedimentos usados na elaboração do projecto de estrutura da moradia unifamiliar, a ser construído no distrito de Marracuene.
 - Descrição dos procedimentos usados na elaboração do projecto de estrutura da base dos suportes dos painéis solares.
- e) Capítulo 5 – apresenta:
- Considerações finais e conclusões;
- f) Capítulo 6- apresenta:
- Referencias Bibliográficas.

1.5. LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO E ACTIVIDADES DO ESTÁGIO

O Estágio Profissional foi realizado na Empresa CONSTRUCIL, empresa nacional, independente, líder na prestação de serviços de construção e gestão de projectos.

As actividades consistem no acompanhamento de trabalhos no escritório, e foram desenvolvidas no escritório. Estavam relacionadas com a elaboração de projectos, orçamentos e levantamentos.

2. LOCAL DE ESTÁGIO

O estágio foi realizado na empresa CONSTRUCIL, construção e gestão de projectos, localizada na Rua José Mateus, n°180, 1° Andar Esq.

2.1. PERFIL DA EMPRESA

A Construcil é uma empresa nacional, independente, líder na prestação de serviços de Construção e gestão de projectos, especializada nas seguintes áreas:

- Edifícios e monumentos;
- Obras Hidráulicas;
- Vias de Comunicação;
- Instalações eléctricas;
- Fundações;
- Captações de água;
- Remodelação/ reabilitação de edifícios;
- Manutenção das vias de acesso;
- Drenagem e dragagens.

2.1.1. Alvará para exercício de actividades de Consultoria de Construção Civil

O Diploma Ministerial n.76/2015, de 22 de Maio de 2015, actualmente em vigor, determina que as empresas em nome individual ou sob a forma de sociedade, nacional ou estrangeira, só podem exercer a actividade de Consultoria de Construção Civil desde que se encontrem legalmente autorizadas, através de um Alvará emitido pelo Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos.

A Construcil possui Alvará N.60/OP1/030B/2021, em anexo, em todas as categorias (I- Edifícios e monumentos, II- Obras de Urbanização, III- Vias de Comunicação, IV- Instalações, V-Obras Hidráulicas e VI- Fundações e Captação de água) e na classe máxima, 7.classe.

2.1.2. Missão

A nossa missão é garantir que a nossa actividade principal seja realizada com ênfase, contribuir para o desenvolvimento socioeconómico de Moçambique, criando relacionamentos sólidos com seus parceiros e clientes. Respeitando o meio ambiente.

2.1.3. Visão

Ser referência nacional e não só, na nossa área de actuação.

Evoluir nas suas actividades aumentando a rentabilidade numa plataforma sustentável.

2.1.4. Objectivos

Satisfazer os nossos clientes aplicando conhecimento técnicas de excelência em construção civil, procurando industrialização gradual e sustentável do nosso modo operando.

2.1.5. Áreas de intervenção

A Construcil desenvolve actividades de consultoria, em estudos e projectos em todas as áreas de Engenharia e meio ambiente, destacando-se em:

2.1.5.1 Estruturas de Engenharia Civil

- Estruturas de betão armado e pré-esforçado;
- Estruturas Metálicas, mistas, de madeira e de alvenaria;
- Obras de arte e coberturas de grandes vãos;
- Estruturas laminares de betão (reservatórios, estações de tratamento de água e cúpulas);

- Estruturas sujeitas a acções dinâmicas (sismos, vibrações de máquinas e impactos);
- Reabilitação e reforço de estruturas;
- Estruturas de grandes edifícios de habitação e comércio;
- Estruturas de grandes edifícios de habitação e comércio;
- Estruturas de instalações sociais e desportivas.

2.1.5.2 Construção

- Estudos de viabilidade;
- Programa-base;
- Projectos preliminares e executivos;
- Preparação de documentos de concurso e avaliação de propostas;
- Fiscalização e controlo de qualidade;
- Gestão de empreendimentos.

2.1.5.3 Fundações e Geotecnia

- Fundações especiais;
- Contenções e escavações;
- Movimentos de terras;
- Planos de Sondagem.

2.1.5.4 Hidráulica

- Abastecimento de água;
- Drenagem de águas residuais e pluviais;
- Recursos hídricos;
- Obras portuárias;
- Estações de bombagens.

2.1.5.5 Vias de Comunicação

- Projectos de vias;
- Vias urbanas;
- Pavimentações;
- Movimentos de terras.

2.1.5.6 Coordenação de projectos

- Estudos de compatibilização de projectos;
- Gestão de projectos;
- Revisão de projectos.

2.1.5.7 Consultoria e estudos especiais

- Pareceres relativos á concepção ou ao projecto de estruturas;
- Pareceres sobre o comportamento, patologia e recuperação de estruturas;
- Peritagem e pareceres relativos às causas de acidentes e colapsos em edifícios e obras de arte;
- Avaliação de segurança e reforço de estruturas existentes;
- Pareceres sobre concursos.

2.1.5.8 Sector de Estágio

De acordo com a estrutura da empresa, concretamente no departamento de Engenharia, o estagiário esteve envolvido em actividades de elaboração de projectos de estrutura, hidráulicos, medições, orçamentos e avaliação de imóveis.

Capítulo II – Revisão Bibliográfica

3. Introdução

No presente capítulo serão explorados temas que sustentam o dimensionamento estrutural dos diversos projectos desenvolvidos. Concretamente, far-se-á uma abordagem a temas como a regulamentação específica, as diversas acções de cálculo a considerar bem como o seu enquadramento normativo, os estados limite utilizados nas verificações de segurança e ainda uma breve descrição de algumas das principais propriedades dos materiais estruturais, nomeadamente o betão e o aço.

3.1. Regulamentação

No que concerne à regulamentação utilizada na elaboração dos projectos mencionados no capítulo anterior, foram seguidas as normas Portuguesas e europeias em vigor. Estas normas e regulamentos foram a base para a determinação de acções e combinações a utilizar, bem como para o dimensionamento e análise estrutural.

A regulamentação aplicável consultada foi a seguinte:

- Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.E.E.P);
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (R.E.B.A.P.);
- NP EN 1990, 2009 – Eurocódigo 0: Bases para o Projeto de Estruturas;
- NP EN 1991-1-1, 2009 – Eurocódigo 1: Acções em Estruturas;
- NP EN 1992-1-1, 2010 – Eurocódigo 2: Projeto de Estruturas de Betão Armado;
- NP EN 1993-1-1, 2010 – Eurocódigo 3: Projeto de Estruturas de Aço;
- NP EN 1997-1, 2010 – Eurocódigo 7: Projeto Geotécnico;
- NP EN 1998-1, 2010 – Eurocódigo 8: Projeto de Estruturas para Resistência aos Sismos.
- NP EN 206-1:2007 – Betão: Especificação, desempenho, produção e conformidade

3.2. Acções

Neste capítulo serão abordadas as diversas acções consideradas no processo de dimensionamento das estruturas. Estas foram determinadas e adoptadas de acordo com o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.E.E.P) e com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (R.E.B.A.P.), uma vez que se trata da legislação vigente em Portugal.

As acções em estruturas podem ser classificadas de acordo com a sua origem, variação no tempo, variação no espaço e natureza.

Origem:

- Directas: peso próprio, revestimentos, sobrecargas de utilização;
- Indirectas: assentamentos de apoios, variações de temperatura, acção sísmica.

Variação no tempo:

- Acções Permanentes (G): são acções que possuem valores praticamente constantes ao longo do período de vida da estrutura. Como exemplos temos: peso próprio da estrutura, de equipamentos, impulsos de terras, etc.;
- Acções Variáveis (Q): acções que vêm a sua intensidade variar de forma considerável ao longo do período de vida da estrutura. Como exemplos temos: sobrecargas nos pavimentos, coberturas, acção do vento, acção da neve;
- Acções Acidentais (A): acções cuja duração é bastante reduzida e com baixa probabilidade de ocorrência. Como exemplos temos: explosões ou choque de veículos, acção sísmica.

3.2.1. Ações Permanentes

As cargas permanentes consideradas nos projectos a abordar no capítulo a seguir, foram as seguintes:

- Peso Próprio da Estrutura;
- Peso das Alvenarias;
- Paredes divisórias;
- Paredes ao longo do perímetro;
- Peso próprio dos painéis solares.

3.2.2. Ações Variáveis

As acções variáveis a considerar nos projectos elaborados foram as seguintes:

- Sobrecargas de pavimentos e coberturas;
- Acção do Vento;
- Acção sísmica;

3.2.2.1. Acção do Vento

A acção provocada pelo vento é especificada no R.S.A.E.E.P que fornece orientações relativamente à sua determinação. Este tipo de acção deve ser considerado como acção variável fixa.

As acções do vento variam em função do tempo e actuam directamente, sob a forma de pressões, nas superfícies exteriores dos edifícios e nas superfícies interiores de construções abertas. Nas construções fechadas também actuam sobre as superfícies interiores, embora indirectamente, sob a forma de sucções.

A acção do vento é representada por um conjunto simplificado de pressões ou de forças, cujo efeito depende da dimensão, forma e das propriedades dinâmicas da estrutura. Segundo o R.S.A.E.E.P, os valores característicos da velocidade do vento correspondem a 0,95 da distribuição de probabilidade dos valores máximos em períodos de 50 anos, isto é, existe uma probabilidade anual de 0,05 (5%) de estes valores serem excedidos.

O R.S.A.E.E.P (artigo 20º), começa por dividir o território em duas zonas, A e B:

- Zona A: generalidade do território, excepto as regiões pertencentes à zona B;
- Zona B: arquipélagos dos Açores e da Madeira, e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5km de largura ou altitude superior a 600 metros.

Depois de identificada a zona à qual pertence o edifício a analisar, é necessário quantificar a rugosidade dinâmica do solo, procurando assim quantificar a influência que os obstáculos e suas dimensões têm na acção do vento. Para tal, o R.S.A.E.E.P (artigo 21º) propõe dois tipos de rugosidades, I e II:

- Rugosidade do tipo I: locais situados no interior de zonas urbanas em que predominem edifícios de médio e grande porte;
- Rugosidade do tipo II: restantes locais, nomeadamente zonas rurais e periferia de zonas urbanas.

A quantificação da pressão dinâmica do vento (w_k) é feita de acordo com o gráfico e tabela presentes no artigo 24º do R.S.A.E.E.P e apresentados na Figura 3.2. Esta quantificação é função da altura do edifício e do tipo de rugosidade do mesmo.

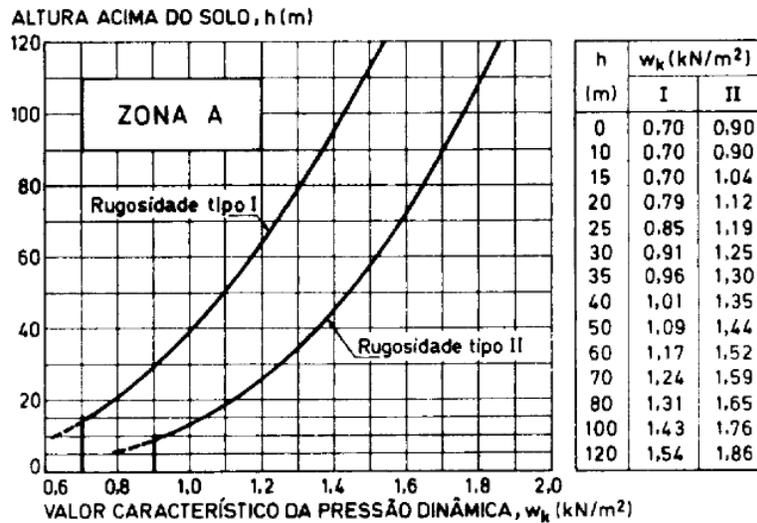


Figura 1– Valor característico da pressão dinâmica, w_k (kN/m²).

Relatório de Estágio

De referir que, para os edifícios pertencentes à zona B, os valores característicos da pressão dinâmica são quantificados tratando o edifício como pertencente à zona A e multiplicando esse valor por 1,2.

No Anexo I do R.S.A.E.E.P é especificada a forma de cálculo dos coeficientes de forma, sendo estes divididos em dois grupos:

- Coeficientes de pressão (δp): dependem essencialmente da forma da construção da direcção e sentido da actuação do vento. Existem dois tipos de coeficientes de pressão: interior (δp_i) e exterior (δp_e);
- Coeficientes de força (δf): resultam da existência de aberturas na envolvente do edifício e dependem ainda da importância e distribuição das referidas aberturas, na envolvente do edifício.

Estes coeficientes são obtidos através dos quadros I-I a I-VI do Anexo I, a seguir apresentados.

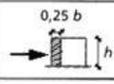
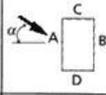
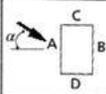
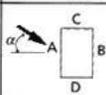
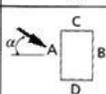
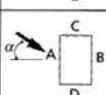
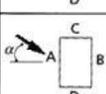
Relações geométricas do edifício (*)		Planta	Direcção do vento α (graus)	Acções globais sobre as superfícies				Acções locais na faixa referenciada na figura 
$\frac{h}{b}$	$\frac{a}{b}$			A	B	C	D	
$\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$	$1 < \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$		0	+0,7	-0,2	-0,5	-0,5	-0,8
			90	-0,5	-0,5	+0,7	-0,2	
	$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} \leq 4$		0	+0,7	-0,25	-0,6	-0,6	-1,0
			90	-0,5	-0,5	+0,7	-0,1	
$\frac{1}{2} < \frac{h}{b} \leq \frac{3}{2}$	$1 < \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$		0	+0,7	-0,25	-0,6	-0,6	-1,1
			90	-0,6	-0,6	+0,7	-0,25	
	$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} \leq 4$		0	+0,7	-0,3	-0,7	-0,7	-1,1
			90	-0,5	-0,5	+0,7	-0,1	
$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} > 6$	$1 < \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$		0	+0,8	-0,25	-0,8	-0,8	-1,2
			90	-0,8	-0,8	+0,8	-0,25	
	$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} \leq 4$		0	+0,7	-0,4	-0,7	-0,7	-1,2
			90	-0,5	-0,5	+0,8	-0,1	

Figura 2 - Coeficientes de pressão δp_e para paredes.

3.2.2.2.Acção Sísmica

A análise sísmica é uma das mais importantes a realizar durante o desenvolvimento de um projecto de estruturas, uma vez que são acontecimentos, que embora raros no nosso país, podem causar um nível de danos muito elevado, não só de carácter estrutural como a nível de vidas humanas. Estas análises dos fenómenos da sismicidade tiveram um grande impulso com a evolução da capacidade de processamento dos computadores, uma vez que é uma área que exige cálculos muito complexos, que não são passíveis de serem executados de forma analítica, pelo tempo que tal tarefa necessitaria.

O EC8 veio trazer uma série de melhorias e corrige algumas falhas do R.S.A.E.E.P, uma vez que é um documento mais actual, abrangente e evoluído. Sendo um regulamento a nível europeu, cada país possui um anexo respectivo, com parâmetros específicos para o cálculo da acção sísmica, uma vez que este tipo de fenómeno não é igual em todo o globo.

Segundo esta norma, uma estrutura deve ser capaz de cumprir dois requisitos perante uma acção sísmica:

- **Requisito de não ocorrência de colapso:** impõe que a estrutura seja capaz de resistir à acção sísmica de cálculo, mantendo a sua capacidade estrutural;
- **Requisito de limitação de danos:** define que a estrutura terá que ser capaz de resistir a uma acção com probabilidade de ocorrência maior do que a acção de cálculo, sem que ocorram danos estruturais.

3.3. ESTADOS LIMITE

Por vezes uma estrutura atinge um ponto de total ou parcial incapacidade, de desempenhar as funções para as quais foi projectada, a esse momento atribui-se a designação de “Estado Limite”.

A distinção entre o tipo de estado limite depende da gravidade dos danos resultantes da sua ocorrência, fazendo-se a distinção entre dois tipos de estados limite:

- Estados limites últimos: cuja ocorrência provoca prejuízos muito severos;
- Estados limites de utilização: cuja ocorrência provoca prejuízos pouco severos.

O dimensionamento estrutural efectuado foi realizado tendo em consideração os Estados Limites Últimos e os Estados Limite de Utilização

3.3.1. Estados Limites Últimos

Um estado limite último corresponde a um estado associado ao colapso de parte ou mesmo da totalidade de uma estrutura, o que pode levar a danos humanos irreversíveis. Este tipo de estado limite pode ser atingido por várias causas, como por exemplo:

- Perda de equilíbrio de parte/totalidade da estrutura;
- Colapso ou deformação excessiva ao nível das fundações;
- Colapso da estrutura ou seus elementos estruturais;
- Rotura das ligações dos elementos estruturais.

É assim, portanto, indispensável e de extrema importância garantir que este tipo de estado nunca é atingido. Para tal efectua-se uma análise da estrutura ou dos seus elementos, que consiste em verificar a resistência das secções transversais. Desta forma, para cumprir o dimensionamento pelo Método dos Estados Limites, deve ser satisfeita, para todos os elementos estruturais, a seguinte condição:

$$S_d \leq R_d$$

Onde:

S_d — valor de cálculo do esforço actuante;

R_d — valor de cálculo do esforço resistente.

No dimensionamento e verificação dos elementos estruturais foram seguidas as preconizações estabelecidas no EC2, e no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (R.E.B.A.P.).

De acordo com o R.S.A.E.E.P, devem ser considerados, quando pertinente, os seguintes estados limites últimos:

- **Estados limite últimos que não envolvam perda de equilíbrio ou fadiga:** este tipo de estado limite ocorre quando a estrutura, ou parte dela, está condicionada pela resistência das secções transversais;
- **Estados limite últimos de equilíbrio:** este estado limite diz respeito à perda de equilíbrio de parte ou da totalidade da estrutura considerada como um corpo rígido;
- **Estados limite últimos de fadiga:** diz respeito à estrutura por fadiga da estrutura ou dos seus elementos estruturais. Geralmente condicionantes em estruturas sujeitas a acções dinâmicas como pontes rodoviárias ou ferroviárias.

Para este tipo de estados limite são definidas as seguintes combinações de acções:

- Combinação Fundamental:

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q \left[S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} S_{Qjk} \right]$$

- Combinação sísmica:

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + \gamma_q S_{Ek} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} S_{Qjk}$$

- Combinação Acidental

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + S_{Fa} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} S_{Qjk}$$

Onde:

S_{Gik} — valor característico do esforço resultante de uma acção permanente;

S_{Q1k} — valor característico do esforço resultante de uma acção variável;

S_{Qjk} — valor característico do esforço resultante de uma acção variável de base;

S_{Fa} — valor nominal do esforço resultante de uma acção de acidente;

γ_{gi} — coeficiente de segurança relativo às acções permanentes;

γ_q — coeficiente de segurança relativo às acções variáveis;

ψ_{0j}, ψ_{2j} — coeficientes Ψ correspondentes à acção variável de ordem j .

O valor dos coeficientes de segurança γ_g e γ_q assumem, de acordo com o R.S.A.E.E.P os seguintes valores:

$\gamma_g = 1,5$ no caso de a acção permanente em causa ter um efeito desfavorável;

$\gamma_g = 1,0$ no caso contrário;

$\gamma_q = 1,5$ para todas as acções variáveis;

$\gamma_q = 0$ no caso de a acção variável ter um efeito favorável.

De referir que os valores do coeficiente γ_g anteriormente mencionados poderão ser alterados em situações em que os regulamentos relativos aos diferentes tipos de estruturas e materiais assim o

expressem. Exemplo disso é o caso do R.E.B.A.P., que permite, em geral, reduzir o valor de γ_g para 1,35 no caso de acções permanentes.

3.3.2. Estados Limites de Utilização

Um estado limite de utilização corresponde a um estado em que os danos são de menor gravidade, sendo que não comprometem a estabilidade ou segurança da estrutura, estando associados, no entanto, à sua funcionalidade e durabilidade. Apesar de menos gravosos, este tipo de estados limite tem uma probabilidade expectável de ocorrência superior à dos estados limites últimos, sendo definidos em função da sua duração, em geral, muito curta, curta e longa duração. No dimensionamento estrutural são considerados os estados limites de utilização a seguir enunciados:

- Deformação;
- Fendilhação.

Para este tipo de estados limites são definidas as seguintes combinações de acções:

- Combinação Rara: estados limite de muito curta duração:

Correspondem a durações que totalizam apenas poucas horas no período de vida da estrutura. As acções permanentes são quantificadas pelos seus valores médios (G_m), a acção variável de base é quantificada pelo seu valor raro (Q_k) e as restantes acções variáveis pelos seus valores frequentes ($\Psi_1 Q_k$).

- Combinação Frequente: estados limite de curta duração

Correspondem a durações na ordem dos 5% do período de vida da estrutura. As acções permanentes são quantificadas pelos seus valores médios (G_m), a acção variável de base é quantificada pelo seu valor frequente ($\Psi_1 Q_k$) e as restantes acções variáveis pelos seus valores quase permanentes ($\Psi_2 Q_k$).

Relatório de Estágio

- Combinação Quase Permanente: estados limite de longa duração

Dizem respeito a durações na ordem dos 50% do período de vida da estrutura. As acções permanentes são quantificadas pelos seus valores médios (G_m) e as acções variáveis pelos seus valores quase permanentes (Ψ_{2Qk}).

Na tabela seguinte sumariza-se a verificação de segurança em relação aos estados limite de utilização de acordo com o R.S.A.E.E.P

Capítulo III – CASO DE ESTUDO

4. INTRODUÇÃO

Durante o período de estágio, o estagiário esteve envolvido na elaboração dos projectos de estrutura, hidráulicos e orçamentos. O Objecto de estágio constitui o dimensionamento de uma moradia unifamiliar e o dimensionamento das bases de suporte dos painéis solares.

Os objectos destas actividades são descritos a seguir:

4.1.1 DIMENSIONAMENTO DE UMA MORADIA UNIFAMILAR

O senhor Stélio Matola, contratou a empresa Construcil, Lda para a elaboração do projecto estrutural, de abastecimento de água, evacuação do esgoto e evacuação de águas pluviais da moradia que pretende erguer na província de Maputo.



Figura 3 – Imagem da Arquitectura da futura moradia Unifamiliar

Relatório de Estágio

A planta arquitectónica consiste numa moradia Unifamiliar com dimensões e características dos pisos definidos nos desenhos de arquitectura (anexo 2), com 2 pisos + terraço não acessível *localizado na Província de Maputo, mais concretamente no bairro de Marracuene.*

De seguida, apresentam-se resumidamente as características dos pisos.

O Piso 1: Tem uma área Bruta de 301.2 m² contendo: garagem, escritório, 3 Suites, 2 salas de jogos, cozinha, varanda, sala de estar e jantar.

O piso 2: Tem uma área Bruta de 121.95 m² contendo: Suite Master, 2 Varandas, Área Técnica e sala de Estar.

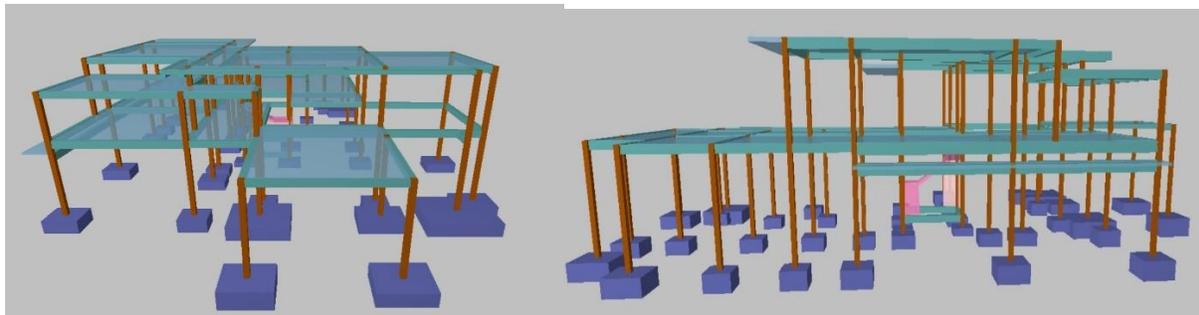


Figura 4- Imagem da estrutura da futura moradia Unifamiliar

A concepção estrutural foi feita de forma a respeitar a arquitectura do edifício e também garantindo a segurança do mesmo quando solicitado pelas diferentes acções.

4.1.1.1 PRESSUPOSTOS DE CALCULOS

Para o edifício, foram consideradas fundações directas constituídas por ensoleiramento geral.

As bases das fundações estão assentes sobre uma camada de areia fina de 50 mm seguida de uma camada de enrocamento de 80mm e por baixo desta o terreno natural bem compactado.

A laje de pavimento, à semelhança das fundações, está assente sobre uma camada de areia fina de 50 mm seguida de uma camada de enrocamento de 80 mm sobre o aterro devidamente compactado.

Toda fundação será protegida por uma membrana impermeável de 250 microns.

4.1.1.2 ACÇÕES

Considerarei para o edifício, acções permanentes, sobrecargas e de vento. O peso próprio da estrutura foi considerado automaticamente pelo programa de cálculo usado. A acção sísmica foi considerada.

a) Acções Permanentes

As cargas permanentes que se seguem são referentes ao edifício:

- Laje de pavimento
 - ✓ Betonilha de regularização (espessura média de 0.03m) – 0.63 KN/m²
 - ✓ Revestimento no pavimento – 0.04 KN/m²
 - ✓ Paredes ao longo do perímetro – 6.89 KN/m

Para o alpendre foram consideradas as seguintes cargas permanentes:

- ✓ Camada de reboco (0.42 KN/m²);
- ✓ Peso próprio da estrutura;

Para o primeiro andar foram consideradas as seguintes cargas permanentes:

- ✓ Peso próprio da estrutura;

Relatório de Estágio

- ✓ Camada de regularização em cimento de 3cm (0.63 KN/m²);
- ✓ Revestimento: 2,0 KN/m²
- ✓ Alvenaria: 3 KN/m² (Tabelas de pesos específicos de materias – IST).
- ✓ Paredes divisórias.

Para o terraço foram consideradas as seguintes cargas permanentes:

- ✓ Peso próprio da estrutura;
- ✓ Camada de regularização em cimento de 3cm (0.63 KN/m²);
- ✓ Revestimento: 2,0 KN/m²
- ✓ Manta impermeabilizante.

Para a cobertura das varandas:

- ✓ Peso próprio da estrutura;
- ✓ Manta impermeabilizante;
- ✓ Camada de regularização em cimento de 3cm (0.63 KN/m²).

b) Sobrecargas

• Pavimento

- ✓ Pavimento- 2,0 KN/m².

• Piso 2

- ✓ Piso 2: $sc = 2\text{KN/m}^2$; $\varphi_0 = 0,4$; $\varphi_1 = 0,3$; $\varphi_2 = 0,2$ (RSA → artigo 35.1.1. a));

• Terraço

- ✓ Terraço não acessível: $sc = 1\text{KN/m}^2$ (RSA → artigo 34.2. b));

• Varandas

- ✓ Varandas: $sc = 5\text{KN/m}^2$; $\varphi_0 = 0,8$; $\varphi_1 = 0,7$; $\varphi_2 = 0,6$ (RSA → artigo 35.1.2. d));

• Escadas

- ✓ Escadas: $sc = 3\text{KN/m}^2$; (RSA → artigo 37.1.).

c) Vento

✓ **Determinação de pressão dinâmica do vento**

Para determinação de pressão dinâmica do vento segue os seguintes passos:

1ºPasso: zoneamento do território (Artigo 20.º RSA)

O edifício a será construído na Província de Maputo, com uma altura inferior a 600m, portanto a zona será A.

2ºPasso: Rugosidade aerodinâmica do solo (artigo 21.º RSA)

Pretendo implantar-se o edifício em zona rural da Província de Maputo, considera-se a rugosidade aerodinâmica do solo sendo do tipo II.

3ºpasso: pressão dinâmica do vento (w_k)

O valor de pressão dinâmica depende da altura do edifício e a zona conforme indica a figura abaixo:

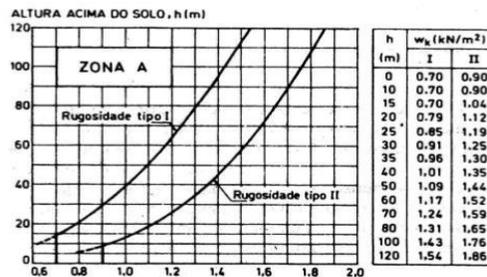


Figura 5- Valor característico da pressão dinâmica, W_k (kN/m²)

Sendo altura do edifício 6.20 m, a rugosidade de tipo II e fazendo- se a interpolação tem-se que $w_k=0,90KN/m^2$.

✓ **Determinação de coeficiente de pressão exterior**

Estes coeficientes de pressão exterior dependem de dois factores um deles é a forma do edifício e o outro é a direcção do vento, com estes dados podemos recorrer ao quadro I-I do Anexo I do RSA. Atendendo as relações geométricas do edifício podemos obter o valor dos coeficientes de pressão exterior para as situações de vento longitudinal e vento transversal. Determinando as relações geométricas do edifício tem-se:

Relatório de Estágio

$$h/b = 0,82 \rightarrow \frac{1}{2} < h/b \leq 3/2; \quad 3/2 < a/b \leq 4$$

Quadro 1-1
Coeficientes de pressão δ_{pe} para paredes

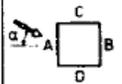
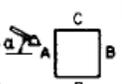
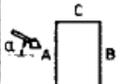
Relações geométricas do edifício (*)		Planta	Direção do vento α (graus)	Acções globais sobre as superfícies				Acções locais na faixa referenciada na figura
$\frac{h}{b}$	$\frac{a}{b}$			A	B	C	D	
	$1 < \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$		0	+0,7	-0,2	-0,5	-0,5	-0,8
			90	-0,5	-0,5	+0,7	-0,2	
$\frac{1}{2} < \frac{h}{b} \leq \frac{3}{2}$	$1 < \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$		0	+0,7	-0,25	-0,6	-0,6	-1,1
			90	-0,6	-0,6	+0,7	-0,25	
	$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} \leq 4$		0	+0,7	-0,3	-0,7	-0,7	-1,1
			90	-0,5	-0,5	+0,7	-0,1	

Figura 6- Coeficientes de pressão dinâmica do vento para paredes

$$\delta_{pe} = -1,1 \text{ (para paredes)}$$

✓ Determinação de pressão interior (δ_{pi})

De acordo com Anexo 1 no RSA tem $(\delta_{pi}) = -0,3$

✓ Determinação de pressão exercida pelo vento sobre as paredes

$$p_{vento} = (\delta_{pe} + \delta_{pi}) \times w_k$$

$$p_{vento} = (1,1 + 0,3) \times 0,90 = 1,26 \text{ KN/m}^2$$

4.1.1.3 MATERIAIS ESTRUTURAIS

Betão Armado

Preconizou-se a utilização de betão B25 (C20/25), $f_{ck}= 20\text{Mpa}$, $\gamma_c=1.50$ para todas estruturas incluindo as fundações.

Quanto ao recobrimento, 50 mm para as fundações e elementos enterrados e 25 mm para pilares, vigas e lajes.

Características do aço

Para todos os elementos de betão armado preconizou-se a utilização de aço A400; $f_{yk}=400\text{ MPa}$; $\gamma_s= 1.15$.

4.1.1.4 CÁLCULO ESTRUTURAL

Para análise e dimensionamento das estruturas dos edifícios foi utilizado o programa de cálculo automático de Estruturas CYPECAD versão 2016 que contempla e respeita as Normas e Regulamentos Portugueses usados em Moçambique.

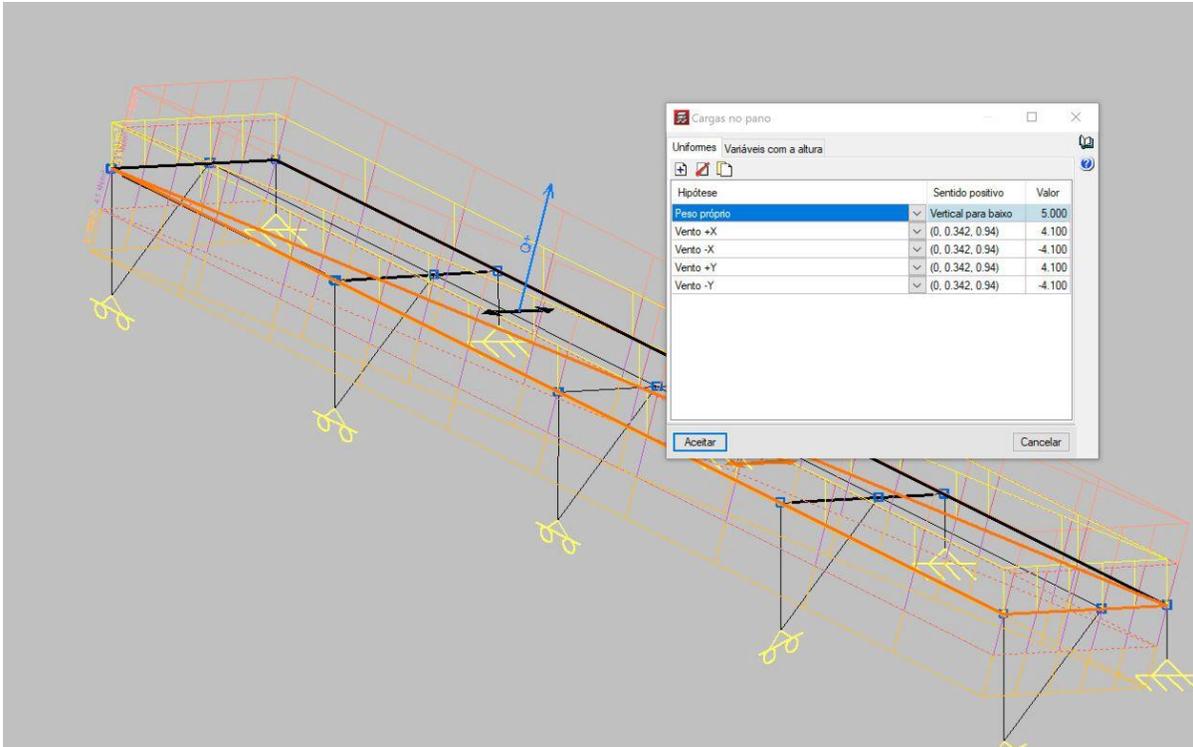


Figura 8- Imagem da Estrutura para o dimensionamento das bases dos painéis

O estagiário esteve integrado nas fases de concepção, pré-dimensionamento e dimensionamento do projecto, responsabilizado pelas impressões dos desenhos.

4.1.2.1 PRESSUPOSTOS DE CALCULOS

Para a base dos painéis, foram consideradas fundações directas constituídas por ensoleiramento geral.

As bases das fundações estão assentes sobre uma camada de areia fina de 50 mm seguida de uma camada de enrocamento de 80mm e por baixo desta o terreno natural bem compactado.

A laje de pavimento, à semelhança das fundações, está assente sobre uma camada de areia fina de 50 mm seguida de uma camada de enrocamento de 80 mm sobre o aterro devidamente compactado.

Toda fundação será protegida por uma membrana impermeável de 250 microns.

4.1.2.2 ACÇÕES

Considerarei para as bases dos painéis, acções permanentes, sobrecargas e de vento. O peso próprio da estrutura foi considerado automaticamente pelo programa de cálculo usado. A acção sísmica não foi considerada.

a) Acções Permanentes

As cargas permanentes que se seguem são referentes as bases dos painéis:

- Laje de pavimento
 - ✓ Betonilha de regularização (espessura média de 0.03m) – 0.63 KN/m²
 - ✓ Revestimento no pavimento – 0.04 KN/m²
 - ✓ Peso próprio dos painéis solares – 0.33 KN/m

b) Sobrecargas

- ✓ Sobrecarga de utilização = 1KN/m²

c) **Vento**

Para a análise de vento foram consideradas as seguintes premissas:

- ✓ **Zona eólica – A** (Regiões que não se situem numa zona costeira com 5Km de largura ou altitudes superiores a 600m).
- ✓ **Rugosidade – II** (Zonas rurais e periferias de zonas urbanas).

Eurocódigo 1

Acção do vento segundo X +X=1,00 -X=1.00

Acção do vento segundo Y +Y=1,00 -Y=1,00

Larguras de banda: Y=3.00 X=20.00

O que corresponde a uma velocidade do vento de 30m/s.

4.1.2.3 MATERIAIS ESTRUTURAIS

Betão Armado

Preconizou-se a utilização de betão B25 (C20/25), $f_{ck}= 20\text{Mpa}$, $\gamma_c=1.50$ para todas estruturas incluindo as fundações.

Quanto ao recobrimento, 50 mm para as fundações e elementos enterrados e 25 mm para pilares, vigas e lajes.

Características do aço

Para todos os elementos de betão armado preconizou-se a utilização de aço A400; $f_{yk}=400\text{ MPa}$; $\gamma_s= 1.15$.

4.1.2.4 CÁLCULO ESTRUTURAL

Para análise e dimensionamento das estruturas dos edifícios foi utilizado o programa de cálculo automático de Estruturas CYPECAD versão 2016 que contempla e respeita as Normas e Regulamentos Portugueses usados em Moçambique.

Capítulo IV: ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS E PARTICIPADAS PELO ESTAGIÁRIO

5. ACTIVIDADES PARTICIPADAS PELO ESTAGIÁRIO

5.1. Critérios de dimensionamento

O dimensionamento de todos os elementos estruturais como pilares, paredes, vigas, lajes e fundações, será feito com base nas determinações do regulamento em vigor, nomeadamente o REBAP. Esta regulamentação será adoptada no que diz respeito as características dos materiais a usar, verificações a efectuar e critérios a seguir para o dimensionamento e pormenorização das secções.

Todos os elementos estruturais serão verificados para os Estados Limites Últimos e de Utilização quando do seu dimensionamento.

As acções consideradas no cálculo do edifício são as regulamentadas no RSA. Estas dividem-se em permanentes e variáveis e são genericamente as seguintes:

a) Acções Permanentes

- PP- Incluem-se os pesos próprios dos materiais como: betão (25 KN/m³), paredes divisórias interiores e exteriores, revestimento, etc.
- Impulso e peso dos solos- Estas acções de carácter permanente estão relacionadas com as características admitidas para o solo da fundação.

b) Acções Variáveis

- SC- As sobrecargas consideradas são as que constam no RSA para o tipo de edifício em causa.
- E- A acção do sismo foi considerada.

As acções acima mencionadas são combinadas, na análise dos esforços, de acordo com o RSA. Desta forma teremos as seguintes combinações:

- Combinações fundamentais para a verificação dos Estados Limites Últimos
- Acção variável de base sobrecarga

$$S_d = (1.00 \text{ ou } 1.50) CP + 1.50 SC$$

- Acção variável de base sismo

$$S_d = CP + \Psi 2 (SC) \pm 1.5 SE$$

Na verificação dos estados limites de utilização serão ainda efectuadas as combinações frequentes, quase frequentes ou raras consoante o estado limite considerado:

- Combinações frequentes

- $Ed = \sum_{j \geq 1} G_{Kj} + P_K + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2i} Q_{id}$

- Combinações quase permanentes

- $Ed = \sum_{j \geq 1} G_{Kj} + P_K + \sum_{i > 1} \Psi_{2i} Q_{id}$

- Combinações raras

- $Ed = \sum_{j \geq 1} G_{Kj} + P_K + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2i} Q_{id}$

- $\Sigma \text{ adm} = 0.1 \sqrt{15 - 1} = 0.3 \text{ MPa}$

Feita a discretização das combinações a utilizar, estas são carregadas com as acções atrás descritas, obtendo-se assim para a estrutura os esforços.

Deslocamento e reacções de apoio necessário para a verificação dos Estados Limites Últimos e de utilização que permitirão dimensionarmos as diferentes peças estruturais.

6. DISPOSIÇÕES RELATIVAS AOS ELEMENTOS ESTRUTURAS

a) Pilares

De acordo com o artigo 120.º. A dimensão mínima da secção transversal dos pilares não deve ser inferior a 20 cm.

O valor da esbelteza dos pilares $l=10/i$, onde l é o comprimento efectivo de encurvadura e o raio de giração, não deve exceder 70, o que reduz a possibilidade de encurvadura.

i. Armadura Longitudinal

A armadura longitudinal dos pilares devera obedecer às seguintes condições:

Para A400 $\frac{A_s}{A_c} \geq 0.6\%$ e $\phi_{min} = 10$

Onde A_s representa a secção total da armadura longitudinal e A_c representa a secção do pilar e ϕ_{min} o diâmetro mínimo da referida armadura.

O seu espaçamento não deve exceder 30 cm, excepto em faces cuja largura seja menor ou igual a 40 cm.

ii. Armadura Transversal

A armadura transversal dos pilares deve obedecer as seguintes condições:

Se as armaduras longitudinais tiverem varões com diâmetro igual ou superior a 25mm, a armadura transversal deve ser constituída por varões de diâmetro não inferior a 8mm.

Os pilares devem possuir armadura transversal destinada a cintar o betão e impedir a encurvadura dos varões da armadura longitudinal.

b) Lajes de Fundação

A laje de fundação funciona como laje de pavimento, que constitui ao mesmo tempo o ensoleiramento geral. Para o seu dimensionamento deve se ter em conta as tensões admissíveis dos solos que constituem a sua base.

c) Vigas

Deve se ter o cuidado de ver quais as condições efectivas de apoio para saber qual o vão teórico a utilizar no dimensionamento das vigas.

i. Armadura Longitudinais

A presença de armaduras torna a secção mais dúctil da forma directa e ainda contribui para o confinamento transversal e aderência longitudinal do betão.

As armaduras longitudinais nas duas faces deverão verificar:

- A percentagem da armadura longitudinal, que não deve ser inferior a:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} * 100 \geq 0.15 \text{ para A400}$$

As- Área da secção da armadura;

B- Largura média da zona traccionada da secção;

D- Altura útil da secção.

ii. Armadura Transversais

- A percentagem mínima de estribos, não deverá ser inferior a 0.10 para o aço A400 (REBAP. Artº.94.2)

Onde:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{(b_w * s * \sin \alpha)} * 100 \geq 0.10 \text{ para A400}$$

A_{sw} - Área total da secção transversal;

b_w - Largura da alma da secção;

s - Espaçamento dos estribos;

α - Ângulo formado pelos estribos com o eixo da viga ($45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$)

Os estribos devem ser fechados e verticais.

d) Escadas

As escadas constituem quase sempre casos particulares de lajes armadas numa só direcção.

As cargas e os vãos devem ser contabilizados em projecção horizontal.

Em relação aos apoios deve considerar-se a possibilidade de deslocamento em um dos lados para que não surjam momentos negativos nas mudanças de direcção (laço- patim).

i. Armadura principal Mínima

As regras de disposição das armaduras nas escadas são as adoptadas para lajes numa só direcção.

- A percentagem de armadura longitudinal (ρ), não deve ser inferior a 0.15 para o aço A400.

ii. Espaçamento Máximo dos varões de Armadura Principal

As armaduras devem ficar sempre colocadas de modo a funcionarem com o maior braço, pelo que as armaduras de distribuição, são sempre colocadas interiormente as principais.

- O espaçamento dos varões de armadura principal não deve ser superior a 1.5 vezes a espessura da laje, com o máximo de 35cm.

iii. Armadura de Distribuição

Devem ser colocadas armaduras de distribuição não espaçadas a mais de 35 cm.

Na face da laje oposta à aplicação de cargas, tal armadura deve ser disposta transversalmente ao vão e a sua secção deve localmente ser pelo menos 20% da armadura principal aí existente

e) Lajes de Cobertura

De acordo com o artigo 100.º do REBAP, são consideradas lajes os elementos laminares planos sujeitos principalmente a flexão transversal ao seu plano e cuja largura não exceda em 5 vezes a sua espessura.

i. Espaçamento Máximo dos Varões de Armadura Principal

As armaduras devem ficar sempre colocadas de modo a funcionarem com o maior braço, pelo que as armaduras de distribuição, são sempre colocadas interiormente às principais.

- O espaçamento dos varões da armadura principal não deve ser superior a 1.5 vezes a espessura da laje, com o máximo de 35 cm.

ii. Armadura Principal Mínima

As regras de disposição das armaduras nas escadas são as adoptadas para lajes armadas numa só direcção.

- A percentagem de armadura longitudinal (ρ), não deve ser inferior a 0.15 para o aço A400.

iii. Armadura Transversais

- A percentagem mínima de estribos, não devera ser inferior a 0.10 para o aço A400 (REBAP Artigo 94. 2.º);
- Os estribos devem ser fechados e verticais.

iv. Armaduras de Punçoamento

A armadura de Punçoamento deve ser compreendida entre o contorno da área directamente carregada e um contorno exterior a este, situado à distância de $1.5d$ e os varões que constituem tal armadura não devem ser afastados entre si, mais de $0.75d$ em qualquer direcção.

f) Fundações

No dimensionamento das vigas de fundação, uma vez que não há uma legislação clara no REBAP, considera-se para todos os efeitos que será uma viga normal e os critérios desta serão adoptados.

7. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS USADOS NA ELABORAÇÃO DO CÁLCULO ESTRUTURAL DA MORADIA UNIFAMILAR NO PROGRAMA CYPECAD

Para a elaboração do projecto de estrutura do edifício acima referido foram seguidos os seguintes passos:

- Análise pormenorizada das plantas arquitectónicas do edifício, analisando cada piso que o compõe e sua funcionalidade.

Esta fase consistiu em estudar e analisar com profundidade as plantas, alçados, cortes e perspectivas, procurando deste modo entender a funcionalidade do edifício como um todo e obter uma visão clara de onde colocar pilares, vigas, lajes e as suas características definindo desta forma a malha estrutural de cada piso, bem como as cotas referentes a cada planta.

- Introdução da Estrutura no programa CYPECAD

Para introduzir a estrutura no programa foi necessário ter as plantas de cada piso (mascaras em unidades compatíveis com o programa computacional CYPECAD), e os cortes com as cotas referentes a cada piso.

Os passos seguidos foram os seguintes:

A. Introdução de máscaras em formato DWG em “metros”

Mascaras – plantas onde estão definidas as posições dos pilares (malha estrutural) e um ponto de origem comum em todas as plantas (ref:0,0,0).

A máscara estrutural foi escolhida tomado em consideração os compartimentos do edifício e os seus respectivos vãos.

B. Introdução de Dados Gerais

A seguir fez-se a introdução dos dados gerais do edifício, regulamentos que foram usados para o seu dimensionamento, os materiais, as acções e combinações consideradas, assim como as opções de cálculo.

C. Definição de plantas/ Grupo de plantas

Para estes edifícios são caracterizados por plantas independentes, como as cotas definidas nas plantas de arquitectura.

Importante dizer que de acordo com a funcionalidade de cada piso, procedeu-se a introdução dos valores relativos a sobrecarga e recobrimento considerados pelo REBAP. Estas podem ser introduzidas manualmente ou directamente no programa.

D. Introdução de Pilares

Os pilares foram modelados como elementos de barras simples, as quais se atribui as características da secção real do pilar e um comprimento igual a distância entre os pisos.

No que diz respeito à ligação com outros elementos, admitiu-se que os pilares se encontram perfeitamente encastrados às mesmas.

D.1. Armaduras Longitudinais

- Os pilares apresentam armaduras longitudinais compostas por varões de diâmetros 6,8,10,12 e 16 mm.

D.2. Armaduras Transversais

- A armadura transversal para os pilares é constituída por varões com 6 mm de diâmetro.

E. Introdução das Vigas

As vigas foram modeladas através de elementos de barra aos quais foram atribuídas as características da secção da viga, com comprimento necessário para promover a sua ligação monolítica aos vários elementos estruturais.

- As vigas são normais e decorrem no alinhamento dos pilares.

E.1. Armaduras Longitudinais

- As vigas terão armaduras longitudinais compostas por varões com 6,8,10,12 e 16 mm de diâmetro.

E.2. Armaduras Transversais

- A armadura transversal da estrutura será constituída por varões de diâmetros 6 e 8 mm.

F. Introdução de Escadas

A escada é caracterizada por um laço, com largura de 1.00 m e 18 degraus com um patim de 30 cm e espelho de 18.5 cm. O objectivo da escala foi fazer a ligação dos pisos térreo (pavimento) e a cota + 3.00 no edificio.

F.1. Armaduras principais mínimas

- Na estrutura a armadura longitudinal das escadas apresentará varões com diâmetro igual a 8 mm.

F.2. Armaduras de distribuição

- A armadura de distribuição é composta por varões com diâmetro igual a 8mm, espaçados a 15 cm

G. Introdução de Lajes

O edifício terá uma laje de pavimento que será o próprio ensoleiramento geral com uma espessura igual a 15 cm.

No piso 1 terá lajes vigadas e no piso 2 terá laje maciças fungiformes em betão armado com uma espessura igual a 15 cm.

G.1. Espaçamento máximo dos varões de armadura principal

- Em todas as lajes os espaçamentos foram de 15 cm, quer na face superior ou inferior.

G.2. Armadura principais mínimas

- A armadura longitudinal das lajes é constituída por 1Ø8//15, que corresponde a 0.50 cm². Sabendo que as armaduras estão espaçadas por 15cm.

G.3. Armaduras transversais

- Com a relação as armaduras transversais, verifica-se a mesma situação das armaduras longitudinais das lajes: armadura constituída por varões com 8mm de diâmetro.

H. Fundações

- A fundação será em ensoleiramento geral dadas as características dos solos e pela funcionalidade estrutural.

H.1. Armaduras Longitudinais

- As fundações terão armaduras longitudinais composta por varões de diâmetro 12mm.

H.2. Armaduras Verticais

- As armaduras transversais das estruturas serão constituídas por varões de diâmetros 8 e 10mm.

7.1. ANALISE DOS RESULTADOS

Após a introdução dos dados e das características estruturais do edifício e introdução das cargas nos referentes pisos, correu se o programa e obtém se os resultados, tendo que se fazer algumas optimizações uma vez que o programa usa o método matricial, mas contem uma caixa negra inacessível o qual pode ocorrer algum sobredimensionamento da estrutura. Porem o programa é bastante interactivo, dando a possibilidade do utilizador fazer algumas optimizações referentes a armaduras geradas no cálculo, bem como modelar as secções transversais da estrutura.

8. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS USADOS NA ELABORAÇÃO DO CÁLCULO ESTRUTURAL DA BASE DOS PAINÉIS SOLARES NO PROGRAMA CYPECAD

Para a elaboração do projecto de estrutura do edifício acima referido foram seguidos os seguintes passos:

- Análise pormenorizada das plantas arquitectónicas do edifício, analisando cada piso que o compõe e sua funcionalidade.

Esta fase consistiu em estudar e analisar com profundidade as plantas, alçados, cortes e perspectivas, procurando deste modo entender a funcionalidade do edifício como um todo e obter uma visão clara de onde colocar pilares, vigas, lajes e as suas características definindo desta forma a malha estrutural de cada piso, bem como as cotas referentes a cada planta.

- Introdução da Estrutura no programa CYPECAD

Para introduzir a estrutura no programa foi necessário ter as plantas de cada piso (mascaras em unidades compatíveis com o programa computacional CYPECAD), e os cortes com as cotas referentes a cada piso.

Os passos seguidos foram os seguintes:

I. Introdução de máscaras em formato DWG em “metros”

Mascaras – plantas onde estão definidas as posições dos pilares (malha estrutural) e um ponto de origem comum em todas as plantas (ref:0,0,0).

A máscara estrutural foi escolhida tomando em consideração os compartimentos do edifício e os seus respectivos vãos.

J. Introdução de Dados Gerais

A seguir fez-se a introdução dos dados gerais do edifício, regulamentos que foram usados para o seu dimensionamento, os materiais, as acções e combinações consideradas, assim como as opções de cálculo.

K. Definição de plantas/ Grupo de plantas

Para estes edifícios são caracterizados por plantas independentes, como as cotas definidas nas plantas de arquitectura.

Importante dizer que de acordo com a funcionalidade de cada piso, procedeu-se a introdução dos valores relativos a sobrecarga e recobrimento considerados pelo REBAP. Estas podem ser introduzidas manualmente ou directamente no programa.

L. Introdução de Pilares

Os pilares foram modelados como elementos de barras simples, as quais se atribui as características da secção real do pilar e um comprimento igual a distância entre os pisos.

No que diz respeito à ligação com outros elementos, admitiu-se que os pilares se encontram perfeitamente encastrados às mesmas.

D.1. Armaduras Longitudinais

- Os pilares apresentam armaduras longitudinais compostas por varões de diâmetros 6 e 10 mm.

D.2. Armaduras Transversais

- A armadura transversal para os pilares é constituída por varões com 6 mm de diâmetro.

F.1. Armaduras principais mínimas

- Na estrutura a armadura longitudinal das escadas apresentará varões com diâmetro igual a 8 e 12 mm.

F.2. Armaduras de distribuição

- A armadura de distribuição é composta por varões com diâmetro igual a 8mm, espaçados a 15 cm.

M. Introdução de Lajes

As bases dos painéis solares terão uma laje de pavimento que será o próprio ensoleiramento geral com uma espessura igual a 15cm.

G.1. Espaçamento máximo dos varões de armadura principal

- Em todas as lajes os espaçamentos foram de 15 cm, quer na face superior ou inferior.

G.2. Armadura principais mínimas

- A armadura longitudinal das lajes é constituída por 1Ø8//15, que corresponde a 0.50 cm². Sabendo que as armaduras estão espaçadas por 15cm.

G.3. Armaduras transversais

- Com a relação as armaduras transversais, verifica-se a mesma situação das armaduras longitudinais das lajes: armadura constituída por varões com 8mm de diâmetro.

N. Fundações

- A fundação será em ensoleiramento geral dadas as características dos solos e pela funcionalidade estrutural.

H.1. Armaduras Longitudinais

- As fundações terão armaduras longitudinais composta por varões de diâmetro 12mm.

H.2. Armaduras Verticais

- As armaduras transversais das estruturas serão constituídas por varões de diâmetros 8 e 10mm.

8.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a introdução dos dados e das características estruturais das bases dos painéis solares e introdução das cargas, correu se o programa e obtém se os resultados, tendo que se fazer algumas optimizações uma vez que o programa usa o método matricial, mas contem uma caixa negra inacessível o qual pode ocorrer algum sobredimensionamento da estrutura. Porem o programa é bastante interactivo, dando a possibilidade do utilizador fazer algumas optimizações referentes a armaduras geradas no cálculo, bem como modelar as secções transversais da estrutura.

Capítulo V: Considerações Finais e conclusões

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O aprendizado adquirido durante o período de estágio curricular com certeza será de grande valia para toda a minha vida profissional, deixando-me pronto para concorrer no mercado de trabalho oferecido. E como estagiário percebi a importância do estágio profissional, que foi de se aprofundar dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e pô-los em prática, pois só deste modo foi possível perceber as dificuldades presentes na vida profissional.

Pessoalmente a entrega do estagiário foi total no desempenho das actividades que lhe foram atribuídas, tendo como principal objectivo a aquisição de novos conhecimentos, nomeadamente na elaboração de projectos de estrutura, hidráulicos, medições e avaliação de imóveis.

No âmbito deste relatório concluí que a solução estrutural adoptada atende a todos requisitos estabelecidos, a acção do vento no dimensionamento das bases dos painéis foi bastante crítico, pois se os painéis se deslocarem, colocaram em risco a funcionalidade do sistema, pondo em risco o bom funcionamento da Mini Hídrica. E os painéis devem estar orientados para o norte com um ângulo de 15-25° de inclinação para o plano horizontal, para garantir o rendimento máximo no mês de menor insolação.

Por fim, o dimensionamento de um edifício de betão armado exige grande conhecimento do funcionamento da estrutura como um todo e de seus elementos. Além disso, uma vasta experiência com projecto de estrutura permite que o engenheiro tome decisões importantes de forma correcta.

Capítulo VI: Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ REBAP, "Regulamento de estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado"; Decreto-Lei n.º 349/83, de 30 de Julho, Porto Editora, 2004
- ✚ RSA, "Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes"; Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 Maio, 2005
- ✚ RGEU, "Regulamento Geral das Edificações Urbanas"; Decreto-Lei n.º 382/38, de 7 de Agosto, 1951
- ✚ Reis, A.; Farinha, M. (2005) - "Tabelas Técnicas", Edições Técnicas, Lisboa.
- ✚ Negrão, J.; Faria, A. (2009) - "Tabelas Técnicas", Edições Técnicas, Lisboa.
- ✚ Florentino Regalado Tesoro, "Los forjados reticulares, manual pratico, Cype Ingenieros.

Anexos

Anexo 1

- 1- Portfólio da empresa**

Anexo 2

- 1- Desenhos das plantas de arquitectura da Moradia Unifamiliar**
- 2- Desenhos dos projectos executivos da Moradia Unifamiliar**

Anexo 3

- 1- Desenhos do projecto executivo da Mini Hídrica de Mapulanguene**

Anexo 4

- 1- Reportagem fotográfica da assistência técnica da obra de construção da Mini Hídrica de Mapulanguene**

ANEXOS 1:

PORTFÓLIO DA EMPRESA

CONSTRUCIL, Lda

ENGENHEIROS TÉCNICOS CONSTRUCTORES



ANEXOS 2:

Desenhos das plantas de arquitectura da Moradia Unifamiliar

ANEXOS 2:

DESENHOS DO

PROJECTO EXECUTIVO

DA MORADIA

UNIFAMILIAR

ANEXOS 3:

**Desenhos do projecto
executivo da Mini Hídrica de
Mapulanguene**

ANEXOS 4:

Reportagem fotográfica da assistência técnica da obra de construção da Mini Hídrica de Mapulanguene