

RM

# Relatório de Atividade Profissional em Projeto de Estruturas

RELATÓRIO DE MESTRADO

**Adérito Luís da Silva Aguiar**

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL



UNIVERSIDADE da MADEIRA

*A Nossa Universidade*

[www.uma.pt](http://www.uma.pt)

janeiro | 2018

# Relatório de Atividade Profissional em Projeto de Estruturas

RELATÓRIO DE MESTRADO

**Adérito Luís da Silva Aguiar**

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

ORIENTADOR

Paulo Renato Camacho da Silva Lobo

## **Agradecimentos**

A realização deste trabalho só foi possível graças a disponibilidade e colaboração de um número considerável de pessoas e entidades. De todas as pessoas e entidades envolvidas, destaco aquelas que foram fundamentais para a sua realização.

Deste modo, demonstro a minha gratidão para com meu orientador, Prof. Doutor Eng.º Paulo Lobo, que contribuiu relevantemente com os seus ensinamentos técnicos, científicos e com a sua disponibilidade, os quais foram fundamentais para o alargamento do meu campo de conhecimentos na matéria, bem como para o meu desenvolvimento profissional.

Ao diretor do curso de Eng.ª Civil da Universidade da Madeira, Prof. Doutor Eng.º João Paulo Lobo, pelos suas benéficas recomendações na fase inicial do estudo.

À minha esposa, Sofia Pestana Aguiar, que teve um contributo diário e contínuo, mostrando sempre disponibilidade e apoio ao longo do desenvolvimento do estudo.

À Entidade promotora do projeto PXF, e em particular, ao Arquiteto JCRG responsável pela sua elaboração, que desde muito cedo demonstrou disponibilidade e prontidão, no seu desenvolvimento.

Apresento também a minha gratidão para com todos os colegas responsáveis pelos diferentes Projetos de Especialidade, pela paciência e compreensão que demonstraram nas diferentes fases do projeto.

A todos os meus colegas, amigos e aqueles que de uma forma, direta ou indireta, me apoiaram em momentos de desânimo ao longo de todo o trabalho, o meu mais sincero agradecimento.

### Resumo

O setor da construção enfrentou uma das épocas mais difíceis desde que há registo. Essencialmente, as obras que estão em desenvolvimento dizem respeito à recuperação do património. Prevê-se uma procura diferenciada de atos de engenharia, no entanto a especialidade de estruturas será sempre primordial. Devido às exigências regulamentares, a segurança estrutural é um dos fatores de maior relevância na indústria da construção.

A Regulamentação Portuguesa, nomeadamente o Regulamento de Segurança e Ações (RSA) e o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP), serão em breve substituídos por um novo quadro legislativo, definido pelos Eurocódigos.

Numerosos projetistas experientes demonstram não estarem preparados para operar através destes códigos, pelo que continuam a aplicar em exclusividade o “REBAP e o RSA”.

A aplicação dos Eurocódigos oferece alguns obstáculos para os projetistas, visto que introduzem novidades na quantificação de cargas, vento, entre outros. No entanto são extremamente benéficos, visto que uniformizam as metodologias de cálculo estrutural ao nível da União Europeia.

Este relatório de atividade profissional surge neste âmbito, tendo como objetivo apresentar, para além de uma descrição resumida da atividade profissional do autor, desenvolvida nos últimos 11 anos, a aplicação dos “Eurocódigos” num projeto de Estabilidade Estrutura.

A realização do projeto permitiu ao autor conhecer a nova legislação: a forma como está organizada, as diferenças no dimensionamento face à legislação ainda em vigor, bem como as alterações introduzidas no modo de dimensionamento das estruturas de betão para ações dinâmicas, sendo que foi onde se notou diferenças significativas.

Palavras-chave: Eurocódigos, Betão Estrutural, Dimensionamento, Projeto.

### Abstract

The construction industry has faced one of the most difficult times known to date. Essentially, the works that are in development are related to the rehabilitation of the built patrimony. A distinguished search for engineering acts is foreseen. However, the structures specialty will always be paramount. Due to regulatory requirements, structural safety is one of the most important factors in the construction industry.

The Portuguese Regulation, namely that related to the security and actions on structures (Regulamento de Segurança e Ações - RSA) and the regulations on the design of reinforced concrete structures (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado - REBAP) will soon be replaced by a new legislative framework defined by the Eurocodes.

Numerous experienced designers demonstrate that they are not prepared to operate through these codes, so they continue to apply "REBAP and RSA" exclusively.

The application of the Eurocodes offers some obstacles for the designers, since they introduce innovations in the quantification of gravity loads, wind, among others. However, they are extremely beneficial as they standardize structural calculation methodologies at the European Union level.

This report of professional activity arises in this scope, aiming to present, in addition to a brief description of the professional activity of the author, developed in the last XI years, the application of the "Eurocodes" to a project of structural design.

The realization of the project allowed the author to get to know the new legislation: the way in which it is organized, the differences in the design process when compared to the legislation still in force, as well as the changes introduced in the design of concrete structures for dynamic actions, were significant differences are noted.

Keywords: Eurocodes, Reinforced Concrete, Structural Design, Design.

## Índice geral

Índice de Figuras.....	iii
Índice de Tabelas.....	iii
Lista de Símbolos.....	v
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Âmbito de objetivos.....	1
1.2 Sobre o Autor.....	1
1.3 Motivação.....	4
1.4 Estrutura do trabalho .....	4
2 ENQUADRAMENTO .....	7
2.1 Aspetos Gerais e Regulamentares .....	7
2.2 Durabilidade das Estruturas de Betão .....	10
2.3 Conceção do Projeto Estrutural.....	20
2.4 Exigências do desempenho estrutural.....	24
2.5 Métodos de análise estrutural.....	25
3 CASO DE ESTUDO .....	27
3.1 Descrição do edifício.....	27
3.2 Resumo da solução estrutural .....	27
3.3 Memória descritiva.....	28
3.3.1 Identificação e localização da obra .....	28
3.3.2 Condições Técnicas .....	28
3.3.3 Relatório geotécnico.....	29
3.3.4 Considerações estruturais.....	30
3.3.5 Ações e combinações .....	32
3.3.6 Modelo de cálculo.....	36
3.3.7 Elementos estruturais.....	37
3.3.8 Omissões.....	38
3.4 Memória justificativa .....	38
3.4.1 Vigas.....	39

3.4.2	Pilares.....	42
3.4.3	Lajes maciças e aligeiradas .....	43
3.4.4	Fundações .....	46
3.5	Peças desenhadas .....	47
4	NOTAS FINAIS.....	49
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	APÊNDICE 1 – Peças Desenhadas.....	59
	APÊNDICE 2 – Curriculum Vitae do autor .....	61

## Índice de Figuras

Figura 2.1 – Edifício de moagem do Caramujo (Appleton, 2011).....	7
Figura 2.2 - Relação entre a durabilidade e o desempenho das estruturas de betão (Miranda, 2006) .....	10
Figura 2.4 – Fissuras em alvenarias, resultantes da movimentação térmica da estrutura (Pereira, 2005) .....	12
Figura 2.5 – carbonatação e suas consequências (Serra, 2012) .....	13
Figura 2.6 – Corrosão localizada em armaduras causada por cloretos (Serra, 2012) .....	13
Figura 2.7 – Distribuição do cloreto de sódio em função da distância à costa (Serra, 2012).....	16
Figura 2.8 – Deterioração de uma estrutura em betão armado em função da zona de exposição (Costa, 1999).....	17
Figura 2.9 – Degradação dos pilares e da laje de suporte do aterro (Alves, 2016) .....	18
Figura 2.10 – Corrosão das armaduras de um tabuleiro numa ponte (Alves, 2016).....	18
Figura 2.11 – Deterioração concentrada nos cantos das estruturas (Costa, 1999) .....	23
Figura 3.12 – Pórtico em 3D da Lota PXF (Cypecad).....	27
Figura 3.13 – Diagrama parábola-retângulo para o betão comprimido (EC2).....	39
Figura 3.14 – Diagrama elástico-plástico de tensões-extensões para o aço (EC3).....	39

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Principais causas e fatores de deterioração das estruturas de betão (Santos T. M., 2014) .....	11
Tabela 2.2 – Corrosão induzida por carbonatação (LNEC, 2005).....	14
Tabela 2.3 – Corrosão induzida por cloretos não provenientes da água do mar (LNEC, 2005) 14	
Tabela 2.4 – Corrosão induzida por cloretos provenientes da água do mar (LNEC, 2005).....	15
Tabela 2.5 – Ataque pelo gelo/degelo. (LNEC, 2005) .....	15
Tabela 2.6 – Ataque químico (NP EN 206-1 2007, 2007) .....	15
Tabela 2.7 – Sem risco de corrosão ou ataque (LNEC, 2005).....	15

Tabela 2.8 – Exemplo: Limites da composição/classe de resistência do betão e dos recobrimentos, para uma vida útil de 50 anos, de uma estrutura exposta sob ação dos cloretos (LNEC, 2005).....	16
Tabela 3.9 – Sobrecargas aplicadas no dimensionamento da estrutura.....	33
Tabela 3.10 – Coeficientes de segurança relativos a ações (Q1) .....	35
Tabela 3.11 – Coeficientes de segurança relativos a combinações de ações (Q2).....	35
Tabela 3.12 – Coeficientes de segurança relativos a materiais (Q3) .....	35

## Lista de Símbolos

### SIGLAS

UMa: Universidade da Madeira

RSA: Regulamento de Segurança e Acções

REBAP: Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

RSCCS: Regulamento da Segurança das Construções contra os Sismos

LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NP EN: Eurocódigos

NP EN 1990: EC0

NP EN 1991: EC1

NP EN 1992: EC2

NP EN 1993: EC3

NP EN 1998: EC8

ELU: Estados limites últimos

ELS: Estados limites de utilização/serviço

### SÍMBOLOS ROMANOS

a - Expoente referente à secção do pilar em função da relação do esforço normal nas direcções x e y

$A_c$  - Área da secção transversal de betão

$A_{ct}$  - Área de betão tracionado

$A_{s, \min}$  - Área de armadura longitudinal mínima

$A_s$  - Área de armadura longitudinal de cálculo

$A_{s, \max}$  - Área de armadura longitudinal máxima

B – Base da sapata

$b_t$  - Largura média da zona tracionada

b - Largura da secção transversal

C – Altura da sapata

$d$  - Altura útil de uma seção transversal

$E$  – Largura do pilar

$f_{ctm}$  - Tensão de rotura do betão à tração simples

$f_{cd}$  - Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão

$F_{ct,eff}$  - Valor médio da resistência do betão à tração

$f_G$  - cargas permanentes

$f_Q$  - cargas variáveis

$f_{yk}$  - Valor característico da tensão de cedência do aço

$f_{yd}$  - Valor de cálculo da tensão de cedência do aço

$F_y$  – tensão de cedência do aço

$f_{ywd}$  - Valor da tensão de cedência das armaduras ao esforço transversal

$H_{laje}$  – Altura da laje

$w$  - Percentagem mecânica de armadura

$w_k$  – Largura de fendas

$K$  - Coeficiente relativo às tensões não uniformes autoequilibradas, de que resulta uma redução dos esforços de coação

$K_c$  - Coeficiente relativo à distribuição de tensões na secção, imediatamente antes da fendilhação

$L$  - Comprimento do vão da viga / tramo

$M_{c,rd}$  - Valor de cálculo do momento fletor resistente em relação a um eixo principal

$M_{Ed}$  - Valor de cálculo do momento fletor atuante

$M_{Edz}$  - Momentos atuantes de cálculo na direção Z

$M_{Edy}$  - Momentos atuantes de cálculo na direção Y

$M_{Rdz}$  - Momentos resistentes de cálculo na direção Z

$M_{Rdy}$  - Momentos resistentes de cálculo na direção Y

$N_{Ed}$  - Esforço axial de cálculo

$N$  – Esforço normal resultante

$n$  - número de lintéis que atuam no tramo

$s_l$  – espaçamento das cintas

$s_t$  – Espaçamento entre armaduras de esforço transverso

$S_{r, \text{máx}}$  – Distância máxima entre fendas.

$T_{sd}$  - Esforço axial de tração de cálculo

$T_2$  - reação horizontal

$V_{ed}$  - Esforço transverso de cálculo

$V_{rd,c}$  - Valor de cálculo do esforço transverso resistente do elemento sem armadura de esforço transverso

$z$  - Braço do binário

### SÍMBOLOS GREGOS:

$\rho_w$  - Taxa de armadura de esforço transverso

$\alpha$  – Ângulo formado entre as armaduras de esforço transverso e o eixo longitudinal

$\alpha_{x,y}$  - *Expoente referente à secção do pilar em função da relação do esforço normal nas direções  $x$  e  $y$*

$\theta$  - Ângulo das escoras com o eixo do pilar

$\alpha_{cw} = 1$

$\vartheta_1$  - Coeficiente de redução da resistência do betão, tendo em conta que o betão na alma da viga está fendilhado

$\epsilon_{sm}$  - Extensão média das armaduras.

$\epsilon_{cm}$  Extensão média do betão entre fendas.

$\alpha_g$  - Coeficiente global de fluência para as cargas permanentes

$\alpha_q$  - Coeficiente global de fluência para as cargas variáveis

$\gamma_{M0}$  - Coeficiente parcial de segurança para a resistência

$\rho_1$  - Taxa de armaduras longitudinais

$\sigma_{cp}$  - Tensão de compressão no betão devida a um esforço normal ou ao pré-esforço

$T_{Vd}$  - Tensão de corte

$\vartheta_{\text{min}}$  - Coeficiente mínimo de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transverso

$\sigma_{\text{solo}}$  - Tensão admissível do solo

$\gamma$  - Coeficiente de majoração de ações

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Âmbito de objetivos

O presente trabalho surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, concedido pela Universidade da Madeira (UMa), para Licenciados pré-Bolonha, com mais de cinco anos de experiência profissional. Nos termos do Regulamento Específico do 2.º Ciclo em EC da UMa, pretende ser um trabalho “integrador” da minha atividade profissional com vista à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Ao longo do mesmo, resume-se o processo evolutivo profissional do autor, pondo em evidência as competências técnico-científicas adquiridas na área do Dimensionamento de Estruturas de Betão Armado. Por ser uma área onde se verificam grandes alterações regulamentares quando comparada com as outras áreas de especialidade, um dos principais objetivos da realização deste trabalho foi o de concretizar um Projeto de Estabilidade, com base na aplicação dos Eurocódigos Estruturais. Legislação que em breve substituirá definitivamente os Regulamentos Portugueses, nomeadamente o Regulamento de Segurança e Ações (RSA) e o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP).

## 1.2 Sobre o Autor

Desde cedo desenvolveu o gosto pela área da Construção Civil. Enquanto jovem, presenciou a evolução e o desenvolvimento de várias atividades relacionadas com o setor da construção civil. Assuntos como projetos, obras, orçamentos, entre outros, eram abordados frequentemente no seu ambiente natural. Os seus anos pré-universitários (entrou na universidade no ano 2000), foram anos em que se verificou um aumento exponencial dos índices de construção na ilha da Madeira. Decorria a execução de obras de grandes edifícios, de túneis, de pontes/viadutos, obras marítimas, entre outros. O consumo de cimento atingia valores nunca antes verificados. Em alguns desses anos, durante o verão, chegou mesmo a trabalhar como condutor, com a responsabilidade de garantir o *stock* de alguns materiais e equipamentos nas obras da empresa. Foram estes os principais fatores que levaram a que optasse pelo curso de Engenharia Civil.

No que concerne à formação académica, frequentou entre 2000 e 2006 o curso de Engenharia Civil, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Uma vez concluído o curso, regressou à Região com o objetivo de começar a trabalhar, mas a construção civil já se encontrava numa fase descendente. Inicialmente trabalhou numa pequena empresa familiar, Moldes do Oeste - Construções Unipessoal Lda., com alvará da classe 2. Iniciou funções em outubro de 2006, vindo a terminar em julho de 2007. Tinha como principais funções a elaboração de orçamentos e de coordenação de obra. Além destas atividades, sempre

que surgia oportunidade desenvolvia projetos de diferentes especialidades. Sempre achou importante, durante o período inicial da carreira, trabalhar nas diferentes vertentes da engenharia.

Com o objetivo de ganhar mais algumas valências, e por entender ser um bom complemento para a área da Engenharia Civil, em fevereiro de 2007 iniciou o curso de Pós-Graduação em Higiene e Segurança do Trabalho, vindo a concluí-lo a 29 de maio de 2008.

De 1 de agosto de 2007 a 30 de julho de 2011, desempenhou funções na Imodopovo-Construção e imobiliária Lda. Ao longo deste período, desenvolveu atividades relacionadas com promoção imobiliária, com orçamentação e planeamento, direção técnica de obra, elaboração de projetos das diferentes especialidades, cálculo de muros de suporte, entre outros. Esteve também envolvido em trabalhos de reabilitação de edifícios e inspeções técnicas. Destacam-se duas obras em que assumiu funções de Diretor Técnico de Obra: a reabilitação/alteração de um edifício destinado a comércio, constituído por dois pisos inferiores e 5 superiores, localizada na Rua da Alfândega n.º 78/Travessa dos Varadouros, e a ampliação/alteração de um edifício destinado a comércio, constituído por dois pisos inferiores e quatro superiores, localizada na Rua do Surdo n.º 6. Desenvolveu ainda diversas atividades relacionadas com a Higiene e Segurança do Trabalho: técnico de segurança em obra, planeamento de segurança em obra, elaboração de diversos planos de segurança e saúde, fase de projeto e de obra, aquisição de materiais e equipamentos relacionados com a proteção e segurança dos trabalhadores, entre outros.

Em 2008, na Região, a área da térmica dos edifícios evidenciou-se, o que levou o autor deste documento a frequentar uma formação em Certificação Energética – Módulo técnico no âmbito RCCTE, entre 3 e 21 de fevereiro de 2009, sendo a Entidade Formadora a Escola Superior de Tecnologia de Setúbal. Neste âmbito formativo, por sentir necessidade, frequentou também o curso de fiscalização de obras, entre 22 e 23 de outubro de 2009, promovido pela Verlag Dahsöfer. Ainda neste âmbito, também por ter saído um novo regulamento, frequentou uma curta formação sobre o “novo regulamento de SCIE”, em 18 de janeiro de 2010, sendo a entidade formadora a SGS Portugal, S.A.

Uma vez desenvolvido o gosto pela área da Higiene e Segurança do Trabalho, desempenhou funções em regime pós-laboral (durante a semana) e em muitos sábados a tempo inteiro, desde janeiro de 2010 até dezembro de 2011 na Novo Rumos – Higiene Segurança e Saúde no Trabalho unipessoal Lda. Foi o técnico responsável pela entidade de prestação de serviços externos, tendo desenvolvido diversas atividades, desde a coordenação de equipas, acompanhamento de estágios profissionais e coordenação de segurança de obras de construção. Também realizou levantamentos a acidentes de trabalho, inspeções técnicas em outros ramos de atividade, medições de ruído e de iluminância, entre outros.

No que concerne à formação, durante este período frequentou algumas formações: o curso de Formação Profissional “Ruído Laboral e acústica ambiental”, entre 4 e 5 de abril de 2008, promovido pela CERTIFER, e também o curso de Pós-Graduação/ Especialização em Gestão da Proteção Civil e da Segurança, no Instituto Superior Dom Afonso III, de outubro de 2010 a junho de 2011.

Em setembro de 2011, durante um período de três anos, exerceu funções na Unidade de Equipamentos e Instalações da Universidade da Madeira, desenvolvendo trabalhos relacionados com a gestão e manutenção da infraestrutura, dos sistemas e equipamentos instalados, sobretudo nos edifícios do Campus da Penteada. Também desenvolveu atividades na área da Higiene e Segurança do Trabalho.

Elaborou diversos trabalhos na área da Engenharia Civil, ao nível de planeamento e aquisição de materiais de construção, carpintarias, serralharias, entre outros. Ao nível de sistemas e equipamentos instalados no edifício, acompanhou inúmeras ações de verificação e manutenção de extintores, elevadores (neste caso também de certificação), sistemas de AVAC (circuito hidráulico e aérolico), sistemas de videovigilância, grupos hidropneumáticos de pressurização de águas (abastecimento e incêndios), grupos geradores, entre outros.

Na área da Higiene e Segurança do Trabalho, efetuou um levantamento às condições de trabalho dos trabalhadores da instituição, bem como dos equipamentos existentes na oficina afeta aos trabalhos da manutenção. Procedeu à elaboração, quase na sua totalidade, das medidas de autoproteção da UMA. Organizou uma ação de sensibilização sobre a utilização de meios de primeira intervenção. Desenvolveu inúmera documentação referente ao sistema de gestão de Higiene e Segurança do Trabalho da instituição.

A nível formativo, neste período frequentou o curso de “Projetistas de SCIE de 3.<sup>a</sup> e 4.<sup>a</sup> categorias de risco”, com duração de 120 horas, com início em fevereiro de 2012, sendo a entidade formadora o Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção - Instituto da Construção. Frequentou também um Mestrado em Higiene e Segurança do Trabalho, entre novembro de 2012 e abril de 2014, na Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa, através do qual publicou um artigo científico no III.<sup>o</sup> Congresso Vertentes e Desafios da Segurança 2013 (pág. 76-84), intitulado “Implementação das medidas de autoproteção num edifício escolar da Ilha da Madeira” e um resumo alargado na revista Segurança nº 217 (ISSN 0870-8908) - Suplemento Especial, (p. 7), intitulado “Implementação das medidas de autoproteção num edifício escolar da Ilha da Madeira”.

Entre outubro de 2014 a 4 de março 2016 desempenhou funções na Tecnomuro - Construção de Edifícios e Obras Públicas, Lda. Desenvolveu trabalhos relacionados com planeamento, direção técnica de obra, elaboração de Planos de Segurança e Saúde, entre outros;

De abril de 2016 até hoje, exerce funções na empresa Daniel Aguiar Lda. - Construção Civil e Obras Públicas, Lda, com alvará de classe 4, na qual a sua atividade incide, essencialmente, na realização de projetos de especialidade, elaboração de propostas para obras públicas e particulares e respetivo acompanhamento.

### 1.3 Motivação

Como é do conhecimento geral, a especialidade de Engenharia Civil divide-se em várias especializações verticais, com o que é o caso de Direção e Gestão da Construção, Estruturas, Hidráulica e Recursos Hídricos, Planeamento, Ordenamento do Território e Segurança no Trabalho. A Engenharia Civil está presente em todas as fases de uma obra. Encontra-se no projeto, na construção e na manutenção do seu resultado final (Ordem dos Engenheiros, 2017). Nestes últimos tempos, em Portugal, o setor da construção enfrentou uma das épocas mais difíceis de que há registo. Assistiu-se a uma grande contração do mercado, não só a nível da venda de imobiliário, mas também no que diz respeito à execução de novos edifícios. O volume de obras públicas também sofreu uma drástica e rápida diminuição, sem precedentes. As obras que se encontram em desenvolvimento, embora existam algumas (poucas) novas, relacionam-se essencialmente com recuperação, reabilitação, ampliação e/ou requalificação de património, o que nos leva a crer que o futuro do setor passará, essencialmente, pela “regeneração” do património construído. Desta nova realidade prevê-se uma procura diferenciada de atos de engenharia, mais incisiva por determinadas especialidades relacionadas sobretudo com instalações técnicas. É certo que prevalecerá a procura por, instalações, equipamentos e sistemas de águas e esgotos, instalações, equipamento e sistemas de gás, sistemas e equipamentos de segurança contra incêndios, entre outras, mas é preciso não esquecer que a especialidade de estruturas será sempre, e inevitavelmente, procurada. Os edifícios de hoje trazem consigo um conjunto de exigências, de cariz técnico e arquitetónico, em que muitas das vezes as estruturas existentes, dimensionadas para às solicitações e dimensões da altura, não são capazes de dar resposta adequada, restando como única solução a realização de novas estruturas ou a sua adaptação e reforço.

As motivações que me levaram à escolha deste tema prende-se, essencialmente, com o gosto pela área de projeto, com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento técnico-legal e desenvolver novas competências, bem como com a finalidade de preparar o futuro e de “produzir” projetos de melhor qualidade.

### 1.4 Estrutura do trabalho

Com a finalidade de facilitar a leitura deste trabalho, entendeu-se ser pertinente proceder à sua organização em 5 capítulos, que se encontram dispostos da seguinte forma:

**Capítulos 1 (Introdução):** do qual constam o âmbito e objetivos do trabalho, uma descrição sobre o autor, a escolha do tema do projeto e, por último, a forma como está estruturado;

**Capítulo 2 (Enquadramento):** onde é feito um breve enquadramento do tema do projeto, no qual constam informações sobre aspetos gerais e regulamentares, durabilidade das estruturas de betão, o modo como se efetua uma conceção estrutural e a exigências de desempenho de uma estrutura;

**Capítulo 3 (Caso de estudo):** constam informações relativas ao edifício em estudo, com destaque para o projeto de estabilidade;

**Capítulo 4 (Notas finais):** enuncia-se um conjunto de notas extraídas da realização do projeto, com base numa comparabilidade de sentido crítico entre os Regulamentos Portugueses e os "Eurocódigos";

**Capítulo 5 (conclusões e recomendações futuras):** contém uma breve conclusão e algumas recomendações futuras tendo por base o novo paradigma técnico e legislativo.

**Referências Bibliográficas:** lista-se as referências bibliográficas utilizadas na redação deste trabalho.



## 2 ENQUADRAMENTO

### 2.1 Aspetos Gerais e Regulamentares

O betão armado teve início em França por volta do ano de 1840. Concretizado para uma exposição em Paris, Vaz, Aguiar, & Aires (2005) afirmam que «(...) o barco em ferrocimento realizado pelo francês Jean-Louis Lambot em 1848 é reconhecido como a obra mais antiga de betão armado ainda existente». Em 1894 Feacois Coignet apresentou as “bases” de cálculo de estruturas de betão armado. No final do Séc. XIX eram vários os estudos publicados sobre o betão armado, sendo que alguns desses estudos foram mesmo aplicados em Portugal. De acordo com Appleton (2013) «(...) Estão relatados em diversas notícias de obras públicas e minas.» Em 1900, novamente numa exposição em Paris, Hennebique apresentou o seu sistema. Refere Appleton (2013) que «o sistema Hennebique veio a ser aplicado em numerosos Países. Em 1910 a empresa Hennebique tinha já 40.000 obras realizadas em edifícios, pontes, reservatórios, (...)». Em Portugal este sistema também foi utilizada na construção de edifícios e pontes. A título de exemplo, refere-se o edifício de Moagem do Caramujo, Figura 2.1, classificado como imóvel de interesse público «Fábrica de moagem do Caramujo (antiga), no Caramujo, com acesso pela Rua de Manuel José Gomes, freguesia da Cova da Piedade.» (Cultura, 2002). Nas décadas seguintes continuaram os estudos, bem como as obras de betão armado por vários Países.

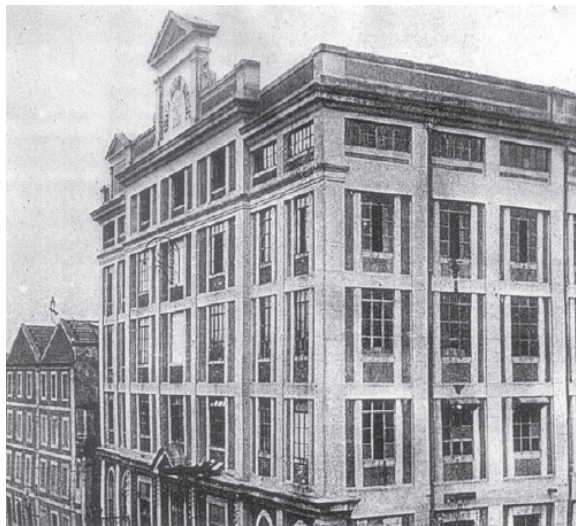


Figura 2.1 – Edifício de moagem do Caramujo (Appleton, 2011)

Em Portugal, a nível legislativo, é adotado, com patente Francesa, o regulamento para o emprego do Betão Armado em 28/03/1918 pelo decreto n.º 4:036. O mesmo define os elementos que constituem o projeto e introduz a obrigatoriedade da sua aprovação pelas repartições técnicas

do Estado. Obriga também à existência de um caderno em obra no qual se deverá efetuar o registo dos principais trabalhos para apresentar à fiscalização. Contempla também, considerações sobre o efeito da cintagem no aumento da resistência à compressão do betão (Comércio, 1918).

Passados alguns anos, a 16 de outubro de 1935, através do Decreto n.º 25948 entra em vigor o Regulamento do Betão Armado (RBA). Neste destaca-se, de um modo geral, a evolução da regulamentação do betão. Faz-se uma abordagem ao cálculo de lajes vigadas e fungiformes, bem como ao dimensionamento de pontes.

Na altura, as estruturas eram bastante limitadas em variadíssimos aspetos, mas essencialmente do ponto de vista sísmico. As zonas de alto risco sísmico existentes no País, nomeadamente: o Algarve, a Costa Alentejana, Lisboa, Vale do Tejo e Açores, eram uma preocupação constante que resultaram na necessidade de procurar novos métodos e novos regulamentos para fazer face a essas limitações. Em 1958 surgiu o Regulamento da Segurança das Construções contra os Sismos (RSCCS), Decreto-lei n.º 41658 de 31 de maio de 1958, que serviu de suporte para a projeção de estruturas “resistentes a efeitos sísmicos”. De acordo com Silva (2010)<sup>1</sup> «(...) É interessante lembrar que o “Regulamento de Segurança das Construções Contra os Sismos” (...), ainda tem cláusulas que se mantêm em vigor, (...), foram revogados, pelo Decreto nº 44041 de 18/11/1961, os artigos 2º e 4º a 9º e, pelo Decreto nº 47723, de 20/05/1967, os artigos 11º a 14º. Mantêm-se, portanto, em vigor, os artigos 1º, 3º, 10º e 15º a 21º.» O mesmo autor refere ainda que «Entendemos ser interessante dar a conhecer, particularmente aos engenheiros civis mais jovens que não se familiarizaram com o RSCCS, o conteúdo dos artigos ainda em vigor, embora, nalguns, tenhamos modificado o seu texto inicial devido ao facto do mesmo remeter para artigos que foram, entretanto, eliminados. Substituímos, também, a palavra “solicitações” por “ações”, dado ser esta a terminologia atualmente em vigor.»

Na área da sismologia, importa também destacar o início da atividade experimental. De acordo com Coelho & Carvalhal (2005) «No LNEC, a atividade experimental na área da Engenharia Sísmica teve início, de forma continuada, na década de 60, no âmbito da atividade do Núcleo de Dinâmica Aplicada. Essa atividade ganhou maior dimensão e importância na década de 70, altura em que concebeu e desenvolveu uma nova plataforma sísmica uniaxial, capaz de realizar ensaios horizontais ou verticais, bem como um novo sistema de controlo adaptativo (...)»

---

<sup>1</sup> Eng.º Civil, Especialista em Geotecnia, Estruturas e Direção e Gestão na Construção pela Ordem dos Engenheiros

Pouco tempo depois surgem novidades no domínio da quantificação de ações, em 1961 é publicado o “Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes” (RSEP), pelo Decreto n.º 44041 de 18 de Novembro que prevaleceu por mais de 20 anos.

No campo das estruturas de betão, emerge o Regulamento de Estruturas de Betão Armado (REBA) pelo decreto n.º 47723 de 25 de maio de 1967. Neste regulamento destaca-se o aparecimento do método de verificação da segurança aos estados limites com base nos coeficientes parciais de segurança. O Introdz modelos para o cálculo de esforços resistentes, bem como de fendas e deslocamentos.

Poucos anos depois a 23 de outubro de 1971, por intermédio do decreto n.º 404/71 é publicado o Regulamento de Betões de Ligantes Hidráulicos (RBLH).

Em 1983, são publicados: o RSA, pelo Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de Maio, e o REBAP, pelo Decreto-Lei n.º 349-C/83, de 30 de Julho, que se encontram atualmente em vigor. Generalizando, o RSA tem por objetivo definir a política de segurança, as ações e respetivas combinações de ações. Por outro lado o REBAP limita o dimensionamento dos elementos estruturais e a pormenorização das suas armaduras. Destaca-se o surgimento dos critérios e de diferentes modelos relativos à verificação da segurança para estruturas de betão armado e pré-esforçado. Importa também evidenciar a introdução do sistema Internacional de Unidades e simbologia de acordo com a ISO.

Recentemente, na década de 1990, com a finalidade de uniformizar a regulamentação, concretizou-se a elaboração de novos regulamentos transversais a todos os estados membros pertencentes ao Comité Europeu da Normalização (CEN), que correspondem a um conjunto de normas para projetos de obras de Engenharia Civil, designados de Eurocódigos (NP EN), que se iniciam na NP EN 1990 (EC0) e finalizam na NP EN 1999 (EC9). Especificamente: o EC0 define as bases da verificação de segurança e as combinações de ações; o EC1 diz respeito a ações, com exceção da ação sísmica; o EC2 compreende tudo o que é verificações de segurança, regras e pormenorização dos elementos estruturais em betão; o EC8 define a ação sísmica e fornece indicações para o dimensionamento e pormenorização de elementos em estruturas. Estes regulamentos são “ajustados” a cada País por intermédio de Anexos Nacionais, que têm em conta as características e definição dos parâmetros a aplicar em cada região.

Também por questões de durabilidade, importa referir que nestes últimos anos emergiram outras normas, não menos importantes de carácter obrigatório, por força do Decreto-lei n.º 301/2007, de 23 de Agosto, que definem as condições para colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos (NP EN 206-1), assim como as prescrições relativas à execução das estruturas de betão (NP ENV 13670-1), em que as suas disposições são, de um modo geral, mais completas do que no REBAP.

Atualmente, no que diz respeito à regulamentação da construção, assiste-se a uma fase transitória com vista à implementação destes Eurocódigos em regime de exclusividade. A propósito, as diferenças entre a regulamentação em vigor e esta que se adivinha, não são extremamente significativas, destacando-se essencialmente na caracterização da ação sísmica e na pormenorização de elementos em estruturas sísmo-resistentes.

Por fim, do ponto de vista da conceção do projeto e da execução estrutural, importa destacar a importância que o EC2, a NP ENV 13670-1 e a NP EN 206-1, terão nos próximos anos.

## 2.2 Durabilidade das Estruturas de Betão

Como é do nosso conhecimento, todas as estruturas, independentemente da sua constituição, estão sujeitas aos mecanismos naturais de degradação. O conceito de durabilidade, do ponto de vista estrutural, não é mais do que a capacidade de uma estrutura conservar o seu estado natural e os seus padrões de segurança ao longo da sua vida útil. De acordo com Appleton (2013), «a durabilidade de uma estrutura é a sua aptidão para desempenhar as funções para que foi concebida durante o período de vida definido no projeto, sem custos de manutenção ou de reparação imprevistos.» Para Vaz, Aguiar, & Camões (2005) «a durabilidade pode ser entendida como a capacidade de um material ou componente resistir a mudanças nas suas propriedades, quando submetido a determinadas condições de exposição.»

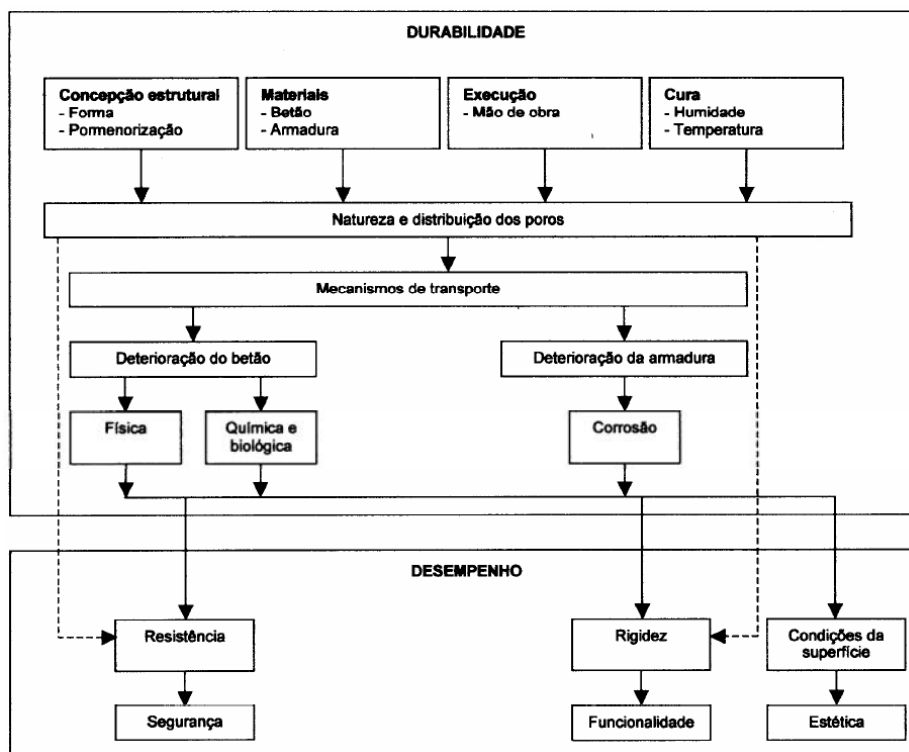


Figura 2.2 - Relação entre a durabilidade e o desempenho das estruturas de betão (Miranda, 2006)

Na fase de conceção de um projeto estrutural é fundamental conhecermos a origem de todas as ações, conforme exposto na Figura 2.2, cada uma delas terá um papel essencial na durabilidade global da estrutura. Se a quantificação das ações físicas são fundamentais para um bom dimensionamento de uma estrutura, de igual modo o conhecimento das ações de origem química, associadas ao seu "meio ambiente", dá-nos a possibilidade de prevermos os seus índices de degradação. É em função dessa exposição ambiental, a que estrutura está sujeita, que selecionamos o tipo de betão a aplicar e a espessura da camada de recobrimento das armaduras.

Appleton (2013) refere que «*ao conceber uma estrutura é necessário ter em conta que esta é atuada por ações físicas (peso próprio, sobrecarga, retração, fluência, temperatura, etc.) químicas (anidrido de carbono, cloretos, sulfatos, álcalis, etc.) e biológicas (algas, fungos, etc.) e que portanto a sua conceção, o seu projeto e a sua execução devem ter todos esses aspetos em consideração.*»

A degradação das estruturas de betão pode ter origem em diferentes fases, desde a conceção, passando pela execução e até mesmo pela sua manutenção. As principais causas e fatores suscetíveis de influenciar e promover a deterioração destas estruturas constam da Tabela 2.1, que se apresenta em seguida:

Tabela 2.1 – Principais causas e fatores de deterioração das estruturas de betão (Santos T. M., 2014)

<b>Materiais</b>	<b>Projeto e execução</b>	<b>Ambiente exposição</b>	<b>Ações físicas</b>	<b>Manutenção</b>
Composição do betão	Detalhes de projeto não ponderados	Atmosfera marítima e água do mar	Ações superiores ao projetado	Ausência manutenção
Caraterísticas dos agregados	Insuficiente recobrimento	Atmosfera rica CO <sub>2</sub>	Impacto	Mét. reparação inadequados
Razão a/c	Congestionamento armaduras	Ataque químico	Vibração	
Tipo cimento e adições	Fluência não prevista no projeto	Ação biológica e microbiológica	Assentamento	
Adjuvantes	Compactação e vibração inadequadas	Ações térmicas	Abrasão	
Contaminação constituintes	Cura	Fogo	Sísmicas	
	Segregação e exsudação		Alteração da utilização	
	Drenagem inadequada		Vento	
	Juntas de dilatação inadequadas			
	Acabamento superfície			

Nas estruturas de betão armado os processos de deterioração ocorrem, essencialmente, por intermédio de três mecanismos:

- ✓ Ação da temperatura (ciclos de dilatação-contração);
- ✓ Corrosão das armaduras;
- ✓ Carbonatação do betão.

A ação da temperatura ocorre, sobretudo, em peças longas da estrutura, levando ao aparecimento de fissuras, conforme apresentado na Figura 2.4, que facilitam a entrada de agentes agressores, fazendo com que o processo de degradação se torne mais acelerado do que o normal. De acordo com Serra (2012) «o fenómeno resulta principalmente de «variações bruscas de temperatura, em que a temperatura superficial do elemento se ajusta rapidamente à temperatura ambiente e a temperatura do seu interior se ajusta lentamente.»

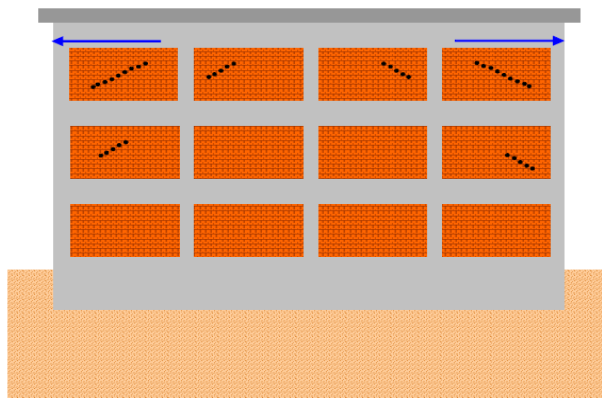


Figura 2.4 – Fissuras em alvenarias, resultantes da movimentação térmica da estrutura (Pereira, 2005)

No que concerne à corrosão das armaduras, este fenómeno ocorre devido ao fraco comportamento do betão quando sujeito a um ambiente agressivo, que pode resultar até na despassivação das armaduras, perda do betão responsável pelo seu recobrimento.

Normalmente, este fenómeno acontece por intermédio de dois processos: o da carbonatação, representado na Figura 2.5, que não é mais do que a penetração de partículas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) nos poros do betão, provocando a ocorrência de reações químicas que resultam na sua deterioração, ou então pela penetração de cloretos em concentrações elevadas, conforme exposto na Figura 2.6, que levam ao mesmo fim.

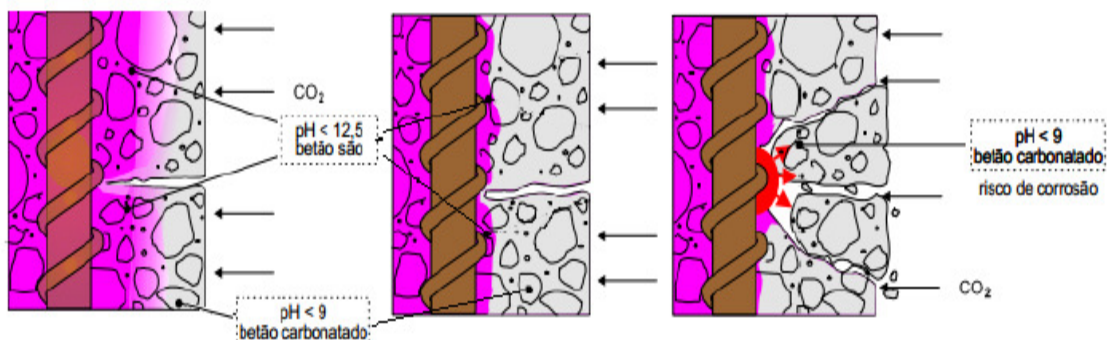


Figura 2.5 – carbonatação e suas consequências (Serra, 2012)

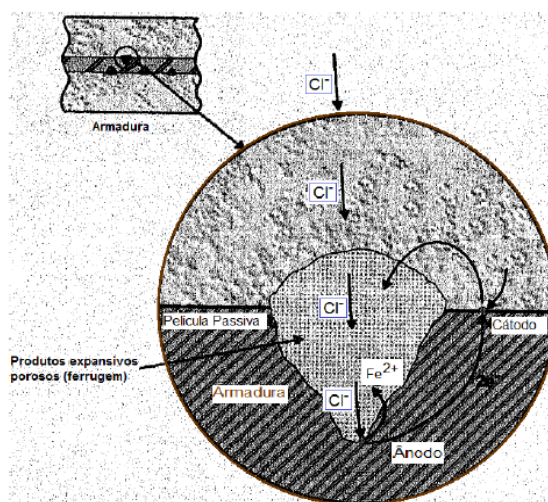


Figura 2.6 – Corrosão localizada em armaduras causada por cloretos (Serra, 2012)

Um outro especto extremamente relevante tem que ver com o tempo de propagação de cada um destes fenómenos e que está diretamente relacionado com as condições ambientais a que a estrutura de betão armado está sujeita.

Estruturas localizadas em ambientes muito agressivos requerem um cuidado redobrado na sua conceção, uma vez que uma degradação precoce pode levar a elevados encargos financeiros para a sua reabilitação. Serra (2012) refere que «A construção e a reabilitação de estruturas em ambiente marítimo exigem um grande investimento a nível nacional, sendo os encargos financeiros com a reparação e manutenção, parte substancial das verbas destinadas ao setor da construção. Estima-se que cerca de 50% das verbas reservadas a este setor, na Europa, sejam utilizadas na reparação de estruturas deterioradas.»

No sentido de fazer face, ou de proceder a um controlo das condições/ações ambientais, de tão grande relevância na vida útil dos edifícios, surgiu a especificação LNEC E 464, “transposto” da NP EN 206-1:2007, EC0, EC2, entre outras, que procedem a uma classificação das ações ambientais, em função de determinados fatores de degradação. A especificação LNEC E 464 determina cinco classes distintas de exposição, em função das ações ambientais, relativas à deterioração do betão por corrosão das armaduras por ação: do dióxido de carbono (XC), dos cloretos provenientes da água de mar (XS) dos cloretos provenientes de outras origens (XD), deterioração do gelo/degelo (XF) ou de ataque químico (XA). Define uma classe em caso de não haver risco de corrosão de metais ou de ataque ao betão (X0). Mesma especificação também refere quais os critérios que devem ser adotados na composição do betão e na espessura da camada de recobrimento das armaduras em função do enquadramento nessas classes de exposição em função de um determinado período de vida útil. As tabelas seguintes ilustram e clarificam a distribuição destas classes, a composição do betão e os recobrimentos das armaduras:

Tabela 2.2 – Corrosão induzida por carbonatação (LNEC, 2005)

Classe	Descrição do ambiente	Exemplos informativos
XC1	Seco ou permanentemente húmido	Betão armado no interior de edifícios ou estruturas, com exceção das áreas com humidade elevada. Betão armado permanentemente submerso em água não agressiva.
XC2	Húmido, raramente seco	Betão armado enterrado em solo não agressivo. Betão armado sujeito a longos períodos de contacto com água não agressiva.
XC3	Moderadamente húmido	Superfícies exteriores de betão armado protegidas da chuva transportada pelo vento. Betão armado no interior de estruturas com moderada ou elevada humidade do ar (v.g., cozinhas, casas de banho).
XC4	Ciclicamente húmido e seco	Betão armado exposto a ciclos de molhagem/secagem. Superfícies exteriores de betão armado expostas à chuva ou fora do âmbito da XC2

Tabela 2.3 – Corrosão induzida por cloretos não provenientes da água do mar (LNEC, 2005)

Classe	Descrição do ambiente	Exemplos informativos
XD1	Moderadamente húmido	Betão armado em partes de pontes afastadas da ação directa dos sais descongelantes, mas expostas a cloretos transportados pelo ar.
XD2	Húmido, raramente seco	Betão armado completamente imerso em água contendo cloretos; piscinas.
XD3	Ciclicamente húmido e seco	Betão armado directamente afectado pelos sais descongelantes ou pelos salpicos de água contendo cloretos <sup>(1)</sup> . Betão armado em que uma das superfícies está imersa em água contendo cloretos e a outra exposta ao ar (v.g., algumas piscinas ou partes delas). Lajes de parques de estacionamento de automóveis <sup>(2)</sup> e outros pavimentos expostos a sais contendo cloretos.

Tabela 2.4 – Corrosão induzida por cloretos provenientes da água do mar (LNEC, 2005)

Classe	Descrição do ambiente	Exemplos informativos
XS1	Ar transportando sais marinhos mas sem contacto directo com água do mar	Betão armado em ambiente marítimo saturado de sais. Betão armado em áreas costeiras perto do mar, directamente exposto e a menos de 200 m do mar; esta distância pode ser aumentada até 1 km nas costas planas e foz de rios.
XS2	Submersão permanente	Betão armado permanentemente submerso.
XS3	Zona de marés, de rebentação e de salpicos	Betão armado sujeito às marés ou aos salpicos, desde 10 m acima do nível superior das marés até 1 m abaixo do nível inferior das marés, nomeadamente na orla ocidental de Portugal continental, Açores e Madeira. Betão armado em que uma das superfícies está imersa em água do mar e a outra exposta ao ar (v.g., túneis submersos ou abertos em rocha ou solos permeáveis no mar ou em estuário de rios). Esta exposição exigirá muito provavelmente medidas de protecção suplementares.

Tabela 2.5 – Ataque pelo gelo/degelo. (LNEC, 2005)

Classe	Descrição do ambiente	Exemplos informativos
XF1	Moderado número de ciclos de gelo/degelo, sem produtos descongelantes	Betão em superfícies verticais expostas à chuva e ao gelo. Betão em superfícies não verticais mas expostas à água, chuva ou gelo.
XF2	Moderado número de ciclos de gelo/degelo, com produtos descongelantes	Betão, tal como nas pontes, classificável como XF1, mas exposto aos sais descongelantes directa ou indirectamente.

Tabela 2.6 – Ataque químico (NP EN 206-1 2007, 2007)

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

Tabela 2.7 – Sem risco de corrosão ou ataque (LNEC, 2005)

Classe	Descrição do ambiente	Exemplos informativos
X0	Para betão sem armaduras: Todas as exposições, excepto ao gelo/degelo, abrasão ou ao ataque químico	Betão enterrado em solo não agressivo. Betão permanentemente submerso em água não agressiva. Betão com ciclos de molhagem/secagem não sujeito a abrasão, gelo/degelo ou ataque químico.
	Para betão armado: muito seco	Betão armado em ambiente muito seco. Betão no interior de edifícios com muito baixa humidade do ar.

Tabela 2.8 – Exemplo: Limites da composição/classe de resistência do betão e dos recobrimentos, para uma vida útil de 50 anos, de uma estrutura exposta sob ação dos cloretos (LNEC, 2005)

Tipo de cimento	CEM IV/A (Referência); CEM IV/B; CEM III/A; CEM III/B; CEM V; CEM II/B <sup>(1)</sup> ; CEM II/A-D			CEM I; CEM II/A <sup>(1)</sup>		
	XS1/ XD1	XS2/ XD2	XS3/ XD3	XS1/ XD1	XS2/ XD2	XS3/ XD3
Mínimo recobrimento nominal (mm)	45	50	55	45	50	55
Máxima razão água/cimento	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,40
Mínima dosagem de cimento, C (kg/m <sup>3</sup> )	320	320	340	360	360	380
Mínima classe de resistência	C30/37 LC30/33	C30/37 LC30/33	C35/45 LC35/38	C40/50 LC40/44	C40/50 LC40/44	C50/60 LC50/55

<sup>(1)</sup> Não aplicável aos cimentos II-T, II-W, II/B-L e II/B-LL.

Quando uma estrutura está localizada junto à costa, como é a do nosso caso de estudo, está sujeito a um ambiente marítimo e, por consequência, a diferentes mecanismos de degradação que, quando conjugados, a tornam mais acelerada. De acordo com Gjorv, Metha e Haynes, citados por Serra (2012) «*Estudos sobre o comportamento a longo prazo de argamassas e betões sujeitos à água do mar, (...), revelaram que os referidos materiais são vulneráveis a ataques dos componentes da água do mar.*» É fundamental conhecermos estes mecanismos de modo a não comprometermos o período de vida útil da estrutura previsto na sua fase de conceção. De um modo geral, conforme exposto na Figura 2.7, considera-se zona de ambiente marítimo, a zona costeira localizada até 10km da costa, mas o que na realidade pode ser bem mais distante. De acordo com Serra (2012) «*A zona costeira afeta ao ambiente marítimo atinge normalmente cerca de 10 km da linha da costa, mas esta distância pode, por vezes, ser 10 vezes superior, dependendo da situação meteorológica que se registar.*» O mesmo autor afirma ainda que «*Quando as ondas rebentam contra uma estrutura ou contra a linha da costa, a água do mar é lançada para o ar e projetada pelo vento. Ventos fortes podem transportar a água do mar e as partículas de sal para longas distâncias em direção ao interior*»

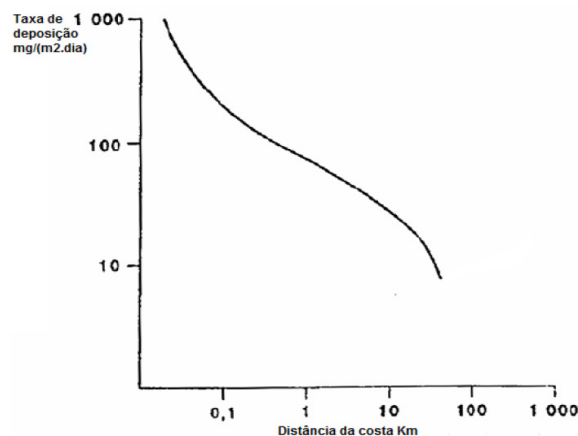


Figura 2.7 – Distribuição do cloreto de sódio em função da distância à costa (Serra, 2012).

Importa também referir que dentro do ambiente marítimo, de acordo com a ENV 206-1, existem três zonas com diferentes índices de agressividade, também diferenciadas no que concerne à sua classificação:

- ✓ Zona onde o ar transportando sais marinhos mas sem contacto direto com água do mar;
- ✓ Zona de marés, de rebentação e de salpicos;
- ✓ Zona de submersão permanente.

Em seguida, figura 2.8, apresenta-se a localização dessas zonas, ao nível da altura das águas, e os mecanismos de deterioração característicos de cada uma delas.

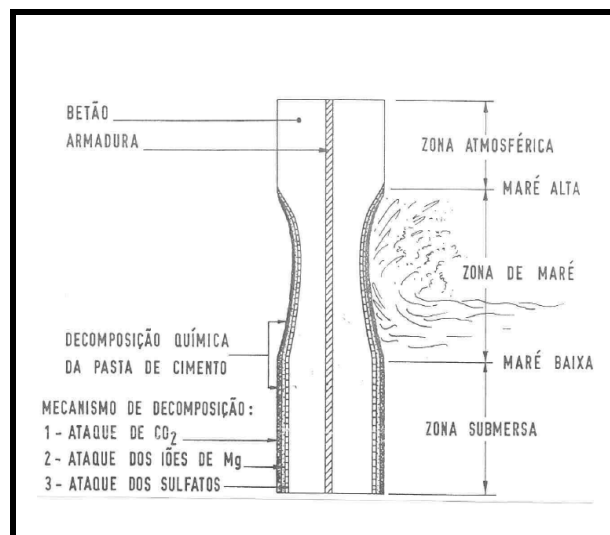


Figura 2.8 – Deterioração de uma estrutura em betão armado em função da zona de exposição (Costa, 1999)

Ao longo da costa da ilha da Madeira, é possível verificar imensas estruturas recentes, muitas delas de elevada importância, que apresentam acentuados índices de degradação. São exemplos as estruturas em betão armado das Figuras 2.9 e 2.10, que expõem as suas armaduras e até, pontualmente, demonstram a sua falta. A cultura de manutenção preventiva nas estruturas de betão está na direção certa, mas caminha de uma forma muito lenta.



Figura 2.9 – Degradação dos pilares e da laje de suporte do aterro (Alves, 2016)



Figura 2.10 – Corrosão das armaduras de um tabuleiro numa ponte (Alves, 2016)

Silva T. P. (2007) refere que «O que se tem vindo a constatar é que os encargos despendidos na reparação de estruturas, devido à sua degradação precoce, são bastante elevados (no Reino Unido, prevê-se que a reabilitação das pontes degradadas exceda os 930 milhões de euros, nos próximos 10 anos e estima-se que, na Europa, 50% das verbas destinadas ao sector da construção sejam usadas na reparação de construções deterioradas).»

Tendo por base o acima exposto, crê-se que é essencial pôr em prática as estratégias necessárias de forma a garantir a durabilidade prevista para as estruturas, sobretudo as que se encontram localizadas em ambiente marítimo. Essas estratégias passam pela aplicação de “medidas, produtos e materiais” que têm por finalidade eliminar, ou reduzir significativamente o risco de deterioração do betão, como por exemplo:

- ✓ Aplicação de produtos impermeabilizantes;
- ✓ Aplicação de tintas de “categoria corrosividade” adequada ao meio ambiente em causa (Por exemplo tintas CIN de categoria C5M);
- ✓ Aplicação de aços especiais (Inox);
- ✓ Adoção de recobrimentos adequados à agressividade do meio ambiente:
- ✓ Recurso a betões de boa qualidade, menos porosos e mais resistentes;
- ✓ Recurso a materiais e processos químicos com fins “anti corrosivos”
- ✓ Entre outros.

Ao nível da aplicação dessas estratégias, existe a possibilidade de seguir duas vias conforme estudo a realizar, no que se refere à eficácia das opções relativas ao longo da vida útil da estrutura. Podemos optar por uma manutenção contínua, na qual se realizam pequenas intervenções por diversas vezes ao longo da vida útil do edifício, normalmente de baixo custo. De outro modo, implementar intervenções de reabilitação através de operações exaustivas na generalidade da estrutura, que normalmente são operações mais complexas e de custos elevados.

Ainda de um outro ponto de vista, as estruturas comuns, como a do nosso caso de estudo, são projetadas, mediante a aplicação de um determinado conjunto de condições físicas e ambientais, para um, previsível, período de vida útil de 50 anos. Não faz muito sentido que não se efetue, ou não se preveja, a realização de inspeções técnicas durante todo esse período, de modo a se acompanhar o estado de segurança da estrutura e apurar, em que medida, as condições previamente estabelecidas foram as mais adequadas? Na ótica da manutenção estrutural, um edifício de serviços de armazenamento de pneus, ou outro qualquer material, é visto da mesma forma que um outro que alberga um grande número de pessoas.

De referir também que o património edificado das zonas históricas de algumas cidades Portuguesas, onde residem pessoas, encontra-se num elevado estado de degradação, constituindo risco de colapso. A obrigatoriedade de inspeções técnicas periódicas, evitaria este tipo de situações.

Uma vez que estamos numa fase de mudança do paradigma técnico e legislativo nesta área, entende-se ser este o momento certo para procedermos à criação de especificações técnicas ou regulamentares, que introduzam, ainda na fase de projeto, em função do tipo de obra, noções sobre as exigências mínimas de manutenção, de realização de inspeções técnicas, bem como da sua periodicidade.

## 2.3 Conceção do Projeto Estrutural

De um ponto de vista macro, seja por imposições técnicas, restrições regulamentares ou questões económicas, não é demais mencionar que os edifícios mais recentes são constituídos por dois “conjuntos” de materiais diferentes, com funções bem distintas.

Por um lado temos um “corpo estrutural”, constituída por elementos resistentes, que têm em conta os requisitos de qualidade relativos à capacidade resistente, à durabilidade da estrutura, à finalidade da edificação, entre outros, que é responsável pela segurança e estabilidade da construção. Em geral, é composto por elementos lineares e bidimensionais, designados de lajes, vigas, pilares, muros de suporte, sapatas, lintéis de fundação, entre outros. Por outro, temos uma parte não resistente, que pode ser vista como um conjunto de componentes de enchimento de construção, entre a armação estrutural, que tem como finalidade dar o aspeto arquitetónico pretendido à construção. Este enchimento, em zona opaca, normalmente, é feito com recurso a alvenarias, de adequadas dimensões, por ser um material de menor peso volúmico, de fácil e rápida aplicabilidade.

Se não existem projetos de arquitetura iguais, conseqüentemente, também não existem projetos de estruturas iguais. Cada projeto é um novo desafio para ambos os projetistas. O Projeto Estrutural, como qualquer outro, é executado em fases sequenciais, em que cada uma delas fornece novas informações que nos permitem passar para a fase seguinte. A Portaria n.º 701-H/2008 de 29 de julho refere, entre outras coisas, as diversas fases em que o projeto se desenvolve e as informações que devem constar dos documentos elaborados em cada uma delas. De referir também que para a elaboração destas fases, verificam-se um conjunto de etapas distintas, também sequenciais e relacionadas entre si, que só finalizam quando se atinge a solução final. Por questões organizativas, entendeu-se descrever as etapas porque nos permite aprofundar melhor as diferentes situações da conceção estrutural.

Do ponto de vista estrutural, na etapa inicial deve observar-se e tomar nota de todos os eventuais sistemas estruturais que se enquadram nas exigências do projeto. Posteriormente, sobre o “esboço” do projeto de arquitetura, inicia-se o traçado de uma matriz de alinhamentos que servirá de base à etapa da conceção estrutural. Ao olharmos para a “matriz de alinhamentos sobre o “esboço” do projeto de arquitetura”, temos que ter a preocupação de conseguir identificar quais as adversidades que podem surgir na utilização deste ou daquele modelo estrutural e quais as dificuldades na sua execução. Com alguma paciência e insistência observativa, é possível eliminar, já nesta fase, embora prematura, alguns dos sistemas estruturais previamente considerados como hipóteses.

A etapa seguinte, uma das mais importantes na concretização de um projeto estrutural, é a da conceção estrutural. Consiste em saber escolher os elementos estruturais adequados e em definir as suas posições, de modo a constituir, no seu conjunto, um sistema estrutural

eficiente capaz de receber e transmitir os esforços provenientes das diversas ações atuantes aos diferentes elementos estruturais, e por fim conduzi-los ao terreno de fundação. A partir da conceção estrutural, é possível eliminar, também nesta fase, alguns dos sistemas estruturais anteriormente considerados como viáveis, apostando apenas naqueles que parecem ser mais promissores.

A etapa seguinte, na qual já se conhecem as áreas de influência sobre cada um dos pilares, os vãos das vigas, os vãos das lajes, o peso próprio, as sobrecargas a utilizar, entre outros, procede-se ao pré-dimensionamento das secções condicionantes destes elementos por intermédio de regras técnicas e regulamentares simplificadas. Uma vez concluídos todos os cálculos, determinam-se as solicitações. De um modo geral, passa-se a conhecer o comportamento da estrutura de forma simplificada. Dito de outro modo, conclui-se o estudo preliminar.

Na etapa de conceção estrutural deve-se levar em linha de conta um conjunto de princípios que são fundamentais para a obtenção de uma boa solução. O EC8 também faz referência a alguns princípios básicos, com vista a um bom desempenho estrutural relativo à ação sísmica. Além desses princípios, cumulativamente, acrescentam-se algumas ideias, que resultam da experiência profissional do projetista, que do ponto de vista do autor deste relatório, também devem ser tidos em consideração.

Se o projetista tiver alguma experiência e conhecer, minimamente, os diferentes sistemas estruturais, uma vez identificadas as características e os pontos críticos do projeto de arquitetura, terá, à partida, uma noção de qual ou quais os sistemas estruturais possíveis e viáveis de serem utilizados.

Na eventual seleção destes sistemas estruturais, deve ter em linha de conta os fatores económicos disponíveis e os aspetos técnicos relativos à execução da possível solução, nomeadamente: a qualificação dos técnicos envolvidos, a qualidade da mão-de-obra existente, a disponibilidade dos equipamentos e dos meios necessários, a disponibilidade de materiais, entre outros.

A conceção estrutural pode começar pela localização dos pilares, o posicionamento das vigas e a definição das lajes, tendo sempre em conta a compatibilização com o projeto de arquitetura.

A implantação dos pilares inicia-se pelos cantos e pela envolvente exterior. Posteriormente, procede-se à sua colocação nas áreas que geralmente são comuns a todos os pisos finalizando-se nas zonas intermédias. Devem ser dispostos o mais alinhadamente possível, em conformidade com a matriz já definida, com secções transversais orientadas, sempre que possível no sentido dos maiores vãos, com dimensões coerentes, de maneira a permitirem a sua união por intermédio de vigas. Em edifícios correntes, com vista à obtenção de soluções economicamente vantajosas, recomenda-se que as distâncias entre os seus eixos devam estar,

em geral compreendidas entre 4,0 m e os 7,5 m. Desta forma tem-se a garantia de uma adequada estabilidade e resistência global do edifício, quando sujeito a ações horizontais e verticais, despistando zonas de concentração de esforços, bem como de razoáveis custos de construção.

A ligação dos pilares por intermédio de vigas deve iniciar-se na envolvente exterior desenvolvendo-se para zonas de pilares do interior. A largura das vigas deve aproximar-se da largura das alvenarias, sendo a sua altura objeto de dimensionamento. Uma vez concluído o arranjo de vigas e pilares, as lajes devem adequar-se à disposição destes elementos, sendo a sua espessura objeto de dimensionamento.

Para se poder desprezar os efeitos resultantes da variação de temperatura e de retração em elementos estruturais longos, pode-se proceder à criação de juntas estruturais.

Em edifícios de vários pisos, habitualmente, existe a multiplicação de um piso-tipo. Nesses casos, a estruturação pode iniciar-se pelo piso-tipo, seguindo uma ordem descendente, ou seja, dos pisos superiores para os inferiores.

A transmissão de ações/esforços também deve ser objeto de reflexão uma vez que não é comum a todos os sistemas estruturais. É fundamental ter a perceção de como se processa esta transmissão ao longo dos diferentes sistemas estruturais, não só das ações verticais, mas também das ações horizontais. Esta deve ser feita de forma simples e direta, seguindo sempre uma sequência lógica. Normalmente, o percurso das ações verticais tem início nas lajes, que transmitem essas ações para as vigas, através das reações de apoio. Em geral as vigas trabalham à flexão e ao corte e transmitem as ações para os pilares, que por sua vez transferem-nas para os andares inferiores, e por fim para o terreno, através de elementos de fundação.

Com base no estudo preliminar, no qual podemos ter uma aproximação dos valores das cargas atuantes e secções críticas resistentes, procede-se à etapa seguinte, que consiste na análise deste estudo e na tomada de decisão sobre o sistema estrutural que se verifica ser o mais adequado. Novamente, são tidos em consideração fatores como: custo, disponibilidade de materiais, aspeto, manutenção, tempo de construção, compatibilização com outras especialidades, entre outros.

Uma vez definido o sistema estrutural, passa-se à fase seguinte, no qual importa ter em conta, alguns fatores que são fundamentais para o bom desempenho estrutural ao longo da sua vida útil, nomeadamente resistência dos materiais e dos terrenos de fundação, rigidez dos elementos, efeitos de vento e sismo, entre outros. As ações horizontais, resultantes do sismo e do vento, devem igualmente ser absorvidas pela estrutura e transmitidas para a fundação. No caso do vento, o caminho dessas ações inicia-se junto da envolvente exterior, uma vez que é a zona que está sujeita à atuação do vento.

A estrutura também devem levar em linha de conta as características do terreno de fundação. Deve estar assente em fundações do mesmo tipo e estas em contacto com o mesmo tipo de terreno, de modo que, perante as habituais solicitações, se evite eventuais assentamentos diferenciais.

Outro especto de extrema relevância, que também deve ser objeto de reflexão, tem que ver com a forma como a severidade da exposição ambiental afetará a durabilidade da estrutura ao longo da sua vida útil. Este especto é importante pelo facto de impor restrições diretas sobre a definição das dimensões dos elementos estruturais, uma vez que está diretamente ligado aos seus recobrimentos, aos materiais a utilizar e a sua forma de concretização.

Exemplificando sobre a severidade da exposição ambiental: a Figura 2.9 é bem ilustrativa do modo de degradação das estruturas em ambientes marítimos. Provavelmente, o tipo de betão selecionado e o recobrimento das armaduras não foram os mais adequados. Um betão mais compacto, mais rico em cimento e menos permeável, e um maior recobrimento, permitiriam uma proteção das armaduras mais duradoura. A forma adotada também não foi o mais adequado, uma vez que permite o armazenamento de uma quantidade considerável de partículas da água do mar, bem como a sua passagem do estado líquido para o estado sólido.

Appleton (2013) refere que em ambientes marítimos «*devem adotar-se formas estruturais com a menor área exposta possível evitando cantos e saliências.*»

A Figura 2.10 também mostra a degradação de elementos estruturais em ambientes marítimos. Por ventura esta viga pré-fabricada não foi dimensionada/pensada para este tipo de ambiente, o recobrimento das suas armaduras é insuficiente. O modelo arquitetónico também não é o mais adequado, de acordo com a Figura 2.11 as saliências e as zonas dos cantos permitem uma maior penetração de cloretos.

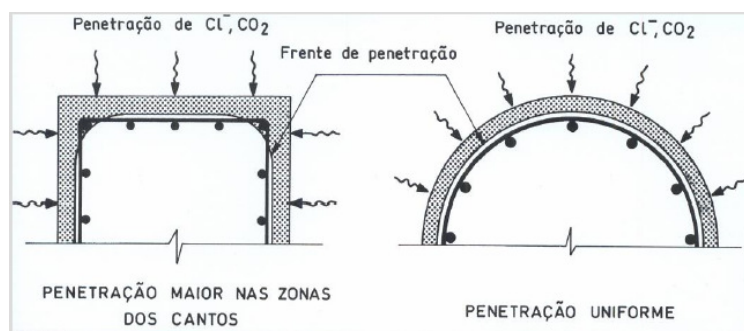


Figura 2.11 – Deterioração concentrada nos cantos das estruturas (Costa, 1999)

Dando continuidade à Conceção do Projeto Estrutural: o centro de massa e o centro de rigidez do edifício devem localizar-se próximo um do outro, de modo a evitar movimentos de torção que resultem em esforços não uniformes.

Importa referir que o projeto estrutural deve estar em harmonia com os restantes projetos de especialidade, de modo a garantir a qualidade não só do projeto estrutural mas também das diferentes infraestruturas do edifício.

A etapa seguinte consiste no processo de melhoramento e redefinição da estrutura com base no sistema estrutural já definido, incluindo os novos fatores introduzidos, sismo e vento. É possível que se verifiquem algumas alterações nas definições geométricas de alguns elementos uma vez que se introduzem novas ações, às quais se somam os efeitos de segunda ordem.

A etapa final do projeto estrutural consiste na realização de pequenos ajustes na estrutura obtida com vista à melhoria de resultados. Procede-se a uma avaliação final de todos os fatores que afetam diretamente a estrutura: pesos próprios, resistência, rigidez, efeitos de vento e sismo, entre outros. Se os resultados obtidos confirmarem que as proporções da estrutura são suficientes para suportar as forças atuantes, o projeto é dado por terminado.

## 2.4 Exigências do desempenho estrutural

Na conceção de qualquer estrutura, é fundamental que o projetista tenha em consideração que a mesma não deve apresentar deformações fora dos valores regulamentares, nem rotura de qualquer um dos seus elementos. Do ponto de vista técnico, o projetista deve verificar a segurança da estrutura aos Estados Limites Últimos, que estão diretamente relacionados com as condições de segurança da estrutura, e aos Estados Limites de Utilização, que dizem respeito ao funcionamento e às condições de conforto dos seus utilizadores em condições normais.

Ao efetuarmos o seu dimensionamento, por imposições técnicas e regulamentares, adotam-se coeficientes de majoração, sobre as ações, que nos permitem obter um certo grau de confiança sobre as deformações apresentadas e que nos garantem que a estrutura tem capacidade de carga suficiente para suportar qualquer carregamento em determinadas condições.

O conceito de sistemas estruturais é extremamente relevante para os projetistas de estruturas uma vez que: por um lado é fundamental que a sociedade confie no trabalho dos projetistas, por outro, em caso de ocorrência de um colapso estrutural resultariam consequências indesejáveis.

A nova legislação, nomeadamente o EC0 e o EC8, também consideram alguns conceitos fundamentais sobre segurança estrutural. De acordo com o EC0 *«as estruturas devem ser projetadas e construídas de modo a que, durante o seu período de vida previsto, com graus de fiabilidade apropriados e de uma forma económica: Possam suportar todas as ações e influências suscetíveis de ocorrerem durante a sua execução e utilização; e cumpram as condições de*

*utilização especificadas para a estrutura ou para um elemento estrutural.» Uma estrutura ostenta um bom desempenho quando cumpre certos requisitos gerais «de serviço (ou utilização), de segurança, de durabilidade, de robustez.» A mesma norma refere ainda que «as estruturas devem ser projetadas para terem adequadas: resistência estrutural, utilização e durabilidade.», que em caso de incêndio «a resistência estrutural deve ser adequada ao período de tempo especificado na NP EN 1992», que «devem ser construídas de modo a que os danos causados por ocorrências, tais como: explosões, impactos e consequências de erros humanos, não sejam desproporcionados em relação às causas que os originam.» O EC8 refere que «os danos potenciais devem ser evitados ou limitados: com recurso a uma solução estrutural e um dimensionamento que permitam que a estrutura subsista (...) à ocorrência de danos localizados de dimensão aceitável.»*

## 2.5 Métodos de análise estrutural

Concluído o pré-dimensionamento das secções condicionantes de todos os elementos estruturais, é altura de proceder à determinação dos esforços nesses elementos, por intermédio de análises estruturais, levando em consideração as ações dinâmicas do vento e do sismo.

A análise de estruturas pode ser feita por métodos experimentais, o que é pouco viável economicamente, já que as experiências laboratoriais costumam ter custos consideráveis, ou através de métodos teóricos, analíticos ou numéricos. Os métodos analíticos usam-se geralmente para a resolução de estruturas simples, enquanto os métodos numéricos, com auxílio dos computadores, podem ser usados para estruturas com maior grau de complexidade. São exemplos de métodos numéricos, de acordo com (Maciel, 2013) «(...) o método das diferenças finitas, o método dos elementos fronteiros e o método dos elementos finitos, que se caracterizam por uma boa aproximação a solução do problema, em que o erro a elas associado é reduzido (...).» Caracterizam-se como modelos matemáticos idealizados com a finalidade de reproduzir o comportamento “real” da estrutura e determinar os esforços desse comportamento. Outros autores também têm boas referências sobre este método. Ribeiro (2015) afirma que «Pode-se definir o método dos elementos finitos, como um método numérico que fornece uma solução aproximada do comportamento físico de meios contínuos comuns em engenharia, através de modelos matemáticos. Entenda-se como “meio contínuo” as estruturas em análise.»

Muitos programas de cálculo automático, no âmbito da Engenharia Civil e não só, recorrem ao método dos elementos finitos, por intermédio de uma caracterização específica de elementos, para proceder a análise e ao dimensionamento de estruturas, como por exemplo: SAP2000, Robot, Cype, Tricalc, entre outros.

No que se refere à avaliação sísmica de estruturas, do mesmo modo, também existe a possibilidade de se efetuarem diferentes tipos de análise, podendo considerar-se comportamentos em regime linear e não linear. O método mais utilizado é o dinâmico, denominado de “análise modal por espectro de resposta”. Simplificadamente, consiste na aplicação de modelos matemáticos que idealizam vibrações sísmicas por meio de um espectro de resposta, caracterizando-as através dos seus efeitos sobre osciladores lineares de um grau de liberdade com amortecimento viscoso. De acordo com o art.º 4.3.3.1(2) (Qualidade I. P., NP EN 1998 , 2009), «(...) o método de referência para determinação dos efeitos sísmicos deve ser o da análise modal por espectro de resposta, utilizando um modelo linear da estrutura e o espectro de resposta de cálculo (...).»

## 3 CASO DE ESTUDO

### 3.1 Descrição do edifício

O presente caso de estudo refere-se ao Projeto de Estabilidade da obra de reabilitação de um edifício de comércio e serviços, designado de Lota PXF, que se pretende levar a efeito, num dos portos da ilha da Madeira. O edifício, conforme representado na Figura 3.12, é constituído por duas partes esteticamente diferentes e com finalidades bem distintas. Por um lado, com um pé direito de 2,75 m, temos um edifício de dois pisos que se destina a atividades essencialmente relacionadas com serviços de escritório, atividades laboratoriais e desenvolvimento de ações formativas. A ligação entre pisos faz-se por intermédio de escadarias interiores. Por outro lado, temos um edifício com um pé direito de quase 6,0 m, que se destina, essencialmente, ao acondicionamento e comercialização do pescado. Devido ao adiantado estado de deterioração da Lota existente, não só do ponto de vista estrutural mas também ao nível das alvenarias e revestimentos, as obras propostas serão tão profundas quanto necessário, resultando num edifício completamente renovado e mais bem integrado no espaço urbano envolvente. O projeto de estruturas foi concretizado em simultâneo com o projeto de arquitetura.

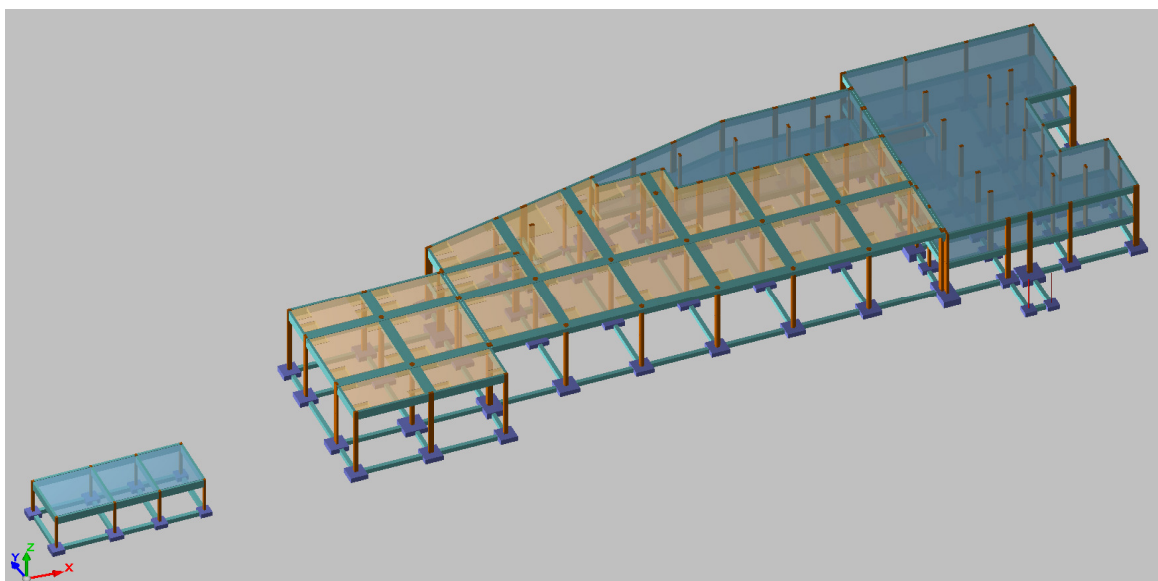


Figura 3.12 – Pórtico em 3D da Lota PXF (Cypecad)

### 3.2 Resumo da solução estrutural

A estrutura do edifício baseia-se numa estrutura porticada composta por lajes maciças e aligeiradas que transmitem as suas solicitações às vigas, e que por conseguinte transmitem aos elementos de fundação por intermédio dos pilares. Dado o elevado comprimento do edifício, de aproximadamente 85,0m, recorreu-se à introdução de duas juntas de dilatação, em zonas

estratégicas, de modo a não causar grandes alterações no projeto de arquitetura. Na zona destinada a “serviços”, onde o pé direito é de 2,75 m, uma vez que, o vão entre pilares ronda os 6,0 m recorreu-se a lajes fungiformes do tipo maciças com reforços em capitéis e vigas de bordadura altas. No espaço destinado a comercialização, os vãos entre pilares encontram-se na ordem de 7,50 m. Recorreu-se a lajes fungiformes do tipo aligeiradas, com capitel, vigas rasas de ligação entre pilares e vigas de bordadura altas, de modo a melhorar a resposta aos sismos. Para as fundações, recorreu-se a sapatas isoladas e vigas de fundação para o seu travamento.

### **3.3 Memória descritiva**

#### **3.3.1 Identificação e localização da obra**

A presente memória descritiva diz respeito ao Projeto Estabilidade Estrutural com vista à reabilitação do edifício da Lota do PXF, localizado no Porto do DXF. O modelo estrutural proposto resume-se a um pórtico em betão armado com recursos a sapatas, pilares, vigas e lajes de pequena/média espessura. A entidade promotora do empreendimento é a DRTXF.

#### **3.3.2 Condições Técnicas**

##### **3.3.2.1 Normas referentes à execução de estruturas de betão e tolerâncias dimensionais**

- ✓ EC 0 – Bases para o projeto de estruturas;
- ✓ EC1: Eurocódigo 1 – Ações em estruturas;
- ✓ EC2: Eurocódigo 2 – Projeto de estruturas de betão;
- ✓ EC3: Eurocódigo 2 – Projeto de estruturas de aço;
- ✓ EC8: Eurocódigo 8 – Projeto de Estruturas Sismo-Resistentes

##### **3.3.2.2 Regulamentação referente à segurança e durabilidade**

- ✓ Especificação LNEC E 464 (2007): Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e de 100 anos face às ações ambientais.

##### **3.3.2.3 Normas referentes a materiais e ensaios**

- ✓ Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP)
- ✓ Regulamento de Segurança e Acções (RSA);
- ✓ Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE);

- ✓ NP EN 206-1 (2007): Especificação, desempenho, produção e conformidade do betão;
- ✓ NP EN 13670 (201): Execução de estruturas de betão;
- ✓ Especificação LNEC E 450 (2010): Varões de aço A500 NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação;
- ✓ EN 10080: Aços para betão armado.

Ensaio referentes a armaduras e ao betão:

- ✓ NP EN 12350: Ensaio ao betão fresco;
- ✓ NP EN 12390: Ensaio do betão endurecido;
- ✓ Especificação LNEC E 450 (1998).

### 3.3.3 Relatório geotécnico

Uma vez que não foi facultado, por parte da entidade promotora, nenhum ensaio geotécnico que nos descreva a tipologia e estratificação altimétrica do solo, e que nos permita conhecer as suas características: a capacidade de carga; peso específico; ângulo de atrito; a que profundidade se encontra o nível do mar (preia-mar e baixa-mar); entre outras, a realização da estrutura inferior (fundações), teve por base apenas o reconhecimento visual “in situ” e a comparabilidade com o existente.

Com base nas Tabelas Técnicas”, J. S. Brazão Farinha e A. Correia dos Reis, edição P. O. B., 1992, considerou-se um solo mediamente constituído por “areias e misturas areia-seixo, bem granuladas e compactas em solo submerso”, o que equivale a uma tensão de segurança situada entre 100 a 200kPa.

Do ponto de vista sísmico, do mesmo modo, em conformidade com o EC8, considerou-se um tipo de terreno D: Depósito de solos não coesivos de compactidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), equivalente a um N.SPT (Standard Penetration Test) com número de pancadas inferior a 15, que corresponde a uma tensão de rotura entre 100 e 200KPa. Deste modo, dadas as incertezas relativamente às condições geológico-geotécnicas, optou-se por um valor de 150KPa. Em condições normais, previu-se que o recurso a sapatas superficiais seja suficiente para dar resposta as necessidades de suporte desta estrutura. Uma vez que nesta fase existem incertezas relativamente às condições de segurança e capacidade suporte das “fundações”, deverá ser realizado um ensaio geotécnico, imediatamente antes do início de obra, no sentido de apurar a necessidade de proceder às devidas adaptações do projeto às condições reais do terreno.

Tendo por base a ação do vento, de acordo com a EC1, considerou-se um terreno de categoria I (Zona costeira exposta aos ventos de mar).

### 3.3.4 Considerações estruturais

#### 3.3.4.1 Classificação estrutural

##### **Tempo de vida útil e classe estrutural:**

No que se refere à vida útil da estrutura, considerou-se o edifício em estudo como sendo corrente, com estrutura em betão armado ao qual, de acordo com o EC1, corresponde um período de vida útil de 50 anos. Quanto a sua classe estrutural, este edifício enquadra-se na 4.<sup>a</sup> categoria.

##### **Classe de exposição ambiental dos elementos estruturais:**

No que concerne a ações químicas que atuam sobre a estrutura, importa referir que a seleção da classe de exposição ambiental resulta da caracterização dos ambientes envolventes das várias partes da estrutura e da identificação os seus agentes agressivos (humidade, cloretos, água salgada, etc.)

Uma vez que o edifício em estudo se encontra em zona atmosférica marítima, existe a possibilidade do ar transportar sais marinhos para os elementos da sua superestrutura, provocando, a longo prazo, a corrosão das armaduras por ação dos cloretos (XS1).

Este fenómeno de degradação pode ainda ser agravado pela elevada humidade do ar, que se prevê existir no interior da lota (XC3), através da carbonatação do betão, ataque químico do betão, que funciona como um catalisador para processo de corrosão.

Ao nível do pavimento térreo e das fundações, dada a altura do nível do mar e as previsíveis lavagens do pavimento da lota, prevê-se a possibilidade de corrosão das armaduras por cloretos não unicamente provenientes de água salgada (XD3/XS3), bem como através de ataque químico (XA1).

Por conseguinte, os requisitos de durabilidade do edifício em estudo resumem-se às duas soluções mais gravosas: uma a utilizar ao nível da infraestrutura (fundações e desvão) de classificação (XS3) e outra a utilizar ao nível da superestrutura de classificação (XS1). As soluções a adotar para recobrimentos e designação de betões a utilizar, estarão descritas nos pontos seguintes.

#### 3.3.4.2 Designação do betão

De acordo com a norma NP EN 206-1 (2007) e Especificação LNEC E 464 (2007), a designação de um betão resulta de diferentes composições, nomeadamente da:

- ✓ Classe de resistência à compressão;
- ✓ Classe de exposição ambiental;
- ✓ Classe de teor de cloretos,

- ✓ Máxima dimensão do agregado mais grosso
- ✓ Classe de consistência.

Para o edifício em estudo, tendo como referência o cimento do tipo: CEM IV/A, adotaram-se as seguintes designações:

- ✓ Pilares, Vigas e Lajes: NP EN 206-1: C30/37•XS1(P)•CI 0,20•Dmax22•S3
- ✓ Sapatas e Lintéis: NP EN 206-1: C 35/45• XS3(P)•CI 0,20•Dmax22•S3
- ✓ Massame: NP EN 206-1: C 35/45• XS3(P)•CI 0,20•Dmax22•S3

As dosagens mínimas de cimento e o valor adequado da relação (A/C) na composição do betão é fundamental para uma boa resistência a penetração, quer de CO<sub>2</sub> quer de cloretos. Neste sentido, com base na norma NP EN 206-1 (2007), adotaram-se os seguintes valores:

- ✓ Classe C30/37: Dosagem de cimento: 320kg/m<sup>3</sup>; Razão (A/C): 0,55
- ✓ Classe C35/45: Dosagem de cimento: 340kg/m<sup>3</sup>; Razão (A/C): 0,45

#### **Recobrimento para armaduras ordinárias (passivas):**

Os recobrimentos devem ser adotados de forma a assegurar: as necessidades estruturais (forças de aderência), as condições de durabilidade (carbonatação do betão e corrosão do aço) e uma adequada resistência ao fogo. Os recobrimentos mínimos (nominais) adotados das armaduras nos elementos estruturais são:

- ✓ Recobrimento em Pilares, Vigas e Lajes: 45mm
- ✓ Recobrimento em Sapatas e Lintéis: 55mm
- ✓ Recobrimento em Massame: 55mm

### **3.3.4.3 Aço em betão armado**

#### **Classe de resistência das armaduras ordinárias (passivas):**

De acordo com o EC2 as armaduras são classificadas em função das seguintes características: qualidade (indicando o valor característico da tensão de cedência ( $f_{yk}$ )), classe (indicando as características de ductilidade), dimensões e características de superfície. As propriedades geométricas dos varões, que têm maior interesse do ponto de vista construtivo são o diâmetro, o comprimento e a configuração da superfície. Os aços são classificados em 3 tipos – A, B e C conforme apresentado no Anexo C do EC2. Para o edifício em estudo deverá adotar-se armaduras ordinárias em aços do tipo B ou C, com a designação de S 500.

### 3.3.4.4 Coeficientes de dilatação térmica linear

De acordo com EC2, o valor do coeficiente de dilatação térmica linear ( $\alpha_T$ ) para o aço e para o betão pode ser considerado  $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

### 3.3.4.5 Qualidade dos materiais

De forma a garantir a qualidade e a segurança da obra, os materiais a utilizar deverão estar em conformidade os padrões aqui apresentados, bem como referidos nas peças desenhadas do projeto. A qualidade desses materiais deverá ser comprovada no momento da sua entrada em obra, não devendo, de modo algum, entrar materiais com qualidade inferior.

## 3.3.5 Ações e combinações

### 3.3.5.1 Ações permanentes

#### **Peso próprio dos elementos estruturais:**

O peso próprio (PP) dos elementos estruturais de betão armado, calcula-se a partir do volume das dimensões reais, multiplicado por  $25 \text{ kN/m}^3$  (peso volúmico do betão armado) em sapatas, pilares, paredes, vigas e lajes.

#### **Restantes cargas permanentes:**

No presente estudo, considerou-se com restantes cargas permanentes (RCP): O peso próprio de revestimentos e paredes divisórias, revestimentos de coberturas, revestimentos de pavimentos e lajetas de betão a colocar na cobertura. Com exceção da carga distribuída em paredes exteriores, todas as cargas foram definidas como cargas distribuídas no piso. Considerou-se:

- ✓ Revestimentos de pavimentos interiores (RC e Piso 1):  $1,20 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Revestimentos de coberturas:  $1,60 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Proteção de isolamento térmico de coberturas:  $1,00 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Paredes divisórias do RC ( $\approx 0,30 \text{ m}$ ):  $\text{kN/m}^2$
- ✓ Paredes divisórias do Piso 1 ( $\approx 0,24 \text{ m}$ ):  $\text{kN/m}^2$
- ✓ Paredes exteriores do RC e Piso 1 ( $\approx 0,30 \text{ m}$ ;  $\approx 60\%$ ): considerou-se  $8,00 \text{ kN/ml}$

Os Pesos volúnicos dos materiais utilizados foram:

- ✓ Aço:  $77,0 \text{ kN/m}^3$
- ✓ Betão Armado:  $25,0 \text{ kN/m}^3$

- ✓ Betonilhas: 20,0 kN/m<sup>3</sup>
- ✓ Argamassa de cimento: 21,0 kN/m<sup>3</sup>
- ✓ Brita (basalto): 16,5 kN/m<sup>3</sup>
- ✓ Alvenaria de blocos de betão furados: 13,0 kN/m<sup>3</sup>

### 3.3.5.2 Ações variáveis

#### Sobrecargas:

Quanto a sobrecargas (SC), considerou-se que o edifício se enquadra na Categoria B - escritórios em geral e na Categoria D – Atividades comerciais, na Subcategoria D1/D2 – Zona de loja e de armazém. Considerou-se ainda que, a zona da Lota, se enquadra na Categoria E – Zona de armazenamento e atividade industrial, na Subcategoria E2 – atividades industriais. Previu-se a atuação de cargas distribuídas conjuntamente com cargas concentradas, em zonas desfavoráveis, de momentos e esforços transversos máximos, resultantes da atuação de empilhadores com capacidade de carga inferior a 1500kg. Considerou-se um empilhador da classe FL2, o que lhe corresponde a:  $a=0,95\text{m}$ ;  $b=1,10\text{m}$  e 40 kN. Os valores correspondentes às sobrecargas, obtidos a partir da EC1, são:

Sobrecarga distribuída (armazenamento): 7,5 kN/m<sup>2</sup>

Cargas pontuais (por simplificação):  $40 \times 1,4 = 56 \text{ kN} / 2 = 28 \text{ kN}$

No que concerne a cobertura, considerou-se como não acessível, exceto para operações de manutenção e reparação correntes, resultando num enquadramento na Categoria H. Os valores correspondentes às sobrecargas foram obtidos a partir da EC1:

- ✓ Laje de Pavimento (Serviços): 3.0 kN/m<sup>2</sup>; 3,0 kN
- ✓ Laje de pavimento (Armazenamento e circulação): 7,5 kN/m<sup>2</sup>; 28 kN/"eixo"
- ✓ Caixa de Escadas: 3.0 kN/m<sup>2</sup>; 2,5 kN
- ✓ Cobertura (Não acessível): 1,0 kN/m<sup>2</sup>

Apresenta-se, em resumo, as sobrecargas aplicadas na tabela 2.8.

Tabela 3.9 – Sobrecargas aplicadas no dimensionamento da estrutura

Grupo	PP (kN/m <sup>2</sup> )	SC (kN/m <sup>2</sup> )	RCP (kN/m <sup>2</sup> )
Cobertura	-	1,0	1,60+1,00=2,60
Pavimento do P1	-	3,0	1,20+2,50=3,70
Pavimento do RC	-	3,0	7,5
<i>Paredes exteriores (≈0,30m): 8,0 kN/ml</i>			

### **Ações do vento:**

Relativamente à quantificação da ação do vento, importa referir que o edifício em estudo localiza-se numa Zona do tipo B (Ilha da Madeira), em terreno de categoria I (Zonas costeira expostas ao vento de mar), é constituído por uma estrutura em betão armado, com forma retangular, de coeficiente estrutural igual a 1. O vento atua perpendicularmente à sua superfície mais ampla, lisa, sob a forma de pressões, numa faixa de coordenadas cartesianas:  $X=79,45$  m e  $Y=25,75$  m. Considerou-se ainda um fator de pico de 2,55 (que corresponde a uma altura 6,0 m em terreno de categoria I).

**Ações térmicas:** Relativamente à quantificação da ação térmica, o edifício em estudo encontra-se a uma altitude praticamente nula. Quanto a temperatura mínima, localiza-se em Zona C (Ilha da Madeira), o que lhe corresponde a um valor de 5°C. Relativamente à temperatura máxima, localiza-se em Zona B, registando um valor de 40°C.

### **Ações durante a construção:**

Durante a construção de grandes estruturas atuam sobrecargas e pesos de equipamentos para os quais é conveniente verificar a segurança. Todavia, o edifício em estudo é constituído por apenas por dois pisos, tendo em conta as técnicas de construção que se pratica na região e o tempo de execução da estrutura, não se prevê que esta situação venha a ocorrer.

### **Ações acidentais:**

Não se consideraram ações acidentais, como por exemplo impacto de veículos, explosões de gás, ataques terrorista, entre outros, uma vez que a sua probabilidade de ocorrência é extremamente reduzida.

### **Ações sísmicas:**

Quanto a ação Sísmica, de acordo com o EC8, o edifício encontra-se localizado numa zona sísmica do tipo 1.6 (Madeira) em que a aceleração da gravidade máxima ( $a_gR$ ) é de 0,35m/s<sup>2</sup>. A terreno considerado foi de “fraca qualidade”, ao qual se atribuiu uma classe de solo do tipo D, dando origem a um parâmetro de  $S_{max}$  (relacionado com o espetro de resposta elástico do solo) igual a 2,0. Da conjugação destes parâmetros, obtém-se um  $a_{gs}$  de 0,98 m/s<sup>2</sup>, o que corresponde a uma região de baixa sismicidade, conforme EC8 (NA 3.2.1 (4)). O edifício destina-se a serviços e armazenamento, correspondendo-lhe uma classe de importância II, conforme EC8. Disto resulta a possibilidade do edifício se enquadrar numa Classe de Ductilidade Baixa (NA.4.2, alínea e) - 5.2.1(2)P do EC8), permitindo que apenas seja dimensionado com base nas exigências de dimensionamento prescritas no EC2. O fator de amortecimento é de 5% e o fator de comportamento sísmico é de 1,50 (zona de baixa sismicidade), implica introdução de efeitos de

segunda ordem). Uma vez que as lajes fungiformes não têm grande capacidade de dissipação de energia, procedeu-se à introdução de sistemas de vigas para a absorção de eventuais forças sísmicas.

### 3.3.5.3 Combinações de ações

#### **Coefficientes parciais:**

Os coeficientes parciais de segurança, de acordo com a EC0, estão relacionados com o tipo de ação, descritos na tabela 3.9, e com os materiais considerados, conforme exposto na tabela 3.11. São consideradas coeficientes de majoração e de minoração das ações conforme a situação em causa estando também associado um coeficiente, referido na tabela 3.10, relativo ao tipo de combinação.

Tabela 3.10 – Coeficientes de segurança relativos a ações (Q1)

<b>Efeito</b>	<b>Ação Permanente</b>	<b>Ação Variável</b>
Favorável	1,00	0
Desfavorável	1,35	1,50

Tabela 3.11 – Coeficientes de segurança relativos a combinações de ações (Q2)

<b>AÇÃO</b>	<b><math>\Psi_0</math></b>	<b><math>\Psi_1</math></b>	<b><math>\Psi_2</math></b>
Categoria B	0,70	0,50	0,30
Categoria D	0,70	0,70	0,60
Categoria F	0,70	0,70	0,60
Categoria H	0	0	0

Tabela 3.12 – Coeficientes de segurança relativos a materiais (Q3)

<b>Combinação</b>	<b>Betão</b>	<b>Aço</b>
Persistentes + sismos	1,50	1,15
Acidental	1,20	1,00

#### **Estados limites últimos:**

Estados limites últimos (ELU), de acordo com a EC0, são estados associados a danos graves e que implicam o encerramento dos edifícios. Dizem respeito não só à segurança da estrutura propriamente dita, mas sobretudo à segurança das pessoas, quer as que utilizam a estrutura, quer as que estão nas suas imediações.

- Combinação de ações para situações de projeto persistentes:

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_q P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinação de ações para situações de projeto sísmicas:

$$\sum G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

### Estados limites de utilização:

Estados limites de utilização/serviço (ELS), de acordo com a EC0, são estados associados a danos pouco severos, que não implicam o encerramento da estrutura. Trata-se de danos ao nível do conforto das pessoas, do aspeto da estrutura, ou do seu funcionamento.

- Combinações raras ou características

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; Q_{k,1}; \psi_{0,i} Q_{k,i}\} j \geq 1; i > 1$$

- Combinações frequentes

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \psi_{1,1} Q_{k,1}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} j \geq 1; i > 1$$

- Combinações quase permanentes

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} j \geq 1; i \geq 1$$

## 3.3.6 Modelo de cálculo

### 3.3.6.1 Análise e modelo de dimensionamento

A estrutura em estudo foi modelada e calculada com recurso ao programa de cálculo automático Cypecad, com recurso ao método dos elementos finitos. Numa fase inicial, com base no pré-dimensionamento, procedeu-se a uma preparação das plantas de “entrada”, no programa AutoCAD. Posto isto, procedeu-se à introdução dos elementos estruturais, cargas, sobrecargas, entre outros. Após o cálculo, obteve-se o valor dos esforços e uma primeira dimensão de cada um dos elementos estruturais. A fase seguinte compreendeu todo um processo de análise de cada elemento, resultando no dimensionamento global da estrutura.

Na análise estrutural considerou-se um comportamento linear e elástico dos materiais. As lajes, elementos laminares, foram caracterizadas como elementos finitos do tipo casca, e os pilares e vigas, elementos lineares, foram caracterizados como elementos de barra. As fundações foram consideradas do tipo rígidas. Para todos os estados de carga realizou-se um cálculo estático, à

exceção das ações dinâmicas de sismo, que foi efetuado a partir de uma análise dinâmica modal com base nos espectros de resposta definidos no EC8, sendo os esforços obtidos por aplicação dos coeficientes de comportamento.

O método de análise do punçoamento foi segundo o EC2. De um modo geral, utiliza-se uma tensão tangencial nominal numa superfície crítica concêntrica à zona carregada, calculada tendo em conta a reação do suporte e os momentos transferidos por este à laje. A armadura de reforço de punçoamento foi calculada em função das armaduras obtidas por intermédio das tensões tangenciais pontuais.

### **3.3.7 Elementos estruturais**

#### **3.3.7.1 Vigas**

Nas lajes foram consideradas vigas altas de bordadura e bandas maciças de ligação entre pilares. A sua finalidade é de eliminar problemas de punçoamento junto dos pilares periféricos, bem como melhorar o seu comportamento face à ação sísmica. As suas dimensões constam das peças desenhadas.

#### **3.3.7.2 Lajes e escadas**

As lajes são do tipo fungiformes maciças (LFM) e aligeiradas (LFA). Para as LFA aligeiradas serão utilizados moldes FG800 (Ferca) com dimensões de 0,80m x 0,80m entre eixos de nervura. Na zona dos pilares existirão maciços, com o objetivo de aumentar a resistência da laje ao elevado esforço transversal, bem como de punçoamento. As escadas existentes no interior servem de ligação entre pisos, pelo contrário, as escadas metálicas existentes no exterior, destinam-se à evacuação em caso de incêndio. As suas dimensões constam das peças desenhadas.

#### **3.3.7.3 Pilares**

A inserção destes elementos fez-se de uma forma criteriosa, procurando não interferir nem provocar grandes alterações no projeto arquitetónico. Para o efeito construiu-se uma matriz que nos permitiu um bom enquadramento, bem como a aceitação por parte do Arquiteto responsável pelo projeto. As suas dimensões constam das peças desenhadas.

### 3.3.7.4 Paredes e muros em betão armado

Uma vez que a laje apresentava grandes deformações no pilar junto á escada interior, optou por inserir um muro de betão armado junto do mesmo com abertura para a porta de entrada. Foi também previsto um muro para o desnível previsto na zona de descarga, bem como um outro para moldar a “onda” existente na parede exterior. As suas dimensões constam das peças desenhadas.

### 3.3.7.5 Fundações

As fundações adotadas são do tipo superficiais, recorreu-se a sapatas isoladas e a lintéis de fundação para garantir a restrição de possíveis deslizamentos laterais. A tensão do terreno foi estimada e prevê-se que o mesmo tem condições para suportar as tensões que lhe são transmitidas.

### 3.3.8 Omissões

Em tudo o omissos nesta memória deverá seguir-se a legislação aplicável, bem como todas as boas regras de construção.

## 3.4 Memória justificativa

Nos pontos seguintes faz-se uma breve descrição dos critérios gerais, utilizados pelo programa de cálculo, para as verificações de segurança e dimensionamento geométrico, e de armaduras, dos diferentes elementos estruturais, com base nos coeficientes de segurança e nas combinações de ações já referidas na memória descritiva.

A realização deste projeto iniciou-se com a execução do pré-dimensionamento dos elementos estruturais (altura das vigas, espessura das lajes, seções dos pilares, etc.), com base nas ações, comprimentos de vão, áreas de influência, entre outros, de modo a criar um modelo dimensional com vista à sua introdução no programa de cálculo. Uma vez introduzido o modelo, definidas as características de resistência, ambientais e dinâmicas iniciou-se o cálculo de esforços. O processo de verificações de segurança e de obtenção de armaduras foi um processo iterativo, que incluiu algumas alterações, de modo a atingirmos um bom modelo estrutural.

Para as verificações de segurança, das secções de betão armado, ao ELU, utilizou-se o diagrama parábola-retângulo e o diagrama retangular de tensão-extensão para o betão. Para o aço utilizou-se o Diagrama elástico-plástico de tensões-extensões.

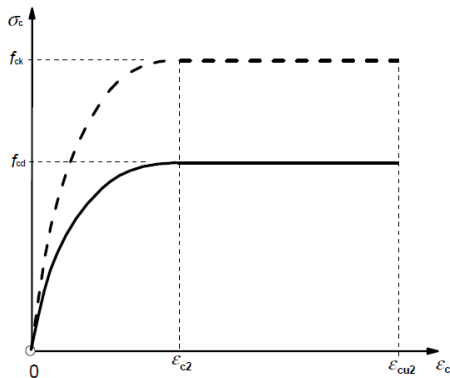


Figura 3.13 – Diagrama parábola-retângulo para o betão comprimido (EC2)

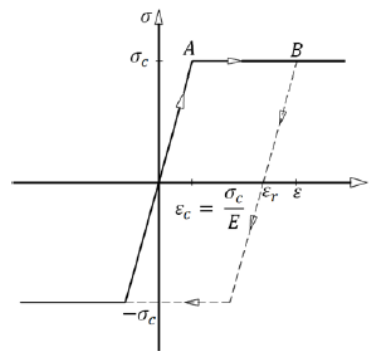


Figura 3.14 – Diagrama elástico-plástico de tensões-extensões para o aço (EC3)

Genericamente, as verificações de segurança consistiram em confirmar que, em qualquer secção de betão armado, quando sujeita a esforços de flexão, esforço transversal, torção e punção, os esforços resistente de cálculo (Ex.:  $M_{Rd}$ ) são superiores a esses esforços atuantes de cálculo (Ex.:  $M_{Ed}$ ).

Com o objetivo de garantir a qualidade e o adequado comportamento estrutural em condições normais de serviço, efetuaram-se também verificações de segurança relativas ao ELS.

No que diz respeito à obtenção das armaduras nos diferentes elementos estruturais, as mesmas foram obtidas tendo por base, maioritariamente, os critérios descritos no EC2. Nos pontos seguintes apresentam-se a metodologia e as principais formulações de cálculo.

### 3.4.1 Vigas

#### 3.4.1.1 Vigas de betão armado

A armadura longitudinal foi obtida efetuando um cálculo à flexão simples, em relação aos ELU, em diferentes pontos da viga, delimitados pelos elementos que contacta, sejam lajes fungiformes maciças ou aligeiradas. Determinou-se:

- ✓ Armadura mínima:  $A_{s,min} = 0,26 \cdot b_t \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$
- ✓ Armadura de cálculo:  $A_s = \frac{w \cdot b_t \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$
- ✓ Armadura máxima:  $A_{s,máx} = 0,04 \cdot A_c$
- ✓ Momento reduzido:  $\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$

Com,

$A_{s, \min}$  - Área de armadura longitudinal mínima, não inferior a  $0,0013 \cdot b \cdot d$  [ $\text{cm}^2$ ]

$A_s$  - Área de armadura longitudinal de cálculo [ $\text{cm}^2$ ]

$A_{s, \max}$  - Área de armadura longitudinal máxima [ $\text{cm}^2$ ]

$b_t$  - Largura média da zona tracionada [ $\text{m}$ ]

$w$  - Percentagem mecânica de armadura

$f_{ctm}$  - Tensão de rotura do betão à tração simples [ $\text{MPa}$ ]

$f_{cd}$  - Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão [ $\text{MPa}$ ]

$f_{yk}$  - Valor característico da tensão de cedência do aço [ $\text{MPa}$ ]

$f_{yd}$  - Valor de cálculo da tensão de cedência do aço [ $\text{MPa}$ ]

$d$  - Altura útil de uma seção transversal [ $\text{m}$ ]

$A_c$  - Área da seção transversal do betão [ $\text{m}^2$ ]

A armadura de esforço transversal, foi obtida efetuando-se uma verificação do esforço transversal, em relação aos ELU. Determinou-se primeiramente a armadura mínima e procedeu-se ao dimensionamento dos estribos a colocar nos extremos da viga. Os diâmetros e afastamentos de cintas e ramos realizaram-se em função da armadura longitudinal. Determinou-se:

- ✓ Armadura Mínima:  $\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{\min} = \rho_{w, \min} \cdot b \cdot \text{sen}(\alpha)$
- ✓ Armadura de cálculo:  $\left(\frac{A_{sw}}{s}\right) = \frac{V_{ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot \cot(\theta)}$
- ✓ Armadura máxima:  $\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{\max} = 0,5 \cdot \alpha_{cw} \cdot b \cdot \vartheta_l \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ywd}}$

Com,

$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{\min}$  - Área de armadura transversal mínima [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]

$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)$  - Área de armadura transversal de cálculo [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]

$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{\max}$  - Área de armadura transversal máxima [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]

$V_{ed}$  - Esforço transversal de cálculo [ $\text{kN}$ ]

$z$  - Braço do binário [ $\text{m}$ ]

$\rho_w$  - Taxa de armadura de esforço transversal

$b$  - Largura da seção transversal [ $\text{m}$ ]

$f_{cd}$  - Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão [ $\text{MPa}$ ]

$f_{ywd}$  - Valor da tensão de cedência das armaduras ao esforço transversal [ $\text{MPa}$ ]

$\alpha$  - Ângulo formado entre as armaduras de esforço transversal e o eixo longitudinal

$\alpha_{cw} - \alpha_{cw} = 1$

$\vartheta_l$  - Coeficiente de redução da resistência do betão, tendo em conta que o betão na alma da viga está fendilhado

A verificação da fendilhação e da deformação foi obtida efetuando-se o cálculo à flexão simples, em relação aos ELS, determinando-se a largura de fendas e as deformações. Determinou-se a flecha utilizando o método da dupla integração de curvaturas. Determinou-se:

- ✓ Armadura Mínima:  $A_{s, min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{f_{yk}}$
- ✓ Armadura máxima (Método direto):  $\rho_{w,min} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s}$
- ✓ Largura de fendas:  $W_k = S_{r,máx} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$
- ✓ Flecha máxima:  $FA = \alpha_g \cdot f_G + \alpha_q \cdot f_Q \leq \frac{L}{400}$

Com,

$F_{yk}$  - Valor característico da tensão de cedência do aço da armadura [MPa]

$M_{Ed}$  - Valor de cálculo do momento fletor atuante [kN.m]

$z$  - Braço do binário das forças interiores [m]

$A_s$  - Área de armadura longitudinal [cm<sup>2</sup>]

$A_{s, min}$  - Área de armadura mínima longitudinal [cm<sup>2</sup>]

$K_c$  - Coeficiente relativo à distribuição de tensões na secção, imediatamente antes da fendilhação ( $k_c=0.4$  em secções retangulares à flexão simples)

$K$  - Coeficiente relativo às tensões não uniformes autoequilibradas, de que resulta uma redução dos esforços de coação

$F_{ct,eff}$  - Valor médio da resistência do betão à tração [MPa]

$A_{ct}$  - Área de betão tracionado [cm<sup>2</sup>]

$L$  - Comprimento do vão da viga [m]

$W_k$  - Largura de fendas [mm]

$S_{r, máx}$  - Distância máxima entre fendas.

$\varepsilon_{sm}$  - Extensão média das armaduras.

$\varepsilon_{cm}$  - Extensão média do betão entre fendas.

$f_G$  - cargas permanentes

$f_Q$  - cargas variáveis

$\alpha_g$  - Coeficiente global de fluência para as cargas permanentes

$\alpha_q$  - Coeficiente global de fluência para as cargas variáveis

### 3.4.1.2 Vigas metálicas

Os perfis metálicos foram obtidos efetuando um cálculo à flexão simples, em relação aos ELU, acatando-se as recomendações do EC3 no que diz respeito a relação tensão-deformação para materiais lineares. Propôs-se o perfil ótimo dentro da série de perfis escolhida. Efetuou-se:

- ✓ Dimensionamento à flexão:  $M_{c,rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$

Com,

$M_{c,rd}$  - Valor de cálculo do momento fletor resistente em relação a um eixo principal

$F_y$  – tensão de cedência do aço

$\gamma_{M0}$  - Coeficiente parcial de segurança para a resistência

### 3.4.2 Pilares

#### 3.4.2.1 Pilares de betão armado

Considerou-se como pilar o troço corresponde entre pisos, ou seja, topo e base do tramo. Limitou-se o valor da sua esbelteza conforme recomendações do EC2. Com base na compatibilização de esforços e deformações, verificou-se se as tensões do betão e do aço não superam os seus valores limites.

$$\left(\frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}}\right)^{\alpha_{x,y}} + \left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}}\right)^{\alpha_{x,y}} \leq 1.0$$

Com,

$M_{Edz}$  e  $M_{Edy}$  - Momentos atuantes de cálculo;

$M_{Rdz}$  e  $M_{Rdy}$  - Momentos resistentes de cálculo;

$\alpha_{x,y}$  - Expoente referente à secção do pilar em função da relação do esforço normal nas direções  $x$  e  $y$

A armadura longitudinal foi obtida efetuando um cálculo à flexão composta desviada, em relação aos ELU, em diferentes pontos do pilar. Determinou-se:

- ✓ Armadura Mínima:  $A_{s,min} = 0,10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yk}}$ ;  $A_{s,min} \geq 0,002 \cdot A_c$
- ✓ Armadura máxima:
  - Em zona corrente –  $A_{s,máx} = 0,04 \cdot A_c$
  - Em zona de emendas –  $A_{s,máx} = 0,08 \cdot A_c$

Com,

$A_{s,min}$  - Área de armadura mínima longitudinal [ $cm^2$ ]

$A_{s,máx}$  - Área de armadura máxima longitudinal [ $cm^2$ ]

$N_{Ed}$  - Esforço axial de cálculo [kN]

$f_{yk}$  - Valor característico da tensão de cedência do aço da armadura [MPa]

$A_c$  - Área da secção transversal de betão [ $cm^2$ ]

$A_s$  - Área da secção das armaduras longitudinais [ $cm^2$ ]

A armadura de esforço transverso, foi obtida efetuando-se uma verificação do esforço transverso, em relação aos ELU. Determinou-se primeiramente a armadura mínima e procedeu-se ao dimensionamento dos estribos. Os diâmetros e afastamentos de cintas e ramos realizaram-se em função da armadura longitudinal. Determinou-se:

- ✓ Armadura Mínima:  $A_{s,min} = \frac{W \cdot b_t \cdot d \cdot f_{ctm}}{f_{yd}}$
- ✓ Armadura de cálculo:  $\left(\frac{A_{sw}}{S}\right) = \frac{V_{ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot \cot(\theta)}$
- ✓ Armadura máxima:  $\left(\frac{A_{sw}}{S}\right)_{máx} = 0,5 \cdot \alpha_{cw} \cdot b \cdot \vartheta_t \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{ywd}}$

Com,

$b_t$  - Largura média da zona tracionada[m]

$b$  - Largura da secção transversal [m]

$f_{ctm}$  - Tensão de rotura do betão à tração simples [MPa]

$f_{yk}$  - Valor característico da tensão de cedência à tração [MPa]

$d$  - Altura útil de uma secção transversal [m]

$V_{ed}$  - Esforço transverso de cálculo [kN]

$z$  - Braço do binário [m]

$f_{ywd}$  - Valor da tensão de cedência das armaduras ao esforço transverso [MPa]

$\theta$  - Ângulo das escoras com o eixo do pilar

$CR_{dc}$  - Valor indicado no Anexo Nacional NP EN 1992-1-1 2010 (0.12)

$K_1$  - Valor recomendado 0,25 / o indicado no Anexo Nacional

$A_{s,min}$  - Área de armadura transversal mínima [ $cm^2/m$ ]

$\left(\frac{A_{sw}}{S}\right)$  - Área de armadura transversal de cálculo [ $cm^2/m$ ]

$\left(\frac{A_{sw}}{S}\right)_{máx}$  - Área de armadura transversal máxima [ $cm^2/m$ ]

### 3.4.3 Lajes maciças e aligeiradas

#### 3.4.3.1 Lajes maciças

O processo de cálculo iniciou-se com a estimativa de uma armadura base, superior, inferior, longitudinal e transversal, que funciona como colaborante, efetuando-se em seguida um cálculo à flexão simples, em relação aos ELU, “pelos diferentes nós da malha”. Conhecendo-se os momentos fletores em duas direções e o momento torsor, aplicou-se o método de Wood, «que

consiste em calcular, através das seguintes expressões, o momento equivalente mediante o momento torsor  $M_{12}$  e os momentos flectores  $M_{11}$  e  $M_{22}$  segundo x e segundo y».

$$M_{ux}^+ = M_{11} + [M_{12}]$$

$$M_{uy}^+ = M_{22} + [M_{12}]$$

$$M_{ux}^- = M_{11} - [M_{12}]$$

$$M_{uy}^- = M_{22} - [M_{12}]$$

Em seguida, efetuou-se uma uniformização transversal em cada nó com os seus adjacentes, numa faixa de um metro, a partir dos quais se obtém a área de armadura necessária superior e inferior em cada direção. Determinou-se:

- ✓ Armadura Mínima:  $A_{s,min} = 0,26 \cdot b_t \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$
- ✓ Armadura de Cálculo:  $A_s = \frac{W \cdot b_t \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$
- ✓ Armadura Máxima:  $A_{s,máx} = 0,04 \cdot A_c$

Com,

$A_{s,min}$  - Área de armadura longitudinal mínima em lajes [ $cm^2$ ]

$A_s$  - Área de armadura longitudinal de cálculo [ $cm^2$ ]

$A_{s,máx}$  - Área de armadura longitudinal máxima [ $cm^2$ ]

$b_t$  - Largura média da zona tracionada[m]

$f_{ctm}$  - Tensão de rotura do betão à tração simples [MPa]

$f_{yk}$  - Valor característico da tensão de cedência à tração [MPa]

$d$  - Altura útil de uma seção transversal [m]

No que diz respeito ao esforço transversal e estado limite de punçoamento, verificou-se o cumprimento da tensão limite em superfícies paralelas “radiadas” a partir dos bordos de apoio em pilares, paredes e vigas. A metodologia aplicada é uma verificação de tensões tangenciais, em relação aos ELU ( $V_{ed} \leq V_{rd, máx}$ ), interpolando linearmente nos pontos de corte dos perímetros de controlo de acordo com o EC2, com e sem armadura de punçoamento. Determinou-se:

- ✓ Dispensa de armadura de Esforço transversal:

$$V_{rd,c} = [C_{rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \leq (\vartheta_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

- ✓ Esforço Transverso resistente sem armaduras de punçoamento

$$V_{rd,c} = C_{rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_l \cdot \sigma_{cp}$$

$$V_{rd,c} = (\vartheta_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp})$$

$$V_{rd,máx} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

- ✓ Esforço Transverso resistente com armaduras de punçoamento

$$V_{rd,cs} = 0,75 \cdot V_{rd,c} + 1,5 \cdot \frac{A_{sw}}{S_r} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1} \sin(\alpha)$$

Com,

$V_{rd,c}$  - Valor de cálculo do esforço transverso resistente do elemento sem armadura de esforço transverso [kN]

$$C_{rd,c} - C_{rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$$

$$k - k = 1 \sqrt{\frac{200}{d}}$$

$\rho_1$  - Taxa de armaduras longitudinais

$\sigma_{cp}$  - Tensão de compressão no betão devida a um esforço normal ou ao pré-esforço [MPa]

$b_w$  - Menor largura da secção transversal na área tracionada,  $b=1m$

$k_1 - k = 0.15$

$f_{ctm}$  - Valor médio da resistência à tração do betão [MPa]

$d$  - Altura útil da secção transversal da laje [m]

$\vartheta_{min}$  - Coeficiente mínimo de redução da resistência do betão por esforço transverso;

$V_{ed}$  - Valor de cálculo do esforço transverso atuante [kN]

A verificação da fendilhação e da deformação foi obtida efetuando-se o cálculo à flexão simples, em relação aos ELS. Na verificação da flecha a longo prazo para as cargas gravíticas verticais, efetuou-se o somatório os deslocamentos das cargas permanentes e sobrecargas e multiplicando por um coeficiente de valor 2.5, de modo a ter em conta o deslocamento, por deformação axial nos pilares. Determinou-se:

- ✓ Largura de fendas:  $H_{Laje} \geq 200mm; s_l \leq 0.75d (1 + \cotg(\alpha), s_t \leq 1.5d$

- ✓ Flecha máxima:  $FA = (f_G + f_Q) \cdot 2,50 \leq \frac{L}{400}$

Com,

$H_{Laje}$  - Altura da Laje [m]

$d$  - Altura útil da secção transversal da laje [m]

$f_G$  - Cargas permanentes

$f_Q$  - Cargas variáveis (Sobrecargas)

$s_l$  - espaçamento entre cintas [m]

$s_t$  - Espaçamento entre ramos [m]

### 3.4.3.2 Lajes fungiformes aligeiradas

As lajes fungiformes aligeiradas foram tratadas da mesma forma que as maciças, existindo no entanto algumas diferenças a ter em consideração, uma vez que temos duas zonas, uma maciça e outra aligeirada. Na zona de maciços de pilares, efetuou-se um cálculo idêntico ao das lajes maciças face ao esforço transversal e punção. Nas zonas aligeiradas, determinou-se os esforços atuantes considerando estes elementos como lajes e determinou-se os esforços resistentes como se tratasse de um conjunto de vigas em T. Levou-se em linha de conta os critérios referidos anteriormente para vigas.

### 3.4.4 Fundações

#### 3.4.4.1 Sapatas isoladas

A verificação de sapatas isoladas consistiu em verificar os aspetos normativos da geometria e da armadura. As cargas transmitidas pelos elementos de suporte por intermédio das ações: permanente, sobrecarga, vento, neve e sismo, transportam-se ao centro da sapata através dos esforços: axial, N; momento em x, Mx; momento em y, My; esforço transversal x, Qx; esforço transversal y, Qy e torsor, T. Verificou-se as tensões sobre o terreno, o equilíbrio, a flexão e o esforço transversal em relação aos ELU. Para o efeito, criou-se um modelo com todos os elementos de fundação, representado pela matriz de rigidez. As sapatas foram consideradas como elementos rígidos. O processo de cálculo foi iterativo e inicia-se a partir das dimensões iniciais de cada elemento. No que diz respeito a Tensões sobre o terreno, supôs-se um diagrama de deformação plana para a sapata, pelo que se obterão diagramas de tensões sobre o terreno de forma trapezoidal. Determinou-se:

- ✓ Sapata Rígida:  $B - E \leq C$
- ✓ Tensão do solo:  $\sigma_{solo} \geq \frac{\Sigma N}{B}$

Com,

$B$  – Base da sapata [m]

$E$  – Largura do pilar [m]

$C$  – Altura da sapata [m]

$\sigma_{solo}$  – Tensão admissível do solo [kPa]

Para os Estados limites de flexão e esforço transversal, efetuou-se um cálculo da flexão e das tensões tangenciais da sapata. Determinou-se:

- ✓ Verificação do esforço transversal:  $V_{dr1} = T_{vd} \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho) \cdot k \cdot b \cdot d$ ;  $\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$

- ✓ Cálculo á flexão da armadura transversal: 1.5% da quantidade geométrica transversal da sapata

Com:

$\Sigma N$  – Esforço normal resultante [Kn]

$B$  – Base da sapata [m<sup>2</sup>]

$T_{vd}$  – Tensão de corte – Valores descritos no EC2

$K - k=1$

$\rho = 0,02$

### 3.4.4.2 Sapatas contínuas

Dimensionou-se e verificou-se da mesma forma que as sapatas isoladas, descritas anteriormente, com as mesmas possibilidades e condicionantes. A única diferença está na forma de aplicar as cargas. Enquanto num pilar as cargas se aplicam no seu eixo geométrico, num muro converte-se num diagrama de cargas ao longo do muro.

### 3.4.4.3 Lintéis de fundação

A determinação dos lintéis de fundação depende exclusivamente do cálculo do esforço axial. O programa dispõe de uma lista de lintéis, em que de efetuou uma verificação de forma sequencial se resiste ao esforço axial calculado,  $T_{sd}$ . Quando se verificou, implementou-se esse lintel como solução.

- ✓ Esforço axial:  $T_{sd} = T_2 \cdot \frac{L}{N} \cdot \gamma_f$

Com,

$T_{sd}$  - Esforço axial de cálculo [kN]

$T_2$  - reação horizontal [kN]

$L$  - comprimento do vão da viga / tramo [m]

$n$  - número de lintéis que atuam no tramo

$\gamma_f$  - Coeficiente de majoração de ações ( $\gamma_f = 1,50$ )

## 3.5 Peças desenhadas

No que diz respeito a peças desenhadas do projeto de betão estrutural, em situação normal o mesmo deveria contemplar a totalidade das peças descritas em seguida:

<b>N.</b>	<b>Nome</b>	<b>Escalas</b>
1	Matriz estrutural	1:100
2	Planta de eixos e fundações	1:100
3	Quadro de pilares	1:20
4	Mapa de vigas	1:50
5.1	Planta de armaduras em teto piso 1 (superior)	1:100
5.2	Planta de armaduras em teto do piso 1 (inferior)	1:100
5.3	Planta de armaduras em teto do piso 1 (punçoamento)	1:20; 1:50, etc.
6.1	Pormenores construtivos	1:20; 1:50, etc.

De qualquer forma, por este ser um projeto de âmbito académico, entendeu-se juntar apenas as peças assinaladas a negrito por questões de volume do trabalho e por se entender se suficiente para a sua compreensão.

## 4 NOTAS FINAIS

Durante o seu percurso profissional o autor deste relatório adquiriu prática em projeto de estabilidade com base na legislação ainda em vigor, REBAP e RSA. A concretização do projeto aqui apresentado, de acordo com os Eurocódigos, permitiu constatar algumas diferenças, nomeadamente na caracterização ambiental, na resistência dos materiais aplicados, nos princípios e metodologias de cálculo, nos resultados finais obtidos para os diferentes elementos estruturais, entre outros.

De um modo geral:

- no EC2 constatou-se uma abordagem mais aprofundada no que concerne à classificação e propriedades dos materiais e um aumento das classes de resistência, não só dos betões mas também do aço;
- o EC2 e a NP ENV 206-1 (especificação LNEC 465), introduzem o conceito de classe estrutural, fazendo prever um período de vida útil para as estruturas, consoante a sua classe de exposição ambiental. Para os edifícios correntes a classe é a S4 correspondendo-lhe o período de 50 anos;
- o EC2 e a NP ENV 206-1 (especificação LNEC 465) introduzem requisitos de durabilidade, no sentido de fazer face aos condicionalismos de exposição ambiental a que o edifício está sujeito. Estes requisitos refletem-se na qualidade e resistência do betão a aplicar, mas também nos recobrimentos propostos, que em geral são superiores aos previstos no REBAP;
- quanto à obtenção dos valores para a resistência máxima, associada aos ELU, o EC2 recomenda o valor de  $f_{cd}$  e o REBAP o valor de  $0.85 f_{cd}$ ;
- no que concerne aos ELS, os limites máximos considerados para abertura de fendas considerados no EC2 são mais rigorosos que os previstos no REBAP;
- relativamente à dobragem de armaduras o EC2 observa a verificação de condições mais rigorosas para que se evitem danos no aço ou rotura no betão;
- no que diz respeito aos valores do cumprimento de amarração, a metodologia de cálculo do EC2 parece ser mais rigorosa que a do REBAP; no seu cálculo, leva em linha de conta mais alguns parâmetros resultando em diferentes exigências, que são mais evidentes para varões de maiores diâmetros.

Um outro aspeto a referir tem a ver com a importância atribuída pelos Eurocódigos a determinados parâmetros que até então eram menos conhecidos e pouco pormenorizados, tais como: ductilidade, rigidez, entre outros, que à partida resultam numa melhor qualidade do projeto estrutural.

Relativamente à parte sísmica, o EC8 inclui um capítulo com disposições especiais em zonas sísmicas. Uma vez que o edifício em estudo se encontra localizado em zona de sismicidade muito baixa, enquadra-se numa classe de ductilidade baixa, não sendo necessário cumprir qualquer disposição relativa ao EC8, bastando então apenas cumprir as disposições do EC2 e EC7, pelo que apenas foi dimensionado em resistência.

No que se refere aos elementos de betão propriamente ditos, fundações, pilares, vigas e lajes, foi também possível constatar algumas diferenças:

- no que concerne a fundações diretas, o EC2 é mais exigente do que o REBAP, introduzindo um diâmetro mínimo de armaduras de 10 mm pelo seu anexo Nacional;
- quanto à geometria de pilares, o REBAP impõe uma secção transversal mínima de 20 cm, enquanto o EC2 recomenda uma secção transversal com base nas suas dimensões geométricas, em que o seu comprimento não deve ser superior a quatro vezes a sua largura;
- o EC2 recomenda a utilização de um diâmetro mínimo de 10 mm para qualquer tipo de aço, enquanto o REBAP recomenda diâmetro mínimo de 10 mm para aços A400 e A500 e de 12 mm para aço A235;
- relativamente à área mínima de armaduras longitudinais em pilares, o REBAP refere que a área total de armadura longitudinal não deve ser inferior a 0,4% da secção do pilar para o aço A235 e 0,3% da secção do pilar para o aço A400 e A500. Estes valores são ligeiramente mais conservativos do que os obtidos pela metodologia recomendada pelo EC2, tendo como base o valor de referência de 0,2% da secção do pilar;
- relativamente a pilares redondos, e contamos com vários no projeto apresentado, o REBAP exige a colocação de um mínimo de 6 varões, enquanto o EC2 exige a colocação de apenas 4;
- nos espaçamentos das cintas em pilares, destaca-se o facto de o EC2 referir que em zonas de compressão nenhum varão deverá estar a mais de 15 cm de um varão travado;
- no que concerne a armaduras transversais de pilares, o REBAP recomenda um diâmetro de 8 mm quando se utilizarem armaduras longitudinais de 25mm; o EC2 refere um diâmetro não inferior a 6 mm, bem como não inferior a um quarto do diâmetro máximo dos varões longitudinais;
- quanto à área mínima de armaduras longitudinais em vigas, a metodologia de cálculo preconizada no EC2 parece-nos ser mais adequada do que a do REBAP, uma vez que passa a contemplar a classe do betão a ser aplicado na viga e não apenas a área da armadura;

- relativamente às áreas das armaduras longitudinais de vigas dimensionadas para a ação sísmica, crê-se que os valores das áreas obtidas segundo o EC8 são ligeiramente superiores às obtidas segundo a metodologia do RSA;
- foi possível também constatar que no EC2 os espaçamentos mínimos entre armaduras longitudinais, entram em linha de conta com a dimensão do agregado mais grosso e até com a dimensão do vibrador;
- alusivamente à armadura de esforço transversal em vigas, a metodologia de cálculo da taxa de armadura preconizada no REBAP e no EC2 é idêntica. Por outro lado, verifica-se que o EC2 é mais exigente, uma vez que estipula um menor espaçamento destas armaduras, como por exemplo a afastamentos entre ramos, em que o REBAP refere que a sua distância não deve exceder um máximo de altura da viga enquanto o EC2 recomenda  $0,75d$ ;
- em lajes fungiformes, para a determinação dos esforços, o EC2 introduz novos métodos de análise, para além do método dos pórticos equivalentes, como por exemplo: método de grelhas, dos elementos finitos, etc., Faz referência ao controlo da deformação em seus vãos, considera as nervuras como um conjunto de vigas em T, permitindo a utilização dos critérios utilizados para o cálculo das armaduras de vigas;
- quanto ao punçoamento em lajes, o EC2 é bem mais rigoroso que o REBAP. Considera novas formas de carregamento, faz a diferenciação entre dois perímetros de controlo e introduz novas regras de cálculo. De um modo geral, o EC2 menciona algumas referências relativas à disposição de armaduras, dependendo da localização do pilar.



## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Após a significativa evolução de conhecimentos que resultaram da concretização deste projeto, julga-se ser possível afirmar que, em geral, uma estrutura bem dimensionada de acordo com o EC2 também estará bem dimensionada de acordo com o REBAP, já que em termos de resultado final não se verificam alterações muito significativas. Aparentemente, a diferença reside no facto da nova legislação ser mais rigorosa.

Em termos futuros, tendo em conta a ampliação dos conhecimentos e o rigor que a nova legislação virá introduzir na concretização de estruturas de betão armado: ao nível dos condicionalismos de exposição ambiental a que o edifício está sujeito, da resistência e ductilidade dos materiais a aplicar, dos recobrimentos, entre outros, prevê-se que as estruturas de betão manterão os seus requisitos de resistência e de estabilidade durante o período de vida para a qual foram projetadas, sem requererem trabalhos consideráveis de manutenção. Ainda assim, por se prever que a estrutura de um edifício, concretizada segundo todos estes condicionalismos, terá elevada durabilidade, não é fator decisivo para que se deixe de acompanhar o seu estado. Importa também refletir sobre o facto de, a este nível, todas as estruturas serem vistas da mesma forma quando existem utilizações tão divergentes sob o ponto de vista da sua “degradação”. Crê-se que um acompanhamento contínuo do estado das estruturas de betão, permite-nos, com intervenções de baixo custo, prolongar a sua vida útil por largos anos.

Uma vez que estamos numa fase de mudança do paradigma técnico e legislativo nesta área, entende-se ser este o *timing* certo para invertermos o atual padrão cultural, de modo a que a manutenção, tal como o projeto e a sua execução, deixem de ser vistos como um custo adicional e passem a ser encarados como um bom investimento.

Parece-nos oportuno proceder à criação de especificações técnicas ou regulamentares, que introduzam, na fase de projeto ou em outra qualquer, em função do tipo de obra e da sua utilização, noções sobre as exigências mínimas de manutenção, de realização de inspeções técnicas, bem como da periodicidade para a sua realização, de modo a que se comece a acompanhar devidamente o estado da vida útil dos edifícios.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, S. B. (Fevereiro de 2016). Corrosão das Armaduras Não Estruturais em Elementos de Betão Armado. Funchal, Portugal: Universidade da Madeira.

Especificação E 464. (março de 2005). (LNEC, Ed.) Lisboa.

Appleton, J. (julho/agosto de 2011). património em betão, betão armado – nota histórica. Construção Magazine n.º 44, pp. 17-23.

Appleton, J. (2013). Estruturas de Betão. Amadora: Edições Orion.

Coelho, E., & Carvalho, F. (fevereiro de 2005). LNEC. Obtido em junho de 2017, de Departamento de Estruturas - Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas: <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/equipamentos.html>

Costa, A. (1999). Reabilitação e Reforço de Estruturas. Durabilidade de Estruturas de Betão (Aula). Portugal: Instituto Superior Técnico.

Costa, A. (2013/2014). Folhas de Apoio às Aulas. Estruturas de Betão II. Lisboa, Portugal: Instituto Superior Técnico.

Cultura, M. d. (19 de Fevereiro de 2002). Decreto n.º 5/2002 de 19 de Fevereiro. Lisboa, Portugal. Obtido em 17 de Março de 2017, de <https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/2002/02/042B00/13641399.pdf>

Decreto Lei n.º 235/83, d. 3. (1983). Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA). Porto: Porto Editora.

Decreto Lei n.º 349-C/83 . (30 de junho, 1983). Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP). Porto: Porto Editora.

Decreto n.º 25:948. (16 de outubro de 1935). Aprova o regulamento do betão armado. Lisboa, Portugal: Ministério das Obras Públicas e Comunicações.

Decreto n.º 404/71. (23 de Setembro de 1971). Lisboa, Portugal: Ministério das Obras Públicas.

Decreto n.º 41658 . (31 de Maio de 1958). Lisboa, Portugal: Ministério das Obras Públicas.

Decreto n.º 47723. (20 de maio de 1967). Aprova o regulamento de estruturas de betão armado. Lisboa, Portugal: Ministério das Obras públicas.

Decreto n.º4:036. (03 de abril de 1918). Lisboa, Portugal: Ministério do Comércio.

Decreto-Lei n.º 301/2007 de 23 de Agosto. (23 de Agosto de 2007). Lisboa, Portugal: Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.

Farinha, J. B., & Reis, A. C. (1993). Tabelas técnicas. Setubal: n.d.

Guia de Esquemas de Pintura. (junho de 2013). Cin. Obtido em 05 de junho de 2017, de cin-protective: <http://www.cin-protective.com/portal/attachs.pdf?CONTENTITEMOID=6B828080802F81GC&CLASSTOKEN=scpdescricaocategoria&ATTRIBUTEID=ficheiro>

Maciel, R. M. (Maio de 2013). Método dos elementos finitos aplicado à análise de sólidos: concepção e implementação. Lisboa, Portugal: INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO.

Miranda, A. M. (2006). Influência da Proximidade do Mar em Estruturas de Betão. Dissertação de Mestrado. Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia.

NP EN 1990. (dezembro de 2009). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1991. (dezembro de 2009). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1992. (dezembro de 2009). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1993. (Dezembro de 2009). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1998. (dezembro de 2009). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

NP EN 206-1. (junho de 2007). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

NP ENV 13670-1. (Julho de 2007). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

Ordem dos Engenheiros. (02 de 08 de 2017). Ordem dos Engenheiros. Obtido de <http://www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/especializacoes/>

Pereira, M. F. (2005). Anomalias em Paredes de Alvenaria sem Função Estrutural. Guimarães, Portugal: Universidade do Minho.

RIBEIRO, R. F. (Novembro de 2015). Modelação e Dimensionamento de Estruturas. Porto, Portugal: Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Santos, A. M. (1993). Fábrica de Moagem do Caramujo. Obtido em 5 de junho de 2017, de Património cultural: <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/73600/>

Santos, T. M. (Novembro de 2014). Corrosão das Armaduras do Betão Armado Causas, Consequências, Prevenção e Projeto de Durabilidade. Lisboa, Portugal: INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA.

Serra, A. H. (Julho de 2012). Análise de Patalogias em Estruturas. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Silva, J. M. (20 de Maio de 2010). Segurança das Construções Contra os Sismos (1ª Parte). Portugal. Obtido de <http://www.construir.pt/2010/05/20/seguranca-das-construcoes-contra-os-sismos-1%C2%AA-parte/>

Silva, T. P. (Outubro de 2007). Análise Técnico-Económica de Alguns Tipos de Reparação de Estruturas de Betão Armado Expostas a um Ambiente Marítimo. Portugal: Instituto Superior Técnico.

Vaz, N. L., Aguiar, J. L., & Aires, C. F. (fevereiro de 2005). Influência da temperatura no comportamento de reforços exteriores de betão armado. Construlink, n.º8, pp. 22-29.



## APÊNDICE 1 – Peças Desenhadas



APÊNDICE 2 – Curriculum Vitae do autor

## Resumo do curriculum vitae

### **Dados pessoais**

**Nome:** Adérito Luís da Silva Aguiar

**Data de Nascimento:** 20 de Abril de 1977

**Morada:** Caminho do Lombo da Casada, n.º5, 9360 – 504 Ponta do Sol

### **Formação académica e profissional**

#### **Habilitações Académicas:**

- ✓ Licenciatura em Engenharia Civil;
- ✓ Curso de Pós-Graduação em Higiene e Segurança do Trabalho;
- ✓ Curso de Pós-Graduação em Gestão da Proteção Civil e da Segurança;
- ✓ Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho.

#### **Formação Complementar em Eng.º Civil e Higiene e Segurança do Trabalho:**

- ✓ Curso de “Introdução ao cálculo automático de estruturas – vertente SAP 2000”;
- ✓ Curso de “Cálculo automático de estruturas metálicas – LTBeam”;
- ✓ Certificação Energética – Modulo técnico de RCCTE;
- ✓ Curso de fiscalização de obras;
- ✓ Curso de formação “Ruído laboral e acústica ambiental”;
- ✓ Formação sobre o novo regulamento de SCIE;
- ✓ Curso de Projetistas de SCIE de 3.ª e 4.ª Categorias de Risco;
- ✓ Curso de Formação “Formação de formadores”;
- ✓ Formação “Metodologia de trabalhos Científicos”.

#### **Publicações científicas:**

- ✓ Publicação de um artigo científico no III.º congresso vertentes e desafios da segurança 2013 (pág. 76-84) - ISLA de Santarém;
- ✓ Publicação de um resumo científico na revista segurança n.º 217 (ISSN 0870-8908) - Suplemento Especial, (p. 7).

## **Experiência Profissional**

### **Empresas e instituições:**

- ✓ De outubro de 2006 a julho de 2007: *Moldes do Oeste - Construções unipessoal Lda.*;
- ✓ De agosto de 2007 a julho de 2011: *Imodopovo - Construção e imobiliária Lda.*;
- ✓ De setembro de 2011 a setembro de 2014: *Unidade de Equipamentos e Instalações da Universidade da Madeira*;
- ✓ De outubro de 2014 a 4 de março 2016: *Tecnomuro - Construção de Edifícios e Obras Públicas, Lda*;
- ✓ De abril de 2016 a atualmente: *Daniel Aguiar Lda. - Construção Civil e Obras Públicas, Lda.*

### **Atividades desenvolvidas em Eng.<sup>a</sup> Civil e Higiene e Segurança do Trabalho:**

- ✓ *Orçamentação e planeamento de várias obras de construção;*
- ✓ *Elaboração de inúmeras propostas para concursos públicos, incluindo caminhos e estradas Municipais;*
- ✓ *Coordenação, fiscalização e direção técnica de várias obras de construção;*
- ✓ *Elaboração de inúmeros projetos de especialidades: estrutura e contenção periférica, rede de abastecimento, rede de esgotos e pluviais, condicionamento térmico; muros de suporte, etc.;*
- ✓ *Inspeções técnicas a muros de suporte de terras, a encostas e a edifícios;*
- ✓ *Elaboração de projetos e inúmeras fichas de segurança contra riscos de incêndio e MAP;*
- ✓ *Elaboração de relatórios de SCIE no âmbito do projeto comunitário +turismo;*
- ✓ *Elaboração de inúmeros planos de segurança e saúde, fase de projeto e de obra;*
- ✓ *Desempenho de funções de técnico e de coordenador de segurança em obra;*
- ✓ *Desempenho de funções de formador e orientador de estágios;*
- ✓ *Levantamento do estado de redes e sistemas de segurança e apreciação do nível de risco de incêndio de um edifício.*

### **Manutenção e Gestão de Edifícios:**

- ✓ *Elaboração de várias fichas de prevenção de instalações técnicas e de segurança no âmbito das Medidas de autoproteção (SCIE);*
- ✓ *Planeamento e acompanhamento de inúmeras ações de revisão, manutenção e reabilitação em diferentes áreas e redes técnicas, executadas por funcionários internos e por entidades externas em regime de subcontratação;*
- ✓ *Implementação de um sistema de ordens de serviços para os funcionários, afetos à manutenção, bem como de registos das ações de manutenção efetuadas a sistemas, redes ou equipamentos;*
- ✓ *Limpeza geral às instalações técnicas, com vista à prevenção e à segurança;*
- ✓ *Iniciação ao mapeamento de redes técnicas e de localização de equipamentos;*
- ✓ *Preparação e pedido de várias propostas de aquisição de bens e serviços;*
- ✓ *Etc.*

## Índice

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	DADOS PESSOAIS.....	6
2.1.	Perfil Profissional.....	7
3	COMPETÊNCIAS E APTIDÕES PESSOAIS E TÉCNICAS.....	7
4	HABILITAÇÕES ACADÉMICAS .....	7
5	FORMAÇÃO COMPLEMENTAR.....	8
5.1.	Vertente - Engenharia Civil.....	8
5.2.	Vertente - Higiene e segurança do Trabalho.....	9
5.3.	Outras áreas de formação .....	9
6	TRABALHOS DESENVOLVIDOS.....	10
6.1.	Vertente - Engenharia Civil.....	10
6.2.	Vertente - Higiene e Segurança do Trabalho .....	10
6.3.	Trabalhos Científicos .....	10
7	EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL .....	11
7.1.	Entidades empregadoras.....	11
7.2.	Trabalho desenvolvido no ramo da Engenharia Civil .....	13
	Orçamentação, Planeamento e Elaboração de propostas: .....	13
	Coordenação, fiscalização e direção técnica de obras:.....	16
	Projetos de especialidades: .....	18
7.2.1	- Estrutura e contenção periférica .....	18
7.2.2	- Rede de Abastecimento, esgotos e pluviais .....	20
7.2.3	- Condicionamento térmico .....	21
7.2.4	-Cálculo de Muros de Suporte .....	21
7.2.5	Inspeções Técnicas .....	22
7.2.6	Fichas, Projetos de Segurança Contra Riscos de Incêndio e Medidas de Autoproteção .....	22
7.3.	Trabalho desenvolvido no ramo da Higiene e Segurança do Trabalho .....	25

7.3.1	Plano de Segurança e Saúde .....	25
7.3.2	Técnico /Coordenador de segurança em obra .....	26
7.3.3	Formação e orientação de estágios .....	27
7.4.	Manutenção e gestão de edifícios .....	27
7.4.1	Instalações técnicas de edifícios.....	27
7.4.2	Instalações de segurança de edifícios .....	28
8	PARTICIPAÇÕES EM SEMINÁRIOS OU EVENTOS .....	28
9	OBJETIVOS FUTUROS .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

O presente Curriculum Vitae foi elaborado com a finalidade de demonstrar, de uma forma clara e concisa, o meu percurso académico e profissional. A sua elaboração resulta de uma profunda reflexão acerca das ações de formação frequentadas, do trabalho desenvolvido, bem como das minhas motivações e objetivos profissionais.

## 2 DADOS PESSOAIS

**Nome:** Adérito Luís da Silva Aguiar

**Filiação:** José de Aguiar de Pedro e Maria Celeste da Silva Ganança

**Data de Nascimento:** 20 de Abril de 1977

**Cartão de Cidadão N°** 11287871 (ver anexo I)

**Contribuinte:** 223564036

**Naturalidade:** Ponta do Sol

**Nacionalidade:** Portuguesa

**Estado Civil:** Casado

**Morada:** Caminho do Lombo da Casada, n.º5, 9360 – 504 Ponta do Sol

### **Contactos:**

Telemóvel: 964 437 372

Telefone fixo: 291 972 411

Correio eletrónico: [Adérito20@gmail.com](mailto:Adérito20@gmail.com)

### **Inscrição em “associações”:**

Ordem dos Engenheiros: Membro efetivo (E2) n.º 58133

Direção Regional do Trabalho: Título profissional n.º 251/2009 DIRTRA

Autoridade Nacional de Proteção Civil: Projetista n.º 1119

**Meios de atualização de conhecimentos:**

Revista Ingenium, cedida pela da Ordem dos Engenheiros;

Revista segurança, assinante.

**2.1. Perfil Profissional**

Considero-me um profissional dedicado, capaz gerir e coordenar projetos desde a sua conceção até à sua execução final. Sou uma pessoa proativa, com uma abordagem lógica em relação a novos desafios. Possuo “boa” capacidade para motivar os outros a alcançar os objetivos traçados.

**3 COMPETÊNCIAS E APTIDÕES PESSOAIS E TÉCNICAS**

**Primeira Língua:**

Português

**Outras Línguas:**

Inglês:

- Nível de compreensão escrita, expressão escrita e oral: Médio
- 2 Anos de escolaridade conjuntamente com 6 meses de curso no The English Center

Francês:

- Nível de compreensão escrita, expressão escrita e expressão oral: Elementar
- Cinco anos de escolaridade.

**4 HABILITAÇÕES ACADÉMICAS**

De 28 de setembro de 2000 a 26 de novembro de 2004, frequentou o primeiro ciclo da Licenciatura em Engenharia Civil. A 9 de Setembro de 2006 concluiu a Licenciatura em

Engenharia Civil, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, com média final de 12 valores. (ver anexo II)

De 03 de fevereiro de 2007 a 29 de maio de 2008, frequentou o curso de Pós-graduação em Higiene e Segurança do Trabalho, na Universidade da Madeira, obtendo média final de 15 Valores. (ver anexo III)

De 15 de outubro de 2010 a 24 de junho de 2011, frequentou o curso de Pós-graduação/especialização em Gestão da Proteção Civil e da Segurança, no Instituto Superior Dom Afonso III, concluindo-o com média final de 15 valores. (ver anexo IV)

De 15 de novembro de 2012 a 9 de abril de 2014, frequentou o Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho, na Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa, no qual obteve uma média final de 15 Valores. (ver anexo V)

## 5 FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

### 5.1. Vertente - Engenharia Civil

Curso de “ética e deontologia profissional”

Entidade Formadora: Ordem dos Engenheiros

Local da Formação: Funchal (ver anexo VI)

Curso de “Introdução ao cálculo automático de estruturas – SAP 2000”

Entidade Formadora: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Local da Formação: Lisboa (ver anexo VII)

Curso de “ cálculo automático de estruturas metálicas – LTBeam”

Entidade Formadora: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Local da Formação: Lisboa

Certificação energética – Módulo técnico no âmbito RCCTE

Entidade Formadora: Escola Superior de Tecnologia de Setúbal

Local da Formação: Funchal (ver anexo VIII)

Curso de “fiscalização de obras”

Entidade Formadora: Verlag Dahsöfer

Local da Formação: Lisboa (ver anexo IX)

### **5.2. Vertente - Higiene e segurança do Trabalho**

Curso de Formação Profissional “Ruído Laboral e acústica ambiental”

Entidade Formadora: Certifer

Local da Formação: Aveiro (ver anexo X)

Formação sobre o “novo regulamento de SCIE”

Entidade Formadora: SGS

Local da Formação: Funchal (ver anexo XI)

Curso de “projetistas de SCIE de 3.<sup>a</sup> e 4.<sup>a</sup> categorias de risco” (120 horas)

Entidade Formadora: Instituto de investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção - Instituto da Construção

Local da Formação: Associação do Comércio e Indústria do Funchal (ver anexo XII)

### **5.3. Outras áreas de formação**

Curso de Formação Profissional “Formação de formadores”

Entidade Formadora: Lusitanaforma

Local da Formação: Funchal (ver anexo XIII)

Formação “Metodologia de trabalhos científicos”

Entidade Formadora: Universidade da Madeira

Local da Formação: Funchal (ver anexo XIV)

## 6 TRABALHOS DESENVOLVIDOS

### 6.1. Vertente - Engenharia Civil

- Elaborou seminário de fim de curso intitulado “Eficiência energética em edifícios”;
- Organizou de um briefing intitulado “ O que a Engenharia pode fazer pelo Ambiente” que decorreu no dia 2 de julho de 2005.

### 6.2. Vertente - Higiene e Segurança do Trabalho

- Elaborou, como componente prática, um trabalho intitulado “Análise de riscos dos equipamentos utilizados em obras de construção civil”;
- Elaborou uma análise de riscos à estação de tratamento da meia serra;
- Elaborou análises ergonómicas a vários postos de trabalho;
- Elaborou um trabalho sobre gestão de equipas (TeamWork), com vista à sua publicação;
- Elaborou um “plano de segurança contra riscos de incêndios” de um espaço comercial;
- Executou e implementou as medidas de autoproteção num edifício escolar (escola secundária) da Ilha da Madeira.

### 6.3. Trabalhos Científicos

Publicou um artigo científico no III.º Congresso Vertentes e Desafios da Segurança 2013 (pág. 76-84), intitulado “Implementação das medidas de autoproteção num edifício

escolar da Ilha da Madeira”. Convite para a sua apresentação no congresso, por motivos pessoais e profissionais, não houve essa possibilidade.

Publicou um resumo alargado na revista Segurança nº 217 (ISSN 0870-8908) - Suplemento Especial, (p. 7), intitulado “Implementação das medidas de autoproteção num edifício escolar da Ilha da Madeira”.

## **7 EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL**

### **7.1. Entidades empregadoras**

De 1 de outubro de 2006 a julho de 2007: Moldes do Oeste - Construções unipessoal Lda. Neste período desenvolveu atividades relacionadas com orçamentação e planeamento, direção técnica de obra e elaboração de projetos das diferentes especialidades.

Desde 1 de agosto de 2007 a 30 de julho de 2011: Imodopovo - Construção e imobiliária Lda. Ao longo deste período desenvolveu atividades relacionadas com orçamentação e planeamento, direção técnica de obra e elaboração de projetos das diferentes especialidades, incluindo cálculo de muros de suporte. Esteve envolvido em trabalhos de reabilitação de edifícios e inspeções técnicas.

Desenvolveu ainda diversas atividades relacionadas com a Higiene e Segurança do Trabalho, técnico de segurança de obra, planeamento de segurança de obra, elaboração de diversos planos de segurança e saúde, aquisição de materiais e equipamentos relacionados com a higiene e segurança do trabalho.

Desde 1 de janeiro de 2010 a 18 de dezembro de 2011: Novo Rumos – Higiene segurança e saúde no trabalho unipessoal Lda. Foi o técnico responsável pela entidade de prestação de serviços externos, desenvolveu diversas atividades relacionadas com a higiene e segurança do trabalho, desde a coordenação de equipas, acompanhamento de estágios profissionais e coordenação de segurança de obras de construção. Realizou

inspeções técnicas em outros ramos de atividade, levantamentos a acidentes de trabalho, medições de ruído e de iluminância, etc.

Desde 8 de setembro de 2011 a 7 de setembro de 2014: Unidade de Equipamentos/Infraestruturas e Instalações da Universidade da Madeira. Desenvolveu trabalhos relacionados com a gestão e manutenção da infraestrutura, dos sistemas e equipamentos instalados, sobretudo nos edifícios do Campus da Penteada. Também desenvolveu atividades na área da higiene e segurança do trabalho.

Elaborou diversos trabalhos na área da engenharia civil, ao nível de planeamento e aquisição de materiais de construção, carpintarias, serralharias, entre outros. Ao nível de sistemas e equipamentos instalados no edifício, acompanhou inúmeras ações de verificação e manutenção: de extintores, de elevadores (neste caso também de certificação), de sistemas de AVAC (circuito hidráulico e aérológico), de sistemas de videovigilância, de grupos hidropneumáticos de pressurização de águas (abastecimento e incêndios), de grupos geradores, etc.

Efetou um levantamento às condições de trabalho dos trabalhadores da instituição, bem como aos equipamentos existentes na oficina afeta aos trabalhos de manutenção. Iniciou a elaboração das medidas de autoproteção da Instituição. Organizou uma ação de sensibilização sobre a utilização de meios de primeira intervenção. Desenvolveu toda a documentação referente ao sistema de gestão de higiene e segurança no trabalho da instituição.

De outubro de 2014 a 4 de março 2016: Tecnomuro - Construção de Edifícios e Obras Públicas, Lda. Desenvolveu trabalhos relacionados com planeamento, direção técnica de obra e elaboração de Planos de Segurança e Saúde;

De abril de 2016 a atualmente: Daniel Aguiar Lda. - Construção Civil e Obras Públicas, Lda. Desenvolveu trabalhos relacionados com orçamentação, planeamento e elaboração de propostas para concursos públicos.

## 7.2. Trabalho desenvolvido no ramo da Engenharia Civil

### Orçamentação, Planeamento e Elaboração de propostas:

- Proposta para a empreitada de Requalificação do caminho agrícola do Poiso - Fajã dos Cardos - Curral das Freiras”
- Proposta para a empreitada de “Alargamento do Caminho do Ribeiro da Ponte das Laranjeiras para fins agrícolas - São Martinho”
- Proposta para a empreitada de “Construção do caminho agrícola dos Castanheiros - São Jorge”
- Proposta para a empreitada do "Caminho Florestal da Levada do Barqueiro"
- Proposta para a empreitada de “Beneficiação e pavimentação do caminho agrícola da Fajã dos Vimieiros - Ilha”
- Proposta para a empreitada de “Remodelação da antiga escola do Poço da Câmara para o Centro Cívico do Imaculado”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do parque infantil na freguesia da Calheta - Remodelação da Praceta 24 de junho”;
- Proposta para a empreitada de “Construção da Travessa do Socorro - Canhas - Ponta do Sol”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do Caminho Municipal ao Sítio do Pico - Fajã e Eiras – Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Construção de Ramal ao Sítio da Levada da Relva – Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Construção de Ramal ao Sítio das Murteiras - Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do Ramal ao Sítio do Carvalho - Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do Ramal das Urzes - Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Construção da Travessa das Abertas - 2.ª Fase – Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do Caminho Municipal do Lombo da Amoreira - Lombada”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do Ramal da Ladeira da Amoreirinha - Canhas”;

- Proposta para a empreitada de “Construção do Ramal do Pomar do Alho - Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Construção da Travessa do Outeiro - Canhas”;
- Proposta para a empreitada de “Execução da Estrada Municipal entre os Sítios da Pedra Nossa Senhora e Vigia na Freguesia do Campanário - Ramal 2”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do Caminho Agrícola entre o Lombo dos Forneiros, Palheiros e Valgão, Santa - Porto Moniz”;
- Proposta para a empreitada de “Construção do Caminho Municipal ao Sítio do Lombo do Meio – Canhas”;
- Moradia unifamiliar, localizada na Calheta, promovido por Lúcio Joel Bastos Conceição Silva, em fevereiro de 2014;
- Reabilitação de um edifício, localizado na Rua Dr.º Fernão Ornelas, promovido por António Agostinho Martins, em dezembro de 2013;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada na Calheta, promovido por Ilídio Moura, em janeiro de 2011;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Monte, Funchal, promovido por Ezequiel Dias e Maria Dias, em janeiro de 2011;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada nos Canhas, Ponta do Sol, promovido por Maria Loreto, em novembro de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Hotel do Reis, Estreito da Calheta, promovido por Maria Olga Francisco, em outubro de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada nos Álamos, Funchal, promovido por Madalena Ferreira, em setembro de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Vale e Cova do Pico, Ponta do Sol, promovido por Daniel Henriques, em setembro de 2010;
- Moradia unifamiliar (reabilitação), localizada na Quinta Grande, Camara de Lobos, promovido por José Silva, Agosto de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar (ampliação), localizada nos Canhas, Ponta do Sol, promovido por Manuel Pita, em agosto de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Vale e Cova, Ponta do Sol, promovido por Jonhy Vieira, em agosto de 2010;
- Proposta para Escritório na Rua da Queimada de Cima, Funchal, promovido por Nélio Fernandes, em julho de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada em São Vicente, promovido por Marta Drummond, em junho de 2010;

- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada na Calheta, promovido por Lúcia Sousa, em junho de 2010;
- Proposta para Escritório, localizado na Rua da Carreira, promovido por João Abreu, em maio de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar (ampliação), localizada no Bairro da Nogueira, Camacha, promovido por Rudy Michel, em abril de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Socorro, Ponta do Sol, promovido por João Maria, em abril de 2010;
- Proposta para Apartamento (reabilitação), localizado na Nazaré, Funchal promovido por Pedro quintal, em março de 2010;
- Proposta para Edifício de comércio, localizado na Praça Amarela, Rua da Alfândega, Funchal promovido por João Brasão, em março de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Socorro, Ponta do Sol, promovido por Mário Freitas, em fevereiro de 2010;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Serrado e Cova, Ponta do Sol, promovido por Gabriel Pita, em outubro de 2009;
- Proposta para Muro de contenção de terras, localizado nos Moledos, Ponta do Sol, promovido por Gregório Inácio, em setembro de 2009;
- Proposta para Moradia geminada, localizada na Ribeira da Janela, Porto Moniz, promovido por João Jardim, em junho de 2009;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Carvalhal, Ponta do Sol, promovido por Alberto Silva e Odília Pita, em abril de 2009;
- Proposta para Edifício, situado na Rua das Hortas, Funchal, promovido pelo Sr. Daniel, em novembro de 2008;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio dos Salões, Canhas, Ponta do Sol, promovida pelo Sr.<sup>a</sup> Délia Pita, em outubro de 2008;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada na Rua Bartolomeu Dias, Funchal, promovida por Marcelino Dias, em março de 2008;
- Complexo de 3 moradias, localizadas na Fajã da Ovelha, promovida pelo Eng.<sup>o</sup> Afonso Fernandes, em fevereiro de 2008;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Fajã, Calheta, promovida pelo Sr. Norman Ashton, em maio de 2007;

- Proposta para Construção e pavimentação de uma vereda e levada, no Sítio do Lugar de Baixo, Ponta do Sol, promovida pela Junta de Freguesia da Ponta do Sol, em abril de 2007;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada na Estrela da Calheta, Calheta, promovida por João Agrela, em janeiro de 2007;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada na Travessa do Poço do Rodrigo n.º 33 e 35, Funchal, promovido por Merita Conceição Gaspar Alves e Maria José Abreu, em julho de 2007;
- Proposta para Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Arco, Calheta, promovida por Anthony Brett, em março de 2006;
- Outras Proposta.

### **Coordenação, fiscalização e direção técnica de obras:**

- Empreitada de “Prolongamento da Primeira Vereda do Serrado”;
- Empreitada de “Alargamento do Caminho do Ribeiro da Ponte das Laranjeiras para fins agrícolas - São Martinho”;
- Construção de uma Moradia Unifamiliar localizada no Lote 8 - Virtudes - Impasse Rua Dr. Sales Caldeira - São Martinho - Funchal, promovida por Fernando Freitas Gonçalves, em junho de 2017;
- Construção de uma Moradia unifamiliar localizada localizada à Igreja, Campanário, Ribeira Brava, promovida pelo Sr.º Adelino Piedade da Silva, em fevereiro de 2016;
- Remodelação de Loja Vodafone Forum Madeira pela 3g-office, localizada no centro comercial Forum Madeira em novembro de 2015 (Fiscalização técnica da obra);
- Remodelação de Loja Vodafone Machico pela 3g-office, localizada na Praceta 25 de abril em agosto de 2015 (Fiscalização técnica da obra);
- Requalificação de uma vereda localizada entre a Longueira e o Pedregal, Campanário, Ribeira Brava, cujo licenciamento foi requerido pela Câmara Municipal da Ribeira Brava, em setembro de 2014 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma Moradia unifamiliar localizada no Sítio do Pico da Amendoeira, Lombada, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Sérgio Neto, em junho de 2015 (Fiscalização técnica da obra);

- Construção de um armazém agrícola, localizada no sítio do Serrado e Cova, Canhas, Ponta do Sol, promovido por Roberto Gonçalves Chacha, em abril de 2013 (Fiscalização técnica da obra);
- Construção de uma Moradia unifamiliar localizada no Caminho do Lombo da Casada nº5, Ponta do Sol, promovido por José Daniel da Silva Aguiar, em junho de 2011 (Fiscalização técnica da obra);
- Construção de uma moradia unifamiliar, localizada na Rua do Hotel do Reis, Estreito da Calheta, Calheta, cujo licenciamento foi requerido por Maria Olga Francisco, em janeiro de 2011 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Vargem, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Imodopovo – construção e imobiliária Lda., em janeiro de 2010 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Vale e Cova, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Gabriel Pita, em janeiro de 2010 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma moradia geminada (Reabilitação), localizada na Ribeira da Janela, Concelho do Porto Moniz, cujo licenciamento foi requerido por João Jardim, em setembro de 2009 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma moradia unifamiliar, localizada no Caminho do Ribeiro, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Alberto Silva e Odília Pita, em setembro de 2009 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Lombo da Estrela da Calheta, Calheta, cujo licenciamento foi requerido por José Manuel Silva Fernandes Pita, em junho de 2007 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Estrela, Calheta, cujo licenciamento foi requerido por João Agrela, em fevereiro de 2008 (Direção técnica da obra);
- Construção de uma moradia unifamiliar, localizada na Rua Bartolomeu Dias, nº27, Santa Maria Maior, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por José Fernandes Dias, em março de 2008 (Direção técnica da obra);
- Construção de reabilitação/alteração de um edifício destinado a comércio, constituído por dois pisos inferiores e 5 superiores, localizada na Rua da Alfandega nº78 / Travessa dos Varadouros, em maio de 2008 (Direção técnica da obra);

- Ampliação/alteração de um edifício destinado a comércio, constituído por dois pisos inferiores e quatro superiores, localizada na Rua do Surdo nº6, em novembro de 2008 (Direção técnica da obra);

### Projetos de especialidades:

#### 7.2.1 - Estrutura e contenção periférica

- Oficina de reparação de automóveis, localizada ao Sítio do Ribeiro do Rato, cujo licenciamento foi requerido pelo senhor Daniel Coelho Pita Pombo, em agosto de 2017
- Moradia Geminada localizada em São João Campanário, Ribeira Brava, cujo licenciamento foi requerido por Daniel Aguiar Lda. em novembro de 2017;
- Edifício de Habitação Coletiva, localizada Rua Nova da Alegria, n.º6, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por António Batista Rodrigues, em outubro de 2017;
- Moradia Unifamiliar, localizada no Caminho das Cales e Chada, Arco da Calheta, cujo licenciamento foi requerido por Duarte Filipe Almada da Silva, em julho de 2017;
- Moradia unifamiliar, localizada na Estrada da Quebrada, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Nelson Eduardo Castanho Loreto, em junho de 2016;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio e São Tiago, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Manuel Pita Vieira, em outubro de 2015;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio das feiteiras e eiras, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Deolinda Sousa, em outubro de 2015;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio do Pico da Amendoeira, Lombada, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Sérgio Neto, em novembro de 2013.
- Armazém agrícola, localizada no Pomar do Barlabé, Canhas, Ponta do Sol, promovido por José Roberto Chaves, em junho de 2012;
- Armazém, localizada no Serrado e Cova, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Manuel de Sousa Marques, em setembro de 2011;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Poio dos Galhos, Ponta do Sol, requerida por Maria Isabel Coito Pita, em setembro de 2011;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Outeiro, Ponta do Sol, requerida por Florinda Pita Pombo, em setembro de 2011;

- Moradia unifamiliar, localizada na Estrada das Romeiras, Estreito de Camara de Lobos, requerido por Lúcia Maria de Sousa Pinto, em agosto de 2011;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio dos Fregueses Novos, Ponta do Sol, requerida por Rui Sousa, em dezembro de 2010;
- Moradia unifamiliar (reabilitação estrutural), localizada no Arco da Calheta, Calheta, requerida por Teixeira e Gomes Lda., em novembro de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada nos Canhas, Ponta do Sol, requerida por Rosa Abreu, em setembro de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada no Caminho do Lombo da Casada, Ponta do Sol, requerida por José Daniel da Silva Aguiar, em julho de 2010;
- Moradia geminada, localizada no Arco da Calheta, Calheta, requerida por Maria José Moniz Nunes e Maria Martinha Moniz Nunes, em março de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada no Lombo do Meio, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Fernando França, em novembro de 2009;
- Moradia unifamiliar, localizada na Vargem, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Imodopovo - Construção e Imobiliária Unipessoal Lda., em julho de 2009;
- Moradia unifamiliar, localizada no Estreito da Calheta, Calheta, requerido por José Manuel Marta, em junho de 2009;
- Moradia unifamiliar, localizada no Salão de Baixo, Ponta do Pargo, Calheta, requerido por João Guilhermino de Gouveia, em agosto de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Carreira, Serrado Nunes, Prazeres, Calheta, requerido por Feliciano de Agrela, em agosto de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Caminho do Palheiro nº 98 e 100, Santa Maria Maior, Funchal, requerido por António João Gomes, em julho de 2008;
- Moradia unifamiliar localizado no Sítio dos Salões, Canhas, Ponta do Sol, requerida por Délia de Fátima Pinto Pita, em julho de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Serrado e Cova, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Nélio Jesus Santos Nascimento, em maio de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Massapez, Terra Chã, Fajã da Ovelha, Concelho da Calheta, cujo licenciamento foi requerido por Roberto Gonçalves Jardim, em julho de 2007;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Amoreirinha, Lombo da Piedade, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Fernando Costa da Silva Diogo, em julho de 2007;

- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Lombo da Estrela da Calheta, Calheta, cujo licenciamento foi requerido por José Silva Fernandes Pita, em junho de 2007.

### 7.2.2 - Rede de Abastecimento, esgotos e pluviais

- Moradia unifamiliar localizada no Sítio e São Tiago, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Manuel Pita Vieira, em outubro de 2015;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio das feiteiras e eiras, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Deolinda Sousa, em outubro de 2015;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio do Pico da Amendoeira, Lombada, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Sérgio Neto, em novembro de 2013.
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio dos Fregueses Novos, Ponta do Sol, requerida por Rui Sousa, em dezembro de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada nos Canhas, Ponta do Sol, requerida por Rosa Abreu, em setembro de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada no Caminho do Lombo da Casada, Ponta do Sol, requerida por José Daniel da Silva Aguiar, em julho de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada na Vargem, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Imodopovo - Construção e Imobiliária Unip. Lda., em julho de 2009;
- Moradia unifamiliar, localizada no Salão de Baixo, Ponta do Pargo, Calheta, requerido por João Guilhermino de Gouveia, em agosto de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Carreira, Serrado Nunes, Prazeres, Calheta, requerido por Feliciano de Agrela, em agosto de 2008;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio dos Salões, Canhas, Ponta do Sol, requerida por Délia de Fátima Pinto Pita, em julho de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Serrado e Cova, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Nélio Jesus Santos Nascimento, em maio de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Amoreirinha, Lombo da Piedade, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Fernando Costa da Silva Diogo, em julho de 2007;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Lombo da Estrela da Calheta, Concelho da Calheta, cujo licenciamento foi requerido por José Manuel Silva Fernandes Pita, em junho de 2007.

### 7.2.3 - Condicionamento térmico

- Moradia unifamiliar, localizada na Rua Pública, Sesimbra, requerida por Isabel Engrácio, em janeiro de 2011;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio dos Fregueses Novos, Ponta do Sol, requerida por Rui Sousa, em dezembro de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada no Caminho do Lombo da Casada, Ponta do Sol, requerida por José Daniel da Silva Aguiar, em julho de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada na Vargem, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Imodopovo - Construção e Imobiliária Unipessoal Lda., em julho de 2009;
- Moradia unifamiliar, localizada no Caminho do Jamboto, Travessa da Fonte, Santo António, Funchal, requerido por Maria Vera Pereira Pinto, em novembro de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Salão de Baixo, Ponta do Pargo, Calheta, requerido por João Guilhermino de Gouveia, em agosto de 2008;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio dos Salões, Canhas, Ponta do Sol, requerida por Délia de Fátima Pinto Pita, em julho de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizado no Sítio do Serrado e Cova, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Nélio Jesus Santos Nascimento, em maio de 2008;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio da Amoreirinha, Lombo da Piedade, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Fernando Costa da Silva Diogo, em julho de 2007;
- Moradia unifamiliar, localizada no Sítio do Lombo da Estrela da Calheta, Concelho da Calheta, cujo licenciamento foi requerido por José Manuel Silva Fernandes Pita, em junho de 2007.

### 7.2.4 -Cálculo de Muros de Suporte

- Muro de contenção de terras, localizado nos Canhas, Ponta do Sol, promovido por João Pombo, em março de 2011;
- Muro de contenção de terras, localizado nos Moledos, Ponta do Sol, promovido por Gregório Santos Inácio, em setembro de 2009;
- Muro de suporte de terras, localizado no Sítio dos Poios, Concelho da Ponta do Sol, requerido por Hugo Ornelas, em outubro de 2008;

- Muro de suporte de terras, localizado no Sítio do Caminho do Livramento, Concelho da Ponta do Sol, requerido por Maria da Conceição Gonçalves Alho, em maio de 2008;
- Muros de suporte de terras, localizado no Sítio do Lombo do Meio Canhas, Concelho da Ponta do Sol, cujo licenciamento requerido por Paul Stephen Winter, em setembro de 2007.

### 7.2.5 Inspeções Técnicas

- Inspeção Técnica realizada ao estado físico de uma “encosta natural, em Sítio do Balançal, Ponta do Sol, em 2017.
- Inspeção técnica realizada a um armazém de serviços, localizado na Rua das Maravilhas, Funchal, requerido por Fábrica da Igreja Paroquial da Sagrada Família, em 2015;
- Colaboração numa inspeção técnica realizada a uma residência de estudantes dos serviços de ação social da Universidade da Madeira, em 2013;
- Muro de suporte de terras, localizado na Estrada da Achada, Concelho da Ponta do Sol, requerido por Agostinho Martinho Jardim Campanário, em abril de 2009;
- Edifício de escritórios, localizado na Rua do Surdo, Funchal, em abril de 2008;

### 7.2.6 Fichas, Projetos de Segurança Contra Riscos de Incêndio e Medidas de Autoproteção

- Edifício de Habitação Coletiva, localizada Rua Nova da Alegria, n.º6, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por António Batista Rodrigues, em outubro de 2017;
- Medidas de Autoproteção (MAP) para a Residência Casa São Francisco, Localizado na Ribeira Brava, em maio de 2017;
- Reversão de um edifício de habitação para um edifício turístico, localizado na Rua da Praia – Santa Cruz, cujo pedido de licenciamento foi requerido por, Abstrata Maravilha, LDA., em Março de 2017;
- Museu dos Clássicos, localizada à Estrada da Pontinha no Porto Marítimo do Funchal, cujo Dono de Obra é a Secretaria Regional da Economia, Turismo e Cultura, em outubro de 2016;

- Edifício turístico, localizado no Caminho de Dona Mécia – Santa Cruz, cujo pedido de licenciamento foi requerido por, Solar do Bom Jesus – Investimentos Turísticos, LDA., em Julho de 2016;
- Unidade de produção de vinhos localizado na Zona Franca do Caniçal, cujo pedido de licenciamento foi requerido por, Madeira Wine Company, S.A, em fevereiro de 2016;
- Moradia unifamiliar localizada no Sitio e São Tiago, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Manuel Pita Vieira, em outubro de 2015;
- Moradia unifamiliar localizada no Sitio das feiteiras e eiras, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Deolinda Sousa, em outubro de 2015;
- Grémio, localizado no Sitio da Bagaceira, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por cabeça de casal de João Maria Pita Ferreira, em Agosto de 2015 (Ficha);
- Imaginarium – Dolce Vita, localizado na Rua Brito Camara, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por Colina da Alegria Lda., em Fevereiro de 2015 (Medidas de autoproteção);
- Acin – Icloud Solutions, localizado Rua 1.º Julho, Ribeira Brava, cujo licenciamento foi requerido por Acin – Icloud Solutions, Lda., em Fevereiro de 2015 (Projeto);
- Cabeleireiro Magiabsoluta, localizado na Rua 31 de Janeiro, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por Magiabsoluta Lda., em Fevereiro de 2015 (Ficha e Medidas de Autoproteção);
- Grão de Farinha – Restauração e bebidas, localizado na Rua dos Netos, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por Grão de Farinha Lda., em janeiro de 2015 (Ficha e Medidas de Autoproteção);
- Ordem dos Enfermeiros, localizado na Rua Visconde Cacongo, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por Seção Regional da Madeira da Ordem dos Enfermeiros, em janeiro de 2015 (Projeto e Medidas de Autoproteção);
- Restaurante Coco Harley – The Ritz Madeira Braseiro do Mário, localizado na Avenida Arriaga, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por Café Coco Harley, Cafeteria e Restauração Lda., em dezembro de 2014 (Projeto);
- Favor dimension, localizado em Caminho do Vale da Ajuda, Monumental Palace, Funchal, cujo licenciamento foi requerido por Favor dimension Lda., em novembro de 2014 (Ficha);

- Restaurante o Braseiro do Mário, localizado em Gaula Santa Cruz, cujo licenciamento foi requerido por Manuel Mário Jorge Nunes, em novembro de 2014 (Projeto);
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio do Pico da Amendoeira, Lombada, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Sérgio Neto e Leandra Neto, em novembro de 2013 (Ficha);
- Armazém agrícola localizado no Pomar do Barlabé, Canhas, Ponta do Sol, promovido por José Roberto Chaves, em junho de 2012 (Ficha);
- Edifício multifamiliar localizado no Curral das Freiras, Camara de Lobos, cujo licenciamento foi requerido Instituto de Habitação da Madeira em agosto de 2011 (Projeto);
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio dos Fregueses Novos - Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido Rui Sousa, em dezembro de 2010 (Ficha);
- Elaboração de vários relatórios aos Hotéis: Lua Mar, Torre Praia, Praia Dourada, Porto Santo, Vila Baleira, Madeira Regency, CS, Calheta Beach, Eira do Serrado, Salgueiro, Praia Dourada e Areia Dourada no âmbito de uma consultoria especializada, na área de Prevenção e Segurança contra Incêndios, através de um projeto comunitário, que se designado por +turismo, por parte da Learn4U, que decorreu no período compreendido entre 2010 e 2012;
- Moradia unifamiliar localizada no Caminho do Lombo da Casada, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por José Silva Aguiar, em agosto de 2010 (Ficha);
- Moradia unifamiliar localizada nos Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Rosa Maria Ferreira Pereira Abreu, em julho de 2010 (Ficha);
- Moradia unifamiliar localizada no Lombo de são Tiago, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Fernando França Barbosa, em março de 2010 (Ficha);
- Oficina de reparação e manutenção de veículos automóveis, localizado no Sítio das Urzes, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Gerardo Fernandes, a 20 de outubro de 2009 (Ficha);
- Moradia Unifamiliar localizada no Sítio do Lugar da Ribeira, Campanário, Ribeira Brava, cujo licenciamento foi requerido por Alberto Rodrigues Pereira, em agosto de 2009 (Ficha);

- Moradia unifamiliar localizada no Sítio da Vargem, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por imodopovo construção e imobiliária Lda., em agosto de 2009 (Ficha);
- Moradia geminada localizada na Ladeira do Serrado Ribeira da Janela, Porto Moniz, cujo licenciamento foi requerido por João Jardim e Outros, em setembro de 2009 (Ficha);
- Gabinete de estética - Corpo Estético localizado no Sítio dos Lemes, Lombo das Adegas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Cátia Rubina Gonçalves de Freitas, a 5 de junho de 2008 (Projeto);
- Elaboração de outras fichas de segurança contra incêndio em edifícios.

### **7.3. Trabalho desenvolvido no ramo da Higiene e Segurança do Trabalho**

#### **7.3.1 Plano de Segurança e Saúde**

- Moradia unifamiliar, localizada no sítio do Tanque, Ponta Delgada, São Vicente, promovido por Maria Hilda de Sousa Rodriguês, em março de 2013;
- Armazém agrícola, localizada no sítio do Serrado e Cova, Canhas, Ponta do Sol, promovido por Roberto Gonçalves Chacha, em abril de 2013;
- Empreendimento de turismo rural, localizado na Quinta do Lago, Campanário, Ribeira Brava, promovido por Duarte Gouveia, em dezembro de 2012;
- Alteração de um edifício de habitação, localizado no Caminho Chão, Santana, promovido por Nélio Lourenço da Silva, em novembro de 2012;
- Armazém agrícola localizado no Pomar do Barlabé, Canhas, Ponta do Sol, promovido por José Roberto Chaves, em junho de 2012;
- Moradia unifamiliar localizada no Caminho do Lombo da Casada nº5, Ponta do Sol, promovido por José Daniel da Silva Aguiar, em junho de 2011;
- Moradia unifamiliar localizada no Cabo da Ribeira, Concelho de São Vicente, promovido por Maria Augusta Brazão, em setembro de 2010;
- Moradia unifamiliar, localizada no Lote n.º 3, do Alvará de Loteamento n.º 01/2000, ao Sítio da Terra chã, Freguesia de Ponta Delgada, Concelho de São Vicente, promovido por Rui Frederico Teixeira, a 30 de outubro de 2009;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio do Serrado e Cova, Ponta do Sol, promovido por Gabriel Pita, a 10 de outubro de 2009;

- Moradia unifamiliar localizada na Vargem, Canhas, Ponta do Sol, requerido por Imodopovo - Construção e Imobiliária Unip. Lda., a 10 de julho de 2009;
- Moradia unifamiliar localizada no Carvalhal, Ponta do Sol, requerido por Alberto Silva e Odília Pita, a 09 de julho de 2009;
- Pavilhão industrial, localizado na Zona Franca da Madeira, Caniçal, requerido por Vaporilhas – Montagens técnicas e industriais Lda., a 26 de março de 2009;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio dos Salões, Canhas, Ponta do Sol a 21 de Julho de 2008 requerida por Delia de Fátima Pinto Pita, a 25 de agosto de 2008;
- Moradia unifamiliar localizada no Lombo das Adegas, Freguesia do Livramento, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Anthony Brett em julho de 2008;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio do Lombo das Adegas, Freguesia do Livramento, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por António Rinaldo da Silva Aguiar, em maio de 2008;
- Moradia unifamiliar localizada no Sítio da Vargem, Canhas, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por Valter José Ornelas Chá, a 29 de abril de 2008;
- Moradia unifamiliar localizada na Rua Bartolomeu Dias nº 27, Louros, Santa Maria Maior, Funchal, cujo licenciamento requerido por José Dias a 4 de março de 2008;
- Obra de ampliação/alteração de um edifício destinado a comércio, localizado na Rua do Surdo n.º 6, Freguesia de São Pedro, Funchal, cujo licenciamento requerido por Manuel José Vicente, a 21 de janeiro de 2008;
- Elaboração de outros Planos de Segurança e Saúde para obras.

### 7.3.2 Técnico /Coordenador de segurança em obra

- Coordenação de segurança de um edifício habitacional e comercial, localizada na Avenida do Infante, Nº28 e Rua do Jasmineiro, Nº1 9000-013 Funchal, promovido por Solinfante - Empreendimento imobiliário habitacional e comercial, entre Junho de 2011 e Dezembro de 2011;
- Coordenação de segurança de um edifício habitacional, localizada no Caminho das virtudes, Nº1 9000-163 Funchal, promovido por Solinfante - Empreendimento imobiliário habitacional e comercial, entre Junho de 2011 e Dezembro de 2011;
- Coordenação de segurança de moradia unifamiliar localizada no Carvalhal, Ponta do Sol, promovido por Alberto Silva;

- Coordenação de segurança de construção/remodelação de uma loja comercial, localizada No Forum Madeira, promovido por C&A;
- Coordenador de segurança, construção de uma moradia unifamiliar localizada no Sítio do Serrado e Cova, Ponta do Sol, requerido por Nélio Jesus Santos Nascimento;
- Técnico de segurança, construção de uma moradia unifamiliar localizada no sítio do Lombo das Adegas, Freguesia do Livramento, Ponta do Sol, cujo licenciamento foi requerido por António Rinaldo da Silva Aguiar;

### 7.3.3 Formação e orientação de estágios

- Formador na Jrfn Saúde & Desporto e na AJAMPS;
- Orientador de estágio na Novos Rumos (alunos da Escola Atlântico de 2.º/ 3.ºano);
- Orientador de estágio na Fisiomadeira (alunos da Escola Atlântico de 2.º/ 3.ºano).

## 7.4. Manutenção e gestão de edifícios

### 7.4.1 Instalações técnicas de edifícios

- Elaboração de inúmeras fichas de prevenção, com vista à manutenção preventiva, dos equipamentos das instalações técnicas do edifício do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Acompanhamento de inúmeras ações de revisão e manutenção, incluindo uma certificação pela DRCIE, efetuadas aos elevadores dos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Acompanhamento de algumas ações de manutenção, efetuadas aos sistemas de climatização dos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Acompanhamento de algumas ações de manutenção, efetuadas aos sistemas hidráulicos de pressurização, de abastecimento, de drenagem e de pluviais dos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;

- Acompanhamento de algumas ações de manutenção, efetuadas aos sistemas de vigilância e intrusão dos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Acompanhamento de algumas ações de manutenção, efetuadas aos grupos geradores e baterias de alimentação existentes nos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Limpeza geral às instalações técnicas, dos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira, com vista à manutenção das condições de prevenção e segurança.

#### **7.4.2 Instalações de segurança de edifícios**

- Elaboração de inúmeras fichas de prevenção, com vista à manutenção preventiva, dos equipamentos das instalações de segurança do edifício do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Acompanhamento da reabilitação do sistema de deteção de gases (SADG) do parque de estacionamento do edifício do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Planeamento e acompanhamento, com vista à reabilitação, da rede de incêndios armada do tipo carretel existente no edifício do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Planeamento e acompanhamento da revisão e manutenção dos extintores dos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Inspeção ao funcionamento do sistema automático de deteção de incêndios e de desenfumagem do edifício do Campus da Penteada da Universidade da Madeira;
- Limpeza geral às instalações e sistemas de segurança, dos edifícios do Campus da Penteada da Universidade da Madeira, com vista à manutenção das condições de prevenção e segurança.

## **8 PARTICIPAÇÕES EM SEMINÁRIOS OU EVENTOS**

- Participou no seminário “Safety first. Decorreu a 7 de dezembro de 2011;
- Participou no seminário “Avaliação de Riscos, novos riscos. A “Gripe A”. Decorreu a 24 de novembro de 2009;

- Participou no seminário “As novas regulamentações de acústica”. Decorreu a 18 de setembro de 2008.
- Participou na elaboração de um manual de procedimentos para uma empresa de prestação de serviços externos de higiene e segurança do trabalho, com vista à sua autorização, em outubro de 2007.

## 9 OBJETIVOS FUTUROS

Os meus objetivos futuros prendem-se com o desenvolvimento das minhas aptidões, com vista ao melhoramento da capacidade de resposta e de intervenção, de forma a agir com maior rigor e qualidade. Este princípio, reflete-se numa grande aposta na formação, só assim conseguirei fazer frente às constantes mudanças impostas pela globalização acelerada que se vive nos dias de hoje.

Ponta do sol, 05 de janeiro de 2018

Nota: Para esclarecimento de dúvidas acerca dos dados contidos neste curriculum vitae ou para certificação da autenticidade dos certificados, é favor contactar para comparação com os documentos originais. Todas as informações contidas neste documento correspondem à verdade.