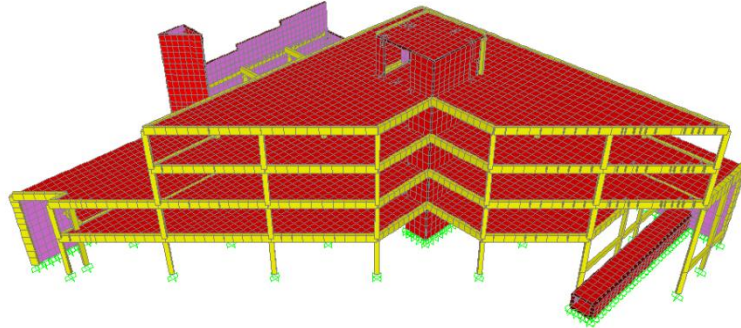




ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Civil



Projecto de Fundações e Estruturas do Edifício Administrativo do Parque de Materiais e Oficinas de Ceira.

Pedro André Gomes Carreira
Bacharelato em Engenharia Civil

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil

Orientadores:

Eng. António José Carrasquinho de Freitas, Prof. Adjunto (ISEL/IPL)
Eng. Jorge Manuel Gil Nunes Meneses, PROFICO

Júri:

Presidente:

Mestre Eng.^a Cristina Ferreira Brito Machado, Prof. Coord. (ISEL/IPL)

Vogais:

Mestre Eng. António Carlos Sousa Gorgulho, Prof. Adjunto (ISEL/IPL)
Eng. António José Carrasquinho de Freitas, Prof. Adjunto (ISEL/IPL)
Eng. Jorge Manuel Gil Nunes Meneses, PROFICO

Março de 2010

Mestrado em:

“ Engenharia Civil – Perfil de Estruturas”

Título do Trabalho de Projecto:

Projecto de Fundações e Estruturas do Edifício Administrativo do Parque de Materiais e Oficinas de Ceira.

Autor:

Pedro André Gomes Carreira

Orientador:

Eng. António Carrasquinho de Freitas

Co-Orientador:

Eng. Jorge Meneses

Março de 2010

AGRADECIMENTO

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram, com o empenho, disponibilidade e confiança, que colocaram na minha pessoa e no meu trabalho.

Cabe-me a mim expressar a minha sincera gratidão ao Engenheiro António Carrasquinho de Freitas do ISEL e ao Engenheiro Jorge Menezes da Profico, meus orientadores do trabalho, que desde o primeiro momento deram-me a mão ao longo destes 6 meses de trabalho.

Agradeço a toda a equipa técnica da Profico, especialmente ao director de Projecto Engenheiro Ricardo Pinto, e ao seu colaborador Engenheiro Nuno Fonseca pela ajuda nas várias dúvidas que surgiram ao longo do trabalho.

Finalmente, agradeço aos meus pais, pois sem o apoio deles não seria possível a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho refere-se às fases de projecto da estrutura do Edifício Administrativo do Parque de Material e Oficinas, destinado ao apoio à frota circulante para a rede de transportes do Metro do Mondego. As instalações serão construídas junto à Estação de Ceira.

Na escolha das soluções a adoptar foram considerados todos os condicionalismos existentes, em particular os inerentes à implantação geral da obra e sua utilização. Foram igualmente tidas em conta as acções passíveis de actuar na estrutura, bem como as propriedades dos materiais utilizados e os processos construtivos que venham a ser utilizados.

ABSTRACT

This paper refers to the phases of design of the structure of the Material and Workshops Administration Building Park for the support of the fleet stock for the transportation network of Train of Mondego. The facilities will be built next to the Ceira station.

For choosing the adopted solutions we considered all the existing constraints, particularly those inherent to the general implementation of the work and its use. We have also taken into account the actions which can act on the structure and properties of materials and construction processes that may be used.



ÍNDICE GERAL

1	OBJECTIVOS GERAIS	2
2	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO	3
3	MÉTODOS DE CÁLCULO E DESENHO	4
4	INTRODUÇÃO	5
4.1	Apresentação do Projecto e seu Enquadramento.....	5
5	METODOLOGIA PROPOSTA.....	7
5.1	Pré - dimensionamento da estrutura e fundações	7
5.2	Modelação estrutural do edifício no programa de cálculo	7
5.3	Análise dos esforços obtidos no SAP2000.....	8
5.4	Dimensionamento dos elementos estruturais.....	8
5.5	Elaboração das Peças Escritas e Desenhadas.....	9
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	10
7	BIBLIOGRAFIA.....	11



1 OBJECTIVOS GERAIS

O presente trabalho teve como finalidade efectuar o Projecto em geral das Estruturas resistentes em Betão Armado de um edifício Administrativo na Lousã de apoio à frota circulante para a rede de transportes do Metro do Mondego, com base no projecto de Arquitectura efectuado pela empresa Vyella & Carvalho Lda e em cooperação com a empresa de projectos Profico.

O projecto em geral possui algumas condicionantes geométricas, rodoviárias e orográficas que o tornam com características especiais e aliciantes para o seu estudo académico. Desta forma, o estudo do mesmo permitiu aprofundar os conhecimentos académicos adquiridos no dimensionamento estrutural e pormenorização de armaduras, assim como nas ferramentas de cálculo SAP2000, EXCEL e GALILEU e na ferramenta de desenho AUTOCAD.

O projecto inclui memória descritiva e justificativa, memória de cálculo, assim como tabelas de dimensionamento e desenhos de pormenor dos elementos estruturais dimensionados.



2 LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

O presente trabalho foi elaborado de acordo com os regulamentos Portugueses actualmente em vigor, nomeadamente:

RSA (Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes: Dec.Lei N.º 235/83 de 31 de Maio);

REBAP (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado: Dec. Lei N.º349-C/83 de 30 de Julho).

Para o Cálculo da resistência a mecanismo de Punçoamento foi aplicado o regulamento Europeu, particularmente:

EUROCÓDIGO 2 (Versão Inglesa) – EN 1992-1-1 (Dezembro 2004).



3 MÉTODOS DE CÁLCULO E DESENHO

O Projecto de estruturas foi elaborado com recurso a ferramentas de cálculo automático e desenho, essenciais e indispensáveis para o dimensionamento e desenho dos elementos estruturais.

A determinação dos valores característicos dos esforços nos vários elementos constituintes do edifício devidos às diferentes solicitações foi efectuada por meio de modelos próximos da realidade, os quais foram resolvidos automaticamente em computador através do programa SAP2000 (SAP2000 Advanced 12.0.0 Structural Analysis Program, copyright 1976-2008 Computers and Structures, Inc.) (ver pp.3-5 da memória de cálculos justificativos e ficheiro do SAP2000).

O dimensionamento das secções sujeitas a flexão desviada procedeu-se com recurso ao programa de cálculo Galileu (Galileu versão 2005.00, Paulo Providência Costa e Paulo Maranha Tiago).

As peças de desenho foram executadas com recursos ao programa de desenho AutoCAD (AutoCAD 2008, ACIS copyright 1989-2001 Spatial Corp).



4 INTRODUÇÃO

4.1 Apresentação do Projecto e seu Enquadramento

O Metro do Mondego é um projecto para construir um sistema de metropolitano ligeiro em Coimbra, a terceira maior região metropolitana de Portugal.

O Sistema de Mobilidade do Mondego caracteriza-se por um novo conceito de mobilidade, permitindo a estruturação de uma rede urbana, eficiente e funcional de transporte do eixo Coimbra, Miranda do Corvo e Lousã. Este conceito baseia-se no sistema Tram–Train que consiste basicamente num veículo do tipo metropolitano ligeiro e moderno adaptado para a circulação em meio urbano, suburbano e regional (ver figura nº1). Este empreendimento é dividido em várias fases, tais como: Adequação do canal ferroviário para a circulação, actualização da sinalização, Intervenção e reforços estruturais em Taludes e túneis e a construção de edifícios de apoio a toda a rede de transportes, como o edifício administrativo em estudo.



Figura nº1 – Rede de transporte do sistema de mobilidade do Mondego

Este projecto, realizado no âmbito do Mestrado de Engenharia Civil, no ano lectivo de 2008/2009, tem como tema a realização de um Projecto de fundações e estrutura em Betão



Armado de um edifício administrativo do Parque de Materiais e Oficinas de Ceira com base no Projecto de Arquitectura, tendo também como suporte o Projecto base de restantes elementos, em especial dos Arruamentos e do Traçado Rodoviário.

O Edifício Administrativo possui uma geometria em planta sob a forma de um triângulo rectângulo. Em altura integra quatro pisos, dos quais dois são de maior dimensão e enterrados ao longo dos “catetos” do triângulo. O edifício funcionalmente está organizado em 4 níveis, comportando vários departamentos: técnicos e administração, espaços comuns, entidades responsáveis pela manutenção dos equipamentos e instalações de Operadores. As áreas funcionais foram separadas, permitindo desta forma a separação e privacidade necessárias às diversas actividades. A sua organização desenvolve-se em volta de um núcleo de circulações constituídos por escadas e 2 elevadores. Tanto internamente como exteriormente ao PMO existem arruamentos que condicionam o projecto de arquitectura, especialmente a presença dos arruamentos interiores que passam por cima do piso-1 ao longo dos “catetos” do edifício (ver pp.4 da memória descritiva e justificativa).

Apresentam-se em anexo os desenhos Arquitectónicos referentes ao projecto de execução da Arquitectura efectuados pela empresa Viyella & Carvalho Lda, nomeadamente as plantas dos vários pisos inerentes ao edifício (ARQ01, ARQ02, ARQ03, ARQ04 e ARQ05) e de alguns cortes considerados importantes (ARQ07 e ARQ08) presentes em Anexo.



5 METODOLOGIA PROPOSTA

5.1 Pré - dimensionamento da estrutura e fundações

Efectuou-se um estudo prévio e de averiguação das várias condicionantes inerentes ao projecto (ver pp.2,3 da memória descritiva e justificativa).

Caracterizou-se o solo do local de implantação da estrutura, e estimou-se as suas características físicas e resistentes com base nas condicionantes geotécnicas (ver pp.2 da memória descritiva e justificativa).

Definiram-se as acções permanentes (Peso Próprio, Restantes Cargas Permanentes, Retracção e Impulsos de terras) e variáveis (Sobrecarga uniforme, Impulsos de Terras, Acção Sísmica, variação de temperatura e acção do vento) a aplicar no edifício em Estudo (ver pp.6-9 da memória descritiva e justificativa).

Procedeu-se à determinação de uma solução viável para a solução Estrutural, sendo efectuado o estudo para a execução do edifício em lajes vigadas e em lajes fungiformes. Escolheu-se a segunda opção por apresentar melhor relação Custo/Qualidade.

Efectuou-se o Pré-dimensionamento das lajes, Pilares, Vigas, Paredes, Muros de suporte e sapatas de fundação.

Desenhou-se as plantas estruturais dos pisos do edifício que traduzem a concepção adoptada (ver desenhos N^o.001-006 presentes em anexo).

5.2 Modelação estrutural do edifício no programa de cálculo

Elaborou-se o modelo de cálculo em SAP2000 para uma representação da realidade física da estrutura, sendo igualmente uma representação simples. Simulou-se os elementos estruturais quer através de elementos barra, no caso dos pilares e vigas, quer através de elementos finitos shell no caso de lajes de piso, muros e núcleos centrais (ver modelo de cálculo em SAP2000 e pp.3-5 da memória de cálculos justificativos).



Aplicou-se os diferentes tipos de acções no programa de cálculo automático (ver pp.6-8 da memória descritiva e justificativa).

Caracterizaram-se as combinações de acções a aplicar no programa de cálculo automático, adoptando os critérios de segurança aos Estados Limites Últimos e Utilização pressupostos na Regulamentação Nacional (ver pp.9-14 da memória descritiva e Justificativa).

Alterou-se o modelo de cálculo consoante as alterações efectuadas ao projecto de Arquitectura, verificando se o pré-dimensionamento da estrutura e das fundações está em conformidade com os mesmos.

Toda a modelação da estrutura no programa de cálculo foi efectuada em paralelo com a que estava a ser concluída pela equipa de projectistas da Profico.

5.3 Análise dos esforços obtidos no SAP2000

Verificou-se e comparou-se os esforços fornecidos pelo Software de cálculo automático para as várias combinações com os outputs obtidos em cálculos paralelos efectuados pela Profico, tendo-se obtido resultados compatíveis (ver programa de cálculo automático em SAP2000 e tabelas de dimensionamento em anexo).

5.4 Dimensionamento dos elementos estruturais

Preparou-se e organizou-se as folhas de cálculo em Excel necessárias para o dimensionamento dos vários elementos estruturais em estudo: Vigas, Pilares, Lajes, Muros de Suporte e Elementos de Fundação (ver tabelas de dimensionamento em anexos e memória de cálculos justificativos).

A parte de dimensionamento do trabalho aborda os seguintes elementos estruturais:

Vigas - Dimensionaram-se as vigas V-1.06, V0.16, V1.05 e V2.03 pertencentes a um pórtico da “hipotenusa” do edifício.



Pilares - Estudaram-se os Pilar P17 (pilar de bordo), P18 (pilar central), P23 (pilar de canto) e P29 (pilar central).

Lajes - Dimensionou-se a armadura longitudinal e de punçoamento da laje do tecto do piso 0. Calculou-se a escada E3 que vence o piso 0 do edifício.

Muros de Suporte - Estudaram-se os muros de suporte M1.1 e M1.2, pertencente ao “cateto” superior da estrutura.

Núcleos - Dimensionou-se o núcleo central N1, que abrange o edifício ao longo de toda a sua altura.

Fundações - Calcularam-se as sapatas dos pilares, muros de suporte e núcleo central atrás referidos.

Ver peças desenhadas com plantas de implantação e distribuição dos pisos, tabelas de dimensionamento, memória de cálculos justificativos e peças desenhadas de pormenores de dimensionamento.

5.5 Elaboração das Peças Escritas e Desenhadas

Elaborou-se as peças desenhadas e a memória descritiva e justificativa presentes no trabalho (ver memória descritiva e justificativa e peças desenhadas).

Efectuou-se a memória de cálculo, apresentada de forma objectiva e sintética, relativa à verificação da segurança dos elementos estruturais em estudo (ver memória de cálculos justificativos).



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito do presente trabalho, alargaram-se conhecimentos fundamentais para o dimensionamento de estruturas e fundações em betão armado em consonância com uma equipa de projectistas, tal como em programas de cálculo e desenho essenciais para o desenvolvimento do mesmo.



7 BIBLIOGRAFIA

Abreu, Maria; Pavimentos de Betão Apoiados no solo - Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil; IST; Outubro 2008.

Appleton, J.; Almeida, J.; Betão Armado II - Volume II; IST; Janeiro 1988.

Arne Hillerborg; Strip Method of Design, Viewpoint Publications; 1975.

Canara, J.; Correia, A.; Betão Armado II - Volume III; IST.

EN 1998 – Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, CEN; Dez. 2004.

Estruturas de Betão Armado I - Estados Limites de Resistência à flexão composta e desviada; FCT UNL; 2005.

EUROCÓDIGO 2 (Versão inglesa) EN 1992-1-1; Dezembro 2004.

FIB – Recommendations on Practical Design of Structural Concrete; FIB Commission 3 on Practical Design; Setembro 1999.

FIB – Structural Concrete, Textbook on Behaviour, Design and Performance; Julho de 1999.

Gerson, A. ; Projecto Estrutural de Sapatas; Santa Maria 2007.

Gorgulho, António ; Betão estrutural II (folhas da disciplina) ; ISEL.

J.S. Brasão Farinha e A.C. dos Reis; Tabelas Técnicas P.O.B; Setúbal; 1993.

Leonhardt, F. ; Construções de Concreto, Vol.1 a 6; 1983.

Lima, J.D. ; Monteiro, V.; Mum, M.; Betão Armado - Esforços Normais e de Flexão; LNEC; Lisboa 2004.

Lúcio, Valter; Estruturas de Betão Armado - Disposições construtivas relativas a vigas; fct-UNL; Abril 2006.



Marchão, C. ; Appleton, J.; Betão Armado e Pré-Esforçado I - Folhas de Apoio – Módulo I - Introdução ao Comportamento de Estruturas de Betão Armado; IST ; 2007-2008.

Marchão, C. ; Appleton, J.; Betão Armado e Pré-Esforçado I - Folhas de Apoio – Módulo II - Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos de Elementos com Esforço Axial Desprezável; IST; 2007-2008.

Marchão, C. ; Appleton, J.; Betão Armado e Pré-Esforçado I - Folhas de Apoio – Módulo III - Verificação da Segurança aos Estados Limites de Utilização; IST; 2007-2008.

Marchão, C. ; Appleton, J.; Betão Armado e Pré-Esforçado I - Folhas de Apoio – Módulo V - Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos de Elementos com Esforço Axial Não Desprezável; IST; 2007-2008.

Marchão, C. ; Appleton, J.; Betão Armado e Pré-Esforçado II - Folhas de Apoio as aulas – Módulo I - Lajes de Betão Armado; IST; 2007-2008.

Marchão, C. ; Appleton, J.; Betão Armado e Pré-Esforçado II - Folhas de Apoio as aulas – Módulo III - Fundações Edifícios; IST; 2007-2008.

Martins, João ;Betão Armado - Lajes Fungiformes; 1ªedição 2003.

Medeiros, Sergio; Módulo de análise sísmica do sistema TQS; Junho 2009; <
<http://www.tqs.com.br/index.php/noticias/339-modulo-de-analise-sismica-do-sistema-tqs>>.

Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações; Sistema de Mobilidade do Mondego; Coimbra; Março 2006.

Montoya, P.; Álvaro, M.; Francisco, C.; Hormigón Armado; Editorial Gustavo Gili, Sa; Barcelona 2000.

NP-ENV13670-1 - 2005– Execução de estruturas de betão: Parte 1: Regras gerais; 2005.

REBAP (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado: Dec. Lei N.º349-C/83 de 30 de Julho); Porto Editora; Maio 2005.



RSA (Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes: Dec.Lei N.º 235/83 de 31 de Maio); Porto Editora; Janeiro 2005.

Sá, A. ; Betão Estrutural I (folhas da disciplina) ; ISEL.

Szilard; Theory and Analysis of Plates, Classical and Numerical Methods. Prentice-Hall, Inc; 1974.

Wikipedia; Julho 2009 ; < http://pt.wikipedia.org/wiki/Metro_Mondego>.