

Ficha técnica

Título: Mestrado em Engenharia Civil: Dissertação, Projeto, Estágio. Anuário 2015

Autores vários

Editores: Carlos Félix, Tiago Abreu, Ângelo Jacob, José Castro Trigo, José Pinto-Faria.

Edição: Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto

© 2017 Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Data de publicação: Maio 2017

Composição gráfica: Carlos Félix

ISBN: 978-989-98875-6-5

dec@isep.ipp.pt

ÍNDICE GERAL

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Índice Geral..... | i |
| Preâmbulo..... | iii |
| Agradecimentos..... | v |
| Índice dos Trabalhos..... | vii |
| Ramo de Construções..... | 1 |
| Ramo de Estruturas..... | 19 |
| Ramo de Gestão da Construção..... | 45 |
| Ramo de Infraestruturas..... | 57 |
| Índice de Autores..... | 73 |



PREÂMBULO

A unidade curricular (UC) de Dissertação, Projeto, Estágio (DIPRE) desenvolve-se no segundo semestre do último ano letivo do curso de Mestrado em Engenharia Civil (MEC) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). No decorrer desta UC os estudantes do MEC têm a oportunidade de se dedicar em exclusivo ao desenvolvimento de um tema do seu interesse que preencha os requisitos estabelecidos para a obtenção do grau de mestre. Este trabalho pode ser realizado em meio académico, usualmente em formato de dissertação ou de projeto, ou em ambiente empresarial, no âmbito de um estágio, resultando, neste caso, a produção de um relatório de estágio.

A presente publicação identifica e apresenta os resumos de todos os trabalhos de DIPRE realizados pelos estudantes do MEC do ISEP, no ano letivo 2014/2015. Pretende-se, desta forma, promover e difundir, de modo mais eficaz, estes trabalhos, bem como os resultados que têm vindo a ser alcançados, junto da comunidade técnica e científica. Esta iniciativa resulta de uma reflexão sobre o volume de informação que tem vindo a ser produzido e da excelência que alguns destes trabalhos atingem. Espera-se, de forma convicta, que a sua divulgação contribua para o avanço tecnológico na área da Engenharia Civil e para a efetiva melhoria dos processos, estabelecendo referências para trabalhos futuros.

Os resumos dos trabalhos de DIPRE, em formato de dissertações, de projetos ou de relatórios de estágio, estão organizados no presente anuário segundo as subáreas científicas ou ramos em que se organiza o MEC, nomeadamente, Construções, Estruturas, Gestão da Construção e Infraestruturas, seguindo a ordem alfabética dos seus autores. Os correspondentes textos integrais estão disponíveis em <http://recipp.ipp.pt/>

AGRADECIMENTOS

A Direção do Curso de Mestrado em Engenharia Civil (MEC) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e a Direção do Departamento de Engenharia Civil (DEC) do ISEP agradecem, reconhecidamente, o esforço desenvolvido por todos os envolvidos nos trabalhos que a presente publicação promove, nomeadamente, seus autores, estudantes de Dissertação, Projeto, Estágio (DIPRE) do MEC, seus Orientadores, docentes do DEC, co-Orientadores, docentes do ISEP e de outras instituições do Ensino Superior e Supervisores nas Empresas e em outras organizações públicas ou privadas no caso dos estágios. Agradece-se igualmente a todos docentes e investigadores que integraram os júris constituídos para as provas públicas de defesa de DIPRE que, com dedicação, analisaram, discutiram e validaram os principais resultados alcançados.

Pelo papel essencial que assumiram no desenvolvimento de competências profissionais dos nossos diplomados do MEC, um agradecimento final a cada uma das entidades que acolheram os nossos estagiários, na edição de DIPRE de 2014/2015:

Agência Portuguesa do Ambiente – DRHL Norte

Águas do Norte, S.A.

BIMMS – Building Information Modeling & Management Solutions

Câmara Municipal de Amarante

Câmara Municipal de Matosinhos

Câmara Municipal do Porto

Cari – Construtores, S.A.

CCAD – Serviços de Engenharia, Lda.

COGEDIR – Gestão de Projetos, S.A.

Eletrolinhas, S.A.

ENESCOORD – Coordenação e Gestão de Projetos e Obras, Lda.

Eriger – Engenharia, Lda.

FASE – Estudos e Projetos, S.A.

FercaNorte – Estruturas, Lajes e Cofragens, Lda.

Fernando Ramos & Cardoso, Lda.

Garcia, Garcia, S.A.

Iberwind, S.A.

Newton – Consultores de Engenharia, Lda.

NORAQUA, Consultores de Engenharia, Lda.

O Feliz, S.A.

Porto Estádio

Porto Vivo, SRU

QUALITAS – Sociedade de Avaliações Técnicas, Lda.

SE2P – Sociedade de Engenharia, Projeto e Planeamento, Lda.

Segropol – Sociedade de Engenharia, Projetos e Obras, Lda.

SIMDOURO, S.A.

Sociedade Construções Soares da Costa, S.A.

SOPSEC, S.A.

Steelgreen, S.A.

Telhabel – Construções, S.A.

Volare – Gestão de Projectos, S.A.

VPM – Vaz Pinto Mendes – Unipessoal Lda.

ÍNDICE DOS TRABALHOS

| | |
|--|----|
| Ramo de Construções..... | 1 |
| Reabilitação da Envolvente e Estrutura do Edifício da Piscina de Vila Nova de Cerveira..... | 3 |
| Estudo dos Princípios da Eficiência Energética de um Edifício..... | 4 |
| Verificação e Acompanhamento em Obra das Medidas de Segurança Contra Incêndios em Edifícios..... | 5 |
| Ensaio para a Implementação de Procedimentos de um Plano de Manutenção das Juntas de Dilatação do Estádio do Dragão..... | 6 |
| Pré-Fabricação em Betão Armado - Uma Abordagem Sobre a Indústria e Seus Processos..... | 7 |
| ETICS como Sistema de Reabilitação de Fachadas..... | 8 |
| Análise e Acompanhamento da Execução de Soluções de Melhoria de Conforto Térmico na Reabilitação de Edifícios..... | 9 |
| Reabilitação de um Edifício de Serviços no Porto para Função de Hotel..... | 10 |
| Análise e Acompanhamento da Execução de Soluções de Melhoria de Conforto Acústico na Reabilitação de Edifícios..... | 11 |
| Métodos Construtivos de Edifícios – Comparação entre Pré-Fabricação e Construção Tradicional em Betão Armado.... | 12 |
| Fluência de Materiais..... | 13 |
| Acompanhamento das Técnicas de Construção na Obra do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua..... | 14 |
| Estudo da Resistência Mecânica do Betão com Agregado Cerâmico Vermelho..... | 15 |
| Estudo de Argamassas com Cinza de Casca de Amêndoa..... | 16 |
| Segurança Contra Incêndio em Unidade Industrial de Tintas..... | 17 |
| Ramo de Estruturas..... | 19 |
| Projeto de Estruturas de Um Edifício..... | 21 |
| Dimensionamento de Ligações Aço-Betão Segundo a prEN1992-4: 2013..... | 22 |
| Taludes Rochosos. Metodologias de Inspeção e de Avaliação de Segurança. Caso de Estudo das Vertentes Rochosas de S. Simão..... | 23 |
| Guia de Implementação BIM em Organizações e Projetos..... | 24 |
| Gestão e Direção de Obra..... | 25 |
| Avaliação do Comportamento e Reforço da Ponte de Maçainhas sob a Ação do Tráfego Ferroviário..... | 26 |

| | |
|--|----|
| Dimensionamento de Madres Enformadas a Frio Travadas por Painéis do Tipo Sandwich..... | 27 |
| Projeto de Estabilidade de Internato Masculino..... | 28 |
| Escolas do Concelho de Matosinhos com Estrutura de Betão Armado. Contributo para a Gestão das Intervenções de Reparação ou de Reforço..... | 29 |
| Desenvolvimento de uma Rotina em Excel para Cálculo de Perdas de Pré-Esforço de Acordo com EC2..... | 30 |
| Estágio Curricular na Empresa Steelgreen S.A..... | 31 |
| Dimensionamento de Lajes Aligeiradas Betonadas In Situ..... | 32 |
| Processo de Cálculo Automático de Colunas Mistas..... | 33 |
| Avaliação do Comportamento de uma Ponte Metálica Centenária Sujeita à Ação de Tráfego Ferroviário Ligeiro..... | 34 |
| Projeto de Estruturas de Edifícios em Betão Armado Apoiado em Ferramentas BIM..... | 35 |
| Adaptação do Programa PAC-Pórticos ao EC2 e sua Integração com o Conceito BIM..... | 36 |
| Avaliação da Segurança de Um Edifício Antigo na Baixa do Porto..... | 37 |
| Análise Comparativa das Ações do Tráfego Rodoviário Definidas em Diversos Regulamentos Internacionais de Pontes..... | 38 |
| Aplicação de um Software de Cálculo Automático na Verificação aos Estados Limites de Utilização em Estruturas de Betão Armado..... | 39 |
| Modelação e Dimensionamento de Estruturas..... | 40 |
| Sistemas Modulares de Escoramento para Estruturas de Contenção Enterradas..... | 41 |
| Conceção e Análise de um Demonstrador para a Monitorização Estrutural..... | 42 |
| Metodologia BIM Aplicada à Conceção e Produção de Uma Estrutura Metálica..... | 43 |
| Dimensionamento de uma Cobertura em Elementos Estruturais de Aço Enformados a Frio..... | 44 |
| Ramo de Gestão da Construção..... | 45 |
| A Avaliação Imobiliária e a sua Relação com o Investimento..... | 47 |
| Gestão de Afluências Indevidas em Redes de Águas Residuais Urbanas..... | 48 |
| Coordenação e Fiscalização de uma Empreitada..... | 49 |
| A Avaliação e o Investimento Imobiliário..... | 50 |
| Coordenação e Gestão de Obras em Ambiente Empresarial..... | 51 |
| Estudo Sobre Perdas de Água..... | 52 |
| Gestão e Direção de Obra – Controlo de Prazos e Custos na Construção..... | 53 |
| Aplicação do FMEA na Avaliação de Risco de Taludes e Muros de Contenção Tradicionais em Alvenaria de Pedra..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Atividades de Direção de Obra..... | 55 |
| Ramo de Infraestruturas..... | 57 |
| Estudo e Projeto de Uma Variante Urbana no Concelho de Cinfães..... | 59 |
| Estudo e Projeto de Reabilitação dos Acessos aos Parques Eólicos da Iberwind..... | 60 |
| Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada..... | 61 |
| Definição Preliminar das Afluências Indevidas ao Subsistema de Gaia Litoral..... | 62 |
| Aperfeiçoamento dos Métodos Utilizados para a Orçamentação e Planeamento de Obras Rodoviárias..... | 63 |
| Análise de Estabilidade e Fundações de Equipamentos de Sinalização Vertical Rodoviária..... | 64 |
| Redes Neurais Artificiais na Otimização do Processo de Digestão Anaeróbia - Aplicação a Uma ETAR da AdCL..... | 65 |
| Proposta de Reconversão de Linhas Ferroviárias para Linhas de Levitação Magnética – Caso de Estudo Brasil..... | 66 |
| Acompanhamento da Construção do Parque Eólico do Pisco..... | 67 |
| Análise da Eficiência do Sistema de Controlo de Tráfego da Cidade do Porto..... | 68 |
| Ocupação da Orla Costeira, sua Morfologia e Riscos Inerentes. Caso de Estudo Caminha-Espinho..... | 69 |
| Gestão de Zonas Costeiras: Caso de Estudo Caminha-Espinho..... | 70 |
| Segurança de Peões em Meios Urbanos: Caso de Estudo Cidade do Porto..... | 71 |

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE CONSTRUÇÕES

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



REABILITAÇÃO DA ENVOLVENTE E ESTRUTURA DO EDIFÍCIO DA PISCINA DE VILA NOVA DE CERVEIRA

André Filipe Flor Ferreira

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de DIPRE Dissertação/Projeto/Estágio que se encontra no plano de estudos do 2º semestre do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil, no ramo de Construções do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Este documento faz referência ao estágio que se desenvolveu em ambiente empresarial na Telhabel – Construções S.A. durante um período de seis meses. Nesse período foi dada a oportunidade de acompanhar a obra de Reabilitação e Beneficiação do Edifício das Piscinas Municipais de Vila Nova de Cerveira. Numa primeira fase, o estágio foi desenvolvido no departamento de Subempreitadas da empresa onde foi possível obter um primeiro contacto com os projetos da obra. Este período teve uma duração de cerca de 1 mês. Na segunda fase do estágio, foi-me confiada a função de Diretor de Obra Adjunto, o que permitiu um acompanhamento mais direto da obra e uma participação mais ativa em todas os componentes da obra.

Neste relatório procurou-se descrever algumas técnicas e soluções construtivas utilizadas na intervenção realizada.

O relatório inicia-se com a fundamentação teórica que pretende dar a conhecer alguns conceitos teóricos, de forma a proporcionar uma melhor compreensão do caso de estudo. A segunda parte deste relatório faz referência à aplicação dessas técnicas e soluções. Como no desenvolvimento do estágio houve oportunidade de ter uma intervenção bastante direta e ativa, fez-se também uma referência a algumas situações onde esta participação foi mais notada.

Este edifício, cuja arquitetura data a década de 90 do século passado, é tido como uma referência em Vila Nova de Cerveira, uma vez que se trata de um edifício com grande presença e singularidade a nível arquitetónico. Na intervenção que se realizou foram poucas as especialidades e zonas do edifício que não sofreram qualquer tipo de intervenção. Contudo, este relatório teve como grande foco a intervenção e o tratamento a que a estrutura metálica foi alvo. Este enfoque justifica-se com base na complexidade e importância que esta intervenção teve na globalidade da obra.

Palavras-chave: Reabilitação; Proteção anticorrosiva; Estrutura metálica; Piscina Municipal de Vila Nova de Cerveira.

Orientador: Professor José Manuel Martins Soares de Sousa (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Sérgio Silva (Telhabel – Construções S.A.)

ESTUDO DOS PRINCÍPIOS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM EDIFÍCIO

André Gouveia Gomes

O trabalho aqui desenvolvido tem como objetivos descrever o empreendimento acompanhado durante o estágio, relatar as tarefas realizadas no contexto do estágio e, por fim, desenvolver um tema adequado ao ramo de Mestrado.

Primeiro é apresentado o empreendimento acompanhado durante o estágio. O empreendimento acompanhado foi o Hotel Golden Tulip em Águeda, constituído por um edifício principal e um edifício anexo destinado para SPA. São referidas as soluções construtivas, os equipamentos e os serviços que irá proporcionar aos seus utilizadores.

Seguidamente são relatadas as tarefas realizadas no contexto do estágio, relacionadas com o acompanhamento da construção do hotel. Estas tarefas foram diversas, desde a direção até à coordenação de segurança em obra.

Por último é desenvolvido o tema “Estudo e avaliação de princípios de sustentabilidade de um edifício”, que é aplicado ao edifício principal do hotel. Este tema procura estudar e avaliar soluções aplicadas no edifício, desde soluções construtivas a equipamentos, de forma a propor melhorias ao seu desempenho e a retirada das respetivas conclusões.

Palavras-chave: Hotel; Cogedir; Sustentabilidade; Ambiente; Energia; neZEH.

Orientadora: Professora Eunice Maria Vilaverde Fontão (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Miguel dos Santos Bernardo de Sousa (COGEDIR – Gestão de Projetos S.A.)

VERIFICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO EM OBRA DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

Edna Fernandes Teixeira

A Segurança Contra Incêndios em Edifícios representa uma parte importante nos projetos de Engenharia, uma vez que tem de ser analisada e implementada desde o início da construção. O principal objetivo é oferecer confiança aos utilizadores dos edifícios, aos seus bens e sistemas, sempre de acordo com a lei. Em qualquer tipo de edifício é iminente a capacidade de, por diversos motivos e circunstâncias, se iniciar um incêndio. O que se pretende com toda a regulamentação e matéria sobre a Segurança Contra Incêndios em Edifícios é a aplicação de sistemas de deteção, prevenção e extinção de incêndios, conseguindo, deste modo, reduzir os seus efeitos negativos. Este relatório de estágio apresenta, de um modo geral, a importância da Segurança Contra Incêndios em Edifícios atualmente nas construções, as principais regras neste âmbito, bem como a apresentação de todos os equipamentos e sistemas que fazem parte dos sistemas de SCIE. O presente relatório culmina com a vertente prática que consiste na descrição de casos acompanhados durante os meses de estágio, vistorias efetuadas e ensaios de incêndio. Os fenómenos inerentes a um alarme de incêndio serão descritos e comprovados em situações reais de simulação.

Palavras-chave: Incêndios; Regulamentação; Prevenção; Extinção; Ensaios; ANPC.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

ENSAIO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO DO ESTÁDIO DO DRAGÃO

Hugo Miguel Bernardo da Silva

No Estádio do Dragão existem doze juntas de dilatação localizadas simetricamente, que separam o estádio em doze corpos independentes, com o objetivo de minimizar a fendilhação provocada pelas movimentações da estrutura resultantes da solicitação de ações diretas e, principalmente, indiretas nessa mesma estrutura.

Neste relatório explicar-se-á a importância, causas e objetivos que levam à necessidade de utilização destas juntas de dilatação em geral nas edificações, e no caso particular do estádio referido.

Este elemento estrutural é considerado pela empresa responsável pela manutenção do Estádio do Dragão como a causa de um dos principais problemas recorrentes no estádio que necessitam de uma exigente atenção. Esta consideração deve-se ao fato das intervenções nas juntas de dilatação terem um custo de manutenção bastante oneroso e também pelo frequente aparecimento de novas patologias associadas a este elemento, tais como infiltrações de água, que necessitam de uma reparação urgente.

Portanto, no sentido de resolver estas patologias decorrentes do mau funcionamento dos sistemas de juntas existentes no Estádio do Dragão, foi proposto pela Porto Estádio a elaboração de procedimentos de um plano de manutenção das juntas de dilatação que permitisse planejar as intervenções e mitigar o aparecimento dessas patologias, com o objetivo principal de minimizar os custos inerentes à manutenção das juntas de dilatação.

Estes procedimentos solicitados e demais elementos complementares são apresentados no presente trabalho, com a classificação dos sistemas de juntas do Estádio do Dragão, identificação das principais patologias nos diversos sistemas de juntas, escolha de novos sistemas para substituição dos existentes no estádio e finalmente, a criação de uma calendarização de intervenções nas juntas para a implementação de um plano de manutenção preventiva neste elemento de grande importância estrutural.

Palavras-chave: Juntas de dilatação; Estádios; Infiltrações; Patologias; Manutenção.

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto-Faria (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Ricardo Manuel Vasconcelos Carvalho (Porto Estádio)

PRÉ-FABRICAÇÃO EM BETÃO ARMADO – UMA ABORDAGEM SOBRE A INDÚSTRIA E SEUS PROCESSOS

Ivo Marques da Cunha Machado

O presente relatório resulta do estágio que decorreu na empresa Telhabel, em Vila Nova de Famalicão e insere-se na unidade curricular Dissertação, Projeto e Estágio (DIPRE) do 2.º semestre do 2.º ano do curso de Mestrado em Engenharia Civil no ramo de construções no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Durante o período de estágio foi possível adquirir uma visão abrangente da pré-fabricação em betão armado e pré-esforçado que incluiu todas as áreas envolvidas no processo: atividades prévias, organização fabril, processo industrial, produção, transporte e montagem. Foi estabelecido um programa de trabalhos, que envolveu a pesquisa de elementos bibliográficos sobre pré-fabricação, e o contacto com o dia-a-dia de uma empresa industrial. Foram estudadas várias tecnologias fabris de produção de elementos pré-fabricados, tentando perceber as suas vantagens, campos de aplicação e condicionantes de utilização. Analisou-se o trabalho fabril incidindo na organização e sequência de atividades, desde a realização de armaduras, cofragens, betonagem, controlo de qualidade até à armazenagem de produto acabado. Como complemento da atividade fabril fez-se uma breve referência ao transporte e montagem do material e a sua íntima relação com a produção.

Uma vez que, em Portugal, a pré-fabricação se encontra numa fase de escassa atividade, procurou-se simular um caso real que permitisse ao formando o estudo de um projeto fictício, mas perfeitamente realizável.

Concebeu-se a estrutura pré-fabricada para construir um armazém, da qual se fez a medição, orçamentação e elaboração dos desenhos de cofragem para fabrico. Posteriormente estudou-se também a produção da ponte sobre o rio Giraul que se encontra, presentemente, em produção pela empresa, em Angola. Neste estudo procurou-se perceber as questões envolvidas nas cofragens e armaduras, tendo sido estudada a preparação destas últimas, de modo a alertar o formando para os problemas envolvidos na sua execução. A análise aos projetos propostos permitiu compreender a responsabilidade e complexidade das tarefas envolvidas na produção de pré-fabricados.

Palavras-chave: Pré-fabricação, organização fabril, processo industrial, armaduras, cofragens.

Orientador: Professor José Carlos de Almeida Gouveia Lello (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Alexandre Santos (Telhabel – Construções, S.A.)

ETICS COMO SISTEMA DE REABILITAÇÃO DE FACHADAS

José Filipe Costa Gomes

O presente relatório retrata o estágio curricular desenvolvido no segundo ano do Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Construções do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

O relatório fará primeiramente uma abordagem às principais tarefas desempenhadas durante o estágio bem como uma abordagem à empresa adjudicatária da obra em análise.

Seguidamente, apresenta-se a obra em que se desenvolveu o estágio, “Requalificação e Reabilitação de Vila D’ Este Fase II”, onde será feita uma descrição do estado em que se encontravam os edifícios antes de serem intervencionados, bem como das intervenções efetuadas.

Na sequência da apresentação da obra, será feita uma abordagem ao tema de estudo deste relatório, o Sistema ETICS. Este sistema com crescente procura no mercado tem muitos parâmetros aos quais deve obedecer, pelo que neste relatório serão apresentados todos os aspetos considerados relevantes à sua correta execução.

Para terminar, serão verificadas as melhorias impostas por este Sistema. Inicialmente com uma abordagem em termos energéticos e depois uma abordagem ao controlo da humidade e prevenção das condensações.

Palavras-chave: Requalificação; Reabilitação; ETICS; Fachadas; Vila D’Este.

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto-Faria (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Vitor Santos (Cari – Construtores, S.A.)

ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DE SOLUÇÕES DE MELHORIA DE CONFORTO TÉRMICO NA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Nuno Miguel da Silva Cunha

O presente relatório inserido na Unidade Curricular de DIPRE do Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Construções, do Instituto Superior de Engenharia do Porto e desenvolvido no âmbito do estágio curricular realizado na empresa Porto Vivo, SRU, tem como objetivo descrever as atividades realizadas durante o período de estágio, no Núcleo de Gestão de Obras, tais como o acompanhamento das Operações de Reabilitação e Realojamento no Morro da Sé, participações em reuniões de obra com empreiteiros e projetistas, realização de vistorias para determinar o nível de conservação dos edifícios.

Irá ainda ser abordado um caso de estudo relativo ao comportamento térmico da fração autónoma de um edifício em reabilitação, utilizando como base o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH).

Por último, as conclusões finais do estágio, a apreciação das atividades desenvolvidas, a sua importância para o estagiário a nível pessoal e profissional e ainda as ilações referentes ao caso de estudo.

Palavras-chave: Reabilitação; Porto Vivo – SRU; Térmica.

Orientadora: Professora Teresa Isabel Moreira de Carvalho Amorim Neto Silva (ISEP)

Supervisor: Engenheiro João Ricardo Rodrigues Ferreira da Silva (Porto Vivo, SRU)

REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE SERVIÇOS NO PORTO PARA FUNÇÃO DE HOTEL

Ricardo André Silva Pentieiro

Este relatório de estágio aborda o tema da reabilitação, referindo-se a uma intervenção da especialidade e também à construção de raiz de um Hotel situado na rua do Heroísmo no Porto.

Portugal possui um edificado que tem vindo a degradar-se ao longo dos últimos anos, devido essencialmente à falta de operações periódicas de manutenção, conservação e reabilitação. Esta degradação resulta não só do mau estado de conservação generalizado dos edifícios, mas também da inexistência de infraestruturas urbanísticas em devido funcionamento. Tal conjunto de situações, leva a um movimento migratório dos habitantes das cidades para as respetivas periferias. A cidade do Porto não é uma exceção, estando a necessitar de um forte esforço de reabilitação para inverter esta situação.

Ao longo dos últimos anos têm vindo a ser criados diversos apoios financeiros, nacionais e europeus, com o objetivo de ajudar as operações de reabilitação. Mais recentemente, foi possibilitada a criação de Sociedades de Reabilitação Urbana (SRU), cujo objetivo é o de promover e orientar todo o processo de reabilitação, de forma a regulá-los nos centros das cidades.

No entanto a intervenção de reabilitação de um edifício é uma operação complexa, com diversas especificidades e com inúmeras condicionantes devido às pré-existências próprias de cada edifício.

Palavras-chave: Reabilitar; Serviços; Hotel; Qualidade; Funcionalidade; Conforto; Economia.

Orientador: Professor José Carlos Rodrigues Campeão (ISEP)

Supervisora: Engenheira Paula Alexandra Faustino Antunes Santana (Erigera – Engenharia, Lda.)

ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DE SOLUÇÕES DE MELHORIA DE CONFORTO ACÚSTICO NA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Rita Sofia Geraldês Queiroz

O presente relatório diz respeito ao trabalho desenvolvido durante os seis meses do estágio curricular, realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, Ramo de Construções, na empresa Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense, mais precisamente no Núcleo de Gestão de Obras (NGO).

Ao longo do período de estágio, foram realizadas diversas atividades, tais como: o acompanhamento das obras de reabilitação no Centro Histórico do Porto, a análise dos projetos em curso, a realização de vistorias para determinação do nível de conservação de edifícios e a participação em reuniões de obra com empreiteiros e projetistas. Todas estas atividades serão abordadas ao longo deste relatório.

Para além da descrição de todas as tarefas desenvolvidas na empresa, este relatório aborda também uma temática muito importante na Reabilitação de Edifícios, o comportamento acústico. Será realizado um estudo sobre o desempenho acústico de alguns edifícios, caracterizando as soluções construtivas adotadas em obra.

Palavras-chave: Reabilitação urbana; Porto Vivo – SRU; Acústica.

Orientadora: Professora Teresa Isabel Moreira de Carvalho Amorim Neto Silva (ISEP)

Supervisor: Engenheiro João Ricardo Ferreira da Silva (Porto Vivo, SRU)

MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE EDIFÍCIOS – COMPARAÇÃO ENTRE PRÉ-FABRICAÇÃO E CONSTRUÇÃO TRADICIONAL EM BETÃO ARMADO

Rui Emanuel Magalhães Leite

Em Portugal, a temática da Construção Pré-fabricada, enquanto método construtivo, ainda não se encontra desenvolvida de forma muito aprofundada. Na sua grande maioria, os trabalhos e estudos efetuados centram-se em aspetos de projeto e dimensionamento de determinados componentes pré-fabricados. Elementos estruturais pré-fabricados são já frequentemente utilizados, por exemplo, em vias de comunicação, pontes, viadutos, passagens inferiores e superiores. No entanto, no âmbito dos edifícios, esta tecnologia ainda não está totalmente explorada, exceção feita a naves industriais.

A definição de construção pré-fabricada ainda não é consensual e as dúvidas subsistem, tanto por parte da população em geral, como dos próprios intervenientes no setor da construção. Dadas as suas potencialidades, pretende-se estudar a construção pré-fabricada, no setor dos edifícios, enquanto metodologia construtiva e compará-la com a metodologia de construção tradicional.

Numa primeira fase, o trabalho irá consistir em explorar um conjunto de conceitos, métodos, tecnologias e materiais utilizados em alguns países com maior grau de aplicação destas técnicas.

Posteriormente, será feita uma comparação entre construção pré-fabricada e construção tradicional, no que diz respeito a planeamento, prazos, custos, sustentabilidade, segurança ou qualidade, com base em estudos comparativos já realizados a nível internacional.

Atendendo à informação recolhida, será realizado um trabalho onde são referidos processos, que poderão ajudar a compreender melhor o que é a construção pré-fabricada enquanto método construtivo inovador – quais as suas vantagens, implicações e condicionantes – e avaliar a sua viabilidade enquanto solução construtiva.

Palavras-chave: Pré-fabricação; Ligações; Métodos construtivos; Construção tradicional.

Orientador: Professor José Carlos de Almeida Gouveia Lello (ISEP)

FLUÊNCIA DE MATERIAIS

Sofia Vanessa Silva Carvalho

A presente dissertação apresenta uma abordagem ao tema fluência com um desenvolvimento geral para quatro materiais: madeira, alumínio, betão e aço. No entanto, particularizou-se este estudo apenas para dois destes materiais, a madeira e o alumínio.

A madeira é um material viscoelástico, logo fortemente influenciado quando submetido a uma ação constante (Fluência) sendo agravada com alterações do teor em água.

Iniciou-se o estudo com uma introdução aos objetivos principais e a revisão teórica do conhecimento da propriedade mecânica (fluência). Efetuou-se o estudo inicial para os quatro materiais indicados.

Posteriormente, fez-se avaliação do efeito mecânico sortido durante 60 dias com sete ciclos em provetes de dimensões $20 \times 20 \times 400 \text{ mm}^3$ (escala 1:10) de madeira de *Eucalyptus globulus* Labill

Recorrendo ao levantamento de um conjunto de modelos numéricos, procedeu-se ao ajuste e extrapolação do comportamento, em fluência, para distintos períodos de tempo (1, 10 e 50 anos). Os resultados obtidos demonstraram que a madeira de eucalipto não apresenta um limite no seu comportamento em fluência, sendo instável para os 60 dias de duração de ensaio.

Os diferentes modelos de fluência (x6) apresentaram uma variabilidade crescente de resultados, de acordo com o aumento de extrapolação dos resultados. Para a espécie de madeira de eucalipto constatou-se ainda que o ajuste e extrapolação de deformação para 50 anos ultrapassaram os valores sugeridos pelo Eurocódigo 5. A última parte deste trabalho incidiu sobre o desenvolvimento da metodologia do ensaio em flexão de 3 provetes de alumínio similares, cujas dimensões eram de $20 \times 20 \times 400 \text{ mm}^3$. O objetivo desta metodologia foi avaliar o seu comportamento em fluência. Numa primeira fase, foi aplicada uma carga contante de 160 kN. Numa segunda fase, foi aplicada o dobro dessa carga sujeita adicionalmente a uma temperatura bastante superior à temperatura ambiente (a rondar os 50°C).

Conclusivamente verificou-se que o alumínio não apresenta deformação por fluência, para as condições de ensaio apresentadas.

Palavras-chave: Limite de fluência; Mecânico sortivo; Fluência.

Orientador: Professor Duarte Barroso Lopes (ISEP)

ACOMPANHAMENTO DAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO NA OBRA DO APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DE FOZ TUA

Teresa Margarida Teixeira Sampaio

O presente trabalho foi desenvolvido na obra do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua onde a autora teve oportunidade de realizar o estágio curricular junto da equipa da Fiscalização no período de 2 de Fevereiro de 2015 a 31 de Julho de 2015. Este estágio decorreu no âmbito da Unidade Curricular Dissertação, Projeto e Estágio do Mestrado em Engenharia Civil, ramo construções, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A elaboração do presente trabalho pretende transmitir conhecimentos adquiridos relacionados com a constituição de um Aproveitamento Hidroelétrico, os tipos de barragens existentes, monitorização e controlo da segurança da estrutura da Barragem, controlo de qualidade de betão e o processo construtivo de uma Barragem.

Tratando-se de uma estrutura que, em caso de rotura, poderá trazer consequência graves para as propriedades vizinhas e populações, é necessário ter um cuidado especial com a segurança deste tipo de estruturas. Dessa forma, numa Barragem existe um Regulamento de Segurança de Barragens que define o controlo a existir, permitindo a monitorização e controlo da segurança da estrutura na sua construção e vida útil. É necessário ainda existir um controlo da qualidade, produção e aplicação do betão na estrutura de modo a aumentar a segurança, qualidade e durabilidade da mesma.

Palavras-chave: Aproveitamento hidroelétrico; Barragem; Barragem abóbada; Betão; Construção.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Alfredo Neves (FASE – Estudos e Projetos, S.A.)

ESTUDO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO BETÃO COM AGREGADO CERÂMICO VERMELHO

Ulisses Emanuel dos Santos Duarte

Os sectores da construção e demolição de edifícios são responsáveis por um elevado volume de produção de resíduos. Estes resíduos são normalmente direcionados para aterros, que se encontram, neste momento, sobrelotados. Esta falta de capacidade de receção de resíduos tem como consequência imediata o aumento dos valores monetários associados ao depósito destes materiais excedentários. Com a elevada produção destes resíduos torna-se importante a sua reciclagem e reutilização. No caso da Engenharia Civil, uma grande produtora de resíduos, seria ainda mais interessante o seu reaproveitamento imediato na área.

Nesta investigação, pretendeu-se avaliar o desempenho mecânico de betões com diferentes percentagens de agregados cerâmicos vermelhos. Essa investigação passou numa fase inicial pelo estado fresco do betão, de forma a analisar a sua trabalhabilidade. Na fase seguinte, analisou-se no estado endurecido, a resistência à compressão e a resistência à tração por compressão diametral.

Para concretização deste objetivo produziram-se três tipos de betões: um de referência (areia fina e brita fina), um betão com incorporação de agregados finos e grossos de cerâmica vermelha, juntamente com a areia fina e a brita fina, e o terceiro, um betão com a substituição total da areia fina por cerâmica fina.

A realização desta investigação demonstrou que os betões com a incorporação de agregado cerâmico vermelho apresentam resultados de boa qualidade, sendo plausível a sua utilização em estruturas.

Palavras-chave: Agregado cerâmico vermelho; Betão; Resíduo; Desempenho mecânico.

Orientadora: Professora Maria da Luz do Vale Garcia (ISEP)

ESTUDO DE ARGAMASSAS COM CINZA DE CASCA DE AMÊNDOA

Vera Isabel Amado Fidalgo

Perante o elevado consumo de materiais naturais no processo e produtos na área da construção civil, o reaproveitamento de resíduos é uma das soluções a ser estudada. As cinzas agroindustriais têm lugar de destaque entre estes resíduos, pois têm a possibilidade de aplicação em materiais cimentícios, reduzindo assim o consumo de cimento de Portland.

O presente estudo debruça-se sobre a substituição parcial (1,5% e 5%) de cimento de Portland por cinzas de casca de amêndoa. Realizaram-se provetes com diferentes tipos de argamassas: (i) uma de controlo sem substituição de cimento (ARF); (ii) uma com 1,5% de substituição parcial de cimento por cinzas de casca de amêndoa (CCA 1,5%); (iii) e uma com 5% de substituição parcial de cimento por cinza de casca de amêndoa (CCA 5%).

Executaram-se ensaios para resistências mecânicas aos 3, 7, 14, 28 e 41 dias de idade. A nível químico pode-se concluir que esta cinza de casca de amêndoa não apresentou qualquer potencial pozolânico. A trabalhabilidade na generalidade diminuiu ligeiramente, contendo cinza de casca de amêndoa, mas ainda assim considera-se de fácil manuseamento. Em relação às resistências mecânicas, pode-se concluir que o ideal é a substituição parcial de cimento com 1,5%, pois as resistências diminuem com o uso de uma maior percentagem de substituição, ou seja, o ideal é substituir em pequenas percentagens. Com os dados obtidos, conclui-se que as cinzas testadas não apresentam características necessárias para serem consideradas pozolanas, questionando-se se será viável a sua utilização.

Palavras-chave: Cinza de casca de amêndoa; Argamassa; Resistência.

Orientadora: Professora Maria da Luz do Vale Garcia (ISEP)

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM UNIDADE INDUSTRIAL DE TINTAS

Verónica Daniela dos Santos

Um incêndio corresponde a fogo de grandes dimensões sem controlo que mata e destrói o que atravessa o seu caminho, sendo um fogo que lava e devora.

Neste sentido, há muitos anos que são impostas leis e medidas preventivas e de controlo dos incêndios, cada vez mais exigentes, de modo a tentar evitar catástrofes, como as que infelizmente também fazem parte da história de Portugal.

A proteção contra incêndio procura garantir a proteção das pessoas, dos bens e do ambiente, implicando a atuação em áreas muito distintas.

O relatório de estágio aqui apresentado é o resultado de um estágio curricular realizado num gabinete de estudos e projetos de engenharia civil. Este estágio inseriu-se na unidade curricular de DIPRE, com duração de seis meses, durante os quais foi desenvolvido um projeto de segurança contra incêndio numa unidade industrial de tintas de grandes dimensões.

Será descrita a legislação aplicável ao caso de estudo, apresentado o projeto de segurança contra incêndio, bem como as peças desenhadas onde constam todas as exigências impostas pela legislação.

Palavras-chave: Incêndio; Segurança; Evacuação.

Orientadora: Professora Teresa Isabel Moreira de Carvalho Amorim Neto Silva (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Fernando Ramos (Fernando Ramos & Cardoso, Lda)

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE ESTRUTURAS

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



PROJETO DE ESTRUTURAS DE UM EDIFÍCIO

Alexandra Barros Lima de Almeida

O trabalho a apresentar tem como objetivo a aplicação dos conceitos adquiridos academicamente, ao longo de todo o curso em Engenharia Civil, num projeto de estruturas de um edifício. Este estudo surge no decorrer de um estágio curricular desenvolvido na empresa Segropol – Sociedade de Engenharia, Projetos e Obras, Lda.

A partir das plantas de arquitetura, o projeto foi desenvolvido essencialmente em 4 etapas: conceção estrutural, pré-dimensionamento, validação das soluções estruturais e elaboração de peças desenhadas e pormenores construtivos.

Para a definição e obtenção das soluções estruturais de uma estrutura é essencial realizar um enquadramento de toda a regulamentação aplicável, de modo a que todas as disposições associadas à segurança e estabilidade de um edifício sejam cumpridas. A análise e dimensionamento dos elementos foram efetuados com recurso ao programa de cálculo automático CYPE.

Apresentando esta empresa vários serviços na área da fiscalização, é abordado neste documento um levantamento de vistorias de um loteamento, agrupando as diferentes anomalias e irregularidades detetadas.

Palavras-chave: Projeto de estruturas; Soluções estruturais; CYPE.

Orientadora: Professora Isabel Maria Alvim Teles (ISEP)

Supervisores: Engenheiro Vítor Pinho e Engenheira Jacinta Andrade (Segropol – Sociedade de Engenharia, Projetos e Obras, Lda.)

DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES AÇO-BETÃO SEGUNDO A PREN1992-4: 2013

Ana Luísa Ferreira Azevedo

O presente relatório documenta o estágio desenvolvido na empresa SE2P – Sociedade de Engenharia, Projeto e Planeamento Lda. no âmbito da unidade curricular de DIPRE (Dissertação/Projeto/ Estágio) do Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Estruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto. A frequência no estágio curricular teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo que permitisse o dimensionamento de ligações aço-betão segundo a prEN1992-4: 2013. O desenvolvimento desta ferramenta resulta da necessidade do dimensionamento de soluções leves, económicas e esteticamente agradáveis, tendo em conta a uniformização da legislação existente em toda a União Europeia. Atualmente, os projetistas têm utilizado programas de cálculo automático desenvolvidos por fabricantes de sistemas de ancoragens, como é o caso do Profis Anchor da Hilti. Esses programas de cálculo têm como base de dados as Diretrizes de Aprovação Técnica Europeia, a ETAG001- anexo C, para dimensionamento de ancoragens mecânicas em betão e o relatório técnico EOTA TR029 para o dimensionamento de ancoragens químicas, apresentando até métodos de cálculo simplificados para uma rápida resposta ao cliente. A publicação da prEN1992-4: 2013 é um marco importante, pois há já algum tempo que a construção metálica e mista está regulamentada, apresentando algumas falhas no que diz respeito às ligações aço-betão. Esta norma é o culminar de anos de pesquisas, estudos e testes efetuados aos diferentes tipos de ligação, tendo em conta além dos modos de rotura possíveis, os princípios de transferência de esforços.

Palavras-chave: Dimensionamento de ligações aço-betão; Modos de rotura; Princípios de transferência; Esforços.

Orientador: Professor Paulo Augusto Ribeiro Guedes (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Adriano Alves de Sousa da Costa Lopes (SE2P – Sociedade de Engenharia, Projeto e Planeamento, Lda.)

TALUDES ROCHOSOS. METODOLOGIAS DE INSPEÇÃO E DE AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA. CASO DE ESTUDO DAS VERTENTES ROCHOSAS DE S. SIMÃO

Carlos Alberto Oliveira Pacheco

A instabilização de taludes rochosos, com consequências mais ou menos gravosas, repete-se com frequência no território nacional. Os enquadramentos destes incidentes são diversos, sendo mais comum e mais visível a sua ocorrência em taludes adjacentes a vias de comunicação.

No entanto, o fenómeno repete-se também em vertentes naturais, geralmente em alturas de pluviosidade mais prolongada e intensa.

No presente trabalho reveem-se conceitos associados a maciços rochosos, nomeadamente as principais classificações geomecânicas e as diferentes tipologias de instabilidade em taludes rochosos.

Desenvolve-se um caso de estudo de uma vertente localizada em S. Simão, concelho de Amarante. Percorrem-se as sucessivas fases de estudo, incluindo a realização da fotografia aérea com recurso a um veículo não tripulado, a geração de um modelo 3D de elevada precisão da vertente e a caracterização e a classificação dos diferentes afloramentos rochosos. Desenvolve-se uma metodologia de inspeção com a criação de dois conjuntos de fichas e propõe-se o agravamento da classificação das anomalias perante a simultaneidade de ocorrência de anomalias de idêntica gravidade e a hierarquização dos blocos potencialmente instáveis, de acordo com os respetivos níveis de gravidade (NGB).

Recorre-se ao programa de modelação da queda de blocos, *Rocfall 4.0*, da *Rocscience*, a partir de trajetórias definidas no modelo 3D gerado e propõem-se soluções de reforço e de proteção da vertente.

Palavras-chave: Maciços rochosos; Instabilidade; Queda de blocos; Barreiras flexíveis; Taludes; *Rocfall 4.0*; Inspeção.

Orientador: Professor José Filinto Castro Trigo (ISEP)

Coorientador: Professor Helder Gil Iglésias de Oliveira Chaminé (ISEP)

Supervisor: Professor Jorge José Magalhães Mendes (Câmara Municipal de Amarante)

GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO BIM EM ORGANIZAÇÕES E PROJETOS

Cláudio Alexandre dos Santos Gomes

A adoção da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) é vista como um processo transformador que engloba as empresas e os seus projetos e, em última instância, toda a Indústria da Construção Civil. Devido ao facto de que o BIM é um complexo sistema cuja implementação tem impactos sociais, técnicos e metodológicos, este tema há já alguns anos que tem sido alvo de pesquisas com o objetivo primordial de difundir as práticas associadas ao BIM nas empresas, nos seus projetos e na indústria. Um pouco por todo mundo, várias iniciativas de entidades públicas e privadas, governamentais e não-governamentais, têm produzido guias, normas, manuais e outros documentos que funcionam como um motor propulsor da implementação BIM.

O presente trabalho contém a proposta de um Guia de Implementação da Metodologia BIM, desenvolvido no contexto do um estágio curricular, levado a cabo na empresa *Building Information Modeling & Management Solutions* (BIMMS) e que resultou do estudo e adaptação de alguns dos mais conceituados guias, normas e manuais BIM existentes e em vigor noutros países. Este documento de carácter técnico e prático foi concebido para servir o propósito de auxiliar gabinetes de Engenharia, de Arquitetura e empresas de Construção na integração do BIM na sua atividade e foi elaborado com o intuito de poder ser divulgado e utilizado como referência a nível nacional.

Palavras-chave: *Building Information Modeling* (BIM); Implementação BIM; Guias BIM; Normalização BIM; Manuais BIM.

Orientador: Professor Ricardo Manuel Pereira Santos (ISEP)

Supervisor: Engenheiro José Carlos Basto Lino (BIMMS – Building Information Modeling & Management Solutions)

GESTÃO E DIREÇÃO DE OBRA

Daniel Pereira de Carvalho

Este relatório diz respeito ao trabalho desenvolvido em ambiente de estágio curricular na construção de um empreendimento comercial na zona de Oeiras, compreendendo a construção de um edifício, infra-estruturas enterradas e arranjos exteriores. O estágio foi realizado na Volare – Gestão de Projectos, S.A., empresa dedicada à execução de obras de construção civil destinadas ao grupo Ibersol.

Embora todas as áreas de gestão abordadas no estudo sejam de extrema importância, as áreas de gestão do custo, gestão das compras e gestão do tempo revelam-se ainda extremamente valorizadas pelas empresas de construção – o que faz com que continuem a existir derrapagens orçamentais e incumprimento de prazos. Só uma gestão rigorosa, eficiente e capaz de abraçar todas as áreas de conhecimentos abordadas, tornará possível alcançar os patamares de satisfação das empresas e dos clientes. O presente relatório mostra que o gestor de obras deve possuir grande capacidade de liderança, de comunicação e negociação.

O objetivo deste relatório, para além da descrição de todos os trabalhos práticos de execução da obra, é de transcrever os conhecimentos aplicados ao longo do estágio, nomeadamente no que concerne aos dos processos de 'Gestão, Coordenação e Planeamento', diretamente ligados as funções da 'Direção Técnica de Obra' durante toda a fase de execução da empreitada, estando o principal foco na descrição das atividades referentes ao controlo da obra.

Palavras-chave: Direção técnica de obra; Gestão de projetos; Coordenação; Planeamento.

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto-Faria (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Rui Duarte Pavão Lourenço Balsinha (Volare – Gestão de Projectos, S.A.)

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E REFORÇO DA PONTE DE MAÇAÍNHAS SOB A AÇÃO DO TRÁFEGO FERROVIÁRIO

Diogo Emanuel Correia Marques

A presente dissertação tem como principal objetivo a avaliação do estado de conservação de uma ponte ferroviária metálica centenária para posteriormente se efetuar o reforço desta. O objeto de estudo foi a Ponte de Maçaínhas, uma ponte metálica treliçada que se situa na linha da Beira Baixa, permitindo a ligação entre a Guarda e a Covilhã.

Este trabalho envolveu um estudo profundo de vários conteúdos normativos relativos a ações em pontes ferroviárias e ações ambientais. Este estudo estende-se ainda ao campo das verificações regulamentares e critérios de segurança estrutural adequados ao presente contexto.

A operação de reforço começou numa rigorosa análise dos componentes estruturais da ponte, através do estudo de plantas e de um extenso registo fotográfico, para posteriormente se conceber um modelo numérico que traduzisse a situação real. Ao modelo concebido foram aplicadas as cargas regulamentares adequadas, por forma a entender o comportamento que a ponte apresenta perante estas e se as suas secções transversais apresentam capacidade resistente suficiente. Caso estas não apresentassem capacidade resistente suficiente teriam de ser intervencionadas.

Concluído o processo de avaliação estrutural e de reforço, procedeu-se à verificação do comportamento da estrutura reforçada perante as ações de projeto. Com isto pretende-se avaliar se os esforços se distribuem da mesma maneira ou se a operação de reforço teve algum efeito na distribuição destes.

Por último, para avaliar o comportamento da estrutura perante a passagem de tráfego real, realizaram-se análises dinâmicas que tiveram por base um grupo de veículos que habitualmente circulam na linha da Beira Baixa e um comboio de alta velocidade. Estas análises foram realizadas tanto para a situação pré reforço como pós reforço. Desta forma, conseguiu-se fazer um paralelo entre ambas as condições e perceber se a operação de reforço foi bem-sucedida.

Palavras-chave: Ponte de Maçaínhas; Reforço; Análise dinâmica; Comboio; Ferrovia.

Orientador: Professor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro (ISEP)

Coorientador: Doutor Bruno José Afonso Costa

DIMENSIONAMENTO DE MADRES ENFORMADAS A FRIO TRAVADAS POR PAINÉIS DO TIPO SANDWICH

Fábio João da Silva Teixeira

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da Unidade Curricular de DIPRE, Dissertação/Projeto/Estágio, do 2.º ano de Mestrado em Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, do ramo de estruturas, tendo como principal foco a análise e dimensionamento de madres de aço enformado a frio e sua utilização com painéis do tipo sandwich em coberturas.

Seções enformadas a frio são cada vez mais utilizadas em construções modernas, especificamente como estrutura secundária em coberturas, onde geralmente são fixas a painéis, através de ligações aparafusadas. A presença de painéis e fixações através de parafusos permitem a estabilização lateral e torsional de madres, aumentando desta forma a capacidade resistente, mas por serem elementos estruturais de espessura reduzida, os enformados a frio são suscetíveis a fenómenos de instabilidade associados. Desta forma, a norma EN 1993-1-3 [4] permite a análise e dimensionamento deste tipo de elementos através das disposições regulamentares preconizadas nas partes 1-1 [3] e 1-5 [5] da mesma norma.

Num primeiro estudo, o presente trabalho tem como objetivo o dimensionamento e verificação de segurança de elementos enformados a frio, com base na seção efetiva determinada com o auxílio das normas EN 1993-1-1 (regras gerais) e EN 1993-1-5 (regras para elementos estruturais constituídos por placas).

Numa segunda fase, este trabalho pretende apresentar um estudo do comportamento de interação entre os sistemas madres-painéis. Para tal, são quantificadas as rigidezes das conexões dos sistemas e dos painéis para se realizar a análise relativamente à restrição lateral e à restrição torsional de madres. Neste contexto, concluiu-se que os painéis, quando fixos de forma adequada às madres, contribuem para a estabilidade.

Palavras-chave: Perfis de aço enformados a frio; Fenómenos de instabilidade; Seção efetiva; Madres; Interação do sistema madre-painel

Orientador: Professor Rodrigo Esmeriz Falcão Moreira (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Adriano Alves de Sousa da Costa Lopes (SE2P – Sociedade de Engenharia, Projeto e Planeamento, Lda.)

PROJETO DE ESTABILIDADE DE INTERNATO MASCULINO

Flávio Cristiano Machado Peixoto

O presente documento corresponde à realização de um projeto de estruturas em betão armado e estrutura metálica.

A escolha deste tema teve como propósito aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico, sobretudo em disciplinas do ramo de estruturas.

O trabalho desenvolvido é um Projeto de Estabilidade de Betão Armado e Estrutura Metálica de um Internato Masculino para Padres em Onameva, Cunene – Angola.

A elaboração deste projeto decorre da realização de um estágio formal de 8 meses na empresa CALCULUS, Miguel Barros - Engenharia, LDA, com o objetivo principal de reunir os requisitos necessários à admissão na Ordem dos Engenheiros. No contexto laboral de um gabinete de projetos de engenharia civil, foi feita a integração de forma gradual e sustentada das competências adquiridas ao longo da formação académica e vivenciadas situações reais de trabalho profissional.

De entre as atividades desenvolvidas no estágio, foi escolhido o projeto de estabilidade acima referido pela oportunidade de realizar todas as etapas do seu desenvolvimento, desde a análise da arquitetura até à elaboração das peças escritas e desenhadas, dando assim resposta às exigências necessárias para a conclusão do Mestrado em Engenharia Civil, no ramo de Estruturas, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Orientadora: Professora Isabel Maria Alvim Teles (ISEP)

ESCOLAS DO CONCELHO DE MATOSINHOS COM ESTRUTURA DE BETÃO ARMADO. CONTRIBUTO PARA A GESTÃO DAS INTERVENÇÕES DE REPARAÇÃO OU DE REFORÇO

Frederico Duarte Rodrigues Alves

O presente trabalho pretende contribuir para a gestão das intervenções de reparação e de reforço das escolas do concelho de Matosinhos com estrutura de betão armado.

Apresenta-se uma síntese sobre a história do edifício escolar e do seu desenvolvimento em território nacional.

Desenvolve-se uma pesquisa bibliográfica sobre metodologias de inspeção adotadas em território nacional e internacionalmente.

Identificaram-se diferentes tipologias estruturais e arquitetónicas das escolas de Matosinhos, selecionou-se a mais representativa e, aparentemente, a que envolve casos com estados de conservação mais deficientes; definiu-se uma metodologia de inspeção estrutural e desenvolveram-se as respetivas fichas de inspeção.

Selecionou-se e inspecionou-se visualmente um corpo da Escola Básica da Portela, de tipologia P3, e realizaram-se diferentes ensaios de diagnóstico. Comparam-se os respetivos resultados com os obtidos na inspeção da Escola da Amieira, do mesmo concelho e com a mesma tipologia.

Propõem-se soluções de reparação com base no resultado da inspeção visual, nos ensaios de diagnóstico e na norma NP EN 1504-9. Estima-se o respetivo custo e sugere-se uma metodologia de extrapolação das conclusões e do estabelecimento de uma estimativa orçamental das intervenções de reparação das restantes escolas tipo P3 deste concelho e de outras com idênticas tipologias, localizações e condições ambientais envolventes.

Palavras-chave: Escola; Betão armado; Inspeção; Reparação; Reforço

Orientador: Professor José Filinto Castro Trigo (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Manuel Correia Mendes (Câmara Municipal de Matosinhos)

DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA EM EXCEL PARA CÁLCULO DE PERDAS DE PRÉ-ESFORÇO DE ACORDO COM EC2

Henrique Manuel Pacheco Moreira

O presente relatório de estágio visa descrever o trabalho desenvolvido no âmbito da disciplina de Dissertação/Projeto/Estágio enquadrada no 2º semestre do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil, ramo de Estruturas, lecionado pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

A ideia de desenvolver uma folha de cálculo em EXCEL dedicada ao cálculo automático de perdas de pré-esforço surge, no contexto da empresa acolhedora do estágio, SOPSEC S.A., com o objetivo de automatizar um processo que se pode tornar moroso e demasiado repetitivo em obras com alguma dimensão, aumentando desta forma o tempo necessário para o desenvolvimento dos projetos e os respetivos custos envolvidos.

Este trabalho está dividido em cinco partes principais, sendo a primeira a introdução teórica, a segunda parte o desenvolvimento da folha de cálculo, a terceira parte é formada pelos casos práticos e a quarta parte contém a validação de resultados. Por último, são apresentadas as conclusões assim como sugestões para desenvolvimentos futuros.

Palavras-chave: Pré-esforço; Perdas; Excel; Visual Basic; Rotina.

Orientador / Supervisor: Professor Rodrigo Esmeriz Falcão Moreira (ISEP / SOPSEC, S.A.)

Coorientador: Professor Ricardo Manuel Pereira Santos (ISEP)

ESTÁGIO CURRICULAR NA EMPRESA STEELGREEN S.A.

Isabel Cristina Azevedo Amorim

O presente relatório visa documentar a aplicação das competências adquiridas academicamente em ambiente empresarial, sob a forma de estágio curricular que decorreu na Steelgreen, S.A., que surgiu de uma parceria entre o Grupo Domingos da Silva Teixeira (DST) e Ferlito – Ferros do Litoral, S.A.. O tema predominante deste documento será o aço, uma vez que a empresa se dedica ao corte e moldagem de armaduras. Inicialmente, será efetuada uma breve apresentação da empresa, descrevendo a sua metodologia de trabalho, pormenorizando-se todos os procedimentos executados, desde a receção da matéria-prima até à sua expedição. O estágio curricular decorreu, principalmente, no âmbito do Departamento de Produção. Assim, neste documento enquadrar-se-á a principal atividade a cargo deste: a produção industrial. Serão explicados todos os procedimentos executados durante o processo de conceção das encomendas. A comercialização do aço requer que uma série de requisitos legais sejam cumpridos. Um capítulo deste documento será dedicado ao enquadramento desta matéria-prima na legislação em vigor. Para finalizar, serão descritos todos os trabalhos solicitados no decorrer do estágio curricular, expondo todos os procedimentos executados para atingir o objetivo proposto.

Palavras-chave: Aço; Eurocódigo 2; Documentos de classificação; Produção industrial; Preparação de armaduras.

Orientadora: Professora Isabel Maria Alvim Teles (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Paulo Braga Araújo (Steelgreen, S.A.)

DIMENSIONAMENTO DE LAJES ALIGEIRADAS BETONADAS IN SITU

Joel Martins Ribeiro

A conjuntura económica da construção não se encontra numa fase de prosperidade, existindo a necessidade de criar soluções construtivas que permitam a redução de custos dos materiais a nível de obra.

As lajes de betão armado, devido à sua grande área de implantação, possuem uma parcela importante no orçamento final de qualquer obra de edifícios correntes. Sabendo das possibilidades de aligeiramento de lajes, torna-se necessária a realização de um estudo pormenorizado e comparativo entre soluções de aligeiramento.

O desenvolvimento deste relatório reflete todo o trabalho efetuado durante a realização de um estágio curricular desenvolvido na empresa FercaNorte – Estruturas, Lajes e Cofragens, Lda. e foca-se num dimensionamento e estudo comparativo de soluções de lajes fungiformes aligeiradas, aplicadas a dois casos de estudo e também num dimensionamento e estudo comparativo de soluções de lajes aligeiradas unidireccionais mas apenas aplicadas a um caso de estudo.

No primeiro caso de estudo, laje fungiforme com um vão de 6 metros nas duas direções, são dimensionadas e comparadas quatro soluções: laje fungiforme maciça; laje fungiforme aligeirada com blocos elipsóides perdidos dispostos de forma ortogonal e envolvidos totalmente por betão; laje fungiforme aligeirada com blocos elipsóides perdidos dispostos em formato de favo de mel e envolvidos totalmente por betão; laje fungiforme nervurada com moldes recuperáveis. No segundo caso de estudo, laje fungiforme com um vão de 7,04 metros nas duas direções, são dimensionadas e comparadas cinco soluções: laje fungiforme maciça, laje fungiforme aligeirada com blocos cúbicos perdidos dispostos de forma ortogonal e envolvidos totalmente por betão; laje fungiforme aligeirada, com blocos elipsóides perdidos dispostos de forma ortogonal e envolvidos totalmente por betão; laje fungiforme aligeirada com blocos elipsóides perdidos dispostos em formato de favo de mel e envolvidos totalmente por betão; laje fungiforme nervurada com moldes recuperáveis.

No terceiro caso de estudo, laje unidirecional com um vão de 8 metros apoiada em vigas com vão de 5 metros, são dimensionadas e comparadas três soluções: laje maciça; laje aligeirada com perfis tubulares com secção transversal reta oval; laje nervurada com moldes recuperáveis.

No final é apresentada uma estimativa orçamental para cada solução analisada nos três casos de estudo abordados.

Palavras-chave: Lajes fungiformes aligeiradas; Lajes unidireccionais aligeiradas.

Orientador: Professor Paulo Augusto Ribeiro Guedes (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Carlos Ribeiro (FercaNorte – Estruturas, Lajes e Cofragens, Lda.)

PROCESSO DE CÁLCULO AUTOMÁTICO DE COLUNAS MISTAS

José Manuel Martins Ferreira dos Santos

Este relatório é elaborado no âmbito do estágio curricular no regime de parceria entre o Instituto Superior de Engenharia do Porto e o gabinete de projetos SE2P – Sociedade de Engenharia, Projetos e Planeamento, Lda. O tema do estágio é o estudo de colunas mistas aço-betão na vertente de projeto, mais concretamente através da criação dum processo de cálculo automático integrado com o modelo estrutural global. Aplicam-se os métodos de dimensionamento dos eurocódigos estruturais na avaliação da segurança em relação aos estados limites. Avaliam-se as propriedades geométricas, determina-se a curva de interação, calcula-se a posição do eixo neutro, donde se inferem os estados de tensão em flexão desviada ao nível da secção, necessários às verificações de segurança.

O processo de cálculo tem por base uma folha de cálculo desenvolvida em Excel que, com ajuda do *Visual Basic for Applications*, comunica com o *software* de modelação e cálculo estrutural *Autodesk Robot Professional Analysis*. Criam-se fluxos de informação que possibilitam o cálculo iterativo de colunas mistas, permitindo ajustar e, por esta via, otimizar as soluções de dimensionamento. A exportação de relatórios de cálculo detalhados para cada coluna constitui uma mais-valia para gabinetes de engenharia, quando comparada com outras soluções de dimensionamento existentes no mercado.

A aplicação do processo de cálculo desenvolvido a múltiplas combinações de soluções de colunas mistas permitiu analisar comparativamente os resultados obtidos e a criação de tabelas e ábacos que poderão ser úteis em cenários de pré-dimensionamento e de anteprojecto.

Palavras-chave: Processo de cálculo; Colunas mistas; EN 1994-1-1; Excel; RSA; VBA.

Orientador: Professor Carlos Manuel da Silva Félix (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Adriano Lopes (SE2P – Sociedade de Engenharia, Projeto e Planeamento, Lda.)

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UMA PONTE METÁLICA CENTENÁRIA SUJEITA À AÇÃO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO LIGEIRO

Luís Carlos Brito Cruz

A presente dissertação tem como objetivo principal a análise numérica do comportamento dinâmico de uma ponte ferroviária, sob ação de tráfego ligeiro ferroviário.

Neste contexto, são apresentados alguns fundamentos teóricos a ter em conta nestes domínios, visando uma melhor compreensão dos fenómenos existentes no comportamento dinâmico de pontes ferroviárias, quando sujeitas ao tráfego.

O caso de estudo teve como foco a ponte Luiz I, uma ponte metálica situada sobre o rio Douro, que liga as cidades do Porto e Vila Nova de Gaia, sob ação de tráfego ligeiro ferroviário no seu tabuleiro superior para a condição anterior aos trabalhos de reabilitação e reforço realizados entre 2004 e 2005.

Para o efeito foi desenvolvido um modelo numérico de elementos finitos da ponte, realizado com recurso ao programa ANSYS, assim como um modelo numérico do veículo do Metro de Lisboa. Com base nestes modelos foram obtidos os parâmetros modais, nomeadamente as frequências naturais e os modos de vibração de toda a estrutura e do veículo.

O estudo do comportamento dinâmico da ponte foi realizado por intermédio de uma metodologia de cargas móveis e de interação veículo-estrutura, através da ferramenta computacional *Train-Bridge Interaction* (TBI). As análises dinâmicas foram efetuadas para a passagem dos veículos de passageiros das redes de Metros do Porto e Lisboa. Nestas análises é estudada a resposta da estrutura em função da variabilidade ao nível da secção transversal, dependência do tramo, influência do veículo, da sua velocidade de circulação e impacto das frequências de vibração estimadas pelo modelo numérico.

Palavras-chave: Pontes metálicas; Pontes ferroviárias; Análise dinâmica; Tráfego ferroviário; Modelação numérica; Metodologias numéricas.

Orientador: Professor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro (ISEP)

Coorientador: Doutor Bruno José Afonso Costa

PROJETO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS EM BETÃO ARMADO APOIADO EM FERRAMENTAS BIM

Marcelo Moreira Magalhães

O presente trabalho refere-se a um relatório de estágio para a conclusão do Mestrado em Engenharia Civil – ramo de Estruturas no Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio decorreu na empresa FASE – Estudos e Projectos S.A. num período de seis meses.

O desenvolvimento deste documento tem como principal objetivo desenvolver os conhecimentos das fases de um projeto de um edifício. Aborda-se a modelação e análise de um edifício alto em betão armado, situado em Moçambique, salientando o dimensionamento dos elementos estruturais.

Numa segunda fase, para aprofundar o conceito BIM, propôs-se a integração desta metodologia ao projeto já elaborado, tendo em vista a ligação bidirecional dos programas de cálculo com os programas de desenho.

Um dos objetivos de elaborar um trabalho em ambiente empresarial é o desenvolvimento de competências socioprofissionais e transversais. Para isso, este trabalho passou também pelo acompanhamento de outros trabalhos, sendo dois deles apresentados no último capítulo.

Palavras-chave: Estágio; Betão armado; Robot; Revit; BIM; API.

Orientador: Professor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Nuno Daniel Mota Pinheiro (FASE – Estudos e Projectos S.A.)

ADAPTAÇÃO DO PROGRAMA PAC-PÓRTICOS AO EC2 E SUA INTEGRAÇÃO COM O CONCEITO BIM

Raúl Filipe Teixeira e Sousa

Atualmente existe uma grande variedade de programas de cálculo automático de estruturas de betão armado disponíveis no mercado, pois estes, cada vez mais, são inerentes ao desenvolvimento de cada projeto de estruturas.

O PAC-Pórticos foi um dos primeiros a chegar ao mercado nacional, surgindo no início da década de noventa. Foi totalmente desenvolvido em Portugal, tendo tido bastante sucesso nas suas vendas a nível nacional.

O PAC-Pórticos não está preparado para operar diretamente nos mais recentes sistemas operativos nem foi programado para dimensionar os diversos elementos de betão armado, seguindo os termos das normas mais recentes (Eurocódigos).

O tema do presente trabalho vai de encontro aos atuais problemas do programa, assim sendo, definiu-se como primeiro objetivo a adaptação do PAC-Pórticos à regulamentação europeia para o betão armado.

Numa 1ª fase, para a adaptação do PAC-Pórticos aos novos códigos, foi necessário estudar o programa em si, perceber o seu funcionamento e posteriormente realizar uma comparação entre a legislação para a qual o *software* está programado, o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (ainda em vigor) e a Norma Europeia correspondente a EN1992-1-1 (Eurocódigo 2).

Seguidamente, procedeu-se ao estudo e adaptação de todas as sub-rotinas de cálculo do PAC-Pórticos para o dimensionamento de vigas e pilares, tendo finalmente sido testado o novo código e comprovados os resultados obtidos com o mesmo.

Na realização do presente trabalho não foi ignorada a importância crescente da metodologia BIM que, nos dias de hoje, tende a ser implementada nos programas de cálculo de engenharia civil. Neste âmbito, o segundo objetivo é o de conseguir visualizar uma solução obtida do PAC-Pórticos numa qualquer ferramenta tridimensional BIM. Para tal, foram ponderadas várias hipóteses, mas optou-se por criar dois *plug-in* para o programa AutoCAD da Autodesk. O primeiro destes *plug-in* contempla o desenho das vigas e o segundo dos pilares, ambos em 3D e elaborados de forma automática.

Palavras-chave: PAC-Pórticos; Regulamentos; REBAP; EC2; Programação; BIM.

Orientador: Professor Ricardo Manuel Pereira Santos (ISEP)

Supervisor: Engenheiro José Carlos Basto Lino (Newton – Consultores de Engenharia, Lda.)

AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DE UM EDIFÍCIO ANTIGO NA BAIXA DO PORTO

Ricardo Alexandre Mendes Correia

Com o presente trabalho pretende-se consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico definido para este mestrado, recorrendo para tal à avaliação da segurança de um edifício antigo (tradicional) da baixa do Porto, edificado nos finais do último quartel do século XVIII.

Após uma pequena introdução, onde será exposta a estrutura do trabalho, capítulo a capítulo, far-se-á uma explanação histórica sobre o meio urbano, onde o edifício está construído, os métodos construtivos adotados desde 1755 até aos nossos dias, passando pelo historial do próprio edificado.

Passar-se-á, de seguida, à análise do edifício, apresentando evidências do que eventualmente terá sido construído de base até aos dias de hoje. Será feita uma apresentação dos elementos construtivos que compõem atualmente o edifício, apresentando evidências do estado de cada um, ou seja, será feito um levantamento das patologias evidentes e visíveis a olho nu, recorrendo a métodos expeditos de análise. Também será feito um levantamento dimensional da volumetria, planimetria do edifício e da compartimentação, registando as dimensões dos elementos estruturais e arquitetónicos relevantes para a realização dos respetivos projetos.

Posteriormente, passar-se-á para uma exposição dos diversos tipos de ensaios, começando pela apresentação dos métodos disponíveis atualmente para a caracterização física e mecânica dos materiais, seguida da realização dos ensaios, recolha de dados no edificado e proposta de definição dos materiais.

Após a recolha de todos estes elementos, estão reunidas as condições para se passar a uma análise estrutural, onde para estes objetivos serão aplicados os mais avançados programas de cálculo estrutural existentes na atualidade, suportados em metodologias que analisam não só o elemento mas também a sua interação com os que lhe servem de fronteira, acabando-se num todo que é o edifício.

Pretende-se com este estudo estrutural avaliar a segurança de uma parte significativa e representativa do edifício, baseado na regulamentação em vigor. A parte a analisar representa o pavimento aplicado na construção.

Finalizar-se-á com a apresentação das conclusões, propondo eventuais ações futuras.

Orientador: Professor Paulo Augusto Ribeiro Guedes (ISEP)

ANÁLISE COMPARATIVA DAS AÇÕES DO TRÁFEGO RODVIÁRIO DEFINIDAS EM DIVERSOS REGULAMENTOS INTERNACIONAIS DE PONTES

Ricardo Belchior da Silva Pereira

O presente trabalho pretende avaliar as diferenças de efeitos que os modelos de sobrecarga rodoviária de dez regulamentos (RSA, EC1-2, NBR, AASHTO, SATCC, CSA, IRC:6, SNiP, Manual de Hong Kong, NCP) provocam em pontes rodoviárias de pequeno a médio vão.

Numa primeira parte são cobertas questões relacionadas com os efeitos dinâmicos em pontes, referenciando-se diversos estudos. Em seguida, são apresentados os principais fatores que influenciam os efeitos das sobrecargas rodoviárias.

Os modelos de sobrecarga rodoviária, definidos nos diversos regulamentos, são descritos pormenorizadamente com o objetivo de clarificar e facilitar a sua aplicação. No que se refere à componente numérica do trabalho, a quantificação dos efeitos que cada modelo origina foi realizada através da modelação em elementos finitos de tabuleiros de comprimento variável entre 10 e 40 metros.

Longitudinalmente, analisaram-se os valores máximos do momento fletor e do esforço transversal, e numa análise transversal estudaram-se os valores máximos de momentos flectores positivos e negativos originados em cada tabuleiro. No capítulo 7 é realizada uma análise comparativa dos efeitos causados pelos modelos de sobrecarga rodoviária definidos em cada regulamento, tomando como referência os valores obtidos pelo RSA.

Palavras-chave: Modelo de sobrecarga rodoviária; Regulamentos de estruturas; Ponte rodoviária; Esforço máximo; Tabuleiro; Comparação de resultados.

Orientador / Supervisor: Professor José Carlos de Almeida Gouveia Lello (ISEP / CCAD – Serviços de Engenharia, Lda.)

APLICAÇÃO DE UM SOFTWARE DE CÁLCULO AUTOMÁTICO NA VERIFICAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO EM ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

Ricardo Jorge Ferreira de Andrade

Atualmente e cada vez mais, são concebidos e utilizados programas de cálculo automático de Engenharia na realização de projetos de edifícios que proporcionam aos engenheiros uma possibilidade avançada e rápida de execução, simulação e análise de edifícios para estruturas complexas e de elevada dimensão. Contudo, será necessário que os resultados devam ser fiáveis, de modo a não existirem consequências no comportamento real da estrutura a longo prazo.

O presente relatório de estágio refere-se à verificação de segurança em relação aos estados limites de utilização (tensões, fendilhação e deformação), segundo o Eurocódigo 2, de uma estrutura porticada em betão armado, nomeadamente de um pórtico central pertencente a essa mesma estrutura, recorrendo ao programa de cálculo automático da *Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014*.

O objetivo principal do presente trabalho consiste na comparação de resultados referentes aos estados limites últimos e de utilização, pelos diferentes módulos de dimensionamento *Required* e *Provided Reinforcement*, presentes no programa Robot. É destacada no final do relatório, considerando uma disposição de armadura optada analiticamente para o pórtico, uma análise comparativa de resultados referentes aos estados limites de utilização entre o comando *Typical Reinforcement* do módulo *Provided Reinforcement* e por expressões analíticas. Refere-se, contudo, que o procedimento do método analítico teve como base de cálculo uma aplicação desenvolvida para a verificação de elementos de betão armado aos estados limites de utilização, segundo o Eurocódigo 2, com o nome de *XD - Conserv*, tendo sido também comparados os resultados finais do mesmo.

Palavras-chave: Estados limites de utilização; *Robot Structural Analysis*; Fendilhação; Deformação.

Orientador / Supervisor: Professor Rodrigo Esmeriz Falcão Moreira (ISEP / SOPSEC, S.A.)

MODELAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS

Rui Filipe Amorim Ribeiro

O presente relatório refere-se ao trabalho desenvolvido durante o período de estágio curricular enquadrado no ciclo de estudos do Mestrado em Engenharia Civil do ISEP, Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio desenvolveu-se ao longo de seis meses, desde Fevereiro até Julho de 2015, na empresa FASE S.A., em ambiente de gabinete, para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil.

Durante o período de estágio foram desenvolvidos projetos de estabilidade de estruturas metálicas e de betão armado, desde a fase de conceção, pré-dimensionamento, modelação numérica e análise de resultados, dimensionamento final, até à produção das peças desenhadas e escritas constituintes de um projeto de estruturas. Foi possível analisar e dimensionar estruturas através de programas de cálculo automático e ferramentas de cálculo que serão referidas no presente relatório.

Neste relatório será descrita, pormenorizadamente, a elaboração de um projeto em betão armado, em todas as suas vertentes. Apresentam-se também as metodologias de cálculo empregues.

No culminar, enunciam-se algumas conclusões de carácter geral, decorrentes do trabalho desenvolvido.

Palavras-chave: Estágio Curricular; Estruturas de betão armado; Pré-esforço; Projeto estrutural.

Orientador: Professor Paulo Augusto Ribeiro Guedes (ISEP)

Supervisores: Engenheiro Adelino Alves e Engenheira Marisa Ferreira (FASE – Estudos e Projectos S.A.)

SISTEMAS MODULARES DE ESCORAMENTO PARA ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO ENTERRADAS

Sara Cristina Barros Branco Rodrigues

No presente trabalho apresentam-se estudos desenvolvidos com o objetivo de análise, conceção e dimensionamento de sistemas de escoramentos metálicos modulares e reaproveitáveis, a usar como alternativa técnica e económica em estruturas de contenção periférica. O sistema concebido aplicou-se a um caso concreto de uma escavação urbana executada no centro de Luanda, Angola.

O projeto começou a ser estudado, tendo em conta os estudos geológicos e geotécnicos do terreno em causa, e posteriormente foi estudada a solução construtiva elaborada. Feito o estudo sobre a obra que se realizou com uma parede moldada e ancoragens pré-esforçadas, foi possível, a partir daí, elaborar estudos com outro tipo de sistemas de apoio. Assim, realizaram-se estudos para sistemas de apoio com escoramento linear, colunas metálicas e com uma treliça.

Posteriormente, de forma a completar, complementar e poder comparar toda a pesquisa, foram efetuados mais quatro estudos, sendo os sistemas de apoio constituídos por colunas metálicas e/ou tubos circulares ou retangulares, em forma elíptica, no terreno do projeto e num terreno em forma de quadrado perfeito.

Através dos vários estudos foi possível comparar os resultados e perceber qual será a melhor forma de otimização para futuras obras. Foi gerado um método de escoramento, que é possível ser utilizado, tendo em conta as particularidades de cada obra, constituído por perfis metálicos com dimensões *standard*, formando elipses ou círculos, conforme a forma do terreno.

De maneira a finalizar este projeto, foram estudados vários tipos de ligações, quer entre perfis, quer para os perfis e a parede, quer para os perfis e os apoios verticais, caso sejam necessários.

Como conclusão, e de forma expedita, foi analisado o custo direto que apenas abrange a quantidade de aço utilizada para cada tipo de apoio dimensionado, comparando a escavação do projeto em causa com a escavação quadrada.

Palavras-chave: Contenção periférica; Escoramento; Modular; Reaproveitável.

Orientador: Professor José Filinto Castro Trigo (ISEP)

Supervisor: Doutor António Agostinho Martins Mendonça (Sociedade Construções Soares da Costa, S.A.)

CONCEÇÃO E ANÁLISE DE UM DEMONSTRADOR PARA A MONITORIZAÇÃO ESTRUTURAL

Sérgio Daniel Mendes Magalhães

Os sistemas de monitorização de estruturas fornecem diversas vantagens, não só no que diz respeito à durabilidade da obra, ao aumento da segurança e do conhecimento relativamente ao comportamento das estruturas ao longo do tempo, à otimização do aspeto estrutural, bem como aos aspetos económicos do processo de construção e manutenção.

A monitorização deve realizar-se durante a fase de construção e/ou de exploração da obra para permitir o registo integral do seu comportamento no meio externo. Deve efetuar-se de forma contínua e automática, executando intervenções de rotina para que se possam detetar precocemente sinais de alterações, respetivamente de segurança, integridade e desempenho funcional. Assim se poderá manter a estrutura dentro de parâmetros aceitáveis de segurança.

Assim, na presente dissertação será concebido um demonstrador experimental, para ser estudado em laboratório, no qual será implementado um sistema de monitorização contínuo e automático. Sobre este demonstrador será feita uma análise de diferentes grandezas em medição, tais como: deslocamentos, extensões, temperatura, rotações e acelerações. Com carácter inovador, pretende-se ainda incluir neste modelo em sintonia de medição de coordenadas GNSS, com o qual se torna possível medir deslocamentos absolutos.

Os resultados experimentais alcançados serão analisados e comparados com modelos numéricos. Conferem-se os resultados experimentais de natureza estática e dinâmica, com os resultados numéricos de dois modelos de elementos finitos: um de barras e outro de casca. Realizaram-se diferentes abordagens, tendo em conta as características identificadas por via experimental e calculadas nos modelos numéricos para melhor ajuste e calibração dos modelos numéricos.

Por fim, recorre-se a algoritmos de processamento e tratamento do respetivo sinal, com aplicação de filtros, que revelam melhorar com rigor o sinal, de forma a potenciar as técnicas de fusão multisensor. Pretende-se integrar o sinal GNSS com os demais sensores presentes no sistema de monitorização. As técnicas de fusão multisensor visam melhorar o desempenho deste potencial sistema de medição, demonstrando as suas valências no domínio da monitorização estrutural.

Palavras-chave: Monitorização; Instrumentação; Demonstrador; Aquisição de dados; Análise estrutural.

Orientador: Professor Carlos Filipe Guedes Rodrigues (ISEP)

METODOLOGIA BIM APLICADA À CONCEÇÃO E PRODUÇÃO DE UMA ESTRUTURA METÁLICA

Tiago Lopes Moreira

O presente relatório apresenta o estágio curricular relativo ao curso de mestrado em engenharia civil na área de especialização de estruturas. O estágio decorreu no grupo O Feliz, S.A., uma metalomecânica sediada em Braga.

No âmbito do estágio, foi efetuada uma pesquisa e, de seguida, um projeto real, aplicando a metodologia *Building Information Modeling*.

Inicialmente, é feita uma apresentação da empresa e definidos os objetivos propostos para o estágio.

Seguidamente, é apresentada toda a pesquisa realizada sobre o BIM, tendo em vista a realização de um projeto real proposto pela empresa, utilizando esta metodologia.

Posteriormente, é apresentado o projeto realizado com a metodologia BIM e todo o seu processo até chegar à sua construção.

Por último, são apresentadas algumas das obras que estavam em curso durante a realização do presente trabalho e que houve oportunidade de acompanhar, refletindo a experiência adquirida na área, durante o desenvolvimento do estágio.

Palavras-chave: Metodologia BIM; Metodologia 2D; Processo de fabrico; Estruturas metálicas.

Orientador: Professor Carlos Manuel da Silva Félix (ISEP)

Supervisores: Engenheiro Adérito Igreja e Engenheiro Duarte Costa (O Feliz, S.A.)

DIMENSIONAMENTO DE UMA COBERTURA EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE AÇO ENFORMADOS A FRIO

Vera Lúcia Maia Azevedo

O presente relatório versa sobre a análise e dimensionamento de estruturas de aço enformadas a frio. Devido a serem estruturas de elevada esbelteza, frequentemente denominadas “estruturas de aço leve”, apresentam fenómenos de instabilidade tanto a nível local como global, sendo da perspetiva regulamentar abrangidas pelo Eurocódigo 3, nomeadamente pelas Partes 1-1, 1-3 e 1-5. A Parte 1-3 do Eurocódigo 3 diz respeito às regras suplementares de elementos de aço enformados a frio, na qual estão presentes as regras de dimensionamento, bem como as verificações de segurança que deverão ser aplicadas. Nesta, é possível ainda “fazer a ponte” com a Parte 1-1 do Eurocódigo 3, respetiva às regras gerais de projeto de estruturas de aço e com a Parte 1-5 do Eurocódigo 3, relativa a elementos estruturais constituídos por placas.

Inicialmente, será realizado um estado da arte, onde será efetuado um enquadramento histórico, apresentando o processo de fabrico destes elementos e o tipo de elementos estruturais originados, concluindo-se com as vantagens/desvantagens dos perfis em aço enformados a frio. Os conceitos teóricos de estabilidade estrutural, os tipos de instabilidade mais comuns nestes elementos, bem como os tipos de análise destes fenómenos farão a ponte com o capítulo que se segue. Relativamente ao dimensionamento destes elementos, será dado ênfase às metodologias preconizadas pelo Eurocódigo 3, Parte 1-3. Este capítulo incidirá, entre outros, nas propriedades das secções transversais, na determinação da resistência destas, onde se contabilizará os efeitos das instabilidades locais de placa e distorcionais, na instabilidade global dos perfis e nas ligações entre os mesmos. Será analisada, posteriormente, a abordagem apresentada pela ECCS relativamente ao dimensionamento de madres travadas por painéis de cobertura. Neste capítulo será apresentada a metodologia para o dimensionamento de vigas com restrição à torção e à translação, bem como a resistência da secção transversal da madre e do seu banzo livre à encurvadura.

Finalmente, e ao encontro do que foi proposto pela empresa CCAD-Serviços de Engenharia, Lda, efetuar-se-á o dimensionamento de uma cobertura de um edifício de distribuição, cobertura esta constituída por asnas treliçadas e madres simples. Neste dimensionamento foram consideradas as ações, segundo o Regulamento de Segurança e Ações Para Estruturas de Edifícios e Pontes e o Eurocódigo 1, Parte 1-1 que diz respeito às Ações Gerais em Estruturas e Parte 1-4 respeitante às Ações do Vento.

Palavras-chave: Eurocódigo 3; Perfis de aço enformados a frio; Dimensionamento; Verificações de segurança; Instabilidade.

Orientador / Supervisor: Professor José Carlos de Almeida Gouveia Lello (ISEP / CCAD – Serviços de Engenharia, Lda.)

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



A AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA E A SUA RELAÇÃO COM O INVESTIMENTO

Cristiana Susete Martins Seabra

O presente relatório visa cumprir os requisitos da unidade curricular Dissertação, Projeto ou Estágio (DIPRE) do mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

O estágio curricular decorreu na empresa VPM – Vaz Pinto Mendes – Unipessoal Lda, sob o tema: “A avaliação imobiliária – Casos Práticos”.

A avaliação imobiliária visa determinar o valor associado aos bens imóveis. Pode ser aplicada a todo o tipo de bens imóveis, tais como: apartamentos e moradias uni e multifamiliares, espaços comerciais e de serviços, quintas, unidades hoteleiras e industriais, complexos desportivos, entre outros.

A avaliação imobiliária poderá ser solicitada por parte dos proprietários ou dos arrendatários dos imóveis, por empresas, tribunais, advogados e solicitadores. Apresenta diversos fins, tais como a determinação do valor de indemnização devido a expropriações, o financiamento hipotecário para compra ou construção de imóveis, partilhas, estudo de um investimento financeiro, intenção de venda ou arrendamento, efeitos fiscais ou apenas o simples conhecimento do valor aproximado das propriedades que se possui.

O presente estudo visa abordar o atual mercado imobiliário nacional, o procedimento de realização de uma avaliação imobiliária e principalmente os métodos de avaliação tradicionais.

Palavras-chave: Avaliação imobiliária; Investimento; Mercado; Método.

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto-Faria (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Fernando Jorge Amendoeira Carvalho de Sousa (VPM – Vaz Pinto Mendes – Unipessoal Lda.)

GESTÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS EM REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS

Diogo Tavares Brandão

As afluições indevidas resultantes direta ou indiretamente da precipitação são um dos principais fatores que provocam graves problemas de carácter ambiental, estrutural e económico, no âmbito de um bom funcionamento dos sistemas separativos de saneamento e tratamento de águas residuais urbanas.

Ao longo dos anos, com a expansão do serviço de saneamento à população, tem sido reconhecido que os caudais excedentes às redes de drenagem de águas residuais e estações de tratamento são um problema grave e para isso estão a ser criados critérios cada vez mais exigentes no domínio da gestão e operação destes sistemas de saneamento.

Para uma melhor compreensão sobre a incidência das afluições indevidas nos sistemas de saneamento e nas estações de tratamento de águas residuais, é necessário realizar estudos de quantificação e caracterização no sistema de esgotos. Com a necessidade de compreender a plenitude e natureza deste problema, tornou-se necessário desenvolver metodologias com o objetivo de melhorar a eficiência e eficácia hidráulica dos sistemas de drenagem e de tratamento.

Este trabalho tem como objetivo a análise quantitativa das afluições indevidas, recorrendo a um caso de estudo de uma bacia de drenagem de águas residuais. Para adquirir mais conhecimento sobre o tema foi necessário recolher várias metodologias existentes de maneira a selecionar, estudar e aplicar o método mais vantajoso.

Nesta dissertação, foram utilizados dados disponibilizados pela SIMRIA, no que respeita aos caudais de bombagem da estação elevatória a que afluiu a rede em estudo, e pela INDAQUA Feira, no que respeita aos dados de precipitação.

Palavras-chave: Afluições indevidas; Sistemas de saneamento; Metodologias; Precipitação.

Orientador: Professor Jaime António Pires Gabriel Silva (ISEP)

COORDENAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE UMA EMPREITADA

Fábio Almeida Carvalho

O presente relatório reporta o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular enquadrado no ciclo de estudos do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP. A duração do estágio curricular, inserido em ambiente empresarial, compreendeu um período de seis meses, tendo início em Fevereiro e conclusão no mês de Julho de 2015, decorrendo na empresa ENESCOORD – Coordenação e Gestão de Projetos e Obras, Lda., com o intuito de obter o grau de Mestre em Engenharia Civil – ramo de Gestão da Construção.

No presente relatório, faz-se o enquadramento do mesmo, bem como a apresentação da empresa onde foi realizado o estágio curricular. De forma a perceber as obrigações legais a que está sujeita a fiscalização, aborda-se a legislação aplicável às funções da fiscalização no decorrer de uma obra.

O presente documento aborda a temática da Fiscalização e as suas responsabilidades durante a obra, apresentando o trabalho desenvolvido pelo estagiário enquanto membro integrante da equipa de fiscalização. Durante o estágio desenvolveu o trabalho de engenheiro fiscal estagiário na empreitada da SOGENAVE, que consistiu na ampliação das instalações da empresa, com o intuito de aumentar o espaço de armazenamento e agrupar as empresas do grupo TRIVALOR, onde se insere a SOGENAVE.

O relatório aborda as áreas de controlo da fiscalização aplicadas durante a obra, analisando com ênfase o controlo de qualidade, de custos, de prazos, de segurança e das alterações introduzidas no projeto.

Por fim, enunciam-se algumas considerações em jeito de conclusão inerentes ao trabalho desenvolvido.

Palavras-chave: Fiscalização; Coordenação; Gestão; Obra.

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto-Faria (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Pedro Filipe Almeida Neves (ENESCOORD – Coordenação e Gestão de Projetos e Obras, Lda.)

A AVALIAÇÃO E O INVESTIMENTO IMOBILIÁRIO

Gonçalo Norton Lages

O documento que seguidamente se desenvolve, tem como fundamental objetivo a descrição do trabalho efetuado ao longo de um estágio semestral realizado, pelo mestrando, na empresa QUALITAS – Sociedade de Avaliações Técnicas, Lda., subordinado ao tema «A Avaliação e o Investimento Imobiliário». Através do estágio é cumprida uma parte do plano do mestrado, tendo sido assim possível colocar em prática os conhecimentos teóricos absorvidos previamente na formação académica detida.

Os objetivos previstos para o estágio consistiam no acompanhamento de diversos casos de estudo relativos à avaliação imobiliária, em ambiente empresarial, abrangendo usos e destinos variados e, ainda, o levantamento bibliográfico de suporte, apoiado pela frequência de um curso de avaliação imobiliária em simultâneo com o estágio.

As avaliações imobiliárias realizadas foram geralmente precedidas de visitas aos locais, implicando prospeção de mercado no terreno, para aplicação das metodologias apresentadas, sendo que em todos os casos o supervisor revia os trabalhos.

Com o resumo da atualidade da avaliação imobiliária, referindo investimentos, legislação, entidades, metodologias e ainda outros pontos essenciais, prevê-se demonstrar o conhecimento adquirido pelo estagiário.

Pode concluir-se que o setor está em reestruturação gradual, tida como essencial para a evolução da área, que se presume culminar numa profissão bastante mais restrita, rigorosa e fiável. A formação que se pretende exigir aos peritos é uma ferramenta essencial ao desempenho de um trabalho exemplar e o estágio uma oportunidade de aprender *in situ*, aplicando conhecimentos anteriormente adquiridos.

Palavras-chave: Avaliação imobiliária; Imóvel; Investimento; Valor.

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto-Faria (ISEP)

Supervisor: Arquiteto Fernando Augusto Sequeira Vitale (QUALITAS – Sociedade de Avaliações Técnicas, Lda)

COORDENAÇÃO E GESTÃO DE OBRAS EM AMBIENTE EMPRESARIAL

João Carlos Morgado Pinto Leite

O estágio foi um complemento da formação académica, disponibilizado pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto, permitindo o contacto e a inserção do estagiário no mercado de trabalho.

Este relatório retrata o percurso realizado durante o estágio, e representa o culminar do Curso de Mestrado em Engenharia civil no Ramo de Gestão de Obras. O estágio, com duração de 6 meses, realizou-se na empresa COGEDIR – Gestão de Projetos S.A., sediada em Vila Nova de Gaia.

A integração na empresa permitiu adquirir e desenvolver competências que habilitaram o estagiário a prestar funções de direção e fiscalização de obras, pois durante o período de estágio foram atribuídas diversas funções do ramo de gestão, como a coordenação e gestão de obras, resposta a concursos públicos e privados, orçamentação, entre outras, sendo que o estágio se focalizou sobretudo na coordenação e gestão da execução de um empreendimento destinado a um Hotel e Spa na região de Águeda.

Este relatório tenta demonstrar que os conhecimentos obtidos ao longo do curso foram devidamente interiorizados e aplicados em ambiente empresarial e para isso serão abordadas as principais funções, responsabilidades e atividades desempenhadas ao longo da execução do empreendimento em foco tentando dar exemplos de cada atividade. Para além disso haverá lugar a um capítulo inteiramente dedicado à gestão do planeamento a nível de prazos e custos de uma das fases de execução do empreendimento. Essa gestão será realizada com recurso à ferramenta de gestão designada por Método EVM, incorporada no programa *Microsoft Project 2013*. Este método oferece a possibilidade de cálculo de vários indicadores de um projeto e será explicado de forma intuitiva, simples e completa, possibilitando a sua fácil consulta ao longo da vida profissional.

Palavras-chave: Gestão; Planeamento; Empreendimento; Fiscalização; Estágio.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Miguel Sousa (COGEDIR – Gestão de Projetos S.A.)

ESTUDO SOBRE PERDAS DE ÁGUA

Nuno Valente Neves

O presente relatório resulta de um estudo realizado na empresa Águas do Douro e Paiva, S.A. (AdDP), atual Águas do Norte, S.A., sob a forma de estágio curricular, com a duração de seis meses e que teve como tema as perdas de água na rede da empresa.

Inicialmente é feito um enquadramento ao tema onde se aborda o setor das águas em Portugal, a importância do mesmo na sociedade Portuguesa e as suas principais características. É apresentada também uma introdução à empresa onde foi realizado o estágio e, posteriormente, são apresentados fundamentos teóricos relativos às perdas de água onde se incluem as diversas fases de abordagem ao problema, métodos de medição dos caudais e técnicas de localização de fugas.

De modo a comparar resultados já obtidos pela empresa, foi feito um levantamento de dados anuais e mensais para o cálculo do balanço hídrico e indicadores de desempenho para toda a rede da empresa. A informação obtida foi traduzida sob a forma de gráficos e os resultados foram comparados com os resultados da empresa e com os valores recomendados pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR).

Tendo em conta a problemática em estudo, foi desenvolvida uma folha de cálculo de auxílio à gestão que permite obter valores para as perdas de água diárias para os subsistemas de Lever e do Vale do Sousa e onde a informação é apresentada sob a forma de gráficos. Os vários passos necessários ao desenvolvimento da folha de cálculo são descritos no presente relatório e é explicado o funcionamento e distribuição dos diversos componentes da rede.

Palavras-chave: Perdas de água; Abastecimento de água; Indicadores; Desempenho; Balanço hídrico.

Orientador: Professor Eduardo Bruno de Freitas Vivas (ISEP)

Supervisor: Dr. João Vilaça (Águas do Norte, S.A.)

GESTÃO E DIREÇÃO DE OBRA – CONTROLO DE PRAZOS E CUSTOS NA CONSTRUÇÃO

Ricardo Franco Moreno Marques Pereira

O presente relatório de estágio, integrado na unidade curricular de DIPRE, para satisfação integral dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – especialização em Gestão da Construção, aborda a temática de “Gestão e Direção de uma Obra”, explorando aspetos relativos ao controlo de prazos e de custos na construção, com o principal objetivo de prevenir e/ou mitigar os atrasos que, seja pela atual situação económico-financeira do país, seja pela falta de experiência dos intervenientes, continuam a existir.

Aborda também, um conjunto de atividades realizadas na reabilitação dos Edifícios de Vila d’ Este – Fase II, destacando-se a aplicação do sistema ETICS (*External Thermal Insulation Composite Systems*), formulando e comparando rendimentos de aplicação entre equipas.

Este estudo foi elaborado, não só para gerir da melhor maneira possível a aplicação do sistema em obra (reduzindo custos e prazos, sem afetar o modo de colocação do mesmo), mas também para servir de auxílio noutra obra com características semelhantes.

Palavras-chave: Gestão de obra; Reabilitação; ETICS; Rendimentos.

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto-Faria (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Vitor Santos (CARI – Construtores, S.A.)

APLICAÇÃO DO FMEA NA AVALIAÇÃO DE RISCO DE TALUDES E MUROS DE CONTENÇÃO TRADICIONAIS EM ALVENARIA DE PEDRA

Tiago Manuel da Silva Ribeiro

Ao longo das últimas décadas o município de Amarante tem-se deparado com inúmeros problemas de instabilidade de estruturas de suporte de terras, maioritariamente instabilidade de taludes artificiais, (escavação e/ou aterro) e muros de contenção tradicionais em alvenaria de pedra. A unidade técnica de projeto, ou UTP, da Câmara Municipal de Amarante tem vindo a elaborar estudos, projetos e adjudicar as obras para repor a normalidade após a instabilização desses elementos, contudo a frequência de ocorrência destes fenómenos e os recursos necessários para a sua resolução ultrapassam a capacidade desta unidade, levando a que muitos destes casos se arrastem durante anos antes de ser reposta a sua normalidade.

Perante este panorama revelou-se necessário efetuar um estudo de forma a listar, avaliar e priorizar os vários casos de instabilidade existentes, para uma eficiente alocação dos recursos disponíveis. Esta análise pretende ainda identificar as principais causas de instabilidade destas estruturas, de forma a eliminar ou mitigar a ocorrência de futuros problemas semelhantes.

Para o estudo destes elementos de contenção de terras adotou-se a metodologia de análise de risco conhecida como FMEA, "*Failure Modes and Effects Analysis*" ou análise dos efeitos e modos de falha, com as adaptações necessárias de forma a maximizar a confiabilidade das avaliações mediante a especificidade dos casos a avaliar e realidade da instituição.

Palavras-chave: FMEA; Risco; Taludes; Muros de Contenção.

Orientador: Professor Jorge José de Magalhães Mendes (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Miguel Jorge Barbosa Gomes (Câmara Municipal de Amarante)

ATIVIDADES DE DIREÇÃO DE OBRA

Vânia Filipa Gonçalves Vilaça

O presente relatório tem como principal objetivo descrever os trabalhos efetuados durante o período de estágio curricular, realizado na empresa Garcia, Garcia, S.A., nomeadamente em serviços de direção de obra.

A obra onde se desenrolou o estágio tratou-se de uma empreitada com o propósito de construir novas instalações para uma empresa de transporte de mercadorias. Esta era composta por três edificações e ainda instalações de apoio.

Este relatório começa por apresentar uma contextualização do estágio bem como uma descrição da empresa, onde este foi realizado, indicando a sua missão, os produtos e serviços prestados aos clientes e a sua estrutura organizacional e ainda o *software* utilizado.

De seguida contextualiza-se e descreve-se a obra da BRUNOTIR, fundamental para uma melhor perceção de todo o projeto de construção em que se inseriu o estágio.

No seguimento do relatório apresenta-se o planeamento e a forma como ele é importante numa construção, bem como esta temática foi abordada ao longo do estágio curricular.

Posteriormente são apresentados dois capítulos de relevância, incluindo as várias atividades executadas em obra e controlos desenvolvidos no decorrer da empreitada, nomeadamente o controlo de presenças, custos e da qualidade, ambiente e higiene e segurança.

Tendo por base estes dois últimos capítulos, exhibe-se um outro capítulo que contém uma análise crítica, de algumas das tarefas realizadas em obra com o intuito de comparar o que foi feito relativamente com a teoria que foi adquirida ao longo dos anos de estudo e uma pesquisa realizada para o efeito.

Por fim, elaboram-se algumas considerações acerca da experiência vivida e da informação absorvida durante o período de estágio, bem como o que foi alcançado tendo em conta os objetivos propostos para o desenvolvimento do estágio.

Palavras-chave: Gestão de obra; Planeamento; Controlo; Orçamentação.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Supervisores: Engenheiro João Nuno Moreira e Engenheira Patrícia Ferreira (Garcia, Garcia, S.A.)

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE INFRAESTRUTURAS

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



ESTUDO E PROJETO DE UMA VARIANTE URBANA NO CONCELHO DE CINFÃES

Bruno Rafael Silva Pinto

A criação de infraestruturas passa pela construção de estradas que ligam pontos estratégicos, permitindo acesso a bens e serviços, de forma cómoda e segura.

No desenvolvimento deste trabalho é abordado o estudo e projeto de uma variante urbana no concelho de Cinfães, nas especificidades de traçado, pavimentos e sinalização. Inicia-se por uma apresentação sobre o trabalho, os objetivos, a estrutura e a metodologia utilizada na sua elaboração. São apresentados os *softwares* utilizados, como editores de imagem (*Google Earth, Microsoft ICE e Caesium*) que permitem obter e trabalhar imagens panorâmicas, o Civil 3D que possibilita a realização ágil de um projeto de vias e o Alize-LCPC que determina as características de dimensionamento de um pavimento flexível.

São apresentados os estudos necessários para a construção da variante em questão passando pela localização da via, o trabalho sobre o levantamento topográfico fornecido pela Câmara Municipal, condicionantes de traçado e serviços afetados. Posteriormente, são abordados alguns conceitos teóricos como geometria do traçado, velocidade, tráfego e visibilidade. Descrevem-se as características geométricas de infraestruturas rodoviárias a conhecer anteriormente à realização de um projeto de execução de uma via, como o traçado em planta (alinhamentos retos, curvas, raios, sobrelevação, sobrelargura), perfil longitudinal (trainéis, inclinações, concordâncias verticais) e perfil transversal (faixa de rodagem, bermas, valetas e taludes). É realizada ainda uma apresentação sobre os elementos integrantes de uma plataforma rodoviária e passeio, os seus critérios de dimensionamento, como caracterização do tráfego, temperaturas de serviço e deformações, assim como os elementos teóricos para o estudo de drenagem (período de retorno, precipitação e tipos de dispositivos). São ainda apresentadas as características gerais de um projeto de sinalização e segurança, enunciando as marcas rodoviárias e a sinalização vertical. Termina-se apresentando as soluções encontradas e os meios utilizados, para a elaboração do projeto de uma via nova, alargamento de via existente e requalificação de pavimento de um troço de ligação à EN222, expondo ainda as conclusões obtidas na realização do projeto com propostas para desenvolvimentos futuros.

Palavras-chave: Estudo de traçado; Perfil; Plataforma; Pavimento; Sinalização; Segurança.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

ESTUDO E PROJETO DE REABILITAÇÃO DOS ACESSOS AOS PARQUES EÓLICOS DA IBERWIND

Catarina Ruano Meireles

A Iberwind recebeu o aluno estagiário para a realização de um projeto de consultoria técnica focada nos acessos dos seus 31 parques eólicos presentes no território nacional. É apresentada a empresa, bem como todo o processo de construção e desenvolvimento de parques eólicos.

O presente relatório de estágio foca-se, maioritariamente, na reabilitação de acessos a parques eólicos, debruçando-se sobre as especialidades de terraplenagens, drenagem e pavimentação, bem como as condicionantes geométricas. Verifica-se que com o passar dos anos, após a construção dos primeiros empreendimentos, começa a denotar-se a deterioração dos acessos aos mesmos. É, por isso, relevante e significativo o trabalho realizado no âmbito do estágio, por forma a avaliar as diversas necessidades de reabilitação e manutenção dos acessos a apresentar soluções globais.

O levantamento de campo realizado cobriu todo o portefólio da empresa e documentou a totalidade das patologias relacionadas com as especialidades de pavimentação e drenagem. Executaram-se visitas a todos os parques, acompanhadas pelos operadores dos mesmos, e aliaram-se às mesmas entrevistas aos supervisores de zona com o intuito de aglomerar informação e contextualizar a problemática. Realizou-se uma proposta de reabilitação dos acessos em piores condições, o que levou à adjudicação da obra e acompanhamento de alguns trabalhos por parte do autor no presente ano.

O trabalho realizado e detalhadamente documentado permitiu a criação de uma metodologia de inspeção e manutenção a ser implementada nos parques eólicos do grupo, de forma a reduzir custos e otimizar recursos a longo prazo. A metodologia consiste, de forma sintetizada, na inspeção periódica dos acessos de cada parque pelas equipas de campo e a definição das necessidades prioritárias de manutenção e reabilitação dos mesmos de maneira independente.

Palavras-chave: Acessos; Pavimentos granulares; Parques eólicos; Reabilitação; Manutenção.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Tiago André Silva (Iberwind, S.A.)

PATOLOGIAS NA SUPERESTRUTURA DA FERROVIA BALASTRADA

César Augusto Inocêncio Sousa

Nesta dissertação de mestrado, pretende-se contribuir para o conhecimento no âmbito das patologias da ferrovia, nomeadamente no que se refere a patologias em carril, balastro, travessas e elementos de fixação, tendo sido coletado neste trabalho as mais variadas patologias da ferrovia balastrada bem como a sua catalogação socioeconómica, permitindo com essa enumeração tomadas de decisão coerentes e assertivas no que respeita a recomendações a efetuar tanto como diagnóstico como para manutenção.

O trabalho inicia-se por uma introdução relativa ao aparecimento da ferrovia num contexto internacional, particularizando posteriormente o caso de Portugal até ao estado da arte atual, com um pequeno desenvolvimento a nível socioeconómico com as grandes obras e projetos para os próximos anos.

Para além da síntese de conhecimentos referida, apresentou-se um pouco da atualidade ferroviária de alguns países com relevância, quer por associação fronteiriça quer por desenvolvimento tecnológico.

Apresenta-se brevemente os componentes mais importantes da ferrovia balastrada com especial destaque para os elementos da superestrutura de via, nos quais se engloba o carril, as travessas, os elementos de fixação e o balastro.

Por fim esta dissertação apresenta um trabalho exaustivo na recolha e investigação das várias patologias associadas ao carril, as travessas, aos elementos de fixação e ao balastro, bem como o sistema de código, recomendações e correções associadas, fornecendo assim uma fácil interpretação do tipo de patologia e defeitos associados ao desenvolvimento desses fenómenos.

Orientadora: Professora Maria da Fátima Guimarães Faria Portela Moreira (ISEP)

DEFINIÇÃO PRELIMINAR DAS AFLUÊNCIAS INDEVIDAS AO SUBSISTEMA DE GAIA LITORAL

Cláudio André Araújo Dias

O problema das aflúências indevidas exerce um impacto considerável, não apenas sobre os sistemas de drenagem de águas residuais, mas também sobre o meio ambiente e as populações e infraestruturas presentes nas áreas de influência. Trata-se de um problema com consequências de dimensões técnica/estrutural, ambiental, social, económico-financeira e de saúde pública.

Assim, a minimização das aflúências indevidas deve constituir uma preocupação da gestão dos sistemas, visto que a mesma permite que a capacidade de transporte e tratamento instalada seja utilizada para as funções inicialmente planeadas (drenagem e tratamento das águas residuais domésticas) e inclui os benefícios de diminuir os custos associados, melhorar a eficiência dos serviços prestados e rentabilizar as infraestruturas existentes.

Do ponto de vista económico, há a possibilidade de intervenção nos casos em que o custo de transporte e/ou tratamento do caudal associado às aflúências indevidas é superior ao custo da sua eliminação. Neste sentido, um dos objetivos a atingir pela entidade gestora deverá ser o da redução gradual de aflúências indevidas, numa perspetiva de custo-benefício.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho – a definição preliminar das aflúências indevidas ao Subsistema de Gaia Litoral (incluindo a estimativa dos custos associados) – assume uma importância elevada no controlo e redução dos caudais em excesso, visto que a mesma é parte integrante do plano de minimização de aflúências indevidas.

No decorrer do trabalho, foram implementados os métodos mais adequados ao tipo e natureza da informação utilizada, de forma a cumprir os objetivos estabelecidos inicialmente. Os resultados obtidos permitiram formular uma definição das aflúências indevidas assente em volumes em excesso e seus custos, parâmetros de avaliação e indicadores de desempenho.

Palavras-chave: Aflúências indevidas; Águas residuais; Plano de minimização; Caudais em excesso; Custo-benefício.

Orientador: Professor Tiago André Martins de Azevedo Abreu (ISEP)

Supervisora: Engenheira Teresa Maria da Cunha Bastos (SIMDOURO, S.A.)

APERFEIÇOAMENTO DOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA A ORÇAMENTAÇÃO E PLANEAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS

Emanuel Sousa Silva

Este relatório foi realizado no âmbito da unidade curricular de DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio) lecionada no Mestrado em Engenharia Civil – Infraestruturas, no Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio foi realizado na Divisão Municipal de Obras e Iluminação Pública, na Câmara Municipal do Porto. Neste relatório procurou-se descrever e caracterizar todos os tipos de pavimentos, desenvolver e estudar novas técnicas de orçamentação e planeamento, e ainda analisar vários casos para mostrar a validade do que se realizou.

Este relatório inicia-se com uma primeira parte de âmbito teórico, em que se faz referência aos diferentes tipos de pavimentos, analisando-se o seu comportamento, execução, patologias e métodos de dimensionamento. Para além disso, faz-se a interpretação do Decreto-Lei nº 163/2006 e das questões de mobilidade urbana.

Para o estágio foram necessárias diversas ferramentas de trabalho, não só fornecidas pela Divisão Municipal de Obras e Iluminação Pública, mas também propostas e exploradas pelo aluno. Com estas ferramentas conseguiu-se desenvolver um novo método de orçamentação, estudando os Rendimentos dos operários para um maior rigor nas estimativas de custo efetuadas.

As soluções que se apresentam para mostrar o trabalho desenvolvido foram escolhidas de acordo com a sua importância e abrangência para demonstrar tudo o que foi acompanhado e realizado durante o estágio. Começou-se pela Rua do Dr. Magalhães Lemos que foi selecionada porque houve a oportunidade de acompanhar e fiscalizar uma obra que contempla a execução de dois pavimentos distintos, o pavimento flexível e o rígido, em Betão Armado Contínuo.

Optou-se também por selecionar dois casos de melhoria da acessibilidade no centro da cidade porque foram dois projetos desenvolvidos pelo aluno em que se conseguiu explorar as diferentes decisões que se teve de tomar. Por fim, apresenta-se o estudo do dimensionamento da Rua de Santo Ildefonso de acordo com as diretrizes da Câmara Municipal do Porto e no percurso académico.

Palavras-chave: Pavimentos; Flexível; Rígido; Mobilidade; Travessia; Orçamento; Rendimento.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Supervisora: Engenheira Elza Maria dos Santos Osório (Câmara Municipal do Porto)

ANÁLISE DE ESTABILIDADE E FUNDAÇÕES DE EQUIPAMENTOS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL RODOVIÁRIA

Jorge Miguel Nogueira Dias

O presente projeto foi realizado no âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio/Projeto e desenvolve um estudo sobre as estruturas porticadas de sinalização vertical em Autoestradas, ao nível da estrutura metálica e das fundações, com o objetivo de analisar três casos diferentes com características distintas. Dois dos casos em estudo são modelos comuns que se encontram facilmente nas autoestradas. O terceiro tem uma configuração diferente, mais gravoso que o habitual. Com estes três casos obtém-se um estudo completo e abrangente deste tipo de estrutura porticada.

Ao longo do projeto é seguida a norma EC3 (Eurocódigo 3 – Projeto de estruturas de aço).

Dimensionaram-se as estruturas utilizando secções tubulares, mas é também realizado o dimensionamento de uma solução estrutural alternativa recorrendo a perfis laminados I ou H.

As estruturas foram modeladas com recurso ao *software* de cálculo *Autodesk Robot Structural Analysis Professional*, obtendo-se os esforços e deformações nos vários pontos da estrutura que permitem realizar o dimensionamento manual das secções dos perfis estruturais, chumbadouros, chapas de fundação e fundações propriamente ditas.

Na parte final do projeto apresenta-se uma apreciação global do mesmo, conclusões gerais sobre os resultados obtidos e possíveis desenvolvimentos futuros.

Palavras-chave: Pórticos de sinalização vertical; Estruturas metálicas; Eurocódigo 3; Ação do vento; Autoestradas; Análise da estabilidade.

Orientador: Professor Tiago Sarmiento Sabino Domingues (ISEP)

REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS NA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DIGESTÃO ANAERÓBIA – APLICAÇÃO A UMA ETAR DA AdCL

Mário de Jesus Moura Fernandes

Numa sociedade com elevado consumo energético, a dependência de combustíveis fósseis em evidente diminuição de disponibilidades é um tema cada vez mais preocupante, assim como a poluição atmosférica resultante da sua utilização. Existe, portanto, uma necessidade crescente de recorrer a energias renováveis e promover a otimização e utilização de recursos.

A digestão anaeróbia (DA) de lamas é um processo de estabilização de lamas utilizado nas Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e tem, como produtos finais, a lama digerida e o biogás.

Maioritariamente constituído por gás metano, o biogás pode ser utilizado como fonte de energia, reduzindo, deste modo, a dependência energética da ETAR e a emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera. A otimização do processo de DA das lamas é essencial para o aumento da produção de biogás.

No presente relatório de estágio, as Redes Neurais Artificiais (RNA) foram aplicadas ao processo de DA de lamas de ETAR. As RNA são modelos simplificados inspirados no funcionamento das células neuronais humanas e que adquirem conhecimento através da experiência. Quando a RNA é criada e treinada, produz valores de output aproximadamente corretos para os inputs fornecidos. Uma vez que as DA são um processo bastante complexo, a sua otimização apresenta diversas dificuldades. Foi esse o motivo para recorrer a RNA na otimização da produção de biogás nos digestores das ETAR de Espinho e de Ílhavo da AdCL, utilizando o software *NeuralTools™* da *Palisade™*, contribuindo, desta forma, para a compreensão do processo e do impacto de algumas variáveis na produção de biogás.

Palavras-chave: Estações de tratamento de águas residuais; Digestão anaeróbia; Biogás; Redes neuronais artificiais.

Orientador: Professor Jaime António Pires Gabriel Silva (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Pedro Miguel Leite Ferreira (NORAQUA, Consultores de Engenharia, Lda.)

PROPOSTA DE RECONVERSÃO DE LINHAS FERROVIÁRIAS PARA LINHAS DE LEVITAÇÃO MAGNÉTICA – CASO DE ESTUDO BRASIL

Nuno Manuel Veiga Monteiro

Trabalho realizado para a disciplina de Dissertação, Projeto ou Estágio do Instituto Superior Técnico de Engenharia do Porto, no ano letivo de 2014/2015, com a proposta de Dissertação no âmbito da transição das convencionais vias de ferrovia para as vias de levitação magnética, como parte dos requisitos à obtenção dos ECTS necessários à classificação final. Propõe-se nesta dissertação a aplicação de um sistema de levitação magnética que resulta da evolução dos sistemas existentes. A proposta exposta é uma melhoria que consiste numa possibilidade teórica de o trilho conseguir através do magnetismo, aplicar uma rotação ao veículo necessária em curva e ajustar essa rotação à velocidade a que se desloca. Para que este sistema funcione sugere-se a introdução de mais um campo magnético no trilho que tem como função rodar o veículo em curva e substituir a sobrelevação ou escala do convencional trilho. Sugere-se que este sistema seja aplicado no território brasileiro em três fases distintas. Ligando numa primeira fase as três maiores cidades, seguido do litoral e por fim o interior do Brasil. A aplicação deste sistema no Brasil pode apresentar ser a solução ideal, em termos de velocidade e conforto, contudo é um sistema que necessita de estudos mais aprofundados.

Palavras-chave: Levitação; Maglev; Comboio; Alta velocidade; Eletromagnetismo.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

ACOMPANHAMENTO DA CONSTRUÇÃO DO PARQUE EÓLICO DO PISCO

Paulo Ricardo Sengo e Silva

Dadas as condições atuais do mercado de trabalho, o conhecimento empírico é cada vez mais um fator distintivo na carteira de habilitações de um engenheiro recém-graduado. Desta forma, a possibilidade de realização de um estágio em ambiente empresarial ganha toda uma nova dimensão no panorama académico, apresentando-se como uma excelente oportunidade de obtenção de experiência e conhecimento de causa num momento imediatamente anterior à saída da universidade e à entrada no mundo profissional.

Neste âmbito, apresenta-se o presente relatório, referente ao estágio desenvolvido sob alçada da empresa Eletrolinhas SA, durante a construção do Parque Eólico do Pisco. Este estágio enquadra-se no 2.º Ano do Mestrado em Engenharia Civil – ramo de Infraestruturas, do departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Ao longo de 6 meses, de Fevereiro a Julho de 2015, foi possível acompanhar o desenrolar da obra de construção de um parque eólico, da perspectiva da fiscalização. Este estágio tem especial interesse dado tratar-se de uma obra de grande dimensão, com diversas particularidades ao nível do planeamento e da execução, descritas ao longo dos próximos capítulos.

Palavras-chave: Estágio; Parque eólico; Infraestruturas; Aerogeradores.

Orientador: Professor Tiago Sarmento Sabino Domingues (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Luís Alves (Eletrolinhas, S.A.)

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE CONTROLO DE TRÁFEGO DA CIDADE DO PORTO

Pedro Miguel Pinto Ferreira

No âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio/Projeto, foi desenvolvido, durante um estágio na Câmara Municipal do Porto, o estudo da eficiência do sistema inteligente de controlo de tráfego implementado na cidade. Este sistema é designado como Sistema Inteligente de Gestão Autónoma – SIGA e tem como base de funcionamento o *software* de gestão de tráfego GERTRUDE da empresa GERTRUDE SAEM.

O sistema de controlo de tráfego encontra-se repartido em 10 zonas interligadas, focadas essencialmente no centro da cidade do Porto. O estudo foi aplicado apenas a uma parte da zona da Constituição, nomeadamente a rua da Constituição, desde a Praça Marquês até à rua Antero de Quental.

A eficiência mediu-se pela comparação de duas situações, a circulação e o comportamento das correntes de tráfego com o sistema em funcionamento normal e com o sistema desativado. Por sua vez, o indicador utilizado que permitiu avaliar o sistema foi o nível de serviço obtido pelo atraso médio por veículo em cada ramo de cada interseção.

Para determinação do atraso, foram testados diferentes métodos para se tentar perceber qual aquele que melhor se adequava à situação e que exigia menor número de recursos humanos. À frente serão exaradas algumas conclusões acerca da metodologia de cada um deles e condicionantes que levaram à não utilização de todos os métodos.

Depois de aplicadas as metodologias que permitiram determinar o nível de serviço em cada grupo semafórico das diferentes interseções, percebeu-se que existe uma grande diferença na circulação entre as duas situações, sendo que a mais-valia que este sistema apresenta é a coordenação das diferentes interseções que se encontram abrangidas pelas 10 zonas pertencentes ao SIGA.

Palavras-chave: Corrente de tráfego; Procura; Débito de saturação; Atraso; Nível de serviço.

Orientadora: Professora Maria da Fátima Guimarães Faria Portela Moreira (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Bruno Miguel Aires Eugénio (Câmara Municipal do Porto)

OCUPAÇÃO DA ORLA COSTEIRA, SUA MORFOLOGIA E RISCOS INERENTES. CASO DE ESTUDO CAMINHA-ESPINHO

Ricardo Filipe Gomes Fernandes Leite

Neste relatório é descrito o estágio curricular efetuado na Agência Portuguesa do Ambiente – Administração da Região Hidrográfica do Norte, na Divisão de Recursos Hídricos do Litoral no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio do Mestrado em Engenharia Civil – ramo de Infraestruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Durante o estágio pretendeu-se estudar a ocupação e ordenamento da orla costeira Caminha-Espinho, estudar fenómenos de erosão/acrecção de sedimentos, bem como analisar riscos a ela inerentes.

Foram desenvolvidos três trabalhos distintos. No primeiro, identificaram-se e caracterizaram-se as ocupações em Domínio Público Marítimo. De seguida, pretendeu-se quantificar balanços sedimentares desta orla, utilizando como referência dados dos anos 2001 e 2011. Por fim, abordaram-se os riscos associados à orla costeira, soluções implementadas e intervenções efetuadas pela APA sobre algumas zonas de risco. Cada trabalho levou à produção de um anexo respetivo que apresenta com maior detalhe os resultados obtidos.

Orientador: Professor Tiago André Martins de Azevedo Abreu (ISEP)

Supervisor: Engenheiro António Sérgio Cordeiro Fortuna (Agência Portuguesa do Ambiente – DRHL Norte)

GESTÃO DE ZONAS COSTEIRAS: CASO DE ESTUDO CAMINHA-ESPINHO

Ricardo de Lima Marinho

O presente relatório descreve o Estágio Curricular desenvolvido na instituição pública Agência Portuguesa do Ambiente (APA) I.P./ Administração da Região Hidrográfica do Norte (ARHN), na Divisão dos Recursos Hídricos do Litoral (DRHL) no Porto, no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, ramo de Infraestruturas, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Os principais objetivos do Estágio prendem-se com a gestão de zonas costeiras, particularizando-se o caso da orla costeira Caminha-Espinho. Dá-se especial enfoque ao estudo da erosão costeira, suas consequências e soluções que a possam minimizar.

Este estudo divide-se em três trabalhos principais. O primeiro identifica e caracteriza as ocupações situadas em Domínio Público Marítimo (DPM), no troço de costa em estudo. No segundo, estima-se o balanço sedimentar ocorrido durante uma década com recurso a informação geográfica (altimétrica) de 2001 e 2011. Por fim, o terceiro trabalho apresenta algumas intervenções de defesa costeira que foram possíveis de visitar durante a sua fase de execução.

As principais ferramentas utilizadas para este estudo foram *softwares* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), como o ArcGis ou o QGIS.

Estes três trabalhos encontram-se em anexo a este relatório.

Orientador: Professor Tiago André Martins de Azevedo Abreu (ISEP)

Supervisor: Engenheiro António Sérgio Cordeiro Fortuna (Agência Portuguesa do Ambiente – DRHL Norte)

SEGURANÇA DE PEÕES EM MEIOS URBANOS: CASO DE ESTUDO CIDADE DO PORTO

Teresa Maria de Almeida Pedroso

Este trabalho tem como objetivo o estudo da segurança dos peões, com incidência na questão da circulação e travessias pedonais dentro de zonas urbanas.

Pretendeu-se identificar as vias mais problemáticas, com maior incidência de atropelamentos dos peões, de modo a estudar as causas. Após esse estudo e o estudo de soluções para o problema, pode-se garantir ao peão uma melhor qualidade na mobilidade dentro dos meios urbanos.

Falando na segurança de peões, é impreterível falar da sinistralidade. Foi abordado o tema e executado um estudo para análise do posicionamento de Portugal na União Europeia. Fez-se um estudo entre os anos 2010 a 2014, constatando-se que Portugal teve uma melhoria de 2010 a 2013. Já em 2014 teve um ligeiro decréscimo no melhoramento dos resultados.

Em relação ao número de peões mortos por milhão de habitantes, a análise fez-se no período de tempo compreendido de 2010 a 2014, e a nível europeu pôde-se verificar, que de 2010 a 2012 Portugal teve uma melhoria significativa. Já 2013 foi um ano com maus resultados e obteve-se um decréscimo na melhoria que se havia conseguido, mas em 2014 conseguiu-se uma boa recuperação ficando nesse ano na décima sexta posição.

Foi também analisada a França, para se fazer uma comparação com Portugal, e concluímos que França tem os melhores resultados a nível da sinistralidade, sendo um País com melhores condições de transporte, melhorando assim o nível de sinistralidade.

Foram referidos também alguns temas publicados que são uma forma de dar a conhecer as consequências de alguns maus hábitos da população, assim como algumas doenças normais da sociedade em geral e como se refletem na condução.

Para se melhorar a segurança dos peões, existem as técnicas de acalmia, tendo sido feita uma abordagem ao tema.

No caso de estudo Cidade do Porto, foram analisados os resultados em relação aos anos de 2013, 2014 e os três primeiros meses de 2015. Os resultados obtidos e suas análises apontam para a necessidade de uma maior formação quer do peão, quer do condutor, uma vez que grande parte dos sinistros são mortes por atravessamento fora do local de Segurança de Peões em meios urbanos passagem ou excesso de velocidade dos condutores. Assim, será necessário intervir também a nível da acalmia.

Existem ainda muitas áreas a melhorar, para a obtenção de resultados brilhantes no nosso país, mas se todos caminharmos na mesma direção rapidamente chegaremos ao topo dos objetivos pretendidos que é salvar todos os dias mais vidas.

Palavras-chave: Segurança rodoviária; Rede pedonal; Sinistralidade rodoviária; Sinistralidade EU; Medidas de acalmia.

Orientadora: Professora Maria da Fátima Guimarães Faria Portela Moreira (ISEP)

ÍNDICE DE AUTORES

| | |
|--|----|
| Alexandra Barros Lima de Almeida | 21 |
| Ana Luísa Ferreira Azevedo..... | 22 |
| André Filipe Flor Ferreira..... | 3 |
| André Gouveia Gomes..... | 4 |
| Bruno Rafael Silva Pinto | 59 |
| Carlos Alberto Oliveira Pacheco | 23 |
| Catarina Ruano Meireles..... | 60 |
| César Augusto Inocêncio Sousa..... | 61 |
| Cláudio Alexandre dos Santos Gomes | 24 |
| Cláudio André Araújo Dias..... | 62 |
| Cristiana Susete Martins Seabra..... | 47 |
| Daniel Pereira de Carvalho..... | 25 |
| Diogo Emanuel Correia Marques..... | 26 |
| Diogo Tavares Brandão..... | 48 |
| Edna Fernandes Teixeira..... | 5 |
| Emanuel Sousa Silva..... | 63 |
| Fábio Almeida Carvalho..... | 49 |
| Fábio João da Silva Teixeira..... | 27 |
| Flávio Cristiano Machado Peixoto..... | 28 |
| Frederico Duarte Rodrigues Alves..... | 29 |
| Gonçalo Norton Lages..... | 50 |
| Henrique Manuel Pacheco Moreira | 30 |
| Hugo Miguel Bernardo da Silva..... | 6 |
| Isabel Cristina Azevedo Amorim..... | 31 |
| Ivo Marques da Cunha Machado..... | 7 |

ÍNDICE DE AUTORES

| | |
|--|----|
| João Carlos Morgado Pinto Leite..... | 51 |
| Joel Martins Ribeiro..... | 32 |
| Jorge Miguel Nogueira Dias..... | 64 |
| José Filipe Costa Gomes..... | 8 |
| José Manuel Martins Ferreira dos Santos..... | 33 |
| Luís Carlos Brito Cruz..... | 34 |
| Marcelo Moreira Magalhães..... | 35 |
| Mário de Jesus Moura Fernandes..... | 65 |
| Nuno Manuel Veiga Monteiro..... | 66 |
| Nuno Miguel da Silva Cunha..... | 9 |
| Nuno Valente Neves..... | 52 |
| Paulo Ricardo Sengo e Silva..... | 67 |
| Pedro Miguel Pinto Ferreira..... | 68 |
| Raúl Filipe Teixeira e Sousa..... | 36 |
| Ricardo Alexandre Mendes Correia..... | 37 |
| Ricardo André Silva Pentieiro..... | 10 |
| Ricardo Belchior da Silva Pereira..... | 38 |
| Ricardo de Lima Marinho..... | 70 |
| Ricardo Filipe Gomes Fernandes Leite..... | 69 |
| Ricardo Franco Moreno Marques Pereira..... | 53 |
| Ricardo Jorge Ferreira de Andrade..... | 39 |
| Rita Sofia Galdes Queiroz..... | 11 |
| Rui Emanuel Magalhães Leite..... | 12 |
| Rui Filipe Amorim Ribeiro..... | 40 |
| Sara Cristina Barros Branco Rodrigues..... | 41 |
| Sérgio Daniel Mendes Magalhães..... | 42 |
| Sofia Vanessa Silva Carvalho..... | 13 |
| Teresa Margarida Teixeira Sampaio..... | 14 |
| Teresa Maria de Almeida Pedroso..... | 71 |
| Tiago Lopes Moreira..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Tiago Manuel da Silva Ribeiro..... | 54 |
| Ulisses Emanuel dos Santos Duarte..... | 15 |
| Vânia Filipa Gonçalves Vilaça..... | 55 |
| Vera Isabel Amado Fidalgo..... | 16 |
| Vera Lúcia Maia Azevedo..... | 44 |
| Verónica Daniela dos Santos..... | 17 |



P. PORTO