

Mestrado em Engenharia Civil

Dissertação

Projeto

Estágio

Anuário 2016

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto

Ficha técnica

Título: Mestrado em Engenharia Civil: Dissertação, Projeto, Estágio. Anuário 2016

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 Felix

ISBN 978-989-98875-5-8

dec@isep.ipp.pt

ÍNDICE GERAL

Índice Geral.....	i
Preâmbulo.....	iii
Agradecimentos.....	v
Índice dos Trabalhos.....	vii
Ramo de Construções.....	1
Ramo de Estruturas.....	35
Ramo de Gestão da Construção.....	55
Ramo de Infraestruturas.....	75
Índice de Autores.....	99



PREÂMBULO

São reconhecidas as dificuldades que os setores da construção civil e obras públicas, com repercussões no domínio da Engenharia Civil, atravessam, atualmente, em Portugal e no Mundo, fruto de uma conjuntura económica globalmente desfavorável e de uma perceção não isenta de enviesamentos acerca da importância da Engenharia Civil para a manutenção da sociedade com os padrões de segurança e de conforto nos termos que hoje conhecemos. Estas dificuldades resultam no imediato numa recessão do mercado de trabalho mas trazem novos desafios e criam novas oportunidades a que a comunidade técnica e científica procura responder do melhor modo.

O presente documento reúne os resumos dos trabalhos de Dissertação, Projeto ou Estágio (DIPRE) que os estudantes finalistas do Mestrado em Engenharia Civil (MEC) do Instituto Superior de Engenharia do Porto concluíram no ano letivo 2015/2016, com o objetivo principal de contribuir para a difusão, junto da comunidade técnica e científica, dos avanços operados na área da Engenharia Civil.

A uma envolvente desfavorável e em contração, este anuário responde com um número recorde de trabalhos de DIPRE concluídos, versando temas inovadores e em áreas consideradas promissoras, a maioria dos quais desenvolvidos em ambiente empresarial. Estes factos são bem reveladores do modo como a academia e o tecido empresarial enfrentam a atual crise do setor e se preparam para os novos desafios da Engenharia Civil que se avizinham.

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 os 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 os 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 2015/2016:

Águas do Norte, SA

Águas e Parque Biológico de Gaia, EM, SA

Alfaengenharia – Engenharia Civil e Acústica, Lda.

ASL & Associados, Lda.

Câmara Municipal de Amarante

Câmara Municipal de Valongo

Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia

Câmara Municipal do Porto

CARI Construtores, SA

CCAD – Serviços de Engenharia, Lda.

CMPH – DOMUS SOCIAL – Empresa de Habitação e Manutenção do Município do Porto, EM

COGEDIR – Gestão de Projetos, SA

Enescoord – Coordenação e Gestão de Projectos e Obras, Lda.

Euromodal – Sociedade de Representações, Lda.

GEG – Gabinete de Estruturas e Geotecnia, Lda.

GNS – Building Solutions, SA

H2OPT – Grupo Noraqua, Lda.

Iperplano – Gestão, Planeamento e Fiscalização de Obras, SA

João Moreira & Filhos, Lda.

NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda.

ndBIM – Virtual Building, Lda.

NEC – Núcleo de Estudos da Construção – ISEP

NEWTON – Consultores de Engenharia, Lda.

O Feliz – Metalomecânica, SA

Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense, SA

SBS – Engenharia Civil, Hidráulica e Ambiente, Lda.

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

SENQUAL – Sociedade de Engenharia e Qualidade, Lda.

Sociedade Pedreiras Baionense, Lda.

SPB – Sociedade Pedreiras Baionense, Lda.

Urbiave – Jorge Militão & Associados, Lda.

Vierominho II – Construções e Reabilitação de Edifícios, Lda.

ÍNDICE DOS TRABALHOS

Ramo de Construções.....	1
Desenvolvimento de um Manual de Procedimentos de um Equipamento de Detecção de Armaduras no Âmbito de Estágio.....	3
Estágio na Empresa GNS – Building Solutions, S.A. – Relatório de Atividades e Estudos Realizados.....	4
Edifícios com Consumo Energético Quase Nulo.....	5
Integração do Cálculo Estrutural ao Fogo em Projeto Através de uma Ferramenta BIM.....	6
Relatório de Estágio – Casa Burguesa do Porto.....	7
Avaliação Térmica e Acústica Pré e Pós Intervenção de Reabilitação.....	8
Análise Comparativa entre as Normas de Segurança do Trabalho Brasileira e Portuguesa nos Canteiros de Obra.....	9
Conceção e Estudo de um Sistema Simples de Climatização de Habitação.....	10
Conforto Acústico das Edificações: Análise Econômica de Isolantes e das Normas Vigentes.....	11
Soluções Construtivas na Baixa Portuense e Metodologias de Enquadramento de Processos Urbanísticos.....	12
Construção Sustentável: Comparativo entre Brasil e Portugal.....	13
Construção de um Centro Comercial em Loulé.....	14
Comportamento de Produtos Cimentícios Submetidos ao Ataque por Sulfatos.....	15
Análise das Alterações ao DL 118/2013 Ocorridas a 01/01/2016 – Benefício Energético.....	16
Segurança Contra Incêndio num Estabelecimento de Ensino.....	17
Dimensionamento de Painéis Pré-Fabricados em GRC.....	18
Reabilitação de Fachadas de Edifícios Antigos do Porto.....	19
Metodologia BIM-FM: Caso de Estudo Aplicado à Piscina Municipal de Vila Meã.....	20
Resistência à Penetração de Cloretos em Estruturas de Betão.....	21
Análise de Ligações de Estruturas Pré-Fabricadas.....	22
Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais: Estudo Comparativo entre o Regulamento Português e o Brasileiro.....	23
Reforço Estrutural de Vigas de Madeira Apoiado em Soluções de Pré-esforço.....	24

Dimensionamento de Coletores de Energia Solar Térmica em Edificações Existentes: Estudo Comparativo no Brasil e em Portugal.....	25
Metodologia Simplificada para a Inspeção de Edifícios – Programa Municipal Integrado de Reabilitação de Bairros Sociais	26
Análise do Conforto Térmico na Reabilitação de um Edifício	27
Avaliação do Desempenho Acústico de Edifícios de Habitação.....	28
Beneficiação Geral e Ampliação da Escola Mestre Querubim Lapa – Acompanhamento da Obra e Estudo da Eficiência Energética e Hídrica	29
Comportamento Acústico de Pavimentos em Edifícios Antigos.....	30
Construção de um Armazém Industrial – Acompanhamento das Diferentes Fases de Obra.....	31
Análise da Vertente da Eficiência Energética nos Principais Métodos de Avaliação Sustentável.....	32
Reabilitação Energética de Edifícios: Soluções de Melhoramento Térmico da Envolvente Exterior de um Edifício.....	33
Estudo das Principais Argamassas Utilizadas na Reabilitação de Edifícios Antigos.....	34
Ramo de Estruturas	35
Análise de Solução Alternativa para o Tabuleiro de um Viaduto de Betão Pré-Fabricado.....	37
Aplicação do Modelo Escoras e Tirantes a Vigas-Parede de Acordo com o Eurocódigo 2:2010.....	38
Análise Comparativa do Desempenho de Diferentes Programas de Cálculo Automático de Estruturas: Aplicação ao Caso de um Edifício em Concreto Armado.....	39
Estudo de Fixações em Elementos de Alvenaria: Comportamento ao Arrancamento.....	40
Produção Automática de Modelos BIM de Armaduras de Betão Armado – Pormenorização e Medição.....	41
Avaliação Experimental e Numérica do Comportamento Dinâmico dos Degraus de Bancada do Estádio do Dragão.....	42
Inspeção, Diagnóstico e Projeto no Âmbito da Reabilitação Estrutural.....	43
Cálculo Automático de Fundações Superficiais de Acordo com os Eurocódigos	44
Projeto de Naves Industriais de Grandes Dimensões.....	45
Inspeção e Diagnóstico de Edifícios de Betão Armado: Estudo e Aplicação a um Caso Prático.....	46
Reforço de Estruturas de Betão Armado com Chapas de Aço	47
Estudo de uma Passagem Superior Pedonal Metálica.....	48
Reforço e Proteção de Escarpas Rochosas: Caso de Estudo da Escarpa de S. Cristóvão.....	49
Avaliação Experimental dos Efeitos Dinâmicos da Ação do Vento na Torre de Telecomunicações do Monte da Virgem.....	50
Aplicação da Metodologia BIM ao Projeto de Pontes – Caso Prático.....	51
Reparação de Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo.....	52

Desempenho do Agregado Reciclado: Um Estudo Comparativo entre Brasil e Portugal, Baseado na Especificação E 471:2009.....	53
Ramo de Gestão da Construção.....	55
Aplicação da Metodologia BIM para a Gestão de Edifícios - Caso Prático.....	57
Gestão do Risco em Construções.....	58
Erros e Omissões nas Empreitadas de Obras Públicas.....	59
Analysis and Comparison of Different Structural Solution With Regard to Construction Site Organization Based on BIM 4D.....	60
Enquadramento da Lei dos Alvarás e da Lei da Qualificação Profissional no CCP, na Perspetiva da Construção Civil.....	61
Estudo da Utilização de Plataformas de Gestão da Informação e a Coordenação e Fiscalização de Empreitadas.....	62
Avaliação Imobiliária - Valores de Venda versus Valores Patrimoniais.....	63
Estudo Comparativo entre a Viabilidade Económica de um Empreendimento Imobiliário No Brasil e em Portugal.....	64
Reabilitação de Edifícios em Cidades Luso Brasileiras.....	65
Gestão de Projetos: O BIM nas Organizações.....	66
BIM 4D e 5D – Planeamento e Orçamentação.....	67
Requisitos para Certificação da Eficiência Energética de Edifício Comerciais: Uma Análise Comparativa Brasil - Portugal.....	68
Fiscalização e Coordenação de Empreitadas de Construção de Edifícios.....	69
Construção de Edifícios Energeticamente Eficientes: Comparação entre as Classificações Sustentáveis SBTOOL-PT e PROCEL EDIFICA.....	70
Análise de Valor Agregado – Aplicação em Projetos de Construção Civil no Brasil.....	71
Ferramentas de Orçamentação – Aplicação a um Caso de Estudo.....	72
Composição de Custos Diretos – Caso de Estudo: Reabilitação de Estradas.....	73
Ramo de Infraestruturas.....	75
Otimização Energética da Operação de Sistemas de Abastecimento de Água em Alta.....	77
Modelação de Perfis Transversais de Praia com Recurso a Séries Sintéticas.....	78
Estudo e Acompanhamento de Requalificações de Obras Rodoviárias do Município de Vila Nova de Gaia.....	79
Definição e Validação de Zonas de Monitorização e Controlo de Perdas de Água num Sistema de Abastecimento em Alta.....	80
Inspeção de Obras de Arte Especiais: Pontes e Viadutos.....	81
Usuários Vulneráveis e a sua Inserção na Mobilidade Urbana.....	82

Beneficiação e Manutenção de Obras Rodoviárias afetas ao Município do Porto.....	83
Aplicação de Matrizes de Risco para Priorização de Intervenções nas Conduitas Adutoras da Águas do Norte.....	84
Análise de Implementação de Software de Gestão de Tráfego na zona da Asprela.....	85
Comparação do Lean Construction no Brasil e em Portugal.....	86
Gestão Patrimonial de Infraestruturas Quantificação de Afluências Indevidas na Bacia de Crestuma.....	87
Revitalização Urbana do Centro da Cidade de São Paulo: Uma Contribuição a Partir do Plano de Reurbanização do Centro da Cidade do Porto.....	88
Avaliação do Choque Hidráulico e Dispositivos de Proteção em Estações Elevatórias de Águas Residuais.....	89
Otimização Energética de Sistemas de Arejamento nas Estações de Tratamento de Águas Residuais.....	90
Organização e Implementação de Sistema de Informação Geográfica na Divisão de Mobilidade e Transporte do Município de Vila Nova de Gaia.....	91
Plano de Mobilidade Empresarial da Câmara Municipal do Porto.....	92
A Gestão Integrada da Mobilidade Urbana Caso de Estudo Cidade do Porto.....	93
Estudo e Caracterização de Pavimentos Rodoviários Afetos às Vias Municipais de Valongo e Desenvolvimento de um Programa de Cálculo de Pavimentos.....	94
Estudo de Misturas Betuminosas do Tipo CPA para Revestimento de Pavimentos Aeroportuários.....	95
Análise Mecanicista Comparativa de Estruturas de Pavimentos para Uso em Corredores de Autocarros.....	96
Estações de Tratamento de Águas Residuais: Conceitos e Dimensionamento.....	97

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE CONSTRUÇÕES

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



DESENVOLVIMENTO DE UM MANUAL DE PROCEDIMENTOS DE UM EQUIPAMENTO DE DETEÇÃO DE ARMADURAS NO ÂMBITO DE ESTÁGIO

Ana Catarina Resende Seabra

O presente relatório diz respeito ao estágio curricular realizado na SENQUAL – Sociedade de Engenharia e Qualidade Lda, em Valadares, Vila Nova de Gaia.

No âmbito de estágio, as atividades desenvolvidas foram a realização de ensaios de controlo de qualidade de materiais e o estudo e a elaboração de um manual de procedimentos de um equipamento de deteção de armaduras.

Este relatório descreve os procedimentos e revela a importância da realização de alguns dos ensaios, nomeadamente os ensaios de determinação da forma das partículas, das resistências mecânicas dos cimentos e da absorção de água por capilaridade.

Apresenta-se o estudo sobre um equipamento de deteção de armaduras, analisando a metodologia e os resultados dos ensaios realizados. Realizou-se um manual de procedimentos para o equipamento. Este manual expõe as recomendações, a descrição dos procedimentos e especificações técnicas do equipamento.

O estudo desenvolvido mostra que o equipamento de deteção de armaduras apresenta algumas limitações. A disposição e configuração das armaduras e a limpeza da superfície do provete em análise revelam se influentes na obtenção de resultados.

Palavras-chave: Deteção de armaduras; Ensaios *in-situ*; Ensaios não destrutivos; Controlo de qualidade; Construção civil; Estágio curricular; SENQUAL.

Orientadora: Professora Eunice Maria Vilaverde Fontão (ISEP)

Supervisora: Doutora Cristina Alves Ribeiro (SENQUAL – Sociedade de Engenharia e Qualidade, Lda.)

ESTÁGIO NA EMPRESA GNS – BUILDING SOLUTIONS, S.A. – RELATÓRIO DE ATIVIDADES E ESTUDOS REALIZADOS

Ana Sofia Pereira Barreira

O presente relatório tem como objetivo descrever o estágio realizado, relatando as tarefas realizadas no contexto do mesmo, desde medição, orçamentação e direção de obra e por fim, desenvolver dois temas distintos adequados ao ramo de Mestrado.

No relatório apresenta-se a empresa onde decorreu o estágio e a sua estrutura organizacional. Seguidamente descrevem-se as diversas tarefas desenvolvidas no âmbito do mesmo, e as obras de maior relevância acompanhadas. Para cada uma das obras acompanhadas é feita a descrição das tarefas desempenhadas juntamente com um levantamento fotográfico.

Durante o estágio foi desenvolvido um estudo sobre manutenção de diversos tipos de coberturas incluindo a elaboração de um plano detalhado de intervenção de coberturas. Nestes constam as inspeções realizadas às coberturas das diversas escolas pertencentes à Câmara Municipal de Matosinhos, o respetivo levantamento fotográfico das anomalias encontradas e as tabelas modelo para os custos estimativos da intervenção.

Por fim foi desenvolvido o tema: Análise da melhoria do desempenho energético e hídrico numa reabilitação. Este foi aplicado a uma habitação cujas obras de remodelação foram acompanhadas no decorrer do estágio, onde se pretende estudar e avaliar as soluções aplicadas no edifício de forma a propor diferentes soluções e melhorias ao seu desempenho.

Palavras-chave: GNS – Building Solutions, S.A.; Eficiência energética; Eficiência hídrica; Planos de inspeção de coberturas; Remodelação; Reabilitação.

Orientadora: Professora Eunice Maria Vilaverde Fontão (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Rui Manuel Lopes de Sousa (GNS – Building Solutions, S.A.)

EDIFÍCIOS COM CONSUMO ENERGÉTICO QUASE NULO

Bárbara Rita Almeida Neves Santos Ferreira

Atualmente as preocupações mundiais estão focadas na forma insustentável com que a população utiliza os diversos recursos energéticos existentes. Na União Europeia (EU), o sector dos edifícios representa 40% do consumo de energia total na EU. Muitos esforços têm vindo a ser desenvolvidos para proporcionar uma redução dos consumos energéticos nos edifícios, e assim surgiu o conceito *NZEB*, este é o mais recente esforço desenvolvido pela EU para tentar diminuir o consumo de energia nos edifícios.

Este conceito surge numa altura importante, visto que grande parte do património edificado na Europa, e em especial em Portugal, necessita de sofrer intervenções. Estas intervenções tornam-se ferramentas importantes pois será através delas que se torna possível a diminuição do consumo energético nos edifícios.

Esta dissertação pretende caracterizar as estratégias e tecnologias construtivas existentes que permitam a um edifício diminuir o consumo e produzir energia, com parâmetros normais de utilização, de forma a atingir um balanço energético anual quase nulo, *NZEB*.

Numa primeira fase desta dissertação, será feita uma exposição de conteúdos ligados aos diversos documentos legislativos que regulam a área da eficiência energética nos edifícios tanto na EU como também em Portugal, para além disso vão ser avaliados os aspetos ambientais e energéticos da Europa e de Portugal.

Seguidamente, será efetuada uma descrição pormenorizada do movimento *Passivhaus* e do conceito *NZEB*. Por último irão ser estudadas as estratégias e tecnologias para aplicar a qualquer edifício, novo ou existente, para que seja possível tornar esses edifícios em *NZEB*.

Palavras-chave: Eficiência energética; Desempenho energético; *NZEB*.

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

INTEGRAÇÃO DO CÁLCULO ESTRUTURAL AO FOGO EM PROJETO ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA BIM

Bruno Miguel Sousa Silva

Este trabalho é o resultado do estágio curricular realizado na empresa “SE2P – Sociedade de Engenharia, Projetos e Planeamento, Lda.”, em contexto profissional. A empresa presta vários serviços de engenharia, destaca-se, no entanto, a forte apetência para o projeto de estruturas de aço.

O estágio incidiu na temática da ação do fogo em estruturas metálicas e mistas, sendo desenvolvidas ferramentas de cálculo estrutural em situação de incêndio, integradas numa metodologia de trabalho que segue os princípios inerentes à tecnologia BIM (*Building Information Modeling*).

Todos os cálculos e verificações foram então realizados e justificados segundo os Eurocódigos ou autores de reconhecido mérito na área de estudo do fogo em estruturas. É efetuada uma introdução geral ao fenómeno do fogo e às medidas mais correntes de proteção, indicando-se os documentos normativos aplicáveis tanto ao cálculo estrutural como aos materiais de proteção.

No âmbito do trabalho foram desenvolvidas ferramentas de apoio ao projeto que permitem a determinação de espessuras de proteção passiva para estruturas metálicas e vigas mistas, tendo sido realizada a sua aplicação a um caso de estudo baseado num edifício de habitação. Este caso de estudo serviu também para criar cenários de otimização utilizando-se referências de preços de mercado para o aço, sua transformação em fábrica e sistemas de proteção passiva, demonstrando-se a dificuldade em encontrar caminhos rápidos e diretos de decisão no processo de otimização.

Palavras-chave: BIM; Resistência ao fogo; Cálculo estrutural.

Orientador: Professor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro (ISEP)

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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO – CASA BURGUESA DO PORTO

Cristina Ramalho Rego

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio), do 2º semestre do 2º ano do Mestrado de Engenharia Civil, do ramo de Construção do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Este documento refere-se ao estágio desenvolvido em ambiente empresarial na GNS – Building Solutions S.A. durante cerca de seis meses. Neste período foi concedida a oportunidade de desempenhar diversas tarefas no âmbito da engenharia civil. Numa primeira fase, o estágio foi desenvolvido no departamento de Medição e Orçamentação, onde foi possível o primeiro contacto com projetos, clientes e fornecedores.

Na segunda fase do estágio foi possível tomar contacto com o departamento de produção, acompanhando diferentes obras, o que permitiu uma aprendizagem mais profunda do processo de construção.

Neste relatório procurou-se descrever as técnicas construtivas da casa Burguesa do Porto e as soluções adotadas na sua intervenção, caso prático que foi dado a acompanhar durante o estágio realizado.

O relatório encontra-se dividido em quatro capítulos. No segundo capítulo é apresentada a empresa, GNS – Building Solutions S.A., e algumas das tarefas desenvolvidas na mesma.

No terceiro capítulo é apresentada a Casa Burguesa do Porto, dando a conhecer as suas características e técnicas construtivas utilizadas na época de construção.

Logo após, expõe-se o caso de estudo, onde se analisa o levantamento das tecnologias construtivas do edificado e se apresenta as alterações a que o mesmo foi sujeito durante o tempo de estágio.

Por último, são retiradas algumas conclusões do presente relatório bem como desenvolvimentos a ter em consideração sobre o tema apresentado.

Palavras-chave: Casa Burguesa; Construção tradicional; Tabique; Asna; Reabilitação; Madeira; Porto, Claraboias.

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

Supervisor: Engenheiro Rui Manuel Lopes de Sousa (GNS – Building Solutions, S.A.)

AVALIAÇÃO TÉRMICA E ACÚSTICA PRÉ E PÓS INTERVENÇÃO DE REABILITAÇÃO

Daniel António Campos Silva

O presente relatório de estágio vem apresentar um estudo, que tem como objetivo compreender as alterações ao nível da eficiência energética e acústica de um conjunto de edifícios sítos em Bragança, alvo de uma intervenção de reabilitação. Estes Edifícios são fruto de um projeto de carácter social tendo sido construídos na década de 1980 e apresentam soluções construtivas típicas da época, pese embora se notem alguns cuidados na escolha de materiais, devido às exigências climáticas da região em questão.

Neste estudo pretendeu-se compreender em que medida as soluções adotadas para a execução da reabilitação contribuíram para uma melhoria da eficiência energética e acústica das habitações alvo da empreitada de reabilitação. Essa melhoria foi quantificada seguindo as metodologias do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Ruídos Acústicos em Edifícios (RRAE).

Em complemento da análise das soluções construtivas adotadas, foram estudadas outras medidas por forma a ser possível compreender quais as soluções permitem que atingir uma melhoria do grau de eficiência das habitações, nos seus desempenhos térmico e acústico, e quais os consequentes encargos monetários necessários.

Como produto destas análises, para que melhor se possa compreender qual o real impacto destas intervenções, é ainda apresentado um estudo económico que relaciona o investimento necessário com o retorno que este trará na redução da fatura energética.

Palavras-chave: Reabilitação; Eficiência energética; Eficiência acústica.

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

Supervisor: Engenheiro Pedro Alexandre Guedes Barbosa (Vierominho II – Construção e Reabilitação de Edifícios, Lda.)

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS NORMAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO BRASILEIRA E PORTUGUESA NOS CANTEIROS DE OBRA

Daniel Koiti Katuki

A presente dissertação foi elaborada 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.

O setor da construção civil é um dos que apresenta maior número de acidentes de trabalho e mortes, no mundo, por isso é de suma importância o estudo da segurança do trabalho nos estaleiros. Após a assinatura do termo de reciprocidade entre Brasil e Portugal, onde são estabelecidas condições para admissão de engenheiros registrados no sistema CONFEA na Ordem dos engenheiros de Portugal e a recíproca.

O conhecimento das normas de segurança se faz necessário para que o engenheiro advindo de outro país tenha as bases teóricas para a prática de suas atividades, assim as normas de segurança de trabalho do Brasil e Portugal foram analisadas, posteriormente realizado, uma análise comparativa entre elas, com o objetivo de verificar diferenças e propor medidas.

Com a análise, foi possível verificar que apesar da grande quantidade de normas sobre segurança no trabalho nos estaleiros de obra, algumas já estão ultrapassadas e em desacordo com as exigências atuais.

Embora as normas brasileiras e portuguesas serem similares em alguns pontos específicos elas apresentam exigências e métodos distintos para a mesma situação em análise. Verificou-se a necessidade de evolução constante das normas para que estas acompanhem o desenvolvimento tecnológico e das exigências.

Palavras-chave: Análise; Segurança no trabalho; Brasil; Portugal.

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

Supervisora: Professora Fabiana Goia Rosa de Oliveira (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

CONCEÇÃO E ESTUDO DE UM SISTEMA SIMPLES DE CLIMATIZAÇÃO DE HABITAÇÃO

Diana Ferreira Morais

No âmbito da obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, do ramo de Construções, o presente relatório aborda um estudo de soluções climáticas simples de um edifício de habitação unifamiliar.

O dimensionamento climático de um edifício é geralmente da responsabilidade da Engenharia Mecânica, no entanto é do interesse do Engenheiro Civil que para sistemas simples não seja necessária uma intervenção externa para abordar esta área.

Este trabalho tem como tema a conceção e estudo de um sistema simples de climatização de habitação. O estudo consiste no dimensionamento de um sistema de aquecimento central e de águas quentes sanitárias, que têm por base o mesmo equipamento definido pelo dono de obra. Para tornar este dimensionamento simples, realizou-se um manual com procedimentos de cálculo e uma folha Excel para o dimensionamento automático dos equipamentos e acessórios.

Palavras-chave: Aquecimento central; Térmica; REH; Habitação unifamiliar.

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

Supervisora: Engenheira Alexandra Correia Barbosa (Alfaengenharia – Engenharia Civil e Acústica, Lda.)

CONFORTO ACÚSTICO DAS EDIFICAÇÕES: ANÁLISE ECONÔMICA DE ISOLANTES E DAS NORMAS VIGENTES

Fagner Gonçalves Guimarães

A atual fase da construção civil, na qual o avanço da tecnologia e a facilidade de acesso a informações transformaram o entendimento do cliente no âmbito de projetos residenciais, hoje muito mais exigente e consciente dos impactos ambientais, desencadeou a necessidade de aprimorar os detalhes construtivos que elevam o desempenho dos edifícios no setor da construção civil. No entanto, essas técnicas não terão resultado expressivo se não assegurarem o cumprimento da satisfação do cliente, que nos dias de hoje prioriza conforto e segurança das habitações. Neste aspecto, em específico, engloba-se o tema de conforto acústico das edificações.

Atualmente, com a competitividade do mercado e a conjuntura econômica do país que dificulta investimento no setor, o não desenvolvimento de um projeto que visa eficiência e preocupação ambiental pode fazer a diferença no sucesso do produto. Este trabalho apresenta uma análise das técnicas construtivas de isolamento que se destinam a promover conforto acústico de edificações. O conceito de isolamento acústico é facilmente justificado pelo desejo do cliente em sentir-se acomodado em seu imóvel.

Após um estudo em situações reais, foi possível apresentar o método de avaliação do desempenho acústico de um empreendimento e fazer um comparativo de viabilidade econômica de aplicação de quatro materiais recorrentes nas obras. Em parceria com Portugal, este projeto inclui em sua pesquisa o estudo da aplicação da cortiça nesse propósito de utilidade, a fim de promover uma integração entre os países e avaliar o potencial deste material em território brasileiro.

Palavras-chave: Conforto acústico; Viabilidade; Sustentabilidade; Cortiça.

Orientador: Professor José Carlos Rodrigues Campeão (ISEP)

Coorientador: Professor Edson de Almeida Rego Barros (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS NA BAIXA PORTUENSE E METODOLOGIAS DE ENQUADRAMENTO DE PROCESSOS URBANÍSTICOS

Flávia Manuela Gonçalves Ferreira

O presente relatório inserido na Unidade Curricular de DIPRE, do 2º ano 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, apresenta as atividades desenvolvidas ao longo dos cinco meses de estágio nos três núcleos que a estagiária integrou.

Durante o estágio realizaram-se atividades de análise de incentivos fiscais e acompanhamento de atendimentos na Loja de Reabilitação Urbana (LRU), vistorias para determinação do estado de conservação dos edifícios, vistoria de liberação de caução, acompanhamento de vistoria de segurança e salubridade, plano de monitorização do Centro Histórico do Porto e acompanhamento de obras no Núcleo de Gestão de Obras (NGO) e análise de documentos que constituem processos de licenciamento no Núcleo de Licenciamento e Fiscalização.

Para além de uma apresentação geral das tarefas desenvolvidas, são relatadas com mais pormenor as soluções construtivas de dois edifícios sujeitos a reabilitação urbana, cujas obras a estagiária acompanhou enquanto integrou o NGO, e as metodologias de enquadramento de processos urbanísticos desenvolvidas na LRU e no Núcleo de Licenciamento e Fiscalização.

Palavras-chave: Porto Vivo – SRU; Reabilitação Urbana; Metodologias e processos urbanísticos.

Orientadora: Professora Isabel Maria Alvim Teles (ISEP)

Supervisor: Arquiteto Paulo Valença (Porto Vivo – Sociedade de Reabilitação Urbana)

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: COMPARATIVO ENTRE BRASIL E PORTUGAL

Gabriel Antunes Davini

Este trabalho versa sobre construção sustentável, em especial um comparativo entre Brasil e Portugal, com foco no âmbito de certificações ambientais. Desta forma, apresenta um breve estudo sobre construção sustentável e sustentabilidade, considerando suas correlações com certificações ambientais.

Foi efetuada uma análise breve sobre o histórico das certificações ambientais assim como seus objetivos e importância e, posteriormente, foram abordadas duas certificações comumente usadas no Brasil e duas em Portugal. As certificações escolhidas foram: Procel Edifica e AQUA no caso brasileiro e Lidera e SBToolpt no caso português. Foram estudadas as suas estruturas e pontos pertinentes destacados. Por fim, as certificações são comparadas entre si, relativamente a dois tópicos, o primeiro, sobre o tema energia, que é abordado pelas quatro certificações analisadas e o segundo, sobre o método de avaliação de cada certificação. O foco da comparação foi as diferenças nítidas entre as certificações brasileiras e as portuguesas.

Conclui-se a maior importância do tema energia no Brasil e a forma de classificação de ambas certificações portuguesas, muito semelhantes entre si, todavia, difere da usada no Brasil, mesmo no caso do Procel Edifica, que é um sistema de classificação semelhante, todavia menos criterioso.

Palavras-chave: Construção sustentável; Sustentabilidade; Certificação ambiental.

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

Coorientador: Professor Henrique Dinis (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

CONSTRUÇÃO DE UM CENTRO COMERCIAL EM LOULÉ

Joana Gabriela Mendonça Gonçalves

Com o passar dos anos as obras mais sublimes começam a mostrar marcas subtis ou profundas de deterioração, como por exemplo fissurações e defeitos associados à humidade. Estes são reflexo de fatores externos, como fungos, a própria atmosfera reativa, mudanças climatéricas e, até mesmo, a ação do homem.

Neste seguimento, pretende-se estudar as principais argamassas utilizadas na reabilitação de edifícios antigos, principalmente, as argamassas utilizadas no decorrer das obras ao longo do estágio, com o objetivo de comparar as suas características, sendo estas argamassas tradicionais e pré-fabricadas. Foram feitos vários ensaios para determinar as suas resistências mecânicas, nomeadamente, o ensaio de resistência à flexão e à compressão em diferentes idades após a confeção das argamassas, e ensaios para determinar a sua durabilidade como o ensaio de absorção da água por capilaridade, ensaio de absorção de água por imersão às 48 horas (pressão atmosférica); ensaio para determinação do teor de água às 48 horas e o ensaio de arrancamento (*pull-off*).

A análise dos resultados mostrou que as argamassas adquirem mais resistência com o passar do tempo após a sua confeção, e que as argamassas dos provetes obtidos de forma tradicional, constituídos por argamassa de cal Hidráulica (HL5) e argamassa de cimento, apresentam melhores resultados do que a argamassa pré-fabricada (*weber.cal classic*).

Palavras-chave: Estágio; Fiscalização; Construção; Centro comercial; Betão armado; Qualidade.

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

Supervisora: Engenheira Maria Armandina Antunes Trigo de Mesquita (Iperplano – Gestão, Planeamento e Fiscalização de Obras, SA)

COMPORTAMENTO DE PRODUTOS CIMENTÍCIOS SUBMETIDOS AO ATAQUE POR SULFATOS

João Guilherme Gironde de Almeida Rossi

A deterioração do concreto por agentes químicos ocorre da interação com ambientes agressivos. No caso dos sulfatos, podem ser originários do solo, das águas agrícolas, da indústria química, da decomposição da matéria orgânica, dos poços de mineração, de ambientes marinhos e das tubulações de esgoto. Os íons de sulfato, ao penetrarem no concreto, reagem com compostos hidratados do cimento e formam produtos expansivos como a etringita e gipsita. Estes produtos, ao se expandirem, causam a fissuração do concreto, permitindo a entrada de novos agentes químicos. Outras deteriorações sofridas são a perda de massa do concreto e a perda progressiva de sua resistência.

O objetivo deste estudo é avaliar o comportamento de produtos cimentícios submetido ao ataque por sulfatos. Foram moldados corpos de prova de pasta de cimento, argamassa e concreto com três diferentes tipos de cimento (CPII-F-32, CP III-40-RS e CPV-ARI-RS.). Após moldados os corpos de prova foram divididos em dois grupos: Grupo 1 – exposição somente à água (câmara húmida); Grupo 2 – exposição à solução de sulfato de sódio (Na_2SO_4) a 5% à temperatura de 55°C.

Para os corpos de prova de pasta de cimento foram medidos, de quatro em quatro dias, a sua variação de massa e de comprimento. Os corpos de prova de argamassa foram avaliados quanto à variação de massa, resistência à flexão e à compressão, e os corpos de prova de concreto quanto a sua porosidade, módulo de elasticidade, resistência à compressão axial, resistência à tração por compressão diametral e homogeneidade.

Os ensaios foram realizados após 57 dias expostos à solução de Na_2SO_4 a 5%. Em escala microscópica, foram analisados em um Difrátômetro de Raios-X (DRX) e em um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) para a verificação da formação de etringita e gipsita. Os resultados obtidos para todas as amostras foram muito similares, porém, para a análise no MEV, foi possível evidenciar a formação de cristais de etringita e gipsita.

Como as suas formações foram bem pontuais e escassas, devido ao período de tratamento no presente estudo, concluiu-se que, em pequenas quantidades, estes compostos não influenciariam as propriedades mecânicas dos corpos de prova.

Palavras-chave: Concreto; Ataque por Sulfatos; Etringita; Gipsita.

Orientador: Professor Carlos Filipe Guedes Rodrigues (ISEP)

Coorientador: Professor Simão Prizskulnik (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES AO DL 118/2013 OCORRIDAS A 01/01/2016 – BENEFÍCIO ENERGÉTICO

João Pedro Coelho Gomes

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular realizado na empresa ASL & Associados, com uma duração de 6 meses. O desenvolvimento deste trabalho tem como objetivo um primeiro estudo sobre as alterações que o DL 118/2013 sofreu a partir de 1 de janeiro de 2016, contextualizando com a certificação energética de edifícios de habitação existentes (REH), uma vez que foi o trabalho desenvolvido ao longo do estágio curricular.

Inicialmente foi analisada a legislação em vigor referente ao comportamento térmico dos edifícios em Portugal (gerido pela agência para a energia - ADENE), para posteriormente ser estudada e resumida, com vista a sua utilização e concretização do caso de estudo.

Após realizada a introdução legislativa, assim como a apresentação do tema, da estrutura do relatório, das atividades desenvolvidas no estágio e da empresa na qual foi realizado o estágio (ASL & Associados), foi considerado relevante aplicar a metodologia e exigências regulamentares a um caso de estudo, que serviu de base para comprovar a nível prático o impacto, a nível energético, causado pelas alterações que o DL 118/2013 sofreu. Desta forma, foi analisado um edifício de 4 pisos e 4 frações autónomas recentemente reabilitado, sito na Rua D. João IV, Porto, sendo que apenas foram apresentados pormenorizadamente os valores e parâmetros relativos a uma única fração, efetuando-se comparações do desempenho energético antes e após a reabilitação com exigências prescritas nos documentos legislativos em vigor até final de 2015 e os atuais (2016).

Por fim, através da análise dos indicadores de desempenho energético, foi determinado o impacto que as alterações legislativas vieram causar, ao nível da necessidade de aumentar isolamentos de forma a cumprir os limites regulamentares e do custo global anual de energia que se reduz em comparação com a anterior regulamentação, para que no fim se realize um balanço e uma análise crítica, assente nas comparações realizadas no caso de estudo desenvolvido.

Palavras-chave: DL 118/2013; Certificação; REH; Energia; ADENE; ASL & Associados; Indicadores.

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

Supervisores: Engenheira Sónia Gomes e Engenheiro Daniel Gonçalves (ASL & Associados, Lda.)

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NUM ESTABELECIMENTO DE ENSINO

João Pedro Vasconcelos Ferreira

O presente documento pretende aprofundar os conhecimentos de Segurança Contra Incêndios em Edifícios que foram consolidados e adquiridos durante o estágio curricular em ambiente empresarial. O estágio decorreu na empresa ASL & Associados, Lda., com duração de seis meses, durante os quais foi desenvolvido um projeto de segurança contra incêndio de um estabelecimento de ensino no distrito do Porto.

Pode-se considerar um incêndio como a ocorrência de um fogo incontrolável que ganha rapidamente grandes proporções e que é capaz de provocar toda a destruição. Como tal, existe a necessidade de dotar os edifícios e recintos de equipamentos capazes de limitar o risco de ocorrência de um incêndio, assim com a propagação de fogo e fumo, bem como facilitar a evacuação dos ocupantes e consequentemente intervenção dos bombeiros.

Desta forma e após grandes incêndios que ocorreram no passado, como por exemplo o incêndio que ocorreu nos Armazéns do Chiado em Lisboa, houve a necessidade de impor leis mais exigentes, de modo a reduzir o risco de eclosão de um incêndio.

A atual legislação mesmo sendo maioritariamente prescritiva, tenta definir objetivos de segurança mais concretos e específicos. Desta forma será descrita a legislação aplicável ao caso em estudo, nomeadamente Decreto-lei nº 220/2008, de 12 de novembro que estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios e a Portaria nº 1532/2008, de 29 de dezembro Regulamento Técnico das Condições de Segurança Contra Incêndios em Edifícios e Recintos, bem como as peças desenhadas onde constam as exigências impostas pela legislação.

Palavras-chave: Segurança contra incêndio em edifícios; Fogo; Utilização tipo; Categoria de risco.

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

Supervisora: Engenheira Sónia Sofia Laranjeira Gomes (ASL & Associados, Lda.)

DIMENSIONAMENTO DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS EM GRC

João Rafael Braga Guimarães

A presente dissertação foi elaborada 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.

Novos sistemas de vedação de fachadas, como os painéis pré-fabricados em GRC, vem ganhando relevância no mercado da construção civil por conta da conscientização da implementação de métodos menos agressivos ao meio ambiente e da necessidade de racionalização da obra, o que inclui a redução do tempo de execução e custos.

No Brasil, existe uma grande resistência à substituição do método convencional fechamento de fachadas, realizado com blocos de alvenaria. Esta resistência se deve a pouca oferta de mão-de-obra especializada e a carência de estudos técnicos e normatizações de sistemas inovadores, como os painéis pré-fabricados em GRC.

Este trabalho sintetiza o conhecimento em torno deste método, procurando esclarecer as etapas do processo de projeto, fabricação e montagem dos painéis. Após a exposição das propriedades do GRC, dos tipos de painéis, das formas de produção, foi feito o dimensionamento de um painel para um edifício fictício, este último realizado dentro do estudo de caso, conclui-se que a prática deste método construtivo pode ser muito benéfica para a construção como um todo, reduzindo o peso imposto na estrutura, assegurando o conforto térmico e acústico da edificação além de reduzir os resíduos da construção, característica assegurada pela pré-fabricação.

Palavras-chave: Painéis arquitetónicos; GRC; sistemas construtivos; fachada; pré-fabricado.

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

Coorientador: Professor Eduardo Ioshimoto (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

REABILITAÇÃO DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS DO PORTO

João Santos Vilela Moreira

Portugal conheceu, nas últimas décadas, um volume de construção nova sem precedentes. Os erros de gestão urbanística e a política financeira, conduziram à degradação dos centros urbanos, verificando-se o abandono dos edifícios antigos, enquanto a habitação se deslocou para edifícios novos, frequentemente na periferia, que ofereciam padrões de conforto superior e preços mais atrativos.

Com a orientação do mercado para a construção nova, perdeu-se conhecimento e capacidade tecnológica indispensáveis à reabilitação dos edifícios antigos, construídos com alvenarias resistentes e madeira, cujos processos construtivos foram caindo em desuso. Do mesmo modo, a regulamentação técnica está essencialmente orientada para a construção nova, criando dificuldades acrescidas ao processo de reabilitação.

Todavia não basta recuperar os processos construtivos antigos. O projeto de reabilitação exige uma abordagem metodológica própria, distinta do projeto de construção nova, que, sendo determinante para o sucesso das intervenções, é conhecimento ainda limitado a um número restrito de técnicos.

No momento em que se espera um grande movimento de reabilitação urbana em Portugal, esta dissertação vem apresentar um estudo relativo à reabilitação de fachadas (zonas opacas e envidraçadas) de edifícios antigos do Porto (anteriores à época de betão armado – 1930/40), preservando o carácter das construções antigas, sem prejudicar a sua atualização em termos de conforto e segurança.

Palavras-chave: Reabilitação; Fachadas; Paredes exteriores; Revestimentos; Portas; Janelas; Portadas; Guardas; Tubos de queda.

Orientador: Professor José Carlos Rodrigues Campeão (ISEP)

METODOLOGIA BIM–FM: CASO DE ESTUDO APLICADO À PISCINA MUNICIPAL DE VILA MEÃ

Jorge Luís Ferreira dos Santos Mota

Com o envolvimento cada vez mais frequente das novas tecnologias no setor da construção, proporcionando um dinamismo nos processos de troca de informação entre os vários intervenientes no ciclo de vida do empreendimento. *Building Information Model (BIM)*, é um conceito que contém novas metodologias de trabalho através de ferramentas tecnológicas que se interligam e que permitem aos profissionais da construção gerirem de forma organizada e partilhada, os seus projetos desde a sua conceção até à sua manutenção.

Com a importância da fase de manutenção e operação no ciclo de vida de um edifício dá-se a origem do *Facility Management (FM)*. Esta área, pode ser definida como a integração de processos dentro da organização de forma a manter e desenvolver os serviços acordados que apoiam e melhoram a eficácia das atividades primárias, utilizada também na melhoria da gestão das atividades de apoio à atividade principal.

A interligação entre BIM e FM (BIM-FM) traz ao processo de gestão de edifícios inúmeras vantagens, se por um lado o BIM proporciona uma capacidade gráfica e de visualização, mas sobretudo pelas potencialidades que cada base de dados criada oferece. Por outro lado, o FM com a informação sobre o edifício exportada do modelo BIM, permite ao gestor gerir a informação e completá-la com as informações e processos de manutenção, adquirindo assim um modelo de informação do empreendimento mais completo e competente para efetuar as respetivas ações.

Esta dissertação apresenta como objetivo principal aplicar estas novas metodologias de trabalho a um caso de estudo real, como é a Piscina Municipal de Vila Meã, evidenciando ações decorrentes da melhoria contínua do tratamento de água com interesse na saúde pública.

Palavras-chave: BIM; FM; Gestão de edifícios; BIM-FM.

Orientador: Professor Jorge José de Magalhães Mendes (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Miguel Gomes (Câmara Municipal de Amarante)

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE CLORETOS EM ESTRUTURAS DE BETÃO

José Miguel Pereira Gouveia

O presente relatório tem como principal objetivo descrever o trabalho desenvolvido ao longo do estágio curricular no laboratório central pertencente à SENQUAL, empresa que efetua serviços de consultoria e controlo de qualidade na área da construção civil.

No decorrer do estágio, o aluno colaborou na realização de vários ensaios em laboratório. Esses ensaios foram efetuados em provetes de betão e agregados, sendo a maioria provenientes de obras de infraestruturas em que a SENQUAL fez o controlo de qualidade de materiais.

Para tema principal deste relatório foi realizado um ensaio de penetração de cloretos em estruturas de betão, realizado a partir da especificação LNEC E-383/93 e que consistia no método da célula de difusão. Inicialmente foi realizado o ensaio em dois provetes com resistência opostas à permeabilidade. O primeiro provete era bastante resistente e impermeável, prevendo-se pouca ou nenhuma penetração de cloretos. O segundo provete era permeável, prevendo-se assim que ocorresse penetração de cloretos ao longo do tempo.

A realização do ensaio de resistência à penetração de cloretos em estruturas de betão pelo método da célula de difusão teve como objetivo a elaboração de um manual de procedimentos, a validação deste método e proporcionar à SENQUAL a possibilidade de realizar o ensaio futuramente.

Palavras-chave: Durabilidade; Corrosão; Cloretos; Célula de difusão.

Orientadora: Professora Eunice Maria Vilaverde Fontão (ISEP)

Supervisora: Doutora Cristina Alves Ribeiro (SENQUAL – Sociedade de Engenharia e Qualidade, Lda)

ANÁLISE DE LIGAÇÕES DE ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS

Leonardo Castanho Barbosa

A utilização do sistema construtivo de elementos pré-fabricados vem se mostrando a melhor solução na atual busca do mercado pela racionalização de prazos e sustentabilidade. O estudo realizado neste trabalho visou analisar as ligações estruturais de pré-fabricados através da demonstração dos diversos tipos de ligações existentes. A partir da análise de conteúdo de um gráfico demonstrativo da incidência de utilização de pré-fabricados em tipos de obra específicos, constatou-se que a incidência da utilização de pré-fabricados na indústria brasileira vem se tornando cada vez mais recorrente, principalmente nas áreas de *Shoppings Centers*, Indústrias e Edifícios Comerciais.

Foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica que possibilitou a conceituação e análise de elementos essenciais ao sistema construtivo dos pré-fabricados, como fundações, pilares, vigas, lajes, escadas e paredes, bem como dos tipos de sistemas estruturais e ligações estruturais existentes. Foram utilizados diversos elementos ilustrativos para exemplificar os vários tipos de ligações que podem ser encontradas nos elementos pré-fabricados.

A análise das ligações estruturais utilizadas do sistema de elementos pré-fabricados, bem como da viabilidade e benefícios resultantes da utilização de tal sistema na construção civil, foi verificada por meio do estudo de caso de um estacionamento localizado na Praça dos Poveiros, Porto – Portugal. Constatou-se, por via desse estudo, que, ao fazer a montagem da estrutura e da ligação de seus componentes, é necessário que o projetista estrutural faça um detalhamento de todas as ligações existentes, visando que estas fiquem firmes e não resultem em nenhum dano à obra.

Conclui-se que a utilização de sistemas pré-moldados proporciona maior rapidez e eficiência à construção, tornando-se, apesar do alto custo, o sistema mais apropriado para certos tipos de obras.

Palavras-chave: Pré-fabricados; Ligações estruturais; Rapidez; Economia; Viabilidade.

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

Coorientador: Professor Eduardo Ioshimoto (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

SISTEMAS PÚBLICOS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O REGULAMENTO PORTUGUÊS E O BRASILEIRO

Lucas do Amaral Lisboa

Ao redor do mundo encontramos diferentes normas e regulamentos para todas as áreas que envolvem algum tipo de dimensionamento. Dependendo do local em estudo, critérios e fatores distintos são considerados. Neles estão inseridas experiências culturais e antropológicas de cada país que colaboram no desenvolvimento e na estruturação de um regulamento que se adeque as características e aos ideais daquele povo. Dificilmente encontraremos em países distintos regulamentos que sejam exatamente iguais e que adotem os mesmos critérios e limites. A própria formação geográfica de uma região pode influenciar nas considerações técnicas de um documento normativo.

Esta dissertação traz uma análise de dois regulamentos distintos para o dimensionamento de uma rede coletora de esgoto. Para esse efeito, foram analisadas as respectivas normas no Brasil e em Portugal, visando comparar as semelhanças e as diferenças nos critérios e no modelo de dimensionamento sugerido por cada regulamento.

Palavras-chave: Normas; Critérios; Fatores; Regulamento; Limites; Dimensionamento; Rede coletora de esgoto; Semelhanças; Diferenças.

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

Coorientador: Professor Rolando Gaal Vadas (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

REFORÇO ESTRUTURAL DE VIGAS DE MADEIRA APOIADO EM SOLUÇÕES DE PRÉ-ESFORÇO

Lucas Corrêa Carvalho de Lima

Durante a vida útil de uma estrutura, suas necessidades de utilização podem ser alteradas passando a ser necessário resistir a novos carregamentos. Justamente, torna-se necessário atender ao controle da deformação, que, no caso das estruturas de madeira, assume particular relevo por conta de o seu módulo de elasticidade ser inferior à generalidade dos demais materiais de construção e estarem sujeitas a deformações diferidas por fluência. Diante dessas situações, uma intervenção estrutural pode ser necessária para prover, novamente, níveis de segurança e funcionalidade adequados na estrutura.

Este trabalho tem como objetivo incrementar a capacidade de carga das vigas de madeira aliado a menores níveis de deformação a partir da implementação de sistemas de reforço utilizando pré-esforço. Para isso foram testados experimentalmente três soluções diferentes de reforço com aplicação de pré-esforço, sendo eles com chapa de aço, varão de aço e cabos de aço. Todos os sistemas foram submetidos previamente a análise numérica computacional, com objetivo de dimensionamento dos elementos de reforço e obtenção das forças de pré-esforço até a tensão admissível das vigas.

Atendendo ao objetivo inicial, os sistemas de reforço tiveram um excelente desempenho, conferindo às vigas um aumento de capacidade de carga de até 114% para o reforço com chapa de aço, 106% para o reforço com varão de aço e 286% para o sistema reforçado com cabos de aço. Quanto ao desempenho na redução dos deslocamentos, o nível de carga obtida ao atingir o valor limite de flecha instantânea teve um acréscimo de até 210% com o reforço por meio de chapa de aço, 529% com o reforço do varão e 886% com o reforço por meio de cabos. De modo geral os sistemas adotados para reforço estrutural de vigas à flexão atenderam a todos os objetivos, conferindo ainda modos de rotura menos frágeis para as vigas de madeira.

Palavras-chave: Estruturas de madeira; Reforço estrutural; Pré-esforço; Análise por Elementos Finitos.

Orientador: Professor Alexandre Aníbal Meira Guimarães da Costa (ISEP)

Coorientador: Professor Carlos Filipe Guedes Rodrigues (ISEP)

Coorientador: Professor Alfonso Pappalardo Júnior (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

DIMENSIONAMENTO DE COLETORES DE ENERGIA SOLAR TÉRMICA EM EDIFICAÇÕES EXISTENTES: ESTUDO COMPARATIVO NO BRASIL E EM PORTUGAL

Marcelo Antoun Bellacosa

Apresenta-se o aproveitamento energético da utilização de coletores solares para aquecimento de água para banho em duas habitações unifamiliares na cidade de Santana de Parnaíba, Brasil e na cidade do Porto, Portugal. Para a análise em questão deve-se verificar a potência de irradiação solar nas duas cidades, considerando os hábitos da população, cultura, condições geográficas e meteorológicas.

Foram dimensionados e projetados 2 sistemas equivalentes para residências com 4 moradores e em seguida calculado seu custo através do Guia de Parametrização de São Paulo. Pode-se verificar a viabilidade das instalações de um sistema de aquecimento solar térmico nas duas edificações foi satisfatória e o retorno do investimento se dará por volta de 30 meses. O outro sistema tornou-se inviável para esse porte de edificação.

Palavras-chave: Aquecimento solar; Energia Solar; Sustentabilidade.

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

Coorientadora: Professora Ivanilda Matile (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA A INSPEÇÃO DE EDIFÍCIOS – PROGRAMA MUNICIPAL INTEGRADO DE REABILITAÇÃO DE BAIROS SOCIAIS

Marta Daniela Leal Ferreira

O presente relatório visa descrever o estágio curricular desenvolvido na CMPH – Domus Social – Empresa de Habitação e Manutenção do Município do Porto, EM. O estágio teve como principal objetivo a inserção do estudante no ambiente empresarial e a aplicação das competências desenvolvidas ao longo do curso.

Com este documento pretende-se o desenvolvimento de uma metodologia para a inspeção dos edifícios, uma vez que a empresa é responsável pela atividade de manutenção corrente e preventiva de 48 bairros, compostos por 12.615 fogos de cariz social. Além disso, a Domus Social é gestora de um relevante património habitacional disperso pela cidade, que inclui equipamentos públicos, municipais, administrativos, institucionais e culturais, como por exemplo bibliotecas, museus, teatros, jardins-de-infância e escolas do ensino básico.

Neste contexto houve a necessidade de desenvolver uma ferramenta de apoio à decisão, que auxiliasse as atividades de gestão e manutenção do parque habitacional da Câmara Municipal do Porto, de forma a inspecionar os elementos construtivos e classificar o estado de conservação do edificado, definindo as prioridades de intervenção nos edifícios e, conseqüentemente, nos bairros.

A metodologia desenvolvida resulta da análise e compilação dos métodos estudados e/ou implementados em Portugal, Austrália, Brasil, Espanha, Inglaterra, Suíça, entre outros. O método elaborado foi aplicado ao Agrupamento Habitacional do Falcão, sendo feita uma descrição dos edifícios, da sua localização e a identificação das diversas patologias existentes.

Por fim, apresentam-se as considerações finais do trabalho desenvolvido neste relatório de estágio, fazendo-se uma perspetiva geral do trabalho realizado, incluindo os objetivos atingidos e aqueles que se pretendiam atingir, as dificuldades no seu desenvolvimento e sugestões para futuros trabalhos nesta área.

Palavras-chave: Bairro social; Inspeção de edifícios; Gestão; Metodologia; Reabilitação.

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

Supervisora: Engenheira Maria Manuela de Carvalho Álvares (CMPH – Domus Social)

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO NA REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO

Miguel Ângelo Ferreira da Silva

O presente relatório descreve o trabalho desenvolvido pelo estagiário na empresa Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense, SA, no âmbito da disciplina de DIPRE, tendo em vista a conclusão do Mestrado em Engenharia Civil, na área das Construções, no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Neste documento irá ser abordado o tema da Reabilitação Urbana, o funcionamento da própria empresa, Porto Vivo, SRU e as atividades desenvolvidas pelo estagiário no Núcleo de Gestão de Obras, o Núcleo de Licenciamento e Fiscalização e na Loja de Reabilitação Urbana.

Irá ainda ser dada uma ênfase especial a um caso de estudo relativo ao comportamento térmico de um edifício em reabilitação promovido pela própria Porto Vivo, utilizando como base o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH).

Por último serão apresentadas as conclusões finais do estágio e a importância do mesmo para o estagiário tanto a nível pessoal como profissional.

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

Orientadora: Professora Isabel Maria Alvim Teles (ISEP)

Supervisor: Arquiteto Paulo de Queiroz Valença (Porto Vivo – Sociedade de Reabilitação Urbana)

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

Nuno Ferreira Silva

Este relatório constitui um documento desenvolvido no âmbito da unidade curricular Dissertação, Projeto ou Estágio, DIPRE, do Mestrado em engenharia civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Este documento começa por apresentar a empresa de acolhimento do estágio, bem como as atividades desenvolvidas durante o mesmo, com destaque para o acompanhamento e fiscalização de obras, estudos prévios para a reabilitação de uma moradia unifamiliar e projetos de condicionamento acústico.

O tema mais detalhado neste relatório é a acústica de edifícios, onde se pode encontrar a metodologia de cálculo a ser aplicada posteriormente no caso de estudo, nomeadamente o modelo de *Sharp*, o modelo de *Meisser* e a lei da massa teórica. Por outro lado, são apresentadas breves noções acerca dos ensaios acústicos, ruído ambiental e o ruído de equipamentos e instalações. Como ferramenta informática, e por forma a poderem ser obtidos valores utilizados em análises comparativas, é abordado o programa de cálculo automático *Cypevac III*, explicando-se o seu funcionamento e apresentados as tabelas de cálculo em anexos. Para finalizar a abordagem teórica, é apresentada a legislação aplicável à acústica de edifícios, nomeadamente o Regulamento Geral do Ruído e o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios.

Por último, é feito um caso de estudo relativo à avaliação do desempenho acústico de dois edifícios de habitação unifamiliares geminados, aplicando a metodologia de cálculo apresentada anteriormente. A avaliação está organizada de forma a ser semelhante a um projeto de condicionamento acústico. No fim deste capítulo, é feita uma análise comparativa aos resultados obtidos anteriormente nos dois edifícios.

Palavras-chave: Fiscalização; Acústica; Modelo de Sharp; Modelo de Meisser; Lei da massa; RGR; RRAE.

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

Supervisora: Engenheira Alexandra Correia Barbosa (Alfaengenharia – Engenharia Civil e Acústica, Lda.)

BENEFICIAÇÃO GERAL E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA MESTRE QUERUBIM LAPA – ACOMPANHAMENTO DA OBRA E ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HÍDRICA

Pedro Filipe Santos Pacheco

O presente relatório tem como objetivo apresentar o trabalho desenvolvido ao longo do estágio realizado na empresa CARI Construtores onde foi acompanhado o desenvolvimento de uma obra de construção civil e por fim desenvolver um estudo relevante para o ramo de construções.

O relatório começa por apresentar a empresa e em seguida o projeto de beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa, cuja obra foi acompanhada ao longo do estágio. O projeto previa a reabilitação do edifício principal, a reconstrução da portaria e a construção de um pavilhão gimnodesportivo, procurando resolver todas as patologias e aumentar as condições de conforto e salubridade dos edifícios.

Seguidamente são apresentadas as tarefas desempenhadas durante o estágio na qualidade de adjunto do diretor de obra e relacionadas com o acompanhamento da obra, como coordenação de segurança, direção de obra e acompanhamento dos trabalhos em obra. O estágio permitiu ainda observar a importância do controlo orçamental ao longo da obra, que muitas vezes acaba por consumir grande parte do tempo da direção de obra, limitando a sua disponibilidade para assuntos mais técnicos.

Por último é apresentado um estudo da eficiência energética e hídrica e gestão de resíduos sólidos do edifício escolar. Neste estudo é feita a comparação das soluções construtivas, equipamentos e medidas aplicadas antes e depois da obra, sugerindo medidas de melhoria quando aplicável. De acordo com este estudo foi possível observar os aumentos nos coeficientes de transmissão térmica, atingindo melhorias de 76 % na cobertura e 71% e 42 % nas janelas. No entanto apenas as janelas verificaram os requisitos mínimos regulamentares aplicáveis e em vigor. Foram estudadas novas soluções para atingir esses objetivos. No que diz respeito à eficiência hídrica verificou-se um aumento do número de equipamentos instalados e uma melhoria significativa na qualidade dos mesmos.

Palavras-chave: Estágio; Cari – construtores; Reabilitação; Escola; Sustentabilidade.

Orientadora: Professora Eunice Maria Vilaverde Fontão (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Davide Monteiro dos Santos (Cari – Construtores, S.A.)

COMPORTAMENTO ACÚSTICO DE PAVIMENTOS EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

Pedro Manuel dos Santos Freitas Sampaio

Reabilitação de edifícios antigos em centros históricos é a maior fatia que o mercado da construção hoje em dia trabalha e a falta de informação sobre os constituintes deste tipo de construção, torna este tema atual e de interesse nacional. A temática do desempenho acústico é disso exemplo e foi abordado neste trabalho de estágio.

A reabilitação surge como como mais-valia económica, patrimonial e ecológica para a sociedade. Ainda assim, existem casos de reabilitações profundas em que é feita a total substituição de alguns elementos construtivos. A razão principal, quase sempre é, para se verificarem as condições de hoje em dia exigidas pela legislação atual. Por exemplo, o conforto e salubridade que não existiam a data da construção do edifício.

Num regime de estágio, estuda-se/apresenta-se o comportamento acústico de duas soluções leves de pavimento aplicadas a um edifício em Lisboa pela empresa João Moreira e Filhos, responsável pelo estágio. Foram elaborados ensaios acústicos *in situ* e determinados os valores para o desempenho a sons aéreos e de percussão. Para as mesmas soluções compara-se posteriormente com os valores calculados através dos métodos de estimativa *Sharp* e *Meissere* da norma NP EN 12354 – 2:2000.

Os resultados obtidos pelos ensaios das soluções estudadas verificam os valores regulamentares. As soluções construtivas leves usadas/materializadas neste pavimento apresentaram-se como sendo soluções bastante adequadas para as exigências de conforto acústico.

A diferença dos valores de isolamento a sons aéreos obtido pela estimativa do método de *Sharp* com o valor *in situ* ensaiado foi de 5 e 1 dB, para o pavimento tipo 1 e 2 respetivamente. Esta discrepância, que se considera aceitável, pode também considerar o método de *Sharp* como fidedigno como estimativo de soluções leves. Quanto aos valores obtidos para isolamento a sons de percussão pelo método da norma NP EN 12354-2 é que não podem ser considerados como valores fidedignos para utilização no dimensionamento/estimativa de soluções acústicas em pavimentos leves.

Palavras-chave: Acústica; Reabilitação; Pavimentos; Carpintaria; Construção.

Orientador: Professor Duarte Barroso Lopes (ISEP)

Supervisor: Engenheiro João Moreira (João Moreira e Filhos, Lda.)

CONSTRUÇÃO DE UM ARMAZÉM INDUSTRIAL – ACOMPANHAMENTO DAS DIFERENTES FASES DE OBRA

Rui Pedro da Silva Monteiro

O presente relatório foi elaborado no âmbito da disciplina dissertação/projeto/estágio (DIPRE) que se enquadra no plano de estudos do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil, do ISEP, tendo como orientador no ISEP o Engenheiro José Filinto Trigo e supervisor na empresa Euromodal, o Engenheiro Francisco Quintas Araújo.

A construção de armazéns recorrendo à pré-fabricação em betão armado é uma solução construtiva cada vez mais utilizada em todo o mundo.

Há cerca de 40 anos que a construção industrializada ocupou especial destaque na Península Ibérica, tendo-se assistido a uma rápida evolução e expansão devido a um conjunto de fatores, dos quais se destacam a velocidade de execução, bem como a boa qualidade do produto em causa.

No presente trabalho é apresentada uma recolha bibliográfica sobre a pré-fabricação, em particular sobre as ligações entre elementos, descrevendo-se o processo construtivo de um armazém industrial executado com materiais pré-fabricados visando todos os pormenores durante a execução do mesmo e todas as soluções de ligação entre elementos.

Palavras-chave: Pré-fabricação; Betão; Ligações; Pavilhão industrial.

Orientador: Professor José Filinto Castro Trigo (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Francisco Quintas Araújo (Euromodal - Sociedade de Representações, Lda)

ANÁLISE DA VERTENTE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS PRINCIPAIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO SUSTENTÁVEL

Sara de Oliveira Gaspar

A melhoria das condições de vida conduziu a um importante desenvolvimento dos atributos funcionais dos edifícios, onde o conforto térmico assumiu um papel preponderante. No entanto, o garante das condições interiores de conforto térmico acarreta, normalmente, um consumo excessivo de energia, colidindo com a crescente problemática e preocupação ambiental, fator determinante na legislação e certificação energética na União Europeia.

O lançamento da Diretiva 2010/31/EU, relativa à performance energética dos edifícios abre caminho à diminuição das necessidades energéticas e à emissão de gases de efeito de estufa, contrariando assim a responsabilidade dos edifícios nesta matéria. Estes, até então, eram responsáveis por 40% do consumo de energia e entre 30% a 40% das emissões de CO₂. O aumento constante das preocupações relativas aos impactes ambientais originou o desenvolvimento de sistemas de avaliação no que concerne à sustentabilidade e ao desenvolvimento de programas e metodologias com o objetivo de diminuir o consumo nos edifícios até que se atinja um balanço energético igual a zero, permitindo o surgimento do conceito *Net Zero Energy Building*.

Neste contexto, a presente dissertação debruça-se na análise da vertente da eficiência energética nos principais métodos de avaliação sustentável – *BREEAM*, *SBTOOL*, *LEED* e *LIDERA*, identificando os parâmetros mais determinantes bem como as suas eventuais lacunas.

Assim, o documento encontra-se estruturado em três grandes partes: primeiramente pela pesquisa bibliográfica, seguindo-se a apresentação de todas as metodologias que permitem dar resposta à avaliação energética e ao conforto térmico e por fim a análise do desempenho energético de um edifício existente de carácter habitacional, possibilitando, com a adoção de medidas de melhoria, que este atinja até 2020 uma convergência para um edifício ideal em termos energéticos, ou seja, um *Net Zero Energy Building*.

Palavras-chave: Eficiência energética; Construção sustentável; Desenvolvimento energético; Sistemas de avaliação Sustentável; REH; Conforto térmico; Edifício com balanço energético nulo.

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

REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES DE MELHORAMENTO TÉRMICO DA ENVOLVENTE EXTERIOR DE UM EDIFÍCIO

Tiago José Almeida Correia

O conceito de reabilitação de edifícios pressupõe que, quando um dado edifício é intervencionado, o seu nível de qualidade supera o nível de qualidade apresentado aquando da conclusão da sua construção. Deste modo, a reabilitação energética constitui um caso particular da reabilitação de edifícios, uma vez que o desempenho energético dos mesmos sofre melhorias, fazendo com que não só melhore o conforto dos seus ocupantes, como também seja reduzida a sua pegada ecológica.

Tendo por base estes pressupostos e, como resposta às alterações climáticas, a Comissão Europeia exige que os seus países constituintes melhorem o desempenho energético do seu parque edificado. Por conseguinte, a legislação portuguesa também acompanhou a evolução nesta matéria, através da publicação do Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de agosto.

Deste modo, o presente estudo debruça-se sobre um caso prático de um edifício de habitação unifamiliar que não cumpre os requisitos mínimos de conforto térmico e de eficiência energética dispostos na legislação acima citada, apresentando a classe energética mais baixa possível, ou seja, a classe F. Assim, tendo sempre como objetivo a melhoria do desempenho térmico do edifício e, conseqüentemente, da sua classe energética, são apresentadas, nesta dissertação, diferentes soluções construtivas a aplicar nas envolventes do mesmo. Por fim, tais soluções são comparadas entre si quanto ao seu contributo na melhoria da classe energética e, também, quanto ao seu custo de implementação no edifício.

Palavras-chave: Reabilitação de edifícios; Reabilitação energética; Conforto térmico; Eficiência energética.

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

ESTUDO DAS PRINCIPAIS ARGAMASSAS UTILIZADAS NA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS ANTIGOS

Vanessa Rafaela de Sousa Fonseca

Com o passar dos anos, as obras mais sublimes, começam a mostrar marcas subtis, ou profundas, de deterioração, como por exemplo: fissurações e defeitos associados à humidade. Estes são reflexo de fatores externos, como fungos, a própria atmosfera reativa, mudanças climatéricas e, até mesmo, a ação do homem.

Neste seguimento pretende-se estudar as principais argamassas utilizadas na reabilitação de edifícios antigos, principalmente, as argamassas utilizadas no decorrer das obras ao longo do estágio, com o objetivo de comparar as suas características, sendo estas argamassas tradicionais e pré-fabricadas. Foram feitos vários ensaios para determinar as suas resistências mecânicas, nomeadamente, o ensaio de resistência à flexão e compressão em diferentes idades após a confeção das argamassas, e ensaios para determinar a sua durabilidade como o ensaio de absorção da água por capilaridade; ensaio de absorção de água por imersão às 48 horas (pressão atmosférica); ensaio para determinação do teor de água às 48 horas e o ensaio de arrancamento (*pull-off*).

A análise dos resultados mostrou que as argamassas adquirem mais resistência com o passar do tempo após a sua confeção, e que as argamassas dos provetes obtidos de forma tradicional, constituídos por argamassa de cal Hidráulica (HL5) e argamassa de cimento, apresentam melhores resultados do que a argamassa pré-fabricada (*weber.cal classic*).

Palavras-chave: Caracterização das argamassas; Argamassas de reabilitação; Argamassa de revestimento; Argamassa de assentamento.

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

Supervisor: Engenheiro Ivo da Costa (Sociedade Pedreiras Baionense, Lda.)

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE ESTRUTURAS

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



ANÁLISE DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA O TABULEIRO DE UM VIADUTO DE BETÃO

PRÉ-FABRICADO

Carla Rejane da Costa Graça

Este relatório visa apresentar o estudo de uma solução alternativa para o viaduto do nó rodoviário da Unidade Operativa de Luanda, Angola. Atualmente, o nó encontra-se no cruzamento da Avenida Deolinda Rodrigues, que vai dar à estrada nacional de Catete e às ruas Soba Mandume, 1º de Agosto e Senado da Câmara. O objetivo é melhorar a qualidade do tráfego nesse nó, através da introdução de um viaduto na Avenida Deolinda Rodrigues. Essa necessidade surge no âmbito da construção do Novo Aeroporto Internacional de Luanda (NAIL).

Das diversas variantes existentes, foi adotado para o tabuleiro do viaduto um sistema estrutural de laje vigada, que descarrega num sistema de vigas travessas e pilares circulares. Os elementos são constituídos, maioritariamente, por betão armado e pré-esforçado.

Inicialmente, é feita a caracterização do local de implantação, analisando as condicionantes topográficas, rodoviárias, geológicas, hidrológicas e urbanas. Posteriormente, é definida a implantação do novo viaduto e a sua geometria para uma correta caracterização do modelo de cálculo.

Para o modelo de cálculo, recorreu-se ao programa *Autodesk Robot Structural Analysis Professional*, discretizando a estrutura através de um modelo de barras e painéis tridimensionais, de modo a efetuar uma análise global. Para tal, recorreu-se a normas e princípios de verificação da segurança de regulamentos europeus, nomeadamente Eurocódigos e também ao Regulamento de Segurança e Ações Para Estruturas de Edifícios e Pontes. Para a quantificação de ações foi utilizado o Regulamento Sul Africano "*Code of Practice for the Design of Road Bridges and Culverts*".

É feita uma descrição dos carregamentos e das combinações de ações consideradas durante a análise em Estado Limite Último e em Estado Limite de Utilização, tendo em conta, também, o faseamento construtivo.

Palavras-chave: Viaduto; Pré-fabricação; Pré-esforço; Código Sul-africano.

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

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

APLICAÇÃO DO MODELO ESCORAS E TIRANTES A VIGAS-PAREDE DE ACORDO COM O EUROCÓDIGO 2:2010

Carlos Daniel da Silva Costa

O Modelo Escoras e Tirantes surgiu no início do Século XX, quando *Ritter* e *Mörsch* estabeleceram a analogia entre uma treliça clássica e uma viga de betão armado. Desde então, pesquisadores têm estudado esse modelo como método de dimensionamento. A partir dos anos 90, várias normas apresentaram a utilização do modelo escoras e tirantes como relevante no dimensionamento de elementos de betão armado. Os critérios de segurança do Modelo Escoras e Tirantes são, neste trabalho, explicados, de acordo com o Eurocódigo 2:2010, e comparados com as normas NBR 6118:2014 e ACI 318:2011. É unânime dizer que a utilização do método torna-se mais vantajosa para regiões de descontinuidade. Em todos os elementos de betão armado, o Método Escoras e Tirantes é uma representação dos campos de tensão idealizados por elementos comprimidos e tracionados. Para a definição destes elementos é proposto o processo de “caminho de carga”, em que conhecidas as tensões elásticas e suas direções principais, utilizando o Método dos Elementos Finitos o modelo das escoras e tirantes é de fácil conceção. É também possível a definição deste a partir de modelos padrão já concebidos para determinados tipos de elementos estruturais de betão armado. Para o elemento descontínuo viga-parede estudado foram apresentados cinco modelos de cálculo até otimizar a solução, validando as tensões com o Método dos Elementos Finitos. Em todos os modelos foram analisadas a definição do Modelo Escoras e Tirantes, a resistência das escoras, dos tirantes e dos nós até chegar à solução construtiva da viga-parede. Concluiu-se que a definição do modelo é a chave do dimensionamento.

Palavras-chave: Modelo escoras e tirantes; Modelação; Região de descontinuidade; Viga-parede; Analogia de treliça.

Orientador: Professor Rui de Sousa Camposinhos (ISEP)

Coorientador: Professor Alfonso Pappalardo Junior (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO DE DIFERENTES PROGRAMAS DE CÁLCULO AUTOMÁTICO DE ESTRUTURAS: APLICAÇÃO AO CASO DE UM EDIFÍCIO EM CONCRETO ARMADO

Felipe Guerrero Ferreira da Silva

Este trabalho acadêmico consiste na elaboração de um edifício de concreto armado a partir das diretrizes das Normas Brasileiras Registradas, em especial a NBR 6118/2014. Trata-se do dimensionamento dos elementos estruturais laje, viga e pilar, dada a apresentação de uma planta de arquitetura. Tem-se como enfoque as potencialidades e limitações de ferramentas diferentes de cálculo automático de estruturas. Enquanto na Europa o uso do *software Robot Structural Analysis, da Autodesk*, é bastante difundido, no Brasil preferencialmente modela-se nas plataformas do software CAD/TQS. Pautado nas instruções normativas, decorre o pré-dimensionamento das peças, o cálculo dos esforços solicitantes a partir do estudo do carregamento previsto, a avaliação da necessidade maior ou menor de área de aço e, no fim, a discussão das etapas de modelação que levam à conceção estrutural do edifício.

Palavras-chave: CAD/TQS; Robot Structural Analysis; Concreto armado; NBR 6118/2014.

Orientador: Professor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro (ISEP)

Coorientador: Professor Henrique Furia Silva (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ESTUDO DE FIXAÇÕES EM ELEMENTOS DE ALVENARIA: COMPORTAMENTO AO ARRANCAMENTO

Joana Isabel Braga Oliveira

O presente relatório de estágio apresenta as atividades desenvolvidas durante o período de estágio curricular na empresa NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda.

Inicialmente, apresentam-se, detalhadamente, dois dos casos de estudo acompanhados no decorrer do estágio. No caso de estudo 1 será apresentada uma descrição geral do edifício, do sistema estrutural e dos elementos e materiais que o constituem, assim como uma avaliação dos danos encontrados, indicando a sua localização e as causas prováveis para a sua ocorrência. Por outro lado, no caso de estudo 2, para além dos pontos acima referidos, são apresentadas as principais intervenções estruturais globais que se consideram importantes realizar, tendo em conta os resultados obtidos nas ações descritas anteriormente.

O contacto com a análise de diversos casos práticos tornou evidente a importância da utilização de fixações em intervenções de reforço/reabilitação em elementos estruturais de alvenaria de pedra. No entanto, a literatura especializada sobre o tema é escassa, sobretudo do ponto de vista da aplicação prática das fixações. A conjugação destes fatores incentivou a investigação nesta área, o que orientou os objetivos do presente trabalho, de forma a alargar o conhecimento sobre a aplicação de ancoragens químicas em elementos de alvenaria.

Neste sentido, é analisado, através de uma campanha de ensaios realizados em paredes de alvenaria de granito dum edifício antigo do Porto, o comportamento ao arrancamento de ancoragens químicas em pedra, bordo e junta.

Por fim, foi elaborada uma proposta de dimensionamento de ancoragens químicas para os modos de rotura que surgiram na execução dos ensaios, a partir de ábacos.

Palavras-chave: Alvenaria; Intervenção; Ancoragens químicas; Arrancamento; Modos de rotura.

Orientador: Professor Alexandre Aníbal Meira Guimarães Costa (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Valter Alexandre Machado Lopes (NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda.)

PRODUÇÃO AUTOMÁTICA DE MODELOS BIM DE ARMADURAS DE BETÃO ARMADO – PORMENORIZAÇÃO E MEDIÇÃO

João Pedro Miranda Fernandes

O presente relatório de estágio desenvolve a base do tema produção automática de modelos BIM de armaduras em elementos de betão armado e, como tal, apresenta as metodologias atuais para desenvolvimento desta atividade e as grandes finalidades da sua aplicação. O estudo aprofunda a temática da criação de ferramentas próprias para a modelação automática de armaduras, com uma revisão prévia às capacidades de alguns dos *softwares* atuais com ferramentas de modelação de armaduras, e aos propósitos da mesma, apontando as mais-valias e as limitações dos mesmos nesta área.

É testada a ideia da pormenorização em função dos regulamentos europeus aplicáveis e da extração de quantidades de materiais em conjunto com informação adicional relevante para a temática desenvolvida, realizando testes na área do dimensionamento estrutural, na produção de documentação, desenhos de pormenor e interoperabilidade na passagem de dados e modelos entre os diversos aplicativos.

A metodologia BIM é uma das grandes bases de apoio desta dissertação, porque é a partir da mesma que é alcançado o objetivo de integração das diversas áreas sobre o modelo tridimensional base, analisando o grau de eficiência com que é conseguida essa passagem de dados e quais os desafios que se colocam à correta aplicação do método BIM dentro do tema desenvolvido.

Palavras-chave: BIM; Dimensionamento; Modelação; Armaduras de betão armado.

Orientador: Professor Ricardo Manuel Pereira Santos (ISEP)

Supervisor: Engenheiro José Carlos Basto Lino (NEWTON – Consultores de Engenharia)

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL E NUMÉRICA DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DOS DEGRAUS DE BANCADA DO ESTÁDIO DO DRAGÃO

Jorge Aníbal de Andrade Leite

A presente dissertação visa a avaliação experimental e numérica do comportamento dinâmico dos degraus de bancada do estádio do Dragão, envolvendo a sua modelação numérica, a caracterização experimental das suas propriedades dinâmicas e a calibração baseada em algoritmos genéticos.

Neste âmbito, foram descritos os ensaios dinâmicos que usualmente são utilizados na caracterização dinâmica de estruturas, assim como as técnicas mais usuais de identificação modal. Foram também descritas as metodologias iterativas utilizadas na calibração de modelos de elementos finitos, tendo sido abordados os principais aspetos relacionados com análise de sensibilidade, as técnicas de emparelhamento de modos de vibração e a otimização com recurso a algoritmos genéticos. É ainda descrita uma metodologia de implementação computacional inovadora, desenvolvida na articulação entre os programas comerciais *ROBOT*, *EXCEL* e *MATLAB*.

O caso de estudo teve como foco um conjunto de degraus de bancada com um vão aproximado de 8 m, localizados na bancada inferior sul do estádio do Dragão. Para o efeito, foi desenvolvido um modelo numérico constituído por 10 degraus de bancada, o qual inclui os apoios dos degraus nas vigas de suporte das bancadas.

Foi realizada a caracterização experimental do comportamento dinâmico das bancadas inferior norte e sul do estádio do Dragão, com base em duas campanhas de ensaios dinâmicos e que permitiram a caracterização das propriedades dinâmicas em termos de frequências naturais, modos de vibração e coeficientes de amortecimento. Foi ainda realizada uma inspeção visual aos degraus de bancada e realizado um ensaio de caracterização de betão com recurso a ultrassons.

A calibração numérica do modelo de elementos finitos foi realizada com base numa metodologia iterativa assente em algoritmos genéticos, e utilizando uma ferramenta computacional inovadora que compreende a articulação entre os programas comerciais *ROBOT* e *MATLAB* por aplicação de uma rotina *API* numa folha de cálculo *EXCEL*. O processo de calibração envolveu a resolução de um problema de otimização que consistiu na minimização de uma função objetivo que inclui os resíduos dos parâmetros modais numéricos e experimentais. A correspondência entre os modos de vibração foi realizada com recurso ao parâmetro *MAC*.

Os resultados da calibração dos degraus de bancada do estádio do Dragão demonstraram uma muito boa aproximação entre os parâmetros modais numéricos e experimentais e uma significativa melhoria do modelo numérico antes da calibração. Por outro lado, a estabilidade de um significativo número de parâmetros, considerando diferentes populações iniciais, provou a robustez do algoritmo genético no âmbito da otimização de modelos numéricos.

Palavras-chave: Estádio do Dragão; Bancadas; Degraus de bancada; Modelação numérica; Ensaios dinâmicos; Calibração experimental; Algoritmos genéticos.

Orientador: Professor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Hugo Alberto da Costa Marques (GEG – Gabinete de Estruturas e Geotecnia, Lda.)

INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROJETO NO ÂMBITO DA REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

Jorge Miguel da Silva Soares

O presente relatório de estágio pretende resumir os trabalhos realizados de inspeção e diagnóstico (I&D), projetos de reabilitação estrutural e desenvolvimento de uma folha de cálculo destinada ao dimensionamento ou verificação de segurança de asnas tradicionais de Palladio.

Este relatório de estágio foi realizado em ambiente empresarial no NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, empresa ligada ao ramo da reabilitação estrutural, prestando serviços de consultoria, inspeção, diagnóstico, monitorização e projeto, no âmbito da reabilitação de estruturas.

Inicialmente, são descritos os trabalhos de I&D realizados nos casos de estudo, incluindo os trabalhos prévios à inspeção, a inspeção visual, os ensaios não destrutivos utilizados e por fim o diagnóstico, onde são apresentadas as verificações de segurança realizadas e seu enquadramento normativo.

Relativamente aos trabalhos de I&D, é apresentado um caso de estudo de armazéns industriais localizados em V.N. de Gaia, tendo-se inspecionado três armazéns. No relatório são apresentados os trabalhos de caracterização construtiva e geométrica, danos estruturais, avaliações de segurança e sugestões de intervenção para cada um dos armazéns inspecionados.

Apresentam-se também trabalhos de projeto de reabilitação e referem-se a um caso de estudo que é a Igreja de Santa Cruz de Braga. De modo a enquadrar as opções tomadas no projeto de reabilitação, primeiramente é apresentado um resumo das atividades de I&D realizadas pelo NCREP. Relativamente ao projeto de reabilitação, são apresentados as medidas de intervenção e o seu dimensionamento.

Por fim, um dos propósitos da realização do estágio é a identificação e melhoria de um procedimento utilizado pela empresa acolhedora. Neste sentido, foi desenvolvida uma folha de cálculo destinada à verificação ou dimensionamento de asnas tradicionais de Palladio. É apresentado no relatório o modo de funcionamento e os métodos utilizados para a determinação de esforços, deslocamentos e rácios de segurança.

Palavras-chave: Inspeção e diagnóstico; Projeto de reabilitação; Estruturas de madeira; Reabilitação estrutural.

Orientador: Professor Alexandre Aníbal Meira Guimarães Costa (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Tiago Ilharco de Moura de Pinho Dias (NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda.)

CÁLCULO AUTOMÁTICO DE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS DE ACORDO COM OS EUROCÓDIGOS

José Guilherme Rocha Vaz Francisco

O presente documento pretende descrever os trabalhos desenvolvidos durante o estágio curricular realizado na empresa SE2P, enquadrado na Unidade Curricular de DIPRE, do Mestrado em Engenharia Civil do ISEP.

Baseia-se no desenvolvimento de um processo de cálculo automático de fundações superficiais, mais concretamente de sapatas isoladas, de acordo com os Eurocódigos e incorporando em detalhe a análise das disposições relativas ao seu Projeto Geotécnico e Estrutural. Este processo foi desenvolvido em *Excel*, tendo como base programação *VBA*. Inclui-se ainda o estudo de diversos regulamentos internacionais no que diz respeito a esta matéria, nomeadamente de países como Colômbia, Brasil, África do Sul e Estados Unidos da América.

Conta também com a pormenorização de um processo desenvolvido com o *software Dynamo* para criação automática dos modelos BIM de soluções de sapatas e a sua inclusão no modelo estrutural em *Revit*.

Finalmente, aplicam-se todos estes processos a um caso prático do portfólio da SE2P.

Palavras-chave: Cálculo automático; Fundações superficiais; Sapatas isoladas; Eurocódigos; Regulamentos internacionais; Projeto geotécnico e estrutural; Modelos BIM.

Orientador: Professor José Filinto Castro Trigo (ISEP)

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

PROJETO DE NAVES INDUSTRIAIS DE GRANDES DIMENSÕES

Juliana da Conceição Maia Pinheiro

Em diversos países, nomeadamente em Portugal, a expansão do mercado da construção metálica tem crescido de forma significativa, principalmente no sector da construção de pavilhões industriais.

Neste projeto, começou-se pelo estudo das diversas soluções estruturais existentes, fazendo-se referência às diferentes tipologias estruturais de pavilhões metálicos com a respetiva descrição dos elementos principais e secundários utilizados nestas construções. Abordaram-se também formas de evitar problemas relacionados com o dimensionamento destas estruturas, nomeadamente em relação a formas de travamento de madres, travessas e pilares.

Fez-se um estudo dos métodos e modelos de análise previstos no EC3 e de todo o processo de dimensionamento, face aos diversos fenómenos de instabilidade a que as estruturas metálicas estão sujeitas.

Por fim, realizou-se o dimensionamento de um pavilhão industrial de grandes dimensões (180x30x6 metros), com recurso às metodologias do Eurocódigo 3. Para isso foram definidos diversos modelos de cálculo (2D e 3D). Todo o cálculo foi sustentado pelo programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis da Autodesk*.

Palavras-chave: Estruturas metálicas; Dimensionamento estrutural; Pavilhões metálicos; Verificação da estabilidade; ROBOT.

Orientador: Professor Rodrigo Esmeriz Falcão Moreira (ISEP)

INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE EDIFÍCIOS DE BETÃO ARMADO: ESTUDO E APLICAÇÃO A UM CASO PRÁTICO

Mara Alexandra Alonso Félix

A existência de edifícios de betão armado com anomalias graves e muito graves tem preocupado os donos de obra e a comunidade técnica. Desta forma, afigura-se como essencial a inspeção para avaliar o estado de conservação dessas mesmas estruturas. Só assim se poderão projetar medidas corretivas adequadas e eficazes. Nesta dissertação, são apresentados os principais mecanismos que levam à degradação dos edifícios de betão armado, bem como as causas para essas ocorrências, sendo que aqui se procura efetuar uma listagem bastante completa. A exposição das anomalias possíveis é suportada por imagens elucidativas. As práticas recomendadas para a inspeção de edifícios de betão armado e os ensaios que permitem a determinação do verdadeiro estado dos materiais são, posteriormente, alvo de estudo. Procura-se analisar a estrutura como um todo e delinear uma estratégia de intervenção. No final, é efetuada uma avaliação do estado de conservação de um edifício, adotado como caso de estudo. Neste contexto, são representados em mapas de anomalias os problemas detetados no mesmo. Correlacionam-se resultados de vários ensaios de diagnóstico e sugere-se um conjunto de disposições corretivas para o edifício.

Palavras-chave: Inspeção; Anomalias; Betão armado; Corrosão; Estado de conservação; Ensaios.

Orientador: Professor Carlos Filipe Guedes Rodrigues (ISEP)

Coorientador: Professor Alexandre Aníbal Meira Guimarães da Costa (ISEP)

REFORÇO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO COM CHAPAS DE AÇO

Marcos Maki Yamasaki Higashi

O reforço estrutural, ao longo das últimas décadas, assumiu uma crescente importância na construção civil. A necessidade de reforçar uma estrutura surge sempre que são necessárias alterações dos requisitos estruturais previstos na fase de projeto. O fato de muitas estruturas de betão armado estarem atingindo o fim da sua vida útil, a degradação prematura dos materiais e os erros de concepção e execução também são razões que justificam intervenções estruturais de reforço. Por conseguinte, com a necessidade de uma resposta dos técnicos de engenharia, foram desenvolvidos métodos capazes de aumentar a capacidade resistente das estruturas de betão armado, a fim de solucionar o problema sem a necessidade de demolir ou realizar novas estruturas. Neste trabalho foi estudado o método de reforço estrutural de betão armado com chapas de aço aderidas externamente ao elemento estrutural. Esse sistema está entre as principais técnicas utilizadas de reforço. O trabalho apresenta um guia prático de como deve ser executado e dimensionado o reforço, os métodos de cálculo e análise dos esforços resistentes, os cuidados que devem ser tomados desde o projeto até a aplicação do reforço e ensaios experimentais que comprovam a eficácia da técnica.

Palavras-chave: Estruturas de betão armado; Reforço; Alterações estruturais; Chapas de aço.

Orientador: Professor Carlos Filipe Guedes Rodrigues (ISEP)

Coorientador: Professor Alfonso Pappalardo Junior (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ESTUDO DE UMA PASSAGEM SUPERIOR PEDONAL METÁLICA

Maria Leonor de Vasconcelos Aguiã Melo Adrião

O presente relatório de estágio apresenta o estudo de um projeto de uma passagem superior pedonal metálica, desenvolvido na empresa O Feliz Metalomecânica, S.A., em Braga. O objetivo principal deste relatório será o de avaliar a viabilidade de realização de uma possível passagem superior pedonal metálica, entre as instalações da empresa e o respetivo parque de estacionamento.

De forma a enquadrar o estudo das passagens pedonais, começa-se por apresentar as características principais de duas obras emblemáticas, uma em Inglaterra e outra em Portugal. De seguida, apresentam-se algumas soluções que têm sido adotadas no projeto de passagens pedonais na cidade de Braga, onde se localiza o presente caso de estudo.

Este enquadramento evidenciará que as passagens superiores pedonais, na cidade de Braga, são maioritariamente metálicas. À semelhança de outras obras encontradas neste levantamento, a estrutura do presente caso de estudo também será revestida superiormente e lateralmente, para que a sua travessia seja realizada em condições de conforto, mesmo perante condições climatéricas adversas.

Após dimensionada a estrutura, é feito um estudo económico com base em custos correntes da construção e retiradas algumas conclusões.

O presente relatório termina com as conclusões principais acerca do estudo realizado e aponta os desenvolvimentos que do ponto de vista do projeto poderão ser seguidos, tendo em vista a realização da obra.

Palavras-chave: Projeto de Estruturas Metálicas; Segurança; Durabilidade; Robot Structural Analysis.

Orientador: Professor Carlos Manuel da Silva Félix (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Igor Sottomayor Guerra (O Feliz, Metalomecânica S.A.)

REFORÇO E PROTEÇÃO DE ESCARPAS ROCHOSAS: CASO DE ESTUDO DA ESCARPA DE S. CRISTÓVÃO

Pedro Duarte Cruz de Andrade Ferraz

A ocorrência de taludes rochosos em avançado estado de degradação, adjacentes a vias de comunicação, tornou-se um cenário cada vez mais frequente e que tem vindo a assumir contornos que se julgam merecedores de alguma atenção.

Por norma, o número de situações de instabilidade em taludes rochosos encontra-se fortemente relacionado com os níveis de pluviosidade evidenciados, sendo nas alturas de maior precipitação mais provável o registo de casos de instabilidade.

No presente documento abordam-se conceitos teóricos relacionados com o tema: parâmetros de caracterização das descontinuidades, modos de instabilização em taludes rochosos, principais classificações geomecânicas utilizadas na caracterização de maciços rochosos e o sistema de avaliação SQR.

Apresenta-se o caso de estudo de uma escarpa rochosa, com consideráveis indícios de instabilidade, situada em Cinfães, na freguesia de São Cristóvão de Nogueira. Desenvolvem-se as diferentes fases de estudo que contemplam, desde logo, sucessivas visitas ao local da escarpa, procurando efetuar-se uma observação cuidada e criteriosa e a realização de um exaustivo levantamento fotográfico com recurso a um veículo aéreo não tripulado, que visa o desenvolvimento de um modelo tridimensional da escarpa. Posteriormente, utilizam-se os programas de cálculo automático, *Swedge* e *Rocfall*, da *RocScience*, para efetuar a análise da estabilidade e da trajetória dos blocos rochosos e auxiliar o estabelecimento de medidas de reforço e de proteção que melhor se adequam a esta situação em particular. Após a proposta das medidas a adotar, procede-se ao desenvolvimento das respetivas peças desenhadas. Por último, são modeladas as soluções de reforço e de proteção anteriormente definidas, com recurso ao *Autodesk 3DS Max*, para posterior introdução no modelo tridimensional, já existente.

Palavras-chave: Maciços rochosos; Taludes rochosos; Instabilidade; Queda de blocos; Barreiras dinâmicas; Barreiras rígidas; Redes de aço; *Swedge*; *Rocfall*; *Autocad*; *3DS Max*.

Orientador: Professor José Filinto Castro Trigo (ISEP)

Supervisor: Professor José Filinto Castro Trigo (NEC, Núcleo de Estudos da Construção – ISEP)

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DOS EFEITOS DINÂMICOS DA AÇÃO DO VENTO NA TORRE DE TELECOMUNICAÇÕES DO MONTE DA VIRGEM

Rafael Augusto de Pauli

O principal objetivo desta dissertação prende-se com a experimentação do comportamento dinâmico de uma torre de telecomunicação, englobando um ensaio de vibração ambiental e a conceção, desenvolvimento e implantação de um sistema de monitoramento contínuo.

Neste contexto, são apresentados alguns fundamentos teóricos a ter em conta nestes domínios, visando uma melhor compreensão dos fenómenos existentes no comportamento dinâmico de torres com dimensões elevadas. São descritos os ensaios dinâmicos utilizados, com vista à identificação de parâmetros modais das estruturas, técnicas de identificação modal e à modelação de um modelo numérico para uma posterior calibração, através de técnicas de algoritmo genético.

Este trabalho se enquadra numa parceria técnica realizada entre o Instituto Superior de Engenharia do Porto e a Portugal Telecom. O caso de estudo teve como foco a torre de telecomunicações do Monte da Virgem, uma torre de estrutura mista, constituída por um fuste de betão de 126 m de altura e um palito metálico com 55 m de altura, localizada em Vila Nova de Gaia.

Com o intuito de fornecer as ferramentas necessárias para uma calibração de um modelo numérico previamente elaborado, foi realizado um ensaio dinâmico de vibração ambiental, onde foram identificadas as frequências naturais, os modos de vibração e os coeficientes de amortecimento de quatro modos de vibração, por aplicação da versão melhorada do método de decomposição no domínio da frequência (*EFDD*), com recurso ao programa *ARTEMIS*.

Para a avaliação do comportamento dinâmico da torre sob a ação do vento, foi desenvolvido um sistema de monitoramento contínuo composto por acelerômetros, anemômetros e um sistema de aquisição de dados, que ficará operante durante um período mínimo de um ano, fornecendo dados necessários para elaboração de um perfil do vento atuante na região, possibilitando, assim, o desenvolvimento de intervenções para atenuar problemas gerados por um deslocamento excessivo da estrutura.

Palavras-chave: Vibração ambiental; Torre Monte da Virgem; Monitoramento contínuo; Comportamento dinâmico.

Orientador: Professor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro (ISEP)

Coorientador: Professor Marcelo Rodrigo Carreira (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM AO PROJETO DE PONTES – CASO PRÁTICO

Ricardo Filipe Freitas Pinto

O presente trabalho refere-se a um projeto para conclusão de Mestrado em Engenharia Civil – ramo de Estruturas, no Instituto Superior de Engenharia do Porto. O projeto foi desenvolvido em regime parcial, na empresa GEG – Gabinete de Engenharia e Geotecnia, tendo como objetivo principal a implementação da metodologia BIM no setor da engenharia civil, ligado ao projeto de pontes vigadas pré-esforçadas, que neste contexto se denomina por BrIM (*Bridge Information Modeling*).

Assente na crescente evolução tecnológica que visa a modernização atual do setor da construção civil no mundo, pretende-se com este trabalho analisar ou testar as reais capacidades e potencialidades da implementação da metodologia BrIM, bem como avaliar as suas limitações ou dificuldades de aplicação.

Dentro de um contexto atual de aplicação do BIM, muito acentuado em áreas estruturais mais ligadas aos projetos de edifícios, a aplicação desta metodologia já está bastante inserida no habitat natural das empresas. Neste caso de estudo, de aplicação desta metodologia num setor dos projetos de pontes, são assumidos, à partida, múltiplas condicionantes ligadas à criação do modelo tridimensional (3D). Com foco na concretização deste objetivo, foram utilizadas as ferramentas da *AutoDesk* ligadas à aplicação do BIM, o *Revit* e a sua extensão, o *Dynamo*.

Sabendo de antemão as potencialidades destes softwares no desenvolvimento de modelos BIM em edifícios, a sua aplicação e concretização em pontes torna-se o desafio principal deste projeto. Sendo o *Revit* uma ferramenta BIM com múltiplos benefícios para a aplicação da metodologia no seu global, em pontes o desafio da modelação recaiu na utilização da sua extensão *Dynamo*. Neste caso, trata-se de uma ferramenta ainda pouco utilizada e explorada no âmbito do BIM, acarretando assim, dificuldades ligadas à obtenção de informação viável para a sua aplicação direta em projetos de pontes, bem como o facto de se tratar de um software de programação visual.

Pretende-se com este *software*, o *Dynamo*, criar rotinas operativas na modelação de alguns órgãos específicos das obras de arte, contornando assim a referida limitação do *Revit* para a modelação deste tipo de estruturas.

Palavras-chave: Pontes; BIM; BrIM; Revit; Modelação 3D Paramétrica; Dynamo; Programação visual.

Orientador: Professor Ricardo Manuel Pereira Santos (ISEP)

Supervisor: Engenheiro José Luís Barbosa (GEG – Gabinete de Estruturas e Geotecnia, Lda.)

REPARAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO EM AMBIENTE MARÍTIMO

Rui Cláudio Fernandes Azevedo

A dissertação apresentada foi elaborada com o objetivo de estabelecer as principais relações entre as fases de inspeção, de diagnóstico e de reparação de estruturas de betão armado em ambiente marítimo. Recorre-se a dois casos de estudo associados a estruturas localizadas em ambiente marítimo.

A organização da dissertação assenta em três grandes grupos. O primeiro grande grupo, correspondente aos Capítulos 1 e 2, faz um enquadramento geral sobre o tema, abordando a problemática das estruturas em ambiente marítimo e identificando as principais causas para as anomalias apresentadas.

Um segundo grupo, que corresponde aos Capítulos 3 e 4, apresenta uma abordagem à norma NP EN 1504 e à aplicação prática de sistemas e produtos de proteção e reparação. Com recurso a ensaios laboratoriais, avalia-se o desempenho de alguns produtos, com objetivo de testar a sua conformidade e aplicabilidade, em condições representativas da agressividade marítima.

Por último, o terceiro grupo, composto pelos Capítulos 5 e 6, dedica-se à análise de casos práticos. No Capítulo 5, é processada a análise de edifício de habitação coletiva, que inclui a inspeção, diagnóstico e preconização de soluções, inclusive com a aplicação piloto destas soluções corretivas. Referente ao Capítulo 6, é abordado o tema das novas tecnologias, nomeadamente a integração do conceito BIM, no âmbito da inspeção de estruturas, com um caso real que corresponde ao Molhe de Vila do Conde.

Palavras-chave: Betão armado; Ambiente marítimo; Inspeção; Diagnóstico; Intervenção; NP EN 1504; BIM.

Orientador: Professor Carlos Filipe Guedes Rodrigues (ISEP)

DESEMPENHO DO AGREGADO RECICLADO: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BRASIL E PORTUGAL, BASEADO NA ESPECIFICAÇÃO E 471:2009

Thalyta Toffoli

A presente dissertação foi elaborada 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 Estruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Responsável pelo grande consumo de recursos naturais e pela grande quantidade de resíduos gerados, a indústria da construção civil busca alternativas para minimizar esse impacto. A reciclagem destes resíduos surge nesta busca como a melhor alternativa, retornando ao sector uma nova matéria-prima, o agregado reciclado. Deste modo, nem o meio ambiente nem a demanda são prejudicados.

Apenas os resíduos oriundos da construção, demolição, reabilitações e reparações podem ser reutilizáveis como agregados. E entre os vários resíduos da construção civil (RCQ), os resíduos de betão são os que apresentam maior potencial de utilização, devido ao baixo grau de contaminação por outros materiais.

Apesar das inúmeras pesquisas desenvolvidas com o objetivo de viabilizar o aproveitamento desses resíduos, não há um consenso na sua utilização. A legislação brasileira, NBR 15116, permite a aplicação do agregado reciclado apenas em betões sem fins estruturais, enquanto a legislação portuguesa, E471:2009, permite a aplicação da classe dos agregados reciclados de betão (ARB) em betões com fins estruturais.

Em busca de avaliar o potencial do agregado reciclado de betão (ARB), no fabrico de betão com fim estrutural, foi realizado um estudo experimental, inicialmente de caracterização do material e, posteriormente, de produção de betão com as percentagens de ARB permitidas na especificação portuguesa E 471:2009. Com o presente estudo procurou-se avaliar a viabilidade de utilização de agregados reciclados, atualmente existentes no Brasil, na execução de betões com fins estruturais.

Os resultados encontrados permitiram concluir que a fração graúda do ARB, apresenta grande potencial, porém a falta de controlo no seu beneficiamento impossibilita ampliar sua utilização.

Palavras-chave: Agregado reciclado; Agregado reciclado de betão; Resíduos da construção civil.

Orientador: Professor Paulo Augusto Ribeiro Guedes (ISEP)

Coorientador: Professora Ana Lúcia da Fonseca Bragança (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A GESTÃO DE EDIFÍCIOS – CASO PRÁTICO

Adriana Luísa Rodrigues Sousa

Devido à evolução tecnológica no setor de construção a troca de informação entre todos os intervenientes num edifício é cada vez mais fácil. A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) permite aos profissionais da construção uma gestão detalhada dos projetos, partilhada por todos os intervenientes, desde a conceção até à manutenção.

Atualmente, a manutenção do edifício é já uma atividade considerada importante, uma vez que é entendida como uma forma de evitar custos elevados de conservação e a longo prazo. Em consequência da necessidade em gerir a manutenção dos edifícios após a sua construção, surgiu a metodologia conhecida por *Facility Management* (FM). Desta metodologia surgiu a necessidade da ligação entre o BIM e o FM, que é cada vez mais evidente.

O presente relatório tem como objetivo abordar o uso destas metodologias, uma vez que são bastante recentes em Portugal, através da aplicação das mesmas a um caso de estudo real.

Palavras-chave: *Building Information Modeling* (BIM); *Facility Management* (FM); BIM-FM; *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie); Manutenção e gestão de instalações.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Supervisor: Engenheiro António Ruivo Meireles (ndBIM – Virtual Building, Lda.)

GESTÃO DO RISCO EM CONSTRUÇÕES

Alexandre Arantes de Souza Queiroz

Este trabalho acadêmico tem por objetivo analisar a gestão de risco em projetos e sua aplicabilidade no setor da construção. O trabalho foi dividido em pesquisa bibliográfica, descrição de normativas, boas práticas e ferramentas pertinentes ao tema, criação de um procedimento para gerenciar os riscos no setor da construção e aplicação deste procedimento em um estudo de caso. Utilizou-se dos princípios estabelecidos pelo *Project Management Institute* (PMI) e pela Organização Internacional de Normalização (ISO), com foco nos documentos: *Project Management Body of Knowledge* (PMBok) e ISO 31000. Este trabalho identificou diversos riscos existentes na construção e concluiu que o gerenciamento dos riscos é uma ferramenta que contribui para redução de custos das construções, melhora e garantia da qualidade executada e redução de acidentes de diversas naturezas sendo imprescindível para um processo de gestão de projetos. As recomendações futuras direcionam para uma maior necessidade de explorar o tema de gestão de riscos no setor da construção, principalmente em matéria de registro de informação e tecnologia.

Palavras-chave: Gestão do risco; ISO 31000; Riscos em construções.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Coorientador: Professor Agostinho Pascalichio (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ERROS E OMISSÕES NAS EMPREITADAS DE OBRAS PÚBLICAS

Ana Isabel de Sousa Santos

A contratação pública em Portugal foi desde muito cedo uma das matérias mais relevantes de estudo e de constante transformação. Ao longo dos anos tem-se tentado ajustar às diretivas comunitárias europeias, e sobretudo, ao país.

Com a entrada em vigor do Código dos Contratos Públicos em 2008, a contratação pública mudou completamente, com introdução de um conceito mais acentuado e funcional relativamente a erros e omissões, tendo-se também introduzido a contratação pública eletrónica, que visa trazer a igualdade e a transparência aos concursos.

Contudo, já nesse mesmo ano, após publicação, o legislador começou a preparar a revisão do código, e em 2012 introduziu algumas alterações. Em 2014 com a exigência das três diretivas comunitárias, tinha início o estruturamento de um novo código ou, simplesmente, a concretização de alterações ao código existente, o que implica que todas as entidades tenham de acompanhar todas estas alterações.

Os erros e omissões nas empreitadas de obras públicas não foram um conceito novo que o código trouxe, pois já no Decreto-lei nº 59/99 de 2 de março, os erros e omissões surgiam como um tema distinto dos trabalhos a mais, contudo a legislação não se encontrava preparada para os aplicar separadamente. Em 2008, os erros e omissões apareceram com maior impacto na contratação pública gerando um descontentamento por parte de várias entidades. Os erros e omissões sempre foram e ainda são um tema bastante discutido, tendo em conta que se trata de um conceito que o legislador português aplicou e que não fora imposto pelas diretivas.

Esta dissertação foi para além do conceito de erros e omissões, alongando-se na análise da evolução histórica da contratação pública em Portugal, das plataformas eletrónicas de contratação pública nas diretivas comunitárias de 2014. São quatro capítulos diferentes, no entanto, interligam e dão uma perspetiva diferente do conceito de erros e omissões nas empreitadas de obras públicas.

Palavras-chave: Código dos contratos públicos; Plataformas eletrónicas de contratação pública; Erros e omissões nas empreitadas de obras públicas; Diretivas comunitárias.

Orientador: Professor José Carlos Pinto-Faria (ISEP)

ANALYSIS AND COMPARISON OF DIFFERENT STRUCTURAL SOLUTION WITH REGARD TO CONSTRUCTION SITE ORGANIZATION BASED ON BIM 4D

Dany Luís Pereira Figueiredo

O presente trabalho inserido na Unidade Curricular de DIPRE, do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, foi desenvolvido na Universidade do Luxemburgo. O trabalho insere-se num projeto mais extenso denominado SiMCo, acrónimo para "*Steel in Modern Construction*", e é liderado pela empresa de aço multinacional *ArcelorMittal*. O projeto SiMCo tem como objetivo promover o aço de alto valor acrescentado (AVA) da marca *ArcelorMittal* e criar uma metodologia que permite a comparação de edifícios funcionalmente equivalentes, projetados em aço AVA e os construídos com materiais de construção mais convencionais e competitivos, como por exemplo betão pré-fabricado.

Neste trabalho foram estudadas 6 variantes construtivas diferentes de um mesmo edifício de escritórios tipo, nomeadamente no que diz respeito ao planeamento da construção e a organização do estaleiro, tendo como objetivo a otimização tanto do planeamento como da logística no estaleiro. Adicionalmente, a definição de detalhes construtivos, bem como a análise das etapas de produção necessárias à execução foram realizadas.

No planeamento da construção das várias variantes foi utilizada uma metodologia inovador, desenvolvida e maioritariamente aplicada no seio de grandes empresas de construção francesas. Nesta metodologia, a abordagem aplicada para o cálculo da duração da construção baseia-se na carga horária da grua ou das gruas presentes no estaleiro, com o objetivo de otimizar ao máximo a eficácia das gruas, de modo a obter uma organização de estaleiro rentável em que as gruas estejam sempre em movimento e a trabalhar com um alto desempenho durante toda execução das estruturas. A aplicação destas abordagens necessitou o uso e a atualização do um programa VBA denominado "*ChaCAD*", no qual os diferentes tempos de grua estão incorporados numa base de dados, permitindo a análise do planeamento da estrutura baseado nas quantidades extraídas de um modelo 3D.

De seguida, as cadências e sequências de construção, os recursos humanos e matérias foram calculados e a logística de estaleiro foi desenvolvida. Um plano de estaleiro foi igualmente elaborado.

Por fim, o processo de construção das várias opções construtivas foi simulado em BIM 4D com o *software Navisworks*, o que não só permitiu visualizar eficazmente a execução das diversas variantes, como também apoiou a otimização do planeamento e possibilitou a comparação visual de todas as variantes estudadas.

Palavras-chave: Gestão de projetos; Planeamento; Estaleiro; Otimização ChaCAD; BIM 4D; Navisworks.

Orientador: Professor Jorge José de Magalhães Mendes (ISEP)

Coorientador: Dr.-Ing. Markus Schäfer (Universidade do Luxemburgo – Unidade de Investigação em Ciências da Engenharia)

ENQUADRAMENTO DA LEI DOS ALVARÁS E DA LEI DA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL NO CCP, NA PERSPETIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diana Cristina Maia Veloso

No âmbito da obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, no ramo de Gestão da Construção, a presente dissertação pretende fazer uma abordagem da diversidade de legislação que existe relacionada com a contratação pública, no âmbito da construção civil.

No desenvolvimento do trabalho em questão serão estudadas as várias leis utilizadas na contratação pública, sendo que nos últimos anos existiu um reforço das mesmas com o intuito de garantir a qualidade da gestão das obras públicas portuguesas.

Deste modo, os documentos principais constam do Código dos Contratos Públicos (CCP), alterado pelo Decreto-Lei n.º 149/2012, de 12 de julho, no sentido de tornar o processo de contratação mais simples e transparente. Complementarmente, a Lei n.º 41/2015, de 3 de junho, regula o acesso e permanência na atividade da construção e a Lei n.º 40/2015, de 1 de junho, define a qualificação profissional exigível aos técnicos intervenientes na construção.

Neste trabalho pretende-se enquadrar a Lei dos Alvarás e a Lei da Qualificação Profissional no CCP e, desta forma, sistematizar as etapas do concurso público no sentido de facilitar a aplicação da legislação atual aos contratos de empreitadas, simplificando-se a difícil interpretação da minuciosa linguagem do Código dos Contratos Públicos.

Palavras-chave: Código dos contratos públicos; Contratação pública; Gestão; Obras públicas.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE PLATAFORMAS DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO E A COORDENAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE EMPREITADAS

Joana Maria da Rocha Moita

O presente relatório é o resultado de um estágio curricular, que possibilitou aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo dos últimos anos de formação, facilitando a inserção e adaptação no mercado do trabalho.

Integrado na equipa de coordenação e fiscalização, o estágio decorreu com o acompanhamento de dois empreendimentos – ACOLHE e ACREDITAR. Neste percurso foi possível desenvolver novas aptidões e conhecimentos através dos deveres de controlo de: conformidade, qualidade, planeamento, custos, segurança, saúde e higiene no trabalho e ambiental.

Para o acompanhamento dos trabalhos de ambos os empreendimentos foram consultadas as obrigações e responsabilidades da Fiscalização de acordo com a legislação em vigor e a sua importância na gestão e coordenação de obras. Estudou-se também o modelo de gestão utilizado pela equipa da ENESCOORD e os modelos de gestão que melhorem a sua eficácia, nomeadamente a implementação de plataformas *on line* de gestão da informação.

No sentido de melhorar a gestão da informação, nos últimos anos têm sido desenvolvidas diversas ferramentas colaborativas, permitindo aos vários profissionais da construção, de diferentes especialidades, novas formas de comunicação e colaboração, diminuindo erros por falta de informação.

Com o estudo destas ferramentas conheceram-se as suas funcionalidades e identificaram-se as vantagens e limitações. Para avaliar a funcionalidade da plataforma, foram consultados alguns utilizadores, o que permitiu apontar os benefícios e detetar problemas encontrados na sua utilização.

Depois deste estudo, identificaram-se algumas situações de um empreendimento (ACREDITAR) que poderiam ter sido melhoradas utilizando estas tecnologias de informação.

Palavras-chave: Fiscalização de obras; Gestão; Coordenação; Conformidade; Tecnologias de informação; Ferramentas colaborativas; Gestão da informação; Plataformas online.

Orientador: Engenheiro José Carlos Pinto-Faria (ISEP)

Supervisora: Engenheira Cátia Alexandra de Sousa Cerqueira Fernandes (Enescoord – Coordenação e Gestão de Projectos e Obras, Lda.)

AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA – VALORES DE VENDA *VERSUS* VALORES PATRIMONIAIS

João Manuel da Fonseca Cardoso

Esta dissertação pretende analisar a metodologia de cálculo do valor patrimonial e do valor de mercado, e perceber a relação existente entre os valores patrimoniais dos imóveis e os seus valores de venda.

Tendo por referência a legislação aplicável e os diferentes métodos de avaliação, faz-se uma análise do método de mercado e do código do imposto municipal sobre imóveis (CIMI). A partir dessa análise faz-se um estudo entre a relação dos valores de mercado e valores patrimoniais, com a finalidade de perceber qual a relação existente entre esses valores, e qual a possibilidade em estabelecer um critério que permita a partir de um deles calcular o outro, com fiabilidade, dentro de um determinado intervalo de confiança.

O estudo efetuado exigiu a recolha de uma amostra de imóveis, obtida junto de uma Imobiliária de referência do mercado, constituída por apartamentos vendidos, com tipologia T2 e T3, todos no distrito do Porto, no Concelho de Valongo, na freguesia de Ermesinde.

De seguida apresenta-se uma explicação para o cálculo do valor patrimonial em conformidade com o CIMI, e uma explicação para o cálculo dos valores presumíveis de mercado, em conformidade com o método do mercado, para os casos da amostra recolhida. Com os valores patrimoniais e de mercado da amostra em estudo, faz-se uma análise de correlação, através da técnica de regressão linear, na tentativa de encontrar uma relação entre os valores estudados.

Palavras-chave: Valor patrimonial; Valor de mercado; Valores de venda; Métodos de avaliação imobiliária; Regressão linear.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO NO BRASIL E EM PORTUGAL

Marcelo Guedes Moraes

Esse trabalho tem por objetivo comparar a viabilidade econômica de um empreendimento no Brasil e em Portugal, ilustrando os métodos diferentes e comuns existentes entre os critérios de avaliação imobiliária utilizados nos dois países, analisando a aplicação de cada um e o contexto em que pode ser inserido.

São analisados os seguintes critérios de avaliação imobiliária utilizados em Portugal: o método de rendimento, o método de custo e o método comparativo. No Brasil, é analisado o fluxo de caixa descontado, índice de retorno sobre investimentos (ROI) e índice de retorno sobre patrimônio líquido (ROE).

Entre os dois países, o método de análise comum é o fluxo de caixa descontado, que é conhecido em Portugal como método do rendimento. É feita uma análise pontual identificando divergências e semelhanças tanto em relação a aplicação dos métodos quanto ao contexto do ambiente em que estes estão inseridos, sendo assim, o contexto econômico é levado em consideração para que seja possível criar um estudo de caso, que terá como objetivo, estudar a viabilidade da implantação de um determinado projeto, dentro dos dois ambientes analisados, que são especificamente as cidades de São Paulo e Porto. Neste contexto, avalia-se as divergências existentes e que possam levar a uma grande discrepância nos valores obtidos, como a identificação das taxas existentes em ambos os países como as taxas reais de juros e taxas de investimento, e também as taxas cambiais para poder efetuar a viabilidade em uma única moeda.

Palavras-chave: Avaliação imobiliária; Fluxo de caixa descontado; Estudo de viabilidade.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Coorientador: Professor Agostinho Celso Pascalicchio (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM CIDADES LUSO BRASILEIRAS

Marcello Melo Perez

O objetivo deste trabalho é analisar e interpretar as técnicas construtivas buscando as suas aplicações no Porto, Portugal, e em São Paulo, Brasil, necessárias para garantir o conforto ambiental para os usuários.

A partir de uma revisão da literatura evidencia-se como a verticalização em ambas as cidades se iniciou, a necessidade de se reabilitar uma construção e como o *retrofit* é um dos pontos principais quando se procura repovoar os centros urbanos.

No intuito de trazer de volta as classes mais abastadas para o centro dessas cidades, a reabilitação, focada no conforto ambiental, aparece de forma vital para voltar a atenção dessas classes a esse ambiente urbano. São apresentados alguns métodos construtivos para garantir o conforto funcional, térmico, acústico e luminoso das edificações, a fim de compará-los com os métodos utilizados nas reabilitações do Edifício Mackenzie, em São Paulo, e do Edifício da Rua dos Mercadores, na cidade do Porto, contemplados nos estudos de casos. O trabalho também aborda um pouco da história de cada edificação, apresentado o que foi realizado em cada uma das obras, a fim de garantir o conforto pós-ocupacional.

Palavras-chave: *Retrofit*; Reabilitação; Conforto ambiental.

Orientador: Professor José Carlos Rodrigues Campeão (ISEP)

Coorientadora: Professora Ana Lúcia da Fonseca Bragança Pinheiro (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

GESTÃO DE PROJETOS: O BIM NAS ORGANIZAÇÕES

Marcello Moraes Gomes Carvalho

Diante de incertezas e instabilidades econômicas, o setor da construção civil no Brasil apresenta situação agravada. Em Portugal, o setor apresenta baixas sucessivas. É neste contexto, com margens de lucro reduzidas, baixa no mercado e competição acirrada frente às exigências dos clientes, que surgem ferramentas de planejamento e gestão que auxiliam as construtoras e escritórios de projeto otimizarem os processos.

Assim, o *Building Information Modelling* (BIM) emerge como uma solução eficaz, que integra todos os envolvidos no projeto, tornando o processo construtivo mais enxuto. Visando pesquisar a plataforma BIM, este trabalho foi elaborado levando em consideração pesquisas teóricas e práticas, acerca do nível de implantação do BIM no mercado da construção civil brasileiro, fazendo uma comparação com o mercado português, buscando entender as dificuldades e as melhorias de implantação da tecnologia no cotidiano das empresas.

Para a pesquisa prática formulou-se um questionário com empresas brasileiras e lusitanas que auxiliou na compilação e na interpretação dos dados retornados. Os resultados possibilitaram mensurar o nível de aplicação deste conceito pelas empresas dos diversos portes e segmentos de atuação entrevistadas.

Palavras-chave: BIM; Planejamento; Gerenciamento.

Orientador: Professor Jorge José de Magalhães Mendes (ISEP)

Coorientador: Professor Edson de Almeida Rego Barros (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

BIM 4D E 5D – PLANEAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO

Marcos Massayuki Harano Júnior

É de conhecimento dos profissionais envolvidos com projetos e todo o setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) os inúmeros desafios para incrementar e aperfeiçoar a produtividade no setor, a qual passa pela sintonia entre as diferentes disciplinas envolvidas em uma obra. O que o novo século trouxe de novidades e ferramentas para o ramo, ainda sofre resistência em sua implementação. A plataforma *Building Information Modeling* (BIM) está em destaque para os que buscam melhoria em seus processos, evoluindo na conceção de projetos e unindo dados em um só ambiente de trabalho.

O presente trabalho tem como objetivo colocar em prática o BIM no que tange ao planeamento, indicado pela quarta dimensão de projeto (BIM4D), e o orçamento da obra, referido pela quinta dimensão do BIM (BIM5D). Compreendendo que a teoria sobre a metodologia vem sido explorada e estudada ao longo dos últimos dez anos, sente-se uma lacuna no que provaria de alguma forma a validade e importância da implementação do BIM para a melhoria significativa e constante dos projetos e seu retorno no investimento para o mercado.

A metodologia encontrada para este trabalho se sustenta no uso do BIM4D e BIM5D em uma obra real, e o acompanhamento da evolução da mesma para dar veracidade aos dados e levantamentos obtidos. Os resultados demonstram que com os dados levantados e analisados, conclui-se que a metodologia BIM4D e BIM5D se mostra uma aliada na evolução dos processos de planeamento e orçamentação, fornecendo confiabilidade nos dados e desenvolvendo novas maneiras de projetar.

Palavras-chave: BIM4D; BIM5D; Planeamento; Orçamentação.

Orientador: Professor José Carlos Pinto-Faria (ISEP)

Coorientadora: Professora Magda Aparecida Salgueiro Duro (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

Supervisor: Engenheiro António Ruivo Meireles (ndBIM Virtual Building, Lda)

REQUISITOS PARA CERTIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIO COMERCIAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA BRASIL – PORTUGAL

Mariana Rodrigues Braga

A construção civil é a atividade humana que mais demanda energia e recursos naturais. Atualmente, com aumento exponencial do consumo e dos custos mundiais de energia, degradação do meio ambiente e eventual esgotamento dos combustíveis fósseis, o setor das edificações se viu diante de um cenário onde há a necessidade de transformação dos métodos de construção, operação e manutenção das edificações visando a redução no uso da energia, através de medidas de eficiência. Sendo que, é através do uso racional da energia e da incorporação de fontes renováveis que se pode alcançar uma maior sustentabilidade e desempenho energético. Outra ação que se deve ser implementada é o fornecimento de informações e treinamentos para os *stakeholders* sobre eficiência energética.

Com foco nesse objetivo, tem sido desenvolvido diversos estudos em torno da eficiência energética de edifícios, que visam otimizar os equipamentos e respetivas condições de funcionamento. Nesse contexto, visando medidas para racionalização do consumo energético, as certificações energéticas surgiram como alternativas para qualificar o desempenho energético das edificações. As certificações energéticas contam com o apoio dos regulamentos atuantes nos países utilizando requisitos limites com base em indicadores técnicos pertinentes focados na eficiência energética, buscando a minimização dos impactos gerados pelos edifícios e a potencialização da performance energética no seu ciclo de vida.

No escopo desse trabalho foram analisados os certificados utilizados no Brasil e em Portugal (a etiqueta PBE Edifica e o Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior) e os seus respetivos regulamentos, observando as divergências, similaridades e os requisitos técnicos de cada processo de certificação a fim obter uma análise comparativa das necessidades apontadas por cada país, para obter o melhor desempenho energético possível das edificações comerciais.

A estratégia adotada envolve os métodos de pesquisa bibliográfica, levantamento de dados e uma simulação da aplicação das metodologias. No final, foi concluído que ambos os países utilizam certificações com linhas parecidas de avaliação no âmbito da eficiência energética dos edifícios comerciais, apesar de Portugal obter atualizações mais regulares das legislações e maior fiscalização diante do assunto.

Palavras-chave: Eficiência energética; Desempenho energético; Certificações energéticas; PBE Edifica; Certificado energético e da qualidade do ar interior.

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

Supervisora: Professora Ana Lúcia da F. Bragança Pinheiro (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

FISCALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO DE EMPREITADAS DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Miguel Fonseca Príncipe dos Santos

Este relatório apresenta o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular, enquanto aluno do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio realizou-se em ambiente empresarial, na área de Gestão, Coordenação e Fiscalização de Obras, na empresa ENESCOORD. Esta experiência teve a duração de um semestre, referindo-se ao período entre fevereiro e julho de 2016.

Este documento trata dos aspetos teóricos que sustentam e se articulam com a prática de estágio, onde se reconhece a importância dos conceitos de Fiscalização e Qualidade e, neste sentido, se procura aprofundar conhecimentos a partir da sua evolução histórica, da legislação em vigor e serviços aplicáveis. Aborda, ainda, as funções da Fiscalização aplicadas em obra, com enfoque na gestão e coordenação da informação, no controlo de qualidade, de custos, de prazos, das alterações ao projeto e de segurança.

Ao longo do estágio, a integração na equipa de Fiscalização permitiu acompanhar três Empreendimentos de utilização diferente: uma residência para idosos (ACOLHE); uma casa de acolhimento a familiares de crianças com cancro (Casa ACREDITAR); e uma unidade comercial para o Modelo Continente. O facto de estas obras se encontrarem em fases diferentes de construção, ou seja, em fase de acabamentos, fase estrutural e fundações, constituiu uma oportunidade, enquanto engenheiro fiscal estagiário, de experimentar várias responsabilidades nestas obras e, conseqüentemente, adquirir competências essenciais ao processo de desenvolvimento pessoal e profissional.

Como complemento a todo este processo, foi estudada a metodologia BIM (*Building Information Modelling*) e analisada a sua possível aplicabilidade a situações da prática de estágio.

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

Orientador: Professor José Carlos Pinto-Faria (ISEP)

Supervisora: Engenheira Cátia Alexandra de Sousa Cerqueira Fernandes (Enescoord – Coordenação e Gestão de Projectos e Obras, Lda.)

CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES: COMPARAÇÃO ENTRE AS CLASSIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS SBTOOL-PT E PROCEL EDIFICA

Philippe Dias Coto

O setor da construção em todo o mundo é uma das atividades mais poderosas, tendo forte influência na economia mundial, seja pela alta quantidade de emprego criado, seja pela colaboração para o produto interno bruto e pelo grande impacto ambiental, devido à ocupação do solo, à larga produção de resíduos e consumo de matéria-prima, água e energia, o que faz com que cada vez mais exista sua interação com o desenvolvimento sustentável.

Os sistemas de avaliação e certificação de qualidade e sustentabilidade aplicadas às edificações possuem papel fundamental no projeto, na construção, no uso, na manutenção e na demolição, pois buscam regularizar padrões de avaliação para eleger técnicas e materiais que asseguram a redução destes impactos gerados.

Cada vez mais se percebe a necessidade de aplicação dessas melhorias, principalmente no setor da construção civil que tem grande potencial para implantação destas técnicas e recursos. Portanto, o presente trabalho avalia esforços que permitam a construção de edifícios energeticamente eficientes, pela utilização de um conjunto de técnicas (passivas e/ou ativas) que visam reduzir os consumos energéticos dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida, garantindo ao mesmo tempo conforto aos seus ocupantes.

Esta dissertação tem como objetivo apresentar como a certificação sustentável portuguesa SBTOOL, a qual tem os seus parâmetros divididos em três dimensões (social, ambiental e econômica), e avalia uma edificação em território brasileiro no que diz respeito a eficiência energética. Para tal será utilizado como modelo a certificação PROCEL Edifica, voltada e preparada para a realidade brasileira incentivando o uso racional de energia elétrica, que já foi atribuída ao empreendimento em estudo. Ao fim pode-se observar como a certificação SBTOOL se comporta ao ser desmembrada de seus parâmetros e estar focada no que diz respeito a construções energeticamente eficientes. Demonstrando ser uma certificação flexível que pode ser naturalmente moldada a diferentes propósitos e em distintos tipos de edificações.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; SBTOOL; Eficiência energética; PROCEL Edifica.

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

Coorientador: Professor Henrique Dinis (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ANÁLISE DE VALOR AGREGADO – APLICAÇÃO EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

Ricardo Abifadel Brandão

A complexidade dos grandes projetos da construção civil, a profunda crise instalada no setor, a busca pelo aumento contínuo da satisfação dos clientes e a necessidade de gerar resultados cada vez mais satisfatórios são alguns dos fatores que demandam elevado conhecimento nas técnicas e estratégias de gestão existentes no mercado, capazes de auxiliar o gestor do projeto nas importantes tomadas de decisão.

Uma das metodologias de controle de projetos mundialmente conhecida é a Análise de Valor Agregado (AVA) ou, em inglês, *Earned Value Management* (EVM). A sua aplicação permite melhorar o controle de escopo, custo e prazo, uma vez que faz uma análise integrada destas áreas do projeto.

Este trabalho tem como objetivo contribuir no estudo da aplicação deste método e avaliar se, com o nível de detalhamento e controle de custos/prazos realizados pelas construtoras brasileiras, a aplicação do método pode gerar indicadores satisfatórios para auxiliar o gestor em suas tomadas de decisão.

No decorrer deste trabalho, apresentam-se as melhores práticas para aplicação do método EVM e realiza-se a aplicação do método em um caso real da construção civil no Brasil, obtendo assim os indicadores que permitem acompanhar custo e prazo do empreendimento. O estudo foi feito em uma obra pública hospitalar em São Paulo-SP, no Brasil. Todos os dados foram fornecidos pelo consórcio contratado para execução do empreendimento.

Com a aplicação do método neste projeto, pode-se concluir que, mesmo em uma obra onde é feita um gerenciamento convencional de custo e prazo, é possível aplicar o método EVM e utilizá-lo como uma ferramenta auxiliar para geração de indicadores que retratam o estado e o desempenho do projeto.

Palavras-chave: Gestão de projetos; Construção civil; Análise de Valor Agregado (AVA); *Earned Value Management* (EVM).

Orientador: Professor Jorge José de Magalhães Mendes (ISEP)

Coorientadora: Professora Ivanilda Matile (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

FERRAMENTAS DE ORÇAMENTAÇÃO – APLICAÇÃO A UM CASO DE ESTUDO

Sérgio André Petejo Marques

No âmbito da obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, no ramo de Gestão da Construção, apresenta-se o relatório de estágio desenvolvido no âmbito do tema “Ferramentas de Orçamentação – Aplicação a um caso de estudo.”

Neste relatório de estágio, a principal preocupação foi aferir se a aplicabilidade das ferramentas informáticas à orçamentação constituiria uma mais-valia, permitindo com mais rigor e celeridade, além de orçamentar, adaptar o orçamento a eventuais alterações e/ou retificações do projeto.

Apresentada a proposta à empresa onde se desenvolve o estágio curricular, esta imediatamente a acolheu, disponibilizando o projeto de uma obra – construção de uma moradia unifamiliar na Maia, para orçamentação com recurso às ferramentas utilizadas no estudo, e ao mesmo tempo possibilitando o acompanhamento da sua execução em todas as fases construtivas.

A empresa acolhedora do estágio não ficou indiferente à criação de uma base de dados interna de forma a cumprir os objetivos propostos. Esta base de dados encontra-se em criação, uma vez que carece de complementaridade com a aplicação de outras ferramentas e de mais casos concretos.

O presente relatório está estruturado em cinco capítulos, dedicando-se o primeiro à introdução, o segundo, o terceiro e o quarto à medição e custos de construção, ferramentas de orçamentação e caso de estudo respetivamente. No último capítulo, apresenta-se as considerações finais com as conclusões e desenvolvimentos futuros.

Assim constata-se que o tema apresenta um assunto que continua em aberto, pois carece de estar em constante atualização, não só devido ao aparecimento de novas ferramentas informáticas, como também da evolução das técnicas construtivas e da variação dos custos do mercado.

Palavras-chave: Orçamentação; Ferramentas de orçamentação; Medição; Gestão.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Supervisor: Engenheiro José Gomes (Urbiave – Jorge Militão & Associados, Lda.)

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS DIRETOS – CASO DE ESTUDO: REABILITAÇÃO DE ESTRADAS

Sílvia Dias Almada

O presente relatório enquadra-se no âmbito da Unidade Curricular de DIPRE, do 2º semestre, do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil do ramo de Gestão da Construção do Instituto Superior de Engenharia Civil e foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular realizado na empresa COGEDIR, Gestão de Projetos S.A..

Este relatório tem como principal objetivo desenvolver a temática da composição de custos de produção, intrínseca ao processo de orçamentação, da área do conhecimento da gestão de projetos, conhecida por gestão de custos.

De acordo com o PMBOK®, compreende-se como projeto o esforço despendido durante um determinado período e de forma a produzir algo, um produto ou um serviço. No presente relatório apresenta-se um modelo de ficha de custos que se apoia nos princípios da elaboração de orçamentos e cuja aplicabilidade é materializada a um caso de estudo de um projeto que tem o propósito da reabilitação de estradas. A ficha desenvolvida visa ajudar a empresa no processo de estimação dos custos dos trabalhos de execução de uma estrada, facultando informação credível sobre os custos associados às diferentes espécies de trabalho de que as estradas são alvo aquando da sua reabilitação. A elaboração destas fichas foi também motivada pela existente carência de informação referente aos custos dos trabalhos de estradas orientados para a reabilitação.

No início deste relatório é exposta uma breve análise, baseada em dados obtidos durante o estágio, que permite ficar com uma pequena noção da situação atual do mercado, no que às obras públicas diz respeito. Seguidamente, para uma melhor compreensão dos trabalhos e dos custos considerados, foi sucintamente abordado o tema da reabilitação em estradas, com a descrição das tipologias de pavimentos e das patologias geradas nos mesmos, ao longo da sua vida útil. Posteriormente desenvolveu-se o tema dos custos com a apresentação do procedimento seguido para a elaboração das fichas de custos.

Palavras-chave: Reabilitação em estradas; Custos de produção; Composição de custos; Ficha de custos.

Orientadora: Professora Maria do Rosário Santos Oliveira (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Francisco Neto (COGEDIR – Gestão de Projetos S.A.)

Mestrado em Engenharia Civil

RAMO DE INFRAESTRUTURAS

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Politécnico do Porto



OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA DA OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM ALTA

Ana Margarida Cerqueira Gonçalves Dias

O presente documento apresenta um relatório elaborado no âmbito de um estágio curricular na empresa H2OPT, com a duração de seis meses, que teve como tema otimização energética da operação de sistemas de abastecimento de água em alta. O objetivo proposto foi participar no processo de elaboração e análise de uma ferramenta de otimização, que tirando partido dos Algoritmos Genéticos, permite otimizar ao nível energético os sistemas de abastecimento de água.

De uma forma introdutória, é feito o enquadramento do tema e são definidos os objetivos para a realização do estágio, definindo um cronograma de trabalhos.

É também feita uma abordagem teórica ao tema, partindo de uma breve definição sobre sistemas de abastecimento de água e seus componentes, assim como uma análise sobre otimização energética e os vários métodos utilizados nesta temática.

A ferramenta de otimização em causa é desenvolvida em linguagem *Python* com possibilidade de utilização de packages previamente desenvolvidos, tendo sido utilizado o compilador *PyCharm*. Para esta ferramenta utilizou-se o *package Pyevolve* que aplica Algoritmos Genéticos para a resolução do problema de otimização. Para o desenvolvimento da ferramenta também foi utilizado o simulador hidráulico EPANET, onde é possível obter a configuração da rede de abastecimento a considerar, assim como as características do sistema. Foi ainda criando um ficheiro Excel onde foram inseridos alguns dados básicos sobre o exemplo em estudo, por forma a permitir ao utilizador uma forma simplificada de interagir com a ferramenta.

No que diz respeito ao objetivo principal deste relatório, que se prendia na descrição do que foi permitido estudar ao longo do período de estágio, descreveu-se a metodologia utilizada no estudo da ferramenta de otimização, como a participação no processo de *debug* e a sugestão de algumas melhorias na ferramenta.

Foram para isso realizadas análises de sensibilidade das funcionalidades oferecidas pela ferramenta, nomeadamente no que respeita aos parâmetros utilizados pelo Algoritmo Genético, que também são descritas no corpo deste relatório, assim como a pesquisa efetuada previamente que serviu de base para a interpretação dos resultados.

Palavras-chave: Otimização energética; Sistemas elevatórios; Pyevolve; EPANET.

Orientador: Professor Eduardo Bruno de Freitas Vivas (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Pedro Miguel Leite Ferreira (H2OPT - Grupo Noraqua, Lda.)

MODELAÇÃO DE PERFIS TRANSVERSAIS DE PRAIA COM RECURSO A SÉRIES SINTÉTICAS

Ana Sofia Castro Moreira

A zona costeira é uma área bastante dinâmica e que se encontra em constante alteração devido, principalmente, às correntes marítimas, que provocam o transporte de sedimentos, quer em direção à praia, quer em direção ao largo. Este transporte provoca o aparecimento de barras litorais que podem migrar para o largo ou para a costa, consoante o sentido do transporte de sedimentos. Por isso, o estudo da evolução/alteração da linha de costa, tendo em conta o uso de séries sintéticas de agitação é bastante importante para a análise da zona costeira.

Neste trabalho são realizadas simulações numéricas, recorrendo a um modelo de morfodinâmica adaptado para o caso em estudo, que permitem um estudo à alteração do perfil transversal de praia, recorrendo ao uso de séries sintéticas de agitação. Estas possibilitam a análise da influência da ordem e ocorrência do evento que, neste caso, será a altura significativa (H_s). A realização destes estudos permite observar qual o comportamento do perfil da praia aquando a variação dos parâmetros acima referidos.

Palavras-chave: Zona costeira; Séries sintéticas; Altura significativa da onda; Morfodinâmica; Sedimentos; Perfil transversal de praia.

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

Coorientador: Professor Rolando Gaal Vadas (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ESTUDO E ACOMPANHAMENTO DE REQUALIFICAÇÕES DE OBRAS RODOVIÁRIAS DO MUNICÍPIO DE VILA NOVA DE GAIA

Ana Teresa Panza

O presente relatório serve para dar conhecimento do trabalho que foi desenvolvido ao longo do período de estágio curricular, que está inserido no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio (DIPRE), do Mestrado em Engenharia Civil, ramo de Infraestruturas. A escolha deste ramo de estudo de engenharia deve-se ao interesse do estagiário em querer participar nos projetos municipais considerando as necessidades de vias de comunicação novas e/ou requalificadas, que respeitem o meio ambiente e de acordo com as políticas económicas atuais da comunidade e do país onde a contenção e o rigor financeiro são evidentes, como é o caso das obras municipais.

O estágio que teve a duração de 6 meses foi desenvolvido na Divisão de Conceção e Construção de Equipamentos e Espaços Públicos (DCCEEP) da Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia. Este município tem uma rede viária diversificada e que é uma área fundamental para a vida dos municípios.

Procurou-se assim descrever, caracterizar e dimensionar alguns tipos de pavimentos rodoviários, desenvolver e estudar novas técnicas de orçamentação e gestão de planeamento e apresentar diferentes estudos de caso. Também se abordam questões técnicas de traçado rodoviário, recorrendo a ferramentas informáticas especiais.

Os estudos apresentados procuram soluções equilibradas e adequadas para cada local. O primeiro projeto desenvolvido foi a requalificação da Rua Heróis do Ultramar, em Vilar de Andorinho, onde se substituiu o pavimento de cubos de granito por um betuminoso. O segundo comportou um melhoramento do pavimento betuminoso na Avenida da República, onde foi necessário redimensionar as vias de forma a suportar o tráfego a que está sujeito. O terceiro tratou-se da ampliação da Rua da Igreja do Paraíso, em que se requalificou a parte existente e se construiu uma nova com algumas condicionantes. Refere-se ainda, como quarto projeto, com importância para a área da orçamentação, interveio-se no melhoramento do mapa de quantidades do Acordo Quadro de forma a agilizar o trabalho dos projetistas da divisão em que estava inserida.

Palavras-chave: Pavimentos; Dimensionamento; Requalificação; Orçamentação; Geometria de traçado.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Abel Tavares de Abrantes (Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia)

DEFINIÇÃO E VALIDAÇÃO DE ZONAS DE MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DE PERDAS DE ÁGUA NUM SISTEMA DE ABASTECIMENTO EM ALTA

Carlos Miguel Tavares Moreira

A água, recurso essencial à vida, apresenta-se como um fator fulcral ao desenvolvimento socioeconómico de uma sociedade, demonstrando a sua importância como recurso estratégico e estruturante. Desta forma, compreende-se a necessidade e crescente preocupação das entidades responsáveis pelo sector da água, na redução, dentro do possível, dos volumes de água perdidos nos sistemas de abastecimento.

Para controlo e redução das perdas de água, é imprescindível um processo de monitorização de todo o sistema de abastecimento de água, desde o processo de captação até à sua distribuição ao utilizador, permitindo, desta forma, um auxílio na localização das situações que carecem de uma maior atenção, para assim colmatar essas lacunas.

O sucesso da monitorização encontra-se, todavia, dependente da fiabilidade dos dados medidos pelos equipamentos de medição, nomeadamente dos caudalímetros e dos medidores de nível.

Na tentativa de validar o funcionamento dos principais equipamentos de medição de água no subsistema adutor Lever-Norte, da Águas do Norte, S.A., foram realizadas análises baseadas em balanços hídricos. Posteriormente, procedeu-se a estudo idêntico dos equipamentos de medição localizados nas instalações da ETA de Lever, incidindo, especialmente, numa análise das fases de captação e de elevação de água tratada.

Em complementaridade às análises realizadas, foram definidas zonas de monitorização e controlo (ZMC) para o subsistema Lever-Norte com vista a um maior controlo dos caudais e perdas no sistema.

Os resultados obtidos, permitiram o apuramento do funcionamento dos principais equipamentos de medição, do subsistema Lever-Norte, que revelou que as perdas verificadas são, na sua maioria, aparentes, e resultantes de diferenças de leitura dos equipamentos de medição.

Não obstante, refira-se que, em alguns casos, as análises efetuadas demonstraram-se inclusivas, fruto do número de variáveis que atuam em simultâneo, na avaliação de balanços hídricos e/ou das condições em que as análises se sucederam e em que não foi possível a sua alteração.

Palavras-chave: Abastecimento de água; Perdas; Equipamentos de medição; Zona de medição e controlo.

Orientador: Professor Eduardo Bruno de Freitas Vivas (ISEP)

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

INSPEÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS: PONTES E VIADUTOS

Felipe Moura da Silva

A inspeção de obras de arte é uma atividade que tem por objetivo principal identificar e classificar eventuais falhas ou anomalias que tendem a surgir nas suas características estruturais, afetando sobretudo a sua funcionalidade ou colocando em causa a sua durabilidade. Este trabalho, dedicado à inspeção rotineira de obras de arte, apresenta aspetos gerais relativos aos diversos tipos de obras de arte, particularmente das pontes e viadutos, identificando os sistemas estruturais mais comuns e os respetivos elementos estruturais, e relaciona os tipos de anomalias que ocorrem nessas obras com as modalidades de inspeção existentes na NBR-9452. A partir destes dados o trabalho desenvolve um modelo de inspeção rotineira baseado na NBR-9452, agregando a metodologia proposta pela E.P. (Estradas de Portugal). O modelo proposto visa o aperfeiçoamento da avaliação das inspeções rotineiras nas obras de arte no Brasil com a introdução de parâmetros quantitativos por elemento da obra possibilitando uma análise mais precisa das suas condições.

Palavras-chave: Inspeção de estruturas; Inspeção rotineira; Obras de arte especiais; Anomalias.

Orientador: Professor Carlos Manuel da Silva Félix (ISEP)

Coorientador: Professor Eduardo Ioshimoto (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

USUÁRIOS VULNERÁVEIS E A SUA INSERÇÃO NA MOBILIDADE URBANA

Gustavo da Silva Alves

A vulnerabilidade de peões, ciclistas e motociclistas dentro do sistema da mobilidade urbana é um quesito importante e está diretamente atrelado a segurança, bem-estar e performance das cidades. A proposta desse trabalho é a análise da mobilidade dos usuários vulneráveis dentro dos perímetros urbanos das cidades de São Paulo e do Porto, bem como da sua inserção, conduta e comportamento no trânsito. Para tanto, estruturou-se um trabalho com a finalidade de confrontar características físicas, legislativas, comportamentais e culturais de ambas as cidades que de alguma forma manifestam impacto na vulnerabilidade de peões, ciclistas e motociclistas. Ao final, busca-se qualificar o cenário atual da mobilidade nas duas cidades e encontrar saídas para diminuir a exposição dessa classe de usuários.

Palavras-chave: Usuários vulneráveis; Mobilidade; Vulnerabilidade; Peão; Ciclista; Motociclista.

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

Coorientadora: Professora Patrícia Barboza da Silva (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

BENEFICIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE OBRAS RODOVIÁRIAS AFETAS AO MUNICÍPIO DO PORTO

Hélder André Moreira Soares

A Rede Fundamental Rodoviária, com uma extensão de dezasseis mil e quinhentos quilómetros, permite não só o desenvolvimento socioeconómico como a crescente mobilidade do país. Na medida de colmatar as atuais necessidades ligadas às infraestruturas rodoviárias e pedonais surgem as temáticas da reabilitação, a conservação e a manutenção.

O presente relatório consiste, tal como o tema sugere, no estudo de beneficiações e manutenções de obras rodoviárias afetas ao Município do Porto e apoia-se em duas grandes vertentes: o projeto e o acompanhamento de obra.

Numa primeira fase elaborou-se um projeto, de baixa complexidade e de grande importância, e acompanharam-se obras que permitiram uma grande retenção de conhecimento. Numa segunda fase procedeu-se ao dimensionamento de uma beneficiação, acompanharam-se obras rodoviárias de maior complexidade e verificou-se, em laboratório, a conformidade de materiais de pavimentação.

Pretende-se, então, com este relatório, que se desenvolvam conceitos ligados às infraestruturas rodoviárias e não menos importante, às pedonais e ciclovias. Salienta-se que apesar das infraestruturas viárias serem dimensionadas para uma garantia de satisfação de utilizadores acabam por ser bastante variáveis ao longo do tempo. Surgem então os temas acima apresentados, que atuam nas infraestruturas de forma a garantirem novos períodos de vida para os pavimentos, na medida de minimizar a inconstância das necessidades.

O presente documento inclui todos os elementos base que fundamentam os estudos de caso realizados e um dimensionamento expedito acompanhado de uma folha de cálculo automático.

O relatório, elaborado no âmbito do estágio do Mestrado de Engenharia Civil, permitiu dar a conhecer e compreender processos de projetos de reabilitação de pavimentos rodoviários, particularmente em ambiente urbano, bem como fazer o acompanhamento diário de obras de construção e o respetivo controlo de qualidade, em regime laboratorial.

Palavras-chave: Beneficiação; Reabilitação; Manutenção; Pavimentos rodoviários; Reciclagem de pavimentos; Misturas betuminosas; Camadas granulares; Dimensionamento; Porto.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Supervisor: Engenheiro Emídio Alexandre Vasconcelos Ferreira (Câmara Municipal do Porto)

APLICAÇÃO DE MATRIZES DE RISCO PARA PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES NAS CONDUTAS ADUTORAS DA ÁGUAS DO NORTE

Ivo Freitas de Castro

O presente relatório de estágio tem como principal objetivo a aplicação de matrizes de risco a condutas adutoras. Este documento foi desenvolvido durante um período de seis meses de estágio curricular, de Fevereiro a Julho de 2016, que decorreu na empresa Águas do Norte S. A., no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, ramo de Infraestruturas, no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Inicialmente é feita uma descrição dos vários sistemas de abastecimento de água sob responsabilidade da empresa, bem como uma abordagem às características das condutas adutoras, nomeadamente o material que as constitui.

De seguida, foi explorado o conceito de gestão de ativos e como este pode ser aplicado às infraestruturas do sector das águas.

Por fim, é demonstrada a metodologia da aplicação das matrizes de risco, assim como os resultados obtidos desta análise.

Palavras-chave: Sistema de abastecimento de água; Condutores adutoras; Gestão de ativos; Matriz de risco.

Orientador: Professor António Francisco Soto Maior Pestana da Silva (ISEP)

Supervisora: Engenheira Joana Duarte Boaventura (Águas do Norte, S.A.)

ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DE SOFTWARE DE GESTÃO DE TRÁFEGO NA ZONA DA ASPRELA

João Bandeira Teles

No âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio/Projeto, desenvolveu-se o estudo da eficiência de sistema inteligente de controlo de tráfego. No caso concreto, o *software* utilizado designa-se por Smartguard, do fabricante SIEMENS. Este estudo foi desenvolvido no decorrer de um estágio na Câmara Municipal do Porto.

Para a realização deste trabalho delimitou-se a área a ser estudada, formando esta um “anel” centralizado constituído por nove controladores de tráfego na zona da Asprela, efetuando-se a monitorização pré e pós implementação da solução. Para além da caracterização da zona, foi ainda necessário proceder ao dimensionamento de recursos humanos e meios para aplicar as várias técnicas da avaliação de um sistema deste tipo. A zona da Asprela e em particular a área delimitada foi escolhida devido à sua complexidade e especificidades, havendo necessidade de melhoria de circulação viária devido à grande afluência de trânsito que diariamente a afeta.

De forma a medir a eficiência das alterações proporcionadas por um sistema deste tipo foram tidas em conta duas situações distintas sendo feita a comparação entre ambas posteriormente. Inicialmente a eficiência foi medida tendo em conta a programação existente na área em estudo. Posteriormente, e já com as alterações implementadas, isto é, com o sistema Smartguard em funcionamento, repetiram-se as técnicas de medição já utilizadas na fase prévia de caracterização do existente.

Como se poderá ver mais à frente foram utilizados vários métodos para o cálculo do atraso, fazendo referência às metodologias de cada um deles e retirando as devidas conclusões acerca dos mesmos, como por exemplo quais são mais adequados à área em estudo e o número de recursos humanos necessários para a concretização de cada um dos métodos.

Conclui-se, após a realização dos vários métodos que permitiram determinar o nível de serviço em cada grupo semafórico para cada uma das interseções estudadas, que não existe grande diferença entre o após e o antes das alterações, o que se deve ao fato de a alteração nos ciclos dos grupos semafóricos aumentar as filas de espera em alguns ramos e criar mais congestionamento, em vez de o melhorar.

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)

COMPARAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION NO BRASIL E EM PORTUGAL

Jose Guilherme Rubio Caseiro

A presente dissertação foi elaborada 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 Infraestruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Atualmente o mundo se encontra em uma época de recessão econômica que traz grandes entraves a investimentos, o que tem gerado na indústria civil a necessidade de diminuir custos e reduzir os desperdícios. Em função disto, o conceito *Lean Manufacturing* utilizado amplamente na indústria automobilística está sendo adaptado para aplicação na indústria civil, com o nome de *Lean Construction*.

Diante da dificuldade da adaptação para a indústria civil e da possibilidade de intercâmbio, surgiu a oportunidade de comparar um grupo de indústrias da construção civil do Brasil e de Portugal. Para isto, este trabalho foi elaborado por meio de uma revisão literária acerca da filosofia *Lean Construction*, buscando basear-se nos princípios do *Lean*, com métodos e ferramentas que têm a capacidade de melhorar as empresas da construção civil.

A comparação se deu por um questionário aplicado em um grupo de empresas de construção no Brasil e em Portugal. Os resultados possibilitaram mensurar em termos percentuais o nível de aplicação do *Lean Construction* pelas empresas entrevistadas dos diversos portes e segmentos de atuação e assim comparar a diferença de aplicação do método entre os dois países.

Palavras-chave: Lean Construction; Portugal; Brasil; Indústria civil; Lean Manufacturing.

Orientador: Professor Jorge José de Magalhães Mendes (ISEP)

Coorientador: Professor André Luis Helleno (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS NA BACIA DE CRESTUMA

José Ricardo Oliveira Belez

A presente monografia documenta o estudo desenvolvido durante o estágio na empresa Águas de Gaia, E.M., S.A. no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Infraestruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto. A realização deste estágio curricular, para além de permitir um contacto com o meio empresarial, teve como principal objetivo o desenvolvimento de um estudo associado com as afluências indevidas.

Com a expansão a que os serviços de saneamento têm sido sujeitos estes caudais excedentários são, cada vez mais, um problema grave e por isso é necessário que se crie ferramentas de gestão para o combate a esta maleita.

As afluências indevidas são uma das principais problemáticas associadas aos sistemas de drenagem, causando problemas estruturais, socioeconómicos e ambientais. Portanto, a minimização das afluências indevidas deve ser uma das prioridades das entidades gestoras. Isso conduziu à execução deste estudo.

A Águas de Gaia, E.M., S.A. é responsável por mais de mil e duzentos quilómetros de rede de saneamento, incluindo coletores, caixas de visita e várias estações de bombagem. O diagnóstico deste tema é cada vez mais do seu maior interesse devido aos problemas anteriormente enumerados.

O desenvolvimento deste trabalho teve como principal objetivo a quantificação das afluências indevidas ao sistema de drenagem de Crestuma, o sistema de menor extensão que a empresa detém, servindo de base para o desenvolvimento dos estudos associados aos restantes.

No curso deste estudo, foram aplicados os métodos de quantificação de afluências indevidas mais apropriados aos dados disponibilizados pela Águas de Gaia.

Palavras-chave: Hidráulica; Afluências indevidas; Águas residuais; Drenagem; Sistemas urbanos; Infiltração de base; Afluências pluviais diretas.

Orientador: Professor Tiago Sarmiento Sabino Domingues (ISEP)

Supervisora: Engenheira Eunice Estela Soares Miranda Macedo Gonçalves Fonseca (Águas e Parque Biológico de Gaia, EM, S.A.)

REVITALIZAÇÃO URBANA DO CENTRO DA CIDADE DE SÃO PAULO: UMA CONTRIBUIÇÃO A PARTIR DO PLANO DE REURBANIZAÇÃO DO CENTRO DA CIDADE DO PORTO

Leandro Rayes Forte

Os centros antigos das cidades sofrem com a deterioração e degradação devido ao processo migratório da elite para áreas periféricas em busca de imóveis mais tecnológicos e modernos movidos pela revolução industrial. Porém os centros das cidades não foram deixados totalmente de lado pelos governos. Com isso, muitas cidades vêm criando programas de incentivo para que se atraia investimento. Na cidade portuguesa do Porto, o plano de revitalização do centro, inclusive do centro histórico que é patrimônio mundial, está em andamento com resultados satisfatórios quando analisados os investimentos realizados e as novas oportunidades criadas, além do centro estar menos degradado. Neste trabalho foram analisadas as metas, estratégias, incentivos e os resultados dessa intervenção, fazendo um estudo de caso paralelo com as intervenções realizadas no centro da cidade de São Paulo. Foi realizado ainda um paralelo com outra cidade europeia que utilizou a mesma abordagem do Porto – a cidade de Barcelona –, além de outras abordagens norte-americanas. Mostra-se ainda um projeto inter-relacionando projetos de reabilitações com estratégias voltadas para o espaço público.

Palavras-chave: Porto; São Paulo; Centro urbano; Revitalização urbana.

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

Coorientadora: Professora Ana Lucia da F. Bragança Pinheiro (Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo Brasil).

AVALIAÇÃO DO CHOQUE HIDRÁULICO E DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO EM ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUAS RESIDUAIS

Marco António Pereira Pinto

A ocorrência de regimes transitórios, causados pelas variações de caudal e de pressões num intervalo de tempo em regime permanente, designa-se por choque hidráulico ou golpe de ariete. O fenómeno pode estar relacionado com o fecho rápido de uma válvula ou a paragem/arranque quase instantâneo das bombas a montante da conduta elevatória.

O cálculo do choque hidráulico e respetiva análise no dimensionamento de sistemas sob pressão revela-se muito importante uma vez que este fenómeno pode colocar em causa o bom funcionamento e integridade dos sistemas hidráulicos. Ao considerar o choque hidráulico no dimensionamento de uma conduta elevatória, previne-se a ocorrência de subpressões ou sobrepressões a que esta pode estar sujeita.

Um dos métodos mais utilizados e abordado no presente relatório é o método das características. Entre outras vantagens, este método permite definir condições de fronteira no sistema em análise. Para o efeito, utiliza-se no presente documento um programa baseado no método das características e desenvolvido em Matlab pelo Professor Pacheco Figueiredo, que permite avaliar o fenómeno do choque hidráulico bem como a influência de um dispositivo de proteção instalado (RAC) ou ocorrência de fugas e perdas num sistema.

O caso de estudo deste relatório de estágio expõe uma estação elevatória de águas residuais, estação elevatória de Canelas, localizada em Vila Nova de Gaia e integra o subsistema de Gaia Litoral que foi concessionado à Águas do Norte S.A..

Palavras-chave: Regimes transitórios; Choque hidráulico; Método das características; Condições fronteira; Escoamento em pressão; Proteção ao choque hidráulico; Estações elevatórias; Águas residuais.

Orientador: Professor António Francisco Soto Maior Pestana da Silva (ISEP)

Supervisora: Engenheira Teresa Maria Bastos (Águas do Norte, S.A.)

OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA DE SISTEMAS DE AREJAMENTO NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Maria Flávia Ferreira Barros

Uma estação de tratamento de águas residuais permite repor as principais características de qualidade de águas que antes são impróprias para consumo. Essa despoluição é assegurada com recurso a tratamentos físicos, químicos e biológicos, antes da devolução ao meio recetor. A água é um bem escasso e que deve ser protegido. Esta preocupação tem vindo a refletir-se numa legislação cada vez mais exigente e, por conseguinte, obriga a que os processos de tratamento sejam, também eles, mais complexos e onerosos, sendo um dos principais custos, correspondentes ao consumo de energia.

Tomando por base o exemplo das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de lamas ativadas, processo de tratamento biológico mais comum, o arejamento necessário à manutenção das condições aeróbias para ação das bactérias é o que consome mais energia numa ETAR (precisamente o gasto em que este relatório se foca), correspondendo, habitualmente, a mais de 50% do consumo de energia. Nesse sentido, qualquer potencial de otimização deste processo, poderá representar uma redução significativa dos custos de exploração de uma ETAR.

Para avaliação do potencial de otimização existente, foi considerado que os principais objetivos são: (i) caracterizar a situação atual em termos de necessidades de arejamento e consumos de energia reais verificados, (ii) avaliar o potencial de otimização dos sistemas de arejamento atendendo aos níveis de eficiência dos equipamentos (no caso, sobrepressores), ao nível das transferências de oxigénio no tanque e controlo do sistema e (iii) ainda ao nível do melhor ajuste às reais necessidades de arejamento.

Para se proceder à análise foi utilizado um *software* de simulação do processo biológico (*Activated Sludge SIMulation Program* – ASIM, da EAWAG) que permite obter, para um caso teórico de uma ETAR, as reais necessidades de oxigénio em diferentes cenários. Os cenários simulados, os quais se vão comparar com o cenário de referência (projeto) foram: variação dos volumes e cargas poluentes das águas residuais que a ETAR serve, variação da temperatura a longo do tempo (dia e ano), controlo do sistema de arejamento em função dos níveis de Oxigénio Dissolvido (OD) no tanque de arejamento e criação de condições para a desnitrificação. Da análise destes diferentes cenários foi possível verificar a existência de um potencial de otimização de, pelo menos, 20 % quando se introduzem mecanismos de ajuste.

Palavras-chave: ETAR; Água residual; Arejamento; Eficiência; Custos de energia.

Orientador: Professor Eduardo Bruno de Freitas Vivas (ISEP)

ORGANIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA DIVISÃO DE MOBILIDADE E TRANSPORTE DO MUNICÍPIO DE VILA NOVA DE GAIA

Maria José Soares Leitão

Os Sistemas de Informação Geográfica apresentam-se como uma ferramenta fulcral na gestão e suporte à tomada de decisão, através do recurso a elementos georreferenciados que aliados aos *softwares* SIG representam uma mais-valia na área da mobilidade. Esta ferramenta definida por um conjunto de pessoas, *softwares* e de equipamentos permite a monitorização de uma diversidade de informação, aglomerada em bases de dados espaciais, que são posteriormente analisados, verificados e mantidos atualizados por forma a gerar análises estatísticas, mapas temáticos entre outras funções deste sistema e assim dar respostas a diversas questões.

O presente relatório apresenta o resultado final do estudo realizado, com o objetivo de Organizar e Implementar um Sistema de Informação Geográfica na Divisão de Mobilidade e Transporte (DMT) do Município de Vila Nova de Gaia.

É apresentado no relatório uma descrição das competências delegadas na DMT, focadas essencialmente na mobilidade, e que abarcam posturas municipais, estacionamento, corredores Bus, interrupções de trânsito, zonas exclusivamente pedonais, passagens para peões entre outras. Após uma análise detalhada das necessidades diárias de informação que o serviço se baseia para poder emitir pareceres, é proposta uma organização em forma de base de dados. Utilizando o programa QGIS, a informação é organizada em SIG, sendo elaborado em paralelo um manual de procedimentos. São apresentados relatórios estatísticos tipo com base na informação disponível.

Com o desenvolvimento do presente trabalho, foi possível a organização da informação, presente na DMT, em bases de dados que foram, num segundo momento, transpostas em bases de dados espaciais. Esta organização e a implementação dos SIG possibilitaram a criação de mapas temáticos, relatórios estatísticos e de mobilidade, bem como responder a questões no âmbito administrativo, com maior precisão e rapidez.

Palavras-chave: SIG; Base de dados; Georreferenciados; Informação; QGIS; GISMAT – RV; Organização; Município; Estatísticas; PostGIS; Tomada de decisão.

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

Supervisor: Engenheiro Luís Filipe Delgado Brás (Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia)

PLANO DE MOBILIDADE EMPRESARIAL DA CÂMARA MUNICIPAL DO PORTO

Mariana Sofia Brito Pedrosa de Almeida

A cidade é uma das mais dinâmicas criações da humanidade. O desenvolvimento urbano permite concretizar e satisfazer as necessidades da população. A mobilidade favorece a qualidade da cidade pelo seu contributo para uma maior equidade social e melhoria ambiental.

O uso excessivo do transporte particular concretiza-se em consequências graves na degradação da qualidade de vida dos cidadãos, concretizada em situações de congestionamento, estacionamento ilegal, decréscimo de condições de segurança rodoviária bem como no aumento da poluição atmosférica e sonora. É impreterível, atualmente existir uma mudança comportamental.

É nesse sentido que se insere o presente relatório de estágio, realizado no âmbito da unidade curricular DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio) lecionada no Mestrado em Engenharia Civil – Infraestruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio curricular, desenvolvido na Divisão Municipal de Gestão da Mobilidade e Tráfego, teve como objeto de estudo o movimento pendular (casa-trabalho-casa) dos colaboradores da Câmara Municipal do Porto (CMP), apresentando alternativas sustentáveis de transporte bem como medidas a adotar pela CMP de forma a induzir aos seus colaboradores uma mudança comportamental.

De forma sucinta pode-se afirmar que um Plano de Mobilidade Empresarial é composto por medidas integradas para promover deslocamentos sustentáveis e, conseqüentemente arrecadar benefícios para a organização, para os colaboradores e genericamente para a região. Dentro das medidas promovidas ao longo deste documento destacam-se o *carpooling*, a gestão do estacionamento, o incentivo ao uso dos transportes públicos e o incentivo ao uso dos modos suaves (bicicleta e a pé).

É uma questão do uso racional do espaço urbano, de cidadania, de sustentabilidade. Todavia nem todos estão suscetíveis à mudança, uma vez que a cultura favorável aos motorizados individuais está muito enraizada na sociedade portuguesa. A mobilidade sustentável deve ser trabalhada como um produto a ser assumido, com marketing individual.

Palavras-chave: Plano de mobilidade empresarial; Gestão da mobilidade; Mobilidade sustentável; Movimento pendular; Inquérito à mobilidade.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Supervisor: Engenheiro José Pedro Cardoso Brandão e Pinto Ferreira (Câmara Municipal do Porto)

A GESTÃO INTEGRADA DA MOBILIDADE URBANA CASO DE ESTUDO CIDADE DO PORTO

Marta Sofia Pinto Monteiro

Num contexto onde as infraestruturas de transportes parecem ter atingido o seu desenvolvimento máximo e onde parece não haver mais espaço disponível à construção de novas estradas, é chegado o momento de retirar o melhor partido das boas condições que estão à disposição. Nem sempre o transporte individual é a melhor opção. Um grande exemplo disso é o tempo que cada pessoa perde no trânsito todos os dias. Existe uma rede de transportes muito abrangente que serve a cidade do Porto, os concelhos limítrofes, a Área Metropolitana do Porto. É neste contexto que surge o Instituto da Mobilidade e dos Transportes que demonstra um cuidado especial na elaboração de planos que sirvam de guia para as Autarquias e para os Municípios para que haja uma maior objetividade e clarificação de como deve ser trabalhada e desenvolvida a Mobilidade em cada cidade.

Palavras-chave: Mobilidade; Transporte.

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

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS AFETOS ÀS VIAS MUNICIPAIS DE VALONGO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE CÁLCULO DE PAVIMENTOS

Nuno Filipe Barbosa Pinto

Este relatório foi realizado no seguimento da unidade curricular DIPRE em que esta é a última unidade curricular do Mestrado em Engenharia Civil – Ramo Infraestruturas lecionada no Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio realizou-se na DPOM – Divisão de Projetos e Obras Municipais da Câmara Municipal de Valongo. No relatório houve a intenção de ajudar os colegas desta divisão da Câmara a dimensionar um pavimento rodoviário, bem como a identificar patologias das vias municipais. No seguimento deste relatório realizou-se um programa de cálculo de pavimentos automáticos que de uma forma expedita poderá ser útil à Câmara Municipal de Valongo e a outros, como por exemplo, projetistas. Este relatório inicia-se com uma primeira parte de âmbito teórico, em que se faz referência à evolução das vias, bem como os diferentes tipos de pavimentos, as suas patologias de um modo geral e métodos de dimensionamento.

De seguida, e aplicando a parte teórica descrita anteriormente neste relatório, aplicam-se estes conhecimentos, mais concretamente a casos de patologias do Concelho e a certas obras que no presente relatório serão abordadas.

Este estágio permitiu o desenvolvimento de novas apetências sobretudo na parte do dimensionamento e cálculo de pavimentos, em que foi desenvolvido um programa de cálculo automático – PAVDim.

Os diferentes dimensionamentos que foram abordados neste relatório foram realizados com o intuito de abranger em grande parte os diferentes tipos de pavimentos. Na via de distribuição, denominada Avenida Central da Ribeira, optou-se por um pavimento flexível com base rígida. Na Avenida 5 de Outubro optou-se por manter a aparência visual de uma paragem de autocarros e foi usado como camada de desgaste o cubo e uma base rígida. Por fim, na Alameda da Igreja – Centro Cívico de Campo o dimensionamento foi mais comum usado em vias municipais para pavimentos flexíveis.

Tudo isto, e para finalizar, foi com base no programa de cálculo desenvolvido neste relatório de estágio que tecnicamente se dimensionaram os pavimentos.

Palavras-chave: Pavimentos; Flexível; Base rígida; PAVDim; Cálculo; Evolução.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Supervisora: Engenheira Jacinta Maria Riera Ascensão Moreira (Câmara Municipal de Valongo)

ESTUDO DE MISTURAS BETUMINOSAS DO TIPO CPA PARA REVESTIMENTO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS

Paula Pompeo de Camargo Ranazzi

A infraestrutura aeroportuária assume papel de destaque tratando-se de segurança de voo, dado ao grande percentual de ocorrência de acidentes nas operações de aterragem e descolagem. Os pavimentos aeroportuários são responsáveis por promover características adequadas para garantir a segurança dos utentes nessas operações.

A preocupação geral quanto às características funcionais do pavimento está relacionada à aderência entre o pneu da aeronave e a superfície da pista de aterragem e descolagem. Objetiva-se a obtenção de revestimentos a partir de misturas betuminosas que assegurem a aderência pneu-pavimento, por meio da combinação da microtextura e macrotextura, criando propriedades de atrito adequadas à variação da velocidade das aeronaves e à adversidade das situações climáticas.

A estrutura do pavimento aeroportuário pode variar entre pavimento rígido e flexível, devido à ordem técnica e econômica. A escolha do tipo de pavimento é justificada conforme o tipo de utilização do mesmo (pistas, caminhos de circulação, áreas de estacionamento).

O presente trabalho apresenta o estudo sobre o uso de misturas betuminosas do tipo camada porosa de atrito, que corresponde a uma camada betuminosa aberta, como camada de revestimento de pavimentos aeroportuários.

O trabalho se desenvolve através do estudo das especificações técnicas para a utilização desse tipo de camada, bem como suas vantagens frente a revestimentos convencionais, que fundamentam sua aplicação como revestimento de pavimentos aeroportuários, e as limitações para seu uso.

Como estudo de caso será analisada a aplicação dessa mistura betuminosa aberta na obra de recapeamento na pista de aterragem e descolagem do Aeroporto de Catoca, a partir de documentos que relatam patologias ocorridas após um ano da execução.

Pretende-se, também, a identificação das possíveis causas dessas patologias por meio da comparação entre a descrição dos documentos fornecidos pela empresa responsável pelo projeto e as especificações técnicas apresentadas nesse trabalho.

Palavras-chave: Atrito; Revestimento; Aderência; Microtextura; Macrotextura; Pavimento aeroportuário.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Coorientadora: Professora Patrícia Barboza da Silva (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ANÁLISE MECANICISTA COMPARATIVA DE ESTRUTURAS DE PAVIMENTOS PARA USO EM CORREDORES DE AUTOCARROS

Raphael Khoury Gregorio

Os congestionamentos se tornaram o grande problema de mobilidade nos grandes centros urbanos brasileiros. A fim de reduzi-los, os órgãos públicos cada vez mais investem no transporte público, em especial em corredores de autocarros e *Bus Rapid Transit* (BRT).

Em corredores de autocarros e BRTs o pavimento está suscetível a grandes deformações acarretadas pela baixa velocidade e grande peso dos veículos. Assim são comumente empregados pavimentos rígidos em betão, que possuem grande resistência a deformações.

Este trabalho teve como finalidade comparar mecanicamente as estruturas de um pavimento rígido com pavimentos semi-rígidos que adotam materiais ainda pouco empregados no Brasil, o *Stone Mastic Asphalt* (SMA) e misturas betuminosas de alto módulo de deformabilidade (MBAM), que possuem maior resistência a deformação permanente quando comparadas com misturas betuminosas comuns.

Esta pesquisa foi baseada no projeto de implantação do sistema de transporte rápido de autocarros (BRT) na rodovia BR-101/PE, na cidade de Recife-PE na região nordeste do Brasil, objetivando a comparação do pavimento rígido adotado no projeto com pavimentos semi-rígidos dimensionados pelos métodos do DNER (1981) e Shell (1977) em que foram utilizadas misturas betuminosas tipo SMA para a camada de revestimento e de alto módulo de deformabilidade para a camada de base. As estruturas dos pavimentos foram simuladas através do *software* Elsym5. Com os dados das simulações foram calculados os números de repetições que cada estrutura suporta até o colapso dos materiais por fadiga. Os resultados demonstraram que o pavimento semi-rígido dimensionado pelo método do DNER (1981) sofreria fadiga em sua base antes que terminasse o período de vida útil do projeto. Já os pavimentos rígido e semi-rígido dimensionados pelo método Shell (1977) apresentaram desempenho satisfatório para as condições de projeto.

Palavras-chave: SMA; EME; MBAM; Elsym5; Misturas betuminosas; Módulo elevado; Fadiga.

Orientador: Professor Ângelo Manuel Gonçalves Jacob (ISEP)

Coorientadora: Professora Patricia Barboza da Silva (Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie)

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS: CONCEITOS E DIMENSIONAMENTO

Tânia Cristina Ribeiro de Sousa

O presente relatório é o corolário do Estágio Curricular que a autora efetuou, durante o segundo semestre do ano letivo de 2014/2015 na SBS – Engenharia Civil, Hidráulica e Ambiente, Lda. Nesta empresa a autora foi integrada na equipa técnica que elaborou um Projeto de Execução para uma Estação de Tratamento de Águas Residuais que irá ser construída em Montemor-o-Novo, tendo-lhe sido atribuídas as seguintes tarefas principais: i) estudo de ferramentas de dimensionamento de ETAR; e ii) estudo dos processos de tratamento de águas residuais a instalar.

O tratamento de águas residuais não é matéria que conste do atual Plano de Estudos do Mestrado em Engenharia Civil do ISEP. Este facto, associado à premente necessidade de dar resposta às expectativas da Entidade Acolhedora, obrigou a autora a um esforço de aprendizagem significativo. Nesta fase foi executada uma aprofundada pesquisa bibliográfica que permitiu à autora obter o nível de conhecimentos teóricos necessários para a plena integração na Equipa de Projeto.

Já integrada na Equipa de Projeto o primeiro trabalho desenvolvido pela autora foi a análise detalhada do Caderno de Encargos e da respetiva Nota Técnica. Seguidamente a autora participou em todas as fases do Projeto tendo, por isso, colaborado na análise do Estudo Geotécnico, no dimensionamento dos órgãos da ETAR, no cálculo do perfil hidráulico, na definição de formas (plantas e cortes) dos órgãos, na elaboração da Lista de Equipamentos e do Mapa de Quantidades e, por último, na elaboração da Memória Descritiva e Justificativa do Processo de Tratamento e Equipamentos.

O Caso Prático incluído no presente documento é, em larga medida, o corolário do processo de aprendizagem de que a autora beneficiou no decorrer do Estágio Curricular. Grande parte das tarefas que a autora executou ao longo da elaboração do projeto relacionaram-se com o dimensionamento dos órgãos da ETAR e com os respetivos cálculos hidráulicos. Os conhecimentos teórico-práticos desta forma adquiridos foram reunidos num conjunto de ferramentas, maioritariamente folhas de cálculo, que se verificou serem úteis nos processos de dimensionamento e de teste de soluções alternativas.

É parte integrante deste relatório um capítulo no qual é feita uma detalhada apresentação dos conceitos teóricos subjacentes ao Projeto de ETAR. Este capítulo reflete o estudo que a autora teve necessidade de efetuar antes de se sentir capaz de integrar a Equipa de Projeto.

Palavras-chave: ETAR; Águas residuais; Tratamento de efluentes; Lamas ativadas; Tratamento preliminar; Tratamento primário; Tratamento biológico; Tratamento secundário; Tratamento terciário; Tratamento de lamas.

Orientador: Professor António Francisco Sotto Mayor Pestana da Silva (ISEP)

Supervisor: Engenheiro António Matos Pereira (SBS – Engenharia Civil, Hidráulica e Ambiente, Lda.)

ÍNDICE DE AUTORES

Adriana Luísa Rodrigues Sousa.....	57
Alexandre Arantes de Souza Queiroz.....	58
Ana Catarina Resende Seabra.....	3
Ana Isabel de Sousa Santos.....	59
Ana Margarida Cerqueira Gonçalves Dias.....	77
Ana Sofia Castro Moreira.....	78
Ana Sofia Pereira Barreira.....	4
Ana Teresa Panza.....	79
Bárbara Rita Almeida Neves Santos Ferreira.....	5
Bruno Miguel Sousa Silva.....	6
Carla Rejane da Costa Graça.....	37
Carlos Daniel da Silva Costa.....	38
Carlos Miguel Tavares Moreira.....	80
Cristina Ramalho Rego.....	7
Daniel António Campos Silva.....	8
Daniel Koiti Katuki.....	9
Dany Luís Pereira Figueiredo.....	60
Diana Cristina Maia Veloso.....	61
Diana Ferreira Morais.....	10
Fagner Gonçalves Guimarães.....	11
Felipe Guerrero Ferreira da Silva.....	39
Felipe Moura da Silva.....	81
Flávia Manuela Gonçalves Ferreira.....	12
Gabriel Antunes Davini.....	13
Gustavo da Silva Alves.....	82

ÍNDICE DE AUTORES

Hélder André Moreira Soares	83
Ivo Freitas de Castro.....	84
Joana Gabriela Mendonça Gonçalves.....	14
Joana Isabel Braga Oliveira.....	40
Joana Maria da Rocha Moita.....	62
João Bandeira Teles.....	85
João Guilherme Gironde de Almeida Rossi.....	15
João Manuel da Fonseca Cardoso.....	63
João Pedro Coelho Gomes.....	16
João Pedro Miranda Fernandes.....	41
João Pedro Vasconcelos Ferreira.....	17
João Rafael Braga Guimarães.....	18
João Santos Vilela Moreira.....	19
Jorge Aníbal de Andrade Leite.....	42
Jorge Luís Ferreira dos Santos Mota.....	20
Jorge Miguel da Silva Soares.....	43
José Guilherme Rocha Vaz Francisco.....	44
Jose Guilherme Rubio Caseiro.....	86
José Miguel Pereira Gouveia.....	21
José Ricardo Oliveira Belez.....	87
Juliana da Conceição Maia Pinheiro.....	45
Leandro Rayes Forte.....	88
Leonardo Castanho Barbosa.....	22
Lucas Corrêa Carvalho de Lima.....	24
Lucas do Amaral Lisboa.....	23
Mara Alexandra Alonso Félix.....	46
Marcello Melo Perez.....	65
Marcello Moraes Gomes Carvalho.....	66
Marcelo Antoun Bellacosa.....	25
Marcelo Guedes Moraes.....	64

Marco António Pereira Pinto.....	89
Marcos Maki Yamasaki Higashi.....	47
Marcos Massayuki Harano Júnior.....	67
Maria Flávia Ferreira Barros.....	90
Maria José Soares Leitão.....	91
Maria Leonor de Vasconcelos Aguiã Melo Adrião.....	48
Mariana Rodrigues Braga.....	68
Mariana Sofia Brito Pedrosa de Almeida.....	92
Marta Daniela Leal Ferreira.....	26
Marta Sofia Pinto Monteiro.....	93
Miguel Ângelo Ferreira da Silva.....	27
Miguel Fonseca Príncipe dos Santos.....	69
Nuno Ferreira Silva.....	28
Nuno Filipe Barbosa Pinto.....	94
Paula Pompeo de Camargo Ranazzi.....	95
Pedro Duarte Cruz de Andrade Ferraz.....	49
Pedro Filipe Santos Pacheco.....	29
Pedro Manuel dos Santos Freitas Sampaio.....	30
Philippe Dias Coto.....	70
Rafael Augusto de Pauli.....	50
Raphael Khoury Gregorio.....	96
Ricardo Abifadel Brandão.....	71
Ricardo Filipe Freitas Pinto.....	51
Rui Cláudio Fernandes Azevedo.....	52
Rui Pedro da Silva Monteiro.....	31
Sara de Oliveira Gaspar.....	32
Sérgio André Petejo Marques.....	72
Sílvia Dias Almada.....	73
Tânia Cristina Ribeiro de Sousa.....	97
Thalyta Toffoli.....	53

ÍNDICE DE AUTORES

Tiago José Almeida Correia.....	33
Vanessa Rafaela de Sousa Fonseca.....	34



P. PORTO