

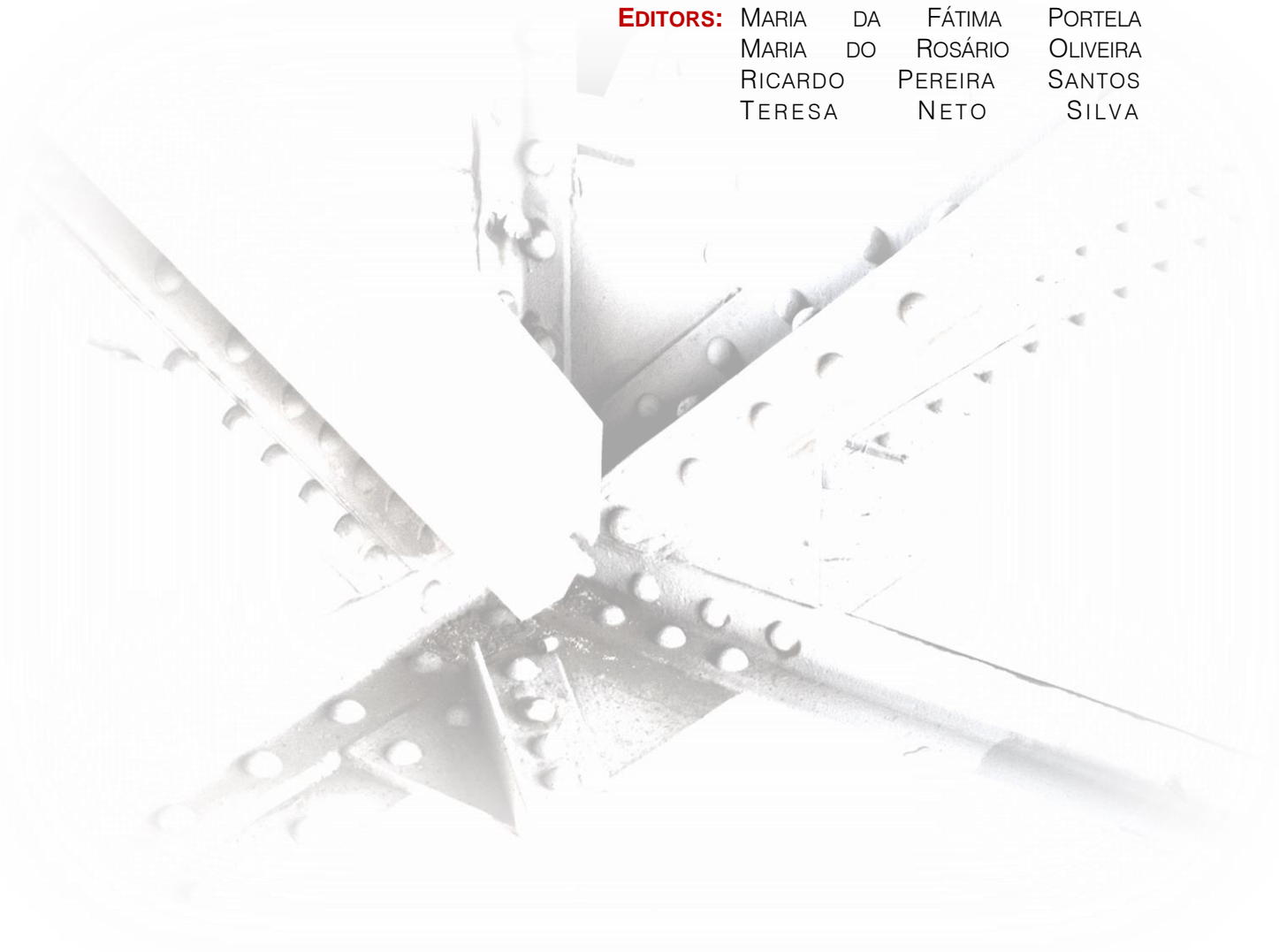
---

# PROJETO INTEGRADO INTEGRATED PROJECT

LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL  
CIVIL ENGINEERING BACHELOR COURSE

---

**EDITORES:** DIOGO RODRIGO RIBEIRO  
**EDITORS:** MARIA DA FÁTIMA PORTELA  
MARIA DO ROSÁRIO OLIVEIRA  
RICARDO PEREIRA SANTOS  
TERESA NETO SILVA





Licenciatura em Engenharia Civil  
Civil Engineering Bachelor Course

# PROJETO INTEGRADO INTEGRATED PROJECT



ISBN: 978-989-54236-9-9

© Os autores. 2019

© Os editores. 2019

*Texto elaborado a partir da reprodução direta dos originais preparados pelos autores. Apesar do cuidado na preparação desta publicação de forma a garantir a sua qualidade e integridade, os editores não assumem qualquer responsabilidade pelo seu conteúdo e por possíveis incorreções do texto.*

© The authors. 2019

© The editors. 2019

*Text compiled from the direct reproduction of the originals prepared by the authors. Regardless of the utmost care on the preparation of this publication in order to ensure its quality and integrity, the editors assume no responsibility for its contents or any possible inaccuracies contained in the text.*

## PREFÁCIO

No âmbito do plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Civil do ISEP (LEC), o processo de formação dos estudantes culmina com a unidade curricular de Projeto Integrado (PROJI), que decorre no 2º semestre do 3º ano letivo, e onde os estudantes desenvolvem em grupo, sob orientação de um docente, um projeto de aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Em alternativa os estudantes poderão optar por realizar um trabalho individual inserido em ambiente empresarial e que decorre sob a orientação de um docente e um supervisor da empresa.

Na UC de Projeto Integrado são propostos temas em quatro subdomínios da Engenharia Civil, nomeadamente as estruturas, infraestruturas, construções e gestão da construção, onde se pretende proporcionar aos estudantes o contacto com um problema concreto, tão semelhante quanto possível aos que irão encontrar na sua futura atividade profissional.

O presente documento compila os trabalhos realizados no âmbito da unidade curricular de Projeto Integrado, referentes a trabalhos em ambiente empresarial e projetos, desenvolvidos no ano letivo 2018-2019. No total foram realizados 28 trabalhos, dos quais 18 decorreram em ambiente empresarial e 10 nas instalações do ISEP, envolvendo 38 estudantes, 21 docentes e 17 supervisores das empresas.

Os trabalhos em ambiente empresarial decorreram em 14 empresas/instituições (Newton, Engenho & Obra, Politécnico do Porto, Águas do Porto, Cacao, Continental-Mabor, Foz Vintage, Mota-Engil, Telhabel, CCAD, VN2R, Euromodal, Universidade Católica Portuguesa e JL Engenharia), às quais a direção da LEC gostaria de expressar um agradecimento por toda a colaboração e disponibilidade no acolhimento dos estudantes da LEC.

Porto, 07 de outubro de 2019

Diogo Ribeiro

Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro  
Diretor da Licenciatura em Engenharia Civil

## PREFACE

Under the curricular plan of the Degree in Civil Engineering of ISEP (LEC), the student training process culminates with the Integrated Project (PROJI) course, which takes place in the 2<sup>nd</sup> semester of the 3<sup>rd</sup> scholar year, and where students develop a group work, under the guidance of a teacher, a project to apply the knowledge acquired throughout the course. Alternatively, students may choose to do an individual work in a business environment, under the guidance of a teacher and a company supervisor.

In the Integrated Project course the themes are proposed in four subdomains of Civil Engineering, namely the structures, infrastructures, constructions and construction management, where it is intended to provide students a contact with a real case study, as similar as possible to those they will find in their future professional activity.

This document compiles the works carried out within the scope of the Integrated Project course, related to works in business environment and projects, developed in the academic year 2018-2019. In total, 28 works were carried out, of which 18 were conducted in a business environment and 10 in ISEP facilities, involving 38 students, 21 teachers and 17 supervisors of the companies. The works developed in business environment took place in 14 companies / institutions (Newton, Engenho & Obra, Politécnico do Porto, Águas do Porto, Cacao, Continental-Mabor, Foz Vintage, Mota-Engil, Telhabel, CCAD, VN2R, Euromodal, Universidade Católica Portuguesa and JL Engenharia), to whom LEC's management team would like to express their appreciation for all the collaboration and availability in integrating LEC students.

Porto, October 7<sup>th</sup>, 2019

Diogo Ribeiro

Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro  
Diretor of the Civil Engineering Bachelor Course

PROJETO INTEGRADO  
INTEGRATED PROJECT

Licenciatura em Engenharia Civil  
Civil Engineering Bachelor Course

Trabalhos em AMBIENTE EMPRESARIAL  
Assignments on PROFESSIONAL ENVIRONMENT





# MODELAÇÃO BIM E INTEROPERABILIDADE COM PROGRAMA DE CÁLCULO ROBOT

BIM MODELLING AND INTEROPERABILITY WITH ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS SOFTWARE

**MIGUEL PIRES REIMÃO SIMÕES** (1131501)

73 páginas • 1 anexo  
73 pages • 1 annex

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Ricardo Manuel Pereira dos Santos

**Supervisor** (Company supervisor) • José Carlos Lino (Newton)



## RESUMO

**Palavras-chave:** *BIM*; *REVIT*; *ROBOT*; Interoperabilidade; Projeto

Na atualidade, com a evolução do tempo, vão surgindo desafios cada vez mais competitivos para qualquer engenheiro. Em perfil quotidiano, vêem-se cada vez mais obras de engenharia civil complexas que desafiam os limites da geometria, da física e dos materiais utilizados. Esta evolução incentivou uma necessidade de adaptação e evolução nas ferramentas de trabalho cujos interesses vão muito para além dos benefícios económicos. O crescente nível de exigência por parte da indústria de construção e o aumento das responsabilidades de todas as entidades intervenientes no ciclo de construção originaram um período de reflexão e debate visando a adoção de novos procedimentos de trabalho. A admissão de processos mais eficientes e sustentáveis era evidente.

Uma das soluções que fez frente a essa necessidade foi a metodologia BIM. "O *Building Information Modeling (BIM)* é atualmente reconhecido como um importante desenvolvimento na indústria da arquitetura, engenharia e construção, estando conotado com uma mudança de paradigma no processo de execução dos projetos das diferentes especialidades".

A introdução da metodologia BIM veio possibilitar a introdução de novas variáveis provocando uma profunda alteração nos principais processos de conceção construtiva.

Este trabalho, em fase inaugural, visa o desenvolvimento e acompanhamento de um projeto estrutural recorrendo à modelação inspirada em metodologia *BIM*. A segunda fase deste projeto, consiste no estudo da interoperabilidade entre o programa *Autodesk Revit* e o programa *Autodesk Robot Structural Analysis*. Posteriormente, recorreu-se ao programa de cálculo automático *Autodesk Robot Structural Analysis* para a respetiva análise e dimensionamento estrutural.

## ABSTRACT

**Keywords:** *BIM*; *REVIT*; *ROBOT*; Interoperability; Project

Nowadays, with the evolution of time, increasingly competitive challenges are appearing for any engineer. Daily, more and more complex civil engineering works are challenging the limits of geometry, physics and materials used. This development has stimulated a need for adaptation and evolution in the work tools whose interests go far beyond the economic benefits. The increasing level of demand on the part of the construction industry and the increase of the responsibilities of all the entities involved in the construction cycle, gave rise to a period of reflection and discussion aiming at the adoption of new working procedures. The admission of more efficient and sustainable processes was evident.

One of the solutions that addressed this need was the BIM methodology. "*Building information modeling (BIM)* is currently recognized as an important development in the architecture, engineering and construction industry, and is connoted with a paradigm shift in the execution of projects of the different specialties".

The introduction of the BIM methodology allowed the introduction of new variables causing a profound change in the main processes of constructive design.

This work, in its inaugural phase, aims at the development and monitoring of a structural project using modeling inspired by *BIM* methodology. The second phase of this project is the study of interoperability between the *Autodesk Revit* program and the *Autodesk Robot Structural Analysis* program. Subsequently, the *Autodesk Robot Structural Analysis* automatic calculation program will be used for its analysis and structural design.

# ESTUDO DE SOLUÇÕES PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM CLUBE DESPORTIVO

STUDY OF SOLUTIONS TO INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY OF SPORT CLUB FACILITIES

**DIOGO FILIPE DIAS MARTINS** (1161542)

49 páginas • 4 anexos  
49 pages • 4 annexes

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• Eunice Maria Vilaverde Fontão

**Supervisor** (Company supervisor)

• Diomar Santos (Engenho e Obra, ONGD)



## RESUMO

**Palavras-chave:** Eficiência energética; complexos de piscinas; custo de energia; consumo de energia

Os clubes desportivos são essenciais nas urbanizações, proporcionando fontes de lazer e exercício físico à população ao seu redor. Contudo as instalações desportivas, em particular as que têm complexos de piscinas interiores, devem garantir aos seus atletas e associados boas condições de conforto. Os principais gastos energéticos dos clubes desportivos com complexos de piscinas estão normalmente relacionados com o aquecimento do ar interior e da água das piscinas, sendo que o aquecimento da água dos banhos também contribui para a fatura energética. É essencial aumentar a eficiência energética deste tipo de edifícios, de forma a reduzir os custos de energia. Este trabalho tem o objetivo de fazer uma análise das soluções construtivas do Clube de Propaganda da Natação e propor soluções para aumentar a eficiência energética das suas instalações. Este clube, nos meses mais críticos, apresenta uma fatura energética elevada. Nesse sentido, foi feito um levantamento das características das soluções construtivas existentes no clube. Do estudo feito foi possível verificar que os elementos construtivos prioritários a intervencionar serão a cobertura, os envidraçados e as paredes exteriores do complexo de piscinas, que atualmente não satisfazem os requisitos mínimos da legislação em vigor. Para estes elementos construtivos foram estudadas várias soluções, nomeadamente três soluções diferentes para a cobertura, quatro alternativas para os envidraçados, dois sistemas de isolamento pelo exterior para as paredes exteriores. Foram apresentadas várias soluções para cada elemento construtivo e propostas outras soluções tais como uma cobertura sobre o plano da água nas horas de inatividade, painéis solares térmicos e sugestões comportamentais. Foram enumeradas as vantagens e desvantagens de cada uma das hipóteses e recomendada uma solução que satisfaça os requisitos exigidos.

## ABSTRACT

**Keywords:** Energy efficiency, swimming pool complex, energy cost, energy consumption

It is an undeniable truth that sport clubs are essential on urban communities, because they are a source for entertainment and a place to practice physical activities. However, when talking about sports facilities, particularly the ones with indoor swimming pools, they shall assure good conditions to their athletes and club members. Therefore, the main energy cost of this type of sport clubs is usually related to indoor air heating, the warm swimming pool and also the showers. As it happens, it is necessary that the building find a way to increase the energy efficiency, in order to cut the energy cost. The aim of this work is to analyze the constructive solutions of *Clube de Propaganda de Natação* and also to suggest some ways to increase their energy efficiency on their facilities. Note that, this club, on critical months, has high energy bill. Therefore, it has been made an information gathering focused on the constructive options that exist in these sport club facilities. Therefore, for this case study, the priority elements of construction to intervene are the hedge, the glazed and the external walls of the indoor swimming pool, that currently do not meet the legal requirements in force. For these constructive elements, it has been studied several solutions, for instance, three different possible options for the hedge, four different alternatives for the glazed and two insulation systems by the external side for the external walls. In addition, it will be presented other solutions like the cover for the swimming pool, to be used in inactive hours, solar thermic panels, and energetic behaviour suggestions. Furthermore, it will be displayed a list of the pros and cons of every option and, at last, will be recommended a solution that satisfies the requirements needed.

## REQUALIFICAÇÃO CAMPUS IPP CAMPUS IPP REQUALIFICATION

**JOÃO PEDRO ALVES DE SOUSA ALBERTO (1151537)**

88 páginas • 4 anexos  
88 pages • 4 annexes

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Maria da Fátima Portela Moreira  
**Supervisor** (Company supervisor) • José Carlos Barros Oliveira (IPP PORTO)



### RESUMO

**Palavras-chave:** PROJ1; Engenharia; Infraestrutura; Campus; IPP; ESE

Desde os tempos mais antigos que se percebe que a arte da Engenharia Civil está presente em tudo que nos rodeia. Os romanos mostraram-nos precisamente isso com as primeiras infraestruturas que executaram. Sem grande conhecimento, por vezes sem grande rigor, realizaram das mais belas estradas, pontes e aquedutos que perduram até aos dias de hoje. Conseguimos assim perceber que, de todas as nobres vertentes que a Engenharia Civil contém, o processo de Infraestruturação é dos mais complexos e importantes que a Engenharia conhece. Em 1985 foi criado o Instituto Politécnico do Porto (IPP) bem como a Escola Superior de Educação (ESE). O Edifício dos Serviços Centrais do IPP, a ESE, a Biblioteca Central e o Pavilhão Desportivo do IPP, sendo este a construção mais recente que promove e proporciona aos estudantes a prática desportiva, formam um *Campus*. A área envolvente a estas quatro construções foi o foco deste relatório. Este trabalho no âmbito da unidade curricular PROJ1, centra-se na obtenção de soluções que permitam infraestruturar todo o *Campus*, que atualmente apresenta um estado desordenado e uma complexa organização no que diz respeito ao aproveitamento de toda a área envolvente aos edifícios constituintes do *Campus*.

### ABSTRACT

**Keywords:** PROJ1; Engineering; Infrastructure; Campus; IPP; ESE

Since earlier times it has been realized that the art of Civil Engineering is present in everything around us. The Romans showed us precisely this, with the first infrastructures that they build. Without great knowledge, sometimes without great precision, they made the most beautiful roads, bridges and aqueducts that endure to actual days. From the noble arts that Civil Engineering contains, the process of Infrastructure is one of the most complex and important that Engineering knows. In 1985 the Instituto Politécnico do Porto (IPP) was created, as well as the Escola Superior de Educação (ESE). The IPP's Central Services Building, the ESE, the Central Library and the IPP Sports Hall, this last being the most recent construction that promotes and provides students sports habits, form a *Campus*. The surrounding area to these four constructions will be the focus of this report. This work, framed in the scope of the curricular unit PROJ1, focuses on obtaining solutions that allow an upgrade of the entire campus infrastructures, which currently presents a disorderly state and a complex organization regarding the use of all surrounding area to the buildings of the *Campus*.

# O CICLO URBANO DA ÁGUA DA CIDADE DO PORTO - ESTUDO DA VIABILIDADE DE DESATIVAR SISTEMAS ELEVATÓRIOS DE ÁGUAS RESIDUAIS

## PORTO CITY URBAN WATER CYCLE - FEASIBILITY STUDY OF DISABLING ELEVATORY WASTEWATER SYSTEMS

**BRUNO EMANUEL BARBOSA DA ROCHA (1161517)**

79 páginas  
79 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • António Pestana da Silva

**Supervisor** (Company supervisor) • João Pedro Martins Moreira (Águas do Porto, EM)



### RESUMO

**Palavras-chave:** Ciclo urbano da água; Sistemas Elevatórios; Estações elevatórias; Ejetores Shone; Águas do Porto, EM.

O presente relatório descreve as atividades desenvolvidas pelo autor durante o estágio em ambiente empresarial que efetuou na CMPEA – Empresa de Águas do Município do Porto, EM, situada na Rua do Barão de Nova Sintra, 285 - 4300-367 Porto. Este estágio, que teve a duração de três meses, inseriu-se no âmbito da unidade curricular Projeto Integrado, do 3.º ano da Licenciatura em Engenharia Civil. A empresa Águas do Porto, EM é responsável no Município do Porto pela gestão integral do Ciclo Urbano da Água, que inclui o Abastecimento de Água, a Drenagem de Águas Residuais, o Tratamento de Águas Residuais, a Drenagem de Águas Pluviais, as Praias e as Ribeiras. A rede de recolha e drenagem das águas residuais é do tipo escoamento em superfície livre (gravítico). No entanto, devido à topografia irregular da cidade do Porto, nem todas as zonas permitem drenar as águas residuais por gravidade. Nos pontos baixos da cidade, recorre-se à elevação das águas residuais através de sistemas elevatórios – as Estações Elevatórias e os Ejetores Shone. A utilização das Estações Elevatórias e dos Ejetores Shone faz com que a Águas do Porto, EM empregue recursos financeiros (pagamento das faturas energéticas) e recursos humanos (assistências periódicas aos sistemas elevatórios). A desativação das Estações Elevatórias e dos Ejetores Shone conduziria a uma redução de encargos por parte da empresa. Foi proposto ao autor desenvolver um estudo da viabilidade para desativar esses sistemas elevatórios de águas residuais. O estágio desenvolveu-se em duas fases que se sucederam no tempo. A primeira fase teve como objetivo familiarizar o autor com a atividade diária das equipas operacionais que, no terreno, asseguram a manutenção do serviço prestado pela Águas do Porto, EM. Nesse período o autor acompanhou equipas de reparação de roturas, equipas de piquete de águas e equipas de desobstrução de caixas de visita e de coletores. Na segunda fase do seu estágio o autor efetuou um estudo técnico relacionado com os sistemas elevatórios de águas residuais - Estações Elevatórias e Ejetores Shone - a cargo da Águas do Porto, EM. Neste estudo técnico procurou-se avaliar a possibilidade de desativar estes equipamentos.

### ABSTRACT

**Keywords:** Urban water cycle; Pumping systems; Pumping stations; Shone ejectors; Águas do Porto, EM

This report documents the activities developed by the author during the three months of internship that, within the scope of the Integrated Project course, he carried out at CMPEA - Empresa de Águas do Município do Porto, EM, located at Rua do Barão de Nova Sintra, 285 - 4300-367 Porto. The company Águas do Porto, EM is responsible in the Municipality of Porto for the integral management of the Urban Water Cycle, which includes Water Supply, Wastewater Drainage, Wastewater Treatment, Stormwater Drainage, Beaches and Streams. The network for collecting and draining waste water is of the free (gravity) surface run-off type. However, due to the irregular topography of the city of Oporto, not all areas allow waste water to be drained by gravity. In the lower parts of the city, wastewater is lifted by means of pumping systems, pumping stations and Shone ejectors. The use of Pumping Stations and Shone Ejectors means that Águas do Porto, EM, uses financial resources (payment of energy bills) and human resources (periodic assistance to pumping systems). The deactivation of the Pumping Stations and the Shone Ejectors would lead to a reduction of charges by the company. It was proposed to the author to develop a feasibility study of deactivating these wastewater pumping systems. The stage was developed in two phases, which followed each other in time. The first phase aimed to familiarize the author with the daily activity of the operational teams that, in the field, ensure the maintenance of the service provided by Águas do Porto, EM. During this period, the author accompanied breakage repair teams, water picket teams and teams to unblock manholes and collectors. In the second phase of his internship, the author carried out a technical study related to wastewater lifting systems - Pumping Stations and Shone Ejectors - under the responsibility of Águas do Porto, EM. In this technical study, the possibility of deactivating this equipment was evaluated.

# ELABORAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DO PROJETO DE EXECUÇÃO DA NOVA LINHA DO METRO DO PORTO - LINHA COR-DE-ROSA

PREPARATION AND FOLLOW-UP OF THE PROJECT IMPLEMENTATION OF THE NEW LINE OF PORTO METRO NETWORK- PINK LINE

**ANDRÉ FILIPE ARAÚJO ESTEVES (1150502)**

56 páginas • 1 anexo  
56 pages • 1 annex

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Maria da Fátima Portela Moreira

**Supervisor** (Company supervisor) • Elza Mendes (CACAO – CIVIL ENGINEERING)



## RESUMO

**Palavras-chave:** Metro do Porto; Linha-Cor-Rosa; Via Férrea; Traçado; Perfil Longitudinal; Perfil Transversal; Drenagem

O congestionamento de trânsito é um dos maiores problemas das grandes cidades mundiais, que influenciam e muito, a qualidade de vida dos cidadãos. Por isso, houve a necessidade de estudar e desenvolver novas soluções para diminuir esse problema, havendo a necessidade da criação do Metropolitano. É nesse sentido que surge a elaboração deste relatório de estágio, realizado no âmbito da Licenciatura em Engenharia Civil do ISEP. O estágio curricular realizado na CACAO – CIVIL ENGINEERING teve como objeto de estudo a elaboração e acompanhamento do projeto de execução na criação da nova linha do Metro do Porto – Linha Cor-de-Rosa, que consiste na definição de uma solução de nova linha e criação de novas estações, para facilitar o acesso a alguns pontos importantes da cidade, como o Hospital Santo António e Casa da Música. Após um enquadramento do tema e uma apresentação do estágio, expõem-se todos os elementos normativos e legislações para a realização deste projeto. Posteriormente descrevem-se detalhadamente todas as tarefas e soluções na elaboração do projeto de execução da Linha Cor-de-Rosa (Ramal 1, Ramal 2, Futura linha de Gaia). Por fim, fez-se uma conclusão dos estudos e tarefas efetuadas e uma reflexão de tudo o que foi desenvolvido até ao momento no âmbito desta temática.

## ABSTRACT

**Keywords:** Porto Metro Network; Pink Metro Line; Railroad; Route; Longitudinal profile; Cross Profile; Drainage.

Traffic congestion is one of the biggest problems in the big cities of the world, and it greatly influences the quality of life of citizens. Therefore, it was necessary to study and develop new solutions to reduce this problem, encouraging the necessity of creating the Metropolitan. This internship report was carried out within the scope of the Degree in Civil Engineering of ISEP. The curricular internship held at CACAO - CIVIL ENGINEERING was focused on the preparation and follow-up of the execution project of the new line of the Metro do Porto – Line pink, which consists of the definition of a new line solution and creation of new stations, in order to facilitate access to some important points of the city, such as Santo António hospital and Casa da Música. After a framing of the theme and a presentation of the internship, all the normative elements and legislations for the persecution of this project are exposed. Subsequently, all the tasks and solutions are described in detail in the elaboration of the Pink Line project (Branch 1, Branch 2 and future Gaia Branch line). Finally, a conclusion of the studies and tasks carried out, and considerations of the developed work up to now within this thematic, were performed.

# O CICLO URBANO DA ÁGUA NA CIDADE DO PORTO

## URBAN WATER CYCLE IN PORTO CITY

**ALEXANDRE DE NOGUEIRA MOUTINHO GRANHÃO (1171271)**

99 páginas  
99 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• Pedro Miguel Leite Ferreira

**Supervisor** (Company supervisor)

• João Pedro Martins Moreira (Águas do Porto, EM)



### RESUMO

**Palavras-chave:** Águas do Porto; Ciclo da água; Estações Elevatórias; H2Porto; SIG

Este relatório pretende descrever e apresentar o estágio que decorreu na CMPEA - Empresa de Águas do Município do Porto, EM no âmbito da Unidade Curricular de Projeto Integrado. Esta experiência teve a duração de 3 meses e permitiu verificar *in situ* todo o ciclo urbano da água na cidade do Porto, a sua infraestrutura, o trabalho de engenharia e a plataforma tecnológica (H2Porto), onde assenta a gestão do mesmo (abastecimento, saneamento, pluvial, ribeiras e praias). Este relatório inicia-se com o enquadramento histórico das redes que recaem na alçada da Águas do Porto, EM. Assim como na descrição do sistema implementado para a gestão das mesmas. Descreve o ciclo urbano da Água na cidade do Porto, especificando as soluções implementadas para os desafios que esta enfrenta. Um destes desafios é a verificação de escoamento do tipo gravítico no decurso das suas redes, o que devido à sua topografia, nem sempre é executável. Para colmatar esta característica da cidade verificam-se em localizações pontuais sistemas de elevação. Estes sistemas comportam problemas, tais como custos de manutenção, de operação e de avarias. Este trabalho aborda então os sistemas de elevação presentes nas redes de abastecimento e saneamento, sendo os últimos o seu foco. Apresenta-se as visitas à rede, tendo em vista compreender o funcionamento da empresa, assim como a plataforma tecnológica que a empresa está presentemente a implementar e as problemáticas que a mesma enfrenta enquanto empresa responsável pela gestão de água do município. Por último, apresenta-se o estudo da viabilidade técnica, que abrangeu um conjunto alargado de estações elevatórias (EE) e ejetores existentes na rede de saneamento da cidade, tendo como finalidade a eliminação das mesmas, promovendo o escoamento gravítico nesta rede. Este trabalho pretende ser um contributo para a avaliação do processo de eliminação das EE e indicando os casos que devem ser objeto de um estudo mais detalhado. O objetivo último é reduzir os custos energéticos e de manutenção.

### ABSTRACT

**Keywords:** Águas do Porto; Water's urban cycle; lift stations; H2Porto; GIS

In this report is addressed the internship experience that occurred at CMPEA - Empresa de Águas do Município do Porto, EM. in the scope of the Curricular Unit Projeto Integrado. This experience spawned for 3 months and allowed the *in situ* examination of the city of Oporto urban water's cycle, its support infrastructure, the engineering works, and its cyber management platform (H2Porto), i.e. the main digital management tool of the city's water resources. This report begins with a historic review of the city's water infrastructures and the recent implemented system for its management. It contains also the description of Oporto's urban water cycle, specifying the solutions provided for the challenges that the city faces. One of these challenges resides in the verification of gravitational flow of the water, which due to topographic constraints, its not always feasible. To face this, there are in several points of the network wastewater lift stations. They are a source of problems, since they require maintenance, operation and malfunction costs. This work present the lift systems included in the city network. It also shows, in a context of a better understanding of the system as well as the *modus operandi* of the company, the technical visits to the water supply and sewage systems, as well as the management' system being implemented by the company and all the troubles that are faced during the city's water management. It also contains the work developed in the feasibility study of some of the wastewater lift stations included in the sewage system. This report aims to be a starting point for the company to re-evaluate the feasibility of the water elevation systems, allowing for its possible elimination, and reducing its energetic and maintenance costs.

# ACOMPANHAMENTO DE OBRA: “MIXING BUILDING EXPANSION 2018”

## MONITORING OF CONSTRUCTION WORKS: “MIXING BUILDING EXPANSION 2018”

**HUGO ANTÓNIO AZEVEDO COSTA (1081414)**

30 páginas  
30 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Isabel Alvim Teles  
**Supervisor** (Company supervisor) • Jorge Marques (Continental)



### RESUMO

**Palavras-chave:** Acompanhamento de Obra; Análise de projetos de Arquitetura e Engenharia; Trabalhos de construção

Este trabalho teve como tema “Acompanhamento de Obra” da área da secção das Construções, da unidade curricular de PROJ e constitui o relatório de um estágio curricular na empresa Continental-Mabor com a duração de 3 meses. Durante o estágio foi realizado o acompanhamento da construção de um edifício para a ampliação de uma nova linha de mistura em Lousado. Foram analisados os projetos das várias especialidades envolvidas (com especial relevo para a Arquitetura e Estabilidade) e puderam ser observados vários trabalhos de construção civil, tais como: escavações, aterros, compactações de terras, montagem de armaduras, transporte de materiais através de gruas, fornecimento de betão pronto e betonagem, montagem de perfis metálicos, etc. Tratando-se de uma obra especial devido aos elevados pés-direitos e grandes cargas envolvidas, foram usados meios de construção também especiais, tais como escoramentos por cimbres e tipos de cofragem não correntes. Estiveram também envolvidos muitas máquinas de apoio e mão-de-obra especializada. O relatório de estágio contém fotos e extratos dos projetos de arquitetura e estabilidade, resumindo os conhecimentos adquiridos no acompanhamento da obra.

### ABSTRACT

**Keywords:** Follow-up Construction Works; Analysis of Architecture and Engineering projects; Construction works

This work had as theme "Follow-Up Construction Works" of the Construction section of the PROJ curricular unit and is the report of a three-month internship at the company Continental-Mabor. During the internship, the follow-up of the construction of a building for the expansion of a new mixing line in Lousado was carried out. Several design documents were analyzed (with special emphasis on Architecture and Stability) and several civil construction works were observed, such as excavations, embankments, soil compacting, assembly of reinforcement rebars, transportation of materials through cranes, provision of ready-mixed concrete and concreting operations, assembly of metallic profiles, etc. Being a special construction work, due to the high ceilings and large loads involved, special construction tools were also used, such as scaffolding using trusses and non-current formworks. Many support machines and skilled labor were also involved. The internship report contains photos and extracts of the design documents, and summarizes the knowledge acquired in the follow-up of the work.

## ACOMPANHAMENTO DE OBRA - FOZ VINTAGE

### FOLLOW-UP CONSTRUCTION WORKS - FOZ VINTAGE

**VASCO COSTA MENDONÇA (1161557)**

49 páginas • 10 anexos  
49 pages • 10 annexes

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • José Carlos de Almeida Gouveia Lello  
**Supervisor** (Company supervisor) • Maria Alexandra Costa (Foz Vintage Construções)



#### RESUMO

**Palavras-chave:** Acompanhamento; Obra; Planeamento

O presente relatório de estágio curricular surge no âmbito de trabalho final da unidade curricular de projeto integrado no 3º ano da licenciatura em engenharia civil no Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio foi realizado na empresa Foz Vintage Construções, SA entre 18 de março e 15 de junho, tendo por âmbito o acompanhamento da construção de um hotel situado na Avenida dos Aliados, no Porto. No presente relatório, faz-se o enquadramento bem como a apresentação da empresa onde foi realizado o estágio curricular, de modo a promover uma melhor perceção das condições e ambiente em que o mesmo foi realizado. Foram abordados diversos tópicos, nomeadamente relativos ao acompanhamento da obra e aos trabalhos de direção de obra necessários para o planeamento e execução da mesma. Por fim, enunciam-se algumas considerações em jeito de conclusão inerentes ao trabalho desenvolvido.

#### ABSTRACT

**Keywords:** Follow-up; Construction works; Planning

The present report of a curricular internship arises within the scope of the curricular unit Integrated Project of the 3<sup>rd</sup> year of the degree in civil engineering at ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto. The internship was held at the company Foz Vintage Construções SA from March 18<sup>th</sup> to June 15<sup>th</sup>, with the scope of follow-up the construction of a hotel located on Avenida dos Aliados, in Porto. In this report, the framework is done as well as the presentation of the company where the curricular internship was carried out, in order to promote a better understanding of the conditions and environment in which it was carried out. Several topics will be addressed, namely regarding the monitoring of the construction work, and the works management needed for its planning and execution. Finally, some concluding remarks are included about the developed work.

# ACOMPANHAMENTO DE ENSAIOS DE INTEGRIDADE EM ESTACAS

## FOLLOW-UP FOUNDATION PILES INTEGRITY TESTS

**JOÃO ANDRÉ DOBRÕES ROÇAS (1101263)**

29 páginas • 1 anexo  
29 pages • 1 annex

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Isabel Alvim Teles  
**Supervisor** (Company supervisor) • Cárin Mateus (Mota-Engil)



### RESUMO

**Palavras-chave:** PROJ1; ISEP; Mota-Engil; Geotecnia; ensaios sísmicos de integridade; PIT; Crosshole; estacas moldadas de betão armado.

O presente relatório de estágio refere-se ao estágio no âmbito da cadeira de Projeto Integrado do 3ºano da Licenciatura de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio decorreu no Núcleo de Geotecnia da Mota-Engil, sediado em Canelas, Vila Nova de Gaia entre 19 de Março e 11 de Junho de 2019, uma vez por semana das 9:00 às 18:00 horas. O estágio consistiu no estudo e observação de ensaios sísmicos de integridade em estacas de betão armado.

### ABSTRACT

**Keywords:** PROJ1; ISEP; Mota-Engil; Geotechnics; sonic integrity tests, PIT; Crosshole; reinforced concrete piles

This internship report refers to the internship in the scope of the Integrated Project course of the 3<sup>rd</sup> year of Civil Engineering Degree of the Instituto Superior de Engenharia do Porto. The internship was held at Mota-Engil Geotechnics Center, based in Canelas, Vila Nova de Gaia between 19<sup>th</sup> March and 11<sup>th</sup> June 2019, once a week from 9:00 am to 6:00 p.m. The internship consisted in the study and observation of sonic integrity tests on reinforced concrete piles.

# REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO NA BAIXA DO PORTO

## REHABILITATION OF A BUILDING IN THE PORTO DOWNTOWN

**JORGE TAVARES DE GUIMARÃES FERNANDES (1151303)**

40 páginas  
40 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Teresa Carvalho Neto  
**Supervisor** (Company supervisor) • Márcio Monteiro (Telhabel)



### RESUMO

**Palavras-chave:** Acompanhamento de Obra; Reabilitação; Controlo de Custos; Controlo de produção

Este relatório tem como principal objetivo descrever as tarefas desenvolvidas, e as competências adquiridas, durante o trabalho em ambiente empresarial que se realizou no âmbito da unidade curricular de Projeto Integrado. Este estágio curricular decorreu numa obra da empresa Telhabel e constou do acompanhamento de uma obra de reabilitação de um edifício na baixa do Porto, mais precisamente na Rua das Flores. Este relatório descreve todos os trabalhos observados e todas as diligências realizadas durante o período de permanência na empresa. Será organizado por forma a contemplar: a descrição da obra, as atividades desenvolvidas, o acompanhamento dos acabamentos finais, os autos-medição, o controlo de custos, as atividades de gestão corrente e o controlo de produção. Assim, o presente documento pretende analisar as alternativas na área da reabilitação, dando mais ênfase aos acabamentos finais aplicados e à gestão de obra, nomeadamente com apoio de documentos como autos-medição, controlo de custos e atividades de gestão corrente, bem como ao relato da experiência vivida neste período de tempo. Por fim, apresentam-se as considerações finais do trabalho desenvolvido neste relatório, fazendo uma perspetiva geral do trabalho realizado.

### ABSTRACT

**Keywords:** Construction works supervision; Rehabilitation; Cost control; Production control

This report aims to describe the activities developed and acquired competences during the internship in business environment performed in the scope of the Integrated Project curricular unit. This curricular internship took place in Telhabel and was based on the rehabilitation works supervision of a building in downtown Porto, more precisely at Rua das Flores. This work will be developed in the following subjects of study: description of the civil works, activities developed, follow-ups in final finishes, work certificates, cost control, current management activities, and production control. Thus, this document intends to analyze the alternatives in the area of rehabilitation, focusing more on the area of final finishes and management of works, such as work certificates, cost control and current management activities, as well as to report the personal experience during the period of the internship. Finally, the final considerations of the work developed in this report, giving a general perspective of the work done, are presented.

# MODERNIZAÇÃO E REQUALIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA ESCOLA BÁSICA DE VALADARES

MODERNIZATION AND REQUALIFICATION OF VALADARES BASIC SCHOOL FACILITIES

**AFONSO GAMA PINTO NOGUEIRA (1161558)**

32 páginas  
32 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• Madalena Serpa Marques

**Supervisor** (Company supervisor)

• Pedro Miguel Rodrigues Pereira (Telhabel)



## RESUMO

**Palavras-chave:** Obras de requalificação e modernização;  
Fases de execução de obras; Gestão e direção de obras

O Presente relatório enquadra-se no âmbito da unidade curricular Projeto Integrado da Licenciatura do curso de Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, na vertente de trabalho em ambiente empresarial. O estágio, com duração compreendida entre 18 de março a 19 de junho de 2019, foi realizado durante a obra de requalificação e modernização das instalações da Escola Básica de Valadares, através da Empresa de construção civil TELHABEL. Estruturalmente, o relatório está dividido em 4 partes cujos temas são, em sequência, uma breve introdução, aspetos teóricos relacionados com gestão e direção de obra assim como as fases de uma obra; requalificação da Escola de Valadares e por fim a conclusão.

## ABSTRACT

**Keywords:** Requalification and modernization works; Stages of execution of works; Construction management and direction

The present report is part of the curricular unit Integrated Project from the Degree of Civil Engineering of the Instituto Superior de Engenharia do Porto, framed in a business environment work. The internship took place from March 18<sup>th</sup> to June 19<sup>th</sup> of 2019 and was carried out during the construction and requalification of the facilities Valadares basic school, through the civil construction company TELHABEL. Structurally, this report is divided into 4 parts, with the respective themes being a brief introduction, theoretical aspects of the management and direction of the construction works, the requalification project of the facilities of Valadares basic school and finally the conclusion.

# RELATÓRIO DE ESTÁGIO NA EMPRESA CCAD

## CCAD COMPANY TRAINING REPORT

VÍTOR HUGO NOGUEIRA CUNHA (1110572)

15 páginas  
15 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Duarte Barroso Lopes  
**Supervisor** (Company supervisor) • Pedro Silva (CCAD)



### RESUMO

**Palavras-chave:** Estudo arquitetónico; solução estrutural; pré-dimensionamento

Esta memória apresenta o estudo de projeto desenvolvido na empresa CCAD. As fases que se complementarão são: estudo arquitetónico e solução estrutural, pré-dimensionamento e dimensionamento. O conhecimento nas disciplinas de estruturas lecionadas ao longo do curso serão testados ao longo do trabalho. Também a área de construções será abordada, mas, obviamente, ligeiramente, apenas utilizada para definição de materiais a utilizar na construção. Foi criado um Excel para estudo do pré-dimensionamento, fazendo folhas de cálculo com a capacidade de cálculo de estruturas com geometria estrutural corrente. Na verificação dos estados limites de utilização e dos estados limites últimos dos elementos da estrutura, recorreremos à regulamentação em vigor no nosso país nomeadamente o RSAEP, REBAP e Eurocódigos.

### ABSTRACT

**Keywords:** Architectural study; structural solution; preliminary design

This memory presents the project study developed in the company CCAD. The phases that will be complemented are: architectural study and structural solution, preliminary design and design. The knowledge in the disciplines of structures taught throughout the course will be tested throughout the work. In addition, the construction area will be addressed, but obviously slightly, only used to define materials to be used in construction. An Excel spreadsheet was created for the preliminary design study, with the ability to calculate any structure with current structural geometry. In the verification of the ultimate and service limit states of the structural elements, were used the regulations in force in our country, namely RSAEP, REBAP and Eurocodes.

# CONCEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS METÁLICAS PARA ELEVADORES

CONCEPTION AND DESIGN OF METALLIC STRUCTURES FOR ELEVATORS

**RUI JORGE BORGES DE CARVALHO (1161572)**

40 páginas  
40 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor) • Rodrigo Falcão Moreira

**Supervisor** (Company supervisor) • Rui Gavina (VN2R)

**VN2R** redefining boundaries

## RESUMO

**Palavras-chave:** Sistema de elevadores; Dimensionamento; Estruturas Metálicas

O presente trabalho foi realizado em meio empresarial, mais especificamente na empresa VN2R. Esta empresa proporcionou uma colaboração excepcional, compreensiva e enriquecedora a nível de conhecimentos práticos e teóricos. Com este trabalho procurou entender-se quais e como funcionam os componentes que envolvem um sistema de elevadores bem como a estrutura da caixa do elevador. Para tal foram usados documentos disponibilizados pela empresa e ainda desenhos realizados em AutoCAD e modelo BIM na plataforma Revit. De seguida, foi realizado um estudo aprofundado sobre as normas que regulam o sistema de elevadores, constituídas pela EN 81-20:2014 e ainda pela norma EN 81-50:2014. Estas têm como objetivo demonstrar as ações presentes devido ao movimento do elevador. Após a análise das normas, realizou-se estudo sobre dimensionamento de estruturas metálicas, usando como pontos de referência o EC3-1-1(2010) e ainda o livro "Manual de Dimensionamento de Estrutura Metálica", da autoria do Prof. Rui A. D. Simões. A etapa final foi criar um caso de estudo.

## ABSTRACT

**Keywords:** Lift System; Design; Steel Structures

The present work was carried out in a business environment, more specifically in the company VN2R. This company has provided an exceptional, comprehensive and enriching collaboration at the level of practical and theoretical knowledge. The aim of this work was to understand which and how the components that involve a lift system, as well as the structure of the elevator shaft. For this purpose, important documents were made available by the company. Drawings made in Autocad and a BIM model done using the Revit platform were also provided. An in-depth study was carried out on the rules governing the system of lifts, constituted by EN 81-20:2014 and EN 81-50:2014 standards. These aim to demonstrate the actions due to the movement of the elevator. After the analysis of the standards, a study was carried out on the design of steel structures, using as reference points the EC3-1-1 (2010) and the book "Manual de Dimensionamento de Estrutura Metálica", authored by Prof. Rui A. D. Simões. The final step was to create a case study.

# INFLUÊNCIA DOS ADJUVANTES PARA BETÃO EM MISTURAS CIMENTÍCIAS

INFLUENCE OF CONCRETE ADJUVANTS ON CEMENT MIXTURES

**DIANA FERNANDES RODRIGUES (1110756)**

39 páginas • 1 anexo  
39 pages • 1 annex

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• Maria da Luz do Vale Garcia

**Supervisor** (Company supervisor)

• Ana Luísa Zeferino Gomes (EUROMODAL)



## RESUMO

**Palavras-chave:** PROJ1; EUROMODAL; argamassa; adjuvante; ensaio

O presente relatório foi realizado no âmbito da unidade curricular de PROJ1, do 2º semestre do 3ºano e tem como objetivo descrever o estágio realizado, relatando as tarefas realizadas no contexto do mesmo. Neste relatório apresenta-se a empresa onde decorreu o estágio, a EUROMODAL, onde foram desenvolvidas uma série de atividades com o objetivo da avaliação do comportamento mecânico da argamassa com a adição de adjuvantes. Desta forma, foram efetuadas várias produções de argamassas em ambiente laboratorial tendo sido analisadas tanto no estado fresco como endurecido. Assim, este relatório enumera todos os procedimentos realizados no âmbito do seu tema central, sensibilizando também a importância de cada ensaio efetuado, quer para os ensaios de resistência à flexão e compressão, como os ensaios de espalhamento, densidade e teor de ar, em conformidade com as Normas em vigor. São também apresentados os equipamentos utilizados, resultados obtidos e conclusões retiradas. Pretende-se avaliar o comportamento do adjuvante conforme as suas características.

## ABSTRACT

**Keywords:** PROJ1; EUROMODAL; mortar; adjuvant; test

The presented report was carried out under the PROJ1 curricular unit, from the second semester of the third year of bachelor's in civil engineering and has its purpose on the description of the internship, reporting all the tasks realized. In this report it's presented the company where the internship ran, EUROMODAL, where many activities were developed with the purpose of evaluating the mechanical behavior of the mortar, with the addition of adjuvants. In this way were realized several productions of mortar in laboratory environment, which were analyzed in the fresh and hardened states. So, this report lists all the procedures carried out under the central theme, also emphasizing the importance of each performed test, for flexural strength and compression tests, such as scattering, density and air content tests, in accordance with the regulations in force. The equipment used, results obtained and conclusions withdrawn are also presented. It is intended to evaluate the behavior of the adjuvant according to its characteristics.

# REVISÃO DE PROJETO DO CONCURSO PÚBLICO DE EMPREITADA - REQUALIFICAÇÃO DA UNIDADE ALIMENTAR DA ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO, P. PORTO

PROJECT REVIEW OF THE PUBLIC TENDER - REQUALIFICATION OF THE CANTEEN OF ESCOLA  
SUPERIOR DE EDUCAÇÃO, P. PORTO

**ANA LUÍSA OLIVEIRA NEVES (1121233)**

33 páginas • 3 anexos  
33 pages • 3 annexes

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• Maria do Rosário Santos Oliveira

**Supervisor** (Company supervisor)

• José Carlos Barros Oliveira (IPP Porto)



## RESUMO

**Palavras-chave:** PROJ1; Cantina ESE; Revisão de Projeto; Projeto de requalificação

O presente relatório foi executado no âmbito da unidade curricular de PROJ1, do 2º semestre do 3ºano do curso de Engenharia Civil no ISEP-Instituto Superior de Engenharia do Porto e tem como intuito descrever o estágio realizado, descrevendo as tarefas realizadas no contexto do mesmo. No relatório em causa é feita uma breve apresentação da empresa onde decorreu o estágio (IPP-Instituto Politécnico do Porto) e conseqüentemente uma apresentação da cantina da (Escola Superior de Saúde). O tema central deste relatório é a revisão do projeto da empreitada pública - Requalificação da cantina da ESE. Para a revisão do projeto em apreço, em primeiro será apresentado o âmbito do projeto em estudo e de seguida um mapa de quantidades com todas as intervenções e trabalhos associados. A revisão do projeto efetuada teve como finalidade identificar divergências eventuais entre o projeto já existente e o mapa de quantidades dos trabalhos elaborado para a sua execução, com o objetivo de otimizar os potenciais erros e omissões de trabalhos necessários à realização da empreitada de requalificação.

## ABSTRACT

**Keywords:** PROJ1; Canteen ESE; Project Review; Requalification project

The following report has been executed regarding the curricular unit PROJ1, which is part of the curriculum of Civil Engineering course at ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto. This report will describe the completed internship and all the tasks performed. This report will include a brief presentation of the company where the internship took place (IPP - Instituto Politécnico do Porto) and also of the canteen facilities at ESE - Escola Superior de Saúde. The main theme of this report will be a review of the project from the canteen at ESE. A map of the project will be presented showing the previous exposed work as well as all the interventions performed and the respective map of quantities including all associated works. The review of this project aims to identify the differences between the existing project and the map of quantities elaborated for his execution, with the purpose of decreasing the potential errors and omissions related to necessary future works, in the development of this requalification project.

# ENSAIOS LABORATORIAIS - EXECUÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

## LABORATORY TESTS - IMPLEMENTATION AND RESULTS ANALYSIS

**RICARDO BALDAIA PINTO RIBEIRO (1161589)**

52 páginas  
52 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• Carla Patrícia Filipe da Costa e Lopes

**Supervisor** (Company supervisor)

• Carla Maria Ferreira de Sousa (Mota-Engil)



### RESUMO

**Palavras-chave:** Ensaios; laboratório; "in situ"; solos; agregados; misturas hidráulicas; misturas betuminosas; ligantes betuminosos

O presente relatório descreve as atividades desenvolvidas pelo autor durante o estágio curricular em ambiente empresarial que foi realizado no Laboratório Central da Mota-Engil Engenharia & Construção, S.A, localizado em Canelas, Vila Nova de Gaia, Porto. Este estágio insere-se no âmbito da unidade curricular Projeto Integrado do terceiro ano da licenciatura do curso de Engenharia Civil. Com este trabalho pretende-se abordar diversos ensaios laboratoriais e "in situ", assim como o tratamento dos seus resultados. Os ensaios laboratoriais foram realizados no Laboratório Central e o ensaio "in situ" foi realizado numa obra de arruamento localizada em Aldoar, Porto. Ao longo deste relatório estão descritos os ensaios efetuados num leque abrangente de materiais, nomeadamente: solos, agregados, misturas hidráulicas, misturas betuminosas e ligantes betuminosos. Para além de se apresentar uma breve descrição dos ensaios, faz-se também referência ao seu objetivo, ao material necessário aplicável para a execução do ensaio e às principais etapas do procedimento, apresentando-se imagens ilustrativas registadas durante a sua execução.

### ABSTRACT

**Keywords:** Tests; laboratory; "In situ"; solos; aggregates; hydraulic mixtures; bituminous mixtures; bituminous binders.

This report traces the course carried out by the author throughout the curricular internship in a business environment developed at Laboratório Central of Mota-Engil Engenharia & Construção, S.A, located in Canelas, Vila Nova de Gaia, Porto. This internship become a result of a discipline of Integrated Project course of the third year of the Civil Engineering course. This work aims to approach several laboratory and "in situ" tests, as well as the treatment of its results. The laboratory tests were performed at the Central Laboratory and the "in situ" test was carried out at a work site located in Aldoar, Porto. Throughout this report the tests carried out on a wide range of materials are described, namely: soils, aggregates, hydraulic mixtures, bituminous mixtures and bituminous binders. In addition to a brief description of the tests, it also refers to its purpose, to the required material applicable to the performance of the test and to the main steps of the procedure, with illustrative images taken during its execution.

# MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DE UMA OBRA COM RECURSO À TÉCNICA EVM

MONITORING AND CONTROL OF A CONSTRUCTION WORK USING EVM TECHNOLOGY

**DANIELA FILIPA POITEVIN GOMES (1110585)**

45 páginas  
45 pages

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• Maria do Rosário Oliveira

**Supervisor** (Company supervisor)

• Helena Correia (Universidade Católica do Porto)



## RESUMO

**Palavras-chave:** gestão de projetos; valor ganho; valor planeado; custo real

O Earned Value Management é uma técnica associada à gestão de projetos que nos permite medir o progresso de um projeto. Qualquer projeto terá sempre um cliente e no seu ponto de vista a conclusão do projeto dita o ganho do seu valor, ou seja, se o seu projeto for cancelado quando se encontra 80% concluído o valor de negócio para o cliente poderá ser nulo. No entanto, o Earned Value invoca uma perspetiva diferente: a cada percentagem de realização do trabalho vamos tendo um ganho incremental associado. Em qualquer projeto os resultados decorrem da produção de trabalho numa determinada escala de tempo e através dos cálculos do valor ganho conseguimos determinar o custo total do trabalho realizado até à data estabelecendo uma comparação com os custos que tínhamos definidos até aquela data. Ou seja, permite comparar se estamos a gastar mais ou menos do que tínhamos planeado. A utilização das métricas de prazo e custo também nos dão informação adicional. Podemos estar a gastar mais do que o planeado inicialmente, mas podemos ter o projeto adiantado, podemos estar a gastar mais porque os recursos estão a produzir mais trabalho do que o definido. De um modo análogo, podemos estar a gastar menos, mas o nosso projeto está atrasado apesar de o atraso nem sempre significar um problema. Por exemplo se não conseguirmos os elementos necessários de trabalho para a equipa iniciar o trabalho na altura prevista a percentagem de trabalho não realizado reflete atrasos e custos menores, mas se a data de conclusão desta tarefa for flexível não existe problema. Contrariamente, se a data de conclusão for crítica estamos perante um problema pois irá atrasar a globalidade do projeto. Existem três métricas principais: Valor Ganho, Custo Real e Valor Planeado.

## ABSTRACT

**Keywords:** Project management; earned value; planned value; actual cost

Earned Value Management is a project management technique that allows us to measure the progress of a project. Any project will always have a client and in its view the conclusion of the project dictates the gain of its value, i.e., if your project is canceled at 80% of completion the business value for the client may be null. However, Earned Value invokes a different perspective: with each percentage of work done we get an incremental gain associated with it. In any project the results come from the production of work on a given time scale and by calculating the earned value we were able to determine the total cost of the work done to date by comparing it to the costs we had defined up to that date. Thus, allow us to compare if we are spending more or less than we had planned. Using time and cost metrics also gives us additional information. We may be spending more than originally planned but we may have the project upfront, or eventually we may be spending more because resources are producing more work than defined. Similarly, we may be spending less but our project is behind schedule, even though delay does not always mean a problem. For example, if we cannot get the necessary work elements for the team to start work at the expected time, the percentage of work not done reflects delays and lower costs, but if the completion date for this task is flexible, there is no problem. Conversely, if the completion date is critical, we are facing a problem as it will delay the overall project. There are three main metrics: earned value, actual cost and planned value.

# FERRAMENTAS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES PREDIAIS DE ÁGUA E COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA

TOOLS FOR DESIGNING BUILDING WATER SUPPLY NETWORKS AND THERMAL TRANSMISSION  
COEFFICIENTS

**MARCELO PEREIRA RODRIGUES FILHO (1181415)**

45 páginas • 3 anexos  
45 pages • 3 annexes

**Orientador ISEP** (ISEP supervisor)

• José Carlos Campeão

**Supervisor** (Company supervisor)

• Jorge Aníbal de Andrade Leite (JLENGENHARIA)



## RESUMO

**Palavras-chave:** Sistemas prediais; Água; Retorno de água; Dimensionamento; Isolamento térmico; Coeficiente; Vãos Envidraçados.

O presente trabalho realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto Integrado, do 2º semestre do 3º ano do curso de Engenharia Civil no ISEP-Instituto Superior de Engenharia do Porto tem como intuito descrever o estágio realizado, definindo as tarefas realizadas no contexto do mesmo. O projeto consiste na elaboração de ferramentas computacionais com o intuito de otimizar cálculos necessários para o dimensionamento das redes prediais de distribuição de água. Neste sentido, procede-se a um estudo sobre os sistemas de abastecimento de água para consumo e com uma maior observação no sistema de retorno de água quente, por se tratar da parte que foi acrescentada à folha de cálculo. Este estudo teve sempre por base a legislação vigente. Para além dessa ferramenta, tratamos também dos coeficientes de transmissão térmica de vãos envidraçados. O estudo focou-se no comportamento térmico de caixilharias, realizando-se uma ferramenta que torna possível, e de forma direta, o cálculo desses coeficientes, com o intuito final de proceder ao estudo do isolamento térmico dos vãos envidraçados.

## ABSTRACT

**Keywords:** Building systems; Water; Water return; Design; Thermal insulation; Coefficient; Glazed surfaces

This work was carried out within the scope of the Integrated Project curricular unit, from the 2<sup>nd</sup> semester of the 3<sup>rd</sup> year of the Civil Engineering course at ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto, and aims to describe the internship carried out, including the definition of the tasks carried out in its context. The project consists in the elaboration of computational tools in order to optimize calculations necessary for the designing of building water supply networks. In this sense, a study is carried out on the water supply systems for consumption with emphasis for the hot water return system, since it is the part that was added to an existent calculation sheet. This study was always based on the current legislation. In addition to this tool, we also deal with the thermal transmission coefficients of glazed spans. The study is focused on the thermal behavior of window frames, creating a tool that allows the direct calculation of these coefficients, with the final purpose of studying the thermal insulation of the glazed surfaces.

# PROJETO INTEGRADO INTEGRATED PROJECT

Licenciatura em Engenharia Civil  
Civil Engineering Bachelor Course

## Trabalhos de PROJETO PROJECT Assignments





# PROJETO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR E COMÉRCIO EM BETÃO ARMADO

STRUCTURAL AND FOUNDATIONS DESIGN OF A RETAIL AND HABITATIONAL RC BUILDING

**JOSÉ MANUEL NOGUEIRA COELHO** (1161314)

**RUI MANUEL MESQUITA DA COSTA** (1151711)

140 páginas • 6 anexos  
140 pages • 6 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Paulo Ribeiro Guedes

## RESUMO

**Palavras-chave:** PROJ1; Projeto de Estruturas; Betão armado; Dimensionamento; Eurocódigos; ROBOT; REVIT

O presente trabalho intitulado “Projeto de Estruturas e Fundações de um Edifício de Habitação Multifamiliar e Comércio em Betão Armado” tem como objetivo dimensionar um edifício de 3 pisos situado em Vila Nova de Gaia. Para tal, aplicaram-se os Eurocódigos, RSA e o REBAP como regulamentação. Apesar destas normas ainda não serem obrigatórias em Portugal, já são utilizadas como referência há vários anos, sendo que o REBAP continua em vigor.

Devido à complexidade que estes projetos por vezes apresentam, foi adotado um modelo numérico elaborado no programa de cálculo automático ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS (ROBOT), que se baseia no método dos elementos finitos. Esta abordagem permite obter resultados mais corretos e com maior rapidez do que o recurso ao cálculo manual. Além do recurso ao cálculo automático, utilizaram-se também outras técnicas aprendidas ao longo do curso de Engenharia Civil.

Este projeto é composto por várias fases: conceção estrutural, que teve por base as plantas de arquitetura, definição das bases de projeto, construção do modelo no REVIT e transferência para o ROBOT, classificação do sistema estrutural e por fim, o dimensionamento dos vários elementos estruturais. Finalmente são apresentadas as pormenorizações de dimensionamento dos diversos elementos estruturais.

O programa de cálculo automático ROBOT é uma ferramenta muito útil para o dimensionamento e cálculo estrutural, dando resultados fidedignos. Contudo, como em qualquer programa de cálculo automático, os resultados obtidos devem ser analisados com espírito crítico pois podem existir erros na modelação.

## ABSTRACT

**Keywords:** PROJ1; Project of structures; reinforced concrete; design; Eurocodes; ROBOT; REVIT

The present work entitled “Design of Structures and Foundations of a Multi-Family Housing and retail Building in Reinforced Concrete” aims to design a 3-storey building located in Vila Nova de Gaia. To this end, Eurocodes, RSA and REBAP were applied as regulations. Although these standards are not yet mandatory in Portugal, they are already used as a reference for several years, and REBAP is still enforced.

Due to the complexity that these projects sometimes present, a numerical model developed in ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS (ROBOT) automatic calculation program was adopted, which is based on the finite element method. This approach allows to get more accurate results and faster comparatively to manual calculation. Complementary to the use of automatic calculation, other techniques learned during the Civil Engineering degree were used.

This project consists of several phases: structural design, which was based on architectural plans, definition of design basis, development of a REVIT model and transfer to ROBOT, structural system classification, and, at the end, the design of the structural elements. Finally, the design drawings and details of the structural elements were performed.

The automatic calculation program, ROBOT, was a very useful tool for this project, giving reliable results. However, as with any automatic calculation program, the results obtained should be critically analyzed, as there may be errors in the modelling.

# O RECURSO À METODOLOGIA BIM NA PRÉ-FABRICAÇÃO

## BIM METHODOLOGY IN PREFABRICATION

**STEFANI ENDRIGO RUSSELL (1171686)**

**DANIEL FILIPE RIBEIRO DE SOUSA (1111006)**

35 páginas  
35 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• José Carlos Castro Pinto Faria

### RESUMO

**Palavras-chave:** BIM; Pré-fabricados; Betão; LOD

A pré-fabricação em betão é a prática de montar partes de uma edificação em local distinto do da fabricação, enquanto a metodologia BIM (Building Information Modeling) representa o processo de geração e gestão de representações digitais e de informações, das características físicas e funcionais de um edifício, e se estende desde o projeto à fase de exploração do empreendimento. A literatura académica disponível a nível nacional sobre estes conceitos é ainda reduzida, sobretudo quando os temas são relacionados entre si. A pré-fabricação e a utilização de BIM apresentam inúmeras vantagens que diminuem os custos globais da construção. A realização deste trabalho surge a partir da necessidade de reunir num só documento uma síntese dos sistemas, não só estruturais, mas também construtivos relativos à pré-fabricação em betão nos edifícios, bem como a utilização da metodologia BIM para tal finalidade, além da inserção do conceito de níveis de desenvolvimento (LOD), que quantifica o nível de detalhe que os elementos do projeto terão. No presente relatório são apresentados os princípios do processo BIM e a aplicabilidade destes na indústria da construção, em particular na pré-fabricação de betão. Serão abordados aspetos do processo de pré-fabricação, bem como os cuidados necessários a serem tomados em cada fase de desenvolvimento e fabricação, transporte e montagem das peças. Serão analisadas as vantagens e desvantagens de cada conceito e apresentada a definição de um processo construtivo de painéis pré-fabricados de betão, desenvolvidos no software Autodesk BIM 360, para serem utilizados numa habitação modular. O intuito do estudo é também contribuir numa maior disseminação do BIM, efetuada em conformidade com as expectativas dos diferentes intervenientes e de modo adequado ao campo da Arquitetura, Engenharia e Construção Civil.

### ABSTRACT

**Keywords:** BIM; Prefabricated; Concrete; LOD

The prefabrication in concrete is the practice of assembling parts of a building in a different place than the construction site, while BIM (Building Information Modeling) methodology represents the process of generating and managing digital representations and information, physical and functional characteristics of the building, and extends from the project to the exploration phase of the project. The academic literature available at national level on these concepts is lacking, even more when the concepts are analyzed as interrelated. The prefabrication and the use of BIM have numerous advantages that reduce overall construction costs. The development of this work arises from the need to gather in a single document a systems synthesis, not only structural, but also constructive systems related to the concrete prefabrication in buildings, as well as the use of BIM methodology with this purpose, in addition to the introduction of the levels of development (LOD) concept, which quantifies the level of detail that the project elements will have. This report presents the principles of the BIM process and their applicability in the construction industry, particularly in the prefabrication of concrete. It will cover aspects of the prefabrication process, as well as the necessary care to be taken at each stage of development, manufacturing, transportation and assembly of parts. The advantages and disadvantages of each concept will be analyzed and the definition of a constructive process of prefabricated concrete panels, developed in the software Autodesk BIM 360, will be analyzed for application in a modular house. The purpose of the study is also to contribute to a greater dissemination of the BIM methodology, according to the expectations of different interested parts and to appropriate manners in the field of Architecture, Engineering and Civil Construction.

# PROJETO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO HABITACIONAL

## THERMAL PERFORMANCE PROJECT OF A HOUSING BUILDING

**ANA LUÍSA SILVA CORDEIRO (1110348)**

**TIAGO EMANUEL BESSA SILVA (1150567)**

57 páginas • 4 anexos  
57 pages • 4 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Teresa Carvalho Neto

### RESUMO

**Palavras-chave:** Desempenho Térmico; Consumos Energéticos; Reabilitação; Soluções Construtivas

O presente relatório visa descrever o projeto desenvolvido na unidade curricular de Projeto Integrado, do 3º ano da Licenciatura em Engenharia Civil, LEC, do ISEP. Este projeto curricular consistiu num estudo comparativo do desempenho térmico de um edifício de habitação unifamiliar antes e depois da sua reabilitação e teve como principal objetivo a aplicação dos conhecimentos da cadeira de Física das Construções, do 1º semestre, do 3º ano da LEC. Este trabalho dividiu-se em 4 partes, sendo a primeira e segunda parte o estudo térmico do edifício antigo, na estação de aquecimento e de arrefecimento. Numa terceira e quarta parte procedeu-se ao estudo térmico da mesma habitação, mas após a reabilitação, também para as duas estações. Assim, com este documento pretende-se analisar o comportamento térmico da envolvente, nomeadamente dos envidraçados e das portas, das paredes exteriores e de meação e da cobertura verificando-se se os consumos energéticos e o desempenho térmico da casa antiga estavam de acordo com a legislação atual. Por fim, apresentam-se soluções construtivas com o objetivo de melhorar as condições térmicas, nas estações de aquecimento e arrefecimento, de forma a habitação estar de acordo com a legislação em vigor, no que diz respeito ao seu comportamento térmico. De modo a ser possível realizar todas as comparações desejadas, houve necessidade de criar folhas de cálculo, com o auxílio de registos já existentes, de forma a tornar mais simplificado o método de comparação. Por fim, apresentam-se as considerações finais do trabalho desenvolvido neste relatório de projeto, fazendo uma perspetiva geral do estudo realizado.

### ABSTRACT

**Keywords:** Thermal performance; Energy consumption; Rehabilitation; Constructive solutions

This report aims to describe the project developed on the Integrated Project curricular unit. This curricular project consists in a study of the thermal performance of an old house before and after rehabilitation. The project had as main objective the application of the knowledge of the discipline of Construction Physics of the 1<sup>st</sup> semester of the 3<sup>rd</sup> year of the degree in Civil Engineering. The work was divided in 4 parts, being the first and second phases the thermal study of the old house in the heating and cooling stations, and the third and fourth phases the theoretical thermal study of the house after the rehabilitation, also for the heating and cooling stations respectively. Thus, this document intends to analyze the thermal behavior of the envelope of the house, namely the glazing, window frames, doors and roof, verifying if the old house was in accordance with current legislation. Finally, it were presented constructive solutions with the objective of improving the thermal conditions in the heating and cooling stations, so that the house can be in accordance with the legislation in force, with respect to its thermal behavior. In order to be able to perform all the desired comparisons, it was necessary to develop spreadsheets, with the help of existing records, in order to simplify the comparison method. Finally, the final considerations of the work developed in this project report were presented, giving a general perspective of the study carried out.

# TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

## CONSTRUCTIVE TECHNOLOGIES FOR ENERGY EFFICIENCY

**LUÍS MANUEL MOREIRA MAGALHÃES (1160957)**

**BEATRIZ DOS ANJOS OLIVEIRA FERNANDES (1160769)**

54 páginas  
54 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • José Manuel Sousa

### RESUMO

**Palavras-chave:** Eficiência energética; Edifícios; Tecnologias construtivas

Nos últimos anos, a eficiência energética em edifícios tem sido o centro de grandes desenvolvimentos devido à crescente atenção dada a este tema, motivada por razões económicas de redução de custos e maior consciência da comunidade sobre a limitação das fontes energéticas tradicionais. Têm-se realizado estudos relativamente à procura de soluções para tornar os edifícios mais eficientes do ponto de vista energético, desde a sua fase de conceção, de execução, das técnicas construtivas e do desenvolvimento e aplicação de tecnologias inovadoras ligadas à utilização de energias renováveis. No presente projeto, aborda-se esta temática focando-se mais nas tecnologias construtivas para a eficiência energética dos edifícios procurando assim quais as melhores soluções isolamentos térmicos para que essa mesma eficiência se verifique. Foi realizado também, no final deste trabalho, alguns fichas técnicas que permitem de uma forma expedita conhecer qual o comportamento térmico de algumas soluções construtivas mais utilizadas, bem como outras características de comportamento relativamente a propriedades físicas nomeadamente o comportamento ao fogo.

### ABSTRACT

**Keywords:** Energy efficiency; Buildings; Constructive Technologies

In recent years, energy efficiency in buildings has been the focus of major developments due to the increasing attention given to this theme, motivated by economic reasons of cost reduction and greater awareness of the community about the limitation of traditional energy sources. Studies have been carried out on searching solutions to make buildings more energy efficient, since their conception phase going through execution, constructive techniques and the development and application of innovative technologies linked to the use of renewable energy. In the present project, this theme is addressed focusing more on the constructive technologies for the energy efficiency of buildings, thus seeking the best thermal insulation solutions to reach the same efficiency. At the end of this work, some technical data sheets were also developed, which allow us to know in an expeditious way the thermal behavior of some of the most used construction solutions, and other characteristics of its behaviour in relation to physical properties particularly the fire behavior.

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA CONSTRUÇÃO

## ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION

**ANA CATARINA RODRIGUES MOTA (1141533)**

**JOÃO MIGUEL CARVALHO E SILVA COSTA (1150426)**

63 páginas  
63 pages

---

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • José Manuel Sousa

---

### RESUMO

**Palavras-chave:** Eficiência energética; Sustentabilidade; Avaliação do Ciclo de Vida (LCA); LiderA; Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM); Leadership in Energy and Environmental Design (LEED); Sustainable Building Tool (SBTOOL); Nearly Zero Energy Buildings (NZEB)

O aumento da preocupação em relação a questões ambientais, mais agravadas pelo comportamento irresponsável do homem, levou à criação de métodos e ferramentas para a avaliação dos impactos ambientais dos produtos e sistemas utilizados na construção. Este trabalho pretende abordar os fatores que influenciam a eficiência energética de um edifício, os métodos utilizados para a avaliação das habitações e alternativas que possam melhorar o seu desempenho. O primeiro capítulo consiste na introdução do trabalho, definição dos objetivos e da sua estrutura. O segundo capítulo corresponde a uma perspetiva das fontes de energia existentes, assim como da explicação do impacto que as características da envolvente exterior dos edifícios têm a nível dos seus consumos energéticos. No terceiro capítulo são abordados os métodos existentes de avaliação dos edifícios, que permitem identificar e avaliar os consumos dos mesmos, de modo a potenciar a sua otimização e eficiência energética. No quarto capítulo apresenta-se um método de habitações sustentáveis com consumos quase nulos a nível energético, assim como estratégias para a sua implementação. Por fim, são apresentadas as considerações finais do trabalho e uma proposta de desenvolvimentos futuros.

### ABSTRACT

**Keywords:** Energy efficiency, Sustainability, Life Cycle Assessment (LCA), LiderA, Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Sustainable Building Tool (SBTOOL), Nearly Zero Energy Buildings (NZEB).

The increased concern about environmental issues, further exacerbated by man's irresponsible behavior, led to the creation of methods and tools for assessing the environmental impacts of products and systems used in construction. This work aims to address the factors that influence the energy efficiency of a building, the methods used to evaluate housing, and alternatives that can improve its behavior. The first chapter consists of the introduction of the work, definition of objectives and of its structure. The second chapter corresponds to a perspective of existing energy sources, as well as the explanation of the impact that the characteristics of the outside environment of buildings can have in their energy consumption. In the third chapter, the existing methods of building evaluation are explored. These allow the identification and analysis of the buildings' consumption, in order to allow their optimization and energy efficiency. In the fourth chapter the "Nearly Zero Energy Buildings" method is presented, as well as strategies for its implementation. At last, the final considerations of the work are presented, and some future developments are suggested.

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM À INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

## APPLICATION OF THE BIM METHODOLOGY TO THE INSPECTION OF STRUCTURES

**RUI FILIPE SANTOS GODINHO SANTIAGO TAVARES (1151387)**

**JOÃO FILIPE GOMES MACHADO (1150588)**

106 páginas  
106 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Carlos Manuel da Silva Félix

### RESUMO

**Palavras-chave:** BIM; Inspeção de estruturas; Revit

O presente trabalho visa descrever o projeto desenvolvido na unidade curricular de Projeto Integrado. Este projeto consistiu na inserção da inspeção e diagnóstico de estruturas em programas BIM. Este trabalho dividiu-se em 3 partes, sendo a primeira uma introdução à inspeção de estruturas, a segunda uma apresentação do Building Information Model (BIM) e o seu estado de desenvolvimento no mundo da engenharia civil e a terceira engloba o BIM e a inspeção de estruturas com um projeto em formato Revit, simulando uma estrutura que pode ser inspecionada. Com este documento visa-se unir o mundo da inspeção de estruturas com o mundo do BIM de forma a facilitar a inspeção a estruturas. Por fim, apresentam-se as considerações finais do trabalho desenvolvido e também possíveis desenvolvimentos futuros no que toca a este tema.

### ABSTRACT

**Keywords:** BIM; Inspection of structures; Revit

This document aims to describe the project developed in the curricular unit Integrated Project. This project consisted in inserting the inspection and diagnosis of structures in BIM programs. This document was divided in 3 parts, the first one being an introduction of the inspection and diagnosis of structures, the second a presentation of Building Information Model (BIM) and its state of development in the world of civil engineering and the third part encompasses BIM with the inspection of structures with a project in Revit format, simulating a structure that can be inspected. This document aims to join the world of inspection of structures with the world of BIM in order to make easier the structural inspection process. Finally, we present the final considerations of the study and possible future developments in this area.

# DESEMPENHO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM RESÍDUOS PET INCORPORADOS

PERFORMANCE OF COATING MORTARS WITH INCORPORATED PET WASTE

**RITA CLARA NEVES MONTEIRO (1161855)**

**MARIA INÉS ALVES DE SOUSA (1141520)**

43 páginas  
43 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Maria da Luz do Vale Garcia

## RESUMO

**Palavras-chave:** Argamassa; PET; Recursos Naturais; Resistência; Desempenho; Reutilização.

A procura exponencial do recurso do plástico na sociedade atual tem aumentado, o que por sua vez provoca um aumento do volume de depósito de resíduos desta indústria em aterro. Este facto tornou-se uma grande preocupação a nível mundial, não só pelo ponto de vista ecológico, como também económico, por se tratar de um material não biodegradável. Sendo o setor da construção civil um dos grandes responsáveis pelo depósito em aterros de resíduos e do consumo de recursos naturais extraídos tem a responsabilidade de procurar soluções que consigam encontrar um equilíbrio entre o crescimento económico e a preservação do meio ambiente. Por este conjunto de fatores, têm sido realizados vários ensaios e estudos relacionados com a reutilização de resíduos plásticos, com o intuito de analisar o comportamento e o desempenho de agregados PET como substitutos dos recursos naturais em betões e/ou argamassas. Este projeto está inserido no contexto de desenvolvimento sustentável, tendo como objetivo analisar um agregado PET Natural, devidamente tratado. Para tal, foram confeccionados em laboratório provetes de argamassa, sendo um de referência e os restantes com diferentes percentagens de PET incorporado, nomeadamente de 10%, 25% e 25% com adjuvante. Os ensaios realizados foram divididos em três fases. A primeira, referente à identificação de todos os constituintes das argamassas. Na segunda fase, executaram-se ensaios relativos à caracterização e desempenho das argamassas no estado fresco. E por fim, ensaios sobre o desempenho e caracterização das argamassas no estado endurecido. Os resultados obtidos indicam que, apesar de argamassas com resíduos PET incorporados obterem piores desempenhos a nível da resistência à flexão e à compressão do que as sem PET incorporado, apresentam um bom desempenho em relação à absorção de água por capilaridade. Logo, podemos concluir que a substituição dos recursos naturais por pequenas dosagens de PET na produção de argamassas é vantajosa.

## ABSTRACT

**Keywords:** Mortar; PET; Natural Resources; Resistance; Performance; Reuse

The exponential demand for plastic resources in the current society has increased, which causes an expansion in volume of waste from this industry to landfills. The construction sector is one of the main responsible for the deposit of this plastic landfills, both in waste and consumption of extracted natural resources. For this reason, it has the responsibility to find solutions that can strike a balance between economic growth and the preservation of the environment. Due to this set of factors, several tests and studies have been carried out on the reuse of plastic waste, in order to analyze the behavior and performance of PET aggregates as substitutes for natural resources in concrete and/or mortars. This project is included in the context of sustainable development. The main goal is to analyze a natural PET aggregate, after being properly treated. For this purpose, mortar specimens were prepared in the laboratory, with different percentages of PET, namely 10%, 25% and 25% with adjuvant. The tests were divided into three phases. The first one, refers to the identification of all constituents of mortars. Then, tests were performed on the characterization and performance of the mortars in the fresh state, and finally, tests related to the performance and characterization of the mortars in the hardened state. The results obtained indicate that, although mortars with incorporated PET residues obtained worse performances in the flexural and compression strengths than those without incorporated PET, they present a good performance in water absorption by capillarity. We can conclude that the substitution of natural resources by small dosages of PET in the production of mortars is advantageous.

# MOSTEIRO DE TIBÃES CARACTERIZAÇÃO E INSPEÇÃO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS À SUPERFÍCIE

TIBÃES MONASTERY CHARACTERIZATION AND INSPECTION OF SURFACE HYDRAULIC STRUCTURES

**CRISTIANA MARIA OLIVEIRA FERNANDES** (1111186)

**FRANCISCA MANUELA PEREIRA SILVA** (1100211)

119 páginas  
119 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Tiago André Abreu

## RESUMO

**Palavras-chave:** Hidráulica monástica; escoamento em superfície livre; escoamento em pressão; Minas

No Mosteiro de Tibães encontra-se todo um legado de uma rede de hidráulica monástica que espelha o saber-fazer dos monges Beneditinos na gestão aplicada do ciclo da água. O presente trabalho consiste no estudo das suas estruturas hidráulicas à superfície, desde a caracterização à inspeção. No Mosteiro, a água era captada das Minas e Poços subterrâneos que vão guiando pequenos cursos de água para uma galeria principal que a conduz até à superfície do terreno. Daí, a água é encaminhada por aquedutos subterrâneos e aéreos até tanques, lago, moinhos, fontes, chafarizes que vão armazenar a água necessária para o uso agrícola e para o abastecimento doméstico. Além disso, os monges Beneditinos aproveitaram a força da água dos rios e ribeiros que faziam movimentar as azenhas, as serrações e os lagares do azeite. Efetuou-se um inventário completo das estruturas superficiais cumprindo um conjunto de critérios, tais como, a proveniência da água (mina), o tipo de escoamento (superfície livre ou sob pressão), o material das condutas e respetivas dimensões. Com estes critérios conseguiu-se estimar um caudal máximo, captado nas minas e conduzido para os reservatórios para diferentes usos. As dimensões levantadas desse sistema possibilitam a caracterização do cálculo de secções transversais e do volume dos reservatórios. Os dados obtidos permitem efetuar uma avaliação quantitativa do caudal necessário para o fornecimento de água ao Mosteiro, ajudando a compreender melhor o complexo mundo da Hidráulica que é fundamental para o quotidiano de todos.

## ABSTRACT

**Keywords:** Monastic hydraulics; Free surface flow; Pressure flow; Mines

In the Tibães Monastery a whole legacy of a monastic hydraulic network mirrors the know-how of Benedictine monks in the applied management of the water cycle. The present work consists in the study of the surface hydraulic structures, from the characterization to the inspection. In the Monastery, the water was captured from underground Mines and Wells that guide small streams of water to a main gallery that leads to the surface of the ground. From there, the water is routed through underground and aerial aqueducts to tanks, lake, mills, fountains, reservoirs that will store the water needed for agricultural use and domestic supply. In addition, the Benedictine monks took advantage of the strength of the water of the rivers and streams that moved the water mill, sawmills and olive oil mills. A complete inventory of surface structures was carried out fulfilling a set of criteria, such as the source of water (mine), the type of flow, whether it is free surface or under pressure, the material and dimensions. With these criteria, we were able to determine the amount of maximum expected flow that would be captured in the mines and carried to the reservoirs for human or agricultural use. The raised dimensions of this system allow the characterization of the cross sections and the volume of the reservoirs. The data obtained allow us to make a quantitative assessment of the flow required for the water supply to the monastery, helping to better understand the complex world of hydraulics that is fundamental to everyone's daily life.

# USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO NA INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE IN THE INSPECTION OF REINFORCED CONCRETE  
STRUCTURES

**NUNO FILIPE DE SÁ TOPA** (1141565)

**ÓSCAR DANIEL DA CUNHA MOREIRA** (1151721)

55 páginas • 1 anexo  
55 pages • 1 annex

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro

## RESUMO

**Palavras-chave:** Fotogrametria; Topografia Clássica; Classificação Supervisionada; Inspeção Visual; Betão Armado

O presente relatório resulta do trabalho realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto Integrado (PROJI) da Licenciatura em Engenharia Civil (LEC) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). O objetivo proposto foi o de desenvolver e aplicar uma metodologia de inspeção a estruturas de betão armado recorrendo essencialmente a veículos aéreos não-tripulados (VANT). Neste âmbito é descrita uma metodologia que faz uso de técnicas de Fotogrametria, Topografia Clássica e Classificação Supervisionada de Imagens aplicadas à inspeção visual de estruturas de betão armado. É ainda apresentada e discutida a aplicação prática da metodologia proposta à inspeção visual do paramento exterior da Torre de Telecomunicações do Monte da Virgem uma infraestrutura da empresa ALTICE, situada em Vila Nova de Gaia.

## ABSTRACT

**Keywords:** Photogrammetry; Classic Topography; Supervised Classification; Visual Inspection; Reinforced Concrete

This report results from the work carried out within the Integrated Project course (PROJI) of the Degree in Civil Engineering (LEC) of the Higher Institute of Engineering of Porto (ISEP). The objective was to develop and apply an advanced inspection methodology to reinforced concrete structures. A methodology that makes use of Photogrammetry, Classic topography and Supervised Image Classification techniques was described and applied to the visual inspection of reinforced concrete structures. Additionally, the practical application of the proposed methodology to the visual inspection of the exterior facade of the ALTICE Communications Tower, in Vila Nova de Gaia, was described.

# DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE UMA REDE PREDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM RECURSO AO EPANET

## DESIGN AND ANALYSIS OF A BUILDING WATER SUPPLY NETWORK USING EPANET

**PAULO DANIEL GONÇALVES RIBEIRO (1151340)**

**JOÃO PAULO BRITO MOTA TEIXEIRA (1161382)**

47 páginas • 9 anexos  
47 pages • 9 annexes

**Orientador ISEP (ISEP supervisor)** • Pedro Leite Ferreira

### RESUMO

**Palavras-chave:** PROJ; Água; Rede; Abastecimento; Predial; EPANET; eficiência

A presente memória descritiva retrata o estudo de uma rede predial de abastecimento de água de um edifício unifamiliar de 3 pisos. Este estudo foi-nos proposto no decorrer da unidade curricular de Projeto Integrado do 3ºano da licenciatura, de 2º semestre. Desta forma, na primeira fase, foram dimensionadas duas redes, sendo que uma delas para o nível de conforto médio e a outra para o nível de conforto elevado. O objetivo, nesta fase, foi verificar quais as diferenças entre os níveis de conforto. Na segunda fase, as redes dimensionadas anteriormente foram modeladas no programa de cálculo EPANET com o intuito de comparar as mesmas e, também, o contraste entre o cálculo teórico e o resultado da modelação.

### ABSTRACT

**Keywords:** PROJ; Water; Network; Supply; Building; EPANET; efficiency

The present work focuses the study of a building water supply network of a 3-storey single-family building. This study was proposed in the scope of Integrated Project course of the 2<sup>nd</sup> semester of the 3<sup>rd</sup> year of the degree. Thus, in the first phase, two water supply networks were designed, one for the medium comfort level and the other for the high comfort level. The objective in this phase was to verify the differences between comfort levels. In the second phase, the previously designed networks were modeled in the EPANET calculation program in order to compare them and also the confrontation between the theoretical calculation and the automatic modeling results.

