
DISSERTAÇÃO **DISSERTATION**
PROJETO **PROJECT**
ESTÁGIO **INTERNSHIP**

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL
MASTER COURSE IN CIVIL ENGINEERING

EDITORES: MARIA DO ROSÁRIO OLIVEIRA
EDITORS: DIOGO RODRIGO RIBEIRO
RICARDO PEREIRA SANTOS
TERESA CARVALHO NETO

Mestrado em Engenharia Civil
Master Course in Civil Engineering

DISSERTAÇÃO/PROJETO/ESTÁGIO
DISSERTATION/PROJECT/INTERNSHIP

ISBN:978-989-36167-9-6

© Os autores. 2025

© Os editores. 2026

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. 2025

© The editors. 2026

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

Concluído o ano letivo 2024/2025 aqui estamos novamente a compilar os trabalhos realizados pelos estudantes do Mestrado de Engenharia Civil do ISEP, no âmbito da unidade curricular de Dissertação ou Projeto ou Estágio (DIPRE).

A partir da estrutura curricular do ciclo de estudos conducente ao grau de mestre, no âmbito do plano de estudos do Mestrado em Engenharia Civil do ISEP (MEC), o processo de formação dos estudantes integra uma unidade curricular de Dissertação ou Projeto ou Estágio (DIPRE) que decorre no 4º semestre letivo.

Na unidade curricular de DIPRE, os estudantes desenvolvem uma dissertação de natureza científica ou um trabalho de projeto, que devem ser originais e especialmente realizados para este fim, ou um relatório de estágio de natureza curricular que decorre em ambiente empresarial. Neste contexto, os temas propostos compreendem as seguintes áreas de especialização da Engenharia Civil: construções, estruturas, infraestruturas e gestão da construção.

Com o desiderato de permitir aos estudantes a demonstração dos conhecimentos e da capacidade de compreensão aprendidos ao longo do ciclo de estudos, os temas objeto das dissertações, dos projetos ou dos relatórios de estágios constituem a base de desenvolvimento de aplicações originais, em contexto de investigação experimental. Promovem a pesquisa de informação, a análise de situações novas, o desenvolvimento de metodologias e técnicas de abordagem de problemas, a recolha de dados e o cruzamento e interpretação dos mesmos, a sistematização das conclusões e o estabelecimento de perspetivas futuras.

Com os trabalhos desenvolvidos em DIPRE, os estudantes evidenciam as suas capacidades de compreensão e de resolução de problemas em situações novas e em contextos alargados e multidisciplinares, ainda que relacionados com as suas áreas de estudo. Demostram ainda capacidade para integrar conhecimentos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada ou incompleta, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem dessas soluções e desses juízos. Tudo isto se traduz em competências que permitem uma aprendizagem ao longo da vida, de um modo fundamentalmente auto-orientado ou autónomo.

Neste documento compilam-se os trabalhos realizados no âmbito da unidade curricular de DIPRE do MEC, referentes a dissertações, projetos e relatórios de estágios desenvolvidos no ano letivo 2024/2025, nas áreas de especialização de construções, estruturas, gestão da construção e infraestruturas. No total foram realizados 28 trabalhos, envolvendo 28 estudantes, 39 docentes orientadores/coorientadores e 7 supervisores das empresas.

Os trabalhos em ambiente empresarial contaram com a colaboração das empresas/instituições: Telhabel Construções SA, Vn2R Engineering Innovation Consulting Lda, NCREP Heritage Consultancy Lda, FCC Construcción SA, VPM Real Estate Lda, às quais a direção do MEC agradece por toda a disponibilidade demonstrada, no acolhimento e integração dos seus estudantes.

Porto, janeiro 2026

Maria do Rosário Santos Oliveira

Diretora do Mestrado em Engenharia Civil

PREFACE

With the 2024/2025 academic year concluded, here we are once again compiling the work carried out by the students of the Master's Degree in Civil Engineering at ISEP, within the scope of the curricular unit of Dissertation or Project or Internship (DIPRE).

Based on the curricular structure of the cycle of studies leading to the master's degree, within the scope of the study plan of the Master's Degree in Civil Engineering of ISEP (MEC), the training process of students integrates a curricular unit of Dissertation or Project or Internship (DIPRE) that takes place in the 4th academic semester.

In the DIPRE curricular unit, students develop a dissertation of a scientific nature or a project work, which must be original and specially carried out for this purpose, or an internship report of a curricular nature that takes place in a business environment. In this context, the proposed topics comprise the following areas of specialization in Civil Engineering: constructions, structures, infrastructures and construction management.

With the aim of allowing students to demonstrate the knowledge and comprehension skills learned throughout the study cycle, the topics that are the subject of dissertations, projects or internship reports constitute the basis for the development of original applications in the context of experimental research. They promote the search for information, the analysis of new situations, the development of methodologies and techniques for approaching problems, the collection of data and the crossing and interpretation of them, the systematization of conclusions and the establishment of future perspectives.

With the work developed in DIPRE, students show their ability to understand and solve problems in new situations and in broad and multidisciplinary contexts, even if related to their areas of study. They also demonstrate the ability to integrate knowledge, deal with complex issues, develop solutions or make judgments in situations of limited or incomplete information, including reflections on the ethical and social implications and responsibilities that result from these solutions and judgments. All of this translates into skills that enable lifelong learning in a fundamentally self-directed or autonomous way.

This document compiles the work carried out within the scope of MEC's DIPRE curricular unit, referring to dissertations, projects and internship reports developed in the 2023-2024 academic year, in the areas of specialization of constructions, structures and construction management. In total, 22 works were carried out, involving 28 students, 39 faculty advisors/co-supervisors and 7 supervisors from the companies.

The work in a business environment had the collaboration of the following companies/institutions: Telhabel Construções SA, Vn2R Engineering Innovation Consulting Lda, NCREP Heritage Consultancy Lda, FCC Construcción SA, VPM Real Estate Lda, to which the MEC management thanks for all the availability shown in the reception and integration of its students.

Porto, January 2026

Maria do Rosário Santos Oliveira

Director of the Master Course in Civil Engineering

DISSERTAÇÃO / PROJETO / ESTÁGIO
DISSERTATION / PROJECT / INTERNSHIP

Mestrado em Engenharia Civil
Master Course in Civil Engineering

Trabalhos em AMBIENTE EMPRESARIAL
BUSSINESS ENVIRONMENT Works

ISEP INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA DO PORTO

INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA A VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM MODELOS BIM

Integration of information for fire safety verification in BIM models

FLÁVIO MANUEL SANTOS AZEVEDO

92 páginas • 03 anexos
92 pages • 03 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Maria do Rosário Santos Oliveira
Supervisor (Company supervisor) • Rui Pedro Rodrigues Pinheiro Gavina
• Jéssica Margarida Colaço dos Reis

VN2R
redefining boundaries

RESUMO

Palavras-chave: Segurança contra incêndios; BIM; Autodesk Revit; Dynamo; Fluxograma; FireBIM

Este relatório resultou do estágio curricular colaborativo entre o Instituto Superior de Engenharia do Porto e a empresa VN2R, tendo como objetivo principal a análise de metodologias para integração de informação em modelos BIM para a verificação da segurança contra incêndios, com foco na compartimentação corta-fogo. Para atingir o objetivo mencionado, foi necessário, inicialmente, estudar o enquadramento regulamentar português de segurança contra incêndios, nomeadamente o Lei n.º 123/2019 e a Portaria n.º 135/2020. Foram analisados os critérios de classificação de utilizações-tipo, categorias de risco, locais de risco e as áreas máximas de compartimentação corta-fogo, destacando-se as variáveis críticas necessárias à verificação regulamentar. O caso de estudo consistiu num edifício habitacional de dois pisos, incluindo divisões residenciais e garagem integrada. Através deste modelo BIM e com recurso ao Autodesk Revit, foi possível avaliar quatro metodologias distintas para representação de compartimentos corta-fogo: Room Tool, Spaces & Zones, Area Tool e extensões externas. Numa fase posterior, desenvolveram-se scripts automáticos em Dynamo através de quatro iterações. A integração do processo com o formato IFC também foi explorada, utilizando propriedades como lfcZone para agrupamento de compartimentos e propriedades personalizadas para armazenar dados de segurança contra incêndios, atendendo à relevância da interoperabilidade entre plataformas BIM. Em complementaridade, a metodologia envolveu a tradução dos requisitos regulamentares do artigo 10.º (Locais de Risco), anexo III (Categorias de Risco) e artigo 18.º (Áreas Máximas de Compartimentação) em fluxogramas de raiz logicamente estruturados, e posteriormente implementados em três questionários online interativos desenvolvidos em linguagem HTML. Estas ferramentas, testadas e validadas por técnicos de SCIE, permitem orientar profissionais nas suas atividades profissionais, reduzindo erros de interpretação regulamentar e uniformizando critérios de classificação.

ABSTRACT

Keywords: Fire safety; BIM; Autodesk Revit; Dynamo; Flowchart; FireBIM

This report resulted from a collaborative curricular internship between the Instituto Superior de Engenharia do Porto and the company VN2R, with the main objective of analysing methodologies for integrating information in BIM models for fire safety verification, with a focus on fire compartmentation. To achieve the mentioned objective, it was necessary, initially, to study the Portuguese regulatory framework for fire safety, namely Law No. 123/2019 and Ordinance No. 135/2020. The classification criteria for usage types, risk categories, risk locations and maximum areas of fire compartmentation were analysed, highlighting the critical variables necessary for regulatory verification. The case study consisted of a two-storey residential building, including residential divisions and an integrated garage. Through this BIM model and using Autodesk Revit, it was possible to evaluate four distinct methodologies for representing fire compartments: Room Tool, Spaces & Zones, Area Tool and external extensions. In a subsequent phase, automatic scripts were developed in Dynamo through four iterations. The integration of the process with the IFC format was also explored, using properties such as lfcZone for compartment grouping and custom properties to store fire safety data, considering the relevance of interoperability between BIM platforms. In addition, the methodology involved the translation of regulatory requirements from Article 10 (Risk Locations), Annex III (Risk Categories) and Article 18 (Maximum Fire Compartmentation Areas) into logically structured flowcharts from scratch and subsequently implemented in three interactive online questionnaires developed in HTML language. These tools, tested and validated by fire safety technicians, allow professionals to be guided in their professional activities, reducing regulatory interpretation errors and standardising classification criteria.

ACOMPANHAMENTO E APOIO A DIREÇÃO DE OBRA DO EMPREENDIMENTO “TORRE PAÇO DE REI”

FOLLOW-UP AND SUPPORT TO THE CONSTRUCTION MANAGEMENT - TORRE PAÇO DE REI PROJECT

LUÍS FREITAS GONÇALVES

91 páginas • 08 anexo
91 pages • 08 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Ângelo Manuel Jacob

Supervisor (Company supervisor) • Sérgio Ricardo Marques (Telhabel Construções, S.A)



RESUMO

Palavras-chave: Direção de obra; Especialidades; Diretor de obra adjunto.

O principal objetivo deste documento consiste em descrever de forma sistematizada as atividades realizadas durante o período de estágio, bem como evidenciar os conhecimentos técnicos e científicos adquiridos e consolidados no decurso desta experiência profissional. Este relatório descreve as atividades realizadas durante o estágio curricular integrado no Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). O estágio, desenvolvido em contexto empresarial, teve a duração de seis meses, decorrendo entre fevereiro e julho de 2025, e foi efetuado na empresa Telhabel Construções, S.A. O objetivo principal desta experiência foi a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na especialização Construções. O estágio decorreu no empreendimento Torre Paço de Rei, situado em Vila Nova de Gaia, onde o estagiário foi integrado na equipa de direção de obra. Numa fase inicial, foi realizado o contacto com a obra, incluindo o conhecimento do projeto, a análise da documentação técnica e a observação do planeamento dos trabalhos. Em seguida, acompanhou de forma detalhada a fase de execução das especialidades, nomeadamente alvenarias, regularizações, AVAC, redes hidráulicas, instalações elétricas, SCIE, elementos de fachada e acabamentos. Mais tarde, o estagiário assumiu funções mais ativas como diretor de obra adjunto, apoiando no controlo da execução, na fiscalização de empreiteiros e subempreiteiros, na gestão de materiais e no acompanhamento das equipas em campo. Por fim, participou na resolução de não conformidades e desafios técnicos surgidos durante a obra, desenvolvendo competências de tomada de decisão, gestão de prazos e comunicação entre os diversos intervenientes. O presente documento apresenta os fundamentos teóricos que servem de base e complementam a componente prática do estágio. Primeiramente é dado destaque ao papel da direção de obra, nomeadamente a sua função e responsabilidades no ciclo de vida de um empreendimento. Posteriormente é feito um enquadramento teórico das fases de uma obra com ênfase nas fases acompanhadas pelo estagiário. Os aspetos práticos referidos neste documento passam pela apresentação e descrição do edifício, atividades acompanhadas durante o período de estágio. São ainda discriminadas funções dadas ao estagiário como diretor de obra adjunto e alguns desafios superados pelo mesmo. Este trabalho estabelece, assim, a ponte entre a formação académica e a experiência prática adquirida ao longo do estágio curricular no ramo de engenharia civil e permitiu a aquisição de conhecimentos em instalações mecânicas e elétricas.

ABSTRACT

Keywords: Construction management; Specialities; Assistant construction manager

The main objective of this document is to systematically describe the activities carried out during the internship period, as well as to highlight the technical and scientific knowledge acquired and consolidated during this professional experience. This report describes the activities carried out during the curricular internship integrated into the Master's Degree in Civil Engineering at the Higher Institute of Engineering of Porto (ISEP). The internship, carried out in a business context, lasted six months running from February to July 2025, and was carried out at the company Telhabel Construções, S.A. The main objective of this experience was to obtain a Master's degree in Civil Engineering, specialising in Construction. The internship took place at the Torre Paço de Rei development in Vila Nova de Gaia, where the intern was integrated into the construction management team. Initially, contact was made with the construction site, including learning about the project, analysing technical documentation and observing the work planning. This was followed by detailed follow-up of the execution phase of the specialised works, namely masonry, regularization works, HVAC, hydraulic networks, electrical installations, SCIE, façade elements and exterior finishes. Later, the intern took on more active roles as assistant construction manager, assisting in the control of execution, the supervision of contractors and subcontractors, the management of materials, and the monitoring of teams in the field. Finally, he participated in resolving non-conformities and technical challenges that arose during the work, developing decision-making, deadline management, and communication skills among the various stakeholders. This document presents the theoretical foundations that serve as a basis for, and complement, the practical component of the internship. Firstly, emphasis is placed on the role of construction management, namely its role and responsibilities in the life cycle of a project. Subsequently, a theoretical framework of the phases of a construction project is presented, with an emphasis on the phases monitored by the intern. The practical aspects detailed in this document include the presentation and description of the building, activities monitored during the internship period. It also details the duties assigned to the intern as assistant construction manager and some of the challenges he overcame. This work thus establishes a bridge between academic training and the practical experience acquired during the curricular internship in the field of civil engineering and enabled the acquisition of knowledge in mechanical and electrical installations.

INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

INSPECTION, DIAGNOSIS AND STRUCTURAL REHABILITATION

LEILIANY DIAS DE OLIVEIRA

74 páginas • 04 anexos
74 pages • 04 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Alexandre Aníbal Costa



RESUMO

Palavras-chave: Inspeção e Diagnóstico; Reabilitação Estrutural; Avaliação da vulnerabilidade sísmica

O presente relatório tem como objetivo apresentar e analisar as atividades desenvolvidas no âmbito do estágio curricular realizado na empresa NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, cuja atuação se centra na reabilitação de construções existentes, abrangendo serviços especializados de consultoria, inspeção e diagnóstico, monitorização e projeto em engenharia estrutural. Ao longo do estágio, foram conduzidas diversas campanhas de inspeção técnica em edifícios de diferentes tipologias, destacando-se intervenções em uma habitação no Porto, um reservatório de água no distrito de Aveiro, uma casa em Baião e um armazém localizado também no Porto. Paralelamente a esta componente prática, foi desenvolvido um trabalho complementar centrado na avaliação da vulnerabilidade sísmica, com o objetivo de enriquecer a abordagem diagnóstica com uma perspetiva orientada para o risco sísmico utilizando os métodos simplificados I e II, segundo a metodologia proposta pelo LNEC. O método simplificado de carácter conservador tem como objetivo garantir uma margem adicional de segurança na avaliação do desempenho sísmico. Os resultados obtidos demonstraram que, embora um dos edifícios cumprisse os critérios mínimos exigidos para a sua aplicação, a maioria apresentou rácios significativamente superiores aos limites aceitáveis. No entanto, quando comparados com análise mais detalhada realizada de acordo com o Eurocódigo 8-3, este método revelou-se demasiado conservador.

ABSTRACT

Keywords: Inspection and Diagnosis; Structural Rehabilitation; Seismic vulnerability assessment

This report aims to present and analyze the activities carried out during the curricular internship at NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, a company specialized in the rehabilitation of existing constructions. The company's scope includes consultancy, inspection and diagnosis, monitoring, and structural engineering projects. Throughout the internship, several technical inspection campaigns were conducted on buildings of various typologies, with notable interventions including a residential house in Porto, a water reservoir in the Aveiro district, a house in Baião, and a warehouse also located in Porto. In parallel with the practical component, a complementary study focusing on seismic vulnerability assessment was developed, aiming to enrich the diagnostic approach with a risk-oriented perspective using Simplified Methods I and II, according to the methodology proposed by LNEC. The simplified method, characterized by its conservative nature, aims to ensure an additional safety margin in the assessment of seismic performance. The results showed that, although one of the buildings met the minimum criteria required for the application of the method, most exhibited ratios significantly above acceptable limits. However, when compared with more detailed analyses conducted in accordance with Eurocode 8-3, the method proved to be overly conservative.

DIREÇÃO DE OBRA E CONTROLO DE MATERIAIS CONTROLO DA QUALIDADE E DO DESPÉRDÍCIO DE BETÃO

Construction Management and Materials Control: Quality Control and Waste Management of Concrete

JULIANA PINTO RIBEIRO

104 páginas • 04 anexos
104 pages • 04 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Maria do Rosário Santos Oliveira

Supervisor (Company supervisor) • Rui Caldas (Telhabel Construções S.A.)



RESUMO

Palavras-chave: Estágio curricular, Engenharia Civil, Direção de obra, Controlo de materiais, Desperdício de betão, Qualidade em obra.

Este relatório descreve o estágio curricular realizado na empresa Telhabel Construções, S.A., no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil – ramo de Gestão da Construção. O estágio decorreu na obra de construção dos edifícios do Lote 2 - Edifício Lake, empreendimento The Garden, em Matosinhos, e teve como principal objetivo a consolidação de conhecimentos técnicos e práticos através do acompanhamento de atividades relacionadas com o controlo de materiais. Foi dada especial atenção ao controlo da qualidade de materiais como betão, aço, agregados, aditivo hidrófugo e calda de cimento, com base em ensaios laboratoriais, ensaios em obra e nos procedimentos internos da empresa. Adicionalmente, realizou-se um estudo sobre o desperdício de betão em obra, incluindo a análise de desvios entre o betão previsto e o efetivamente utilizado, bem como a identificação das suas causas e potenciais medidas corretivas. O relatório inclui ainda a caracterização da obra, as funções da equipa de direção de obra, o perfil do Diretor de Obra, os métodos de medição e monitorização aplicados, e as boas práticas observadas em termos de sustentabilidade e gestão eficiente de recursos. A experiência contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento de competências técnicas, pessoais e interpessoais, num contexto real de obra.

ABSTRACT

Keywords: Curricular internship, Civil Engineering, Site management, Materials control, Concrete waste, Quality on site.

This report describes the curricular internship carried out at Telhabel Construções, S.A., as part of the Master's Degree in Civil Engineering – Construction Management branch. The internship took place on the construction site of the Lote 2 – Edifício Lake, framed on The Garden project, in Matosinhos, and aimed to consolidate technical and practical knowledge through the supervision of activities related to materials control. Special attention was given to the quality control of materials such as concrete, steel, aggregates, waterproofing admixture, and cement grout, based on laboratory tests, on-site tests, and the company's internal procedures. Additionally, a study was carried out on concrete waste on site, including the analysis of deviations between the planned and actually used concrete, as well as the identification of causes and possible corrective measures. The report also includes the characterization of the project, the responsibilities of the site management team, the profile of the Site Manager, the measurement and monitoring methods applied, and good practices observed in terms of sustainability and efficient resource management. The internship experience contributed significantly to the development of technical, personal, and interpersonal skills, within a real construction site context.

CONTROLO DE CUSTOS DA EMPREITADA DA LINHA RUBI – METRO DO PORTO

COST CONTROL OF THE RUBI LINE PROJECT – PORTO METRO

DAVID RESENDE FERNANDES

72 páginas • 05 anexos
72 pages • 05 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Maria do Rosário Santos Oliveira

Supervisor (Company supervisor) • Manuel Luís Vila Cova Tender



RESUMO

Palavras-chave: Controlo de custos; Linha Rubi, CCS Candy; Metro do Porto; Infraestruturas; Direção de Obra

O controlo de custos é um pilar essencial na gestão de uma obra, sendo determinante para garantir a viabilidade económica dos projetos. Envolve a monitorização regular das despesas, comparação com orçamento e tomada de decisões que assegurem a sustentabilidade financeira da obra. A presente dissertação apresenta o estágio realizado na FCC Construcción, na Linha Rubi do Metro do Porto. A linha, com uma extensão superior a 6 km, que ligará a Casa da Música a Santo Ovídio, inclui oito estações e estruturas relevantes, como é o caso da Ponte Ferreirinha sobre o Douro. Esta linha, com um orçamento para construção de 379,5 milhões de euros é, à data da elaboração deste relatório, a maior obra pública em execução em território nacional. O estágio focou-se no controlo de custos, com recurso a ferramentas como o CCS Candy, Excel e SharePoint. As tarefas incluíram essencialmente a organização de dados de subempreitadas, materiais e custos indiretos, garantindo a correta associação com o orçamento, assim como melhorias nos processos internos de controlo mensal. Esta experiência proporcionou uma aplicação prática de conhecimentos adquiridos ao longo da licenciatura e mestrado em Engenharia Civil, na área de controlo de custos.

ABSTRACT

Keywords: Cost Control; Ruby Line; CCS Candy; Porto Metro; Infrastructure; Construction Management

Cost control is an essential pillar of project management, crucial to ensuring the economic viability of projects. It involves regularly monitoring of expenses, comparing them to the budget and making decisions that ensure the financial sustainability of the project. This dissertation presents the internship realized at FCC Construction on the Rubi Line of the Porto Metro. The line, with an extension of more than 6 km, which will connect Casa da Música to Santo Ovídio, includes eight stations and important structures, such as the Ferreirinha Bridge over the Douro. This line, with a construction budget of 379.5 million, is at the time of this report, the biggest public work project running in the country. The internship focused on cost control, using tools such as CCS Candy, Excel, and SharePoint. The tasks essentially included organizing data on subcontracts, materials and indirect costs, ensuring correct association with the budget, as well as improvements in internal monthly control processes. This experience provided a practical application of knowledge acquired throughout the bachelor's degree and master's degree in Civil Engineering, in the area of cost control.

AVALIAÇÃO DE ATIVOS IMOBILIÁRIOS

Real Estate Asset Valuation

CASSANDRA RAQUEL MOREIRA DE CASTRO

100 páginas • 04 anexos
100 pages • 04 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Maria do Rosário Santos Oliveira
Supervisor (Company supervisor) • Ana Pinto (VPM Real Estate)



RESUMO

Palavras-chave: Avaliação imobiliária; Metodologias; Mercado imobiliário; Imóveis; Prospecção.

O presente documento visa apresentar os trabalhos desenvolvidos durante o estágio curricular realizado na VPM Real Estate, empresa especializada na prestação de serviços nos setores do imobiliário e da engenharia. Num contexto económico cada vez mais exigente e competitivo, a avaliação imobiliária assume um papel fundamental na tomada de decisões de investimento, financiamento, gestão patrimonial e planeamento urbano. Por isso, exige-se que o avaliador imobiliário domine os principais conhecimentos sobre as boas práticas da avaliação imobiliária, além de adotar um comportamento ético exemplar. Ao longo do estágio foram acompanhadas e desenvolvidas diversas atividades relacionadas com a avaliação de imóveis, com especial destaque para a realização de avaliações em diferentes tipos de imóveis, como moradias, apartamentos, escritórios, armazéns e terrenos. O estágio permitiu um contacto direto com a prática da avaliação imobiliária, contribuindo para a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Foi possível acompanhar várias fases dos processos de avaliação, desde a prospecção de mercado até à aplicação das metodologias mais adequadas a cada tipo de imóvel. Para além da componente prática, foi realizada também uma pesquisa bibliográfica de forma a enquadrar melhor o tema e a reforçar a base técnica do relatório. Este trabalho representa assim, a ligação entre a formação académica e a experiência prática vivida durante o estágio curricular.

ABSTRACT

Keywords: Real estate appraisal; Methodologies; Real estate market; Properties; Market research.

This document aims to present the work carried out during the curricular internship at VPM Real Estate, which is a company specialized in providing services in the real estate and engineering sectors. In an increasingly demanding and competitive economic context, real estate appraisal plays a fundamental role in investment decisions, financing, asset management, and urban planning. Therefore, it is required that the real estate appraiser master the key knowledge of best practices in property valuation, as well as adopt exemplary ethical conduct. Throughout the internship, various activities related to property appraisal were followed and developed, with special emphasis on conducting valuations of different types of properties, such as houses, apartments, offices, warehouses, and land. The internship provided direct contact with the practice of real estate appraisal, contributing to the consolidation of knowledge acquired throughout the course. It was possible to follow several stages of the appraisal processes, from market research to the application of the most appropriate methodologies for each property type. In addition to the practical component, bibliographic research was also conducted to better frame the topic and strengthen the technical foundation of the report. The work thus represents the connection between academic training and the practical experience gained during the curricular internship.

DISSERTAÇÃO / PROJETO / ESTÁGIO
DISSERTATION / PROJECT / INTERNSHIP

Mestrado em Engenharia Civil
Master Course in Civil Engineering

Trabalhos de DISSERTAÇÃO/PROJETO
DISSERTATION/PROJECT Works

ISEP INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA DO PORTO

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA USO DE ÁGUAS CINZAS E DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Economic Feasibility Analysis For the Use of Greywater and Rainwater for Non-Potable Purposes

FABIO AKIRA GUSHIKEN

90 páginas
90 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Maria do Rosário Santos Oliveira

Coorientadores (Supervisor at sending school)

• Bruno Pecini (UPM)
• Liliane Frosini Armelin (UPM)

RESUMO

Palavras-chave: Águas cinzas; Águas de chuva; Viabilidade econômica; Usos não potáveis

A água é um recurso natural indispensável à sobrevivência humana. Embora seja classificada como renovável, sua disponibilidade depende da manutenção de condições ambientais adequadas que garantam a continuidade do ciclo hidrológico. Nesse contexto, a redução do consumo de água potável pode ser alcançada por meio do uso de fontes alternativas, como águas cinzas e águas pluviais, destinadas a aplicações não potáveis. O presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva e de reaproveitamento de águas cinzas em um empreendimento residencial, considerando seu emprego em usos não potáveis. Para isso, realizou-se um estudo de caso no qual se elaborou um projeto contemplando ambos os sistemas, seguido de uma avaliação dos custos envolvidos para execução e do cálculo do tempo de retorno do investimento. Os projetos foram desenvolvidos em conformidade com as normas técnicas vigentes, e a estimativa de custos baseou-se nos valores disponibilizados pela SIURB. O tempo de retorno encontrado foi de 4,65 anos. Observou-se que edificações com maior consumo hídrico apresentam maior potencial de economia, favorecendo a viabilidade desses sistemas. Assim, o uso de fontes alternativas reduz gastos e contribui para práticas alinhadas ao desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Keywords: Greywater; Rainwater; Economic feasibility; Use in non-potable purposes

Water is an essential natural resource for human survival. Although it is classified as a renewable resource, its availability depends on maintaining adequate environmental conditions that ensure the continuity of the hydrological cycle. In this context, reducing the consumption of potable water can be achieved through the use of alternative sources, such as greywater and rainwater, intended for non-potable applications. This study aims to analyse the economic feasibility of implementing rainwater harvesting and greywater reuse systems in a residential building, considering their use in non-potable purposes. A case study was conducted in which a project integrating both systems was developed, followed by a cost assessment for implementation and the calculation of the investment payback period. The projects were prepared in accordance with current technical standards, and the cost estimates were based on values provided by SIURB. The results indicated a payback period of 4.65 years. It was observed that buildings with higher water consumption exhibit greater potential for monthly savings, thus increasing the feasibility of adopting greywater reuse and rainwater harvesting systems. Therefore, the use of alternative water sources reduces expenses and contributes to practices aligned with sustainable development.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE GEOSSINTÉTICOS FABRICADOS A PARTIR DE POLÍMEROS RECICLADOS

STUDY OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF GEOSYNTHETICS MANUFACTURED FROM RECYCLED
POLYMERS

PEDRO MIGUEL BATISTA RIBEIRO

98 páginas
98 pages

Orientador (ISEP supervisor)

• Carla Patrícia Filipe da Costa e Lopes

Coorientador (Supervisor at sending school)

• Fernanda Bessa Ferreira (UA)

RESUMO

Palavras-chave: Geossintético; Polímeros reciclados; Desenvolvimento sustentável; Via férrea; Resíduos de construção e demolição; Balastro

Os geossintéticos são materiais poliméricos amplamente utilizados como material de construção devido à sua aplicabilidade em diversas obras de Engenharia Civil e do Ambiente. Podem ser usados, por exemplo, para melhorar a resistência de solos, como barreira impermeabilizante, como filtro, dreno, entre muitas outras funções. Em particular, a aplicação destes materiais na construção e reabilitação de infraestruturas de transporte, tais como pavimentos e vias-férreas, tem resultado em benefícios técnicos, económicos e ambientais muito relevantes. Para além das melhorias em termos de desempenho técnico das estruturas onde são inseridos, vários autores defendem que os geossintéticos contribuem significativamente para enfrentar um dos maiores desafios atuais, o desenvolvimento sustentável, característica essa que seria reforçada através da utilização de polímeros reciclados no fabrico destes materiais, permitindo aliviar a pressão sobre os recursos naturais terrestres. Esta dissertação tem como objetivo central o estudo do comportamento mecânico de geossintéticos fabricados a partir de polímeros reciclados tendo em vista uma das suas possíveis utilizações: como elemento de estabilização das camadas granulares da subestrutura ferroviária. Através deste estudo pretende-se avaliar a viabilidade da utilização destes geossintéticos para a função mencionada quando comparados com geossintéticos convencionais, fabricados com polímeros virgens, bem como a possibilidade destes materiais constituídos por polímeros reciclados contribuírem para o desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Keywords: Geosynthetic; Recycled polymers; Sustainable development; Railway track; Construction and demolition waste; Ballast

Geosynthetics are polymeric materials widely used as construction materials due to their applicability in various Civil and Environmental Engineering works. They can be employed, for example, to improve soil strength, as impermeable barriers, filters, drains, among many other functions. In particular, the application of these materials in the construction and rehabilitation of transport infrastructures, such as pavements and railways, has resulted in highly relevant technical, economic, and environmental benefits. In addition to the improvements in the technical performance of the structures in which they are incorporated, several authors argue that geosynthetics make a significant contribution to addressing one of today's greatest challenges: sustainable development. This contribution could be further reinforced through the use of recycled polymers in the manufacture of these materials, thereby helping to reduce pressure on natural resources. The main objective of this dissertation is to study the mechanical behavior of geosynthetics manufactured from recycled polymers, focusing on one of their possible applications: as a stabilizing element in the granular layers of the railway substructure. This study aims to assess the feasibility of using these geosynthetics for the mentioned function when compared with conventional geosynthetics, manufactured from virgin polymers, as well as the potential of recycled-polymer-based materials to contribute to sustainable development.

ESTUDO DE AGREGADOS RECICLADOS COM USO DE BORRACHA MOÍDA DE PNEU EM CAMADAS GRANULARES DE PAVIMENTOS

STUDY OF RECYCLED AGGREGATES USING GROUND TIRE RUBBER IN GRANULAR LAYERS OF PAVEMENTS

LAURA DA SILVA RAMOS

40 páginas
40 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Carla Patrícia Filipe da Costa Lopes
Coorientadores (Co-supervisors) • Fernanda Bessa Ferreira (UA)
• Patricia Barboza da Silva (UPM)

RESUMO

Palavras-chave: Agregados Recicladados; Borracha Moída de Pneu; Energia Modificada de Compactação; Índice de Suporte Califórnia; Pavimentação

O presente trabalho investiga o comportamento de misturas granulares formadas por agregados reciclados, provenientes da britagem de resíduos de corpos de prova de concreto rompidos, com incorporação de borracha moída de pneu (BMP), visando à aplicação em camadas não ligadas de pavimentos. O resíduo (RCD) foi britado até a fração passante na peneira de 25 mm e posteriormente caracterizado por meio de análise granulométrica. A partir da curva granulométrica obtida, definiram-se três composições experimentais: agregado reciclado puro; agregado reciclado com substituição da fração passante na peneira de 2,36 mm e retida na peneira de 0,60 mm por BMP no ponto ótimo do ensaio de compactação Proctor modificado; e mistura equivalente, porém moldada com teor de umidade 2,0% inferior à umidade ótima. As amostras foram compactadas com energia modificada, e submetidas ao ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC). Os resultados obtidos permitiram avaliar a influência da incorporação da borracha moída sobre as propriedades de compactação e de capacidade de suporte do material, evidenciando o potencial técnico e ambiental do uso conjunto de agregados reciclados e BMP em camadas granulares de pavimentos sustentáveis.

ABSTRACT

Keywords: Recycled Aggregates; Crumb Rubber; Modified Compaction Energy; California Bearing Ratio; Pavement Engineering

The present study investigates the behavior of granular mixtures composed of recycled aggregates obtained from the crushing of broken concrete specimens, with the incorporation of crumb rubber, aiming at their application in unbound pavement layers. The recycled concrete waste (CDW) was crushed to a fraction passing through the 25 mm sieve and subsequently characterized through particle size analysis. Based on the resulting gradation curve, three experimental compositions were defined: pure recycled aggregate; recycled aggregate with substitution of the fraction between 2.36 mm and 0.60 mm by crumb rubber at the optimum point of the Modified Proctor compaction test; and an equivalent mixture molded with a moisture content 2.0% lower than the optimum. The samples were compacted using modified energy and subjected to the California Bearing Ratio (CBR) test. The results obtained allowed the assessment of the influence of crumb rubber incorporation on the compaction properties and bearing capacity of the material, highlighting the technical and environmental potential of the combined use of recycled aggregates and crumb rubber in sustainable pavement granular layers.

IMPRESSÃO 3D DE ARGAMASSA GEOPOLIMÉRICA UTILIZANDO REJEITO DE MINERAÇÃO: APLICAÇÕES EM EQUIPAMENTOS DE DRENAGEM URBANA

3D PRINTING OF GEOPOLYMER MORTAR USING MINING WASTE: APPLICATIONS IN URBAN DRAINAGE EQUIPMENT

PEDRO COSTA CECCATO

75 páginas
75 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Carla Patrícia Filipe da Costa e Lopes

Coorientadores (Co-supervisors) • Fernanda Bessa Ferreira (UA)
• Alfonso Pappalardo Jr. (UPM)

RESUMO

Palavras-chave: Argamassa geopolimérica; Impressão 3D; Equipamentos de drenagem urbana; Rejeito de mineração; Sustentabilidade.

A crescente demanda por soluções sustentáveis na construção civil tem impulsionado a busca por alternativas ao cimento Portland, material responsável por significativa emissão de dióxido de carbono. Nesse contexto, o concreto geopolimérico, produzido a partir da ativação alcalina de precursores ricos em sílica e alumina, apresenta-se como alternativa promissora, sobretudo quando associado ao reaproveitamento de rejeitos de mineração, reduzindo impactos ambientais e promovendo a economia circular. Paralelamente, a impressão 3D surge como uma inovação capaz de otimizar processos construtivos, ampliar a liberdade geométrica, reduzir desperdícios e consumo de materiais. Esta pesquisa investiga o desenvolvimento de argamassas geopoliméricas para fins de impressão 3D, formulados com rejeitos de mineração, com aplicações voltadas à produção de componentes de drenagem urbana. O estudo abrange a caracterização granulométrica e reológica das misturas, o desenvolvimento de traços com aditivos minerais e sintéticos modificadores de reologia, a geração de modelos CAD, a implementação de comandos numéricos para envio de instruções em código G para a placa controladora da impressora 3D, a impressão de protótipos dos componentes de drenagem urbana e a moldagem de corpos de prova para a avaliação de propriedades mecânicas, incluindo resistência à compressão e tração à flexão. Os resultados obtidos permitem validar a aplicabilidade das formulações desenvolvidas para o uso em componentes de drenagem urbana. A Formulação I (referência-base) apresentou os maiores valores, com média de 9,64 MPa aos 7 dias e 11,62 MPa aos 14 dias, um incremento de aproximadamente 20%. A Formulação II (com incorporação de aditivos minerais e sintéticos ultrafinos) evoluiu de 0,91 para 1,52 MPa (aumento de cerca de 67%), enquanto a Formulação III (50% da areia total, a parte representada pela areia fina, é substituída pelo rejeito de mineração), inicialmente com 0,41 MPa, alcançou 0,97 MPa aos 14 dias (aumento de cerca de 136%). Conclui-se que a Formulação III destaca-se pelo carácter sustentável, confirmando a viabilidade técnica do reaproveitamento de rejeitos de mineração em matrizes geopoliméricas, ainda que necessite de ajustes para aprimorar seu desempenho.

ABSTRACT

Keywords: Geopolymer mortar; 3D printing; Urban drainage components; Mining residue; Sustainability.

The growing demand for sustainable solutions in the construction industry has driven the search for alternatives to Portland cement, a material responsible for significant carbon dioxide emissions. In this context, geopolymer concrete—produced through the alkaline activation of silica- and alumina-rich precursors—has emerged as a promising alternative, especially when combined with the reuse of mining tailings, thereby reducing environmental impacts and promoting circular economy practices. Concurrently, 3D printing has become an innovative technique capable of optimizing construction processes, enhancing geometric freedom, and reducing waste and material consumption. This research investigates the development of geopolymeric mortars for 3D printing using mining tailings, with applications focused on the production of urban drainage components. The study encompasses granulometric and rheological characterization of the mixtures, the development of mix designs incorporating mineral and synthetic rheology-modifying additives, CAD model generation, the implementation of numerical commands for G-code instructions sent to the 3D printer controller board, the printing of prototype drainage components, and the molding of test specimens to evaluate mechanical properties, including compressive and flexural tensile strength. The results confirm the applicability of the developed formulations for use in urban drainage components. Formulation I (reference mix) presented the highest values, with an average compressive strength of 9.64 MPa at 7 days and 11.62 MPa at 14 days (approximately 20% increase). Formulation II (containing ultrafine mineral and synthetic additives) increased from 0.91 to 1.52 MPa (around 67%), while Formulation III (in which 50% of the fine aggregate fraction was replaced by mining tailings) increased from 0.41 MPa to 0.97 MPa at 14 days (approximately 136% increase). Formulation III stands out for its sustainable character, confirming the technical feasibility of incorporating mining tailings into geopolymeric matrices, although further adjustments are needed to enhance its performance.

RECUPERAÇÃO DE ESCADAS EM CONCRETO ARMADO

Staircase Restoration in Reinforced Concrete

OTÁVIO SOLER PEREIRA CALÇAS

40 páginas • 03 anexos
40 pages • 03 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Duarte Barroso Lopes

Coorientadores (Co-supervisor) • Lucas Anastasi Fiorani

RESUMO

Palavras-chave: Concreto armado; Manifestações patológicas; Recuperação de estruturas.

A recuperação das estruturas atua em um cenário de fim da vida útil dos sistemas da edificação ou perda de desempenho acelerada. A prática visa permitir a continuidade do uso dessas edificações, sendo um dever do setor de construção civil garantir a possibilidade. Nesse cenário, tendo em vista que, atualmente, a deterioração de estruturas de concreto armado é um processo esperado e que deve haver cada vez mais edifícios ultrapassando 50 anos nas cidades brasileiras, nota-se a importância do aprofundamento dos conhecimentos na área de recuperação de estruturas. Esta dissertação é resultado de um estudo de caso com objetivo de inspecionar a estrutura da caixa de escadas em concreto armado. Essa estrutura constitui parte de uma edificação multifamiliar construída durante a década de 1990 no município de São Paulo composta por quatro pavimentos. A pesquisa visa identificar, classificar, diagnosticar as manifestações patológicas observadas e, por fim, apresentar processos relevantes para a recuperação da estrutura. A inspeção realizada revela problemas de corrosão das armaduras, fissuração e lixiviação do concreto. Esse cenário grave é resultado da soma de um projeto elaborado com padrões técnicos e normativos de uma época de baixa preocupação e conhecimento sobre a durabilidade das estruturas de concreto armado. Somado a isso, a falta de manutenção e uso inadequado da estrutura como resultado desconhecimento dos usuários proporcionou um quadro de deterioração acelerado. Como resultado, é proposto um plano de recuperação da estrutura conforme os princípios da NP EN 1504-9 visando o reparo do concreto armado e proteção dos elementos. Assim, o reparo visa atender aos princípios de recuperação do concreto, restauração da passividade e controle das áreas anódicas. Já a proteção das superfícies busca atender aos princípios de proteção contra o ingresso de agentes agressivos e controle da umidade

ABSTRACT

Keywords: Reinforced concrete; Degradation factor; Structural rehabilitation.

Structural rehabilitation operates within the context of end-of-life conditions for building systems or accelerated deterioration. This practice aims to enable the continued use of such buildings, being the civil engineering sector responsible for ensuring this outcome. In this scenario, considering that the deterioration of reinforced concrete structures is currently an expected process, and that an increasing number of buildings in Brazilian cities are surpassing 50 years of age, the importance of deepening knowledge in the field of structural rehabilitation becomes evident. This dissertation presents a case study aimed at inspecting a stairwell structure in reinforced concrete. This element is part of a building constructed in the 1990s in the municipality of São Paulo, comprising four floors. The research seeks to identify, classify, and diagnose the observed degradation factors, and propose relevant procedures for the structure's rehabilitation. The inspection revealed issues such as reinforcement corrosion, concrete cracking, and leaching. This critical condition stems from the combination of a design based on technical and regulatory standards from a period with limited concern and knowledge regarding the durability of reinforced concrete structures. Additionally, the lack of maintenance and improper use of the structure, as a result of user unawareness, contributed to an accelerated deterioration process. As a result, a structural rehabilitation plan is proposed in accordance with the principles of NP EN 1504-9, aiming at the repair of reinforced concrete and protection of its elements. The repair strategy addresses the principles of concrete restoration, passivation recovery, and anodic area control. Surface protection, in turn, seeks to comply with the principles of preventing the ingress and controlling moisture.

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO PRÉ-FABRICADA DE BETÃO

SUSTAINABILITY ASSESSMENT IN PREFABRICATED CONCRETE CONSTRUCTION

Fernando Ricardo Pereira Rodrigues

87 páginas • 03 anexos
87pages • 03 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • José Manuel Sousa

Coorientador (Co-supervisor) • Maria do Rosário Santos Oliveira

RESUMO

Palavras-chave: Construção; Desenvolvimento; Indicadores; Sustentabilidade; Ciclo-de-Vida; Pré-fabricação

A indústria da construção é um sector económico importante no que respeita à utilização de combustíveis fósseis e às consequentes emissões de CO₂ e poluição ambiental. Implica também um investimento considerável em recursos, uma vez que os edifícios e as infraestruturas duram muito tempo. A construção de edifícios contribui significativamente para as alterações climáticas globais, sendo responsável por cerca de 21% das emissões globais de gases com efeito de estufa. Em 2022, os edifícios foram responsáveis por 34% da procura global de energia e por 37% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas com a energia e com os processos. Apesar de uma redução de 3,5% na intensidade energética, a procura global de energia e as emissões aumentaram cerca de 1 por cento em relação a 2021 (Relatório de Situação Global para Edifícios e Construção – Buildings GSR da Aliança Global para Edifícios e Construção – Global ABC do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA). Na atualidade, vivemos uma fase da evolução do conhecimento que nos permite entender a melhor maneira de podermos tornar os edifícios mais eficientes em relação aos materiais, energia, resíduos e água, ou seja, tornar os edifícios mais sustentáveis. A pré-fabricação tem sido considerada uma alternativa eficaz à construção convencional. Tem ganhado cada vez mais atenção nas últimas décadas como forma de promover a construção sustentável. Nesta dissertação pretende-se fazer uma análise do desempenho sustentável da construção pré-fabricada de betão em Portugal. Esta dissertação centrou-se na fase de construção para comparar desempenhos sustentáveis de elementos pré-fabricados com elementos da construção convencional. Como caso de estudo, foram analisados dois elementos pré-fabricados de betão, tais como painéis de fachada e laje alveolar de cobertura, representativos da construção pré-fabricada sendo estes comparados com metodologias de construção tradicional “in -situ”. O balanço sustentável realizado contempla as três dimensões, ambiental, económica e social. Através da Análise do Ciclo de Vida e do cálculo dos indicadores sustentáveis de cada elemento, fez-se a análise da dimensão ambiental recorrendo à ferramenta informática “One Click LCA”. Na dimensão económica fez-se uma análise de custo de materiais e a sua aplicação através da ferramenta informática “Gerador de Preços”. Para a análise da dimensão social foi estudado o conforto térmico através da resistência dos elementos no que respeita à permissão de transposição do fluxo de calor.

ABSTRACT

Keywords: Construction; Development; Indicators; sustainability; Life cycle; Precast

The construction industry is an important economic sector in terms of fossil fuel use and the resulting CO₂ emissions and environmental pollution. It also involves considerable investment in resources, as buildings and infrastructure have long lifespans. Building construction contributes significantly to global climate change, accounting for approximately 21% of global greenhouse gas emissions. In 2022, buildings were responsible for 34% of global energy demand and 37% of energy- and process-related carbon dioxide (CO₂) emissions. Despite a 3.5% reduction in energy intensity, global energy demand and emissions increased by about 1% compared to 2021 (Global Status Report for Buildings and Construction – Buildings GSR by the Global Alliance for Buildings and Construction – Global ABC of the United Nations Environment Programme – UNEP). Currently, we are in a phase of knowledge development that allows us to better understand how to make buildings more efficient in terms of materials, energy, waste, and water—in other words, how to make buildings more sustainable. Prefabrication has been considered an effective alternative to conventional construction and has gained increasing attention in recent decades as a way to promote sustainable building. This dissertation aims to analyse the sustainable performance of prefabricated concrete construction in Portugal. The focus of the dissertation is on the construction phase, comparing the sustainable performance of prefabricated elements with those of conventional construction. As a case study, two prefabricated concrete elements—facade panels and hollow-core roof slabs—representative of prefabricated construction, were analysed and compared to traditional “in-situ” construction methods. The sustainability assessment covers three dimensions: environmental, economic, and social. The environmental dimension was analysed using Life Cycle Assessment (LCA) and the calculation of sustainability indicators for each element, employing the software tool “One Click LCA”. The economic dimension involved a cost analysis of materials and their application using the “Price Generator” software tool. For the social dimension, thermal comfort was studied through the thermal resistance of the elements in terms of their ability to prevent heat transfer.

IMPACTO DO TRAÇADO E DA GEOMETRIA DE TABULEIROS NO CUSTO DE CONSTRUÇÃO DE PONTES COM CIMBRES AUTOLANÇÁVEIS

Impact of bridge deck design and geometry on the cost of constructing self-launching formwork bridges

MANUEL VIEIRA MONTEIRO

120 páginas • 01 anexo
120pages • 01 annex

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Diogo Rodrigo Ribeiro

Coorientador (Co-supervisor) • Hugo Coelho

RESUMO

Palavras-chave: Viadutos e ponte; Métodos construtivos; Cimbra autolançável; Geometria de tabuleiros; Ciclo de trabalhos; Custos de construção

A mobilidade é um dos principais pilares do desenvolvimento da sociedade. As pontes são estruturas desenvolvidas pela engenharia com um forte contributo nesta vertente, auxiliando na transposição de barreiras físicas sem interferência significativa com o meio envolvente para a promoção do desenvolvimento socioeconómico da sociedade/regiões. Os cimbres são meios auxiliares que suportam o tabuleiro de uma ponte durante o processo de construção e dividem-se em três tipos principais: ao solo, porticado e autolançável. O Viaduto Bajada del Páramo, que constitui o caso prático da presente dissertação, é constituído por dois tabuleiros paralelos entre si (cada um deles com uma extensão de 820 m), dois encontros (E1 e E2) e quinze pilares (P1 a P15) originando dois vãos extremos de 47 m e catorze vãos de 59 m. Os tabuleiros direito (caso de estudo) e esquerdo, são construídos no sentido ascendente, começando pelo encontro E2 e termina no E1. O tabuleiro tem uma geometria complexa, com a presença de curva e contracurva, variação da inclinação longitudinal e transversal tendo sido utilizado para a sua construção o cimbra autolançável inferior MSS70 NRS 16.002 com otimizações específicas de modo a cumprir as exigências do projeto num ciclo de trabalho de 8 dias úteis. Dos resultados analisados, verificou-se o impacto da geometria do tabuleiro na duração do ciclo de trabalho e também na quantidade de horas realizadas. Apresentam-se no final deste trabalho as principais conclusões obtidas no desenvolvimento do caso de estudo e propõem-se alguns aspetos para desenvolvimentos futuros na aplicação/otimização de um cimbra autolançável inferior.

ABSTRACT

Keywords: Viaducts and bridges; Construction methods; Movable scaffolding system; Deck geometry; Work cycle; Construction costs

Mobility is a keystone of societal development. Bridges are engineered structures that play a major role in this regard, aiding in the crossing of physical barriers with contained interference with the surrounding environment, thereby promoting the socioeconomic development of societies and regions. Scaffolding equipment act as auxiliary structures that support the deck of a bridge during the construction stage and may be sorted into three main types: continuous falsework, framed falsework, and self-launching scaffolding (Movable Scaffolding Systems or MSS). The case study in which this dissertation is based - Bajada del Paramo Viaduct - consists of two parallel decks (each 820 m long), two abutments (E1 and E2) and fifteen piers (P1 to P15), arranged in two end spans of 47 m and fourteen spans of 59 m. The right and left decks, built in climbing direction, begins at abutment E2 and finishes at E1. The deck geometry is complex, with plan curve and counter-curve, variable slope in elevation view and variable transversal slope that goes with the plan curvature. For its construction, adaptations were made to MSS70 NRS 16.002 Movable Scaffolding System, with specific optimisations to meet the project requirements for a construction cycle of 8 working days. The operation performance was surveyed in site, providing data which enable to record cycle times and work volume (in number of hours). The results were analysed to characterize the impact of deck geometry in cycle duration and work volume. At the end of this work, the main conclusions are drawn and some aspects for future developments in applications with movable scaffolding systems are proposed.

SOLUÇÕES DE PRÉ-FABRICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE OBRAS DE ARTE

PREFABRICATION SOLUTIONS IN THE CONSTRUCTION OF BRIDGES AND VIADUCTS

JOÃO MARCO COUTINHO DA SILVA MOREIRA

73 páginas
73 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Carlos Manuel da Silva Félix

RESUMO

Palavras-chave: Pré-fabricação; Pontes; Viadutos; Obras de arte; Métodos construtivos

A utilização de elementos pré-fabricados em betão na construção de pontes e de outras obras de arte é atualmente uma prática corrente, incluindo o recurso a soluções pré-esforçadas com sistemas de pretensão ou de pós-tensão. Com o presente estudo pretende-se contribuir para a divulgação dos métodos existentes na construção de estruturas com elementos pré-fabricados em betão armado, as suas vantagens económicas e de execução que apresentam, em particular, da sua qualidade na execução quando em detrimento da betonagem in situ, sendo que, também se pretende contribuir e evoluir para o conhecimento do comportamento estrutural, em particular durante a fase de serviço, nomeadamente da superestrutura das pontes, os quais, elementos estruturalmente descontínuos e outros, contínuos. daquelas que são as competências e o conhecimento geral, em particular da análise no âmbito económico, os resultados obtidos indicam, que as vigas tipo U constituem a solução mais vantajosa. No que diz respeito à conceção do projeto destas estruturas, o mesmo reveste-se de alguma complexidade, envolvendo, para além da definição das dimensões gerais, também a determinação das forças de pré-esforço e das dimensões das secções transversais dos diversos elementos estruturais. Esta nova metodologia é assim uma solução alternativa e mesmo evolutiva às tradicionais pontes integrais e afins, nas quais os elementos estruturais, a sua transmissão das cargas aos elementos verticais – pilares e encontros - se realiza monoliticamente, sem aparelhos de apoio ou juntas de dilatação. Sendo reconhecido também a este tipo de estrutura em pontes integrais, os seus benefícios principais reconhecidos os seus menores custos de construção e, principalmente, de manutenção. Sendo que o seu âmbito de conceção e execução está limitado a obras com extensão muito moderada, em geral até cerca de 50 a 60 metros, mais frequentemente em restabelecimentos com tráfego limitado.

ABSTRACT

Keywords: Prefabrication; Bridge; Viaduct; Work of art; Construction methods

The use of prefabricated concrete elements in the construction of bridges and viaducts is currently common practice, including the use of prestressed solutions with prestressing or posttensioning systems.

The present study aims to contribute to the dissemination of existing methods in the construction of structures with prefabricated reinforced concrete elements, their economic and execution advantages, in particular, their quality in execution when compared to in situ concreting. It also aims to contribute and evolve towards the knowledge of structural behavior, in particular during the service phase, namely of the superstructure of bridges, both, structurally discontinuous and continuous. From the perspective of general skills and knowledge, particularly of economic analysis, the results indicate that U-beams are the most advantageous solution. The design of these structures is somewhat complex and involves defining the general dimensions, determining the prestressing forces and the dimensions of the cross-sections of the various structural elements. This new methodology is therefore an alternative and even evolutionary solution to traditional integral bridges and similar, in which the structural elements and their transmission of loads to the vertical elements - pillars and abutments - are carried out monolithically, without support devices or expansion joints. This type of integral bridges has recognized benefits namely its lower construction and maintenance costs. Its scope of design and execution is limited to works of very moderate length, up to 50 to 60 meters, and more frequently used in restorations with limited traffic.

PROJETO DE ESTABILIDADE DE UM EDIFÍCIO

BUILDING STABILITY DESIGN PROJECT

PAULO FILIPE PEREIRA NETO

157 páginas • 01 anexos
157pages • 01 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Isabel Maria Alvim Teles

RESUMO

Palavras-chave: Projeto de estabilidade; Lajes aligeiradas Ferca CBX; Eurocódigo; Robot Structural Analysis Professional; Modelação Estrutural; Sustentabilidade Estrutural

Este trabalho tem origem no âmbito da unidade curricular DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio) e tem como objetivo a realização de um projeto de estabilidade em betão armado para um edifício habitacional localizado no Marco de Canaveses. A realização deste trabalho tem como o objetivo aplicar, consolidar e expandir os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia civil com especial foco na área das estruturas. A estrutura proposta para o edifício é composta por pilares, vigas, paredes e muros em betão armado e utiliza como solução inovadora lajes Ferca CBX. Estas lajes aligeiradas incorporam elementos plásticos recicláveis que permitem reduzir significativamente o peso próprio da estrutura, sem comprometer a sua resistência ou rigidez. Entre as principais vantagens desta solução destacam-se a redução de cargas nas fundações, a possibilidade de maiores vãos entre apoios, e uma melhor resposta sísmica, tornando-a uma alternativa eficiente às tradicionais lajes maciças. Para o dimensionamento da estrutura, foi utilizado um programa de cálculo baseado em elementos finitos, o Robot Structural Analysis, que permitiu simular o comportamento da estrutura e validar as soluções adotadas. Como complemento para tratamento dos dados fornecidos pelo software foram usadas folhas de cálculo em Excel existentes no mercado e outras criadas para o efeito. Todo este trabalho foi realizado sob a orientação da Engenheira Isabel Maria Alvim Teles, cuja experiência e acompanhamento foram fundamentais para a consolidação dos conhecimentos aplicados. Durante o desenvolvimento do projeto, enfrentaram-se vários desafios, nomeadamente a compreensão do funcionamento das lajes Ferca CBX, a sua modelação correta no software, e a necessidade de adaptar a estrutura às exigências arquitetónicas. Como o projeto de arquitetura ainda se encontrava numa fase de estudo prévio, foi essencial realizar reuniões com a equipa de arquitetura para ajustar o posicionamento de elementos estruturais e garantir a compatibilidade entre forma e função. A escolha pelas lajes Ferca CBX revelou-se acertada, permitindo reduzir o peso da estrutura, otimizar o consumo de materiais e melhorar a eficiência global do projeto, em comparação com soluções mais convencionais. Este trabalho representa, assim, uma oportunidade de aplicar a teoria à prática, explorando novas soluções construtivas e contribuindo para uma abordagem mais sustentável e eficiente no projeto de estruturas.

ABSTRACT

Keywords: Structural stability project; Ferca CBX lightweight slabs; Eurocode; Robot Structural Analysis Professional; Structural Modeling; Structural Sustainability

This work was developed within the scope of the DIPRE curricular unit (Dissertation/Project/Internship) and aims to carry out a structural stability project in reinforced concrete for a residential building located in Marco de Canaveses. The main goal of this project is to apply, consolidate, and expand the knowledge acquired throughout the Civil Engineering degree, with a particular focus on structural design. The proposed structure for the building consists of reinforced concrete columns, beams, walls, and retaining walls, and incorporates an innovative solution using Ferca CBX (Ferca CBX) slab systems. These lightweight slabs include recyclable plastic void formers that significantly reduce the self-weight of the structure without compromising its strength or stiffness. Among the main advantages of this solution are the reduction of loads on foundations, the possibility of longer spans between supports, and improved seismic performance, making it an efficient alternative to traditional solid slabs. For the structural design, a finite element-based analysis software, Robot Structural Analysis Professional, was used to simulate the behavior of the structure and validate the adopted solutions. To complement the data processing provided by the software, Excel spreadsheets—both commercially available and custom-developed for this project—were employed. The entire work was carried out under the guidance of Engineer Isabel Maria Alvim Teles, whose expertise and support were essential for the consolidation of the applied knowledge. Throughout the development of the project, several challenges were encountered, particularly in understanding the behavior of Ferca CBX slabs, accurately modeling them in the software, and adapting the structural layout to meet architectural requirements. As the architectural design was still in a preliminary study phase, it was necessary to hold meetings with the architecture team to adjust the positioning of structural elements and ensure compatibility between shape and structural performance. The selection of Ferca CBX slabs proved to be a sound decision, allowing for a reduction in structural weight, optimization of material usage, and improvement in the overall efficiency of the project when compared to more conventional solutions. This work thus represents an opportunity to bridge theory and practice, explore innovative construction solutions, and contribute to a more sustainable and efficient approach to structural design.

APRENDIZAGEM PROFUNDA PARA IDENTIFICAÇÃO DE DANOS PARA INSPEÇÃO REMOTA DE PONTES

Deep Learning-based Damage Identification for the Remote Inspection of Bridges

JOÃO LUÍS PAULA DIAS RIBEIRO DA FONSECA

124 páginas
124 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Diogo Rodrigo Ribeiro

Coorientadores (Co-supervisors)

• Ricardo Manuel Pereira dos Santos
• Tomás Jorge

RESUMO

Palavras-chave: Inspeção Remota; Deep Learning; Modelos 3D; Pontes

As pontes desempenham um papel essencial na ligação entre pessoas, bens e economias. Contudo, a sua exposição contínua a ambientes agressivos, agravada pelas alterações climáticas, que acelera a degradação dos materiais e aumenta a necessidade de inspeções regulares. Os métodos tradicionais de inspeção são dispendiosos, demorados, subjetivos e, em alguns casos, inseguros, o que evidencia a necessidade de soluções mais eficientes, objetivas e seguras. Neste trabalho é explorada uma metodologia de inspeção remota aplicada a pontes de betão armado, baseada na integração de técnicas de Fotogrametria, Laser Scanning e algoritmos de Deep Learning. Foi desenvolvida uma aplicação com base no algoritmo YOLO11-seg, destinada à deteção automática de anomalias comuns, como fissuras, eflorescências e armaduras expostas. Complementarmente, foi implementada uma metodologia de Ray-Casting para projetar as segmentações sobre modelos 3D, permitindo o mapeamento espacial e a medição precisa dos danos estruturais. A aplicação da metodologia a dois casos de estudo demonstrou o carácter complementar da Fotogrametria e do Laser Scanning, bem como as suas limitações. O algoritmo de Deep Learning apresentou resultados promissores ($mAP50 = 61\%$), ainda insuficientes para uma automação total, mas adequados para fluxos de trabalho semi-automatizados que reduzem significativamente o tempo de inspeção mantendo a supervisão humana. A técnica de Ray-Casting mostrou-se eficaz, assegurando um mapeamento 3D consistente das anomalias. No seu conjunto, os resultados comprovam a viabilidade de um processo integrado, desde a aquisição de dados até à extração de informação com valor prático. Esta contribuição assume particular relevância face às exigências impostas pelas alterações climáticas e pela crescente necessidade de infraestruturas resilientes, representando um passo em direção a inspeções de pontes mais seguras, eficientes e inteligentes.

ABSTRACT

Keywords: Remote Inspection; Deep Learning; 3D models; Bridges

Bridges play a vital role in keeping people, goods, and economies connected. However, their constant exposure to the aggressive environment, intensified by climate changes, accelerates deterioration and demands more frequent inspections. Traditional inspection methods are expensive, time-consuming, subjective, and sometimes unsafe, showing the clear need for smarter and safer alternatives. This thesis explores a remote inspection approach for reinforced concrete bridges using photogrammetry, laser scanning, deep learning, and mapping techniques. A dedicated application, based on the YOLO11-seg algorithm, was developed to automatically detect common damage instances such as cracks, efflorescences, and exposed steel rebars. To go further, a ray-casting method was implemented to project these detections onto the photogrammetry and laser scanning-based 3D models, allowing precise mapping and quantifying the structural damage. To assess the effectiveness of this approach, two case studies were conducted. The results demonstrated the complementarity of photogrammetry and laser scanning, while also highlighting the limitations of each method. Deep learning achieved promising results ($mAP50 = 61\%$), not yet sufficient for full automation but very useful for semi-automated workflows that save time while retaining human oversight. The ray-casting projection proved particularly effective, ensuring consistent and reliable 3D mapping of the damage instances. Together, these results show that combining data acquisition, 3D reconstruction, AI-driven detection, and projection-based mapping can deliver a unique pipeline from raw data to actionable insights. In the context of rising demands for resilient infrastructure, this work offers a step toward safer, more efficient and intelligent bridge inspections.

DIGITALIZAÇÃO E MODELAÇÃO DE INFRAESTRUTURAS FERROVIÁRIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE DIGITAL TWIN

Digitization and Modeling of Railway Infrastructure for Digital-Twin Implementation

FRANCISCO SOARES ANDRADE

97 páginas
97 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Diogo Rodrigo Ribeiro
Coorientadores (Co-supervisors) • Maria do Rosário Santos Oliveira
• Rui Pedro Rodrigues Pinheiro Gavina

RESUMO

Palavras-chave: Digital Twin; BIM; IFC; Interoperabilidade; Ferrovia; Power BI

A presente dissertação centra-se no desenvolvimento e aplicação de uma estratégia integrada de digitalização e modelação de infraestruturas ferroviárias, orientada para a criação de digital twins. A abordagem proposta envolve dois eixos principais: i) a integração normalizada de resultados laboratoriais em modelos digitais e ii) o desenvolvimento semiautomático de modelos ferroviários paramétricos para suporte à gestão. Pretende-se estabelecer um pipeline replicável que una a captura e organização de dados, interoperabilidade e visualização, preparando a ligação futura a dados operacionais em tempo real. A metodologia proposta combina aquisição e preparação de dados geoespaciais (QGIS com OpenStreetMap e Modelos digitais do terreno), verificação altimétrica, simplificação e segmentação do traçado, modelação paramétrica no Autodesk Civil 3D e enriquecimento semântico, culminando na integração em plataformas GIS. Na aplicação associada ao projeto BIM4LAB, os ensaios de materiais são estruturados, normalizados e ligados a elementos do modelo através de identificadores consistentes, permitindo dashboards 3D e navegação técnica em Power BI. Na aplicação associada ao projeto NRPCES, o troço estudado da Linha de Leixões demonstra o desenvolvimento célere de um modelo coerente, com associação de atributos técnicos e enquadramento territorial. Os casos de estudo evidenciam ganhos em acessibilidade, rastreabilidade e eficiência, bem como a maturação das bases necessária para futuros digital twins. Ficam fora do âmbito desta dissertação a visualização analítica dedicada ao DT e a ligação a dados operacionais.

ABSTRACT

Keywords: Digital Twin; BIM; IFC; Interoperability; Railway; Power BI.

This thesis focuses on the development and application of an integrated strategy for the digitalisation and modelling of railway infrastructures aimed at creating digital twins. The approach combines two complementary axes: (i) the standardised integration of laboratory test results into digital models and (ii) the semi-automatic development of parametric railway models to support asset management. The goal is to establish a replicable pipeline that unifies data capture and organisation, interoperability and visualization, paving the way for future connections to real-time operational data. The proposed methodology combines the acquisition and preparation of geospatial data (QGIS with OpenStreetMap and Digital Terrain Models), altimetric verification, alignment simplification and segmentation, parametric modelling in Autodesk Civil 3D, and semantic enrichment, culminating in integration into GIS platforms. In BIM4LAB, laboratory test data are structured, standardised, and linked to model elements through consistent identifiers, enabling 3D dashboards and technical navigation in Power BI. In NRPCES the selected section of the Leixões Line demonstrates the rapid development of a coherent model, with associated technical attributes and territorial context. The case studies demonstrate improvements in accessibility, traceability, and efficiency, as well as the consolidation of the foundations needed for future digital twins. The implementation of dedicated DT analytical visualization and real time data connectivity is outside the scope of this thesis.

ESTRUTURAS FLEXÍVEIS DE SUPORTE DE TERRAS - A INFLUÊNCIA DO ELEMENTO DE SUPORTE NO COMPORTAMENTO DA CORTINA. ESTUDO PARAMÉTRICO

Flexible Earth Retaining Structures - the influence of the support element on the behavior of the retaining wall.
Parametric study

CRISTIANO MANUEL SANTOS RIBEIRO

169 páginas
169 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• José Filinto Castro Trigo

RESUMO

Palavras-chave: Estruturas Flexíveis de Suporte de Terras; Contenções Periféricas; Elementos Finitos; Modelação Numérica; Edifícios

A presente dissertação aborda o tema das estruturas flexíveis de suporte de terras e explora, em particular, a utilização de um programa de cálculo automático, com formulação por elementos finitos, como ferramenta de apoio à escolha da solução de contenção mais eficaz. Esta tipologia de estruturas de suporte de terras assume um relevo singular em contexto urbano, onde a elevada densidade de construções orienta a ocupação de espaços subterrâneos e a consequente realização de escavações profundas. Procedeu-se a uma revisão das diferentes tipologias de estruturas flexíveis de suporte de terras, das principais técnicas construtivas e dos elementos de suporte utilizados. São abordados os aspetos de dimensionamento, introduzindo-se as correspondentes normas europeias, associadas ao projeto e à execução. Descreve-se o programa de cálculo automático RS2, da empresa Rocscience Inc., adotado no estudo paramétrico que se promoveu. Este estudo teve por base o caso de um edifício com vários pisos enterrados, a executar num maciço constituído, essencialmente, por areias eólicas, siltitos e grés avermelhado, onde foi realizada uma prospeção geológico-geotécnica que forneceu um conjunto de resultados que permitiram caracterizar, de forma pormenorizada, as diferentes unidades geotécnicas interessadas. Analisaram-se diferentes cenários para a cortina e para os elementos de suporte, tendo sido ensaiados, com essa função, escoras, ancoragens e lâminas de betão armado. A análise dos resultados incidu sobre os deslocamentos da cortina e do terreno, sobre os esforços mobilizados na cortina e sobre as pressões de terras instaladas em ambas as faces da cortina, permitindo comparar o desempenho das diferentes soluções.

ABSTRACT

Keywords: Flexible Earth Retaining Structures; Perimeter Retaining Systems; Finite Elements; Numerical Modeling; Buildings

This dissertation addresses the topic of flexible earth retaining structures and, in particular, explores the use of an automatic computational program, based on the finite element method, as a decision-support tool for selecting the most effective retaining solution. This type of retaining structure plays a key role in urban environments, where high construction density drives the use of underground space and the consequent execution of deep excavations. A review is presented of the different types of flexible retaining structures, the main construction techniques, and the support elements employed. Design aspects are discussed, with reference to the relevant European standards governing both design and execution. The RS2 software, developed by Rocscience Inc., is described as the computational tool adopted for the parametric study carried out. The study focused on a building with several underground floors, to be constructed in a geological formation composed mainly of aeolian sands, siltstones, and reddish sandstones. A detailed geotechnical site investigation was conducted, providing results that enabled the thorough characterization of the various geotechnical units involved. Different scenarios were analyzed for the retaining wall and its support elements, considering struts, ground anchors, and reinforced concrete slabs as alternatives. The analysis of the results focused on wall and soil displacements, internal forces within the wall, and earth pressures acting on both faces of the retaining wall, enabling a performance comparison of the different solutions.

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES METÁLICAS RÍGIDAS - INFLUÊNCIA DA RIGIDEZ NA TRANSMISSÃO DE MOMENTOS

Analysis and Design of Rigid Metallic Connections - Influence of Stiffness on Moment Transmission

DÉNZEL JOSUÉ NAMURAHA CORREIA

64 páginas • 01 anexo
64 pages • 01 annex

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Rodrigo Esmeriz Falcão Moreira

RESUMO

Palavras-chave: Ligações aparafusadas; Rigidez rotacional; Momentos fletores; Método das componentes; Chapas de reforço.

O presente trabalho centra-se na análise e dimensionamento de ligações metálicas rígidas, com particular enfoque na influência da rigidez na transmissão de momentos entre vigas e pilares. A escolha do tema decorre da relevância que as ligações assumem no comportamento global das estruturas metálicas, uma vez que a sua rigidez condiciona de forma direta a distribuição de esforços, a deformabilidade e a segurança da estrutura. O estudo fundamenta-se nas disposições do Eurocódigo 3 – Parte 1-8 (NP EN 1993-1-8), que introduz o método das componentes como ferramenta de referência para avaliar a resistência, a rigidez e a ductilidade das juntas. Este método, ao decompor a ligação em elementos básicos com propriedades próprias, permite descrever o comportamento momento-rotação de uma junta. A estudo focou-se em ligações viga-pilar com chapas de extremidade, amplamente utilizadas em pórticos metálicos. Foram analisados diferentes parâmetros geométricos e construtivos, como a espessura das chapas, o diâmetro dos parafusos e a eventual introdução de chapas de reforço, de modo a compreender o seu impacto na capacidade resistente e na rigidez rotacional. Para suportar o estudo, recorreu-se a uma dupla abordagem: por um lado, cálculos manuais em folhas Excel desenvolvidas com base no método das componentes. Por outro, a utilização do programa IdeaStatica, baseado em modelação numérica por elementos finitos. A comparação entre os dois métodos permitiu consolidar os procedimentos normativos e evidenciar diferenças no comportamento previsto, sobretudo no que respeita à rigidez inicial.

ABSTRACT

Keywords: Bolted connections; Rotational stiffness; Bending moments; Component method; Stiffening plates.

The present work focuses on the analysis and design of rigid steel connections, with particular emphasis on the influence of stiffness on the transfer of moments between beams and columns. The choice of the theme arises from the relevance that connections assume in the overall behaviour of steel structures, since their stiffness directly affects the distribution of internal forces, deformability, and structural safety. The study is based on the provisions of Eurocode 3 – Part 1-8 (NP EN 1993-1-8), which introduces the component method as a reference tool for assessing the resistance, stiffness, and ductility of joints. By decomposing the connection into basic elements with their own properties, this method makes it possible to describe the moment-rotation behaviour of a joint. The study focused on beam-to-column end-plate connections, which are widely used in steel frames. Different geometric and constructive parameters were analysed, such as plate thickness, bolt diameter, and the possible introduction of stiffening plates, to better understand their impact on load-bearing capacity and rotational stiffness. To support the study, a dual approach was adopted: on the one hand, manual calculations in Excel spreadsheets developed on the basis of the component method; on the other, the use of the software IdeaStatica, which is based on numerical modelling by means of the finite element method. The comparison between both approaches made it possible to consolidate normative procedures and highlight differences in the predicted behaviour, particularly with regard to initial stiffness.

AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DE EDIFÍCIOS EXISTENTES DE BETÃO ARMADO DE ACORDO COM A NORMA NP EN 1998-3 (EC8-3)

SAFETY ASSESSMENT OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDINGS ACCORDING TO STANDARD NP EN 1998-3 (EC8-3)

SUSANA RAQUEL DOS SANTOS FONSECA

44 páginas • 01 anexo
44 pages • 01 annex

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Rodrigo Esmeriz Falcão Moreira

RESUMO

Palavras-chave: Vulnerabilidade sísmica; Pushover; Eurocódigo 8- parte 3; SeismoStruct

Portugal é um país de alto risco sísmico e parte do seu edificado foi construído antes da existência de regulamentação sísmica rigorosa. Perante este enquadramento, a avaliação da segurança sísmica de edifícios já existentes torna-se fundamental para identificar possíveis vulnerabilidades e propor intervenções de reforço. A presente dissertação pode ser dividida em duas fases: a exposição das metodologias aplicáveis para a análise da vulnerabilidade sísmica e a aplicação do EC8-3 a um caso de estudo. Existem quatro metodologias de avaliação sísmica: os Métodos I e II, de carácter expedito, o Método III que corresponde ao procedimento de referência, definido no Eurocódigo 8 – parte 3, e o Método IV que adota uma abordagem probabilística do risco sísmico. Para a aplicação da metodologia do EC8-3, recorreu-se a um edifício de classe de importância III. De seguida, procedeu-se à caracterização estrutural do edifício com base no relatório de inspeção disponibilizado, de modo a obter os parâmetros necessários para a modelação numérica. Posteriormente, procedeu-se à análise estática não linear (pushover), recorrendo ao software SeismoStruct, que considera a não-linearidade geométrica e a inelasticidade dos materiais. Esta abordagem permitiu comparar as exigências com a capacidade do edifício, identificando as suas vulnerabilidades.

ABSTRACT

Keywords: Seismic vulnerability; Pushover; Eurocode 8 – Part 3; SeismoStruct.

Portugal is a country of high seismic risk, and part of its buildings were constructed before strict seismic regulations were in place. Therefore, the evaluation of seismic safety of existing buildings is essential to identify possible vulnerabilities and propose reinforcement measures. This dissertation can be divided into two phases: the presentation of methodologies applicable to seismic vulnerability analysis and the application of EC8-3 to a case study. There are four seismic assessment methodologies: Methods I and II, which are expedited, Method III, which corresponds to the reference procedure defined in Eurocode 8 - part 3, and Method IV, which adopts a probabilistic approach to seismic risk. For the application of the EC8-3 methodology, a class III importance building was used. Afterwards, the structural characterisation of the building was carried out based on the inspection report provided, in order to obtain the necessary parameters for numerical modelling. Subsequently, a non-linear static analysis (pushover) was performed using SeismoStruct software, which considers geometric non-linearity and material inelasticity. This approach made it possible to compare the demands with the capacity of the building, identifying its vulnerabilities.

AVALIAÇÃO TÉCNICA DE PROPOSTAS EM OBRAS PÚBLICAS COM ÊNFASE EM CONTRATOS DE EMPREITADA NA ENGENHARIA CIVIL

Technical Evaluation of Proposals in Public Works with Emphasis on Contracts of Construction in Civil Engineering

RONDON RAMOS CAIADO FILHO

60 páginas
60 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Jaime Gabriel Silva

Coorientador (Supervisor at sending school)

• Eric Ribeiro da Silva

RESUMO

Palavras-chave: Contratos públicos; Licitações; Avaliação técnica; Obras públicas; Empreitada

O presente trabalho tem como objetivo analisar comparativamente a avaliação técnica de propostas em obras públicas no âmbito do Código dos Contratos Públicos de Portugal (CCP) e da Lei nº 14.133/2021 do Brasil, com ênfase nos contratos de empreitada na engenharia civil. A pesquisa busca compreender como cada ordenamento jurídico estrutura os critérios de julgamento e de habilitação técnica, identificando as diferenças, semelhanças e possíveis oportunidades de aprimoramento do sistema brasileiro a partir das boas práticas do modelo português. Metodologicamente, a dissertação baseia-se em uma abordagem qualitativa e comparativa, sustentada em pesquisa bibliográfica e documental, com análise de legislações, relatórios institucionais e doutrina especializada. O estudo parte do pressuposto de que a forma de avaliação técnica das propostas influencia diretamente a eficiência, a economicidade e a qualidade das obras públicas. Os resultados demonstram que o CCP português apresenta um modelo normativo consolidado, orientado pela proposta economicamente mais vantajosa e por critérios técnicos de elevada maturidade, enquanto a Lei nº 14.133/2021 representa um avanço relevante, porém ainda em processo de consolidação prática e institucional. Conclui-se que a valorização da dimensão técnica na contratação pública é essencial para o fortalecimento da governança, a prevenção de falhas contratuais e a promoção de obras de maior qualidade e sustentabilidade.

ABSTRACT

Keywords: Public contracts; Procurement; Technical evaluation; Public works; Construction contract

This dissertation aims to conduct a comparative analysis of the technical evaluation of proposals in public works under the Portuguese Public Contracts Code (CCP) and the Brazilian Law No. 14,133/2021, with emphasis on civil engineering construction contracts. The research seeks to understand how each legal framework structures the criteria for evaluation and technical qualification, identifying the differences, similarities, and potential opportunities to improve the Brazilian system based on the best practices observed in the Portuguese model. Methodologically, the study adopts a qualitative and comparative approach, supported by bibliographical and documentary research, including the analysis of legislation, institutional reports, and specialized doctrines. The research assumes that the method used to evaluate technical proposals directly affects the efficiency, cost effectiveness, and quality of public works. The results show that the Portuguese CCP presents a consolidated normative model, guided by the most economically advantageous tender and by mature technical criteria. Therefore, Law No. 14,133/2021 represents significant progress but is still in the process of practical and institutional consolidation. It is concluded that strengthening the technical dimension in public procurement is essential to reinforce governance, prevent contractual failures, and promote higher-quality and more sustainable public works.

ANÁLISE CRÍTICA DOS KPIS DE EVM NA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS: VALIDAÇÃO DE UM MODELO OTIMIZADO NUM ESTUDO DE CASO

Critical Analysis of EVM KPIs in Construction Supervision: Validation of an Optimized Model in a Case Study

MÓNICA SOARES TEIXEIRA

70 páginas • 04 anexos
70 pages • 04 annexes

Orientador (ISEP supervisor)

• Maria do Rosário Santos Oliveira

RESUMO

Palavras-chave: Fiscalização de Obras; Gestão de Projeto; Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs); Estudo de Caso; Gestão do Valor Agregado (EVM); Gestão de Custos

O modelo tradicional de fiscalização de obras, focado na verificação reativa, é insuficiente para a gestão de projetos complexa. Esta dissertação propõe e valida um dashboard de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) para o “Fiscal-Gestor”, focado na performance e antecipação de riscos. Foi adotada a metodologia de Estudo de Caso único (“Projeto Alfa”), analisado através da observação-participante ao longo dos 12 meses do prazo contratual. O contexto foi um contrato de Preço Global sujeito a severa disrupção de interface e instabilidade crónica de projeto. Os resultados demonstraram a inaplicabilidade dos KPIs de custo teóricos (KPI 1 – CPI e KPI 2 – CV). Verificou-se que, devido ao método de pagamento ($AC = EV$), estes indicadores resultaram em 1.0, revelando-se inúteis. Em contrapartida, validou-se a robustez de indicadores pragmáticos: o KPI 3 (SPI) quantificou o atraso final (0.62) e o KPI 6 (Custos Extra) mediu a derrapagem de custos (3.5M€) resultante das revisões de projeto. O KPI 4 (Aderência Semanal) e o KPI 9 (Observações de Segurança) provaram ser indicadores leading (preditivos) eficazes. A tese conclui com a proposta de um “Modelo Otimizado” (Tabela 4) que substitui o CPI / CV (inaplicáveis) pelo KPI 6 (Custos Extra) como a métrica de controlo de custos fundamental e pragmática para este contexto contratual.

ABSTRACT

Keywords: Construction Supervision; Project Management; Key Performance Indicators (KPIs); Case Study; Earned Value Management (EVM); Cost Management

The traditional model of construction supervision, focused on reactive verification, is insufficient for managing complex projects. This dissertation proposes and validates a Key Performance Indicator (KPI) dashboard for the “Manager-Supervisor”, focused on performance measurement. The methodology used was a single Case Study (“Project Alpha”), analyzed over the 12 months of the original contractual deadline. The context was a Lump Sum contract subject to severe interface disruption and chronic project instability. The results demonstrated the inapplicability of theoretical cost KPIs (KPI 1 – CPI and KPI 2 – CV). It was also verified that, due to the payment method ($AC = EV$), these indicators always resulted in 1.0, proving to be useless. Conversely, the robustness of pragmatic indicators was validated: KPI 3 (SPI) quantified the final delay (0.62) and KPI 6 (Extras Cost) measured the cost overrun (3.5M€) resulting from project revisions. KPI 4 (Weekly Adherence) and KPI 9 (Safety Observations) proved to be effective leading indicators. The thesis concludes with the proposal of an “Optimized Model” that replaces CPI /CV with KPI 6 (Extras Cost) as the fundamental and pragmatic cost control metric for this contractual context.

ANÁLISE DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO ESTALEIRO DE UMA OBRA RESIDENCIAL– ESTUDO DE CASO

Analysis of the Lean Construction Methodology on the Construction Site of a Residential Building – Case Study

THÁRIK REIS LEME

58 páginas
58 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Maria do Rosário Santos Oliveira

Coorientador (Co-supervisor) • Caroline Valadão Pacheco

RESUMO

Palavras-chave: Lean Construction; Produtividade; Gestão de Obras; Last Planner System; Construção Civil; PPC

Este trabalho analisa a aplicação da metodologia Lean Construction em um canteiro de obra residencial de 22 pavimentos na cidade de São Paulo, investigando sua viabilidade prática e impactos na produtividade, qualidade e sustentabilidade. A pesquisa demonstra que, apesar de desafios iniciais relacionados a problemas de fundação e substituição de empreiteiro, a adoção consistente dos princípios Lean resultou em melhorias significativas: o indicador PPC (Percent Plan Complete) evoluiu de 55% para 89%, o ciclo de execução por pavimento reduziu de 11 para 8 dias, e o índice de conformidade de qualidade atingiu 96%. Os resultados evidenciam que a metodologia pode transformar a construção civil brasileira, promovendo maior eficiência, redução de desperdícios e melhoria contínua.

ABSTRACT

Keywords: Lean Construction; Productivity; Construction Management; Last Planner System; Civil Construction; PPC.

This study analyses the application of the Lean Construction methodology in a 22-story residential construction site in São Paulo, investigating its practical feasibility and its impacts on productivity, quality, and sustainability. The research demonstrates that, despite initial challenges related to foundation issues and subcontractor replacement, the consistent adoption of Lean principles resulted in significant improvements: the PPC (Percent Plan Complete) indicator increased from 55% to 89%, the floor execution cycle was reduced from 11 to 8 working days, and the quality conformity index reached 96%. The results show that the methodology has the potential to transform the Brazilian construction industry by promoting greater efficiency, waste reduction, and continuous improvement.

GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO NO MERCADO IMOBILIÁRIO

Geoprocessing as a Tool for Appraisal in the Real Estate Market

YURI SCHOLLER FERREIRA BONETTI

167 páginas
167 pages

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Maria Rosário Santos Oliveira

Co-orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Sergio Vicente Denser Pamboukian

RESUMO

Palavras-chave: Geoprocessamento; Avaliação imobiliária; SIG; Regressão espacial; Método comparativo; Método do custo

Esta dissertação avalia o valor de um terreno localizado na Vila Regente Feijó, zona leste de São Paulo, por meio da aplicação integrada de métodos tradicionais de avaliação imobiliária e técnicas de geoprocessamento. Inicialmente, utiliza-se o método comparativo de mercado com base em dados de imóveis similares obtidos em portais especializados. Em seguida, são aplicadas técnicas de interpolação espacial (IDW) em ambiente SIG para gerar mapas temáticos que evidenciam padrões de valorização urbana. Complementarmente, desenvolve-se um modelo de regressão linear espacial, incorporando variáveis como declividade, posição no quarteirão e proximidade de infraestrutura. Com os valores estimados, realiza-se uma simulação pelo método do custo, visando identificar o tipo de empreendimento mais adequado ao terreno. Os resultados demonstram que o geoprocessamento aprimora a precisão da avaliação, permitindo uma análise mais visual, replicável e sensível à localização. A proposta final indica o melhor aproveitamento técnico e econômico do imóvel, com base em dados objetivos e modelos estatísticos. O estudo confirma o potencial das geotecnologias como instrumento de apoio técnico e analítico à avaliação imobiliária urbana, com aplicabilidade prática e possibilidade de replicação em outros contextos territoriais.

ABSTRACT

Keywords: Geoprocessing; Real estate appraisal; GIS; Spatial regression; Comparative method; Cost method.

This dissertation evaluates the market value of a plot located in Vila Regente Feijó, in the eastern zone of São Paulo, through the integrated application of traditional real estate appraisal methods and geoprocessing techniques. It begins with the comparative market method, using data from similar properties collected from specialized platforms. Then, spatial interpolation (IDW) is applied within a GIS environment to generate thematic maps that reveal urban valuation patterns. Additionally, a spatial linear regression model is developed, incorporating variables such as slope, block position, and proximity to urban infrastructure. Based on the estimated values, a simulation using the cost method is performed to identify the most suitable type of development for the land. Results show that geoprocessing enhances appraisal accuracy, enabling a more visual, replicable, and location-sensitive analysis. The final assessment indicates the optimal technical and economic use of the property, supported by objective data and statistical modelling. The study confirms the potential of geotechnologies as a strategic tool for urban real estate appraisal, with practical applicability and potential for replication in other urban contexts.

PLANEAMENTO, GESTÃO E EXECUÇÃO EM CONTEXTO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Planning, Management and Execution in the Context of Civil Construction Works

DIOGO ANTÓNIO OLIVEIRA E SILVA

97 páginas • 04 anexos
97 pages • 04 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Maria do Rosário Santos Oliveira

RESUMO

Palavras-chave: Planeamento; Gestão; Execução; BIM; Lean Construction; Sustentabilidade

Este trabalho de investigação aborda os desafios e as transformações contemporâneas no setor da construção civil, focando-se na integração de inovação tecnológica, sustentabilidade e práticas de gestão. A construção civil, sendo uma das indústrias mais tradicionais e complexas, enfrenta obstáculos históricos relacionados com atrasos, custos excedidos, baixa produtividade e impactos ambientais negativos. A partir de uma análise crítica da literatura e do estado da arte, este estudo explora as mudanças em três dimensões fundamentais: planeamento, gestão e execução de projetos. No planeamento, observa-se uma aposta cada vez maior em ferramentas digitais e métodos colaborativos que permitem integrar diferentes intervenientes, aumentar a eficiência dos processos e tornar os prazos de execução mais realistas e controláveis. Na gestão, a digitalização e o uso de plataformas especializadas revelam-se essenciais para otimizar a coordenação entre stakeholders, a tomada de decisão e o controlo de custos. Quanto à execução, a aplicação de tecnologias emergentes, como drones, sensores IoT e prefabricação modular, tem permitido mitigar riscos operacionais, aumentar a segurança e reduzir desperdícios. Ao mesmo tempo, a sustentabilidade afirma-se como uma exigência cada vez mais presente, incentivando o uso de materiais amigos do ambiente, a aplicação de princípios de economia circular e a valorização de certificações ambientais, embora ainda exista uma diferença notória entre aquilo que é defendido teoricamente e o que se verifica na prática. Este estudo identifica ainda limitações do setor, como a resistência à mudança e a escassez de mão de obra qualificada, que dificultam a implementação integral das boas práticas. Este trabalho propõe reflexões para a formação profissional, enfatizando a necessidade de capacitação multidisciplinar e digital. Apresenta recomendações para acelerar a transição do setor para modelos mais inovadores e sustentáveis, reconhecendo as tensões entre planeamento ideal e execução real, e destacando a importância de um equilíbrio entre tradição e inovação.

ABSTRACT

Keywords: Planning; Management; Execution; BIM; Lean Construction; Sustainability

This research addresses the contemporary challenges and transformations in the construction sector, focusing on the integration of technological innovation, sustainability, and management practices. As one of the most traditional and complex industries, construction continues to face structural obstacles such as delays, cost overruns, low productivity, and negative environmental impacts. Based on a critical review of the literature and state of the art, this study explores changes across three key dimensions: planning, project management, and execution. In planning, the growing use of digital tools and collaborative methods enables better stakeholder integration, enhances process efficiency, and allows for more realistic and controllable timelines. In management, digitalization and specialized platforms prove essential to optimize coordination among stakeholders, support decision-making, and strengthen cost control. In execution, emerging technologies such as drones, IoT sensors, and modular prefabrication are helping to mitigate operational risks, improve safety, and reduce waste. At the same time, sustainability is becoming an increasingly pressing demand, encouraging the adoption of eco-friendly materials, circular economy principles, and environmental certifications, although a significant gap remains between theoretical discourse and practical implementation. This study also highlights persistent sectoral limitations, including resistance to change and a shortage of qualified labour, which hinder the full adoption of best practices. Finally, this work proposes reflections for professional training, emphasizing the need for multidisciplinary and digital skills. It presents recommendations to accelerate the transition toward more innovative and sustainable models, recognizing the tensions between ideal planning and real execution, and underlining the importance of balancing tradition and innovation in the construction industry.

BIM EM PORTUGAL ANÁLISE DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

BIM in Portugal Cost-benefit analysis

ALEXANDRO MANUEL DA SILVA PEREIRA

73 páginas • 01 anexo
73 pages • 01 annex

Orientador ISEP (ISEP supervisor)

• Maria do Rosário Santos Oliveira

RESUMO

Palavras-chave: BIM; Building Information Modeling; Gestão da Construção

A comunicação entre profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) historicamente apresenta dificuldades que frequentemente resultam em falhas de projeto e derrapagens do orçamento. Nesse contexto, a metodologia Building Information Modeling (BIM) surge como uma solução transformadora, ao integrar as diferentes disciplinas em um ambiente colaborativo. Guiada por normas, guias e manuais, essa abordagem não apenas reduz ambiguidades e aperfeiçoa a coordenação entre os intervenientes, como também promove maior eficiência, controlo de custos e prazos, além de elevar a qualidade em todas as fases do processo construtivo. A presente dissertação tem como objetivo analisar o panorama da implementação da metodologia em Portugal, identificando as suas aplicações, benefícios, desafios, bem como refletir sobre o seu potencial futuro.

Para realizar esta análise foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a evolução do BIM, os principais softwares utilizados e exemplos da sua implementação internacional, permitindo compreender as boas práticas e a maturidade da adoção desta metodologia noutros países. Em complemento, procedeu-se à utilização de um formulário enviado a empresas portuguesas de projeto, construção, fiscalização e consultoria, através do qual se recolhem dados relativos ao grau de utilização do BIM, ferramentas mais comuns, benefícios reconhecidos e ainda dificuldades encontradas. Os resultados evidenciam que, apesar de os benefícios do BIM serem amplamente reconhecidos, a adoção em Portugal permanece limitada e concentrada em algumas empresas de maior dimensão. As principais barreiras identificadas foram o custo elevado de implementação, a falta de conhecimento técnico especializado, a resistência à mudança e ainda a ausência de pressão regulatória. Conclui-se que o crescimento do BIM em Portugal depende de medidas, tais como, a redução dos custos de acesso, a promoção de formação especializada, a definição de políticas que incentivem ou obriguem à sua utilização em projetos públicos e a demonstração clara do retorno económico da sua implementação. Comparativamente com outros países europeus, Portugal apresenta um atraso significativo, o que reforça a necessidade de uma aposta estratégica nacional que permita acelerar o desenvolvimento do setor da construção.

ABSTRACT

Keywords: BIM; Building Information Modeling; Construction Management

Communication among professionals in Architecture, Engineering and Construction (AEC) has historically faced difficulties that often lead to design flaws and budget overruns. In this context, Building Information Modeling (BIM) methodology emerges as a transformative solution by integrating different disciplines into collaborative environment. Guided by standards, guidelines and manuals, this approach not only reduces ambiguities and improves coordination among stakeholders, but also promotes greater efficiency, cost and schedule control, while enhancing quality throughout all phases of the construction process. This dissertation aims to analyse the landscape of BIM implementation in Portugal, identifying its applications, benefits, and challenges, as well as reflecting on its future potential. To conduct this analysis, a literature review was carried out on the evolution of BIM, the main softwares used and examples of its international implementation, providing insights into the best practices and the maturity of adoption in other countries. In addition, a survey was distributed to Portuguese companies in design, construction, supervision and consultancy, through which data was collected regarding the degree of BIM usage, the most common tools, recognized benefits and existing difficulties. The results show that, although the benefits of BIM are widely recognized, its adoption in Portugal remains limited and concentrated in larger companies. The main barriers identified were the high cost of implementation, the lack of specialized technical knowledge, resistance to change and the absence of regulatory pressure. It is concluded that the growth of BIM in Portugal depends on measures such as reducing access costs, promoting specialized training, defining policies that encourage or mandate its use in public projects and clearly demonstrating its economic return. Compared with other European countries, Portugal shows a significant delay, highlighting the need for a national strategic commitment to accelerate the development of the construction sector.

IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE GESTÃO DE ATIVOS

IMPLEMENTATION OF PUBLIC ASSET MANAGEMENT POLICIES

HUMBERTO JOSÉ DE SOUSA BORGES

74 páginas • 15 anexos
74 pages • 15 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Jaime Gabriel Silva

RESUMO

Palavras-chave: Gestão de ativos; Políticas públicas; ISO 55011

A dissertação aborda a implementação de políticas públicas de gestão de ativos (GA), com ênfase no setor público e no enquadramento das normas internacionais, em especial a ISO 55011. O tema revelou-se pertinente face às exigências crescentes de eficiência, transparência e sustentabilidade na administração pública, sobretudo na gestão de infraestruturas e património edificado. A investigação demonstra que a adoção de práticas estruturadas de GA permite otimizar a utilização de recursos, melhorar a tomada de decisão e reforçar a governança, enquanto promove maior confiabilidade e redução de riscos. O estudo, destaca o contributo das normas ISO 55000 e ISO 55011 como referenciais de boas práticas, analisa a experiência nacional, identifica avanços em setores como abastecimento de água, saneamento, energia e transportes, e a crescente relevância da certificação em GA para entidades públicas e privadas. A investigação evidencia, ainda, desafios estruturais, como lacunas de informação, necessidade de capacitação técnica, resistências culturais e restrições financeiras. Conclui que o fortalecimento de instrumentos de política pública, a definição de enquadramentos legais claros, a criação de modelos de planos de gestão de ativos e o uso sistemático de indicadores de desempenho são fatores essenciais para consolidar a GA em Portugal e garantir a sustentabilidade da gestão de infraestruturas e serviços públicos.

ABSTRACT

Keywords: Asset management; Public policies; ISO 55011

The dissertation addresses the implementation of public policies for asset management (AM), with emphasis on the public sector and within the framework of international standards, particularly ISO 55011. The subject is relevant given the increasing demands for efficiency, transparency, and sustainability in public administration, especially in the management of infrastructures and public property. The research demonstrates that adopting structured AM practices makes it possible to optimize resource use, improve decision-making, and strengthen governance, while promoting greater reliability and risk reduction. The study highlights the contribution of ISO 55000 and ISO 55011 standards as references for best practices, analyses the national experience, identifies progress in sectors such as water supply, sanitation, energy, and transport, and emphasizes the growing relevance of AM certification for both public and private entities. The research also identifies structural challenges, such as information gaps, the need for technical training, cultural resistance, and financial constraints. It concludes that strengthening public policy instruments, establishing clear legal frameworks, developing model asset management plans, and the systematic use of performance indicators, are essential factors for consolidating AM in Portugal and ensuring the sustainable management of infrastructures and public services.

GESTÃO DE ATIVOS DE UM COMPLEXO INDUSTRIAL

Asset Management of an Industrial Complex

RÚBEN GONÇALVES SANTOS

76 páginas • 03 anexos
76 pages • 03 annexes

Orientador ISEP (ISEP supervisor) • Jaime Gabriel Silva

RESUMO

Palavras-chave: Gestão de Ativos; Manutenção Preventiva e Preditiva; Complexo Industrial

A presente dissertação tem como objetivo propor e aplicar uma metodologia de Gestão de Ativos (GA) a um complexo industrial, tendo em vista a otimização do ciclo de vida dos ativos, a racionalização dos custos globais e a melhoria do desempenho organizacional numa ótica de sustentabilidade empresarial. A relevância do tema advém da crescente exigência das organizações em garantir eficiência operacional, segurança, conformidade normativa e criação de valor a longo prazo. Após uma revisão do estado da arte, abordando conceitos como ciclo de vida, análise de risco, enquadramento normativo e de maturidade das organizações, foi desenvolvido um modelo de avaliação alinhado com a ISO 55001. Esse modelo foi aplicado a um caso de estudo, no qual foram identificados e caracterizados os principais ativos e serviços associados. A aplicação permitiu refletir sobre as práticas existentes e demonstrou a necessidade de reforçar estratégias de manutenção preventiva e preditiva, apoiadas pela digitalização e pela monitorização contínua. De forma genérica, constatou-se que a adoção de um plano estruturado de manutenção e renovação contribui para reduzir a exposição a falhas, melhorar a fiabilidade operacional, promover maior sustentabilidade ambiental e potenciar a valorização do empreendimento. Conclui-se que a implementação progressiva de um Sistema de Gestão de Ativos, segundo a ISO 55001 e adaptado à realidade da organização, representa um caminho viável para aumentar a resiliência, competitividade e sustentabilidade de infraestruturas industriais. Apesar de se tratar de um estudo académico, os resultados obtidos evidenciam o potencial de aplicação prática e constituem um contributo relevante para o desenvolvimento de modelos de gestão integrados no setor.

ABSTRACT

Keywords: Asset Management; Preventive and Predictive Maintenance; Industrial Complex

The present dissertation aims to propose and apply an Asset Management (AM) methodology to an industrial complex, with the purpose of optimising asset life cycles, rationalising overall costs, and improving organisational performance within a perspective of corporate sustainability. The relevance of this subject arises from the growing need for organisations to ensure operational efficiency, safety, regulatory compliance, and long-term value creation. Following a review of the state of the art, covering concepts such as life cycle, risk analysis, regulatory frameworks and organisational maturity, an evaluation model aligned with ISO 55001 was developed. This model was then applied to a case study, in which the main assets and related services were identified and characterised. The application enabled a reflection on existing practices and highlighted the need to reinforce preventive and predictive maintenance strategies, supported by digitalisation and continuous monitoring. In general terms, it was observed that adopting a structured maintenance and renewal plan contributes to reducing exposure to failures, improving operational reliability, enhancing environmental sustainability, and increasing the overall value of the facility. It was concluded that the progressive implementation of an Asset Management System, in accordance with ISO 55001 and adapted to the organisation's context, represents a viable path towards greater resilience, competitiveness, and sustainability of industrial infrastructures. Although this is an academic study, the findings demonstrate the potential for practical application and provide a relevant contribution to the development of integrated management models in the sector.

