

Controlo de Qualidade em Obra Digitalização de Processos

RITA MIRANDA DA COSTA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

OUTUBRO DE 2024

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2023/2024

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

✉ m.ec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Engenharia Civil – 2023/2024 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2024*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pela respetiva Autora.

À minha família e amigos

A preparação é a chave para o sucesso.

Alexander Graham Bell

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão não só a todas as pessoas e instituições que contribuíram diretamente para a concretização desta dissertação, mas também a todos aqueles que me apoiaram ao longo de todo o meu percurso universitário. O vosso suporte e encorajamento foram essenciais para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Alfredo Soeiro, por todas as recomendações e sabedoria que comigo partilhou.

À Buildgest, especialmente aos Engenheiros Nuno Rocha e João Fontes, pelo apoio e orientação prestados ao longo deste processo.

Um obrigada especial à minha família pelo apoio incondicional e paciência ao longo desta jornada.

E por fim, e o mais importante, um enorme obrigada aos meus amigos, que sempre acreditaram em mim e nunca me deixaram desistir.

RESUMO

Nos últimos anos, a digitalização dos processos de controlo de qualidade em obras de construção civil tem se tornado uma necessidade, impulsionada pelo avanço das tecnologias e pela crescente complexidade dos projetos. Este trabalho tem como objetivo principal explorar e analisar a aplicação de tecnologias digitais, especificamente a plataforma *Autodesk Build*, para otimizar os processos de controlo de qualidade em projetos de construção.

A metodologia adotada neste estudo incluiu uma revisão abrangente da literatura sobre o tema, seguida de uma análise detalhada de casos de estudo e a implementação prática de uma solução digital num projeto específico. A revisão de literatura abordou conceitos fundamentais sobre controlo de qualidade, digitalização na construção civil e as vantagens e desafios da adoção de tecnologias digitais. A análise de casos de estudo permitiu identificar práticas bem-sucedidas e lições aprendidas de outras experiências na indústria.

Este estudo conclui que a adoção de tecnologias digitais, como o *Autodesk Build*, é um passo fundamental para a evolução da indústria da construção rumo à Construção 4.0. A digitalização dos processos de controlo de qualidade não só melhora a eficiência operacional, mas também contribui para a redução de erros, retrabalho e custos, aumentando assim a competitividade das empresas de construção.

Em suma, a pesquisa reforça a importância da inovação tecnológica na construção civil e fornece um guia prático para a implementação de soluções digitais em projetos de controlo de qualidade, destacando os benefícios e desafios associados a essa transformação.

PALAVRAS-CHAVE: Controlo de qualidade, digitalização, Autodesk Build, Construção 4.0, gestão de projetos.

ABSTRACT

In recent years, the digitization of quality control processes in construction projects has become an urgent necessity, driven by technological advancements and the increasing complexity of projects. This study aims to explore and analyze the application of digital technologies, specifically the Autodesk Build platform, to optimize quality control processes in construction projects.

The methodology adopted in this study included a comprehensive literature review on the topic, followed by a detailed analysis of case studies and the practical implementation of a digital solution in a specific project. The literature review covered fundamental concepts of quality control, digitization in construction, and the advantages and challenges of adopting digital technologies. The analysis of case studies allowed the identification of successful practices and lessons learned from other industry experiences.

This study concludes that the adoption of digital technologies, such as Autodesk Build, is a fundamental step for the evolution of the construction industry towards Construction 4.0. The digitization of quality control processes not only improves operational efficiency but also contributes to reducing errors, rework, and costs, thus increasing the competitiveness of construction companies.

In summary, the research reinforces the importance of technological innovation in construction and provides a practical guide for implementing digital solutions in quality control projects, highlighting the benefits and challenges associated with this transformation.

KEYWORDS: Quality control, digitization, Autodesk Build, Construction 4.0, project management.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE FIGURAS	X
ÍNDICE TABELAS	XI
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	XII

1 INTRODUÇÃO1

1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 PERGUNTA DE INVESTIGAÇÃO	2
1.4 ESTRUTURA	3

2 ESTADO DA ARTE5

2.1 CASOS DE ESTUDO.....	5
2.1.1 INVESTIGAÇÃO NO ESTABELECIMENTO DE SISTEMAS DE CONTROLO DE QUALIDADE E DE GESTÃO DE RISCOS	7
2.1.2 GESTÃO MODERNA DA CONSTRUÇÃO.....	8
2.1.3 AUTO – AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE PME DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL	9
2.1.4 QUALIDADE NA GESTÃO DA CONSTRUÇÃO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO	9
2.1.5 TRÊS ENTIDADES PARA MAXIMIZAR A QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO CRIATIVA.....	10
2.1.6 COMPREENDER AS IMPLICAÇÕES DA DIGITALIZAÇÃO E DA AUTOMATIZAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0: UMA ABORDAGEM DE TRIANGULAÇÃO E ELEMENTOS DE UMA AGENDA DE INVESTIGAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	11
2.1.7 MECANISMOS DE CONTROLO DA QUALIDADE E CONFORMIDADE EM OBRA RECORRENDO AO PROGRAMA INFORMÁTICO SICCO.....	11
2.1.8 CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA - ANÁLISE DE SISTEMAS INFORMÁTICOS	12
2.1.9 RUMO À DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: ESTADO DA ARTE DA CONSTRUÇÃO 4.0...	13
2.1.10 CONSTRUÇÃO 4.0: UMA PLATAFORMA DE INOVAÇÃO PARA O AMBIENTE CONSTRUÍDO.....	14
2.1.11 IMPACTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS NO CONTROLO DA QUALIDADE.....	15
2.1.12 DIGITALIZAÇÃO DO CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA – ANÁLISE DE SISTEMAS INFORMÁTICOS ..	16
2.1.13 ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA DIGITALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO.....	17
2.1.14 AUTOCONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA	18
2.1.15 CONCEÇÃO DE UM SISTEMA GÉMEO DIGITAL BASEADO NUMA ABORDAGEM CENTRADA NO UTILIZADOR PARA MELHORAR O CONTROLO DE QUALIDADE NOS ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO.....	18
2.1.16 DIGITALIZAÇÃO NO CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA	19
2.1.17 GESTÃO DA QUALIDADE E DO ENCERRAMENTO NA ERA DIGITAL.....	20
2.1.18 CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA - DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS.....	21
2.1.19 UMA ANÁLISE CONCEITUAL NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	23
2.1.20 A MODULAR POWER SOLUTIONS PADRONIZA O SEU PROCESSO DE FABRICO COM O AUTODESK BUILD.....	23
2.1.21 COMO A ARCADIS OPTIMIZOU O PROCESSO DE INSPEÇÃO COM O AUTODESK BUILD	24
2.1.22 A HERMANSON AUTOMATIZA E CONECTA O PROCESSO DE FABRICAÇÃO COM O AUTODESK BUILD .	25

2.1.23 INVESTIGAÇÃO SOBRE ESTRATÉGIAS DE CONTROLO DA QUALIDADE E DE GESTÃO DA SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	25
2.1.24 COMO A PENTA CONSTRUIU UMA PISTA DE FÓRMULA 1 EM TEMPO RECORDE.....	26

3 ANÁLISE CRÍTICA DOS CASOS DE ESTUDO29

3.1 CONTROLO DE QUALIDADE	29
3.1.1 MODELOS DE CONTROLO DE QUALIDADE	30
3.2 DIGITALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO	34
3.3 ANÁLISE CRÍTICA	36
3.4 CONCLUSÃO	39

4 APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE PROPOSTO.....43

4.1 AUTODESK BUILD.....	43
4.2 RECURSOS EDUCACIONAIS E DE SUPORTE DO AUTODESK BUILD.....	45
4.3 FERRAMENTAS DO AUTODESK BUILD	45
4.3.1 FOLHAS.....	45
4.3.2 FICHEIROS.....	47
4.3.3 ESPECIFICAÇÕES.....	47
4.3.4 PROBLEMAS	48
4.3.5 FORMULÁRIOS	49
4.3.6 FOTOS	51
4.3.7 RFIs	52
4.3.8 SUBMISSÕES	53
4.3.9 REUNIÕES	55
4.3.10 CORRESPONDÊNCIA.....	56
4.3.11 CRONOGRAMA.....	58
4.3.12 RECURSOS.....	59
4.3.13 RELATÓRIOS.....	59
4.3.14 PONTE	60
4.3.15 LOCALIZAÇÕES	61
4.4 CONCLUSÃO	62

5 APLICAÇÃO DO AUTODESK BUILD EM OBRA65

5.1 A EMPRESA.....	66
5.2 A OBRA	66
5.3 APLICAÇÃO DO AUTODESK BUILD EM OBRA	67
5.3.1 FORMULÁRIOS	68
5.3.2 ESPECIFICAÇÕES.....	70
5.3.3 CORRESPONDÊNCIA.....	71
5.3.4 CRONOGRAMA.....	72
5.3.5 RECURSOS.....	72
5.3.6 RELATÓRIOS.....	74
5.3.7 PONTE	74
5.3.8 LOCALIZAÇÕES	75
5.4 CONCLUSÃO	76

6 CONCLUSÕES	79
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	81
6.3 REFLEXÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1 - Sistema de controlo de qualidade [1]	7
Figura 2.2 - Aspetos da qualidade na construção [2]	8
Figura 2.3 - Fatores de Qualidade, adaptado de [4]	10
Figura 2.4 - Análise do <i>software</i> SICCO [8]	13
Figura 2.5 - Princípios da Construção 4.0 [9]	13
Figura 2.6 - <i>Framework</i> de implementação do conceito de Construção 4.0 [9]	14
Figura 2.7 - Componentes chave da Indústria 4.0 [10]	15
Figura 2.8 - Informação desordenada vs. informação ordenada, respetivamente [11]	16
Figura 2.9 - Cinco fases para adotar um sistema de gestão de qualidade [17]	21
Figura 2.10 – Utilização do <i>Autodesk Build</i> pela Modular Power Solutions [20]	23
Figura 2.11 - Utilização do <i>Autodesk Build</i> pela Arcadis [21]	24
Figura 2.12 - Utilização do <i>Autodesk Build</i> pela Hermerson [22]	25
Figura 2.13 - Utilização do <i>Autodesk Build</i> pela PENTA [24]	26
Figura 3.1 - Relação entre as entidades intervenientes, [29]	32
Figura 3.2 - As Revoluções Industriais [16]	34
Figura 3.3 - O ambiente "Construção 4.0" possibilitado pelo uso intensivo de tecnologias digitais [33]	35
Figura 4.1 - Folhas no <i>Autodesk Build</i>	46
Figura 4.2 - Ficheiros no <i>Autodesk Build</i>	47
Figura 4.3 - Tipos de problemas no <i>Autodesk Build</i>	48
Figura 4.4 - Fluxo de trabalho para utilizar a ferramenta Formulários [42]	49
Figura 4.5 - Exemplo de relatório diário disponibilizado pelo Autodesk Build	50
Figura 4.6 - Fotos no <i>Autodesk Build</i>	51
Figura 4.7 - RFIs no <i>Autodesk Build</i>	52
Figura 4.8 - Submissões no <i>Autodesk Build</i>	54
Figura 4.9 - Fluxo de trabalho das reuniões[47]	55
Figura 4.10 - Diagrama de fluxo de trabalho de correspondência [50]	57
Figura 4.11 - Fluxo de trabalho das localizações [60]	62
Figura 5.1 - Modelo 3D do Edifício Rua da Bélgica [Fonte: Buildgest]	67
Figura 5.2 - Página inicial relativamente à obra Le Parc	67
Figura 5.3 - Exemplo de Formulário de Vistorias	68
Figura 5.4 - Exemplo de Formulário Diário de Inspeção	69
Figura 5.5 - Especificações da obra no <i>Autodesk Build</i>	70
Figura 5.6 – Plano de Trabalhos	72
Figura 5.7 – Categorias para os Recursos	73
Figura 5.8 - Criação de Relatórios	74

ÍNDICE TABELAS

Tabela 2.1 - Tabela dos Casos de Estudo	5
Tabela 2.2 - Avaliação comparativa com a utilização do <i>software</i> SICCO [7].....	12
Tabela 2.3 - Tabela comparativa dos programas FIELSWIRE e SICCO [12]	16
Tabela 2.4 - Níveis de adoção das tecnologias pelas empresas [13]	17
Tabela 2.5 - Matriz de análise de controlo de qualidade, adaptada de [14].....	18
Tabela 2.6 - Análise comparativa dos programas [16]	19
Tabela 2.7 - Análise comparativa do <i>software</i> Procore e do sistema da empresa [18].....	21
Tabela 3.1 - Comparação dos Programas de Controlo de Qualidade na Construção	41
Tabela 4.1 - Ferramentas disponíveis no aplicativo móvel [37]	44
Tabela 4.2 - Tipos de relatórios disponíveis [57]	60

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ACC: *Autodesk Construction Cloud*

AEC: Arquitetura, Engenharia e Construção

BIM: *Building Information Modeling* (Modelação da Informação da Construção)

GGQ: Gestor Geral da Qualidade

IoT: *Internet of Things* (*Internet das Coisas*)

MQ: Manual de Qualidade

OCR: *Optical Character Recognition* (Reconhecimento Ótico de Caracteres)

PESTEL: Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental e Legal

PGGQ: Plano Geral de Garantia da Qualidade

PME: Pequenas e Médias Empresas

PQ: Plano de Qualidade

RFIs: Requests for Information (Pedidos de Informação)

SGQ: Sistema de Gestão de Qualidade

SICCO: Sistema Integrado de Controlo da Conformidade em Obra

TQM: *Total Quality Management* (Gestão da Qualidade Total)

1

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

Nos últimos anos, a indústria da construção civil tem passado por transformações significativas impulsionadas pelo avanço tecnológico e pela necessidade crescente de melhorar a eficiência, qualidade e sustentabilidade dos projetos. Neste contexto, o controlo de qualidade em obra emerge como um elemento crucial para garantir a conformidade com padrões reguladores, reduzir desperdícios e custos operacionais, e assegurar a entrega de projetos dentro dos prazos e orçamentos estabelecidos.

A digitalização dos processos de controlo de qualidade representa uma evolução natural e necessária neste setor. Tecnologias como BIM (*Building Information Modeling*), IoT (*Internet of Things*), inteligência artificial e plataformas de gestão de projetos têm revolucionado a forma como os empreiteiros, gestores de projeto e todas as partes interessadas colaboram e gerenciam informações críticas ao longo do ciclo de vida de uma obra. Estas tecnologias não só facilitam a captura e análise de dados em tempo real, mas também melhoram a precisão, transparência e comunicação entre todos os envolvidos.

A qualidade na construção civil é um fator determinante para o sucesso dos projetos, influenciando diretamente a durabilidade das edificações, a satisfação dos clientes e a segurança dos usuários finais. A falta de controlo de qualidade pode resultar em falhas estruturais, custos adicionais de reparação, atrasos na entrega e, em casos extremos, riscos à integridade física dos ocupantes. Portanto, um sistema eficaz de controlo de qualidade é essencial para garantir que os projetos sejam executados de acordo com as especificações e normas técnicas.

A adoção de tecnologias digitais na construção civil tem sido impulsionada pela necessidade de superar os desafios tradicionais do setor, como a baixa produtividade, a fragmentação dos processos e a ineficiência na gestão de recursos. A implementação de BIM, por exemplo, permite a criação de modelos digitais precisos das edificações, facilitando a visualização, simulação e coordenação entre as diferentes disciplinas envolvidas no projeto. O IoT, por sua vez, possibilita o monitoramento em tempo real das condições do ambiente de construção, permitindo a deteção precoce de problemas e a tomada de decisões mais informadas.

A inteligência artificial e o *machine learning* estão a ser cada vez mais integrados nas plataformas de gestão de projetos, oferecendo capacidades avançadas de análise de dados e previsões. Essas tecnologias podem identificar padrões em grandes volumes de dados, prever possíveis falhas e sugerir ações corretivas, melhorando significativamente o controlo de qualidade e a eficiência operacional.

O *Autodesk Build* é uma plataforma de gestão de construção que integra diversas funcionalidades projetadas para melhorar a colaboração, a transparência e a eficiência dos projetos de construção. Com ferramentas para gestão de documentos, coordenação de equipas, rastreamento de problemas e inspeções de qualidade, o *Autodesk Build* oferece uma solução abrangente para os desafios de controlo de qualidade na construção civil.

A digitalização na construção civil não só moderniza as operações, mas também promove uma transformação cultural e organizacional. A adoção de tecnologias como o *Autodesk Build* facilita a comunicação eficiente, a colaboração em tempo real e a integração de informações críticas, permitindo decisões mais informadas e uma gestão mais eficaz dos recursos e processos.

A presente dissertação foi inspirada na pesquisa anterior de Rui Pereira, cuja dissertação de Mestrado abordou o tema "Controlo de Qualidade em Obra – Digitalização de Processos". Esta investigação proporcionou uma base teórica e metodológica valiosa, concentrando-se na digitalização na construção e na análise detalhada do *software* Procore. Ao expandir este trabalho, foi explorado como a implementação do *Autodesk Build* pode complementar e estender essas análises, focando-se em soluções tecnológicas específicas que potenciam a gestão de qualidade em obras.

1.2 OBJETIVOS

Esta dissertação foi elaborada no contexto da obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, com especialização em Construções, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em parceria com a Buildgest, empresa que propôs o tema em questão.

O principal objetivo desta dissertação é investigar e identificar os processos de digitalização na indústria da construção. Em particular, procura-se compreender como o *software Autodesk Build* pode promover a eficiência e o controlo de qualidade numa obra. Os objetivos específicos incluem:

- Analisar a literatura existente sobre a digitalização dos processos de construção e controlo de qualidade.
- Avaliar as funcionalidades do *Autodesk Build* e o seu impacto na gestão de projetos de construção.
- Implementar o *Autodesk Build* num caso de estudo específico para observar os seus efeitos práticos.

1.3 PERGUNTA DE INVESTIGAÇÃO

Este estudo procura responder à seguinte pergunta de investigação: "Como é que a digitalização pode melhorar os processos de controlo de qualidade na construção civil?"

A digitalização é um conceito abrangente que envolve a utilização de tecnologias digitais para transformar processos, melhorar a eficiência e promover a inovação. No contexto da construção civil, a digitalização pode incluir o uso de *softwares* de gestão de projetos, ferramentas de modelagem de informação da construção (BIM), dispositivos de Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, entre outras tecnologias. Cada uma destas tecnologias pode oferecer benefícios específicos para os processos de controlo de qualidade, mas a sua eficácia e impacto podem variar significativamente dependendo de como são implementadas e integradas nos processos existentes.

Para responder à pergunta de investigação, foi adotada uma metodologia que incluiu uma revisão da literatura existente e a aplicação prática do *Autodesk Build* num caso de estudo. A revisão da literatura forneceu uma base teórica sólida para compreender o estado da arte e o caso de estudo envolveu a aplicação do *Autodesk Build* num projeto de construção específico, permitindo a avaliação prática das suas funcionalidades e impacto.

A digitalização dos processos na construção civil promete benefícios significativos, mas é essencial investigar como essas tecnologias podem ser implementadas eficazmente em cenários reais. A pergunta de investigação orienta a pesquisa para identificar as melhores práticas e os desafios associados à adoção dessas tecnologias.

1.4 ESTRUTURA

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos principais:

- O Capítulo 1 - Introdução - estabelece o contexto e a relevância do estudo, destacando as transformações recentes na indústria da construção civil e a importância crescente do controlo de qualidade. São apresentados os objetivos da dissertação, a pergunta de investigação e uma visão geral da estrutura do trabalho. Este capítulo serve como uma base para o leitor compreender a motivação e a direção da pesquisa.
- No Capítulo 2 - Estado da Arte - é realizada uma revisão detalhada da literatura existente sobre o controlo de qualidade na construção civil, com ênfase especial na digitalização e automatização dos processos. A revisão inclui estudos anteriores, artigos científicos, e casos de aplicação prática de tecnologias digitais, como o BIM, IoT, e ferramentas de gestão de projetos. O objetivo deste capítulo é fornecer um panorama abrangente das tendências e desenvolvimentos recentes na área, bem como identificar lacunas na pesquisa que este estudo pretende preencher.
- O Capítulo 3 - Análise Crítica dos Casos de Estudo - apresenta uma análise crítica de vários casos de estudo relevantes que exploram diferentes abordagens e tecnologias utilizadas no controlo de qualidade em obra. A análise inclui uma avaliação das metodologias empregadas, os resultados obtidos, e as lições aprendidas de cada caso. Além disso, são discutidas as implicações práticas desses casos para a implementação de tecnologias digitais na construção civil. Este capítulo fornece uma base empírica para a investigação, demonstrando como as teorias e conceitos discutidos no capítulo anterior são aplicados na prática.
- O Capítulo 4 - Apresentação do *Software* Proposto - é dedicado à apresentação detalhada do *software Autodesk Build*, uma das principais ferramentas analisadas nesta dissertação. São descritas as funcionalidades principais do *software*, as suas capacidades de integração com outras tecnologias, e os benefícios específicos que oferece para a gestão de projetos e controlo de qualidade na construção civil. A apresentação inclui capturas de tela, diagramas de fluxo de trabalho e exemplos práticos de uso do *software*, proporcionando ao leitor uma compreensão clara de como o *Autodesk Build* pode ser utilizado para otimizar processos de construção.
- O Capítulo 5 - Aplicação do *Autodesk Build* em Obra - é descrito um caso de estudo específico onde o *Autodesk Build* foi aplicado num projeto real de construção. O caso de estudo detalha o contexto do projeto, os desafios enfrentados, as soluções implementadas com o uso do *software*, e os resultados obtidos. São apresentados dados quantitativos e qualitativos para avaliar o impacto do *Autodesk Build* no controlo de qualidade, incluindo melhorias na eficiência, redução

de erros e feedback dos utilizadores. Este capítulo demonstra a aplicação prática das teorias e tecnologias discutidas nos capítulos anteriores, validando as hipóteses da pesquisa.

- O Capítulo 6 - Conclusões - sintetiza as principais conclusões do estudo, destacando as contribuições mais significativas para a área de controlo de qualidade na construção civil. São discutidos os resultados da pesquisa em relação aos objetivos e à pergunta de investigação, e são identificadas as principais limitações do estudo. Além disso, são propostas áreas para desenvolvimentos futuros, sugerindo direções para pesquisas adicionais e possíveis melhorias nas práticas de digitalização e controlo de qualidade. Este capítulo encerra a dissertação com uma reflexão crítica sobre os achados e o seu impacto potencial na indústria da construção.

2

ESTADO DA ARTE

O presente estado da arte visa fornecer uma visão abrangente e atualizada sobre o controlo de qualidade em obra, com especial foco na digitalização de processos. Num contexto onde a eficiência, a precisão e a transparência são cada vez mais valorizadas na gestão de projetos de construção, a integração de tecnologias digitais e sistemas de controlo de qualidade desempenha um papel fundamental na melhoria dos processos e na garantia da excelência na entrega final.

Para construir uma compreensão sólida e informada sobre o estado atual do conhecimento, foi conduzida uma extensa revisão da literatura, abrangendo uma variedade de fontes confiáveis. A metodologia adotada para esta revisão envolveu a pesquisa sistemática de artigos publicados em revistas científicas de renome, bem como a exploração de plataformas de pesquisa académica amplamente reconhecidas, como o *Scopus*, a *ResearchGate* e o *Science Direct*. Além disso, foram consultados repositórios de universidades, tanto *online* como presencialmente na biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, visando encontrar trabalhos académicos relevantes e contribuições significativas para o avanço do conhecimento nesta área, como são exemplos as dissertações que foram analisadas. A plataforma *online* da *Autodesk Construction Cloud* foi uma fonte essencial de casos de estudos que envolvem o *software Autodesk Build*.

2.1 CASOS DE ESTUDO

Para a análise do tema abordado, foram selecionados 24 casos de estudo relevantes e significativos. A Tabela 2.1 apresenta uma lista dos artigos examinados, seguida por uma descrição detalhada e uma análise aprofundada de cada um deles.

Tabela 2.1 - Tabela dos Casos de Estudo

Ref.	Título	Ano
1	Investigação No Estabelecimento De Sistemas De Controlo De Qualidade E De Gestão De Riscos (<i>Research In Establishment Of Quality Control And Risk Management Systems</i>)	2011
2	Gestão Moderna Da Construção (<i>Modern Construction Management</i>)	2013
3	Auto-Avaliação Do Desempenho De PME Da Construção Em Portugal	2013

Ref.	Título	Ano
4	Qualidade Na Gestão Da Construção: Um Estudo Exploratório (<i>Quality In Construction Management: An Exploratory Study</i>)	2016
5	Três Entidades Para Maximizar A Qualidade Da Construção Criativa (<i>Three Entities To Maximize Creative Construction Quality</i>)	2016
6	Compreender As Implicações Da Digitalização E Da Automatização No Contexto Da Indústria 4.0: Uma Abordagem De Triangulação E Elementos De Uma Agenda De Investigação Para A Indústria Da Construção (<i>Understanding The Implications Of Digitisation And Automation In The Context Of Industry 4.0: A Triangulation Approach And Elements Of A Research Agenda For The Construction Industry</i>)	2016
7	Mecanismos De Controlo Da Qualidade E Conformidade Em Obra Recorrendo Ao Programa Informático SICCO	2018
8	Controlo Da Qualidade Em Obra - Análise De Sistemas Informáticos	2018
9	Rumo À Digitalização Da Indústria Da Construção: Estado Da Arte Da Construção 4.0 (<i>Towards Digitizing The Construction Industry: State Of The Art Of Construction 4.0</i>)	2019
10	Construção 4.0: Uma Plataforma De Inovação Para O Ambiente Construído (<i>Construction 4.0: An Innovation Platform For The Built Environment</i>)	2020
11	Impacto Das Novas Tecnologias No Controlo Da Qualidade	2020
12	Digitalização Do Controlo Da Qualidade Em Obra – Análise De Sistemas Informáticos	2021
13	Análise Da Implementação Da Digitalização Na Construção	2022
14	Autocontrolo Da Qualidade Em Obra	2022
15	Conceção De Um Sistema Gémeo Digital Baseado Numa Abordagem Centrada No Utilizador Para Melhorar O Controlo De Qualidade Nos Estaleiros De Construção (<i>Towards A Digital Twin System Design Based On A User-Centered Approach To Improve Quality Control On Construction Sites</i>)	2022
16	Digitalização No Controlo Da Qualidade Em Obra	2022
17	Gestão Da Qualidade E Do Encerramento Na Era Digital (<i>Quality And Closeout Management In The Digital Age</i>)	2022
18	Controlo Da Qualidade Em Obra - Digitalização De Processos	2023
19	Uma Análise Conceitual Na Implantação De Um Sistema De Gestão De Qualidade (SGQ) Na Construção Civil	2023
20	A Modular Power Solutions Padroniza O Seu Processo De Fabrico Com O Autodesk Build (<i>Modular Power Solutions Standardizes Its Manufacturing Process With Autodesk Build</i>)	2023

Ref.	Título	Ano
21	Como A Arcadis Optimizou O Processo De Inspeção Com O Autodesk Build (How Arcadis Optimised The Inspection Process With Autodesk Build)	2023
22	A Hermanson Automatiza E Conecta O Processo De Fabricação Com O Autodesk Build (Hermanson Automates And Connects Fabrication Process With Autodesk Build)	2023
23	Investigação Sobre Estratégias De Controlo Da Qualidade E De Gestão Da Segurança Na Construção Civil (Research On Quality Control And Safety Management Strategies In Construction Engineering Construction)	2024
24	Como A PENTA Construiu Uma Pista De Fórmula 1 Em Tempo Recorde (How PENTA Built A Formula 1 Racetrack In Record Time)	2024

2.1.1 INVESTIGAÇÃO NO ESTABELECIMENTO DE SISTEMAS DE CONTROLO DE QUALIDADE E DE GESTÃO DE RISCOS

A investigação [1] realizada por Jacob Chen e Jieh-Haur Chen e apresentada na *28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, é centrada na criação de um sistema abrangente de controlo de qualidade e gestão de riscos para projetos de construção.

É identificada a necessidade crítica de organização sistemática, armazenamento e acompanhamento de dados, registos, listas de verificação e fotografias acumuladas durante os controlos de qualidade e inspeções de segurança nos locais de construção. No caso de haver falha nessa organização, não só é afetada a qualidade da engenharia e da segurança na construção, como também é aumentada a carga de trabalho nos locais de construção.

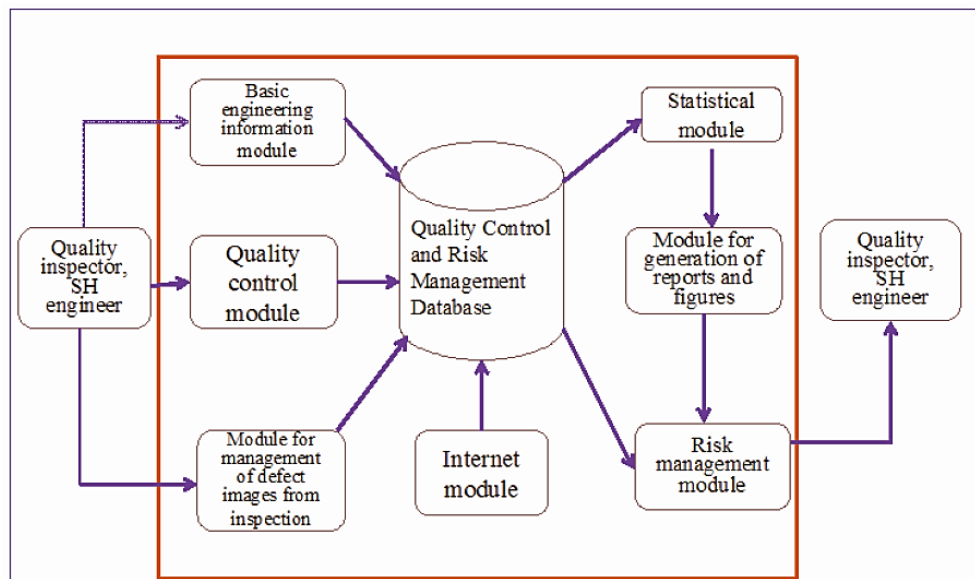


Figura 2.1 - Sistema de controlo de qualidade [1]

Para abordar esta questão, foi desenvolvido um sistema que utiliza tecnologia informática para conduzir atividades de controlo de qualidade e gestão de riscos nos locais de construção. Inclui módulos para organizar planos de construção, organização de planos de qualidade, listas de verificação de materiais e

construção, e listas de verificação de autoinspeção para saúde e segurança. São definidas várias tarefas de inspeção, incluindo inspeções regulares, aleatórias, estatutárias e nodais, abrangendo diferentes aspetos da qualidade da construção, qualidade dos materiais e fatores de segurança. Além disso, o sistema incorpora sete técnicas principais de controlo de qualidade, como Gráficos de Pareto e Diagramas de Causa e Efeito, para identificar tendências e problemas potenciais.

As ferramentas de *software* utilizadas para o desenvolvimento do sistema incluem o Delphi para desenvolvimento de *software*, o MS SQL Server para a base de dados e o MS Excel para relatórios de saída. O sistema é constituído por sete módulos que garantem uma abordagem abrangente (Figura 2.1): informações básicas da engenharia, controlo de qualidade, gestão de defeitos, análise estatística, geração de relatórios, integração na internet, e gestão de riscos.

Em conclusão, a investigação expõe um sistema eficaz que organiza, armazena e acompanha sistematicamente dados relacionados com controlos de qualidade e inspeções de segurança, promovendo, em última instância, a qualidade da construção e reduzindo os riscos nos locais de construção.

2.1.2 GESTÃO MODERNA DA CONSTRUÇÃO

O livro *Modern Construction Management* [2] escrito por Frank Harris e Ronald McCaffer, oferece uma análise abrangente da evolução da gestão da qualidade na indústria da construção, desde os estágios iniciais de controlo até à adoção de uma gestão total da qualidade. Uma das características que distingue este livro é a sua abordagem prática e baseada em casos reais, uma vez que os autores não só explicam os conceitos teóricos como também os ilustram com exemplos da vida real e casos de estudo da indústria da construção.

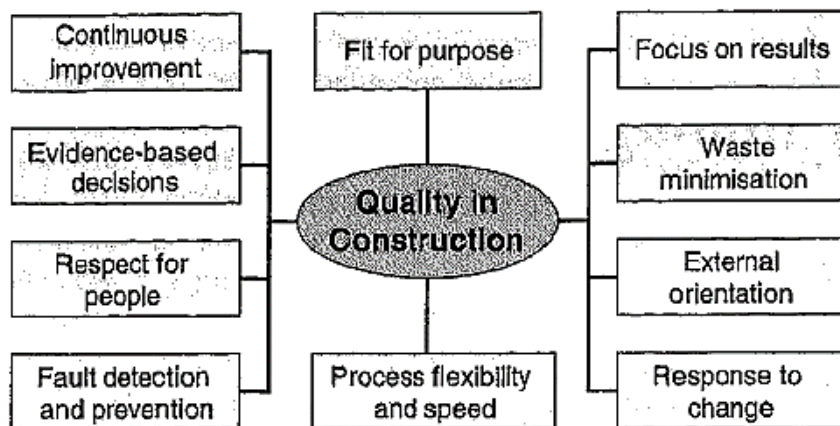


Figura 2.2 - Aspetos da qualidade na construção [2]

Neste livro são exploradas diferentes etapas do controlo da qualidade, desde a garantia da qualidade aos padrões contemporâneos praticados pelas organizações do setor da construção. É também examinada a qualidade no contexto de projetos específicos, que defendem a necessidade de uma colaboração entre clientes e empreiteiros para implementar programas de qualidade eficazes. Além disso, destaca a importância dos sistemas de gestão da qualidade como uma abordagem estruturada para alcançar e manter altos padrões de qualidade ao longo do ciclo de vida do projeto.

A Figura 2.2 mostra vários conceitos que são considerados como tendo uma influência na qualidade de produtos e que têm sido associados com a qualidade na construção. Sendo esses conceitos a melhoria contínua, as decisões baseadas em evidências, o respeito pelas pessoas, a deteção e prevenção de falhas,

ser adequado para o propósito, a flexibilidade e velocidade do processo, o foco nos resultados, a minimização de resíduos, a orientação externa, e a resposta à mudança.

2.1.3 AUTO – AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE PME DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL

A tese de doutoramento [3] de Maria do Rosário Oliveira, desenvolvida na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, apresenta um modelo de autoavaliação de desempenho direcionado às Pequenas e Médias Empresas (PMEs) do setor da construção em Portugal. A pesquisa concentra-se em duas questões principais: a relevância dos critérios de avaliação num contexto específico, como o das PMEs do setor de construção em Portugal, e as relações críticas entre esses critérios para atingir um desempenho empresarial ideal.

O objetivo principal é incentivar o uso de um conjunto de critérios de avaliação pertinentes em ambientes empresariais, facilitando a identificação de práticas e procedimentos de gestão, bem como medidas e indicadores de desempenho relacionados. Esse diagnóstico tem como finalidade avaliar o nível de maturidade da gestão da empresa. Ao compreender esse nível, as PMEs podem identificar deficiências na qualidade e implementar ações para melhorar o controlo das suas operações. Isso pode incluir a revisão e aprimoramento dos processos de construção, garantindo que os padrões de qualidade sejam consistentemente mantidos e que os clientes recebam produtos finais de alta qualidade.

O modelo de autoavaliação proposto pode ajudar a identificar áreas onde a digitalização dos processos pode trazer melhorias significativas. Por exemplo, ao avaliar práticas e procedimentos de gestão, as empresas podem identificar oportunidades para implementar tecnologias digitais que otimizem a comunicação, a gestão de projetos, o acompanhamento de custos e o gerenciamento de recursos. Isso pode incluir a adoção de programas de gerenciamento de projetos, aplicativos móveis para colaboração em campo, sistemas de monitorização de equipamentos, entre outros.

Os resultados do estudo indicaram que os critérios relacionados aos recursos e resultados são considerados fundamentais pelas PMEs da indústria da construção. Em particular, o subcritério relativo à relação e comunicação com clientes foi o mais valorizado, sublinhando a importância dos clientes para essas empresas. Os critérios referentes a pessoas, associações e recursos, assim como os resultados chave, foram os mais destacados na avaliação de desempenho das empresas. A análise demonstrou conexões significativas entre os critérios de recursos e resultados, revelando uma rede de influências diretas entre eles.

Os modelos desenvolvidos permitiram uma avaliação quantitativa das práticas e procedimentos das PMEs, bem como das métricas de perceção e dos indicadores de desempenho que elas acompanham. Foi observado que nem todos os critérios têm a mesma contribuição para os índices de recursos e resultados, e que essa contribuição varia conforme o tamanho das empresas. Além disso, foram identificadas correspondências causais entre os critérios, destacando a importância do compromisso da liderança e gestão, bem como das práticas relacionadas a pessoas, parcerias e recursos.

2.1.4 QUALIDADE NA GESTÃO DA CONSTRUÇÃO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

O artigo [4] publicado no International Journal of Quality & Reliability Management por Luai Jraisat, Lana Jreisat e Christine Hattar explora a importância da qualidade na indústria da construção, com um especial foco no setor habitacional da Jordânia. É destacado o aumento no interesse da aplicação de princípios de qualidade de outros setores à gestão da construção.

O principal objetivo do estudo é identificar e examinar os vários fatores que afetam a qualidade, considerando o ponto de vista de vários intervenientes na indústria da construção como arquitetos, empreiteiros, proprietários e responsáveis políticos na Jordânia.

O estudo contribuiu para uma compreensão mais profunda da qualidade na construção e destaca a importância da colaboração, flexibilidade organizacional e aprendizagem contínua para alcançar resultados de qualidade sustentáveis. Propondo o seguinte quadro conceptual (

Figura 2.3) para os fatores de qualidade, com base em 13 elementos identificados como os mais significativos no setor habitacional.

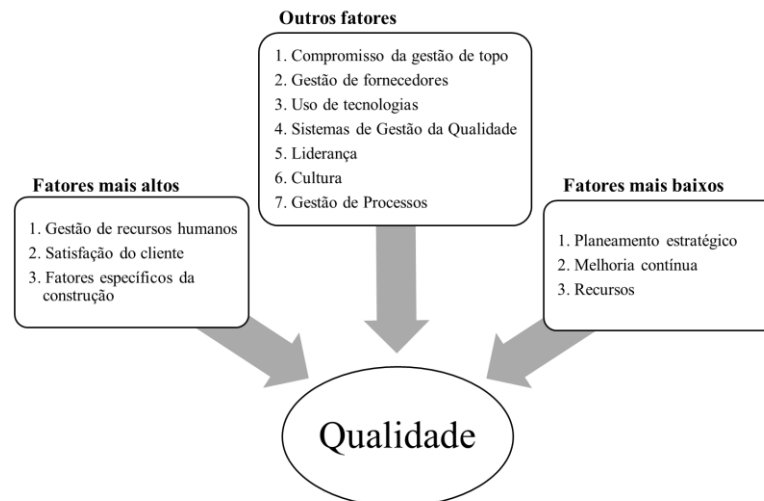


Figura 2.3 - Fatores de Qualidade, adaptado de [4]

2.1.5 TRÊS ENTIDADES PARA MAXIMIZAR A QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO CRIATIVA

O artigo [5] realizado por Nuno Cortiços e Miguel Baptista-Bastos e apresentado na *Creative Construction Conference 2016*, discute a necessidade de maximizar a qualidade da construção criativa, identificando problemas comuns e desafios enfrentados por arquitetos e construtores ao implementar soluções inovadoras. É destacado que, embora a procura pela novidade seja intrínseca aos designers, muitas vezes falta uma compreensão completa do impacto e das exigências que essas soluções enfrentarão em condições específicas, como processos de manutenção, durabilidade e custos de reparo.

São examinados vários casos de estudos de construções criativas, destacando problemas estruturais e de revestimento que surgiram devido a decisões tomadas durante o projeto, construção ou uso. Esses problemas incluem questões como permeabilidade à água, dificuldades de manutenção e custos adicionais não previstos. Além disso, o artigo aponta para possíveis razões por trás desses problemas, incluindo o uso excessivo de produtos importados, falta de coordenação entre os diferentes aspetos do projeto e a introdução de novos produtos sem uma compreensão completa das suas propriedades e adequação local.

Finalmente, o artigo propõe a contribuição de três entidades para maximizar a qualidade da construção criativa: laboratórios credenciados/institucionalizados, universidades/colégios e analistas de risco na indústria da construção. Essas entidades poderiam desempenhar papéis importantes na avaliação e validação de soluções construtivas inovadoras, garantindo assim uma abordagem mais fundamentada e robusta para a construção criativa.

2.1.6 COMPREENDER AS IMPLICAÇÕES DA DIGITALIZAÇÃO E DA AUTOMATIZAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0: UMA ABORDAGEM DE TRIANGULAÇÃO E ELEMENTOS DE UMA AGENDA DE INVESTIGAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

O artigo [6] de Thuy Duong Oesterreich e Frank Teuteberg aborda a introdução do conceito de Indústria 4.0 e a sua aplicação no setor da construção. Embora a Indústria 4.0 tenha sido amplamente adotada na manufatura devido aos seus benefícios em produtividade e qualidade, a sua adoção na construção ainda é limitada. O estudo explora o estado atual e a prática da Indústria 4.0 na construção, analisando as suas implicações políticas, económicas, sociais, tecnológicas, ambientais e legais.

Os autores realizam uma revisão sistemática da literatura e uma análise de conteúdo para identificar as tecnologias e conceitos associados à Indústria 4.0 na construção. Eles destacam a carência de estudos específicos que tratem do estado atual e das práticas da Indústria 4.0 nesse contexto. Para isso, utilizam uma abordagem de triangulação que combina revisão sistemática da literatura e casos de estudo. O artigo apresenta um modelo PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental e Legal) e um modelo de cadeia de valor para ilustrar o contexto da Indústria 4.0 na construção.

Os resultados mostram que, embora a literatura sobre Indústria 4.0 na construção seja limitada, algumas tecnologias e conceitos estão emergindo como importantes para a digitalização e automação do setor. Um conceito central é o *Building Information Modelling* (BIM), que é considerado essencial para a digitalização do ambiente de construção. Além disso, tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Computação em Nuvem, Realidade Aumentada, Realidade Virtual, e Realidade Mista, entre outras, são identificadas como parte integrante da Indústria 4.0 na construção.

O artigo destaca a importância da compreensão dessas tecnologias e conceitos para o avanço da Indústria 4.0 na construção e sugere que mais pesquisas e práticas são necessárias para promover a sua adoção generalizada. Os autores também apontam para desafios e oportunidades associados à implementação da Indústria 4.0 na construção, incluindo mudanças organizacionais, custos de implementação e benefícios potenciais para a eficiência e sustentabilidade do setor.

2.1.7 MECANISMOS DE CONTROLO DA QUALIDADE E CONFORMIDADE EM OBRA RECORRENDO AO PROGRAMA INFORMÁTICO SICCO

A dissertação [7] de António André Pinto realizada em parceria com o Grupo *Openline*, aborda a evolução da indústria da construção em resposta às exigências do consumidor final e às mudanças no contexto económico, especialmente após a crise que afetou o setor.

É destacada a necessidade de atualização constante e a implementação de conceitos como qualidade, produtividade e desenvolvimento tecnológico. A introdução de tecnologias da informação e comunicação tem desempenhado um papel fundamental na melhoria dos procedimentos preparatórios e no controlo da qualidade e conformidade em obra. É também realçada a importância de uma abordagem sistemática e organizada, desde o planeamento até à conclusão da obra, com o objetivo de garantir uma boa execução do processo construtivo e uma comunicação mais fluida entre todos os envolvidos.

Além disso, existe a necessidade de substituir a documentação em papel por formatos digitais de forma a facilitar a troca de informações e o armazenamento instantâneo de dados. Para tal, é apresentado o *software* SICCO (Sistema Integrado de Controlo da Conformidade em Obra) como ferramenta que permite uma maior facilidade na introdução de informação, na propagação da mesma entre os intervenientes nas obras, no controlo da qualidade e da conformidade.

Tal como mostra a Tabela 2.2, o *software* SICCO apresentou alguns pontos positivos, como a facilidade de acesso e circulação de informações, bem como a capacidade de associar não conformidades a locais específicos na planta da obra. No entanto, foram identificados também aspetos a serem melhorados, como a necessidade de uma funcionalidade *offline* mais robusta, a falta de integração do Mapa de Tarefas e Quantidades no programa e a necessidade de uma análise mais detalhada das não conformidades.

Tabela 2.2 - Avaliação comparativa com a utilização do *software* SICCO [7]

Avaliação Comparativa		
	Modelo Atual da Empresa	Utilização do Software
Facilidade de acesso à Informação.	7	9
Tempo despendido em todo o processo.	6	8
Facilidade de preenchimento de informação <i>in situ</i>	7	8
Possibilidade de falha na circulação da informação entre intervenientes.	6	9
Facilidade de armazenamento da informação para análise futura.	5	9
Necessidade de rede “wireless”.	8	7
Avaliação Global	6.5	8.5

2.1.8 CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA - ANÁLISE DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

Na dissertação [8] realizada por Mariana Rebelo, é focada na importância do controlo de qualidade na indústria da construção civil e na utilização de tecnologia, nomeadamente o *software* SICCO, para melhorar esse controlo. A autora ressalta ainda a demora do setor em adotar novas tecnologias, apesar da disponibilidade de recursos como o CAD, BIM e PRONIC. Destaca-se a importância do controlo de qualidade na economia e na qualidade de vida urbana, enquanto o desenvolvimento tecnológico é considerado um fator crucial para enfrentar os desafios contemporâneos.

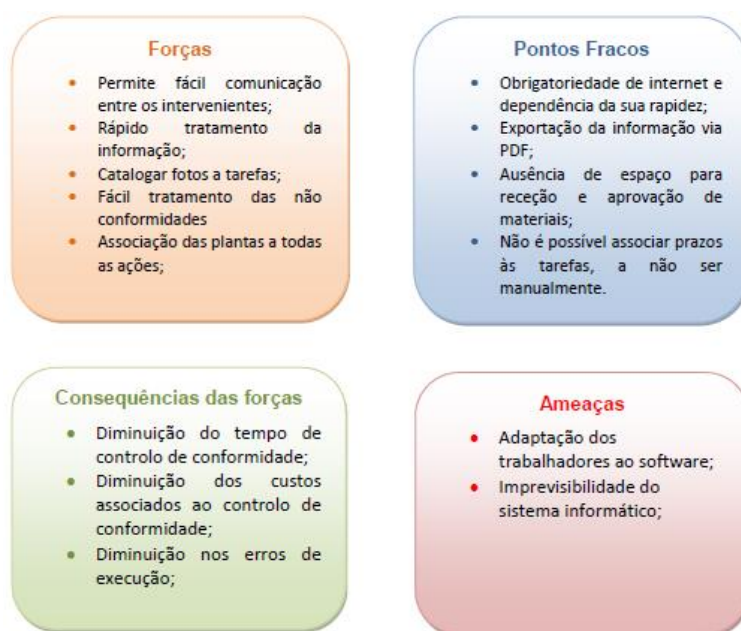


Figura 2.4 - Análise do *software* SICCO [8]

A pesquisa examina como a falta de qualidade nas obras pode causar problemas significativos e como a implementação de mecanismos de controlo e gestão da qualidade pode ajudar a evitá-los. A dissertação apresenta o *software* SICCO, uma ferramenta projetada para melhorar a comunicação entre os envolvidos e otimizar o processo de controlo de qualidade. O *software* auxilia as equipas de fiscalização no monitoramento da conformidade das obras em execução.

Além disso, a pesquisa destaca as potencialidades e melhorias da nova versão do *software*, identificando também áreas que ainda necessitam de aprimoramento para atender às necessidades dos usuários. Para validar a eficácia do SICCO, foi realizado um estudo comparativo entre o modelo do *software* e o modelo de gestão da empresa, analisando os resultados obtidos (Figura 2.4).

A aplicação prática do *software* num caso de estudo permitiu exemplificar a sua utilidade e eficácia no controlo da qualidade em obras. A análise comparativa entre diferentes modelos de controlo de conformidade destacou os benefícios da utilização do *software*, especialmente em termos de eficiência e comunicação entre os intervenientes. No entanto, apesar das vantagens evidentes do *software*, foram identificadas algumas limitações que precisam ser abordadas, como a dependência da conexão com a internet, a necessidade de melhorias na rapidez do *upload* de fotos e a falta de recursos para o planeamento e controlo de materiais.

2.1.9 RUMO À DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: ESTADO DA ARTE DA CONSTRUÇÃO 4.0

O artigo [9] escrito por Md Aslam Hossan e Abid Nadeem para a conferência *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*, aborda a questão da digitalização na indústria da construção, com foco no conceito de Construção 4.0. Apesar da construção ser uma indústria de grande impacto económico no PIB de um país e empregar uma grande quantidade de mão de obra, ainda é caracterizada por baixa taxa de produção, baixo avanço tecnológico, mínima automação e uso de robótica.

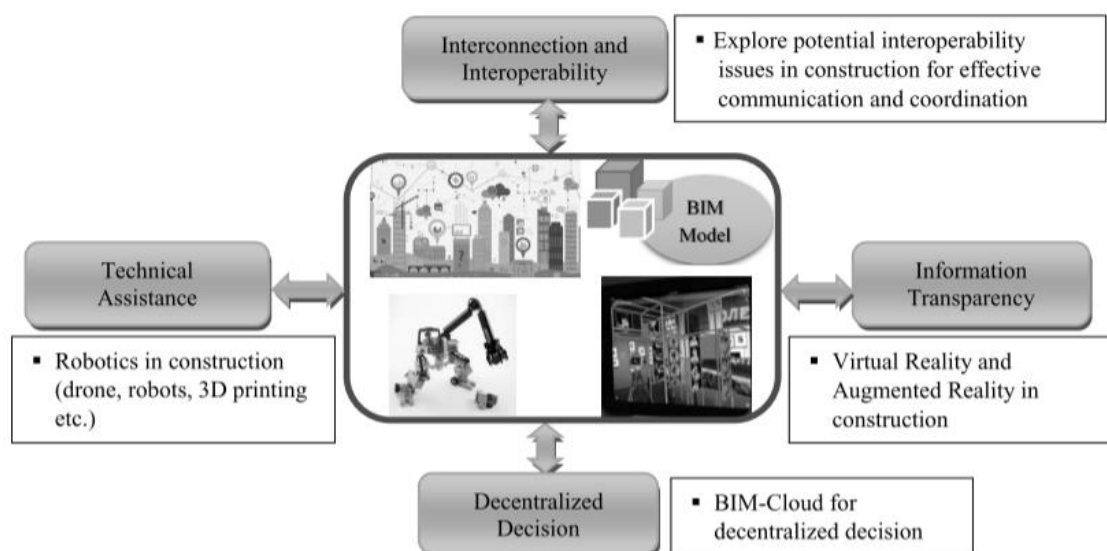


Figura 2.5 - Princípios da Construção 4.0 [9]

Diante da visão da Indústria 4.0, que se concentra na digitalização da cadeia de valor de um produto e na melhoria da produtividade por meio de uma variedade de tecnologias e ambiente de fabricação

automatizada, este estudo visa desenvolver um *framework* para adotar a Construção 4.0 dentro de uma empresa de construção.

O artigo examina o estado atual das tecnologias na construção associadas ao conceito de Indústria 4.0, incluindo BIM, realidade virtual, realidade aumentada, drones, entre outros, por meio de uma extensa revisão da literatura. O *framework* proposto (Figura 2.6) integra os avanços tecnológicos pertinentes ao setor da construção, considerando também os requisitos legais, obstáculos, demandas por mudanças no âmbito empresarial e outros aspectos relevantes.

A adoção da Construção 4.0 pode ter um impacto significativo no setor da construção, melhorando a cadeia de importância dos projetos, aumentando a produtividade e promovendo práticas de construção seguras e sustentáveis. Assim, o *framework* proposto contribuiria para o avanço do conhecimento nas empresas de construção em todo o mundo e forneceria potenciais focos de novas pesquisas.

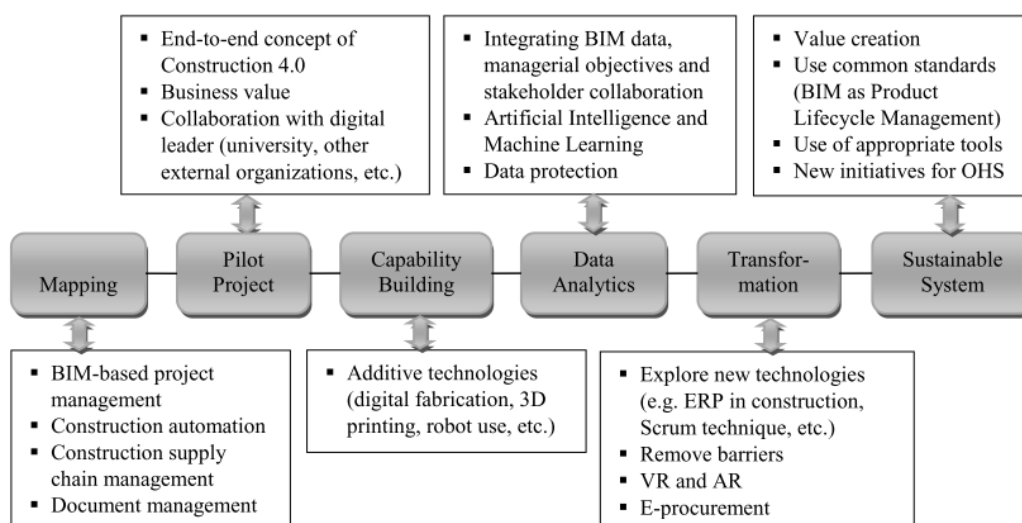


Figura 2.6 - Framework de implementação do conceito de Construção 4.0 [9]

2.1.10 CONSTRUÇÃO 4.0: UMA PLATAFORMA DE INOVAÇÃO PARA O AMBIENTE CONSTRUÍDO

O livro [10], é uma obra que explora a revolução digital na indústria da construção, conhecida como Construção 4.0. Esta obra reúne contribuições de vários especialistas e líderes de pensamento no campo da construção digital e inovação na indústria.

O livro aborda temas como o uso de BIM, princípios *lean*, tecnologias digitais e construções pré-fabricadas, destacando o estado da indústria, tendências emergentes e desafios relacionados à transformação iminente. A Construção 4.0 é apresentada como um *framework* que combina diversos temas (Figura 2.7), incluindo produção industrial (pré-fabricação e impressão 3D), sistemas ciberfísicos (sensores, IoT, robôs, drones), e tecnologias digitais e de computação (BIM, inteligência artificial, análise de dados, captura de realidade, simulação, realidade aumentada, entre outros). Ao longo do livro é examinado como essas tecnologias transformam os processos de planejamento, execução e gerenciamento dos projetos de construção.

Além disso, são discutidos os benefícios potenciais da Construção 4.0, como aumento da eficiência, redução de custos, melhoria da segurança no local de trabalho e maior sustentabilidade ambiental. Também aborda os desafios enfrentados na implementação dessas tecnologias, como resistência à mudança, falta de habilidades digitais e questões de privacidade e segurança de dados. Ao destacar os

processos e práticas resultantes da adoção da Construção 4.0, o livro oferece pontos de vista valiosos para profissionais da indústria da construção, arquitetura e engenharia civil.

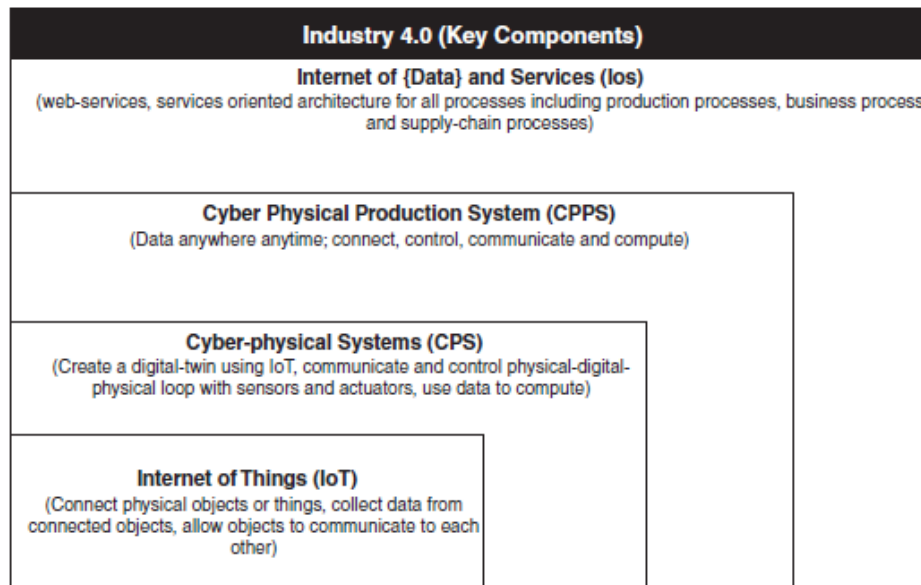


Figura 2.7 - Componentes chave da Indústria 4.0 [10]

2.1.11 IMPACTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS NO CONTROLO DA QUALIDADE

A dissertação [11] de Diana Amaral examina a evolução da Indústria da Construção Civil e o crescente foco na garantia da qualidade nas obras, sublinhando a necessidade de mudanças na conceção e construção de projetos, bem como na gestão e nos sistemas construtivos, para atender aos aumentos das exigências da qualidade.

O crescente reconhecimento da importância da qualidade nas construções, aliado à evolução das expectativas da sociedade em relação a custos e sustentabilidade, tem impulsionado um aumento na presença de equipas de fiscalização no campo. Essas equipas têm como objetivo mitigar erros e falhas que podem comprometer a integridade e a qualidade das obras, refletindo uma mudança de mentalidade em busca de práticas mais eficientes e sustentáveis na construção. No entanto, as características inerentes à indústria da construção tornam a recolha de informações sobre a obra um desafio, contrastando com a necessidade de otimização do tempo.

Nesse contexto, as novas tecnologias surgem como solução para muitos dos problemas enfrentados, sendo progressivamente mais populares nesta indústria, especialmente nas fases de projeto. É proposta a aplicação e avaliação do *software* SICCO, específico para o controlo da qualidade, fazendo a comparação do mesmo com os métodos tradicionais utilizados pelas equipas de fiscalização no caso de estudo da obra de Requalificação do Teatro Jordão e Garagem Avenida, no centro histórico de Guimarães.

Os resultados da comparação entre os dois métodos mostram que a utilização do SICCO resultou em melhorias significativas no controlo da qualidade da obra. São discutidas as vantagens e desvantagens do *software*, além de propostas de melhorias para o tornar mais atraente e eficaz na indústria da construção.

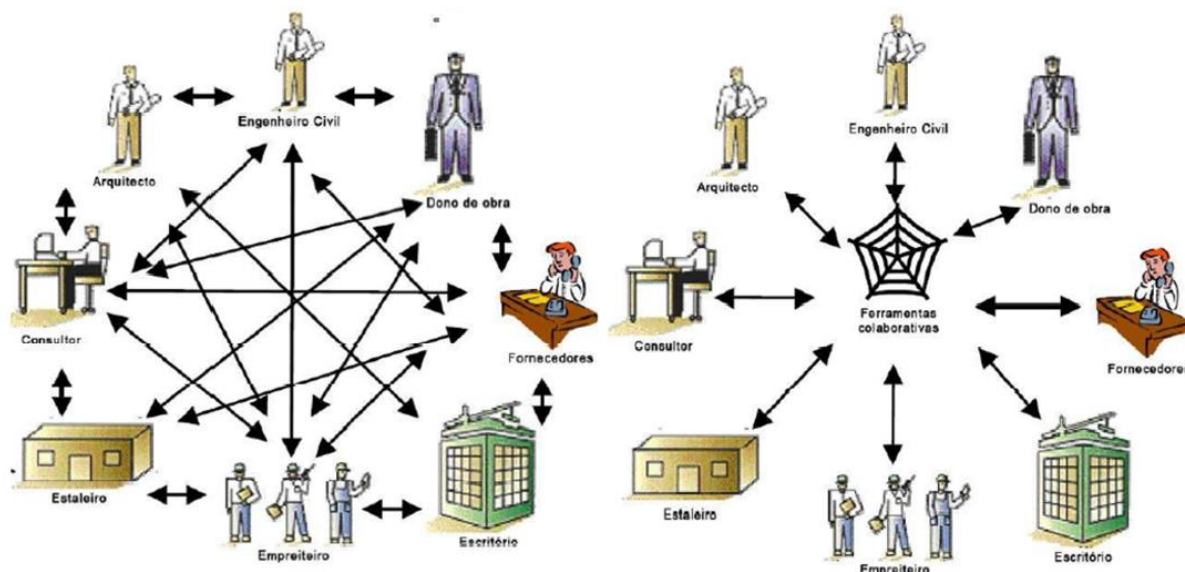


Figura 2.8 - Informação desordenada vs. informação ordenada, respetivamente [11]

2.1.12 DIGITALIZAÇÃO DO CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA – ANÁLISE DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

A tese [12] de Cátia Henriques, realizada em colaboração com a empresa Garcia Garcia e exposta à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, destaca a importância do controlo de qualidade na indústria da construção civil, incluindo os desafios específicos desse setor.

Tabela 2.3 - Tabela comparativa dos programas FIELSWIRE e SICCO [12]

Funcionalidades	FIELDWIRE	SICCO
Interface intuitiva e de fácil utilização	9	7
Variedade de Plataformas (web, android, iOS, app computador)	10	6
Fácil comunicação entre intervenientes	10	9
Organização e Criação de pastas	8	6
Catálogo e Verificação de versões dos desenhos	9	6
Fazer anotações nos desenhos	10	8
Formulários e Criação de novos documentos/assuntos	9	5
Níveis de controlo nas FCC	5	8
Classificar as tarefas por prioridades	9	5
Relatório de Tarefas	8	9
Criação de Rotinas de inspeção	9	9
Diários de Obra	7	10
Relatório de Conformidade	5	10
Média Final	8,31	7,54

Para melhorar o armazenamento e a troca de informações entre os envolvidos, foram desenvolvidos programas que visam facilitar o fluxo, a gestão e o tratamento de dados. Contudo, apesar da existência de sistemas informáticos para apoiar a produção e gestão de obras, o seu uso para registar e acompanhar as ações de controlo de conformidades ainda não é comum.

A pesquisa realiza uma análise minuciosa que compara dois programas específicos – SICCO e FIELDWIRE – e aplica-os a um caso de estudo de forma a analisar as suas capacidades e eventuais melhorias. Para tal, são avaliados aspetos como a simplicidade de uso das fichas de controlo de conformidade, a gestão de informação, como o diário de obra, e também o planeamento de tarefas.

Por fim, a pesquisa apresenta em formato de tabela (Tabela 2.3) as principais diversidades entre os programas e o processo tradicional (manual) que foi utilizado em cenários reais. Destacam-se os benefícios dos processos digitais durante a fase de concretização da obra, enfatizando como essas ferramentas facilitam a garantia da qualidade e otimizam o fluxo de trabalho.

2.1.13 ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA DIGITALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

Na sua dissertação [13], Tomás Correia aborda o impacto da transformação digital no setor da construção. É destacado que esta transformação, apesar de ser essencialmente associada à tecnologia, é estruturada de forma a influenciar os sistemas e processos em vários níveis. O setor da construção é descrito como atento às inovações de outros setores, no entanto apresenta dificuldades em replicar as mesmas a seu favor.

O principal objetivo deste estudo é compreender como as empresas do setor AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) em Portugal respondem aos desafios impostos pela transformação digital. Para tal, é realizado um inquérito sobre a digitalização no setor AEC do qual se conclui que as empresas de construção estão cientes dos impactos da transformação digital, embora progridam a diferentes velocidades. A Tabela 2.4 mostra como uma grande percentagem de empresas ainda está numa fase inicial de utilização e mesmo as empresas que se encontram numa fase desenvolvida de utilização, apresentam uma percentagem de 67% e 60% para a Inteligência Artificial e o BIM, respetivamente, sendo estas as tecnologias mais utilizadas.

As principais barreiras determinadas são o alto investimento necessário e a escassez de recursos humanos especializados. Conclui-se que é essencial oferecer formação e requalificação aos trabalhadores atuais, além de contar com o apoio governamental para guiar as empresas nesse processo de mudança de paradigma.

Tabela 2.4 - Níveis de adoção das tecnologias pelas empresas [13]

Tecnologia	Fase Inicial de Utilização	Fase Desenvolvida de Utilização
Fotogrametria	67%	33%
<i>Internet of Things</i>	61%	39%
<i>Laser Scanning</i>	54%	46%
Sensores	74%	26%
Construção Modular	56%	44%
<i>Drones</i>	83%	17%
Impressão 3D	67%	33%
Robótica	67%	33%
BIM	40%	60%
<i>Digital Twins</i>	62%	38%
Inteligência Artificial	33%	67%
AR/VR	67%	33%

2.1.14 AUTOCONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA

A dissertação [14] realizada por Bruna Burmester, analisa os desafios enfrentados pela indústria da construção em Portugal relativamente ao controlo da qualidade. O estudo ressalta que, embora as empresas estejam cientes das metodologias de controlo de qualidade, a sua implementação pode ser complexa devido às especificidades de cada projeto.

Adicionalmente, fatores como as demandas dos clientes, prazos apertados e a gestão de custos frequentemente relegam a qualidade dos serviços a um plano secundário para os empreiteiros. Para abordar a diferença entre os métodos de controlo de qualidade das empresas de construção e os da fiscalização, a autora investiga as metodologias utilizadas por uma construtora para o controlo de qualidade. Para isso, é proposto um modelo de avaliação com base numa análise qualitativa, que oferece uma abordagem mais objetiva ao analisar os pontos fortes e fracos do sistema de qualidade implementado pela empresa (Tabela 2.5).

Os resultados sugerem a viabilidade de ajustar os mecanismos de controlo de qualidade dos empreiteiros para se alinharem melhor com as atividades de fiscalização de uma entidade, com o objetivo de diminuir o número de não conformidades na obra.

Tabela 2.5 - Matriz de análise de controlo de qualidade, adaptada de [14]

	Fatores Internos	Fatores Externos
Fatores Positivos	Forças (S): - Estratégia definida e registo da receção de matérias por parte do empreiteiro; - Formação de colaboradores; - Rotinas de inspeção adequadas ao tipo de trabalho; - Sensibilização para especial cuidado em trabalhos perigosos; - Controlo dos equipamentos presentes em obra; - Laços de confiança com os subempreiteiros impedem preferências por serviços mais baratos.	Oportunidades (O): - Reestruturação das fichas de inspeção com procedimentos específicos direcionados aos elementos do Caderno de Encargos; - Reformulação de fichas mais pormenorizadas que auxiliem a inspeção de tarefas.
Fatores Negativos	Fraquezas (W): - Fichas de inspeção para controlo de tarefas em obras genéricas e utilizadas em todo o tipo de obras; - Pormenores desenhados que auxiliem a inspeção da conformidade das tarefas; - Não aproveitamento de falhas frequentes para a inspeção de tarefas em obras futuras.	Ameaças (T): - Dificuldade na contratação de mão de obra; - Escassez e aumento do valor de compra dos materiais de construção que se tem vindo a sentir no mercado; - Forte concorrência sentida no setor da construção; - Maior risco de acidentes provocados por obras com prazos muito curtos; - Orçamentos de empreitada apertados capazes de provocar falhas na qualidade dos trabalhos.

2.1.15 CONCEÇÃO DE UM SISTEMA GÉMEO DIGITAL BASEADO NUMA ABORDAGEM CENTRADA NO UTILIZADOR PARA MELHORAR O CONTROLO DE QUALIDADE NOS ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO

O artigo de conferência [15] que faz parte do livro *Advances in Information Technology in Civil and Building Engineering (ICCCBE 2022)* e escrito por Thibaut Delval, Mehdi Rezoug, Melanie Tual, Yasmin Fathy e Romain Mege, aborda a necessidade urgente de um controlo rápido e preciso da qualidade na construção, reconhecida pela indústria de arquitetura, engenharia e construção (AEC).

No contexto da construção, os métodos tradicionais de controlo da qualidade baseiam-se principalmente em inspeções visuais e relatórios diários ou semanais gerados com base nessas inspeções. No entanto,

esses métodos são propensos a erros e incompletos devido à subjetividade dos inspetores e à falta de dados detalhados.

A digitalização é vista como uma solução para melhorar a produtividade e otimizar os custos de construção, evitando a repetição de deficiências. Por isso, o artigo foca-se na metodologia para criar um gêmeo digital do local de construção e em como este pode ser uma ferramenta eficaz para automatizar e melhorar o controlo de qualidade. As empresas de construção são, portanto, colocadas no centro do processo, com o objetivo de promover uma abordagem mais extensa e eficiente para garantir a qualidade dos projetos de construção. No entanto, a implementação bem-sucedida dessas tecnologias requer um conhecimento detalhado das práticas digitais e dos processos existentes na construção.

2.1.16 DIGITALIZAÇÃO NO CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA

Na sua dissertação [16], a autora Bruna Cunha, aborda a necessidade de digitalização e modernização dos métodos de controlo de qualidade no setor da construção. São destacados os desafios enfrentados pelos métodos tradicionais de controlo de qualidade, que muitas vezes necessitam de suporte tecnológico e são afetados por diversos fatores externos, como processos construtivos e condições climáticas.

De modo a melhorar a eficiência operacional, é proposta uma transição dos métodos tradicionais para métodos digitais, onde são apresentadas tecnologias como identificação por radiofrequência, sistemas ciber-físicos, sensoramento de imagem e monitorização virtual e visual, além de aplicativos móveis, como soluções viáveis para essa transição.

O principal foco da dissertação é a procura pela melhor opção de *software* em termos de uso em obra e o que fornece a melhor colaboração entre todos os intervenientes na mesma. Para tal, é feita uma análise comparativa de três programas de gestão de projetos - *BuilderTrend*, *CoConstruct* e *Procore* – com base nas funcionalidades de cada um, assim como os respetivos pontos positivos e negativos, dando ênfase à capacidade de cada um de facilitar o controlo da qualidade na obra (Tabela 2.6).

O *Procore* foi testado num caso de estudo da empresa *Buildgest*, no qual foi avaliado na sua capacidade de adequação aos métodos de controlo de qualidade da empresa, tais como o registo de ensaios, inspeções, aprovação de materiais e relatórios semanais. Os resultados obtidos demonstraram que este *software* era capaz de facilitar a troca de informações entre os intervenientes na obra, o que satisfaz os requisitos da empresa.

Tabela 2.6 - Análise comparativa dos programas [16]

	BuilderTrend	Procore	CoConstruct
Plataformas compatíveis			
web	✓	✓	✓
Apple Store	✓	✓	✓
Google Play Store	✓	✓	✓
Windows Phone Store	-	-	-
Ferramentas			
Pré Construção			
Propostas	✓	✓	✓
Gestão de contactos	✓	✓	✓
Licitações	✓	✓	✓
Pré qualificações	-	✓	-
Gestão de Projeto			
Armazenamento de documentos	✓	✓	✓
Especificações	-	✓	✓

	BuilderTrend	Procore	CoConstruct
Plataformas compatíveis			
Envios e RFIs	✓	✓	-
Cronogramas	✓	✓	✓
Agendamento de encontros	✓	✓	✓
Armazenamento de fotos	✓	✓	✓
Lista de Pendências	✓	✓	✓
Controlo de tarefas	✓	✓	✓
Relatórios	✓	✓	-
Marcações nos desenhos	-	✓	-
Registos diários	✓	✓	✓
Relatório de incidentes	-	✓	-
Inspecções	-	✓	-
Observações	-	✓	-
Mensagens e comentários	✓	-	✓
Formulários	-	✓	-
Controlo/permissões de acesso	✓	✓	✓
Ordens de alteração	✓	✓	✓
Gerenciamento de relógio em tempo integral	✓	-	✓
Gerenciamento de garantia	✓	-	✓
Modelo 3D	-	✓	-
Gestão Financeira			
Acompanhamento de orçamentos	✓	✓	✓
Gestão de contratos	✓	✓	✓
Custos diretos	✓	✓	✓
Faturamento	✓	✓	✓
Ordens de compra	✓	✓	✓
Estimativas	✓	✓	✓
Pagamento eletrónico de clientes	✓	-	✓

2.1.17 GESTÃO DA QUALIDADE E DO ENCERRAMENTO NA ERA DIGITAL

O livro eletrónico *Quality and Closeout Management in the Digital Age* [17] da Autodesk, aborda estratégias para melhorar a gestão da qualidade e encerramento de projetos na era digital, com foco particular na indústria da construção. É destacada a importância de adotar abordagens proativas, organizadas e colaborativas para garantir a conformidade com os padrões de qualidade, reduzir riscos e promover a melhoria contínua.

No livro são também descritas várias etapas para implementar um sistema de gestão de qualidade eficaz (Figura 2.9), que envolvem organização de inspeções e planos de teste com listas de verificação. É também abordada a integração dessas listas de verificação às fases do projeto e reuniões de planeamento, envolvendo todos os intervenientes.

Além disso, também é destacada a importância da melhoria contínua, incentivando a criação de um repositório central de conhecimento e a promoção de programas de reconhecimento para encorajar a participação de todos os membros da equipa na identificação de melhorias nos processos.

A partir de um caso de estudo com a Walsh Construction, os autores demonstram de que forma uma abordagem digital para a gestão da qualidade pode levar a melhorias significativas, incluindo melhor relacionamento com o cliente, economia de tempo e redução de riscos. Concluindo, o quão importante é adotar uma estratégia digital inteligente para melhorar os processos de gestão da qualidade, que pode resultar na economia de custos e tempo, relacionamentos melhores empresa-clientes e repetição de negócios.

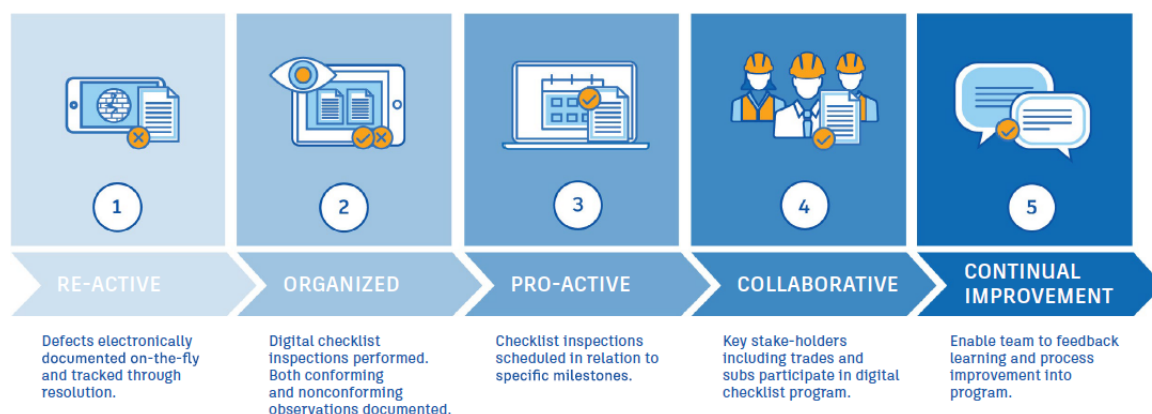


Figura 2.9 - Cinco fases para adotar um sistema de gestão de qualidade [17]

2.1.18 CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA - DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS

A dissertação [18] realizada por Rui Pereira, aborda a questão da digitalização no setor da construção, reconhecendo sua história de menor índice de digitalização em comparação com outras indústrias. O estudo destaca os avanços significativos alcançados com a introdução de novas tecnologias, como o BIM e outros programas especializados que visam melhorar a colaboração, produtividade, comunicação e controlo de qualidade no local de trabalho.

Uma análise detalhada é realizada sobre o *software* Procore, avaliando o seu desempenho em relação a um referencial proposto pelo autor para serviços de fiscalização, além das práticas correntes da empresa Buildgest. O estudo destaca como a digitalização dos processos na construção pode aprimorar a eficiência, produtividade e qualidade, enquanto reduz erros, riscos e prazos de conclusão de projetos.

Ao longo da pesquisa, são abordados diversos aspetos da digitalização na construção, incluindo a utilização de aplicações móveis e programas para comunicação, agilização de processos, monitoramento do progresso da obra, identificação de não conformidades e elaboração de relatórios. O autor também enfatizou a importância da adaptação das empresas e dos trabalhadores às tecnologias digitais, ressaltando a necessidade de desenvolver habilidades digitais.

Os resultados finais (Tabela 2.7) indicam que o Procore é capaz de atender aos critérios do referencial e à metodologia adotada pela empresa. Contudo, também mostram que a Buildgest não utilizava plenamente as funcionalidades do *software*, considerando os serviços que ele proporciona.

Tabela 2.7 - Análise comparativa do *software* Procore e do sistema da empresa [18]

	EMPRESA	PROCORE
Área Funcional Revisão de Projeto		
Revisão de Projeto	-	✓
Área Funcional Conformidade		
Reuniões de Preparação de Obra	-	✓
Rotinas de Inspeção dos Trabalhos		
1. Mapa de Equipas Produtivas	-	-
2. Natureza das Tarefas	-	-
3. Fichas de Controlo de Conformidade	✓*	✓*
Ensaaios de Desempenho e Receção		
1. Autos de Ensaio de Desempenho	✓	✓
2. Fichas de Aprovação de Materiais	✓	✓

	EMPRESA	PROCORE
3. Fichas de Autorização de Tarefas	✓	✓
4. Pedido de Alterações	✓	✓
5. Identificação de Não Conformidades	✓	✓
Área Funcional Economia		
Conta da Empreitada	✓	✓
Autos de Medição	✓	✓
Faturação	✓	✓
Previsão de Custos	✓	✓
Controlo Orçamental	✓	✓
Área Funcional Planeamento		
Controlo do Plano de Trabalhos	✓	✓
Balizamentos Periódicos	✓	-
Previsão de Prazos	✓	✓
Multas por atraso	✓	-
Área Funcional Gestão de Projeto		
Procura no mercado	✓	-
Contratação	✓	✓
Coordenação das equipas	✓	✓
Receção final das tarefas	✓	✓
Área Funcional Logística		
Aluguer de equipamentos e materiais	-	✓
Gestão do estaleiro	-	✓
Segurança em obra	✓	✓
Área Funcional Informação/Projeto		
Arquivos de Obra (Correspondência, fax)	✓	✓
Arquivo de Projeto	✓	✓
Reuniões (Obra, Proj. Coord., Preço, ...)		
1. Ordinárias	✓	✓
2. Extraordinárias	✓	✓
Gestão de Assuntos		
1. Folha de Assuntos	-	-
2. Diário de Fiscalização	-	✓
3. Nota Escrita	✓	✓
4. Relatório Mensal	✓	✓
Condução de Processos	✓	✓
Área Funcional Licenciamento/Contrato		
Cumprimento de Atos de Contratação	✓	✓
Cumprimento de Atos do Licenciamento	✓	✓
Cumprimento de Atos da Empreitada	✓	✓
Área Funcional Segurança/Ambiente		
Verificação da Contratação da Segurança e Ambiente	✓	✓
Acompanhamento da Implementação dos respetivos planos	✓	✓
Área Funcional Qualidade		
Qualidade dos Serviços de Fiscalização	✓	✓
Qualidade dos trabalhos de obra (Plano de Inspeção e Ensaio, Receção de Materiais, Mat. E M.O., Tecnol, ...)	✓	✓
Área Funcional Garantia		
Manuais de Utilização	-	-
Reclamações do Utente	✓	-

*verifica-se, com variáveis

2.1.19 UMA ANÁLISE CONCEITUAL NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O artigo [19] que pertence ao livro “Construção Civil: Engenharia e Inovação – Vol.5”, destaca a importância da implementação de um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) nas empresas de Construção Civil. O envolvimento de todos os departamentos e colaboradores, independentemente de suas funções, é fundamental para garantir uma melhor qualidade nos produtos e, conseqüentemente, a satisfação do cliente final.

Também são referidas as características da indústria da construção civil, destacando a sua importância económica e social, bem como os desafios enfrentados pelo setor em termos de produtividade, qualidade e competitividade. São discutidos aspetos como baixa produtividade, desperdícios de materiais e mão-de-obra, e a necessidade de melhorias nos processos de trabalho e na gestão da qualidade.

O estudo baseia-se no conceito de Sistema de Gestão, incluindo a referência à *International Organization for Standardization - ISO 9001*. O SGQ tornou-se essencial devido às exigências e padrões do mercado, que procura um produto final de alta qualidade de forma eficaz e segura, num tempo cada vez mais curto. A conformidade com o ISO 9001 agrega valor tanto para o consumidor final quanto para os colaboradores, tornando a empresa mais competitiva, aumentando a confiança junto aos clientes e credores. É também demonstrado que a adoção desse método pode ser acessível para pequenas e médias empresas, impulsionando o seu crescimento junto às demais no mercado.

2.1.20 A MODULAR POWER SOLUTIONS PADRONIZA O SEU PROCESSO DE FABRICO COM O AUTODESK BUILD

O artigo [20] descreve como a Modular Power Solutions (MPS), uma subsidiária da Rosendin Holdings, padronizou o seu processo de fabricação com o *Autodesk Build*. A MPS é uma empresa que fornece serviços de projeto, engenharia e construção para projetos de centros de dados em grande escala. O objetivo da MPS era consolidar as suas soluções de tecnologia para otimizar o processo de fabricação e conectar dados ao longo do ciclo de vida do projeto.

Anteriormente, a empresa enfrentava dificuldades no seu processo de gerenciamento de documentos que resultavam na perda de informações e comunicação ineficiente entre os departamentos. Com o crescimento exponencial, a empresa precisava de uma solução de gerenciamento de construção holística para conectar os seus designers, engenheiros e eletricitas e melhorar a forma como os projetos são planeados, projetados e construídos.

A Figura 2.10 fornece um perfil da MPS, que apresenta menos de 500 funcionários, e utiliza o *Autodesk Build* para melhorar a colaboração no campo e a gestão de projetos durante a fase de construção. Com o objetivo de alcançar melhores resultados em termos de redução de custos, melhoria de qualidade e cumprimento de cronogramas.



Figura 2.10 – Utilização do *Autodesk Build* pela Modular Power Solutions [20]

A empresa optou pelo *Autodesk Build* para centralizar a documentação do projeto num único local e padronizar processos em todos os departamentos. A adoção do *Autodesk Build* permitiu à MPS aumentar a eficiência do projeto, economizar tempo e fornecer produtos de alta qualidade aos seus clientes.

O artigo descreve como a empresa implementou o *Autodesk Build* em fases, personalizando a solução de acordo com os feedbacks dos líderes de departamento e fornecendo formação abrangente para garantir a adoção adequada. É também destacado como o *Autodesk Build* permitiu à MPS criar processos e procedimentos padronizados para garantir consistência e eficiência em toda a empresa.

Além disso, ajudou a otimizar os processos de RFIs (*Request for Information*) e submissões, maximizando a eficiência e a visibilidade. Esta solução permitiu à MPS investigar mudanças de engenharia e garantir conformidade com os requisitos regulatórios, melhorando a qualidade e a transparência dos projetos.

2.1.21 COMO A ARCADIS OPTIMIZOU O PROCESSO DE INSPEÇÃO COM O AUTODESK BUILD

O artigo [21] discute como a empresa global de consultoria Arcadis integrou o *Autodesk Build*, parte do *Autodesk Construction Cloud*, nos seus projetos de inspeção de fachadas e estruturas de edifícios na Austrália. A Arcadis, que evoluiu das suas origens na transformação de terrenos alagadiços nos Países Baixos para uma grande empresa de consultoria, tem usado o *Autodesk Build* desde julho de 2022. Esta ferramenta transformou os seus processos de inspeção ao ligar fotos a modelos 3D em tempo real, eliminando assim erros e ineficiências no manuseamento de dados.

A Figura 2.11 apresenta um perfil da Arcadis, uma empresa com mais de 5000 funcionários, que adotou o *Autodesk Build* para melhorar a gestão de documentos, projetos e qualidade e com o objetivo de reduzir custos, melhorar a qualidade e cumprir cronogramas.

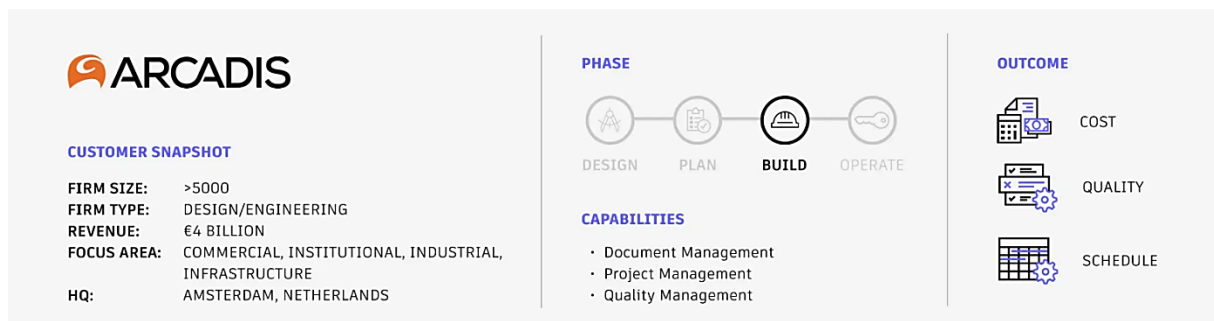


Figura 2.11 - Utilização do *Autodesk Build* pela Arcadis [21]

Os principais benefícios destacados incluem inspeções padronizadas, acessibilidade em tempo real da informação para todas as partes interessadas e processos de recolha e relatório de dados simplificados. Esta padronização melhorou a consistência nas classificações de risco e na terminologia utilizada nos projetos. A flexibilidade do *Autodesk Build* permite à Arcadis personalizar a recolha e o relatório de dados para satisfazer as necessidades específicas dos clientes, fornecendo informações filtradas e personalizadas de forma eficiente.

Além disso, o uso do *Autodesk Build* reduziu significativamente o tempo necessário para a produção de relatórios, melhorando a comunicação e a transparência dentro da empresa e com os clientes. Os clientes apreciaram a clareza e o acesso em tempo real aos dados dos projetos, resultando em menos relatórios, mas mais eficazes. O artigo enfatiza como esta integração tecnológica resultou em economias de tempo consideráveis e maior eficiência para a Arcadis, com planos para envolver ainda mais os clientes no uso da plataforma para gestão de instalações no futuro.

2.1.22 A HERMANSON AUTOMATIZA E CONECTA O PROCESSO DE FABRICAÇÃO COM O AUTODESK BUILD

O artigo [22] descreve como a Hermanson Company automatizou e conectou o seu processo de fabricação com o *Autodesk Build*. Anteriormente, a Hermanson utilizava o BIM 360 e o PlanGrid nas suas obras. No entanto, ao adotar o *Autodesk Build*, a empresa conseguiu centralizar os dados do projeto e padronizar os fluxos de trabalho de gerenciamento de projetos, o que permitiu uma maior transparência entre as equipas, redução de desperdícios e economia de tempo e custos, tal como indica a Figura 2.12.



Figura 2.12 - Utilização do *Autodesk Build* pela Hermerson [22]

É destacado como a empresa optou pelo *Autodesk Build* após uma avaliação abrangente de soluções, visando consolidar os seus programas e unificar equipas num único ambiente para conectar o fluxo de dados desde o projeto até a entrega final. O foco principal foi a integração do *Autodesk Build* com o *software* de fabricação STRATUS, utilizado pela empresa. Assim, tornou-se possível conectar os fluxos de trabalho de fabricação e de campo numa única solução, aumentando a precisão e minimizando erros à medida que os modelos são atualizados em tempo real. Isso proporcionou acesso rápido a informações importantes, como RFIs, submissões e problemas, mantendo os projetos em andamento de maneira eficiente.

É também ressaltado como o *Autodesk Build* ajudou a Hermanson a padronizar os seus relatórios e *checklists*, economizando tempo e garantindo a precisão na documentação e partilha de informações em todos os seus projetos. Além disso, destaca a importância da parceria entre a empresa e a *Autodesk* para personalizar o processo de RFIs, relatórios e submissões, de acordo com as necessidades da empresa.

O artigo demonstra como a Hermanson Company obteve benefícios significativos ao adotar o *Autodesk Build*, melhorando a eficiência operacional, reduzindo custos e garantindo uma comunicação transparente e eficaz entre todos os intervenientes nas diferentes fases do projeto.

2.1.23 INVESTIGAÇÃO SOBRE ESTRATÉGIAS DE CONTROLO DA QUALIDADE E DE GESTÃO DA SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O artigo de pesquisa [23] de Jian Wang e Hongfang Sun tem como propósito explorar várias estratégias para o controlo de qualidade e gestão de segurança na construção. Com o aumento do número de projetos de construção, torna-se essencial implementar estratégias eficazes para controlar a qualidade e garantir a segurança tanto dos trabalhadores quanto do público em geral.

No que diz respeito ao controlo de qualidade, o artigo destaca a necessidade de melhorar o sistema de gestão da qualidade, fortalecer o controlo de materiais, monitorizar rigorosamente o processo de construção e aprimorar a qualidade do pessoal de construção. Isso inclui a definição clara de responsabilidades de gestão, a implementação de normas e especificações de qualidade, a realização de

inspeções detalhadas de materiais e a formação regular dos trabalhadores para aumentar a sua consciencialização e competências.

Por outro lado, no que diz respeito à gestão de segurança, o artigo destaca a necessidade de estabelecer um sistema de gestão de segurança abrangente, fortalecer a educação e formação em segurança, implementar um sistema de inspeção de segurança eficaz e reforçar a resposta a emergências em casos de acidentes. Essas medidas visam garantir um ambiente de trabalho seguro e prevenir riscos para os trabalhadores.

O artigo também realça a inter-relação entre o controlo de qualidade e a gestão de segurança, enfatizando que ambas as áreas se complementam e se beneficiam mutuamente. A integração eficaz dessas práticas é considerada fundamental para elevar os padrões gerais de qualidade e segurança nos projetos de construção.

Por fim, a importância da implementação de sistemas abrangentes de controlo de qualidade e gestão de segurança é essencial para garantir a qualidade e a segurança na indústria da construção. Essas estratégias, quando implementadas de forma eficaz, contribuem para melhorar não só a qualidade final do projeto, mas também a segurança dos trabalhadores e a durabilidade das estruturas construídas.

2.1.24 COMO A PENTA CONSTRUIU UMA PISTA DE FÓRMULA 1 EM TEMPO RECORDE

O artigo [24] publicado no website da *Autodesk Construction Cloud*, descreve como a empresa PENTA Building Group contruiu uma pista de corrida de Fórmula 1 em Las Vegas em tempo recorde. O projeto envolveu a construção de uma pista de 3,8 milhas (aproximadamente 6,12 km), além da infraestrutura de apoio e concessões ao redor de algumas das ruas mais movimentadas do mundo. Para tal, a empresa usou tecnologia da *Autodesk Construction Cloud*, incluindo *Autodesk Build* e *Autodesk BIM Collaborate*, para coordenar equipas e concluir o projeto em apenas 11,5 meses.

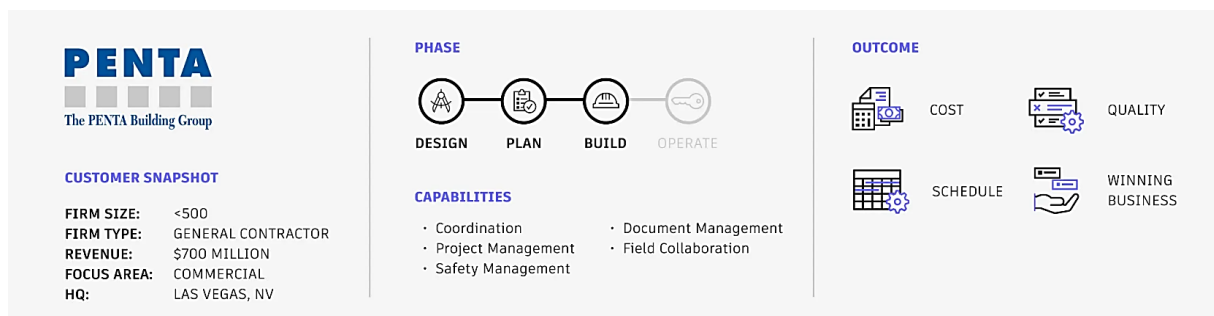


Figura 2.13 - Utilização do *Autodesk Build* pela PENTA [24]

A Figura 2.13 fornece um perfil da PENTA, que é uma empresa com menos de 500 funcionários, e utiliza o *Autodesk Build* para melhorar a coordenação, gestão de projetos, e gestão de segurança durante as fases de *design*, planeamento e construção dos projetos. A empresa também utiliza ferramentas de gestão de documentos e colaboração no campo. Com o objetivo de alcançar melhores resultados em termos de redução de custos, melhoria de qualidade, cumprimento de cronogramas e obtenção de novos negócios.

No artigo, a empresa detalha os desafios que enfrentou na coordenação das equipas espalhadas pelo país e a necessidade de cumprir prazos rigorosos. Também descreve como a empresa adotou e integrou as ferramentas da *Autodesk Construction Cloud* no seu fluxo de trabalho, incluindo formação personalizada e colaboração em tempo real. É também destacada a importância de manter todos os intervenientes atualizados tendo em conta as grandes dimensões do projeto. A tecnologia do *software* ajudou a garantir

tanto a segurança na obra, como uma comunicação eficiente e uma agilidade de adaptação a mudanças no projeto, como a adição de um túnel subterrâneo.

Além disso, é mencionado como a gestão de cronograma na nuvem ajudou a PENTA a cumprir todos os requisitos como prazos e redução do impacto ambiental, ao mesmo tempo que melhorava a qualidade e eficiência da operação.

O artigo é concluído com o destaque à importância de registar o processo de construção para futuras referências e melhorias, garantindo uma experiência contínua para os clientes. A empresa salienta como a *Autodesk Construction Cloud* se tornou uma ferramenta fundamental nos seus projetos, permitindo uma colaboração eficaz e uma melhor experiência para o cliente.

3

ANÁLISE CRÍTICA DOS CASOS DE ESTUDO

O setor da construção tem enfrentado desafios contínuos relacionados à qualidade, produtividade e eficiência. A digitalização surge como uma solução potencial para mitigar esses problemas, melhorando o controlo da qualidade e a gestão de projetos. Este capítulo faz uma análise crítica dos casos de estudo apresentados, com foco nas diferentes estratégias de controlo de qualidade e na digitalização de processos. Para tal, será feita, primeiramente uma síntese dos conceitos obtidos a partir dos casos de estudo e de seguida a análise crítica aos mesmos.

A seguinte análise crítica foi realizada com o objetivo de avaliar as diversas fontes que discutem a gestão de qualidade e a digitalização na indústria da construção. Foram selecionados e analisados casos de estudo, livros, dissertações e artigos que abordam diferentes aspetos da implementação de tecnologias e sistemas de gestão da qualidade em projetos de construção. A metodologia adotada incluiu a leitura detalhada dos documentos, a identificação dos pontos fortes e fracos de cada fonte, e a síntese dos principais achados numa visão crítica e comparativa.

Os documentos analisados variam de casos de estudo específicos em diferentes regiões, como Jordânia e Portugal, a dissertações e investigações que propõem modelos de autoavaliação e a utilização de programas específico. Além disso, foram considerados livros que fornecem uma visão abrangente da evolução da gestão de qualidade na construção e as transformações trazidas pela digitalização, conhecidas como Construção 4.0.

A análise foi conduzida com base em critérios como a abrangência e aplicabilidade dos sistemas e modelos propostos, a utilização de tecnologias robustas, a integração de técnicas estabelecidas de controlo de qualidade, e a relevância prática dos estudos e propostas para diferentes contextos e tipos de projetos de construção. Além disso, foram identificados desafios comuns, como a complexidade de implementação, a necessidade de formação intensiva, e a dependência da disponibilidade e desempenho das tecnologias utilizadas.

3.1 CONTROLO DE QUALIDADE

Definir qualidade pode ser uma missão desafiadora, uma vez que ao longo dos anos a sua definição é bastante subjetiva alterando consoante a situação ou produto a que é aplicável. Uma das definições mais usadas é de British Standard 4778, “O conjunto de propriedades e características de um produto ou

serviço relacionadas com a sua capacidade de satisfazer exigências expressas ou implícitas”. Neste contexto, as exigências explícitas são relacionadas com as condições específicas do cliente, enquanto as exigências implícitas relacionam-se com as funções principais de qualquer produto ou serviço, sendo assim a qualidade alcançada quando há um equilíbrio entre essas exigências. [25]

Feigenbaum [26] afirmou que "a qualidade é, na sua essência, uma forma de gerir a organização" e “a qualidade é aquilo que o cliente diz que é”, salientando a importância da intervenção do cliente na avaliação da qualidade do serviço ou produto.

No entendimento de Crosby, qualidade é definida como a “conformidade com requisitos e especificações”. Crosby ressalta que a qualidade de um serviço ou produto está diretamente relacionada à sua capacidade de atender ou conformar-se aos requisitos e especificações predefinidos, enfatizando que a qualidade não deve ser subjetiva, mas sim mensurável em termos de conformidade com os critérios estabelecidos [27].

Por outro lado, Juran define qualidade como “adequação ao uso”, destacando que a qualidade de um produto ou serviço não se limita à conformidade com especificações, mas também engloba a capacidade de atender eficazmente às necessidades e expectativas dos usuários finais. Juran destaca também que a avaliação da qualidade não deve ser restringida aos padrões internos da organização, mas também deve ser considerada a capacidade do serviço ou produto de satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes. [28]

O Decreto-Lei nº71/2012 destaca qualidade como “o conjunto de atributos e características de uma entidade ou produto que determinam a sua adequação para satisfazer necessidades e expectativas da sociedade”, salientando o seu papel na promoção do bem-estar social.

Por sua vez, qualidade é definida pela ISO 9000 como o "grau com que um conjunto de características inerentes (a um produto ou serviço) cumpre os requisitos”, ressaltando a conformidade do serviço ou produto com as expectativas do cliente como aspeto central da qualidade [25].

No controlo da qualidade, a fiscalização designa um Coordenador de Qualidade para cada empreitada, responsável por implementar e cumprir o Manual de Qualidade, preparar e manter o Programa de Qualidade, verificar a conformidade dos processos de construção e realizar testes e ensaios durante a obra. Assegura-se que as últimas versões das alterações ao projeto estejam em uso para garantir a qualidade exigida. [30]

3.1.1 MODELOS DE CONTROLO DE QUALIDADE

O controlo da qualidade desempenha um papel crucial não só na determinação do resultado final, mas também na segurança e durabilidade dos projetos de engenharia civil. A implementação eficaz do controlo da qualidade é essencial para garantir conformidade com os padrões de qualidade do projeto mais elevados, o que implica uma vigilância contínua e reforçada do processo de construção. [4]

Num Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) é essencial para garantir a eficiência e conformidade das operações de uma empresa os seguintes elementos [25]:

- Plano da Qualidade (PQ): documento que determina as políticas de qualidade estabelecidas pela empresa, assim como os objetivos e métodos para alcançá-los.
- Manual da Qualidade (MQ): documento que estabelece a estratégia e estrutura para a implementação do SGQ, conforme definido no Plano da Qualidade.

- Procedimento: componente que descreve como uma atividade ou processo deve ser executado, incluindo os seus *inputs* e *outputs*. Além disso, abrange os objetivos da atividade, responsabilidades, documentos necessários, recursos a serem utilizados, entre outros detalhes.
- Não-conformidade: provém de quando alguma atividade ou processo não foi executado de acordo com padrões definidos no SGQ.
- Auditoria: realização de uma análise abrangente dos elementos e utilização do SGQ, com o propósito de verificar se os padrões definidos no PQ e no MQ estão a ser cumpridos, garantindo a conformidade e eficácia do sistema.

Desses elementos, os procedimentos são os de maior impacto no nível de qualidade que é alcançado no final de um processo produtivo. Um Manual de Procedimentos bem elaborado facilita a execução consistente de tarefas recorrentes, simplifica a instrução de novos colaboradores e fornece um guia para evitar esquecimentos durante a execução das atividades. [25]

Os sistemas de gestão de qualidade são essenciais para garantir que sejam mantidos os padrões de qualidade em todas as fases de um projeto de construção. Sendo destacada a necessidade de um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) conforme as normas ISO 9001, realçando que a adoção de um SGQ é crucial para a competitividade e confiança dos clientes [19].

3.1.1.1 Sistema Português de Qualidade

O Sistema Português de Qualidade é uma estrutura organizacional e regulatória estabelecida em Portugal para garantir a qualidade de produtos e serviços. Para tal existem três funções essenciais: Acreditação, Certificação e Marca Produto Certificado. [25]

Primeiramente, a Acreditação é direcionada a laboratórios e outras entidades, conferindo-lhes a competência para realizar um conjunto específico de ensaios, conforme normas estabelecidas. Essa acreditação não valida apenas a competência técnica das entidades, mas também garante a qualidade dos serviços prestados.

Em seguida, a Certificação é direcionada a empresas e profissionais, verificando se as metodologias de gestão e os processos de produção estão a ser implementados conforme os padrões estabelecidos na estratégia de qualidade. Essa certificação assegura que os produtos e serviços cumprem aos requisitos definidos, contribuindo para a confiabilidade e a satisfação do cliente.

Por fim, a Marca Produto Certificado, quando aplicada a um produto, confirma a sua conformidade com normas ou especificações técnicas relevantes. Essa marca certifica que o produto foi produzido por um fabricante com um sistema de controlo de produção adequado, reforçando sua qualidade.

3.1.1.2 Marca de Qualidade LNEC

A Marca de Qualidade LNEC (MQ LNEC) é um sistema de certificação estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 310/90, e gerido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). Este sistema de certificação visa garantir que os empreendimentos de construção atendam a elevados padrões de qualidade técnica, social e económica. A MQ LNEC assegura que os projetos de construção cumprem rigorosos requisitos contratuais, legais, regulamentares e técnicos, promovendo a excelência no setor da construção.[29]

A principal finalidade da MQ LNEC é elevar a qualidade dos empreendimentos de construção, garantindo que todos os requisitos especificados sejam cumpridos. Os objetivos específicos da MQ

LNEC incluem a implementação de um Plano Geral de Garantia da Qualidade (PGGQ), que assegura o cumprimento das disposições legais, contratuais e regulamentares aplicáveis, além das especificações técnicas e das boas práticas de construção. A certificação também busca atingir níveis de satisfação superiores aos exigidos pela legislação, especialmente em termos de funcionalidade, durabilidade e segurança dos empreendimentos. Além disso, a MQ LNEC visa reduzir os riscos de danos, particularmente aqueles decorrentes de anomalias no processo construtivo, proporcionando maior segurança e confiabilidade aos projetos. Outro objetivo importante é a redução dos prémios de seguros de responsabilidade e construção, ao diminuir os riscos associados aos empreendimentos.[30]

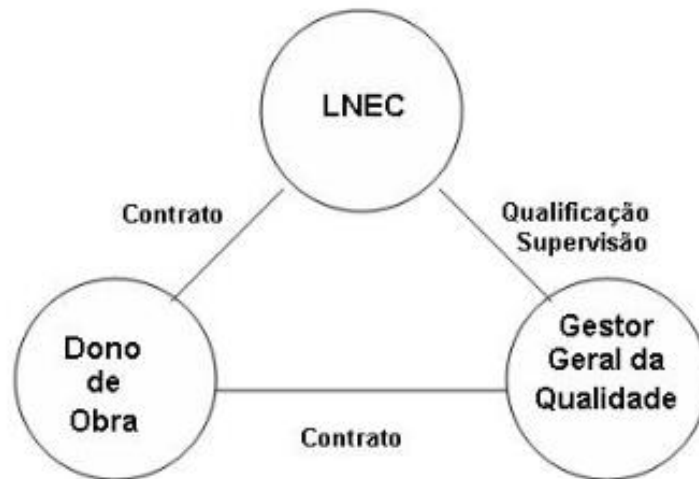


Figura 3.1 - Relação entre as entidades intervenientes, [29]

A concessão da MQ LNEC envolve um processo detalhado que abrange várias etapas e requisitos (Figura 3.1). Primeiramente, o Dono de Obra deve nomear um Gestor Geral da Qualidade (GGQ) qualificado pelo LNEC. Este profissional é responsável pela elaboração e implementação do Plano Geral de Garantia da Qualidade (PGGQ). O GGQ deve preparar um PGGQ abrangente, que inclua todos os domínios e fases do empreendimento. Este plano deve ser aprovado pelo LNEC e deve detalhar os objetivos, metodologias e procedimentos para assegurar a qualidade do projeto.

Ao final do empreendimento, o GGQ deve emitir uma declaração de conformidade, atestando que os objetivos do PGGQ foram cumpridos. Esta declaração deve ser homologada pelo LNEC. O Selo de Qualidade LNEC pode ser aplicado a diversos componentes ou elementos dos edifícios, como paredes, pavimentos, coberturas, revestimentos, caixilharias e instalações. Este selo é uma garantia adicional de que os componentes atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pelo LNEC.

Em conclusão, a Marca de Qualidade LNEC é um importante sistema de certificação que promove a excelência na construção civil, assegurando que os empreendimentos cumpram elevados padrões de qualidade. Ao implementar um rigoroso plano de garantia da qualidade e reduzir os riscos associados, a MQ LNEC oferece benefícios significativos tanto para as empresas de construção quanto para os usuários finais, contribuindo para a criação de edificações mais seguras, duráveis e funcionais.

3.1.1.3 Normas ISO

Para garantir a consistência das políticas de qualidade em escala global, foram desenvolvidas e publicadas normas que definem essas políticas e os procedimentos necessários para alcançar os padrões desejados [25].

As normas da série ISO 9000 (incluindo 9000, 9001, 9004 e outras relacionadas) desempenham esse papel. Inicialmente lançadas em 1994, essas normas foram revistas em 2000, 2005/2008 e, mais recentemente, em 2015, principalmente a norma 9001, para esclarecer conceitos e harmonizar com outras normas, como a ISO 14000 para sistemas de gestão ambiental. Essa harmonização é crucial numa economia global, onde os componentes de produtos finais vêm de diferentes fontes, exigindo que a produção seja protegida por normas para garantir confiabilidade tanto para os produtores quanto para os clientes finais.

A norma 9001 estabelece os requisitos para SGQ, abrangendo documentação, política de qualidade, responsabilidades da direção, processos de produção, métodos de avaliação de resultados e melhoria do desempenho.

3.1.1.4 Gestão da Qualidade Total

Gestão da Qualidade Total, também conhecida como *Total Quality Management* (TQM), é uma abordagem de gestão que visa alcançar o sucesso organizacional a longo prazo, promovendo a participação dos trabalhadores, atendendo às necessidades dos clientes e cumprindo regulamentos governamentais [31]. Na década de 1960, desenvolvida nos Estados Unidos, a TQM enfatiza a melhoria contínua de processos, produtos e serviços, com ênfase na satisfação do cliente. Apesar de originada nos Estados Unidos, a TQM foi primeiramente adotada no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, especialmente pela Toyota, em resposta ao Fordismo, contribuindo para estabilizar a economia pós-guerra. Os seus princípios incluem a ênfase na inovação e na prevenção de defeitos, com a política dos "zero defeitos" como característica central [11].

Uma empresa que é gerida com TQM garante que os seus produtos e serviços cumprem critérios específicos. Isso inclui a consistente adequação ao propósito, a capacidade de encantar o cliente com um serviço excepcional durante o fornecimento dos bens e a oferta de uma qualidade de produto superior à concorrência, o que leva os clientes a preferi-lo independentemente do preço. [31]

Demming's propôs os seguintes catorze pontos para alcançar TQM:[2]

1. Estabelecer um propósito constante de aprimoramento de produtos e serviços para manter a competitividade e gerar empregos.
2. Adotar uma nova filosofia que responda aos desafios económicos atuais e inspire a liderança na busca por mudanças.
3. Eliminar a dependência da inspeção como principal método de garantia de qualidade.
4. Encerrar a prática de negócios baseados apenas em preços, priorizando a minimização do custo total e parcerias duradouras com fornecedores.
5. Aprimorar continuamente os processos de planeamento, produção e serviço para aumentar a qualidade e reduzir custos.
6. Oferecer treino no local de trabalho para capacitar os colaboradores.
7. Promover uma liderança que auxilie os funcionários a desempenhar as suas funções de forma eficaz.
8. Eliminar o medo como obstáculo ao progresso e ao desempenho dos funcionários.
9. Derrubar as barreiras entre os departamentos para incentivar a colaboração e a resolução de problemas.

10. Eliminar slogans, estímulos e metas direcionadas aos funcionários.
11. Abandonar padrões artificiais, como cotas numéricas e metas de produtividade.
12. Remover as barreiras que danificam o orgulho dos funcionários no seu trabalho.
13. Estabelecer um programa abrangente de educação e autodesenvolvimento para todos os funcionários.
14. Envolvimento de toda a empresa no processo de transformação.

Se ocorrer algum problema numa das operações de um processo, a eficácia de todo o processo fica comprometida. As pessoas envolvidas nas operações que compõem um processo formam uma cadeia de responsabilidade, onde o sucesso de cada uma depende do sucesso de todas as anteriores. Esse conceito de cadeia oferece uma compreensão simples para auxiliar na adoção da filosofia de TQM. [31]

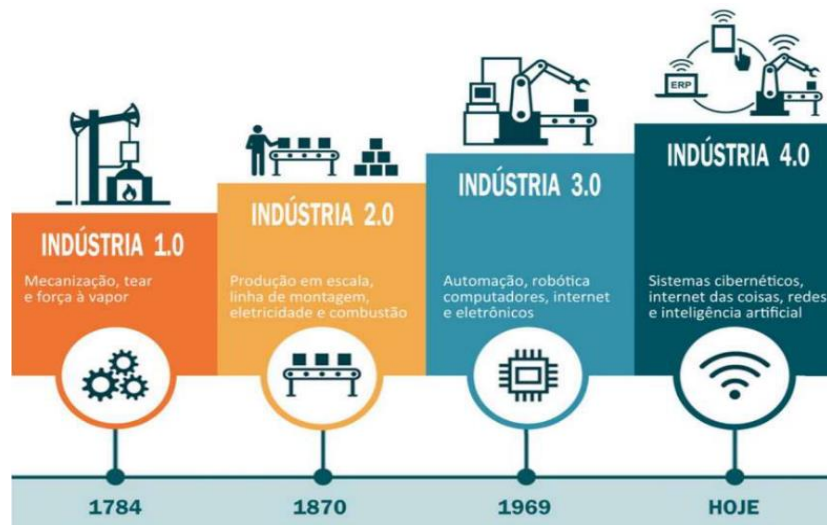


Figura 3.2 - As Revoluções Industriais [16]

3.2 DIGITALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

A digitalização representa um amplo processo de incorporação generalizada de várias tecnologias, serviços e produtos digitais em tempo real. Isso facilita a conexão constante entre pessoas, empresas e entidades, permitindo a coleta, análise e troca de informações sobre diversos assuntos e atividades, incluindo os seus impactos económicos e sociais. Esse fenómeno global tem trazido vantagens significativas, como uma melhor compreensão e alcance do cliente, além do aparecimento de novos modelos de negócios e o aumento da eficiência. No entanto, é importante observar que a adoção dessas tecnologias varia entre diferentes mercados e setores industriais. A Figura 3.2 representa as diferentes revoluções industriais juntamente com os anos em que começaram e os principais acontecimentos em cada uma.[16]

A Construção 4.0, parte integrante da Quarta Revolução Industrial, representa uma transformação radical nos processos de gestão de projetos na indústria da construção. Ao incorporar tecnologias de informação e digitalização, busca-se a automação e integração de todas as etapas da cadeia construtiva. Essa abordagem vai além da mera adoção de novas tecnologias, exigindo uma reestruturação completa na gestão de projetos das empresas, com base na análise de dados em tempo real para orientar as decisões.[10]

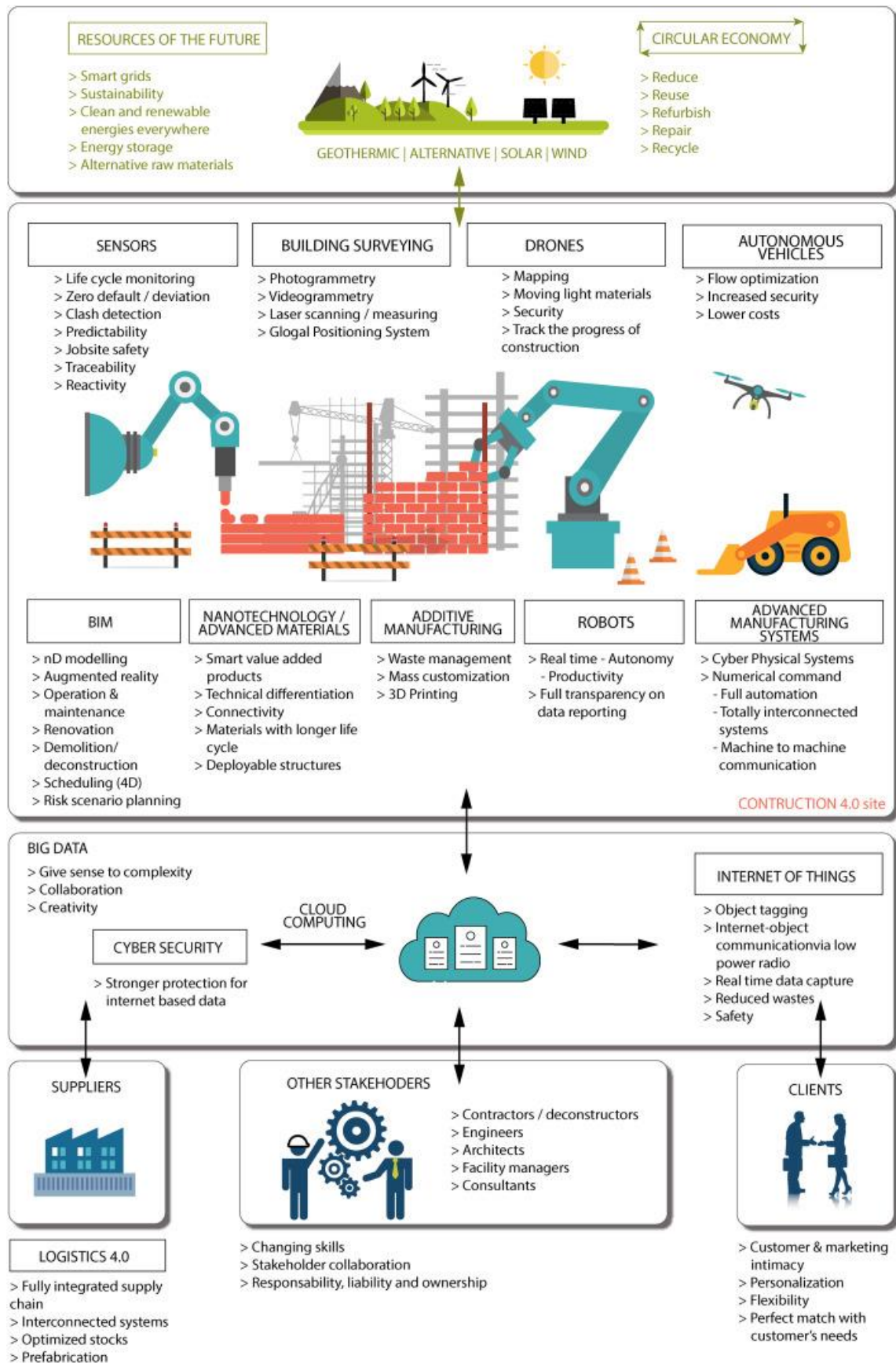


Figura 3.3 - O ambiente "Construção 4.0" possibilitado pelo uso intensivo de tecnologias digitais [33]

Os potenciais benefícios da Construção 4.0 são diversos, incluindo inovação, melhoria da reputação da indústria, redução de custos e prazos, aumento da segurança e comunicação mais eficiente, além de uma melhoria na qualidade das construções devido ao monitoramento e controlo dos processos.

No entanto, a implementação bem-sucedida da Construção 4.0 enfrenta desafios significativos, como resistência à mudança, altos custos, falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento, necessidade de desenvolver novas habilidades, ausência de normas e preocupações com segurança e proteção de dados, além de incertezas legais e contratuais.[16]

A Construção 4.0 é descrita como uma estrutura abrangente que inclui uma variedade de componentes, como produção industrial (prefabricação, impressão 3D, montagem e fabricação fora do local), sistemas ciber-físicos (atuadores, sensores, IoT, robôs, drones) e tecnologias digitais e computacionais (BIM, digitalização por laser e vídeo, IA e computação em nuvem, big data e análise de dados, captura da realidade, realidade aumentada, simulação, padrões de dados e interoperabilidade, e integração vertical e horizontal).

Na Figura 3.3, observa-se o ambiente de Construção 4.0 que é possível a partir do uso intensivo de tecnologias digitais. [33]

Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pela digitalização dos processos de controlo de qualidade, muitas empresas ainda resistem à sua implementação. As principais razões incluem a falta de conhecimento técnico e a necessidade de formação dos colaboradores, que pode ser vista como um obstáculo inicial significativo. Além disso, o custo associado à implementação de novas tecnologias, como a aquisição de softwares especializados e a adaptação das práticas internas, pode desincentivar empresas de menor porte ou com recursos limitados. Outro fator importante é a resistência à mudança, uma vez que o setor da construção civil é tradicionalmente conservador, e muitas vezes os gestores preferem manter métodos convencionais que já dominam, ao invés de correr os riscos e enfrentar as incertezas associadas à adoção de novas soluções digitais.

3.3 ANÁLISE CRÍTICA

O caso de estudo [1] destaca a necessidade de um sistema informatizado e sistemático para o controlo da qualidade e gestão de riscos em projetos de construção. É detalhada a implementação de um sistema utilizando ferramentas como Delphi, MS SQL Server e MS Excel, que ajudam na organização, armazenamento e acompanhamento de dados. A inclusão de várias técnicas de controlo de qualidade reforça a abrangência do sistema. Os pontos fortes do artigo incluem o sistema abrangente que cobre múltiplos aspetos da construção, tecnologias robustas que garantem a confiabilidade e eficiência, e o uso de técnicas estabelecidas para identificar tendências e problemas potenciais. No entanto, a complexidade de implementação pode ser um desafio, exigindo formação intensiva, e a eficácia do sistema depende da disponibilidade e desempenho das tecnologias utilizadas.

O livro [2] oferece uma visão detalhada da evolução da gestão da qualidade na construção. A abordagem prática com exemplos e casos de estudo reais é valiosa para a compreensão das práticas contemporâneas de qualidade na construção. A abordagem prática e os exemplos reais tornam os conceitos mais acessíveis, e a análise de diferentes etapas do controlo de qualidade oferece uma cobertura completa. Contudo, pode não abordar questões específicas de algumas regiões ou tipos de projetos, e o foco teórico pode ser menos prático para implementação imediata no campo.

A tese de doutoramento [3] apresenta um modelo de autoavaliação para PMEs da construção em Portugal, destacando a importância de critérios de avaliação específicos para alcançar um desempenho

ideal e sugerindo a digitalização dos processos para melhorias significativas. O estudo destaca o foco em PMEs, abordando as necessidades específicas desse segmento e sugerindo oportunidades para implementar tecnologias digitais. No entanto, os resultados podem ser específicos ao contexto português e não se aplicar a outras regiões, e a eficácia do modelo depende de autoavaliações precisas e imparciais.

O caso de estudo [4] explora a importância da qualidade na construção habitacional na Jordânia, destacando a colaboração e flexibilidade organizacional para alcançar resultados de qualidade sustentáveis. O foco localizado oferece insights valiosos específicos ao setor habitacional na Jordânia, e a ênfase na colaboração e aprendizagem contínua é crucial para a qualidade sustentável. No entanto, as conclusões podem não ser aplicáveis a outros contextos, e o estudo pode ser limitado pelo tamanho e representatividade dos participantes.

O caso de estudo [5] discute os desafios na construção criativa e propõe a colaboração entre laboratórios, universidades e analistas de risco para validar soluções inovadoras. A abordagem enfocada na inovação e a proposta de colaboração podem melhorar significativamente a qualidade das construções inovadoras. No entanto, a coordenação entre entidades pode ser complexa e exigir recursos significativos, e o artigo concentra-se mais em identificar problemas do que em fornecer soluções práticas.

O caso de estudo [6] explora o estado e as práticas da Indústria 4.0 na construção, destacando a importância de tecnologias como BIM, IoT e realidade aumentada. A revisão abrangente e o uso do modelo PESTEL para análise multifacetada das implicações da Indústria 4.0 são pontos fortes. No entanto, a aplicação dessas tecnologias ainda é limitada na construção, e há uma necessidade reconhecida de mais estudos para promover a adoção.

A dissertação [7] examina a utilização do *software* SICCO para melhorar o controlo de qualidade e conformidade em obras, destacando a importância de substituir a documentação em papel por formatos digitais. A facilidade de acesso e circulação de informações, bem como a capacidade de associar não conformidades a locais específicos na planta da obra, são pontos positivos. No entanto, a dependência de conexão com a internet e a necessidade de uma funcionalidade offline mais robusta, além da falta de integração do Mapa de Tarefas e Quantidades no programa, são desafios que precisam ser abordados.

A dissertação [8] aborda a importância do controlo de qualidade na construção e o uso do *software* SICCO para melhorar esse controlo. A validação prática do *software* num caso de estudo real e a análise comparativa entre diferentes modelos de controlo de conformidade são pontos fortes. No entanto, foram identificadas limitações técnicas, como a dependência de conexão com a internet e a necessidade de melhorias na rapidez do upload de fotos, além da falta de recursos para planeamento e controlo de materiais.

O caso de estudo [9] explora a digitalização na construção, propondo um *framework* para adotar a Construção 4.0 e destacando tecnologias como BIM, realidade virtual e drones. A revisão extensiva das tecnologias emergentes e o *framework* proposto são pontos fortes, oferecendo um guia para a adoção de tecnologias digitais na construção. Contudo, a adoção enfrenta desafios significativos, incluindo resistência à mudança e custos de implementação, e há uma necessidade de mais pesquisas sobre Indústria 4.0 na construção.

O livro [10] aborda a revolução digital na construção, conhecida como Construção 4.0, explorando tecnologias como BIM, princípios *lean* e construções pré-fabricadas. A visão abrangente e as contribuições de especialistas oferecem *insights* valiosos sobre as práticas inovadoras na construção. No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios, como resistência à mudança e falta de habilidades digitais, e a aplicação prática pode enfrentar obstáculos significativos.

A dissertação [11] examina a evolução da construção civil e o foco crescente na garantia da qualidade, propondo a aplicação do *software* SICCO num caso de estudo real. A comparação entre métodos tradicionais e o *software* SICCO, bem como as propostas de melhoria discutidas, são pontos fortes. Contudo, a eficácia do controlo de qualidade depende do desempenho do *software*, e a adoção de novas tecnologias exige treinamento extensivo.

A tese [12] destaca a importância do controlo de qualidade e compara dois programas, SICCO e FIELDWIRE, num caso de estudo real. A análise detalhada e comparativa entre os dois programas e a avaliação de aspetos como facilidade de uso e planeamento de tarefas são pontos fortes. No entanto, a dependência da existência de conexão com a internet e a necessidade de melhorias foram identificadas como desafios a serem superados.

O caso de estudo [13] investiga como as empresas do setor AEC em Portugal respondem aos desafios da transformação digital. O estudo destaca que, apesar de estarem cientes dos benefícios, enfrentam barreiras como o alto custo e a falta de recursos humanos especializados. A consciência dos impactos e a ênfase na formação e requalificação dos trabalhadores são pontos positivos. No entanto, o progresso desigual entre as empresas e os desafios de custo e recursos humanos são aspetos que limitam a implementação eficaz.

A dissertação [14] analisa os desafios de controlo de qualidade na construção em Portugal, propondo um modelo de avaliação baseado num processo de análise qualitativo de modo a estudar os pontos fortes e fracos do sistema de qualidade das empresas. O modelo de análise qualitativo oferece uma abordagem estruturada e objetiva, e a adaptação dos mecanismos de controlo de qualidade para se alinharem melhor com as atividades de uma entidade fiscalizadora é uma sugestão valiosa. No entanto, a aplicação prática das metodologias pode ser complexa devido às especificidades de cada projeto, e fatores como demandas dos clientes e prazos apertados podem comprometer a qualidade dos serviços.

O caso de estudo [15] aborda a criação de um sistema de gêmeo digital para melhorar o controlo de qualidade nos locais de construção. A digitalização é apresentada como uma solução para aumentar a produtividade e reduzir erros. A ferramenta de gêmeo digital é eficaz para automatizar e melhorar o controlo de qualidade, e o foco na digitalização pode otimizar custos e evitar a repetição de deficiências. No entanto, a implementação bem-sucedida requer um conhecimento detalhado das práticas digitais e dos processos existentes, e a transição dos métodos tradicionais para sistemas digitais pode enfrentar resistência.

A dissertação [16] destaca a necessidade de digitalização dos métodos de controlo de qualidade na construção, apresentando uma análise comparativa de três programas de gestão de projetos para encontrar a melhor opção para a indústria. A comparação de programas e o teste do Procore num caso de estudo oferecem insights práticos sobre a sua aplicação. Contudo, as empresas precisam de se adaptar às novas tecnologias e desenvolver habilidades digitais, e fatores externos, como condições climáticas, podem afetar a eficácia dos métodos digitais.

O livro eletrónico [17] explora estratégias para melhorar a gestão da qualidade e encerramento de projetos na era digital. A abordagem proativa e colaborativa é enfatizada como essencial para garantir conformidade e promover melhorias contínuas. A adoção de estratégias digitais pode resultar em economia de custos e tempo, e a criação de um repositório central de conhecimento e programas de reconhecimento incentiva a melhoria contínua. Contudo, a implementação de sistemas de gestão de qualidade digitais pode enfrentar resistência e necessitar de formação extensa, e garantir a conformidade com padrões de qualidade pode ser complexo.

A dissertação [18] aborda a digitalização na construção, destacando o impacto positivo de tecnologias como BIM e programas especializados na colaboração e controlo de qualidade. A digitalização pode aprimorar a eficiência, produtividade e qualidade na construção, e a análise detalhada do *software* Procore oferece insights valiosos. Contudo, a empresa estudada não está aproveitando totalmente o potencial do *software*, e a adaptação às tecnologias digitais exige o desenvolvimento de novas habilidades.

O caso de estudo [19] destaca a importância da implementação de um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) na construção civil, baseando-se em normas como a ISO 9001. A conformidade com a ISO 9001 agrega valor e aumenta a competitividade, e o SGQ pode ser acessível e benéfico para pequenas e médias empresas. No entanto, o setor enfrenta desafios como baixa produtividade e desperdício de materiais, e a implementação de um SGQ eficaz pode ser complexa.

O caso de estudo [20] descreve como a MPS padronizou o seu processo de fabricação com o *Autodesk Build*, melhorando a eficiência e comunicação. A centralização da documentação do projeto e a padronização de processos aumentam a eficiência e economizam tempo. Contudo, a empresa teve de personalizar a solução com base no feedback dos líderes de departamento, e a implementação de novas tecnologias pode ser cara e exigir formação extensiva.

O caso de estudo [21] discute como a Arcadis integrou o *Autodesk Build* para melhorar os processos de inspeção de fachadas e estruturas. As inspeções padronizadas e a acessibilidade em tempo real à informação melhoram a comunicação e transparência. Contudo, a personalização da recolha e relatório de dados para atender às necessidades específicas pode ser complexa, e a integração de novas tecnologias pode exigir tempo e esforço significativos.

O caso de estudo [22] descreve como a Hermanson Company automatizou e conectou o seu processo de fabricação com o *Autodesk Build*, aumentando a precisão e eficiência. A centralização dos dados do projeto economiza tempo e reduz erros, e a padronização de relatórios e *checklists* garante precisão na documentação. Contudo, a integração com o *software* de fabricação STRATUS exigiu uma parceria e personalização significativas, e a implementação pode ser complexa.

O caso de estudo [23] explora estratégias de controlo de qualidade e gestão de segurança na construção, destacando a inter-relação entre essas áreas. A necessidade de um sistema de gestão de segurança abrangente e a importância da educação e formação dos trabalhadores são enfatizadas. No entanto, a implementação de estratégias abrangentes pode ser complexa e exigir recursos significativos, e o monitoramento rigoroso e contínuo é necessário para garantir a eficácia.

O caso de estudo [24] descreve como a PENTA Building Group utilizou a *Autodesk Construction Cloud* para construir uma pista de corrida de Fórmula 1 em tempo recorde. A tecnologia permitiu a coordenação eficiente de equipas espalhadas pelo país, e a gestão de cronograma na nuvem ajudou a cumprir prazos rigorosos, melhorando a qualidade e eficiência. Contudo, a coordenação de equipas em grande escala pode enfrentar desafios significativos de comunicação, e o projeto teve de considerar e mitigar o impacto ambiental, o que pode ser complexo.

3.4 CONCLUSÃO

Para concluir, foi realizada a Tabela 3.1 com base na identificação das necessidades essenciais para a gestão eficaz de projetos de construção de forma a avaliar os programas de controlo de qualidade. Cada um dos seguintes critérios foi selecionado para abranger aspetos cruciais que impactam diretamente a eficiência, produtividade e qualidade dos projetos:

- Centralização de dados: é fundamental para garantir que todas as informações do projeto estejam facilmente acessíveis e organizadas. Isso facilita a gestão de projetos, a tomada de decisões informadas e a comunicação entre as equipas. Programas que oferecem alta centralização de dados permitem uma gestão mais eficiente e reduzem a possibilidade de perda ou duplicação de informações.
- Comunicação e colaboração: são essenciais para o sucesso de qualquer projeto de construção. Ferramentas que melhoram a comunicação em tempo real entre todos os intervenientes ajudam a evitar mal-entendidos e atrasos. A colaboração integrada permite que as equipas trabalhem de forma mais coesa e produtiva, melhorando a qualidade do projeto final.
- Escalabilidade: refere-se à capacidade do *software* de ser utilizado em projetos de diferentes tamanhos e complexidades. Programas escaláveis podem ser aplicados tanto em pequenos projetos residenciais quanto em grandes empreendimentos comerciais, garantindo a sua versatilidade e utilidade a longo prazo.
- Funcionalidades de controlo de qualidade: funcionalidades específicas de controlo de qualidade, como listas de verificação e relatórios de inspeção, são cruciais para garantir que os padrões de qualidade sejam mantidos em todas as fases do projeto. Programas com funcionalidades abrangentes de controlo de qualidade ajudam a identificar e resolver problemas rapidamente, mantendo a integridade do projeto.
- Padronização de processos: garante que todas as atividades do projeto sejam realizadas de maneira consistente e eficiente. Isso reduz a variabilidade e aumenta a previsibilidade dos resultados, o que é essencial para cumprir prazos e orçamentos.
- Integração com outras tecnologias: a capacidade de integração com outras tecnologias, como BIM, IoT e ferramentas de gestão de projetos, é crucial para a modernização e digitalização dos processos de construção. Programas que suportam essas integrações permitem uma abordagem mais holística e avançada na gestão de projetos.
- Transparência: é importante para manter todos os intervenientes informados sobre o progresso e os problemas do projeto. Programas que oferecem alta transparência ajudam a construir confiança entre as partes envolvidas e facilitam a resolução rápida de problemas.
- Redução de erros e custos: programas que ajudam a reduzir erros e custos têm um impacto direto na eficiência e rentabilidade dos projetos. Funcionalidades que identificam e corrigem problemas rapidamente são essenciais para minimizar desperdícios e repetição de trabalhos.
- Eficiência e produtividade: são métricas críticas para qualquer projeto de construção. Programas que melhoram a eficiência dos processos e aumentam a produtividade das equipas contribuem significativamente para o sucesso do projeto.
- Adoção e utilização: a facilidade de adoção e utilização do *software* é importante para garantir que as equipas possam integrar rapidamente a nova ferramenta nos seus processos de trabalho. Programas intuitivos e fáceis de usar reduzem a curva de aprendizagem e aumentam a adesão por parte dos usuários.

Para a avaliação dos programas de controlo de qualidade na construção, utilizou-se uma escala de 1 a 5, onde 1 representa desempenho muito insatisfatório e 5 representa desempenho excecional. Essa escala foi escolhida por permitir uma avaliação clara e concisa das funcionalidades e do desempenho de cada *software*, facilitando a comparação entre eles. Uma classificação de 1 indica funcionalidades extremamente limitadas ou ausentes, enquanto 2 aponta para desempenhos abaixo da média com várias

limitações significativas. A classificação de 3 reflete uma funcionalidade básica e adequada para a maioria das tarefas, mas com algumas limitações. A nota 4 representa um desempenho acima da média, com poucas limitações, enquanto 5 indica capacidades excepcionais e altamente recomendadas para todos os tipos de projetos de construção. Esta escala é adequada para esta classificação porque proporciona uma medida clara e direta do quão bem cada *software* atende às necessidades cruciais da gestão de qualidade e processos na construção, permitindo uma comparação objetiva e útil.

Tabela 3.1 - Comparação dos Programas de Controlo de Qualidade na Construção

Critério	Autodesk Build	Procore	BuilderTrend	CoConstruct	SICCO	FIELDWIRE
Centralização de Dados	5	4	3	3	4	4
Comunicação e Colaboração	5	4	3	3	4	4
Escalabilidade	5	5	2	2	3	3
Funcionalidades de Controlo de Qualidade	4	4	3	3	4	4
Padronização de Processos	5	4	3	3	4	3
Integração com Outras Tecnologias	5	4	2	2	3	4
Transparência	5	4	3	3	4	3
Redução de Erros e Custos	5	4	3	3	4	3
Eficiência e Produtividade	5	4	3	3	4	4
Adoção e Utilização	4	4	3	3	3	4

Após uma análise detalhada dos 24 casos de estudo, é evidente que a implementação de tecnologias digitais e programas específicos de controlo de qualidade e gestão de processos num impacto significativo na eficiência, produtividade e qualidade na indústria da construção. Entre as diversas soluções analisadas, o *software Autodesk Build* destaca-se como a escolha ideal para enfrentar os desafios contemporâneos do setor.

Vários estudos demonstram que o *Autodesk Build* oferece uma centralização eficaz da documentação do projeto, padronização de processos e maior transparência entre todos os intervenientes. Empresas como a Modular Power Solutions e a Hermanson Company evidenciaram melhorias substanciais na eficiência e precisão dos seus processos de fabricação ao adotar este *software*. Além disso, o caso da PENTA Building Group mostra como a utilização do *Autodesk Build* permitiu a coordenação eficiente de equipas e a gestão de cronogramas rigorosos, resultando na conclusão bem-sucedida de um projeto de grande escala em tempo recorde.

Outro ponto relevante é a capacidade do *Autodesk Build* de melhorar a comunicação e a colaboração em tempo real, como observado no estudo da Arcadis. A integração de tecnologias como BIM e a

conectividade constante permite uma gestão mais precisa e eficiente, reduzindo erros e custos, ao mesmo tempo em que promovem a conformidade com padrões de qualidade.

Portanto, considerando os benefícios destacados nos casos de estudo, a autora conclui que o *Autodesk Build* é a melhor escolha para empresas de construção que procuram modernizar os seus processos, aumentar a produtividade e garantir a qualidade dos projetos. A sua capacidade de centralizar dados, padronizar procedimentos, e melhorar a comunicação e a colaboração fazem deste *software* uma ferramenta essencial para enfrentar os desafios da indústria 4.0.

4

APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE PROPOSTO

O presente capítulo apresenta o *software Autodesk Build*, uma ferramenta que aprimora a gestão de projetos de construção por meio da digitalização e automação de processos. O *Autodesk Build* oferece um conjunto robusto de funcionalidades que abrange desde a gestão de documentos e custos até à monitorização da qualidade e segurança dos projetos, facilitando a colaboração entre equipas em diversos locais.

O capítulo está organizado de forma a descrever detalhadamente cada ferramenta e funcionalidade do *Autodesk Build*, incluindo Folhas, Ficheiros, Especificações, Problemas, Formulários, Fotos, RFIs, Submissões, Reuniões, Correspondência, Cronograma, Recursos, Relatórios, Ponte e Localizações. Cada seção detalha como essas ferramentas contribuem para a otimização dos fluxos de trabalho, proporcionando um ambiente integrado e eficiente para a gestão de construção. No final, é ressaltada a importância da digitalização na melhoria da eficiência e precisão dos projetos, destacando o *Autodesk Build* como uma solução essencial para a modernização da indústria da construção.

4.1 AUTODESK BUILD

A fevereiro de 2021, a *Autodesk* anunciou o lançamento do *Autodesk Build* [34]. O *Autodesk Build* oferece uma ampla gama de ferramentas para gestão, partilha e acesso a documentos de projetos, de forma a promover a otimização dos fluxos de trabalho entre o escritório, o local de trabalho e o canteiro de obras. Além disso, permite a monitorização da qualidade e segurança do projeto através de questões e formulários, além de gerir o fluxo de informações por meio de pedidos de informação (RFIs), submissões e reuniões. Com isto, o progresso do projeto pode ser acompanhado à medida que avança.[35]

O *Autodesk Build* também se integra aos fluxos de trabalho de pré-construção do *Autodesk BIM 360*, *BIM Collaborate*, *BIM Collaborate Pro* e Gestão de Custos, facilitando a colaboração em projetos de design, coordenação de modelos e gerenciamento de custos.

A assinatura do *Autodesk Build* inclui:

- *Autodesk Docs*: Unifica a plataforma *Autodesk Construction Cloud* com um ambiente de dados comum, centralizando a gestão de arquivos e proporcionando navegação simplificada e fluxos

de trabalho integrados para criar uma única fonte de verdade ao longo do ciclo de vida do projeto.

- **Gestão de Custos:** Melhora e integra a gestão de custos numa única plataforma, aumentando a precisão das previsões e proporcionando um fluxo de caixa previsível com informações em tempo real e visibilidade dos riscos relacionados aos custos.
- **Insight:** Oferece análises dos dados adquiridos e a capacidade de exportar esses dados, além de incluir a inteligência artificial *Construction IQ* para identificar e mitigar riscos.
- **Administração:** Proporciona gestão centralizada de usuários e permissões, modelos e outras ferramentas para configuração de projetos, bem como um método de autenticação único para todos os produtos unificados.

Esta assinatura do *Autodesk Build* está disponível em três planos de folhas: *Build 550*, que permite acesso a até 550 folhas em todos os projetos; *Build 5000*, que permite acesso a até 5000 folhas em todos os projetos; e *Build Unlimited*, que permite acesso ilimitado ao número de folhas. A aquisição do último pode ser por pagamento mensal ou anual sendo os valores 200€/mês e 2142€/ano, respetivamente.[36]

Além disso, o *Autodesk Build* inclui o aplicativo móvel *Autodesk Construction Cloud*, disponível para *iOS* e *Android*, permitindo que as equipas realizem tarefas de qualquer lugar no local de trabalho, com acesso contínuo a todos os dados do projeto, mesmo *offline* [37]. As ferramentas disponíveis no aplicativo móvel estão apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Ferramentas disponíveis no aplicativo móvel [37]

Ferramentas e ações	Autodesk Build
Ficheiros	
• Ficheiros e pastas - Sincronizar e baixar	✓
• Marcações em arquivos PDF - Visualizar, criar, editar, excluir	✓
Problemas	
• Lista de Problemas	✓
• Problemas (Folhas) - Visualizar, criar, editar, excluir - (iOS e Android)	✓
Membros	
• Lista de Membros	✓
Reuniões	✓
Folhas	
• Folhas - Visualizar e baixar	✓
• Marcações em Folhas - Visualizar, criar, editar, excluir	✓
Formulários - (iOS e Android)	✓
Recursos	✓
RFIs - (iOS e Android)	✓
Submissões	✓

Ferramentas e ações	Autodesk Build
Fotos - (iOS e Android)	✓
Cronograma	✓

4.2 RECURSOS EDUCACIONAIS E DE SUPORTE DO AUTODESK BUILD

A *Autodesk Construction Cloud Learning Center* é uma plataforma educacional *online* oferecida pela Autodesk, que fornece recursos de aprendizagem e formação para os produtos e soluções da *Autodesk Construction Cloud*. Na *ACC Learning Center*, os usuários podem encontrar uma variedade de recursos, como cursos e tutoriais que cobrem desde os fundamentos até tópicos avançados, permitindo aos utilizadores aprender a utilizar as ferramentas de forma eficaz. Além disso, fornecem vídeos que demonstram o uso prático das ferramentas, permitindo que os utilizadores vejam como as soluções são aplicadas em cenários reais. A plataforma também oferece documentação detalhada, com manuais e guias que fornecem instruções passo a passo sobre como usar os diferentes componentes da ACC.

Outros recursos disponibilizados pela plataforma incluem *webinars* e eventos ao vivo, onde os utilizadores podem aprender diretamente com especialistas da Autodesk e fazer perguntas em tempo real, além de exercícios práticos que permitem aplicar o que aprenderam em situações simuladas, de forma a solidificar o conhecimento e habilidades adquiridos.

Foi a partir da *ACC Learning Center* que foi realizada a formação essencial para utilizar e manusear o *Autodesk Build* para realizar a dissertação com sucesso. O curso de *Autodesk Build* disponível na plataforma é projetado para fornecer uma compreensão profunda desta ferramenta específica abrangendo tópicos como a configuração de projetos, gestão de documentos, colaboração entre equipas e controlo de qualidade. E oferece tanto uma visão geral quanto detalhes específicos que capacitam os usuários a utilizar o programa de maneira eficiente e eficaz nos seus projetos de construção.

Além disso, o *Autodesk Build Help Site* é um recurso online dedicado a fornecer suporte abrangente e informações detalhadas para os usuários do *Autodesk Build*. Esse site é uma central de assistência onde os utilizadores podem encontrar respostas para perguntas frequentes, guias de uso, tutoriais e outros materiais de suporte para ajudá-los a maximizar a eficiência e a eficácia no uso do programa.

O *Help Site* oferece documentação detalhada com manuais e guias que cobrem todos os aspetos do *Autodesk Build*, tutoriais passo a passo e vídeos demonstrativos, uma seção de perguntas frequentes para resolver dúvidas comuns, artigos de suporte detalhados que exploram tópicos específicos, e acesso a *webinars* e sessões ao vivo com especialistas da Autodesk. Também há links para fóruns e comunidades de usuários, proporcionando um espaço para interação e troca de experiências entre profissionais.

Essa combinação de recursos educacionais e de suporte permite que uma ampla gama de usuários, desde iniciantes até profissionais experientes, maximize o uso das ferramentas da ACC nos seus projetos, promovendo uma gestão de construção mais eficaz e colaborativa.

4.3 FERRAMENTAS DO AUTODESK BUILD

4.3.1 FOLHAS

A ferramenta Folhas (*Sheets*) permite o *upload* e publicação de arquivos PDF e RVT, além de publicar folhas individuais para uso no campo. Assim que as folhas são publicadas, toda a equipa do projeto,

esteja no escritório ou no campo, pode ter acesso e visualizá-las tanto na web quanto na aplicação móvel ACC (Figura 4.1).[38]

A publicação e distribuição de folhas para a equipa é feita através de um processo de *upload* simples e rápido a partir da utilização de tecnologia de Reconhecimento Ótico de Caracteres (OCR), que digitaliza, vincula e rotula as folhas, otimizando-as para pesquisa, filtragem e vinculação automática.

Os gerentes de documentos podem gerenciar todas as versões e revisões das folhas num único local, mantendo o projeto atualizado para que as equipas de campo trabalhem sempre com as folhas mais recentes. Já os administradores do projeto, podem habilitar coleções para que os membros organizem as suas folhas. Isso é útil para projetos com vários edifícios que possuem números de folhas idênticos. Por exemplo, os Edifícios A e B podem ter a folha A101 como o plano do primeiro andar. É possível criar uma coleção para cada edifício e publicar a folha A101 em cada coleção separadamente. Assim, a folha A101 em cada coleção é tratada de forma independente, permitindo a adição de novas versões especificamente para a coleção desejada.

A equipa do projeto pode utilizar questões, fotos e ferramentas de comparação diretamente nas folhas. Com a capacidade de procurar conteúdo nas folhas, criar *tags*, selecionar conjuntos de versões e aplicar filtros e ordenações, as equipas encontram a informação necessária no momento certo. De forma a aumentar a colaboração, é possível marcar, publicar e compartilhar anotações com toda a equipa. É também possível comunicar detalhes com ferramentas de forma ou caixa de texto, vincular documentos ou RFIs diretamente da folha, fixar questões, adicionar fotos ou medir com a ferramenta de calibração.

As permissões de acesso podem ser definidas de forma que certos membros realizem ações específicas na ferramenta, havendo vários níveis de permissões. No entanto, todos os membros com acesso à ferramenta Folhas podem visualizar as folhas publicadas.

Number	Ver	Rev
RDB-ODP-LI-DG-01-R01 Domínio Público - Planta	1	Rev
RDB-ARQ-EX-ARM-02-R00 Mapa ARM - QE - Tipo 1,2,3,4 e 5	1	Rev
RDB-ARQ-EX-ARM-03-R00 Mapa ARM - Interiores Técnicos (1,2,3 ...	1	Rev
RDB-ARQ-EX-ARM-04-R00 Mapa ARM - Exteriores (1,2 e 3)	1	Rev
RDB-ARQ-EX-ARM-05-R01 Mapa ARM - Exteriores Tec. - Tipo 1,2,3...	1	Rev
RDB-ARQ-EX-ARM-ARM-01... Mapa ARM - Quartos	1	Rev

Figura 4.1 - Folhas no Autodesk Build

4.3.2 FICHEIROS

A ferramenta Ficheiros (Files) centraliza todos os arquivos do projeto, permitindo que os membros da equipa trabalhem nos mesmos documentos a partir das ferramentas *Docs*, *Build* ou *Takeoff Files*. É possível organizar os arquivos do projeto em pastas e controlar permissões para garantir que cada membro tenha acesso apenas às informações necessárias (Figura 4.2). Se a empresa utilizar uma estrutura de pastas similar em diferentes projetos, é possível economizar tempo e manter a consistência configurando as pastas com um modelo de projeto na ferramenta Ficheiros.[39]

Para manter a consistência dos nomes de arquivos, é também possível configurar um padrão de nomenclatura em *Docs* e selecionar pastas específicas para aplicar essa convenção. As opções de arquivos incluem o compartilhamento com não-membros, como contratados externos, para melhorar a colaboração sem necessidade de assinatura. A localização de arquivos e refinação de resultados é feita através da utilização a “procura” e os filtros baseados no tipo de arquivo, versões, última atualização, atributos personalizados e conteúdo em PDF.

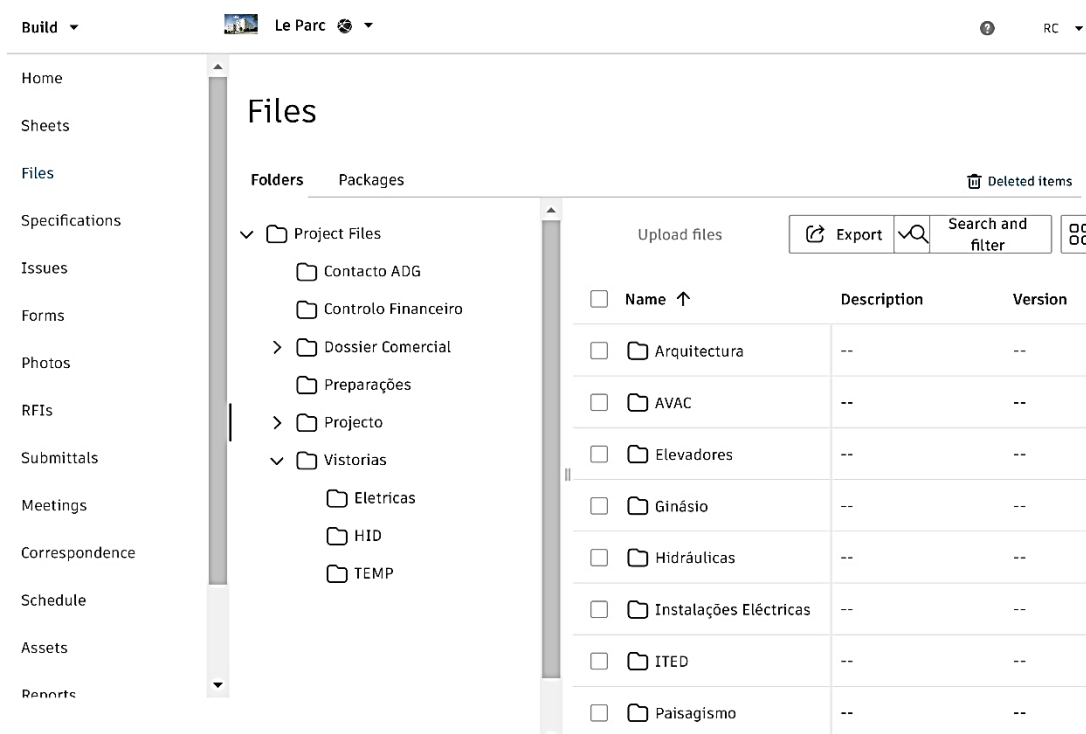


Figura 4.2 - Ficheiros no Autodesk Build

4.3.3 ESPECIFICAÇÕES

As especificações (*Specifications*) de construção descrevem os requisitos relacionados à qualidade, normas, mão de obra e materiais necessários para concluir um projeto de construção. Devido à complexidade desses documentos, é crucial distribuir efetivamente as informações relevantes das especificações entre diversos fluxos de trabalho e membros do projeto. [40]

A ferramenta Especificações no permite que membros com permissão de criação ou superior adicionem e publiquem especificações para uso pelos membros do projeto. Durante o processo de publicação, a tecnologia de OCR analisa informações de alto nível das especificações e organiza os documentos correlacionando códigos e descrições de seções.

Após a extração dos códigos e descrições das seções, estas podem ser adicionadas, modificadas e organizadas na fase de revisão. Uma vez publicadas, as especificações ficam acessíveis para todos os membros do projeto, tanto no campo quanto no escritório, através da web ou do aplicativo móvel *Autodesk Construction Cloud*.

Esta ferramenta suporta os padrões *CSI MasterFormat*, *Common Arrangement of Work Sections* (CAWS), *Uniclass* ou outros para organizar e comunicar especificações e outras informações escritas para projetos de construção comercial e institucional. Cada formato é composto por segmentos menores de informações que representam partes específicas da sua estrutura organizacional.

4.3.4 PROBLEMAS

A ferramenta Problemas (*Issues*) permite investigar, gerir e comunicar problemas e áreas para melhoria ao longo do ciclo de vida da construção, prevenindo atrasos e garantindo a entrega de um trabalho de qualidade. Com a ferramenta Problemas, pode-se referenciar dados em folhas, formulários, RFIs e em toda a plataforma *Autodesk Construction Cloud*. [41]

Types	Custom fields	Permissions	Root causes	Templates	Statuses
+ Create ▾					
Issue category and type		Status	Custom fields		
> Commissioning		✓ Active			
> Coordination		✓ Active			
> Design		✓ Active			
> General		✓ Active			
> Observation		✓ Active			
> Punch List		✓ Active			
> Quality		✓ Active			
> Safety		✓ Active			
> Warranty		⊘ Inactive			
> Work List		⊘ Inactive			

Figura 4.3 - Tipos de problemas no *Autodesk Build*

Esta ferramenta oferece categorias e tipos predefinidos para organizar os problemas do projeto (Figura 4.3), sendo possível começar a usar imediatamente ou configurar as categorias e tipos conforme as necessidades de cada projeto.

Os problemas são configurados de forma personalizada conforme necessário, criando tipos e categorias personalizados. Estes problemas possuem atributos padrão para os detalhar, mas campos personalizados podem ser adicionados. Ao adicionar uma causa raiz, o entendimento de como prevenir a recorrência de

problemas é facilitado. As permissões também podem ser geridas para garantir que a equipa tenha o acesso necessário.

A criação de problemas pode ser feita a partir da própria ferramenta ou em alternativa, a partir de marcações nas ferramentas Folhas e Ficheiros. Uma vez criados, podem ser visualizados no Registo de Problemas (*Issues Log*), gerenciados e exportados.

Após a configuração desta ferramenta, a equipa poderá criar e registar problemas rapidamente no campo. Isso facilita o acompanhamento de questões como itens de lista de pendências ou danos causados por terceiros, identificando problemas e gerenciando o trabalho do projeto. Assim a entrega de trabalhos de qualidade dentro do prazo é feita com maior visibilidade e capacidade de acompanhamento de todo o progresso.

4.3.5 FORMULÁRIOS

A ferramenta Formulários (*Forms*) permite que a equipa preencha, reveja e gerencie formulários de projeto, proporcionando um ponto único e seguro para coordenar a recolha de dados, fotos e documentos de acompanhamento. A

Figura 4.4 mostra o fluxo de trabalho para a utilização da ferramenta Formulários.[42]

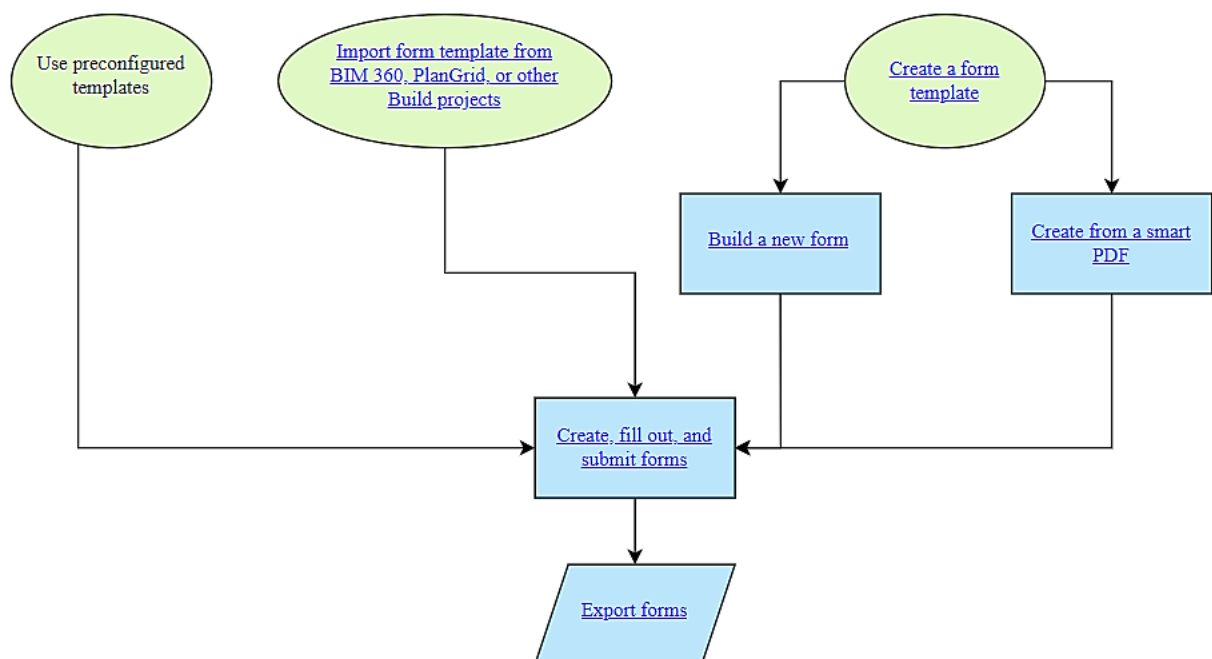


Figura 4.4 - Fluxo de trabalho para utilizar a ferramenta Formulários [42]

Para facilitar o início imediato, o *Autodesk Build* oferece uma série de *templates* de formulários pré-configurados (Figura 4.5). No entanto, também é possível importar *templates* de outros projetos *Build*, da Biblioteca ACC, de Relatórios de Campo no PlanGrid e do *BIM 360 Field Management* ou criar um *template* novo.

É também, possível criar *templates* para *checklists*, registos diários ou outros formulários para a equipa, criando um formulário de raiz ou a partir de um PDF inteligente. Qualquer membro pode completar os formulários ou no local através do aplicativo móvel *Autodesk Construction Cloud* ou no escritório pela web, e depois exportá-los.

Forms

(Sample) Daily Report

Submit

Report date

8 Jul 2024

ID

New

Status

In progress

Location

Select a location >

Description

Add a description

Due date

Select a date

Visible to 18 members

1. Work Log

+ Add work

>

2. Materials

+ Add material

>

3. Equipment

+ Add equipment

>

4. Signature

Foreman Signature* required

Tap here to sign

Note

References

Photos and videos

+ Add

Figura 4.5 - Exemplo de relatório diário disponibilizado pelo Autodesk Build

4.3.6 FOTOS

A ferramenta Fotos (*Photos*) é o ponto único e unificado para visualizar e gerenciar fotos e vídeos. É possível utilizar fotos para diversos fins, desde documentar o progresso até comunicações informais e rastreamento de materiais. Fotos e vídeos, carregados por qualquer membro do seu projeto, ficarão disponíveis na galeria de Fotos. No entanto, também é possível anexá-los como referências a problemas, RFIs, submissões e formulários.[43]

As fotos e vídeos na galeria de Fotos são visíveis para todos os membros do projeto, incluindo detalhes como *tags*, informações de localização e do criador. As permissões disponíveis são as seguintes:

- **Upload:** Todos os membros podem carregar fotos na galeria, como referência e através da marcação de fotos nas folhas.
- **Edição:** Apenas administradores do projeto e o membro do projeto que carregou a foto podem editar o título ou a localização da foto.
- **Adicionar ou Remover Tags e Referências:** Qualquer membro do projeto pode adicionar ou remover *tags* e referências nas fotos.
- **Excluir:** Apenas administradores do projeto e o membro do projeto que carregou a foto podem excluir a foto.

Nesta ferramenta, é possível procurar fotos específicas através do filtro por título, localização, data de publicação ou de quando a foto foi tirada, e também a partir de *tags*, entre outros filtros (Figura 4.6).

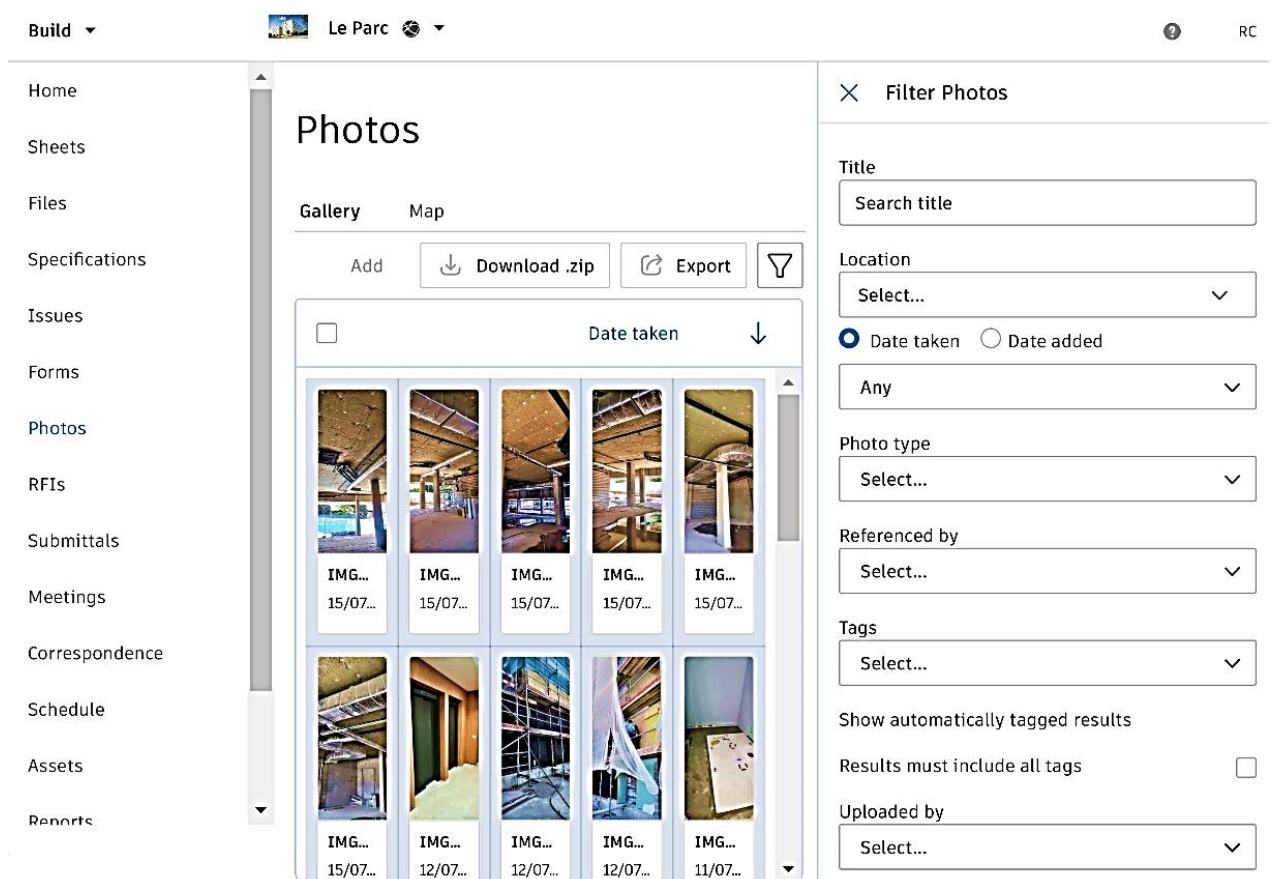


Figura 4.6 - Fotos no Autodesk Build

4.3.7 RFIs

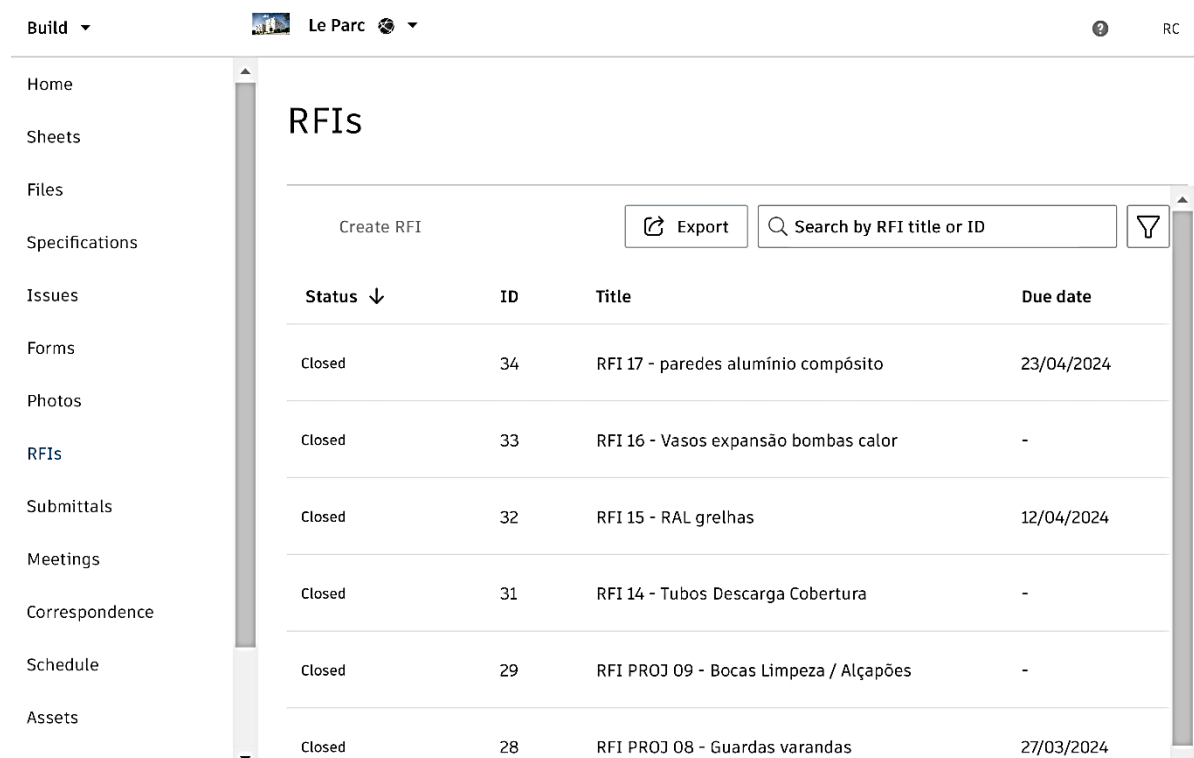
Um Pedido de Informação (RFI) é um processo formal utilizado para obter esclarecimentos ou informações adicionais de arquitetos, engenheiros, clientes ou outros interessados envolvidos num projeto. Os RFIs ajudam a resolver questões ou ambiguidades, garantindo que o trabalho prossiga de acordo com as especificações e planos do projeto.[44]

Por exemplo, um empreiteiro pode enviar um RFI ao arquiteto do projeto, à procura de esclarecimentos sobre o tipo de material a ser utilizado numa seção específica de um edifício. O arquiteto então responde com os detalhes necessários, permitindo que o empreiteiro prossiga com o trabalho de forma precisa e conforme o planeado.

A ferramenta RFI facilita a troca eficiente de informações em projetos de construção. Uma vez que, a gestão adequada de RFIs melhora a comunicação entre as partes interessadas, reduz atrasos causados por pedidos pendentes de informações e mantém registos organizados. Assim ao aproveitar as capacidades centrais, a ferramenta RFI possibilita um gerenciamento robusto de informações para uma execução tranquila do projeto.

A ferramenta RFI suporta dois fluxos de trabalho diferentes para submeter, conferir, responder e fechar RFIs:

- Um fluxo de trabalho padrão de RFI com etapas chave de elaboração, submissão, revisão, resposta e encerramento.
- Um fluxo de trabalho avançado de RFI que inclui os papéis adicionais de um coordenador para realizar revisões preliminares e encaminhar RFIs, além de revisões detalhadas por revisores especialistas.



Status ↓	ID	Title	Due date
Closed	34	RFI 17 - paredes alumínio compósito	23/04/2024
Closed	33	RFI 16 - Vasos expansão bombas calor	-
Closed	32	RFI 15 - RAL grelhas	12/04/2024
Closed	31	RFI 14 - Tubos Descarga Cobertura	-
Closed	29	RFI PROJ 09 - Bocas Limpeza / Alçapões	-
Closed	28	RFI PROJ 08 - Guardas varandas	27/03/2024

Figura 4.7 - RFIs no Autodesk Build

Os RFIs passam por um processo dinâmico de revisão com várias etapas de status. Inicialmente, é criado com o estado "Enviado". Se não puder ser concluído de imediato, pode ser marcado como

"Rascunho". O criador submete o RFI ao gerente, que então pode designar até 10 revisores, mudando o estado para "Aberto". Os revisores fornecem as respostas enquanto o RFI está "Aberto em revisão". O gerente escolhe uma resposta oficial entre as enviadas, sendo possível adicionar comentários e anexos, e altera o estado para "Respondido". Em seguida, o gerente muda o estado para "Fechado" (Figura 4.7) e distribui o RFI a todos os membros do projeto. RFIs fechados podem ser salvos em arquivos ou caso se tornem irrelevante, podem ser marcados como "Anulado".

4.3.8 SUBMISSÕES

As Submissões (*Submittals*) são um processo formal utilizado para enviar documentos, materiais e equipamentos para aprovação de arquitetos, engenheiros, clientes ou outros *stakeholders* envolvidos num projeto de construção. Assim garantem que os materiais e equipamentos utilizados no projeto atendam às especificações e requisitos estabelecidos.[45]

Um exemplo é quando um empreiteiro pode enviar desenhos de oficina e especificações de materiais ao engenheiro do projeto, à procura da aprovação para as instalações elétricas planeadas para uma seção específica de um edifício. O engenheiro confere essas submissões e, em seguida, aprova-as ou solicita revisões, permitindo que o empreiteiro encomende e instale os materiais de acordo com as especificações do projeto.

Esta ferramenta permite gerenciar documentos, materiais e equipamentos que precisam ser aprovados pela equipa do projeto (Figura 4.8). É possível gerenciar as submissões do projeto de forma eficiente usando o aplicativo móvel *Autodesk Construction Cloud*. Além disso, é possível criar, editar e acompanhar submissões garantindo uma comunicação e colaboração eficazes entre os membros da equipa com a utilização da ferramenta. Assim, é mantido o controlo sobre as especificações de materiais e equipamentos essenciais para manter o projeto dentro do cronograma.

O lado administrativo da ferramenta oferece recursos robustos para garantir a gestão eficiente e a personalização do fluxo de trabalho das submissões. O subempreiteiro principal é responsável por enviar os documentos ou materiais para aprovação, enquanto o Gerente de Submissões (geralmente o empreiteiro geral) é responsável por: criar itens e atribuí-los ao empreiteiro responsável, criar pacotes, atribuir itens ao revisor, definir etapas de revisão para cada item/criar fluxo de trabalho de revisão, enviar o item para revisão, revisar em nome de outros revisores (se necessário), definir a resposta final, seleccionar anexos de resposta final ao fechar e distribuir o item. [46]

O revisor (geralmente o Arquiteto) é responsável por rever e aprovar ou rejeitar as submissões e os engenheiros e consultores são solicitados para revisão ou feedback. Tanto os revisores necessários e opcionais podem responder e adicionar anexos. Todos os intervenientes no projeto podem visualizar ou criar novas submissões, mas apenas administradores e gerentes do projeto podem criar e gerenciar pacotes.

Os diferentes tipos de submissões ajudam a classificar e descrever o conteúdo ou propósito das mesmas. Em vez de depender apenas das seções de especificações, os tipos permitem identificar rapidamente detalhes importantes sobre uma submissão. Alguns tipos comuns incluem:

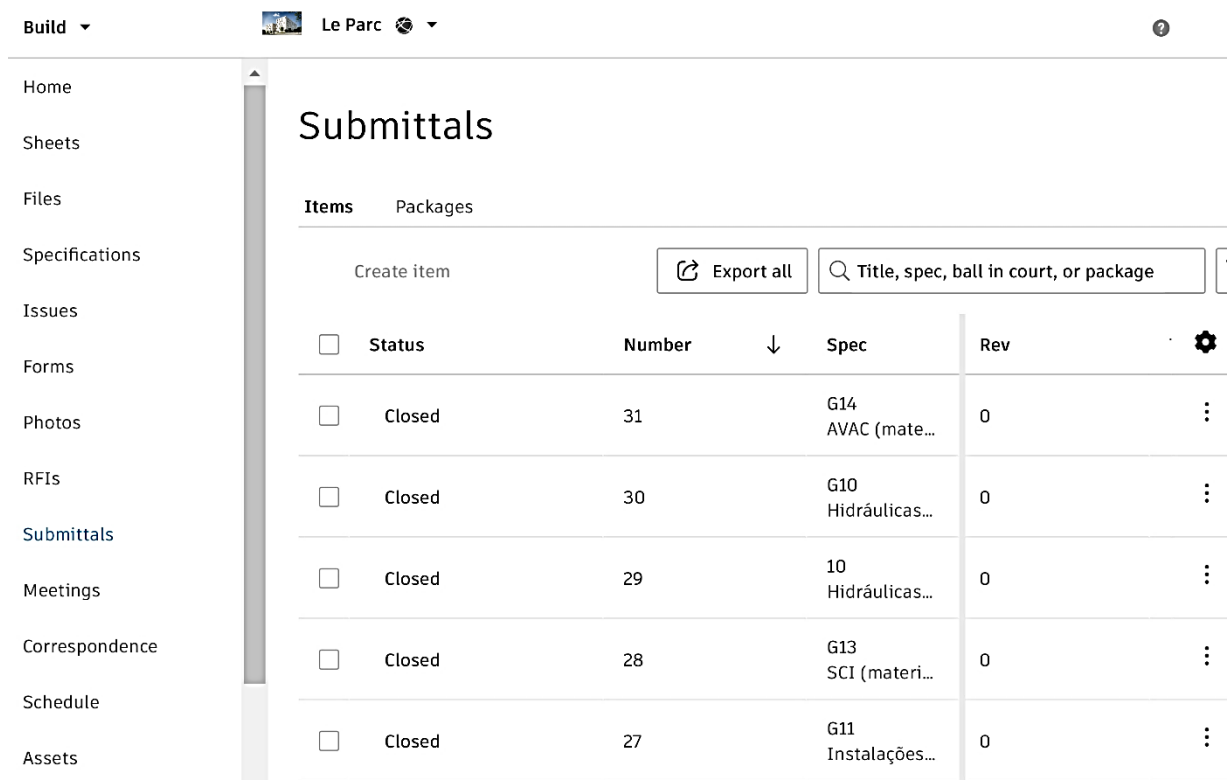
- **Desenho de Oficina:** Desenhos detalhados mostrando como os materiais ou produtos serão fabricados e instalados.
- **Dados do Produto:** Catálogos, brochuras, gráficos de desempenho ou outras informações sobre produtos a serem utilizados.

- Amostras: Exemplos físicos demonstrando materiais, acabamentos, cores, texturas ou qualidade de execução.

É possível atribuir papéis e empresas, não só membros individuais, nos campos *Ball In Court*, *Manager* e *Reviewer*. Um exemplo disso é, definir um revisor necessário como uma empresa específica, permitindo que qualquer membro dessa empresa reveja a submissão, ou atribuir submissões em massa a uma empresa contratada como o empreiteiro responsável, ou selecionar um papel de projeto, como Engenheiro Estrutural, como revisor opcional. Isso proporciona mais flexibilidade e economiza tempo em comparação com a seleção manual de membros individuais para cada submissão. Os membros apropriados sob esses papéis/empresas serão notificados e terão acesso conforme necessário.

Os *templates* de revisão permitem definir processos de revisão estruturados em várias etapas. Ao utilizar revisores necessários e opcionais, durações de revisão e sequenciamento, é possível aumentar a consistência e a eficiência.

Uma vez criados, os *templates* de revisão personalizados podem ser selecionados ao criar novas submissões ou aplicados a itens existentes. Eles oferecem uma maneira eficiente de coordenar revisões entre vários membros da equipa. As notificações garantem que todos os *stakeholders* sejam informados à medida que uma submissão progride pelas etapas de revisão e aprovação. Emails são enviados automaticamente para responsáveis e observadores quando certas ações ocorrem.



The screenshot displays the Autodesk Build Submittals interface. On the left is a sidebar with navigation links: Home, Sheets, Files, Specifications, Issues, Forms, Photos, RFIs, Submittals (highlighted), Meetings, Correspondence, Schedule, and Assets. The main content area is titled 'Submittals' and features a table of submittal items. Above the table are buttons for 'Create item', 'Export all', and a search bar with the placeholder text 'Title, spec, ball in court, or package'. The table has columns for 'Status', 'Number', 'Spec', and 'Rev'. There are five items listed, all with a status of 'Closed'.

Status	Number	Spec	Rev
Closed	31	G14 AVAC (mate...)	0
Closed	30	G10 Hidráulicas...	0
Closed	29	10 Hidráulicas...	0
Closed	28	G13 SCI (materi...)	0
Closed	27	G11 Instalações...	0

Figura 4.8 - Submissões no Autodesk Build

Quando é feita uma submissão pela primeira vez, o empreiteiro responsável recebe uma notificação. Quando é aprovado, notificações são enviadas ao empreiteiro, ao gerente de submissões e a qualquer observador. Os administradores do projeto podem personalizar as configurações de notificação por email para um projeto, controlando quem recebe quais notificações. Membros do projeto com permissão de edição ou superior podem personalizar a frequência das notificações por email para as ferramentas às quais têm acesso.

4.3.9 REUNIÕES

A ferramenta de Reuniões (*Meetings*) permite criar reuniões, acompanhar as presenças, elaborar agendas, criar atas de decisões importantes e atribuir itens de ação com datas de vencimento aos participantes. É possível adicionar referências a itens de ação para fácil acesso durante a discussão e criar reuniões de acompanhamento para trabalhos contínuos.[47]

O fluxo de trabalho (Figura 4.9) de reuniões envolve criar a reunião, construir a agenda, rever a agenda, participar da reunião e registar a presença. Os organizadores e convidados são adicionados, e após a reunião, as atas são revisadas e uma reunião de acompanhamento é gerada, caso necessário. Por fim, as atas são marcadas como oficiais.

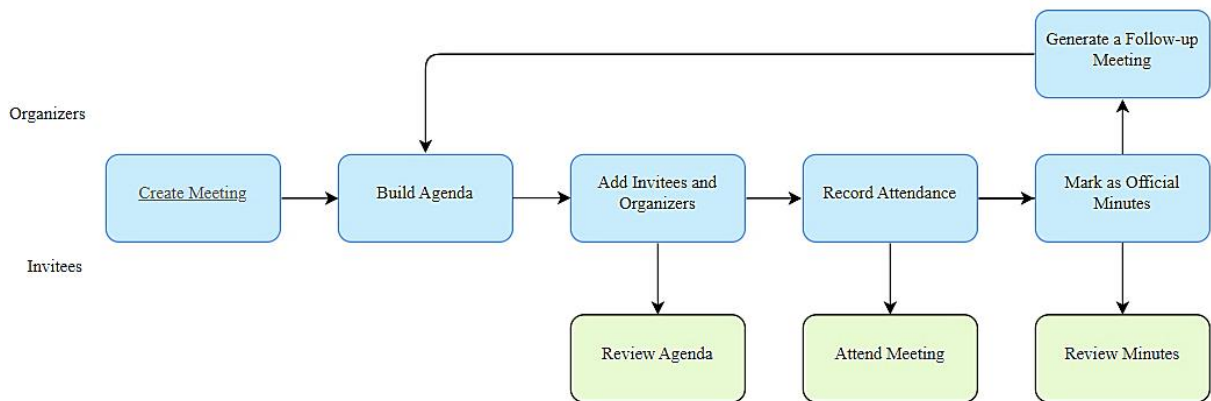


Figura 4.9 - Fluxo de trabalho das reuniões[47]

Através do aplicativo móvel, é possível criar e excluir itens e tópicos, criar reuniões normais e reuniões de acompanhamento, editar referências e responsáveis. A discussão na reunião consiste em tópicos que contêm itens de reunião. Por exemplo, um tópico chamado "Segurança" pode conter itens relacionados a problemas de segurança ou preocupações sobre a disponibilidade de equipamentos de segurança. As referências podem ser adicionadas a esses itens para facilitar o acesso a informações relevantes.

As reuniões de acompanhamento criam uma reunião com informações relevantes das predecessoras, incluindo descrição, tópicos, itens de agenda abertos, convidados e local. É possível selecionar uma data para a reunião de acompanhamento e editar qualquer informação importada da reunião anterior. Caso a reunião não faça parte de uma série existente, uma nova série de reuniões será criada com o título da primeira reunião.

Referências a documentos, folhas, RFIs, submissões e problemas podem ser adicionadas a uma reunião para facilitar o acesso às informações relevantes durante a mesma. Existem dois tipos de referências: referências de reunião (documentos ou folhas relevantes para a reunião, mas não para itens individuais) e referências de item (arquivos, folhas, RFIs, problemas, fotos, submissões, recursos, formulários, itens de cronograma e custos que podem ser anexados a itens individuais).

Existem três níveis de permissão nas reuniões: organizadores, que podem editar agendas, registar a presença e oficializar as atas; convidados, que podem visualizar a reunião e ter itens de reunião atribuídos a eles; e administradores de projeto, que podem visualizar e editar todas as reuniões.

Utilizando a ferramenta de Reuniões, é possível acompanhar a presença e tomar notas durante as reuniões, exportando-as como atas em formato PDF ao final da reunião. Os administradores de projeto podem personalizar as configurações de notificação por e-mail para controlar quem recebe quais

notificações. Membros do projeto com permissão de edição ou superior podem personalizar a frequência das notificações por e-mail para as ferramentas às quais têm acesso.

4.3.10 CORRESPONDÊNCIA

A ferramenta de Correspondência (*Correspondence*) foi desenvolvida para capacitar os usuários a criar e gerenciar comunicações flexíveis dentro do próprio ambiente da plataforma. Os usuários podem organizar as comunicações internas e externas com as partes interessadas do projeto, resultando numa fonte única, centralizada e conectada de informações para o projeto. A

Figura 4.10 demonstra como funciona a utilização da ferramenta.[48]

A ferramenta de Correspondência oferece as seguintes funcionalidades:

- Armazenamento Consolidado de Dados: Permite o armazenamento de toda a correspondência significativa do projeto num único local, minimizando o risco de perda de dados.
- Iniciação de Comunicação na Plataforma: Capacidade de iniciar comunicações diretamente dentro da plataforma *Autodesk Construction Cloud*, eliminando a necessidade de múltiplas ferramentas de comunicação.
- Integração de Correspondência por E-mail Externo: Inclui a capacidade de arquivar correspondências de provedores de e-mail externos, garantindo que nenhuma comunicação seja omitida do registo do projeto.

Ao utilizar a Correspondência, é possível realizar diversas funções, sendo algumas delas as seguintes [49]:

- Comunicação com Fornecedores: Facilita a comunicação direta com fornecedores através da plataforma.
- Rastreamento de Alterações em Contratos: Mantém o controlo sobre modificações em contratos, garantindo que você esteja sempre atualizado com as alterações.
- Atualizações de Cronograma: Recebe atualizações oportunas sobre mudanças no cronograma, mantendo a linha do tempo do projeto sob controlo.
- Rastreamento de Aprovações de Documentos: Acompanha as aprovações de documentos, garantindo que você tenha registo de todos os materiais e projetos aprovados.
- Envio de Instruções: Envio de instruções detalhadas para membros da equipa, fornecedores ou empreiteiros, garantindo clareza nas tarefas do projeto.
- Discussões sobre Assuntos Importantes: Cria e mantém um registo de discussões sobre tópicos cruciais, proporcionando um ponto de referência para processos decisórios futuros.

Esta ferramenta oferece um conjunto abrangente de recursos que permitem: documentar a correspondência existente, gerar nova correspondência, comunicação com membros internos, grupos ou empresas e colaboradores externos do projeto, definir e gerenciar tipos de correspondência, salvar anexos de correspondência na ferramenta de arquivos, responder de dentro e fora da plataforma, monitorizar estados e prazos de vencimento, pesquisar e filtrar através da correspondência, armazenar correspondência de forma segura, conexão a outras ferramentas na plataforma e arquivo de correspondência irrelevante.

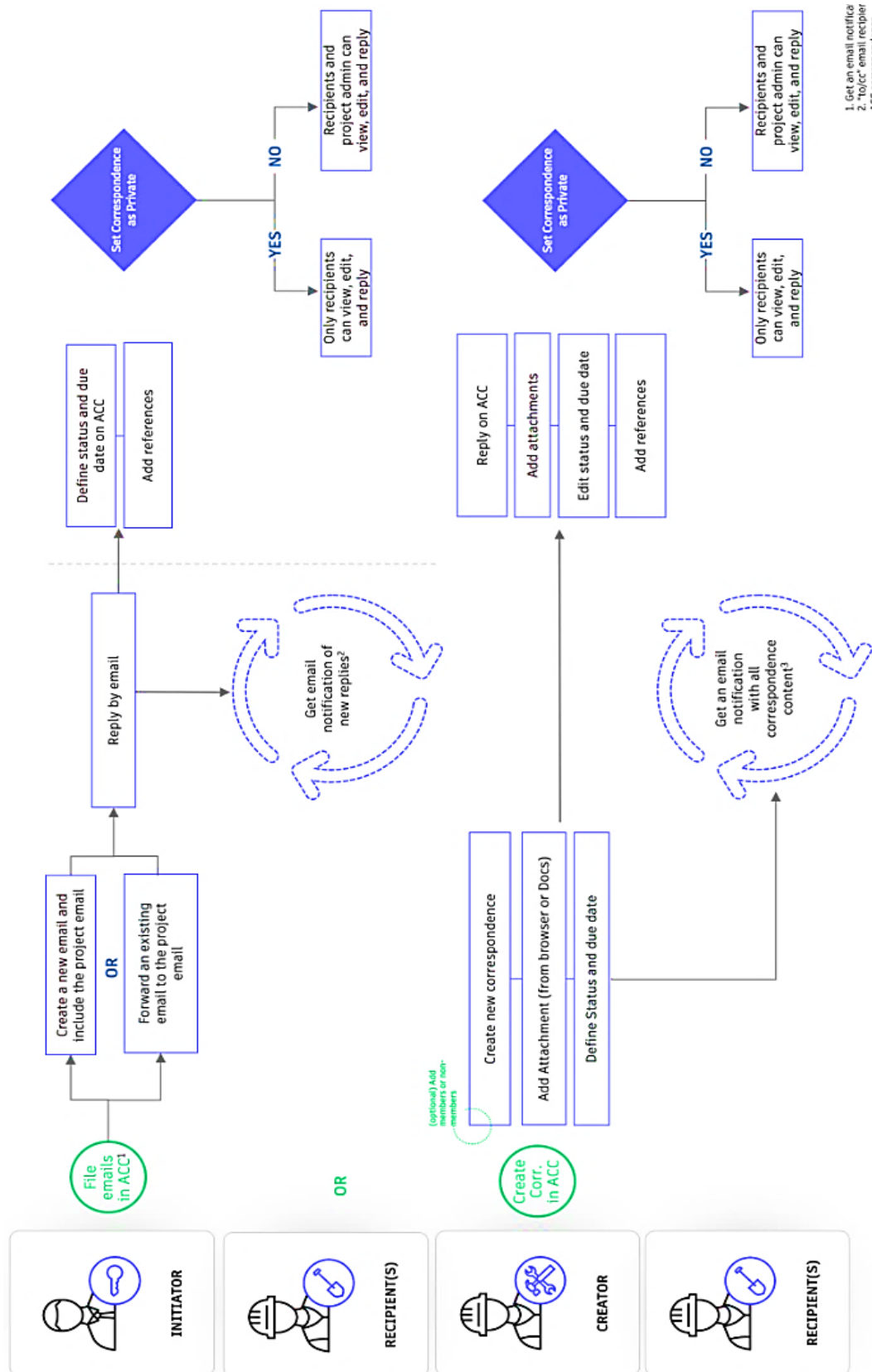


Figura 4.10 - Diagrama de fluxo de trabalho de correspondência [50]

4.3.11 CRONOGRAMA

A ferramenta de Cronograma na (*Schedule*) permite a importação de cronogramas de ferramentas de terceiros, como Primavera P6, Microsoft Project e Asta Powerproject. Uma vez importados, os cronogramas podem ser facilmente visualizados, compartilhados e colaborados.

A visualização de gráfico de *Gantt* proporciona uma representação visual do cronograma, enquanto cada atividade pode ser vinculada a objetos relevantes em toda a plataforma. O controlo de versão permite visualizar e comparar diferentes versões do cronograma, enquanto gerentes de cronograma podem ser designados para importar, excluir e gerenciar acesso aos cronogramas. Níveis granulares de permissão controlam que ações os usuários podem realizar, protegendo informações sensíveis com base nas permissões de cada usuário.[51]

As funcionalidades do Plano de Trabalho oferecem uma interface para gestores acederem a informações críticas do projeto no local. Uma tela inicial intuitiva proporciona acesso rápido aos cronogramas e planos do projeto. Essas funcionalidades permitem monitorizar o progresso, avaliar a situação atual e conferir especificações de projeto, orçamento e prazo. Os planos fornecem visibilidade para os encarregados e equipas sobre as atualizações que possam impactar o trabalho. Sequências de trabalho iminentes podem ser visualizadas através da lista de tarefas de cada plano, enquanto atributos detalhados das tarefas capacitam supervisores com informações para otimizar decisões. No aplicativo móvel, detalhes como estado e percentagem de conclusão das tarefas podem ser atualizados diretamente.

A integração das funcionalidades de Cronograma e Plano de Trabalho cria um sistema robusto de gestão de construção. Cronogramas detalhados podem ser importados e geridos usando a ferramenta de Cronograma, que oferece controlo de acesso granular. As informações do cronograma se integram perfeitamente ao aplicativo móvel de Plano de Trabalho, proporcionando uma visão em tempo real do progresso do projeto e do trabalho iminente. Detalhes abrangentes das tarefas garantem que todos tenham as informações necessárias para decisões informadas, enquanto o estado das tarefas pode ser atualizado diretamente do local de trabalho.[52]

Este sistema integrado permite aos usuários extrair atividades do cronograma de alto nível e detalhá-las nos planos, proporcionando uma visão mais granular do projeto. Além disso, os usuários podem facilmente identificar quando os planos divergem das atividades do cronograma de alto nível, garantindo melhor alinhamento e coordenação.

Configurações administrativas permitem que gestores de projeto tenham controlo granular sobre os cronogramas. Recursos-chave incluem a atribuição de gestores de cronograma que podem importar, excluir e gerenciar acesso aos cronogramas. Níveis de permissão como Visualizador, Editor e Criador permitem controlo preciso sobre as ações que os usuários podem realizar, enquanto informações sensíveis são protegidas controlando quais atributos de cronograma são visíveis com base nas permissões do usuário. Isso garante que as pessoas certas tenham o acesso apropriado.[53]

As configurações administrativas do Plano de Trabalho permitem a personalização das funcionalidades para atender às necessidades do projeto. Gestores podem ajustar o calendário, definindo dias de trabalho e adicionando feriados. A Estrutura Analítica do Trabalho pode ser definida e importada para organizar eficientemente as tarefas. A hierarquia de locais traz uma estrutura para projetos complexos. As configurações de plano permitem configurar padrões e detalhes específicos por plano, como comparação com o cronograma, densidade de linhas e elementos mostrados em raias e cartões de tarefas. Essa flexibilidade garante que as funcionalidades do Plano de Trabalho sejam otimizadas para cada projeto.

Objetos relevantes em toda a plataforma podem ser referenciados em cada atividade do cronograma, enquanto a comparação de versões do cronograma permite visualizar diferenças, com alterações

coloridas. Recursos de filtragem, pesquisa, agrupamento e elementos configuráveis do *Gantt* proporcionam poder analítico, permitindo que equipas compreendam e comuniquem o cronograma efetivamente.

A interface móvel oferece dados críticos no local, com cronogramas para acompanhamento de progresso e planos para coordenar o trabalho. Tarefas iminentes podem ser visualizadas com detalhes como datas, responsável e localização. No aplicativo móvel, atributos de tarefas como status e percentual de conclusão podem ser atualizados diretamente. Recursos de busca, filtragem e seleção de período de tempo permitem focar nas tarefas relevantes. Códigos visuais indicam prioridade e estado num relance, capacitando equipas de campo com informações para tomadas de decisão ótimas em tempo real.

4.3.12 RECURSOS

A ferramenta Recursos (*Assets*) permite que equipas investiguem e visualizem componentes de construção ao longo do ciclo de vida do projeto, desde o design até a comissionamento e entrega [54].

Um ativo pode ser qualquer componente do processo de construção, como materiais (betão, madeira, aço, *drywall*), componentes e equipamentos de construção (janelas, unidades de ar condicionado, bombas, *chillers*, elevadores) e equipamentos móveis (empilhadora, escavadora, baldes de betão).

Com o uso do recurso de Recursos, é possível atribuir estados e visualizar o progresso dos recursos em diversos meios, incluindo PDFs e modelos 3D, para alcançar o rastreamento de progresso e instalação, o rastreamento de equipamentos, e fluxos de trabalho de qualidade e comissionamento

Por meio de dispositivos móveis, é possível digitalizar códigos de barras, *QR codes* ou *tags NFC* em equipamentos para aceder e editar informações dos mesmos, rastreando instalações ou realizando fluxos de trabalho de qualidade e comissionamento [55].

Os recursos podem ser conectados a outros itens do projeto, como arquivos, formulários e problemas, permitindo o acesso a dados relevantes do projeto num único local centralizado. Isso é especialmente útil para a entrega e listas de verificação de referência, manuais, especificações e muito mais para concluir o ativo.

Como administrador de projeto ou membro com permissões de criação, é possível explorar as seguintes opções e escolher uma para começar a usar a ferramenta de Recursos: criar recursos a partir de objetos de modelo e rastreá-los visualmente no modelo; importar de um arquivo Excel; criar recursos em folhas 2; e criar recursos individualmente.

É possível, também, importar elementos e propriedades de modelos para a *Autodesk Build* e convertê-los em recursos e campos de recursos. Isso permite que a equipa navegue até um ativo individual diretamente no modelo, atualize informações e estados, e anexe e visualize quaisquer referências associadas ao ativo para alcançar o fluxo de trabalho desejado.

4.3.13 RELATÓRIOS

A ferramenta Relatórios (*Reports*) proporciona um local centralizado para superintendentes, mestres de obras, arquitetos e outros membros do projeto visualizarem, criarem, agendarem e compartilharem relatórios. Assim, membros do projeto podem comunicar dados importantes e distribuí-los entre aqueles que mais necessitam.[56]

O *Autodesk Build* fornece diversos tipos de relatórios, tal como é possível observar na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Tipos de relatórios disponíveis [57]

Tipos de Relatório	Build
Itens Atribuídos por Empresa*	✓
Detalhe de Problema	✓
Resumo de Status de Problemas*	✓
Resumo de Problemas	✓
Resumo de Trabalho de Formulários*	✓
Detalhe de Formulário	✓
Resumo de Sugestões de Cronograma*	✓
Detalhe de RFI	✓
Resumo de RFI	✓
Resumo de Itens de Submissão	✓
Resumo de Status de Itens de Submissão	✓
Detalhe de Itens de Submissão	✓

Os relatórios marcados com um asterisco* só podem ser criados por administradores do projeto.

O relatório "Itens Designados por Empresa" (*Assigned Items by Company Reports*) permite a geração automatizada de relatórios para cada empresa. Ao configurar um único relatório, o sistema gera um relatório detalhado de problemas para cada empresa designada. É possível guardar o relatório como um modelo e definir uma frequência para agendar e automatizar completamente o processo. Este relatório inclui uma lista de problemas com campos detalhados como estado, tipo, descrição, responsável, criador, data de criação, proprietário do problema, localização, data de vencimento, causa raiz, campos personalizados, comentários e anexos. Após a execução do relatório, cada relatório é registrado no *log* de relatórios com o nome do título e o nome da empresa.[57]

O relatório de Problemas (*Issues Report*) contém uma lista detalhada de problemas com informações como descrição, responsável, data de vencimento, data de início, criador, data de criação, localização, disposição, causa raiz, visão geral da folha, comentários, campos personalizados e fotos. Os dados desse relatório podem ser apresentados apenas em formato PDF. Ao criar este tipo de relatório, é possível escolher quais campos incluir e controlar a ordem desses campos. A personalização dos dados do problema exibidos no relatório permite inclusão ou exclusão de campos disponíveis, como descrição, atribuído a, criado por, excluído por, data de exclusão, data de criação, localização, detalhes de localização, data de vencimento, data de início, disposição, causa raiz, entre outros.[58]

Os relatórios na *Autodesk Construction Cloud* proporcionam uma maneira eficaz de comunicar informações críticas do projeto, facilitando a gestão e o acompanhamento de problemas, RFIs e outros dados essenciais para o sucesso do projeto de construção.

4.3.14 PONTE

Ponte (*Bridge*) é a tecnologia habilitadora que facilita o compartilhamento de informações de projeto entre diferentes projetos e contas no *Autodesk Build*. Esta cria cópias de conteúdo no projeto de destino

para melhorar a colaboração entre equipas, reduzir retrabalhos e melhorar o controlo das informações do projeto.[59]

Para empreiteiros gerais, a Ponte possibilita dividir partes específicas de um projeto em instâncias separadas dentro do *Autodesk Construction Cloud*. Isso facilita o compartilhamento de documentação relevante com outros projetos, promovendo uma gestão mais eficiente de grandes empreendimentos. Subempreiteiros frequentemente enfrentam dificuldades para aceder os dados corretos devido à estrutura do empreiteiro geral. Com esta ferramenta, eles podem aceder e gerir as informações necessárias de maneira independente, garantindo um controlo mais efetivo sobre os processos documentais.

Para projetistas, a Ponte oferece flexibilidade ao selecionar documentos específicos para compartilhar entre diferentes partes interessadas do projeto. Isso permite que mantenham a propriedade intelectual do seu trabalho sem comprometer questões de privacidade. Proprietários de projetos exigem visibilidade e controlo total sobre a documentação do projeto. Com isso, as equipas de construção podem compartilhar informações relevantes com os proprietários, permitindo que estes possuam e gerenciem todos os dados da sua infraestrutura de maneira centralizada.

As funcionalidades chave da Ponte incluem o compartilhamento de conteúdo, como folhas de trabalho, arquivos, pastas, RFIs, submissões e relatórios entre projetos. A sincronização automática de conteúdo cria uma ponte entre projetos, facilitando a gestão de automações e o compartilhamento contínuo de informações. Ao receber convites para conectar projetos via Ponte, é necessário que o administrador do projeto aceite e gerencie essas conexões. Estes convites têm validade de sete dias e podem ser geridos através do painel do *Autodesk Construction Cloud*.

Com estas funcionalidades, a Ponte não só simplifica o intercâmbio de informações entre projetos, mas também fortalece a colaboração entre equipas, promovendo uma gestão eficiente e controlada de dados ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

4.3.15 LOCALIZAÇÕES

As Localizações (*Locations*) permitem construir uma hierarquia de áreas de construção no seu projeto, incluindo a estruturação de áreas sobre edifícios, níveis e salas [61]. Quando se trabalha num projeto de construção, é prática padrão referenciar e acompanhar os fluxos de trabalho usados no campo. Uma vez que as localizações são definidas no projeto, é possível selecionar uma localização numa lista. Estas podem ser referenciadas, apenas administradores de projeto, nos Recursos, Problemas, Fotos, Formulários, RFIs e Submissões. Recursos ou problemas podem ser atribuídos a uma localização para indicar onde existe um problema ou onde o trabalho está a ser realizado. As localizações podem ser adicionadas navegando na hierarquia ou pesquisando pela localização.

Administradores de projeto podem gerar *QR codes* ou de barras e vinculá-los a localizações específicas no projeto. Esses códigos podem ser impressos e fixados nas áreas do local para permitir que os membros do projeto digitalizem rapidamente e encontrem a sua localização atual usando o aplicativo móvel *Autodesk Construction Cloud*. Dependendo das permissões, os membros do projeto podem visualizar Problemas, Formulários e Recursos associados àquela localização.

Essas funcionalidades no *Autodesk Construction Cloud* facilitam a gestão eficiente e organizada das localizações em projetos de construção, proporcionando maior controlo e eficiência ao longo do ciclo de vida do projeto.

O fluxo de trabalho da ferramenta (Figura 4.11) começa com o usuário a escolher a fonte das localizações entre um arquivo Revit ou uma folha Excel. Se o usuário optar por um arquivo Revit, deve

selecionar o arquivo dos documentos, garantindo que o arquivo contenha informações sobre os cômodos, daí as localizações podem então ser editadas manualmente na interface web. Se a escolha for uma folha Excel, o usuário deve baixar um modelo vazio, preenchê-lo com os dados de localizações, e importar a folha modificada de volta para a interface web essas localizações importadas podem ser editadas manualmente na web, e há também a opção de modificar as localizações utilizando Excel e exportar o arquivo atualizado. Este processo oferece flexibilidade ao usuário, permitindo a gestão eficiente das localizações usando diferentes fontes de dados.

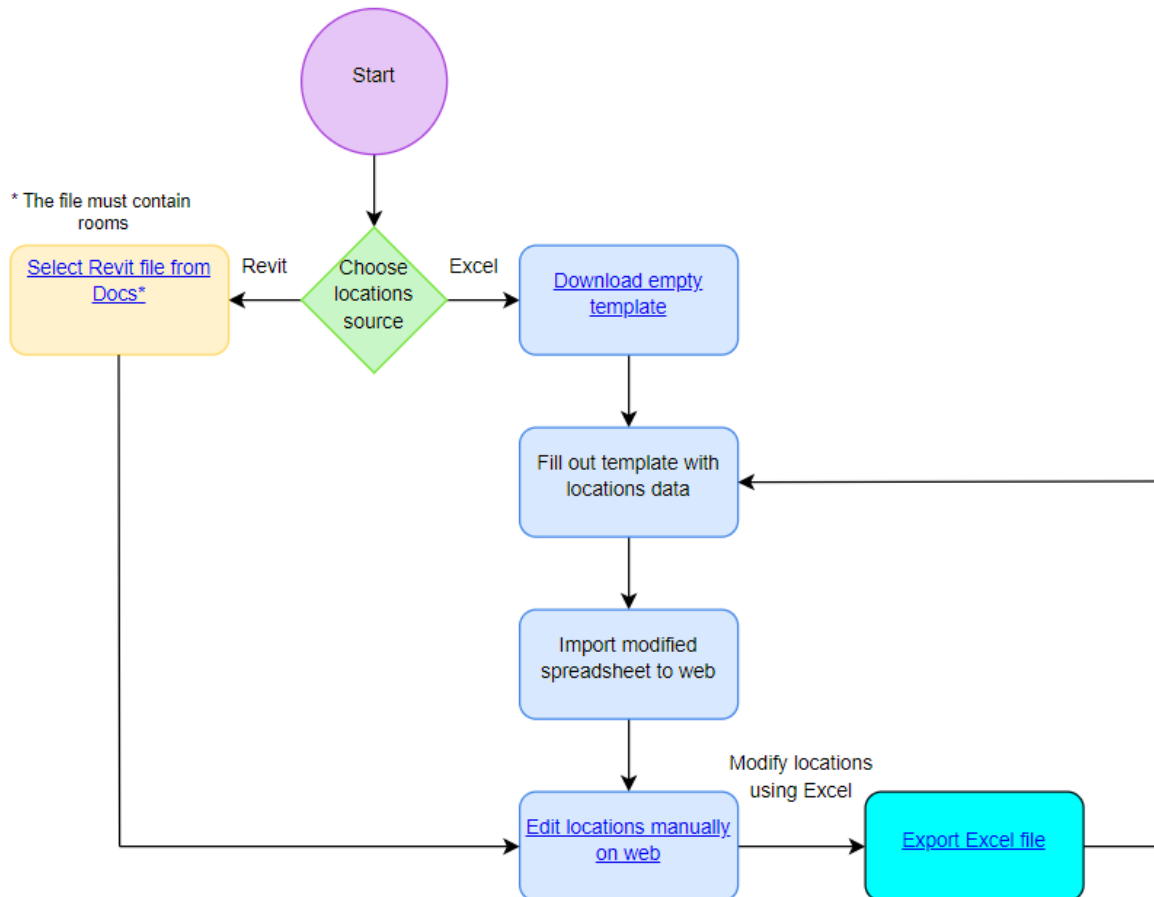


Figura 4.11 - Fluxo de trabalho das localizações [60]

4.4 CONCLUSÃO

Para concluir este capítulo sobre o *Autodesk Build* e as suas ferramentas, é essencial destacar a transformação que a digitalização traz para a gestão da construção. A integração de diversas funcionalidades dentro de uma única plataforma, como gestão de documentos, controlo de custos, monitorização da qualidade e segurança, e facilitação da comunicação entre equipas, representa um avanço significativo na eficiência e na precisão dos projetos de construção.

O *Autodesk Build*, com as suas ferramentas robustas e integradas, oferece um ambiente unificado onde todas as partes interessadas podem colaborar de maneira mais eficaz. Ferramentas como Folhas, Ficheiros, Especificações, Problemas, Formulários, Fotos, RFIs, Submissões, Reuniões, Correspondência, Cronograma, Recursos e Relatórios não só centralizam informações cruciais, mas também automatizam e simplificam muitos processos complexos que antes exigiam tempo e recursos substanciais.

Essas ferramentas permitem um controlo granular sobre cada aspeto do projeto, desde o planeamento até a execução e o encerramento. A capacidade de monitorar e ajustar os processos em tempo real reduz significativamente os riscos e os retrabalhos, resultando na economia de tempo e custo. Além disso, a acessibilidade das informações através de dispositivos móveis garante que as equipas tenham os dados necessários sempre à mão, aumentando a produtividade e a transparência.

A plataforma *Autodesk Build* também se destaca pela sua capacidade de integração com outras soluções da *Autodesk*, como *BIM 360* e *Autodesk Docs*, criando um ecossistema coeso que abrange todas as fases do ciclo de vida da construção. Isso permite que as equipas de projeto trabalhem de forma mais colaborativa e eficiente, compartilhando dados e insights em tempo real, o que facilita a tomada de decisões informadas e a resolução de problemas de forma proativa.

Outra vantagem significativa do *Autodesk Build* é a sua capacidade de gerar relatórios detalhados e personalizados, que fornecem uma visão abrangente do progresso do projeto, identificando áreas de melhoria e garantindo que todos os *stakeholders* estejam alinhados quanto aos objetivos e prazos. Isso não só melhora a gestão do projeto, mas também aumenta a confiança e a satisfação do cliente, ao proporcionar uma maior transparência e visibilidade do trabalho realizado.

Além disso, a ênfase na segurança e na qualidade dos processos é um aspeto crucial. A utilização de *checklists*, formulários e relatórios de qualidade permite uma monitorização constante e rigorosa das condições de trabalho, garantindo que todas as normas e regulamentos sejam cumpridos. A capacidade de identificar e mitigar riscos antes que se tornem problemas graves contribui para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

A formação e o suporte contínuos oferecidos pela plataforma, através do *Autodesk Construction Cloud Learning Center*, garantem que todos os utilizadores possam maximizar o potencial das ferramentas disponíveis. Com acesso a cursos, tutoriais, *webinars* e documentação detalhada, os profissionais da construção podem aprimorar continuamente as suas habilidades e conhecimentos, mantendo-se atualizados com as melhores práticas e inovações do setor.

Em suma, o *Autodesk Build* redefine a maneira como os projetos de construção são geridos, promovendo uma cultura de qualidade, precisão e eficiência. A adoção dessas tecnologias não é apenas uma resposta às requisições modernas, mas uma necessidade para qualquer empresa que queira permanecer competitiva e inovadora no setor da construção. No final, a digitalização e a integração oferecidas pelo *Autodesk Build* são passos decisivos rumo a um futuro mais sustentável e bem-sucedido para a indústria da construção.

A implementação do *Autodesk Build* representa uma transformação profunda e abrangente na forma como os projetos de construção são concebidos e executados. A centralização de informações, a automação de processos e a integração contínua entre as equipas de projeto são elementos que, quando combinados, resultam numa gestão de construção muito mais eficaz e colaborativa. Através da digitalização, os projetos de construção podem alcançar novos níveis de eficiência, qualidade e sustentabilidade, preparando o terreno para um futuro inovador e próspero no setor.

5

APLICAÇÃO DO AUTODESK BUILD EM OBRA

O presente capítulo dedica-se à aplicação do *Autodesk Build* num projeto específico, explorando como a implementação dessa tecnologia pode beneficiar cada fase do projeto de construção. A empresa em foco, a Buildgest, com um histórico sólido e um compromisso com a excelência, exemplifica a transição para um ambiente de trabalho mais digital e integrado.

Ao adotar o *Autodesk Build*, a Buildgest pretende não só modernizar as suas operações, mas também melhorar a qualidade e a eficiência dos serviços prestados. Este capítulo abordará a aplicação prática dessa ferramenta na obra "Le Parc", detalhando as funcionalidades utilizadas e os impactos positivos observados. O objetivo é proporcionar uma visão abrangente de como o *Autodesk Build* pode transformar a gestão de projetos de construção, promovendo uma maior colaboração entre as equipas, aumentando a precisão das informações e garantindo um controlo de qualidade rigoroso.

A transição para o *Autodesk Build* envolve desafios e adaptações, mas os benefícios potenciais superam amplamente as dificuldades iniciais. A capacidade de centralizar dados, automatizar processos e facilitar a comunicação entre todas as partes interessadas são apenas alguns dos aspetos que serão explorados. Ao longo deste capítulo, serão detalhadas as ferramentas específicas do *Autodesk Build* implementadas na obra em estudo, bem como as melhorias operacionais e de controlo de qualidade resultantes dessa implementação.

Por meio deste caso de estudo, espera-se demonstrar como a digitalização e a integração tecnológica são fundamentais para a evolução da indústria da construção. A experiência da Buildgest com o *Autodesk Build* serve como um exemplo inspirador para outras empresas do setor, evidenciando que a inovação e a busca contínua pela excelência são os caminhos para um futuro mais eficiente e bem-sucedido na construção civil.

Embora o *feedback* das empresas envolvidas no estudo, particularmente da Buildgest, fosse desejável para complementar e enriquecer esta pesquisa, não foi possível realizar essa etapa devido à limitação de tempo disponível para a conclusão desta dissertação. O foco principal do trabalho concentrou-se na implementação prática e análise dos resultados obtidos com o *Autodesk Build*. Considera-se, no entanto, que o *feedback* de utilizadores diretos do *software*, seria valioso para futuras investigações, uma vez que poderia fornecer uma perspetiva mais aprofundada sobre a sua eficácia no contexto real de obra.

5.1 A EMPRESA

A Buildgest, estabelecida em abril de 2008, inicialmente concentrou-se na gestão de obras e na fiscalização. Em 2015, ampliou as suas atividades com um departamento de diagnóstico e inspeção, diversificando significativamente os seus serviços.[62]

Os valores da Buildgest incluem compromisso com o cliente, respeito pelo mercado, espírito de equipa e valorização humana. A empresa opera com rigor, integridade, transparência e lealdade. Com uma equipa qualificada e dedicada, a empresa procura continuamente a excelência nos seus processos, entregando resultados excecionais no setor da construção.

O departamento de fiscalização e gestão da Buildgest prioriza o controlo financeiro e de prazos, assegurando a qualidade das obras. Além disso, oferece consultoria e apoio ao cliente, realiza estudos e coordena concursos de empreitadas, com o objetivo de garantir a sustentabilidade financeira e operacional dos projetos. Já o departamento de diagnóstico e inspeção desenvolve metodologias para avaliar as condições de edificações existentes. Para tal, realiza levantamentos documentais e históricos, análises geométricas e estruturais, além de ensaios destrutivos e não destrutivos. Também executa avaliações de segurança estrutural e sísmica, auditorias e consultorias científicas, essenciais para planear intervenções de reabilitação.

A Buildgest conta com uma equipa especializada, composta por arquitetos e engenheiros. A experiência da empresa e a sua resposta às demandas do mercado impulsionaram investimentos em tecnologias avançadas e práticas inovadoras. A adoção da tecnologia BIM melhorou a gestão dos projetos, resultando em maior eficiência e satisfação dos clientes.

Recentemente, para atender projetos mais complexos, a empresa investiu em novas tecnologias como a *Autodesk Construction Cloud*, mais especificamente no *software Autodesk Build*, com o objetivo de aumentar a qualidade e eficiência dos serviços prestados.

5.2 A OBRA

A obra em estudo, denominada Le Parc, está localizada na Rua da Bélgica, em Vila Nova de Gaia (Figura 5.1). Este projeto consiste na construção de um edifício multifamiliar e de serviços, composto por dois blocos com um total de quatro núcleos de elevador e escadas que facilitam a comunicação vertical entre os pisos de estacionamento e os cinco pisos superiores.

O edifício abriga 60 apartamentos, distribuídos entre os Blocos A e B. No Bloco A, as habitações estendem-se do piso 2 ao piso 6, enquanto no Bloco B, vão do piso 1 ao piso 5. O Bloco A possui três entradas independentes, cada uma equipada com um átrio de entrada, uma caixa de escadas e dois elevadores. Cada piso do Bloco A contém quatro apartamentos T2, três T3 e um T4, totalizando 40 unidades habitacionais. O Bloco B, com uma entrada independente semelhante, apresenta duas unidades T2 e duas T3 por piso, resultando em 20 unidades no total. No piso térreo de ambos os blocos, situados em diferentes cotas devido à inclinação da rua, encontram-se a sala do condomínio, áreas técnicas, arrumos e uma área dedicada ao Posto de Transformação. Além disso, está prevista a instalação de um clube de saúde acessível ao público. Os dois pisos subterrâneos destinam-se ao estacionamento privado e arrumos de apoio às habitações. O estacionamento no piso -2, com entrada pela Rua da Bélgica, é exclusivo para os residentes, enquanto o estacionamento no piso -1, com entrada pela Vereda da Bélgica, é destinado aos serviços.

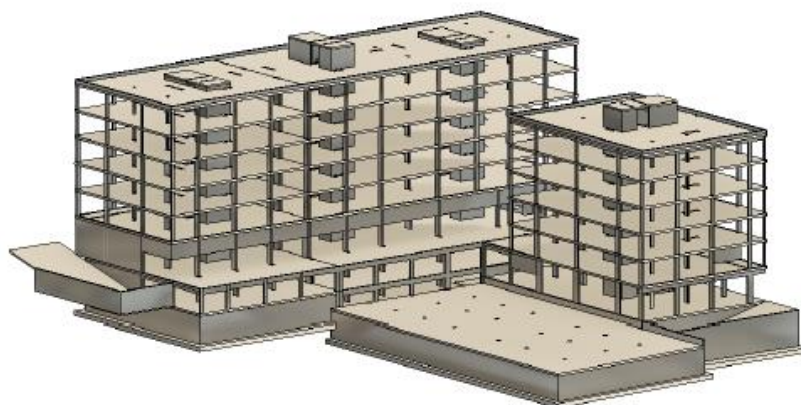


Figura 5.1 - Modelo 3D do Edifício Rua da Bélgica [Fonte: Buildgest]

A implantação do Le Parc foi realizada em conformidade com os arruamentos existentes, garantindo acesso conveniente às diferentes frações do prédio. Na cobertura de ambos os blocos, existe um volume destinado às escadas de acesso para manutenção.

5.3 APLICAÇÃO DO AUTODESK BUILD EM OBRA

A Buildgest possui acesso integral a todas as funcionalidades oferecidas pelo *software* mencionadas no capítulo anterior. No entanto, dado que a implementação do *Autodesk Build* ocorreu apenas no início deste ano, o que representa um período relativamente curto, a empresa ainda está numa fase inicial de adaptação. Devido a isso, atualmente utiliza apenas uma pequena fração das ferramentas disponíveis e de forma bastante limitada. As ferramentas atualmente em uso incluem Ficheiros, Folhas, Problemas, Fotos, RFIs, Submissões e Reuniões.

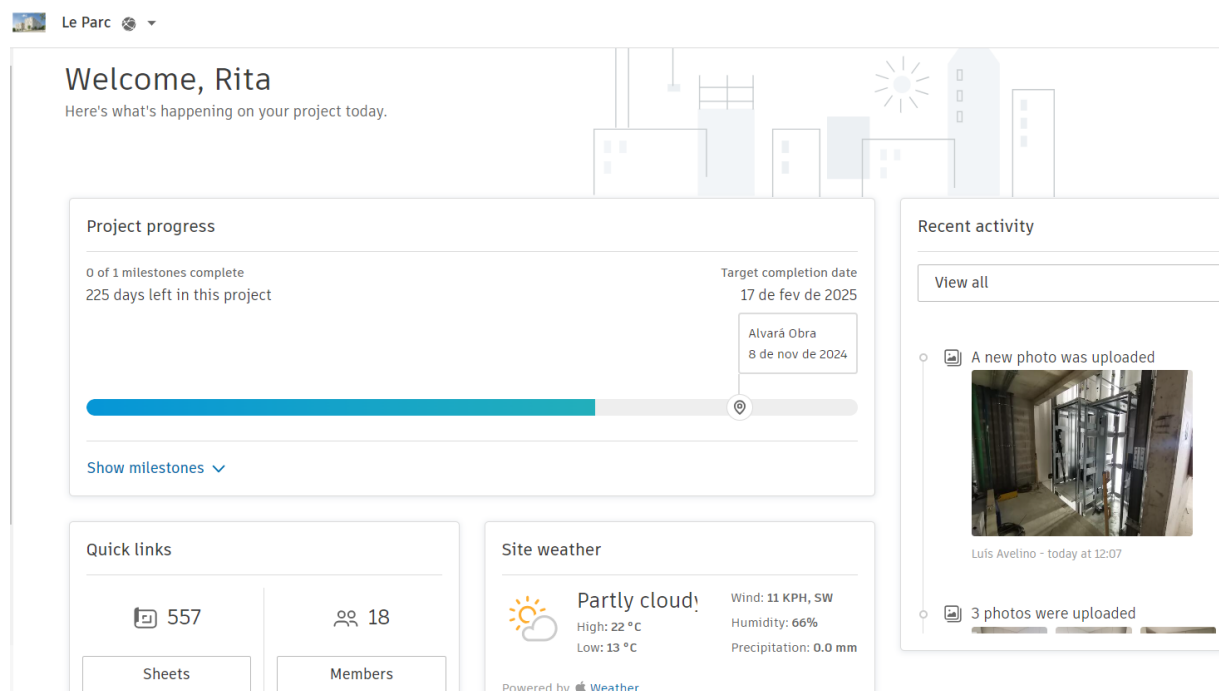


Figura 5.2 - Página inicial relativamente à obra Le Parc

A transição completa e a integração de todas as funcionalidades requerem tempo e formação adequada para os funcionários, além de ajustes nos processos internos. Assim, apesar do potencial significativo do *Autodesk Build* para melhorar a eficiência e a qualidade do controlo de obras, a Buildgest ainda está a explorar e a aprender a maximizar o uso dessas ferramentas avançadas para alcançar os melhores resultados possíveis.

Para otimizar a implementação do *software* e consequentemente melhorar a eficiência e o controlo de qualidade, foi proposto à empresa a adoção das ferramentas ainda não utilizadas. Neste subcapítulo, essas ferramentas serão colocadas em prática na obra em estudo "Le Parc" (Figura 5.2). As ferramentas especificamente selecionadas para implementação incluem Formulários, Especificações, Correspondência, Cronograma, Recursos, Ponte e Localizações.

A introdução dessas ferramentas visa fortalecer a gestão de projetos, facilitar a comunicação entre equipas e partes interessadas, melhorar o acompanhamento de prazos e recursos, além de aumentar a precisão na documentação e relatórios. Este passo estratégico não só potencializa a capacidade da empresa de aproveitar ao máximo o potencial do *Autodesk Build*, mas também reforça o seu compromisso com a inovação e a excelência operacional na construção civil.

5.3.1 FORMULÁRIOS

A Buildgest utiliza a ferramenta Formulários de forma bastante limitada. Esta ferramenta no ACC permite que a equipa preencha, reveja e gerencie formulários de projeto de maneira centralizada, proporcionando um ponto único e seguro para a recolha de dados, fotos e documentos de acompanhamento.



VISTORIA HIDRÁULICAS

Obra	Le Parc
Data	20/04/2024
Fracção	A.1.A1

Cozinha	C	N/C	N/A	Observações
<u>Rede AR</u>				
Tubagem / Diâmetros	☒	☐	☐	
Pendentes	☐	☒	☐	
Caixas de Pavimento	☒	☐	☐	
Bocas Varejamento	☐	☐	☒	
<u>Rede AA</u>				
Tipo Tubagem / Diâmetros	☒	☐	☐	
Válvulas seccionamento	☒	☐	☐	
Isolamento Térmico rede AQ	☒	☐	☐	
Ensaio Estanquidade	☒	☐	☐	

Figura 5.3 - Exemplo de Formulário de Vistorias

Através do *Autodesk Build*, foi possível criar *templates* personalizados para *checklists*, registos diários e outros formulários necessários para o projeto. Esses formulários podem ser preenchidos por qualquer membro da equipa no local, utilizando o aplicativo móvel do *Autodesk Construction Cloud*, ou no escritório, via web. Isso não só facilita a recolha de informações em tempo real, mas também garante consistência e precisão nos registos ao longo do projeto.

Daily Safety Inspection Checklist

Project Le Parc	Date 20 abril 2024
Project # _____	Company _____

	Satisfactory	Action Required	Not Applicable	Not Inspected
Employee Observation / PPE				
Hard Hats	✓			
Eye / Face Protection			✓	
Ear Protection		✓		
Dust Masks / Respirators	✓			
Safe Lifting Practices / Back Belts	✓			
Clothing / Knee Pads				✓
Footwear / Foot Protection	✓			
Gloves / Hand Protection	✓			
Personal Fall Arrest / Restraint Equipment	✓			
First Aid / Sanitation				
Kits / Supplies	✓			
Sanitation / Hand Washing	✓			
Clean Cool Water / Shade	✓			
Tools				
Condition	✓			
Guarded / Power Cords	✓			
PAT Signs & Training Cards	✓			
Air Hose & Whip Check	✓			
Housekeeping				
Exits / Stairs / Walkways Clear	✓			
Piling & Stacking	✓			
Debris Removal	✓			
Nails Bent or Removed	✓			
Railings / Covers / Cables				
Perimeter / Stairs	✓			
Floor / Wall Openings	✓			
Walkways	✓			
Cables Secured (fall protection) 3 clips	✓			
Scaffolding				
Railings	✓			
Tied to Building	✓			
Planks & Platforms	✓			
Access	✓			
Ladders & Stairs				
Ladder Condition / Use	✓			
Ladder Tied Off / 3' Above Landing	✓			
Stairs & Ramps	✓			
Fire Protection				
Extinguishers	✓			
Flammable Materials Storage	✓			
Welding / Cutting Equipment			✓	
Fire Watch Required	✓			
Electrical				
Lighting / Covers	✓			
Grounding	✓			
Power Cords, Plugs, & Receptacles	✓			
Temp. Power Boxes / GFI	✓			

Figura 5.4 - Exemplo de Formulário Diário de Inspeção

A utilização mais ampla da ferramenta Formulários beneficia significativamente o controlo de qualidade e eficiência operacional da empresa. Por exemplo, ao implementar *templates* padronizados para *checklists* de vistorias (Figura 5.3) ou registos diários (Figura 5.4) foi possível garantir uma abordagem consistente na documentação de conformidades e não conformidades ao longo do ciclo de vida do projeto. Isso não só facilita a identificação precoce de problemas, mas também melhora a capacidade de resposta e resolução dessas questões.

5.3.2 ESPECIFICAÇÕES

A ferramenta de Especificações foi implementada utilizando as memórias descritivas, tal como é possível ver na Figura 5.5. Apesar de inicialmente terem sido enfrentadas dificuldades devido à incompatibilidade do formato desses documentos com o *software*, a implementação foi ajustada para viabilizar o seu uso. A utilização efetiva desta ferramenta proporciona à empresa um método estruturado e organizado para descrever requisitos de qualidade, normas, mão de obra e materiais necessários para a conclusão de projetos de construção. Isso mostrou-se crucial para distribuir eficientemente informações relevantes entre diferentes fluxos de trabalho e membros do projeto, promovendo uma gestão mais integrada e uma colaboração mais eficaz.

A ferramenta de Especificações permitiu adicionar e publicar documentos cruciais como o caderno de encargos, especificações técnicas, memórias descritivas e manuais de procedimentos. O caderno de encargos definiu os requisitos técnicos e normas a serem seguidos durante a execução do projeto. As especificações técnicas detalharam os materiais e métodos de construção, estabelecendo padrões de qualidade e desempenho. As memórias descritivas ofereceram uma visão abrangente do projeto, explicando o conceito, a estrutura e os métodos de execução, enquanto os manuais de procedimentos forneceram diretrizes detalhadas sobre os processos e técnicas a serem adotados, garantindo que todas as equipas seguissem as mesmas práticas.

Specifications

Publish log

Settings

Add specifications

Search and filter

Code	Description	Version	Version set	Issuance date
Expand all	Collapse all			
> 1	CONDIÇÕES TÉC...			
✓ 1.1	ALVERNARIAS, P...			
1.2.1	ALVERNARIAS	1	1	1/07/2024
1.2.2	PAREDES DIVISÓ...	1	1	1/07/2024
✓ 1.3	COBERTURAS			
1.3	COBERTURAS	1	1	1/07/2024

Figura 5.5 - Especificações da obra no Autodesk Build

A implementação desta ferramenta moderniza os processos de documentação da Buildgest, fortalecendo o controlo de qualidade ao padronizar e centralizar informações críticas. A tecnologia de OCR integrada na ferramenta facilitou a extração de códigos e descrições de seções, organizando os documentos de maneira lógica e acessível. Uma vez publicados, esses documentos ficaram disponíveis para todos os membros do projeto, tanto no campo quanto no escritório, via *web* ou aplicativo móvel, garantindo uma comunicação clara e eficiente.

A capacidade de aceder e atualizar especificações de qualquer local, a qualquer momento, promoveu uma resposta mais ágil às mudanças e necessidades emergentes do projeto. Isso resultou numa gestão mais eficiente, com benefícios tangíveis como a redução de erros, melhorias na precisão das especificações e maior transparência ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. Com a implementação dessa ferramenta, a Buildgest melhora a sua eficiência operacional e eleva o padrão de qualidade em todos os projetos em que esteve envolvida, promovendo uma gestão mais estratégica e eficaz.

5.3.3 CORRESPONDÊNCIA

Atualmente, a Buildgest utiliza outra plataforma para gerenciar a sua correspondência de projeto. No entanto, a adoção da ferramenta de Correspondência da *Autodesk Construction Cloud* poderia trazer benefícios significativos para a empresa, melhorando não só o controlo de qualidade, mas também a eficiência e a organização das comunicações.

A ferramenta de Correspondência foi desenvolvida para capacitar os usuários a criar e gerenciar comunicações dentro do próprio ambiente da plataforma. Isso significa que todas as comunicações internas e externas com as partes interessadas do projeto poderiam ser organizadas numa fonte única, centralizada e conectada de informações. Com essa centralização, a empresa poderia minimizar o risco de perda de dados e garantir que todas as correspondências significativas do projeto estejam armazenadas num único local.

Uma das grandes vantagens dessa ferramenta é a capacidade de iniciar comunicações diretamente dentro da plataforma *Autodesk Construction Cloud*, eliminando a necessidade de múltiplas ferramentas de comunicação. Isso facilitaria a gestão de correspondências, tornando o processo mais eficiente e menos propenso a erros. A integração de correspondências por e-mail externo também garante que nenhuma comunicação seja omitida do registo do projeto, proporcionando um histórico completo e rastreável de todas as interações.

A utilização desta ferramenta poderia facilitar a comunicação direta com fornecedores, mantendo um controlo rigoroso sobre as modificações em contratos e recebendo atualizações oportunas sobre mudanças no cronograma. Isso é essencial para manter a linha do tempo do projeto sob controlo e garantir que todas as partes estejam cientes das suas responsabilidades e dos prazos.

Além disso, a ferramenta de Correspondência permite o rastreamento de aprovações de documentos, o que é crucial para o controlo de qualidade. A capacidade de documentar todas as aprovações garante que haja um registo claro e acessível de todos os materiais e projetos aprovados, facilitando auditorias e revisões futuras. O envio de instruções detalhadas para membros da equipa, fornecedores ou empreiteiros também seria simplificado, garantindo clareza nas tarefas do projeto e reduzindo a probabilidade de erros de comunicação.

A ferramenta ainda oferece funcionalidades como a criação e manutenção de um registo de discussões sobre tópicos cruciais, o que proporciona um ponto de referência valioso para processos decisórios futuros. Ao documentar a correspondência existente e gerar nova correspondência dentro da plataforma,

a Buildgest poderia monitorizar estados e prazos de vencimento de maneira mais eficaz, pesquisar e filtrar correspondências com facilidade e armazenar correspondências de forma segura. Conectar essa ferramenta a outras ferramentas na plataforma e arquivar correspondências irrelevantes ajudaria a manter a organização e a eficiência, permitindo que a equipa se concentre nas comunicações mais importantes.

5.3.4 CRONOGRAMA

A implementação do Cronograma modernizou os processos de gestão de projetos da Buildgest e fortaleceu a sua capacidade de monitorizar o progresso, identificar potenciais desvios e realizar ajustes proativos. Isso é essencial para garantir um controlo de qualidade rigoroso e uma entrega de projetos eficiente.

A Figura 5.6 ilustra uma parte do plano de trabalhos da obra em estudo que foi importado do *Microsoft Project* para o *Autodesk Build*. Deste modo, exemplifica como um cronograma pode ser visualizado e manipulado dentro do *software*, destacando a sua utilidade para atender às necessidades específicas de cada projeto. Assim como demonstra como a Buildgest pode utilizar o Cronograma para integrar e gerenciar eficientemente as informações do projeto, garantindo uma visão clara das atividades e dos cronogramas associados.

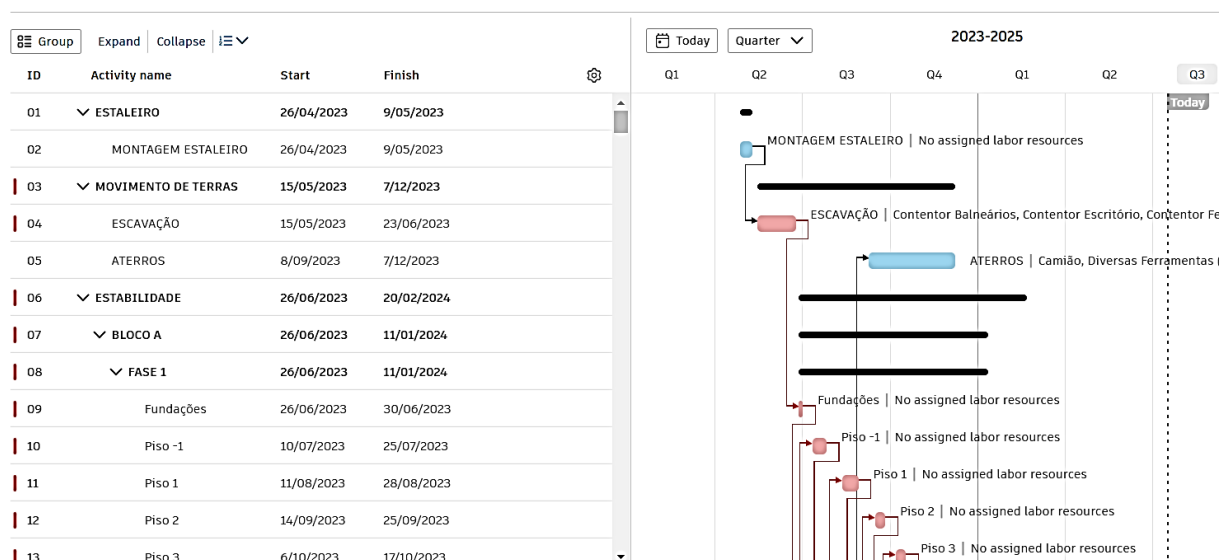


Figura 5.6 – Plano de Trabalhos

A integração do Cronograma simplifica a gestão do tempo e dos recursos, proporcionando uma visão clara das interdependências entre as diferentes etapas do projeto. Isso é crucial para minimizar atrasos, otimizar a alocação de recursos e assegurar que todas as atividades sejam concluídas dentro dos prazos estabelecidos. Com a implementação dessa ferramenta, a Buildgest melhora a sua eficiência operacional e eleva o padrão de qualidade nos projetos em que esteja envolvida, promovendo uma gestão mais estratégica e eficaz.

5.3.5 RECURSOS

Inicialmente, a implementação da ferramenta Recursos enfrentou desafios devido à incompatibilidade dos formatos dos documentos acedidos com o programa. No entanto, ajustes foram feitos para garantir a compatibilidade de formatos, essencial para a utilização eficiente e integrada da ferramenta ao fluxo de trabalho existente (Figura 5.7).

Integrar esta ferramenta ao fluxo de trabalho proporcionou um acesso centralizado a dados relevantes do projeto, como arquivos, formulários e problemas, melhorando a eficiência e a precisão da documentação. Documentos como listas de verificação, manuais, especificações e entregas podem ser facilmente referenciados e acedidos, garantindo que todas as informações críticas estejam disponíveis num único local. Essa centralização de dados não só facilita o processo de auditoria e revisão, mas também promove uma comunicação mais eficiente entre os membros da equipa e as partes interessadas do projeto.

Além disso, a capacidade de conectar recursos a outros itens do projeto e importar elementos e propriedades de modelos para a *Autodesk Build* transformou a gestão de recursos num processo mais visual e intuitivo. Por exemplo, criar recursos a partir de objetos de modelo e rastreá-los visualmente, importar recursos de arquivos Excel ou criar recursos em folhas 2D proporcionou uma visão abrangente e detalhada do status dos componentes do projeto.

Para otimizar a utilização dessa ferramenta, foram importados documentos específicos como listas de verificação de entrega, manuais de operação e manutenção, especificações técnicas e registos de inspeção. Esses documentos melhoraram a organização e a acessibilidade das informações, garantindo que todos os aspetos do controlo de qualidade fossem rigorosamente monitorados e geridos.

A implementação da ferramenta de Recursos permite à Buildgest alcançar um nível mais elevado de controlo e transparência no gerenciamento dos componentes do projeto, resultando numa melhor coordenação e eficiência na execução das obras. Além de melhorar a qualidade do trabalho, a ferramenta ajuda a reduzir retrabalhos, minimizar erros e garantir que todos os recursos estivessem em conformidade com os padrões estabelecidos, promovendo uma execução mais eficiente e bem-sucedida dos projetos de construção.

Home	Assets >
Sheets	Settings
Files *	Models Categories Custom Fields Status Sets Permissions
Specifications	Create category
Issues	
Forms	
Photos	
RFIs	
Submittals	
Meetings	
Correspondence	
Schedule	
Assets	

Name	Visibility	Status	Added form templates	Status set
All categories			-	Default
> Eletricidade		☑ Active	-	Default
> Equipamentos		☑ Active	-	Default
> Metálica		☑ Active	-	Default
> Tubagens		☑ Active	-	Default
Create category				

Figura 5.7 – Categorias para os Recursos

5.3.6 RELATÓRIOS

Ao implementar a ferramenta Relatórios, a Buildgest beneficia significativamente no controlo de qualidade e na gestão eficiente de projetos de construção. Essa ferramenta proporciona um local centralizado para superintendentes, mestres de obras, arquitetos e outros membros do projeto visualizarem, criarem, agendarem e compartilharem relatórios. Isso inclui a capacidade de gerar relatórios automatizados, como o "Itens Designados por Empresa", que detalha problemas específicos para cada empresa envolvida no projeto. Esse processo foi automatizado e agendado para garantir atualizações regulares e precisas sobre o status e a resolução de problemas.

Além disso, o relatório de Problemas oferece uma lista detalhada de questões, incluindo descrição, responsável, datas importantes, localização, causas raiz, entre outros detalhes essenciais. A personalização desses relatórios permite ajustar os campos exibidos de acordo com as necessidades específicas do projeto, melhorando a clareza e a relevância das informações comunicadas.

Utilizar a ferramenta de Relatórios (Figura 5.8) no *Autodesk Construction Cloud* centralizou a comunicação de informações críticas do projeto, como problemas e RFIs, e facilitou o acompanhamento e a gestão eficaz dessas questões ao longo do ciclo de vida do projeto. A capacidade de compartilhar relatórios de maneira rápida e precisa entre os membros da equipa e *stakeholders* relevantes promoveu uma resposta mais ágil às questões identificadas, melhorando assim a eficiência operacional e reduzindo potenciais atrasos ou custos adicionais.

Reports

Type	Run at	Created by
Detalhes do formulário	15/07/2024 06:00	Rita Costa
Resumo da RFI	15/07/2024 05:59	Rita Costa

Figura 5.8 - Criação de Relatórios

5.3.7 PONTE

A ferramenta Ponte facilita o compartilhamento de informações de projeto entre diferentes projetos e contas no *Autodesk Build*, criando cópias de conteúdo no projeto de destino. Isso permite uma colaboração mais eficiente, reduzindo retrabalhos e melhorando o controlo das informações do projeto.

A adoção da ferramenta Ponte permitiu dividir partes específicas de um projeto em instâncias separadas dentro do *Autodesk Construction Cloud*. Isso facilitou a partilha de documentação relevante com outros projetos, promovendo uma gestão mais eficiente de grandes empreendimentos. A capacidade de sincronização automática de conteúdo assegurou que as informações fossem continuamente atualizadas e compartilhadas, garantindo que todas as equipas envolvidas tivessem acesso às versões mais recentes dos documentos.

Para os subempreiteiros, a ferramenta Ponte ofereceu um controlo mais efetivo sobre os processos documentais, permitindo-lhes aceder e gerenciar as informações necessárias de maneira independente. Isso resolveu um problema comum em que os subempreiteiros enfrentam dificuldades para aceder aos dados corretos devido à estrutura do empreiteiro geral.

Para os projetistas, a Ponte permitiu selecionar documentos específicos para compartilhar com diferentes partes interessadas, mantendo a propriedade intelectual do seu trabalho sem comprometer a privacidade. Essa flexibilidade é essencial para proteger informações sensíveis enquanto ainda se promove uma colaboração eficiente.

Os proprietários de projetos também se beneficiaram significativamente com a utilização da Ponte. A ferramenta permitiu que as equipas de construção compartilhassem informações relevantes com os proprietários, garantindo que estes possuíssem e gerenciassem todos os dados da sua infraestrutura de maneira centralizada. Isso proporcionou aos proprietários uma visibilidade total sobre a documentação do projeto, facilitando a tomada de decisões informadas e a gestão de longo prazo das suas propriedades.

A adoção da ferramenta Ponte fortaleceu a colaboração entre equipas, promovendo uma gestão eficiente e controlada de dados ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. A capacidade de compartilhar e sincronizar documentos como folhas de trabalho, arquivos, pastas, RFIs, submissões e relatórios entre projetos eliminou barreiras na comunicação e garantiu que todos os envolvidos estivessem alinhados e informados. Além disso, a gestão centralizada e a visibilidade aprimorada dos dados do projeto resultaram num controlo de qualidade mais rigoroso e na mitigação de riscos associados à desinformação e aos retrabalhos.

5.3.8 LOCALIZAÇÕES

Ao implementar a ferramenta da *Autodesk Construction Cloud* para gerenciar as localizações nos seus projetos de construção, a Buildgest beneficia significativamente no controlo de qualidade e na eficiência geral do ciclo de vida do projeto.

A utilização das Localizações permitiu uma estrutura hierárquica detalhada das áreas de construção, incluindo edifícios, níveis e salas. Por exemplo, a organização das Localizações foi estruturada como: Bloco A - Piso A.1 - Secção A.1.1. Essa organização detalhada facilitou a referência e o acompanhamento dos fluxos de trabalho no campo, permitindo que os membros do projeto atribuíssem Recursos ou Problemas a locais específicos para indicar onde há problemas ou onde o trabalho está a ser realizado. Isso proporcionou uma clareza maior na comunicação das tarefas e problemas, facilitando a resolução e o acompanhamento de cada etapa do projeto.

Um dos principais benefícios foi a capacidade de gerar QR codes ou códigos de barras e vinculá-los a localizações específicas no projeto. Esses códigos foram impressos e fixados nas áreas do local, possibilitando que os membros do projeto digitalizassem rapidamente e localizassem a sua posição atual utilizando o aplicativo móvel ACC. Isso melhorou a precisão na identificação e gestão de localizações, além de agilizar a comunicação e a resolução de problemas ao vincular diretamente Problemas, Formulários e Recursos às localizações correspondentes.

Além disso, a centralização das informações numa plataforma única como o ACC facilitou o acesso e a visualização dos dados relacionados às localizações para todos os membros do projeto, conforme as suas permissões. Isso promoveu uma gestão mais eficiente e organizada, garantindo um maior controlo sobre o progresso e as questões do projeto.

5.4 CONCLUSÃO

A implementação do *Autodesk Build* no projeto "Le Parc" pela Buildgest marca um avanço significativo na digitalização e melhoria dos processos de controlo de qualidade em obras. A transição para ferramentas digitais e a integração de novas tecnologias refletem o compromisso da empresa com a inovação e a excelência operacional.

Ao longo deste capítulo, foram destacadas as diversas funcionalidades do *Autodesk Build* que foram aplicadas na gestão do projeto, como Formulários, Especificações, Correspondência, Cronograma, Recursos, Ponte e Localizações. Cada uma dessas ferramentas contribui de maneira única para a eficiência e precisão das operações, proporcionando uma gestão de projetos mais integrada e colaborativa.

A aplicação das diversas funcionalidades contribuiu de maneira única para a eficiência e precisão das operações, proporcionando uma gestão de projetos mais integrada e colaborativa. A adoção dessas tecnologias não só facilitou a comunicação e o acompanhamento de prazos e recursos, mas também aumentou a precisão na documentação e nos relatórios, aspetos essenciais para a identificação precoce de problemas e a melhoria da capacidade de resposta e resolução.

A ferramenta de Formulários permitiu a criação de *templates* personalizados para *checklists*, registos diários e outros formulários necessários para o projeto, garantindo consistência e precisão nos registos ao longo do projeto. A Especificações modernizou os processos de documentação, facilitando a extração e organização de códigos e descrições de seções. A Correspondência centralizou todas as comunicações internas e externas numa única plataforma, minimizando o risco de perda de dados e garantindo a integridade das informações.

A ferramenta de Cronograma modernizou os processos de gestão de projetos, permitindo monitorar o progresso, identificar desvios e realizar ajustes proativos. A de Recursos transformou a gestão de recursos num processo mais visual e intuitivo, melhorando a eficiência e a precisão da documentação. A de Relatórios centralizou a comunicação de informações críticas, permitindo gerar relatórios automatizados e personalizados, promovendo uma resposta ágil e eficiente às questões identificadas. A ferramenta Ponte facilitou o compartilhamento de informações entre diferentes projetos e contas, promovendo uma colaboração mais eficiente e melhorando o controlo das informações. A ferramenta de Localizações permitiu uma estrutura hierárquica detalhada das áreas de construção, melhorando a precisão na identificação e gestão de localizações e agilizando a comunicação e resolução de problemas.

Embora a Buildgest ainda esteja na fase inicial de adaptação ao *Autodesk Build*, os benefícios já observados indicam um futuro promissor para a empresa. A formação contínua e a expansão do uso dessas ferramentas irão potencializar ainda mais a qualidade e a eficiência dos serviços prestados, alinhando-se às melhores práticas da indústria da construção.

A utilização do *Autodesk Build* resulta numa redução significativa de erros nos processos de controlo de qualidade devido à capacidade desta plataforma de centralizar e organizar a informação de forma eficiente. O *software* permite a criação e gestão de relatórios em tempo real, o que garante que todos os intervenientes no projeto estejam atualizados e sincronizados quanto ao progresso e às inspeções

realizadas. Além disso, o *Autodesk Build* facilita a identificação de não conformidades e o acompanhamento das mesmas até à sua resolução, reduzindo, assim, a probabilidade de falhas passarem despercebidas. A automatização de certas tarefas e a rastreabilidade digital também contribuem para a redução de erros humanos, uma vez que minimiza a dependência de registos manuais e aumenta a precisão dos dados registados ao longo da obra.

Em suma, a digitalização dos processos de controlo de qualidade através do *Autodesk Build* representa um passo estratégico para a Buildgest, a adoção dessas tecnologias não só moderniza as operações, mas também fortalece o compromisso da empresa com a entrega de resultados excepcionais e a satisfação dos clientes.

6

CONCLUSÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do *Autodesk Build* trouxe inúmeras vantagens, centralizando todas as informações do projeto num único programa. Isso facilita a organização e o acesso a dados críticos quando surgem problemas, assegurando que todas as informações estejam prontamente disponíveis e estruturadas num único local. Esta centralização é fundamental para a gestão eficaz de qualquer projeto, especialmente num setor como o da construção civil, onde a complexidade e a quantidade de dados podem ser imensas.

Além disso, o *Autodesk Build* permite a padronização dos processos de controlo de qualidade, proporcionando *templates* consistentes que podem ser reutilizados em diferentes projetos. Isso não só economiza tempo, mas também garante que todos os projetos sigam os mesmos padrões de qualidade, reduzindo a margem de erro e aumentando a confiabilidade dos resultados. A capacidade de criar e utilizar *templates* padronizados permite uma uniformidade nos processos e facilita o treinamento dos funcionários, uma vez que todos seguem os mesmos procedimentos e normas. Essa padronização não só aumenta a eficiência, mas também melhora a consistência e a previsibilidade dos resultados, fatores críticos para o sucesso em grandes projetos de construção.

A digitalização também facilita a comunicação entre todas as partes interessadas no projeto. Com todas as informações centralizadas e facilmente acessíveis, os colaboradores podem comunicar-se de forma mais eficaz, resolver problemas mais rapidamente e tomar decisões informadas em tempo real. Isso é particularmente importante em projetos de construção, onde atrasos na comunicação podem resultar em custos adicionais e prazos perdidos.

A melhoria na comunicação não se restringe apenas à equipa interna, mas também se estende aos clientes e outras partes externas, proporcionando um fluxo de informação mais transparente e confiável. A capacidade de acesso remoto aos dados significa que as partes interessadas podem acompanhar o progresso do projeto a partir de qualquer lugar, facilitando a colaboração e a tomada de decisões.

A precisão das operações é significativamente melhorada com o uso de ferramentas digitais. Funções como formulários digitais, especificações técnicas, correspondências automatizadas, agendamento integrado, gestão de recursos e localização geográfica permitem um acompanhamento detalhado e preciso de todas as atividades do projeto. Isso assegura que cada etapa do projeto seja realizada conforme planeado, minimizando a ocorrência de problemas e facilitando a sua resolução rápida quando eles ocorrem.

A capacidade de monitorizar o progresso em tempo real e ajustar rapidamente conforme necessário é uma das maiores vantagens da digitalização, permitindo uma gestão de projetos mais proativa e menos reativa. Além disso, a precisão dos dados recolhidos digitalmente ajuda a evitar erros caros e retrabalhos, melhorando a qualidade geral do projeto.

O ponto mais positivo da implementação do *Autodesk Build* é a centralização de toda a informação necessária para o projeto num único local. Esta característica não só simplifica a gestão de dados e a comunicação entre as partes interessadas, mas também assegura que a informação esteja sempre atualizada e acessível. Esta centralização reduz a probabilidade de erros decorrentes de informações desatualizadas ou mal comunicadas e permite uma visão mais clara e integrada do progresso do projeto.

Além disso, a capacidade de acesso remoto aos dados permite que as partes interessadas acompanhem o projeto de qualquer lugar, aumentando a flexibilidade e a eficiência. A centralização dos dados também facilita a geração de relatórios e análises, fornecendo insights valiosos que podem ser usados para otimizar futuras operações e processos.

A implementação do *Autodesk Build* também reflete um compromisso com a inovação e a excelência. Ao adotar tecnologias avançadas, a empresa não só melhora os seus processos internos, mas também envia uma mensagem clara ao mercado de que está na vanguarda da modernização e da eficiência. Isso pode ser um fator decisivo para atrair novos clientes e fortalecer as relações com os existentes. A inovação contínua é essencial para se manter competitivo no mercado da construção, e a adoção do *Autodesk Build* demonstra a disposição da Buildgest para liderar essa transformação. Este compromisso com a inovação pode abrir novas oportunidades de mercado.

Outro aspeto importante é a sustentabilidade. A digitalização reduz a necessidade de documentação em papel, contribuindo para práticas mais sustentáveis e ecológicas. Além disso, ao melhorar a eficiência e a precisão dos processos de construção, a digitalização pode contribuir para a redução de desperdícios e a utilização mais eficiente dos recursos, o que é essencial num setor notoriamente intensivo em recursos como a construção civil. A adoção de práticas sustentáveis não só ajuda a proteger o meio ambiente, mas também pode resultar em economias de custo significativas a longo prazo. A sustentabilidade é um valor cada vez mais valorizado pelos clientes e pela sociedade em geral, e pode ser usado como um diferencial competitivo.

A Buildgest, ao implementar essas tecnologias, estabelece um padrão elevado de operação que pode servir de modelo para outras empresas do setor. A transformação digital é um caminho sem volta, e aqueles que a adotam cedo e de forma eficiente certamente colherão os benefícios a longo prazo. As lições aprendidas e os sucessos alcançados com a implementação do *Autodesk Build* podem ser utilizados como base para futuras inovações e melhorias contínuas. A Buildgest está bem posicionada para enfrentar os desafios futuros e aproveitar as oportunidades que a digitalização traz para a indústria da construção.

A digitalização dos processos de controlo de qualidade proporciona inúmeras vantagens, desde a melhoria da eficiência operacional até a elevação dos padrões de qualidade, com a centralização da informação, a melhoria da comunicação, a precisão das operações e o foco na sustentabilidade.

A integração de tecnologias avançadas no controlo de qualidade e na gestão de projetos é essencial para responder às exigências crescentes do mercado. A digitalização não só melhora a eficiência e a precisão, mas também promove uma cultura de inovação e melhoria contínua. A Buildgest, ao liderar essa transformação, estabelece um novo padrão para a indústria da construção, demonstrando que a adoção de tecnologias digitais é um caminho eficaz para alcançar a excelência e a sustentabilidade.

A centralização da informação e a melhoria da comunicação são fatores-chave para o sucesso na gestão de projetos de construção. A capacidade de aceder e partilhar informações em tempo real permite uma gestão mais eficaz e uma tomada de decisões mais informada, reduzindo os riscos e aumentando a qualidade dos resultados.

Os objetivos propostos no início desta dissertação foram alcançados. O principal objetivo era investigar e identificar como o Autodesk Build poderia promover a eficiência e melhorar o controlo de qualidade em obras de construção. Através da análise detalhada de casos de estudo e da implementação prática do software num projeto específico, foi possível demonstrar que a digitalização dos processos de controlo de qualidade, por meio desta ferramenta, não só melhora a eficiência operacional, mas também reduz significativamente os erros e retrabalhos. Assim, as hipóteses levantadas foram confirmadas, e as metas estabelecidas ao longo do trabalho foram atingidas com sucesso.

6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Existem ainda alguns desenvolvimentos que podem ser feitos para aprofundar o estudo que foi realizado nesta dissertação, nomeadamente:

- Exploração mais abrangente do *Autodesk Build*: Continuar a utilização do *software Autodesk Build* em diferentes tipos de projetos, avaliando de forma mais detalhada o impacto económico, temporal, produtivo e qualitativo. Este aprofundamento pode incluir a realização de um caso de estudo prolongado, onde o *software* é utilizado em todas as fases de um projeto de construção, desde o planeamento até à conclusão. Um estudo desta natureza permitiria uma análise mais completa dos benefícios e desafios da implementação do *Autodesk Build*, fornecendo dados concretos para embasar decisões futuras.
- Integração de listas de verificação e conteúdos educativos: Desenvolver e integrar listas de verificação específicas dentro do *Autodesk Build* para cada tarefa de avaliação de conformidade. Além disso, criar uma base de dados de melhores práticas e falhas comuns, juntamente com conteúdos educativos interativos que ajudem os utilizadores a compreender e aplicar corretamente as ferramentas do *software*. A educação contínua dos utilizadores é essencial para garantir que as ferramentas digitais sejam utilizadas de forma eficaz e eficiente, maximizando os benefícios da digitalização.
- Comparação entre métodos tradicionais e digitais: Realizar estudos comparativos entre o acompanhamento tradicional (manual) e digital de obras. Este estudo deve incluir a avaliação da precisão dos dados, eficiência do processo, qualidade da comunicação entre as partes interessadas e impacto na satisfação dos clientes, fornecendo dados concretos sobre os benefícios da digitalização. Esta comparação pode revelar insights valiosos sobre as áreas onde a digitalização pode trazer os maiores benefícios e onde podem ser necessários ajustes ou melhorias adicionais.
- Simulações e análises avançadas: Utilizar ferramentas de simulação, como o WUFI Pro, para realizar simulações higrótérmicas que verifiquem o comportamento dos sistemas digitalizados em termos de temperatura superficial e potencial de condensação. Esta análise pode fornecer insights valiosos sobre a eficácia dos sistemas de controlo de qualidade digitalizados em condições extremas. Simulações avançadas permitem prever e mitigar problemas potenciais antes que eles ocorram, melhorando a qualidade e a durabilidade dos projetos de construção.

- Análise do impacto económico e ciclo de vida: Conduzir uma análise detalhada do impacto económico da implementação do *Autodesk Build* e outras ferramentas digitais, bem como uma análise do ciclo de vida dos projetos que utilizam estas tecnologias. Esta análise deve considerar os custos iniciais de implementação, os benefícios a longo prazo e o retorno sobre o investimento. Uma análise de ciclo de vida pode ajudar a identificar as economias de custo e os benefícios ambientais das práticas digitalizadas, fornecendo uma base sólida para a adoção dessas tecnologias.
- Integração com tecnologias emergentes: Investigar a integração do *Autodesk Build* com tecnologias emergentes como a inteligência artificial, *machine learning* e a Internet das Coisas. Esta integração pode ajudar a automatizar processos, melhorar a precisão das previsões e monitorizar em tempo real as condições das obras, potencializando o controlo de qualidade. A adoção dessas tecnologias emergentes pode levar a avanços significativos na eficiência e na precisão dos processos de construção, proporcionando uma vantagem competitiva substancial.
- Capacitação e formação contínua: Desenvolver programas de capacitação e formação contínua para os colaboradores, assegurando que todos estejam aptos a utilizar as ferramentas digitais de maneira eficiente. Isso pode incluir formações regulares, *workshops* e recursos de *e-learning*. A formação contínua é crucial para manter a competência e a motivação dos colaboradores, garantindo que eles possam aproveitar ao máximo as ferramentas digitais disponíveis.

Estes desenvolvimentos futuros poderão não só enriquecer a presente dissertação, mas também contribuir significativamente para o avanço do conhecimento e das práticas na área de controlo de qualidade em obras e digitalização de processos. Implementando estas sugestões, empresas do setor poderão melhorar substancialmente a sua eficiência operacional, a qualidade dos seus projetos e a satisfação dos seus clientes, estabelecendo novos padrões de excelência na indústria da construção.

6.3 REFLEXÕES FINAIS

A transformação digital é um processo contínuo que requer investimento em tecnologia, formação e inovação de todas as partes interessadas. Ao adotar as estratégias e desenvolvimentos sugeridos, a Buildgest pode não só melhorar os seus processos internos, mas também estabelecer um novo padrão de excelência na indústria da construção. A digitalização dos processos de controlo de qualidade é um passo crucial para garantir a eficiência, a precisão e a sustentabilidade dos projetos de construção, proporcionando uma base sólida para o crescimento e a inovação futuros.

Além disso, a centralização da informação e a melhoria da comunicação e da colaboração são fatores-chave para o sucesso na gestão de projetos de construção. A capacidade de aceder e partilhar informações em tempo real permite uma gestão mais eficaz e uma tomada de decisões mais informada, reduzindo os riscos e aumentando a qualidade dos resultados.

A inovação contínua e a capacidade de adaptação às novas tecnologias são fundamentais para se manter competitivo no mercado da construção. A implementação do *Autodesk Build* demonstra o compromisso da Buildgest com a modernização e a excelência operacional. A digitalização não é apenas uma tendência passageira, mas uma necessidade imperativa para a evolução e o sucesso contínuo na indústria da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Chen, J., & Chen, J.-H. (2011). Research in establishment of quality control and risk management systems. *Proceedings of the 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, Seoul, Korea. International Association for Automation and Robotics in Construction (IAARC).
- [2] Harris, F., McCaffer, R., & Edum-Fotwe, F. (2013). *Modern construction management* (7th ed.). John Wiley & Sons. <https://books.google.pt/books?id=LY58xuo0RGwC>
- [3] Oliveira, M. do R. (2013). *Auto-Avaliação do Desempenho de PME da Construção em Portugal* [[Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. <https://hdl.handle.net/10216/70426>
- [4] Jraisat, L., Jreisat, L., & Hattar, C. (2016). Quality in construction management: an exploratory study. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 33(7), 920–941. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2014-0099>
- [5] Cortiços, N. D., & Baptista-Bastos, M. (2016). Three Entities to Maximize Creative Construction Quality. *Procedia Engineering*, 164, 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.617>
- [6] Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121–139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- [7] Pinto, A. (2018). *Mecanismos de Controlo da Qualidade em obra recorrendo ao Programa Informático SICCO* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. <https://hdl.handle.net/10216/115492>
- [8] Rebelo, M. F. (2018). *Controlo da Qualidade em obra - Análise De Sistemas Informáticos* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. <https://hdl.handle.net/10216/111294>
- [9] Hossain, M. A., & Nadeem, A. (2019). Towards digitizing the construction industry: State of the art of construction 4.0. *ISEC 2019 - 10th International Structural Engineering and Construction Conference*. <https://doi.org/10.14455/isec.res.2019.184>
- [10] Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (2020). *Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment* (A. Sawhney, M. Riley, & J. Irizarry, Eds.; 1st Edition). Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9780429398100>
- [11] Amaral, D. (2020). *Impacto Das Novas Tecnologias No Controlo Da Qualidade* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. <https://hdl.handle.net/10216/126862>
- [12] Henriques, C. (2021). *Digitalização do Controlo da Qualidade em Obra. Análise de Sistemas Informáticos* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. <https://hdl.handle.net/10216/132255>
- [13] Correia, T. (2022). *Análise da Implementação da Digitalização na Construção* [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. <https://hdl.handle.net/10216/142760>

- [14] Burmester, T. (2022). *Autocontrolo Da Qualidade Em Obra* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. <https://hdl.handle.net/10216/142380>
- [15] Delval, T., Rezoug, M., Tual, M., Fathy, Y., & Mege, R. (2024). Towards a digital twin system design based on a user-centered approach to improve quality control on construction sites. In S. Skatulla & H. Beushausen (Eds.), *Advances in information technology in civil and building engineering* (Vol. 357, pp. 473-486). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35399-4_42
- [16] Cunha, B. L. G. da. (2022). Digitalização no Controlo da Qualidade em Obra [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. In *repositorio-aberto.up.pt*. <https://hdl.handle.net/10216/144833>
- [17] Autodesk Construction Cloud. (2022). *Quality and Closeout Management in the Digital Age*. <https://construction.autodesk.com/resources/project-closeout/quality-management-and-closeout-management-in-the-digital-age/>
- [18] Pereira, R. F. S. (2023). Controlo Da Qualidade Em Obra - Digitalização De Processos [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório UP]. In *repositorio-aberto.up.pt*. <https://hdl.handle.net/10216/151803>
- [19] Silva Aguiar, V., dos Santos Silva, L., de Farias, B. M., & Pires, R. C. S. (2023). Uma Análise Conceitual na Implementação de Uma Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) na Construção Civil. *Epitaya E-Books*, 1(32), 159–178.
- [20] Modular Power Solutions. (2023, May). *Modular Power Solutions Standardizes Its Manufacturing Process with Autodesk Build*. <https://construction.autodesk.com/resources/customer-success-stories/modular-power-solutions-standardizes-manufacturing-process-with-autodesk-build/>
- [21] Arcadis. (2024, May). *How Arcadis Optimised the Inspection Process with Autodesk Build*. <https://construction.autodesk.com/resources/customer-success-stories/how-arcadis-optimised-the-inspection-process-with-autodesk-build/>
- [22] Hermanson. (2023, May). *Hermanson Automates and Connects Fabrication Process with Autodesk Build*. <https://construction.autodesk.com/resources/customer-success-stories/hermanson-automates-and-connects-fabrication-process-with-autodesk-build/>
- [23] Wang, J., & Sun, H. (2024). Research on Quality Control and Safety Management Strategies in Construction Engineering Construction. *Engineering Technology Trends*, 2(1), 0–0. <https://doi.org/10.37155/2972-483x-0201-5>
- [24] PENTA. (2024). How PENTA Built A Formula 1 Racetrack In Record Time. <https://construction.autodesk.com/resources/customer-success-stories/how-penta-built-racetrack-in-record-time/>
- [25] *Moreira da Costa, J. (2023). Apontamentos da Unidade Curricular de Qualidade na Construção. Mestrado em Engenharia Civil- 1o ano- especialização em Construções*
- [26] Feigenbaum, A. V. (1991). Total Quality Control. McGraw-Hill.
- [27] Crosby, P. B. (1979). Quality is Free: The Art of Making Quality Certain. McGraw-Hill.
- [28] Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1988). Juran's Quality Control Handbook. McGraw-Hill.
- [29] Laboratório Nacional de Engenharia Civil. (2024). Marca de Qualidade LNEC. <https://www.lnec.pt/pt/servicos/marca-de-qualidade-lnec-mq-lnec/o-que-e-a-mq-lnec/>

- [30] Pereira, T. (2004). Gestão da construção: um guia prático para construir com segurança e qualidade. In Verlag Dashöfer, Lisboa. Däshofer.
- [31] Smith, G. F. (1993). The meaning of quality. *Total Quality Management*, 4(3), 235–244.
<https://doi.org/10.1080/095441293000000038>
- [32] Duraković, B., & Halilovic, M. (2023). Industry 4.0: The New Quality Management Paradigm in Era of the Industrial Internet of Things. www.joiv.org/index.php/joiv
- [33] Craveiro, F., Duarte, J. P., Bartolo, H., & Bartolo, P. J. (2019). *Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0. Automation in Construction*, 103, 251–267. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.011>
- [34] Harada, M. (2021). Autodesk Build and other Autodesk Construction Cloud unified products launch. <https://aps.autodesk.com/blog/autodesk-build-and-other-autodesk-construction-cloud-unified-products-launch>
- [35] Help, B. (2024). About Autodesk Build.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=What_is_Build
- [36] Autodesk Construction Cloud. (2024). Autodesk Build Pricing.
<https://construction.autodesk.com/pricing/autodesk-build/>
- [37] Help, B. (2024). Autodesk Construction Cloud mobile app.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_ACC_App
- [38] Help, B. (2024). About Sheets in Autodesk Build.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_Sheets_Autodesk_Build
- [39] Help, B. (2024). About Files. <https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Files>
- [40] Help, B. (2024). About specifications and specification formats.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_Specifications_And_Specification_Formats
- [41] Help, B. (2024). About issues.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Issues_About
- [42] Help, B. (2024). About forms.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Build_Forms_about_forms_html
- [43] Help, B. (2024). About photos.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Photos_About
- [44] Help, B. (2024). About RFIs in Autodesk Build.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=RFIs_Overview
- [45] Help, B. (2024). Submittals overview.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Submittals_Overview
- [46] Help, B. (2024). Work with submittals.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Work_Submittals
- [47] Help, B. (2024). About meetings.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Meetings_Overview
- [48] Help, B. (2024). About correspondence.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_Correspondence
- [49] Help, B. (2024). Correspondence workflow diagram.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Workflow_Diagram_Corr
- [50] Help, B. (2024). Working with correspondence.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Work_Correspondence
- [51] Help, B. (2024). About schedule and workplan.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_Schedule

- [52] Help, B. (2024). Workplan functionalities on mobile.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Workplan_Mobile
- [53] Help, B. (2024). Schedule administration.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Schedule_Administration
- [54] Help, B. (2024). About assets.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_Assets
- [55] Help, B. (2024). Getting started with assets.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Assets_Getting_Started
- [56] Help, B. (2024). About reports.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_Reports
- [57] Help, B. (2024). Report types.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Report_Types
- [58] Help, B. (2024). Assigned items by company reports.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Company_Reports
- [59] Help, B. (2024). Issue reports.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Issue_Reports
- [60] Help, B. (2024). About bridge.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=About_Bridge
- [61] Help, B. (2024). Locations.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Project_Administration_Locations
- [62] Help, B. (2024). Visual workflow: Locations.
https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/?guid=Locations_Workflow
- [63] Buildgest. (2024). *Buildgest - fiscalização e gestão de obras*. <https://www.buildgest.com/pt/>