

DIGITALIZAÇÃO NO CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA

BRUNA LOBATO GOULART DA CUNHA

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

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

Coorientador: Professor Doutor João Pedro da Silva Poças Martins

OUTUBRO DE 2022

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2021/2022

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ 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 - 2021/2022 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2022.*

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 pelo respetivo Autor.

A meus Pais

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação não teria sido possível sem o apoio e a colaboração de diferentes pessoas durante todo o processo.

Ao Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro pelo apoio prestado durante o trabalho, sua disponibilidade e pela forma como me guiou durante a trajetória.

À empresa envolvida no estudo, Buildgest, sobretudo o Eng. João Fontes. Agradeço ao Eng. Gonçalo Ferreira pela oportunidade e disponibilidade de me incluir nas suas deslocações à obra e pela partilha de experiências e vivências profissionais, que juntamente com a Enga. Vanessa Castro me fizeram sentir integrada na equipa de fiscalização.

Aos meus pais, Carlos e Vera, pelo amor e carinho que me deram durante todos esses anos. Nada disto seria possível sem o apoio de vocês, obrigada por estarem sempre presentes mesmo a quilómetros de distância. Essa conquista também é de vocês.

Ao meu namorado, João Palumbo, por estar sempre comigo em todos os momentos. Obrigada por sempre acreditar em mim, mesmo quando muitas vezes nem eu mesma acreditei.

Aos amigos e família do Brasil, que mesmo de longe estão sempre presentes dando o apoio que preciso. Em especial aos meus avós, Édina, Roberto e Edith, e as minhas amigas de longa data Anna Luiza Peixoto e Luiza Chaves.

RESUMO

A construção é uma das indústrias que se encontra a nível inferior do índice de digitalização. E para mudar esse quadro, o processo exige mudanças como a ampliação e implementação de novas ferramentas tecnológicas com o objetivo de melhorar o desempenho, a eficiência e a produtividade perante o mercado de trabalho em que a construção se insere. E quando se diz respeito especificamente ao controlo da qualidade, os métodos aplicados, além de muitas vezes não terem acesso e suporte de tecnologias, ainda enfrentam a problemática do envolvimento de diversos fatores que atuam sobre cada obra como por exemplo os processos construtivos e as condições climáticas.

Nesse sentido, este trabalho pretende explorar a transição dos métodos usuais utilizados no controlo da qualidade em obra para o processo de digitalização face a melhoria operacional. E como ponto chave dessa transformação, são explicitadas tecnologias que auxiliam e que já estão a ser implementadas no mercado, nomeadamente sistemas ciber-físicos, identificação por radiofrequência, sensoriamento de imagem, monitorização visual e virtual, além das aplicações móveis.

Consoante o principal objetivo do estudo de verificar a melhor aplicação móvel para utilizar em obra e promover a integração dos agentes envolvidos, foram examinados três possíveis *software* com capacidade de atingir os requisitos da empresa, nomeadamente o BuilderTrend, CoConstruct e Procore. Uma análise comparativa foi realizada de acordo com as suas funcionalidades, pontos fortes e fracos e valores de aquisição.

Apesar das três plataformas serem capazes de atender à digitalização da gestão de projeto, apenas o Procore foi testado no estudo de caso. Foi avaliada a sua capacidade de proporcionar a realização do método da empresa durante o controlo da qualidade, como por exemplo os boletins de aprovação de materiais e equipamentos, registos de ensaios, inspeções de execução, atas de reunião, diários de obra e relatórios semanais. Quando implementado em obra, o Procore trouxe satisfação quanto à sua aplicação, de forma que atendeu aos métodos correntes utilizados pela empresa.

Dessa forma, como conclusão do estudo, ele atendeu à demanda dos trabalhos e atividades a desenvolver em estaleiro, uma vez que facilita na troca de informação entre intervenientes, faz a ligação entre campo e escritório e fornece um sistema integrado para armazenamento dos dados em um só lugar. No entanto, o estudo sugere ainda uma investigação mais aprofundada dos outros dois *software* para analisar a capacidade de eles atenderem às necessidades assim como o Procore atingiu.

PALAVRAS-CHAVE: Controlo de qualidade, Informação, *Software*, Procore, Integração

ABSTRACT

Construction is one of the industries that ranks low on the index. And to change this picture, the process requires changes such as the expansion and implementation of new technological tools with the aim of improving performance, efficiency and productivity facing the labor market in which construction is inserted. And when it comes specifically to quality control, the methods applied, besides often lacking access and support technologies, still face the problem of the involvement of several factors that act on each work, such as construction processes and weather conditions.

In this sense, this work intends to explore the transition from the usual methods used in quality control on site to the digitization process in view of operational improvement. And as a key point of this transformation, technologies that help and are already being implemented in the market are explained, namely cyber-physical systems, radio frequency identification, image sensing, visual and virtual monitoring, and mobile applications.

According to the main objective of the study to verify the best mobile application to use on site and to promote the integration of the agents involved, three possible software applications with the ability to meet the company's requirements were examined, namely BuilderTrend, CoConstruct and Procore. A comparative analysis was performed according to their functionalities, strengths and weaknesses, and acquisition values.

Although all three platforms are able to cater the digitization of project management, only Procore was tested in the case study. Its ability to provide the realization of the company's method during quality control, such as material and equipment approval, test reports, execution inspections, meeting minutes, job logs, and weekly reports, was evaluated. When implemented on site, Procore brought satisfaction regarding its application, so that it met the current methods used by the company.

The conclusion of the study was that Procore met the demand of the works and activities to be developed on site, since it facilitates the exchange of information between agents, makes the connection between field and office, and provides an integrated system for storing data in one place. However, the study also suggests further investigation of the other two software to analyze their ability to meet the needs as well as Procore has achieved.

KEY WORDS: Quality Control, Information, Software, Procore, Integration

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. MOTIVAÇÃO.....	1
1.3. ÂMBITO E OBJETIVOS.....	2
1.4. METODOLOGIA	2
1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
 2. ESTADO DA ARTE	 5
2.1. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO	5
2.1.1. VISÃO GERAL DA GESTÃO DA QUALIDADE.....	5
2.1.2. FISCALIZAÇÃO	7
2.1.3. SISTEMA TRADICIONAL	8
2.1.4. ATIVIDADES PARA CONTROLO EM OBRA.....	9
2.1.4.1. Documentos e Registos associados	10
2.2. PROCESSO DE DIGITALIZAÇÃO.....	10
2.2.1. CONCEITO	10
2.2.2. DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO	11
2.2.3. CONSTRUÇÃO 4.0.....	12
2.2.3.1. Qualidade 4.0	14
2.2.4. MONITORIZAÇÃO DIGITALIZADA	15
2.3. TECNOLOGIAS	16
2.3.1. SISTEMAS CIBER-FÍSICOS	16
2.3.2. RFID	18
2.3.3. SENSORIAMENTO DE IMAGEM	19
2.3.3.1. Aplicações	20
2.3.3.2. Dispositivos móveis de <i>laser scanning</i> (MLS).....	20
2.3.3.3. Dispositivos aéreos de <i>laser scanning</i> (ALS).....	21
2.3.4. MONITORIZAÇÃO VISUAL E VIRTUAL.....	22

2.3.4.1.	Aplicabilidade	23
2.3.4.2.	Técnicas de visão por computador	24
2.3.4.3.	Monitorização do progresso com base na ocupação.....	24
2.3.4.4.	Monitorização do progresso com base na aparência	27
2.3.5.	DISPOSITIVOS MÓVEIS.....	28
2.3.5.1.	Tablets e smartphones	28
2.3.5.2.	Aplicação móvel	29
2.3.5.3.	Aplicação de dispositivos móveis em obra.....	29
2.3.5.4.	Aplicativos de gestão da qualidade.....	30

3. APRESENTAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS SOFTWARE..... 31

3.1.	INTRODUÇÃO	31
3.2.	ENQUADRAMENTO NA EMPRESA	31
3.3.	IDENTIFICAÇÃO DOS DESAFIOS	32
3.4.	REQUISITOS DA EMPRESA	32
3.5.	APRESENTAÇÃO DOS SOFTWARE.....	33
3.5.1.	BUILDERTREND	33
3.5.2.	PROCORE.....	37
3.5.2.1.	Facilidade de uso	37
3.5.2.2.	Funcionalidade	39
3.5.3.	CoCONSTRUCT	39
3.6.	COMPARAÇÃO ENTRE SOFTWARE.....	43
3.6.1.	VANTAGENS E DESVANTAGENS	44
3.6.1.1.	BuilderTrend	44
3.6.1.2.	Procore	44
3.6.1.3.	CoConstruct.....	44
3.6.2.	FERRAMENTAS	46
3.6.3.	PREÇOS	49
3.7.	COMPARAÇÃO ENTRE AS ATIVIDADES DE CONTROLO UTILIZADAS PELA EMPRESA E O CONTROLO VIA SOFTWARE.....	50
3.8.	AValiação FINAL.....	51

4. IMPLEMENTAÇÃO DO PROCORE EM OBRA..... 53

4.1. INTRODUÇÃO	53
4.2. ÂMBITO E OBJETIVO.....	53
4.3. ENQUADRAMENTO	53
4.4. METODOLOGIA	53
4.5. APRESENTAÇÃO DA OBRA.....	54
4.6. MÉTODOS DE CONTROLO PRATICADOS PELA EMPRESA.....	56
4.6.1. CONTROLO DA QUALIDADE E CONFORMIDADE	56
4.6.1.1. Aprovação de materiais e equipamentos	56
4.6.1.2. Validação e registo de ensaios	57
4.6.1.3. Inspeção e ensaio	57
4.6.1.4. Registo de não conformidades e ações corretivas	57
4.6.1.5. Pedido de esclarecimento	58
4.6.2. CONTROLO ADMINISTRATIVO	58
4.6.2.1. Relatório de visita	58
4.6.2.2. Atas de reunião	59
4.6.2.3. Relatório semanal.....	59
4.7. RECOLHA DE DADOS	60
4.7.1. CRIAÇÃO DO PROJETO	60
4.7.2. INTRODUÇÃO DE DADOS	61
4.8. APLICAÇÃO AO SOFTWARE.....	62
4.8.1. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	62
4.8.2. ENSAIOS	66
4.8.3. INSPEÇÃO DA EXECUÇÃO.....	66
4.8.4. PEDIDOS DE ESCLARECIMENTO.....	70
4.8.5. VISITA À OBRA	72
4.8.6. TRATAMENTO DAS NÃO CONFORMIDADES.....	75
4.8.7. REUNIÃO DE OBRA	79
4.8.8. RELATÓRIO SEMANAL.....	80
5. CONCLUSÕES	85
5.1. ANÁLISE CRÍTICA E REVISÃO DOS OBJETIVOS	85
5.2. LIMITAÇÕES	85
5.3. SÍNTESE.....	86
5.4. PROPOSTAS FUTURAS.....	86

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 87

ANEXOS – Documentos do Procore 90

Anexo <i>i</i> – BAME	91
Anexo <i>ii</i> – Relatório diário	92
Anexo <i>iii</i> – Tarefa pendente	96
Anexo <i>iv</i> – Relatório semanal sobre trabalhos diários	97
Anexo <i>v</i> – Relatório semanal dos BAMEs	107
Anexo <i>vi</i> – Relatório semanal dos pedidos de esclarecimento	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Organização de um empreendimento em construção (Rodrigues, 2021)	7
Fig. 2.2 – Esquema de modelo para controlo em tempo real em circuito fechado (Duarte-Vidal et al., 2021)	8
Fig. 2.3 – Documentos associados a cada atividade do controlo de qualidade em obra.....	10
Fig. 2.4 – As quatro Revoluções Industriais (Reis, 2021).....	11
Fig. 2.5 – O ambiente da Construção 4.0 (Craveiro et al., 2019).....	13
Fig. 2.6 – Ambiente integrado de construção (Duarte-Vidal et al., 2021).....	16
Fig. 2.7 – Funcionamento das pontes no sistema ciber-físico (Akanmu & Anumba, 2020)	17
Fig. 2.8 – Coordenação bidirecional do sistema ciber-físico (Akanmu & Anumba, 2020).....	17
Fig. 2.9 – Etiqueta RFID (Sawhney et al., 2020a).....	19
Fig. 2.10 – Leitura de etiqueta RFID em material de construção (Sawhney et al., 2020)	19
Fig. 2.11 – Componentes de um robô móvel utilizado em obra (Mantha et al., 2020).....	20
Fig. 2.12 – Veículo autónomo (Sawhney et al., 2020)	21
Fig. 2.13 – Exemplos de UAS (Gheisari et al., 2020)	21
Fig. 2.14 – Exemplo de utilização de veículo aéreo não tripulado em local inacessível (Gheisari et al., 2020)	22
Fig. 2.15 – Exemplos de captação de dados visuais em obra e sua frequência (Shelden et al., 2020).....	23
Fig. 2.16 – O progresso é mostrado nos modelos as-built e 4D BIM com o estatuto de código de cores sobreposto (esquerda), modelo as-built digitalizado a laser (meio) e 4D BIM modelo (direita) (Sawhney et al., 2020).....	24
Fig. 2.17 – Uma visão geral das aplicações de construção para detetar, seguir e reconhecer a localização e as atividades do equipamento de construção e dos trabalhadores (J. Yang et al., 2015).....	25
Fig. 2.18 – Detecção e classificação dos trabalhadores em obra: trabalhadores que usam coletes de segurança (vermelho) e não usam coletes de segurança (verde) (J. Yang et al., 2015).....	25
Fig. 2.19 – Localização estável de uma carregadora de rodas integrando rastreio e deteção: (a-c) rastreio suave sob mudanças de ponto de vista e (d-f) manipulação de oclusão (J. Yang et al., 2015).....	25
Fig. 2.20 – Visão geral da análise da atividade utilizando dados de localização (J. Yang et al., 2015).....	26
Fig. 2.21 – Visão geral da monitorização do progresso e garantia de qualidade/controlo de qualidade utilizando imagens estáticas (J. Yang et al., 2015).....	26
Fig. 2.22 – Sobreposição de BIM 4D em imagens de lapso de tempo e desvios de progresso de codificação de cores com base na metáfora das cores dos semáforos (J. Yang et al., 2015)	27
Fig. 2.23 – Exemplo de classificação de material e análise do elemento já construído (Sawhney et al., 2020)	27

Fig. 2.24 – Etiquetando um modelo de nuvem de pontos com informações de material de construção (Dimitrov & Golparvar-Fard, 2014)	28
Fig. 2.25 – Biblioteca de materiais de construção para fazer a análise (Dimitrov & Golparvar-Fard, 2014)	28
Fig. 2.26 – Rácio de equipamentos digitais utilizados na construção (Reis, 2021).....	29
Fig. 3.1 – Organização das atividades da empresa	32
Fig. 3.2 – Logotipo da BuilderTrend. Fonte: Google.com	33
Fig. 3.3 – Menu da categoria <i>Sales</i> e suas ferramentas. Fonte: Buildertrend.com.....	33
Fig. 3.4 – Ferramentas de gestão de projetos. Fonte: Buildertrend.com.....	34
Fig. 3.5 – Exemplo do <i>Daily Log</i> . Fonte: Buildertrend.com.....	34
Fig. 3.6 – Interface de criação de tarefa na ferramenta <i>To Do's</i> . Fonte: Buildertrend.com	35
Fig. 3.7 – Menu das ferramentas de finanças. Fonte: Buildertrend.com	35
Fig. 3.8 – Custo mensal dos planos BuilderTrend. Fonte: Buildertrend.com	37
Fig. 3.9 – Organização do <i>software</i> Procore. Fonte: Procore.com.....	37
Fig. 3.10 – Monitorização das pastas do projeto. Fonte: Procore.com.....	39
Fig. 3.11 – Logotipo da CoConstruct. Fonte: Coconstruct.com	40
Fig. 3.12 – Exemplo da página inicial de um projeto da CoConstruct. Fonte: Coconstruct.com.....	40
Fig. 3.13 – Atividades do CoConstruct. Fonte: Coconstruct.com	40
Fig. 3.14 – Criação de um projeto. Fonte: Coconstruct.com	41
Fig. 3.15 – Menu de ferramentas acedido pela app CoConstruct em um dispositivo móvel. Fonte: Coconstruct.com.....	41
Fig. 3.16 – Tarefas de um projeto pela ferramenta <i>Selections</i> com detalhes financeiros, informações específicas e comentários. Fonte: Coconstruct.com	42
Fig. 3.17 – Ferramentas do plano <i>Standard</i> . Fonte: Coconstruct.com	43
Fig. 3.18 – Preços mensais (superior) e anuais (inferior) dos planos do CoConstruct. Fonte: CoConstruct.com. Fonte: Coconstruct.com	43
Fig. 3.19 – Exemplo de modelo para <i>upload</i> de desenhos no Procore. Fonte: Procore.com	47
Fig. 3.20 – Exemplo de uma inspeção a realizar no campo por meio de um dispositivo móvel. Fonte: Procore	48
Fig. 4.1 – Fotografia da fachada do edifício principal durante a ocorrência da obra.....	54
Fig. 4.2 – Corte do prédio principal	54
Fig. 4.3 – Alçado frontal do prédio principal.....	55
Fig. 4.4 – Corte do edifício anexo e parte do edifício principal	55
Fig. 4.5 – Plantas do piso térreo e piso 1 (da esquerda para a direita).....	56
Fig. 4.6 – Interface da criação de um projeto no Procore. Fonte: Procore.com	60

Fig. 4.7 – Edição das ferramentas disponíveis no projeto. Fonte: Procore.com	60
Fig. 4.8 – Listagem dos desenhos conforme área de atuação	61
Fig. 4.9 – Interface para adicionar um interveniente ao projeto. Fonte: Procore.com.....	62
Fig. 4.10 – Interface para criação de uma submissão de material. Fonte: Procore.com	63
Fig. 4.11 – Criação do boletim de aprovação de material/equipamento no Procore.....	64
Fig. 4.12 – Exemplo de BAME enviado para análise.....	65
Fig. 4.13 – Imagem do documento emitido	65
Fig. 4.14 – Organização dos ficheiros de ensaios na ferramenta <i>Documents</i>	66
Fig. 4.15 – Interface para criação do <i>template</i> de inspeção. Fonte: Procore.com	67
Fig. 4.16 – Alteração de tipo de resposta para um item específico. Fonte: Procore.com	67
Fig. 4.17 – Criação de uma inspeção ao projeto a partir de um <i>template</i> existente. Fonte: Procore.com	69
Fig. 4.18 – Performance às perguntas da inspeção. Fonte: Procore.com	69
Fig. 4.19 – <i>Link</i> à uma observação existente. Fonte: Procore.com.....	70
Fig. 4.20 – Exemplo de RFI.....	71
Fig. 4.21 – Exemplo de como marcar o <i>link</i> de um RFI no desenho. Fonte: Procore.com	72
Fig. 4.22 – Campos ativos no <i>Daily Log</i>	73
Fig. 4.23 – Visualização do calendário	73
Fig. 4.24 – Imagem do relatório	74
Fig. 4.25 – Interface para criação de um <i>template</i> de observação. Fonte: Procore.com	75
Fig. 4.26 – Superfície de betão danificada junto à estrutura metálica	75
Fig. 4.27 – Exemplo de criação da observação a nível do projeto. Fonte: Procore.com	76
Fig. 4.28 – Criação de um pino no desenho. Fonte: Procore.com	76
Fig. 4.29 – Criação pela ferramenta <i>Punch List</i> . Fonte: Procore.com	77
Fig. 4.30 – Exemplo de uma tarefa em não conformidade	77
Fig. 4.31 – Marcação da tarefa no desenho	78
Fig. 4.32 – Pino criado para a tarefa pendente.....	78
Fig. 4.33 – Interface para criação de reunião	79
Fig. 4.34 – Reunião agendada	80
Fig. 4.35 – Interface com exemplos de modelos de relatórios propostos pelo <i>software</i> . Fonte: Procore.com	81
Fig. 4.36 – Relatório semanal de 13 a 17 de junho sobre os trabalhos executados em anexação de fotos	82
Fig. 4.37 – Relatório dos BAMEs criados na semana de 11 a 14 de julho.....	82

Fig. 4.38 – Relatório dos RFIs criados na semana de 4 a 8 de julho	83
Fig. 4.39 – Configuração dos relatórios. Fonte: Procore.com	83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Práticas da gestão da qualidade (adaptado de (Carvalho et al., 2021))	6
Tabela 2.2 – Práticas de gestão da qualidade e relação com a Indústria 4.0 (adaptado de (Carvalho et al., 2021))	14
Tabela 3.1 – Diferença entre os planos disponíveis no BuilderTrend. Fonte: Buildertrend.com.....	36
Quadro 3.1 – Quadro de planos e preços (GetApp, 2022)	38
Tabela 3.2 – Comparação entre ferramentas	46
Tabela 3.3 – Comparação de valores	49
Tabela 3.4 – Análise da possibilidade de utilização dos <i>software</i> para as atividades da empresa	50
Tabela 4.1 – Modelo de inspeção para sistema ETICS.....	67

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil

AVAC – Aquecimento, ventilação e ar condicionado

BAME – Boletim de aprovação de materiais e equipamentos

C4.0 – Construção 4.0

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Fig - Figura

FMEA – Modo de falha e análise de efeitos

I4.0 – Indústria 4.0

IA – Inteligência Artificial

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MTQ – Mapa de Trabalhos e Quantidade

OCR – Reconhecimento ótico de caracteres

PQO – Plano de qualidade de obras

Q4.0 – Qualidade 4.0

QFD – Implementação da função de qualidade

ROI – Retorno de investimento

TQM – Gestão da qualidade total

GLOSSÁRIO DE TERMOS EM INGLÊS

ALS (Airbone Laser Scanning) – Dispositivos aéreos de laser scanning

App Marketplace – Loja online com aplicativos de terceiros que se integram à plataforma Procore

Ball in Court – Termo utilizado no Procore para indicar quem é o responsável no momento por responder a questão

Benchmarking – Análise estratégica das melhores práticas usadas por empresas do mesmo setor

Big Data – Conjuntos de dados armazenados remotamente

BIM (Building Information Modeling) – Metodologia de partilha de informação de modelo virtual com informações técnicas da edificação

Blockchain – Banco de dados armazenado em formato digital

CAD (Computer Aided Design) – Sistema computacional para projeção de desenhos 2D

Cloud – Tecnologia de processamento e armazenamento de dados por meio da internet

CRM (Customer Relationship Management) – Gestão de relacionamento com o cliente

Daily Log – Ferramenta sobre diários de obra

Directory – Ferramenta do Procore que armazena dados de contacto dos membros da equipa do projeto e define as permissões de controlo da plataforma para os mesmos

Documents – Ferramenta que armazena documentos

Drawings – Ferramenta para armazenamento dos desenhos de projeto

ETICS (External Thermal Insulation Composite System) – Sistema de isolamento térmico pelo exterior

Incidents – Ferramenta para relatar acidentes em obra

Internal documents – Documentos internos da empresa armazenados na ferramenta Documents

IoT (Internet of Things) – Rede de dispositivos conectados para transferir dados sem a necessidade de interferência humana

Laser scanning – Tecnologia para criação de representação 3D conhecida como “nuvem de pontos”

Leads – Contactos de possíveis compradores/consumidores

Lean Six-Sigma – Conjunto de ferramentas que garantem uma transformação a longo prazo

ML (Machine Learning) – Análise de dados para automatizar a construção de modelos analíticos

MLS (Mobile Laser Scanning) – Dispositivos móveis de laser scanning

Models – Ferramenta para armazenamento do modelo 3D do projeto

Navisworks – Software de compatibilidade de projeto BIM desenvolvido

Observations – Ferramenta para fazer observações sobre uma tarefa

Procore Imports – software de desktop gratuito para importação de grande conjunto de dados para o Procore

Punch List – Ferramenta que define uma tarefa como pendente

QM (Quality Management) – Supervisão de tarefas que devem ser realizadas para manter o nível de excelência desejada

QuickBooks – Aplicação móvel de contabilidade

RFI (Request for Information) – Ferramenta utilizada para pedidos de esclarecimento

RFID (Radio Frequency Identification) – Identificação por radiofrequência

Sales – Ferramenta presente no BuilderTrend sobre recursos de venda

Selections – Ferramenta presente no CoConstruct para relatar informações financeiras, específicas e comentários sobre as tarefas a desenvolver em projeto

Specifications – Ferramenta para armazenamento de documentos específicos

Submittals – Ferramenta utilizada para submissão de materiais e outros documentos

Text parsing – Tarefa de programação que analisa um documento em componentes menores

To Do – Ferramenta presente no BuilderTrend para realização de listas de tarefas a fazer

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) – Veículos aéreos não tripulados

WBS (Work Breakdown Structure) – Técnica de divisão do trabalho em tarefas menores

Xero – Aplicação móvel de contabilidade

1

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A tendência tecnológica atual nas indústrias vem a ocorrer de modo crescente e perseverante, e o impacto da digitalização é a sua forma mais significativa nesse processo. Por meio das tecnologias de *software* é possível aumentar a logística, desempenho e a autonomia dos sistemas de apoio à decisão. Entretanto, os setores industriais marcam ritmos diferentes no que diz respeito à digitalização e à penetração das tecnologias da informação nas fases de aprendizagem e utilização (Leviäkangas et al., 2017).

Segundo os dados do Eurostat (Friedrich et al., 2011), tanto no quadro geral da Europa quanto nos EUA, a indústria da construção está na parte inferior do índice de digitalização das indústrias lutando pela automatização em um ambiente altamente fragmentado. No entanto, o processo de digitalização na construção já apresenta iniciativas, sendo algumas delas já implementadas no mercado de trabalho, como o CAD (*Computer Aided Design*) e o BIM (*Building Information Modeling*).

As empresas inseridas no setor da construção apresentam papel fundamental no que diz respeito ao acompanhamento das tendências tecnológicas no mercado. Esse processo exige mudanças na ampliação e implementação de novas tecnologias com a finalidade de aprimorar o desempenho, eficiência e produtividade perante o mercado de trabalho, uma vez que a indústria da construção oscila consoante o mercado económico em que se insere.

1.2 MOTIVAÇÃO

Uma das questões críticas enfrentadas pela indústria da construção é estar constantemente frente à desafios de garantir níveis aceitáveis de eficiência e produtividade. É por esta razão que os investimentos à nível financeiro e tecnológico na área de técnicas de garantia e controle de qualidade vem a aumentar devido as necessidades. A inspeção de serviços é uma atividade fundamental no processo de controle de qualidade e executada por profissionais especializados para registar a qualidade dos serviços.

A Buildgest experiencia atualmente as mudanças na indústria da construção e procura integrar-se da melhor forma à novas tendências tecnológicas. Dessa forma, a empresa iniciou um programa voltado à realização de dissertações de Mestrado, em parceria com a instituição de ensino FEUP,

permitindo aos jovens estudantes um contacto com o mercado de trabalho e a implementação prática de conhecimentos teóricos adquiridos em ambiente académico. Paralelamente, permite reforçar o conhecimento interno da empresa através dos trabalhos realizados.

O interesse na investigação deste trabalho ocorreu de forma mútua à autora e a empresa. Procurar por meio de uma plataforma online uma forma de aplicar a digitalização do processo de controlo de qualidade na construção, e consequentemente aumentar a eficiência no serviço de fiscalização de obras.

1.3 ÂMBITO E OBJETIVOS

A presente dissertação desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, com especialização em construções, baseia-se no desenvolvimento de um estágio realizado na empresa Buildgest no acompanhamento de uma obra de construção civil, nomeadamente, um hotel.

O objetivo principal consiste em realizar uma comparação dos métodos relacionados ao controlo de qualidade da obra utilizados na empresa aplicados a um *software* informático. O propósito de registar os procedimentos operacionais executados em obra no ambiente online é permitir que a informação seja acessível a todos os intervenientes envolvidos e na possibilidade de arquivar e analisar todo o processo quando necessário de forma rápida e eficiente.

Deste modo, é possível que o contratante consiga acompanhar e analisar de forma simultânea o trabalho e as atividades da empresa de fiscalização no empreendimento. Além disso, o vínculo entre as informações e a plataforma digital permite que os especialistas de cada área funcional estejam envolvidos no projeto e os acontecimentos em obra, permitindo atuar de forma preventiva a evitar não conformidades quando necessário.

1.4 METODOLOGIA

O trabalho inicia-se através do estudo de bibliografias relacionadas com a temática retratada, a partir de pesquisas em dissertações de mestrado com o tema da digitalização do controlo da qualidade, assim como a investigação em revistas e artigos científicos sobre a aplicação de tecnologias na indústria da construção. A fase consecutiva destina-se, a partir das tecnologias abordadas, à escolha de diferentes *software* para adoção em obra e a recolha de informações sobre eles. E com esses dados é realizada uma análise comparativa.

Em uma terceira fase é praticada uma integração entre o método atual da empresa no controlo da qualidade em obra com o apoio da plataforma tecnológica escolhida. Nesse sentido, é realizada uma abordagem sobre as funcionalidades do *software* ao introduz todas as informações e dados, de forma a exemplificar uma atividade mais operacional ao método já utilizado.

E em uma quarta fase surgem as conclusões perante o caso aplicado e a avaliação do *software* consoante a sua capacidade de satisfazer as necessidades de controlo praticado pela empresa.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O texto da presente dissertação encontra-se organizado em 6 capítulos, dos quais se apresenta de seguida uma breve descrição:

- O Capítulo 1, “Introdução”, encontra-se dividido em quatro subcapítulos no qual se descreve o enquadramento e a motivação que levaram a elaboração da dissertação;
- O Capítulo 2, “Estado da Arte”, faz referência ao tema principal desta dissertação, no qual realiza uma revisão teórica sobre os conceitos analisados;
- O Capítulo 3, “Apresentação e Comparação dos *Software*”, faz uma análise comparativa entre as três aplicações estudadas para resolução dos objetivos do trabalho;
- O Capítulo 4, “Implementação do Procore em obra”, descreve a metodologia aplicada, o método de trabalho da empresa, processos realizados na aplicação e resultados obtidos;
- O Capítulo 5, “Conclusões”, retrará uma análise crítica sobre o caso aplicado, juntamente com as limitações e sumário do estudo, bem como perspectivas para estudos futuros.

2

ESTADO DA ARTE

2.1 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO

2.1.1 VISÃO GERAL DA GESTÃO DA QUALIDADE

A qualidade dos produtos é um dos principais componentes da competitividade. Desde os tempos antigos até aos nossos dias, a qualidade em sentido lato, incluindo a qualidade de vida, a qualidade dos produtos e serviços, a qualidade da gestão, e outros aspetos, tem desempenhado um papel essencial na vida humana. Com o desenvolvimento da tecnologia e das relações sociais, o conceito de qualidade também mudou. A divisão do trabalho e o aparecimento de máquinas e mecanismos levou à necessidade de controlo de qualidade. A crescente complexidade dos processos de produção e da produção industrial em massa exigiu novas abordagens. Juntamente com o controlo, a garantia de qualidade e a gestão da qualidade apareceram. A vantagem fundamental da gestão da qualidade sobre o controlo é a capacidade de prever a qualidade e de prevenir inconsistências (defeitos), enquanto o controlo da qualidade apenas permite detetar e eliminar defeitos. Para uma gestão eficaz da qualidade no século XX, foram desenvolvidos ferramentas e métodos de controlo e, mais tarde, de gestão da qualidade (Vasiliev et al., 2020).

A gestão da qualidade, conhecida como *quality management* (QM), é então uma abordagem para alcançar e sustentar resultados de alta qualidade. É vista como um elemento de uma abordagem integrada apoiada por *just in time* (JIT), gestão de recursos humanos, apoio à gestão de topo, gestão tecnológica, e gestão estratégica. O controlo e gestão das características críticas do produto e serviços é uma tarefa fundamental do sistema de medição da qualidade. A QM melhora a satisfação do cliente e, ao mesmo tempo, reduz os custos de não qualidade, isto deve-se aos impactos de alta qualidade e outras vantagens competitivas, tais como custo, entrega, tempo de ciclo, flexibilidade e sustentabilidade (Carvalho et al., 2021).

Os requisitos específicos do sistema de gestão da qualidade estão descritos na norma internacional ISO 9001 (Carvalho et al., 2021). Além disso, diferentes ferramentas e abordagens tais como a gestão da qualidade total (TQM), *Lean Six-Sigma*, modo de falha e análise de efeitos (FMEA), implementação da função de qualidade (QFD) e *Benchmarking* têm sido implementadas por muitas organizações para melhorar o desempenho da qualidade (Yamada et al., 2013). Além disso, para uma implementação bem-sucedida da gestão da qualidade, várias práticas devem ser conduzidas nas indústrias, tais como gestão de processos, foco no cliente, envolvimento na qualidade do fornecimento, e atividade de pequenos grupos.

Além disso, a abordagem do processo sugere prestar atenção, antes de mais, à interação dos elementos do sistema. A determinação de entradas e saídas, organizada de modo que cada saída

seja uma entrada necessária para o processo seguinte, é necessária. Como resultado, a última saída satisfaz os pedidos e requisitos do utilizador final. Ao mesmo tempo, o cliente está satisfeito, a eficiência necessária é atingida e o nível de eficiência é aumentado. A limitação recomendada do número de processos principais está associada à dificuldade de gestão no caso de um grande número deles. A propósito, esta limitação pode ser removida como parte da transformação digital. Um processo cobre frequentemente vários departamentos e surge o problema de estabelecer responsabilidades por ele. Uma característica adicional da implementação da abordagem do processo nos sistemas de gestão de qualidade, é a utilização frequente do modelo "tal como está" (estado atual) na fase inicial. Isto torna possível simplificar o problema do envolvimento e formação dos funcionários de uma empresa, mas tal prática pode, adicionalmente, consolidar uma estrutura ineficaz em algumas situações, e a transição para a estratégia "como deve ser" (estado planeado) tornar-se-á mais difícil. Outra desvantagem é a abordagem formal expressa à prioridade dos documentos, e o fator humano está em segundo lugar. Isto também é apoiado pela prática de realizar auditorias de QM destinadas a verificar documentos e registos (Vasiliev et al., 2020). A tabela 2.1 mostra as principais práticas de gestão da qualidade.

Tabela 2.1 – Práticas da gestão da qualidade (adaptado de (Carvalho et al., 2021))

Dimensões	Práticas de gestão da qualidade
Aspectos comportamentais	Compromisso de gestão
	Envolvimento do cliente
	Envolvimento do fornecedor
	Envolvimento dos funcionários
Aspectos técnicos	Técnicas de avaliação comparativa (<i>Benchmarking</i>)
	Gestão de processos
	Informação e análise
	Planeamento estratégico formal

O Compromisso de Gestão é considerado como sendo o comprometimento e envolvimento dos gestores para encorajar ativamente a mudança e implementar uma cultura de confiança e a mudança para "melhores práticas". Envolvimento do Cliente e do Fornecedor estão relacionados com a manutenção de uma relação direta com estes dois intervenientes através de práticas e ferramentas diferenciadas. O envolvimento dos funcionários está relacionado com a flexibilidade dos funcionários, multiquificações, formação, e capacidade dos funcionários para resolver problemas. Através das técnicas de *Benchmarking*, a empresa conhece a sua posição no mercado com base nos custos e processos operacionais. A Gestão de Processos compreende o controlo estatístico de processos. Atualmente, a conceção e produção de produtos multifuncionais são também uma abordagem importante para melhorar a qualidade. Informação e Análise estão relacionadas com a recolha e análise de novas informações sobre produtos e informações sobre a qualidade dos produtos e processos. Por último, o Planeamento Estratégico Formal refere-se aos objetivos de qualidade da empresa a curto e longo prazo e ao planeamento formal para os alcançar e à forma como são comunicados a todos os funcionários (Cho et al., 2017; Phan et al., 2011).

2.1.2 FISCALIZAÇÃO

A essência do serviço de fiscalização pode ser definida como sendo uma gestão sobre um conjunto de tarefas a executar de modo a otimizar o trabalho à uma evolução temporal e económica.

O conceito de fiscalização sempre esteve presente nos setores industriais. Seu surgimento teve início nos EUA com a Revolução Industrial. Anteriormente a este marco a comercialização de produtos e serviços eram simples, sem muita complexidade, e na maioria das vezes únicos. Com a industrialização houve um aumento da produtividade, por consequência da produção em série, a qual garantia uma maior agilidade na execução. Paralelamente, despertou-se a necessidade de controlar a qualidade das produções permitindo detetar suas não-conformidades.

Na indústria da construção a necessidade da fiscalização não poderia ser diferente. Nesse sentido, a fiscalização de obras define-se como sendo uma coleção de metodologias de otimização que surge na necessidade de controlar o processo de um empreendimento de modo a promover a qualidade especificada. A atuação da empresa de coordenação não está limitada apenas à fase de construção, fiscalizando as empreitadas da execução em obra, mas também sua iniciativa deve ser ampliada à fase terminal do projeto até a fase de garantias (Rodrigues, 2021).

A revisão e apreciação do projeto incide sobre a perspetiva técnico-económica, uma vez que está relacionado às escolhas e definições das soluções adotadas e também à quantificação do orçamento. Além disso, é avaliado os critérios de dimensionamento, métodos e cálculos aplicados, e as peças escritas e desenhadas (Faria, 2014). Já na fase pós construção a empresa presta serviço no período entre a receção provisória e definitiva, de modo a acompanhar o fecho de tarefas pendentes e suporte aos utentes na utilização do empreendimento (Rodrigues, 2021).

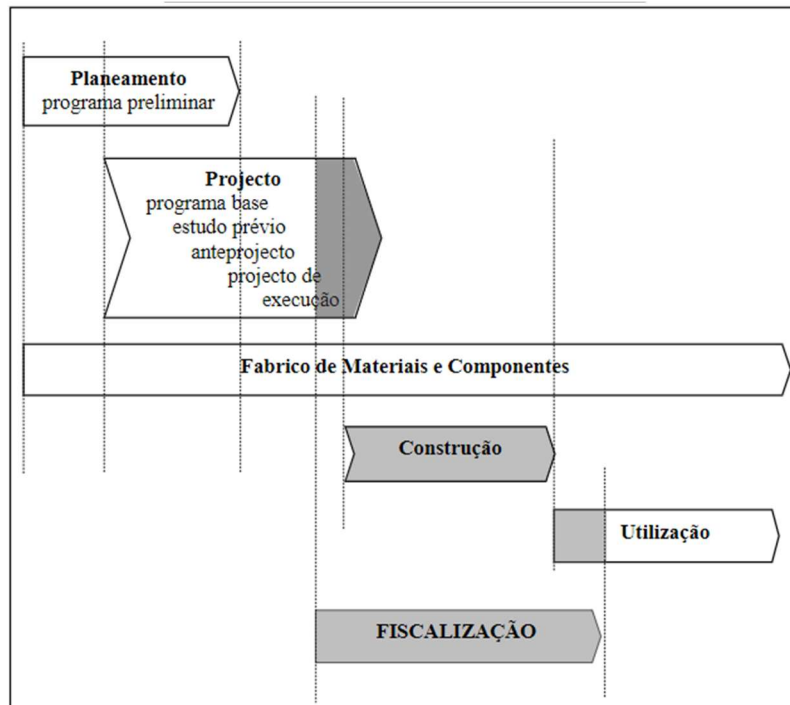


Fig. 2.1 – Organização de um empreendimento em construção (Rodrigues, 2021)

2.1.3 SISTEMA TRADICIONAL

As tarefas de controlo utilizando métodos tradicionais geram dificuldades na gestão da informação causadas por documentação manual imprecisa e pela recolha de dados desferidos, o que leva a atrasos na tomada de decisões. É comum que a falta de informação oportuna sobre o estado real faça com que os problemas permaneçam por resolver e impeça os intervenientes em obra de os resolver em um período oportuno. Uma compreensão incorreta da situação atual pode causar erros e ajustamentos inadequados por parte da equipa de gestão, o que pode resultar em mais atrasos e custos acrescidos (Duarte-Vidal et al., 2021).

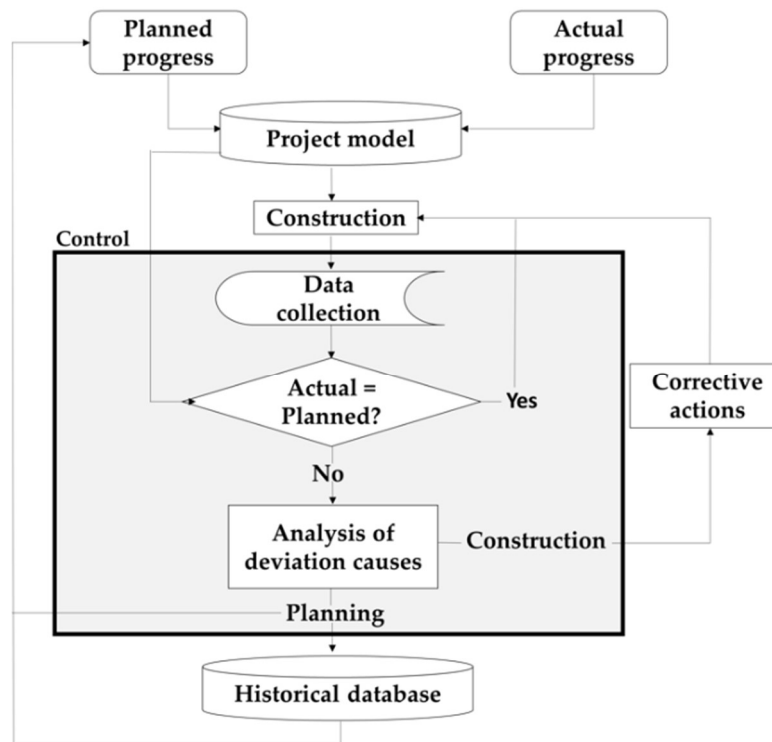


Fig. 2.2 - Esquema de modelo para controlo em tempo real em circuito fechado (Duarte-Vidal et al., 2021)

A figura 2.2 mostra um esquema de um modelo de controlo em tempo real em circuito fechado. Neste modelo, é necessário estabelecer um sistema de controlo que possa manter regularmente os gestores de projeto informados sobre os progressos realizados em cada atividade. Em caso de atraso ou deficiência em qualquer atividade, este sistema permite correções sensíveis ao tempo, seja aumentando o número de trabalhadores, alterando o equipamento ou corrigindo o programa de trabalho. Caso verifique-se, de forma oportuna, que houve um erro de planeamento, e se for possível, embora com modificações, manter o programa original, então será possível cumprir os prazos de entrega. Se estas correções não forem feitas a tempo, é difícil continuar com o calendário inicial do projeto, e terá de ser construído um novo plano, cuja aplicação significará certamente perturbações e maiores custos de projeto. Assim sendo, a finalidade do acompanhamento é assegurar o cumprimento dos objetivos e metas propostos pelo planeado da sua implementação, alertando quaisquer dificuldades e aliviando tarefas pendentes ou atrasadas, e permitindo a visualização de ações complementares através da realização dos ajustamentos necessários. Vale ressaltar que para o acompanhamento de um plano, é necessário estabelecer metodologicamente de que forma a informação sobre projetos e medidas de gestão será obtida

para compreender o progresso do plano e facilitar o seu controlo. Esta abordagem permite a comparação entre a linha de base do plano e a sua execução efetiva, identificando consequentemente a lacuna entre o que foi proposto e o que foi alcançado e definindo ações corretivas e preventivas que minimizem esta falha (Duarte-Vidal et al., 2021).

2.1.4 ATIVIDADES PARA CONTROLO EM OBRA

O conjunto de atividades de monitorização e controlo consiste nos processos necessários para monitorizar, analisar e regular o progresso e desempenho de um projeto, para identificar áreas onde o plano requer alterações e para fazer as modificações correspondentes. Neste sentido, devido ao dinamismo de um projeto, a manutenção do controlo diário pode ter um impacto considerável, proporcionando maior precisão em torno do cronograma e dos custos para cumprir com o âmbito definido no projeto. Para realizar o controlo do progresso, é fundamental ter um programa de trabalho para saber quando, com o quê e como os trabalhos serão executados. Durante a fase de construção, é relevante saber se a obra está a ser executada de acordo com o cronograma estabelecido. Uma avaliação precisa do progresso permite ao gestor do projeto fazer ajustamentos para minimizar os custos que levam a desvios do programa (Duarte-Vidal et al., 2021).

O controlo de qualidade e conformidade em obra é, sem dúvidas, uma das maiores preocupações das empresas de construção e isso é devido ao elevado custo que o retrabalho pode causar no orçamento final. Nesse sentido, a elaboração de um Plano de Qualidade de Obras (PQO) é importante para alcançar a melhor organização e qualidade possível de todos os agentes ao longo das etapas de produção. Idealmente, o PQO deve conter os seguintes aspetos (Pinto, 2018):

- Objetivo em termos de qualidade;
- Responsabilidades dos intervenientes no domínio da qualidade e das soluções para a integração e envolvimento em um sistema geral de qualidade;
- Requisitos a seguir por cada agente envolvido;
- Procedimentos a realizar no caso de não conformidades;
- Fluxogramas de ligação entre entidades, ações, interfaces e resultados;
- Designação dos Planos de Inspeção e Ensaios e dos respetivos Registos de Inspeção de Trabalhos.

Os pontos presentes no PQO são definidos entre entidade executante e dono de obra, juntamente com o representante da fiscalização. E a análise deles permite a realização de um melhor controlo da obra.

Na fase de execução, o controlo da qualidade é inserido nas diversas atividades desempenhadas pela fiscalização, como por exemplo o monitoramento dos materiais e equipamentos, as rotinas de inspeção dos trabalhos e reuniões de obra.

A aprovação dos materiais e equipamentos a utilizar em obra é evidenciada através de um boletim de aprovação que contém em anexo documentos comprovativos do cumprimento dos requisitos aplicáveis ao material e equipamento. Quando são realizados ensaios exteriores à obra, os resultados são arquivados para conhecimento interno.

O controlo de execução consiste na inspeção e ensaio dos trabalhos executados em obra, verificando se estão em conformidade ou não ao projeto e as peças escritas do mesmo. Além disso, as empresas também apresentam como serviço a realização de reuniões em obra para

abordar diversos assuntos relacionado com a construção e estes são registados na ata de reunião. Assim como as visitas à obra para acompanhamento das atividades.

2.1.4.1 Documentos e Registos associados

O registo das atividades desenvolvidas para o controlo de qualidade nas obras pode ser realizado em documentos no formato de relatórios e fichas com modelos já pré-definidos. A figura abaixo apresenta os documentos necessários de acordo com as atividades exercidas.

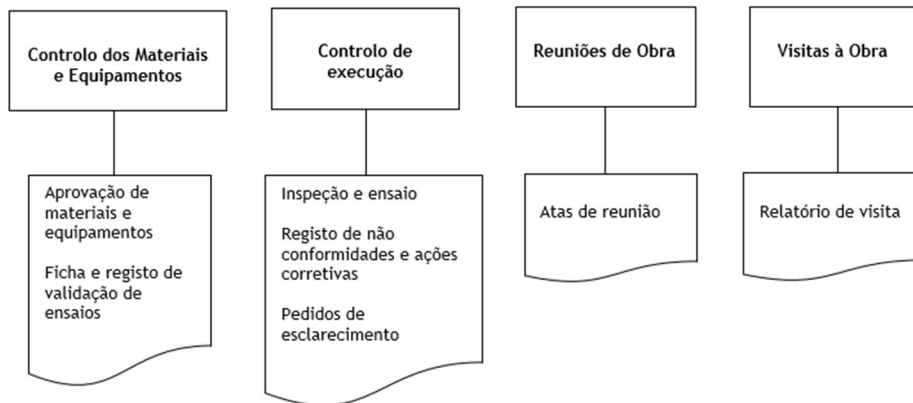


Fig. 2.3 – Documentos associados a cada atividade do controlo de qualidade em obra

2.2 PROCESSO DA DIGITALIZAÇÃO

2.2.1 CONCEITO

O processo da digitalização pode ser definido como sendo a adoção global de uma ampla variedade de tecnologias, serviços e produtos digitais em tempo real, os quais permitam que pessoas, empresas e entidades permaneçam conectados entre si, coletando, analisando e trocando grandes quantidades de informações sobre os mais diversos assuntos e atividades, além dos seus impactos econômicos e sociais (Friedrich et al., 2011). O movimento digital ocorre em escala global, de forma que as empresas adquirem diversos benefícios, como por exemplo maior percepção e alcance do cliente, maior eficiência e criação de novos modelos de negócios. No entanto, o sucesso da adoção das tecnologias não é uniformemente distribuído entre mercados e indústrias.

2.2.2 DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

A evolução da ciência e da tecnologia marca desde sempre o processo de industrialização no mundo. A Revolução Industrial marca esse grande período de transições e mudanças a nível do desenvolvimento tecnológico e dessa maneira são consideradas quatro fases industriais distintas que já ocorreram e ainda estão a acontecer em escala global (Reis, 2021).

A primeira revolução industrial, iniciada no século XVIII na Inglaterra e expandida para o continente europeu, ocorreu na época de início dos investimentos na produção industrial. Foi caracterizada pela substituição gradual dos métodos artesanais por ferramentas e maquinarias e pela exploração no uso do carvão como fonte de energia alternativa à madeira que era bastante usada na época. Essas mudanças nos processos produtivos geraram, como já expectável, impactos

significativos tanto a nível económico quanto social. A introdução da locomotiva a vapor como meio de transporte de cargas e pessoas marcou também este período pela introdução da mecanização da produção.

No decorrer das décadas e até o fim da segunda guerra mundial em 1945, as evoluções no mundo ocorreram mais nas áreas da indústria química, metalúrgica e eléctrica. Assim como surgiram as linhas de produção que vieram a permitir a produção em massa gerando baixos custos. Esta segunda revolução industrial foi marcada por essas importantes inovações que melhoraram o desempenho da indústria.

A terceira revolução pode ser caracterizada pela explosão de descobertas tecnológicas que ocorreram em meados do século XX totalmente inovadoras para a época. A automação e robotização de linhas de produção em setores manufatureiros, a Internet, o processamento e armazenamento de forma digital, as comunicações por meio de telemóveis e computadores mais potentes são exemplos dessas descobertas.

Já no início do século XXI deu-se início a uma metamorfose da indústria na sua generalidade a partir do estado de maturação e desenvolvimento da internet e das tecnologias. Essa quarta revolução baseada na digitalização gera impactos grandiosos a nível de produção, sociedade, competitividade e economia e que é difícil quantificar a potência máxima que essa revolução irá atingir. Esta é conhecido por Indústria 4.0 (I4.0).

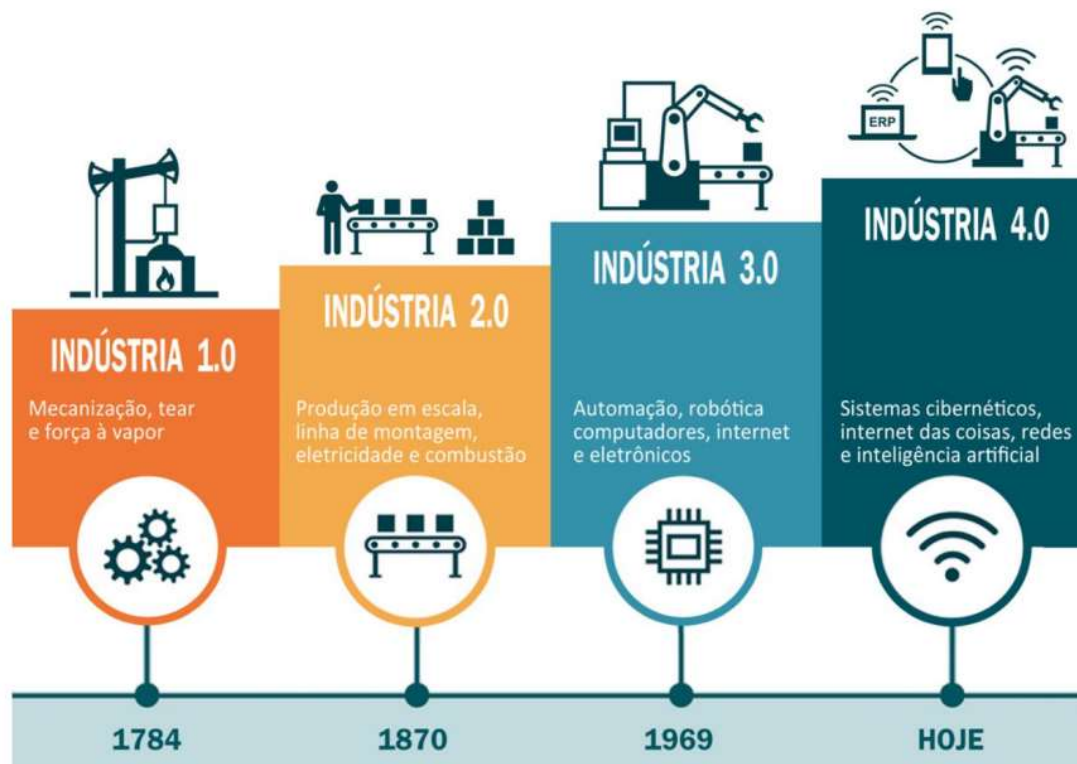


Fig. 2.4 – As quatro Revoluções Industriais (Reis, 2021)

2.2.3 CONSTRUÇÃO 4.0

A I4.0, considerada a quarta revolução industrial, veio para transformar as tomadas de decisão por meio do uso crescente de tecnologias de informação e digitalização. Enquanto a nível das indústrias de manufatura, finanças, transporte e serviços públicos, essa transformação está se expandindo rapidamente em termos de investimento, na indústria da construção essa introdução ocorre gradualmente.

Na última década o uso das tecnologias 4.0 no setor da construção aumentou de forma a permitir a digitalização, automação e integração dos processos de construção em todas as fases da cadeia. Na prática, o conceito da Construção 4.0 (C4.0) não corresponde apenas à utilização de tecnologias novas ou já existentes, implica também em uma transformação abrangente e profunda dos processos de gestão de projetos por parte das empresas através do uso e exploração de dados obtidos em tempo real usando tecnologias para fins de tomada de decisão (Perrier et al., 2020).

Dentre os mais diversos benefícios da C4.0, como a possibilidade de um ambiente inovador, melhoria da imagem da indústria, redução de custos de obra, economia de tempo, aumento da segurança no estaleiro e melhoria da comunicação, existe o aperfeiçoamento da qualidade. A integração horizontal e vertical resultante da adoção da estrutura da Construção 4.0 permite a monitorização e controlo dos processos de conceção e produção, melhorando assim a qualidade da construção (Sawhney et al., 2020).

No entanto, Sawhney et al. (2020) afirma que apesar das mais variadas vantagens da Construção 4.0, existem barreiras que dificultam sua implementação, sendo elas a resistência à mudança, proposta de valor pouco clara, elevado custo de implementação, baixo investimento em investigação e desenvolvimento, necessidade de melhora das competências, falta de normas, segurança e proteção de dados, incerteza jurídica e contratual.

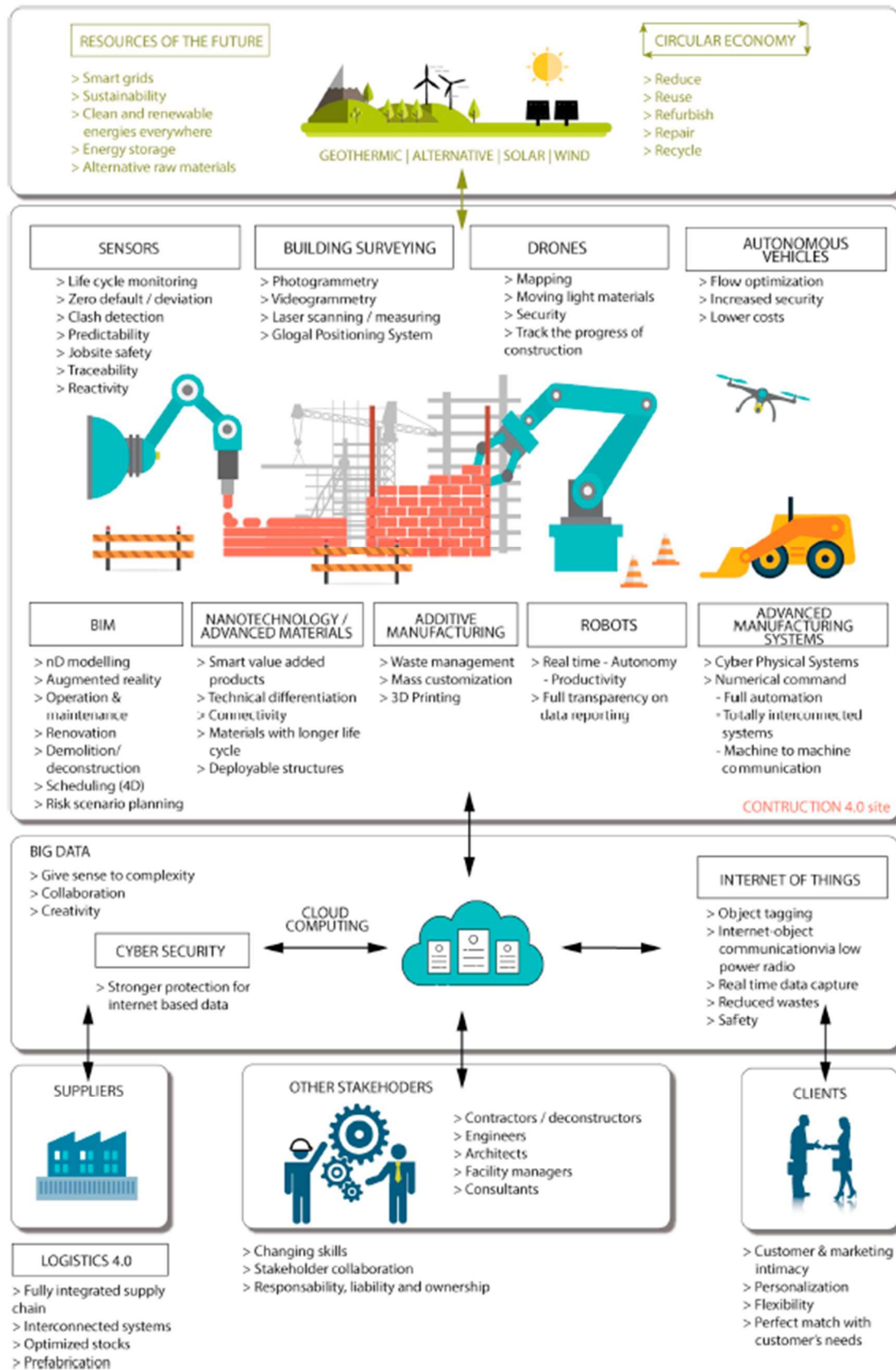


Fig. 2.5 – O ambiente da Construção 4.0 (Craveiro et al., 2019)

2.2.3.1 Qualidade 4.0

A Qualidade 4.0 (Q4.0) pode ser caracterizada como a digitalização da TQM e o seu efeito na tecnologia de qualidade, processos e indivíduos, tal como pode ser definida como a aplicação de tecnologias I4.0 à qualidade. As aptidões para decidir como e porquê a informação deve ser utilizada são essenciais para os profissionais da Qualidade, uma vez que a utilização da informação deve ser dirigida pelo processo, e não pela outra via (Carvalho et al., 2021).

Nesse sentido, Carvalho et al. (2021) organizaram uma tabela (Tabela 2.2) para ligar a relação entre as práticas de gestão da qualidade previamente identificadas, e sete ferramentas e tecnologias que podem ser utilizadas para melhorar a qualidade.

O quadro foi desenvolvido com base na descrição das ferramentas e tecnologias I4.0, que afirmavam o seguinte:

- Ciência dos dados e estatísticas: recolha de dados e classificação que suscita o pensamento crítico;
- Tecnologias de capacitação: desenvolvimento em sensores, dispositivos móveis, redes, IoT e sistemas integrados;
- *Big Data*: análise e gestão de conjuntos de dados massivos;
- *Blockchain*: As transações só acontecem se os objetivos de qualidade forem cumpridos;
- Inteligência Artificial (IA): decisões complexas (visões de computador e robótica);
- *Machine Learning* (ML): quando é utilizada para a tomada de decisões, previsão e filtragem da informação;
- Redes naturais e aprendizagem profunda: previsão e reconhecimento de padrões complexos.

Com base nestas informações e conhecimentos prévios sobre as práticas de gestão da qualidade (secção 2.1), foi desenvolvido a tabela abaixo. A gestão deve ter sempre um compromisso com todas as decisões relativas a qualquer mudança ou melhoria dentro da organização.

Tabela 2.2 – Práticas de gestão da qualidade e relação com a Indústria 4.0 (adaptado de (Carvalho et al., 2021))

Ferramentas e Tecnologias I4.0	Práticas de gestão da qualidade						
	Compromisso de gestão	Envolvimento do cliente	Envolvimento do fornecedor	Envolvimento dos funcionários	Técnicas de avaliação comparativa	Gestão de processos	Informação e análise
Ciência dos dados e estatísticas	X					X	X
Tecnologias de capacitação	X	X	X	X	X	X	X
<i>Big Data</i>	X	X	X			X	X
<i>Blockchain</i>	X			X		X	X
AI	X			X			X
ML	X						X
Redes naturais e aprendizagem profunda	X					X	X

Os resultados obtidos a partir do quadro permitem ao utilizador tomar decisões informadas sobre as ferramentas e tecnologias a aplicar face às diferentes práticas de gestão da qualidade, a fim de utilizar a informação através das tecnologias I4.0 disponíveis a favor do processo, reduzindo o tempo desperdiçado na procura das tecnologias e ferramentas mais adequadas (Carvalho et al., 2021).

2.2.4 MONITORIZAÇÃO DIGITALIZADA

O desenvolvimento contínuo da tecnologia torna possível resolver eficazmente os problemas práticos associados à indústria da construção. Por conseguinte, o desenvolvimento da monitorização da construção digitalizada tem como principal objetivo desenvolver a ligação entre métodos tradicionais à novos sistemas tecnológicos. A teoria básica para o desenvolvimento de um modelo é alargar a abordagem tradicional de modo que as operações de construção se tornem dinâmicas e simultâneas (Memon et al., 2006). Segundo Duarte et al. (2021), o Fórum Económico Mundial desenvolveu um quadro transformacional para a indústria da construção que enumera trinta medidas de melhores práticas. As três componentes mais importantes da transformação da sua abordagem tradicional são as seguintes: (i) estar aberta à inovação para tirar partido das oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias, materiais e ferramentas para reduzir os custos de produção; (ii) considerar a adoção de sistemas de produção mecanizados e automatizados com técnicas de construção fora do local para acelerar o processo de construção e melhorar a conclusão atempada dos projetos em um ambiente de colaboração; e (iii) o papel da gestão de projetos e controlo de custos nas fases de conceção e planeamento.

A indústria da construção tem sido criticada pela sua lentidão na adoção de tecnologias emergentes. No entanto, nos últimos anos, esta tendência mudou. O crescimento rápido da disponibilidade e do poder das tecnologias, com o seu custo continuamente decrescente, permitiu que fossem adotadas e consideradas uma ferramenta eficaz para a análise de dados maciços com o objetivo de monitorizar e controlar o progresso dos projetos (L. R. Yang et al., 2007). Durante as últimas décadas, foram feitos esforços de investigação no sentido de modelos de planeamento 4D avançados, integrando modelos tridimensionais (3D) com o parâmetro de tempo (Duarte-Vidal et al., 2021).

Há uma necessidade evidente de desenvolver um modelo integrado para automatizar a prática atual, uma vez que a monitorização e o controlo manual não produziram os resultados esperados. Uma gestão eficiente pode ser obstruída pela perda de tempo na recuperação de informação, má estruturação e comunicações atrasadas. A monitorização manual é trabalhosa e requer frequentemente uma escolha entre a monitorização baseada em estimativas aproximadas ou o dispêndio de muito tempo na recolha e processamento de dados. A introdução da monitorização digitalizada na fase de construção permite aos gestores de projeto e aos engenheiros de obra monitorizar de forma mais eficaz e precisa o progresso. Por conseguinte, este sistema melhora o processo de tomada de decisões e a produtividade e reduzirá as reclamações por atrasos. Cada membro da equipa precisa saber, de forma atempada e precisa, o progresso do projeto e o estado atual para poder transmitir a informação com os planos originalmente estabelecidos (Duarte-Vidal et al., 2021).

Algumas investigações demonstram que a monitorização dos trabalhos e a comparação com a linha de base do projeto podem ser utilizadas para avaliar os trabalhos em curso, fornecendo um erro de precisão inferior a 20% (Navon & Goldschmidt, 2003). Estudos na literatura indicam que

uma maior padronização do trabalho tornará a aplicação de procedimentos automatizados menos complexa. Por esta razão, os meios para representar possíveis discrepâncias entre o progresso planeado e o progresso construído é um fator importante para facilitar decisões sobre medidas corretivas (Kopsida et al., 2015). Os resultados da adoção de abordagens digitais na construção estão cada vez mais a mostrar resultados positivos, como por exemplo, projetos que de outra forma apresentariam um elevado risco de ultrapassagem dos custos estão a ser entregues a tempo e dentro do orçamento. A implementação de ferramentas digitais permite a integração de equipas, processos e organizações, reduzindo o problema da fragmentação presente nos métodos tradicionais (Duarte-Vidal et al., 2021).

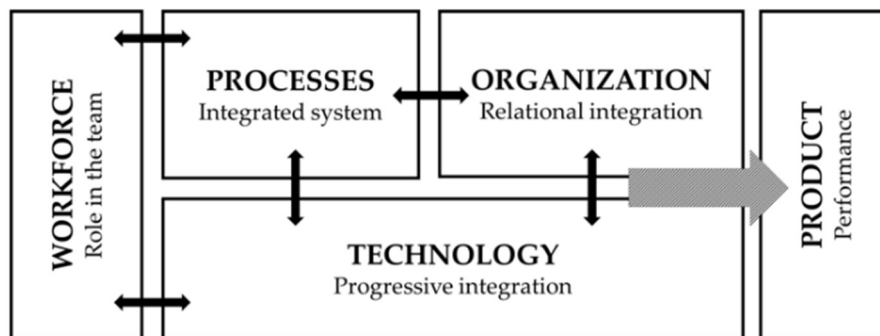


Fig. 2.6 – Ambiente integrado de construção (Duarte-Vidal et al., 2021)

2.3 TECNOLOGIAS

No âmbito deste trabalho é pertinente o estudo de algumas tecnologias que auxiliam na gestão e controlo da qualidade na construção. E possibilitando uma melhor perceção sobre quais atividades do controlo da qualidade estas ferramentas tecnológicas atuam.

2.3.1 SISTEMAS CIBER-FÍSICOS

A abordagem dos sistemas ciber-físicos envolve realizar uma ligação entre mundo cibernético e o mundo físico através de sensores de aquisição de dados e atuadores para formar um circuito fechado ou sistema de retorno. Akanmu e Anumba (2020) dizem que o sistema consiste em dois elementos-chave, uma ponte “física à cibernética” e uma ponte “cibernética à física”. Estes são descritos como se segue:

- Ponte “física à cibernética”: Envolve a deteção dos elementos dos processos e atividades em obra utilizando sensores e tecnologias de aquisição de dados. As informações sobre o estado e funcionamento do processo são capturadas e relacionadas com outros elementos computacionais para processamento;
- Ponte “cibernética à física”: Indica como a informação sensorial afeta o sistema. O acionamento é considerado como a transmissão da informação que permite uma rápida tomada de decisão e a utilização da informação sensorial para controlar fisicamente as atividades, recursos e componentes da obra.

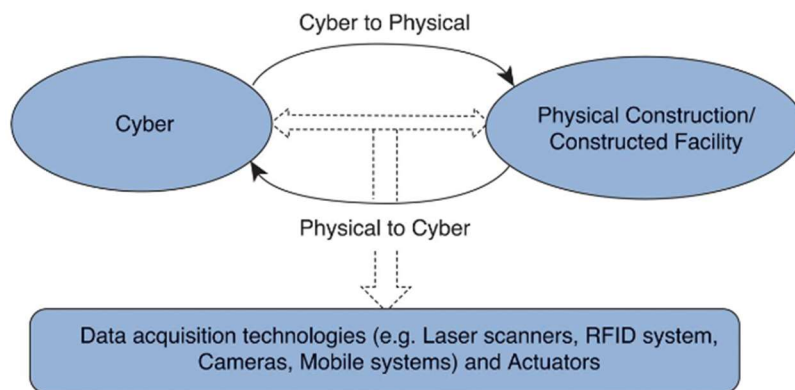


Fig. 2.7 – Funcionamento das pontes no sistema ciber-físico (Akanmu & Anumba, 2020)

A arquitetura do sistema é baseada em cinco camadas e engloba a funcionalidade com as tecnologias necessárias para implementar a coordenação bidirecional (Figura 2.8), uma vez que envolve a integração de modelos virtuais e a construção física para a manutenção da consistência. Ao contrário das abordagens tradicionais de integração que apenas monitoram passivamente, o sistema ciber-físico permite uma interação e coordenação estreita entre o real e o virtual.

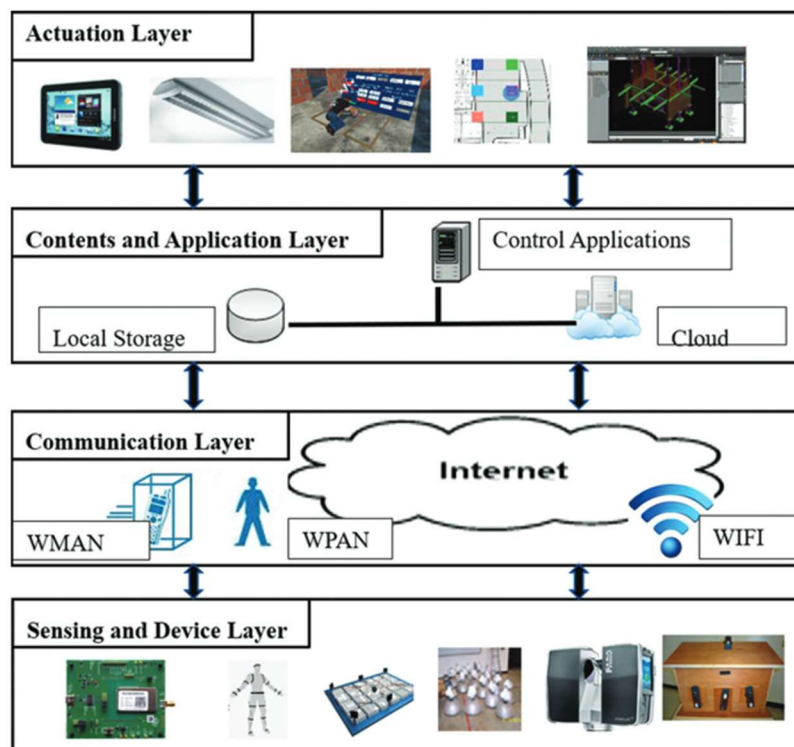


Fig. 2.8 – Coordenação bidirecional do sistema ciber-físico (Akanmu & Anumba, 2020)

A camada de deteção reúne sensores e outras tecnologias de aquisição de dados. Os sensores monitoram diferentes aspetos do processo de construção. Dependendo do tipo de sensor utilizado, pode também fornecer ao interveniente envolvido acesso às decisões de controlo, por exemplo, a informação capturada na memória da etiqueta de identificação de um material por radiofrequência (tecnologia abordada mais à frente em 2.3.2). Outras ferramentas de aquisição de dados, como os *smartphones*, também podem ser utilizadas para extrair fisicamente informações de projeto.

Nesse sentido, esta camada serve para dois objetivos. Fornecer acesso aos dados coletados a partir da camada de deteção e permitir a entrada de informação através da interface do utilizador.

A camada de comunicação serve como unidade de processamento e transmissão de dados. Converte as informações obtidas na camada de deteção em formatos legíveis do conteúdo. Esta camada contém como ferramentas a internet e as redes de comunicação sem fio, por exemplo, redes de área ampla e redes de área local. Estas redes de comunicação relacionam as tecnologias de sensor e de aquisição de dados para permitir a ligação em rede e a partilha de informação entre intervenientes.

A camada de conteúdo e aplicação contém o servidor da base de dados e as aplicações do controlo. O tipo de aplicação de controlo depende do contexto em que o sistema é inserido. Nesta fase, a informação recolhida, tanto da camada de comunicação quanto da camada de atuação, é armazenada, analisada e constantemente atualizada. E nela inclui os dados de gestão do projeto, como estado dos trabalhos e recursos. As aplicações de controlo utilizam os dados sensoriais da base de dados para tomar decisões de controlo que podem ser visualizadas utilizando o protótipo virtual da camada de atuação ou utilizadas para controlar o sistema físico, tais como equipamentos.

Já a camada de atuação contém o protótipo virtual que é acedido através da interface do utilizador ou de um ambiente de realidade mista. Esse protótipo permite visualizar como a informação sentida (a partir do conteúdo armazenado) afeta o sistema e a interface permite visualizar e monitorar essa informação.

2.3.2 RFID

A identificação por radiofrequência (RFID) é a tecnologia mais antiga da Internet das Coisas, conhecida como *Internet of things* (IoT), que é utilizada para fornecer uma identificação única de objetos, como materiais e equipamentos da construção civil. A RFID utiliza campos magnéticos para identificar e seguir automaticamente as etiquetas anexadas aos objetos. Essas etiquetas contêm informações armazenadas eletronicamente. Um sistema RFID geralmente compreende três componentes, sendo elas uma antena ou bobina, um transceptor com decodificador e um transponder (*tag* em radiofrequência) programado eletronicamente com informação única.

Durante o funcionamento, os sinais de rádio do transceptor são emitidos para a etiqueta através da antena. A etiqueta então é ativada e os dados no *chip* interno podem ser lidos para que o objeto possa ser identificado. Em geral, a distância de leitura da RFID atinge cerca de 100 pés, aproximadamente 30 metros, dependendo da potência de saída e da frequência de rádio. Muitas etiquetas podem ser lidas simultaneamente entre a cobertura de rádio e processadas pelo sistema informático (Lin & Cheung, 2020).

As etiquetas podem ser classificadas de duas formas distintas, categorizadas de acordo com a capacidade de armazenamento de dados e também em relação à forma operacional delas. Elas podem ser identificadas como *tags* de leitura ou *tags* de leitura e escrita. A última geralmente não tem a função de armazenamento de dados e apenas uma identificação pré-escrita única para identificar o objeto anexado. Já em relação à forma operacional, as etiquetas podem ser divididas em ativas ou passivas. As etiquetas passivas dependem do campo eletromagnético gerado pelo leitor RFID para energia elétrica, para então tornarem-se ativas. Por outro lado, as ativas são equipadas com baterias incorporadas que aumentam o alcance de leitura (Lin & Cheung, 2020). As figuras abaixo exemplificam a utilização da tecnologia RFID em uma obra.



Fig. 2.9 – Etiqueta RFID (Sawhney et al., 2020)



Fig. 2.10 – Leitura de etiqueta RFID em material de construção (Sawhney et al., 2020)

2.3.3 SENSORIAMENTO DE IMAGEM

A tecnologia optoelectrónica refere-se aos dispositivos eletrónicos utilizados para emitir, modular, transmitir e detetar a luz e ter a capacidade de recolher, armazenar, processar e exibir toda a informação recolhida. Dentre as tecnologias disponíveis, os scanners óticos a laser são considerados os mais versáteis e comercializados. Os dispositivos de digitalização a laser são frequentemente utilizados para a automatização rápida de medições de precisão milimétrica, o que contribui para o controlo de qualidade em obra quando comparado o real com o projeto. Além de permitir a reconstrução de elementos físicos através de sinais óticos processados a partir da luz refletida.

A exploração a laser é integrada com o BIM para fins de validação de modelos e de captura de dados. No entanto, esta integração é prejudicada pelas suas próprias limitações, uma vez que as aplicações de *laser scanning* integradas com o BIM carecem de automatização no reconhecimento de atributos em dados de objetos digitalizados. Essas limitações à expansão da tecnologia incluem (Pärn, 2020):

- Custos de equipamentos elevados;
- Discrepâncias na informação espacial;
- Calibração atempada do equipamento de digitalização;
- Captura limitada de nuvens de pontos;
- Excesso de tempo consumido com processamento de dados de nuvens de pontos.

2.3.3.1 Aplicações

Existem duas grandes aplicações das tecnologias optoelectrónicas atualmente utilizadas na construção que se enquadram no tema desta dissertação, nomeadamente: monitorização do progresso e o controlo e avaliação da qualidade.

O acompanhamento do progresso é um requisito prévio para uma gestão eficaz e eficiente dos trabalhos conforme projeto, e então com o suporte do *laser scanning* é possível acompanhar a qualidade dessas tarefas executadas. Os dados recolhidos são capazes de reproduzir informação 3D com precisão milimétrica em representação BIM para posteriormente ser comparada com o projeto.

O controlo e avaliação da qualidade foram adotados predominantemente para determinar a integridade estrutural dos elementos estruturais existentes no sector da construção (Pärn, 2020).

A limitação causada por redundâncias no sistema devido ao tempo excessivo na produção das nuvens de pontos levou ao desenvolvimento de métodos e procedimentos automatizados de avaliação da qualidade. O futuro da avaliação da qualidade da C4.0 possivelmente irá incluir uma combinação de capacidades de monitorização remota em dispositivos móveis e aéreos. O ambiente de fabrico adotou rapidamente a visão mecânica e o varrimento a laser como um meio para monitorizar a qualidade da produção (Pärn, 2020).

2.3.3.2 Dispositivos móveis de *laser scanning* (MLS)

Os MLS são utilizados para capturar grandes quantidades de dados e são instalados em veículos ou outros objetos móveis. Em estaleiros de construção, existem atualmente algumas opções de dispositivo MLS portátil para ajudar na digitalização dos dados em obra à medida que o operador se desloca. Os dispositivos portáteis, embora mais baratos e mais compactos, têm apenas um alcance muito limitado, com uma precisão de 1 milímetro só é alcançado a um alcance de 1 metro do objeto alvo. Ser treinado para utilizar estes dispositivos é também um esforço dispendioso para os operadores de estaleiro de construção. Os dispositivos MLS também podem fornecer visão mecânica, permitindo a utilização de robôs autônomos de navegação e orientação. Como estes dispositivos são raros na indústria, a sua ausência reflete esse condicionamento (Pärn, 2020). Um robô pode ser definido como qualquer sistema atualizado capaz de executar tarefas ou ações para pessoas com um certo grau de autonomia.

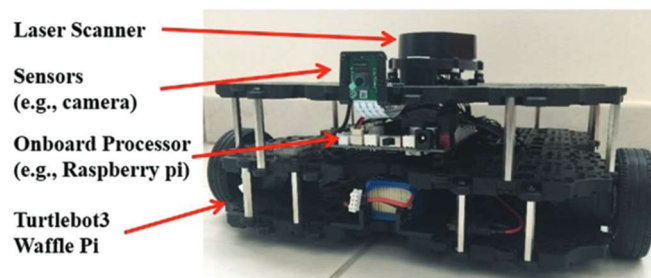


Fig. 2.11 - Componentes de um robô móvel utilizado em obra (Mantha et al., 2020)



Fig. 2.12 – Veículo autónomo (Sawhney et al., 2020)

2.3.3.3 Dispositivos aéreos de *laser scanning* (ALS)

Os veículos aéreos não tripulados (UAV), também conhecidos como drones, são um dos dispositivos ALS mais conhecidos para o sector da C4.0. São veículos motorizados que não transportam um operador humano e utilizam forças aerodinâmicas para fornecer elevação dos mesmos, além de voar autonomamente ou ser pilotado à distância. Os UAV empregados podem ser equipados com uma variedade de sensores, por exemplo câmaras fotográficas e de vídeo (incluindo câmaras com a capacidade de ver infravermelhos próximos e distantes), sistemas de comunicação especializados, radar, ou telémetros baseados em laser. A maioria desses veículos pode transferir dados em tempo real entre o UAV e o controlador. Alguns modelos também transportam instalações de armazenamento de dados a bordo para recolher dados. Os UAV podem realizar muitas tarefas que também podem ser realizadas por veículos tripulados, mas podem frequentemente desempenhar mais rapidamente, com maior segurança, e mais economicamente (Gheisari et al., 2020).



Fig. 2.13 - Exemplos de UAV (Gheisari et al., 2020)

Os UAV oferecem perspectivas globais de locais de construção, que são mais úteis do que as individuais locais para gestores que desejam poder ver todo o projeto. As perspectivas globais dos estaleiros de construção permitem aos gestores ter melhores níveis de informação sobre o andamento do projeto e se os padrões de qualidade são mantidos. Com pequenos UAV que fornecem imagens precisas e detalhadas, a construção alcançada pode ser comparada com planos e cada elemento do processo pode ser verificado quanto a padrões de qualidade e cumprimento de prazos. Estes gestores podem estabelecer percursos específicos para que os UAV possam viajar, para que possam ter uma visão das áreas mais importantes e inacessíveis.

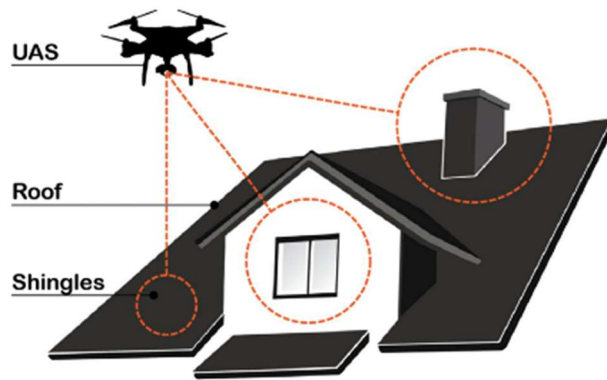


Fig. 2.14 - Exemplo de utilização de veículo aéreo não tripulado em local inacessível (Gheisari et al., 2020)

No entanto, existem desafios envolvidos na aplicação da tecnologia UAV na construção por questões regulamentares. Os UAV são considerados como uma forma de aeronaves que têm de cumprir os regulamentos da aviação civil. A legislação que controla a aviação é diferente em todo o mundo, tal como aplicada aos voos UAV, e deve ser respeitada para que possam ser utilizados com sucesso. Outro problema grave com a implantação é a questão da legalidade e da responsabilidade. Existem várias preocupações que vão desde as possibilidades de os UAV danificarem bens ou ferirem transeuntes a problemas com seguros, transgressões, invasão da privacidade e violação de direitos de propriedade. Além disso, o fato da legislação exigir que os UAV voem a baixa altitude significa que há questões de ruído que podem ter impacto no bem-estar dos trabalhadores e dos residentes nas proximidades. Se um UAV cair na área da construção, o estaleiro pode ser danificado, o UAV pode ser danificado, e os danos pessoais podem ser causados aos trabalhadores envolvidos ou a terceiros. Sendo esta uma área de operação relativamente nova, a maioria das empresas e organizações não têm políticas para lidar com acidentes causados pela implantação de UAV (Gheisari et al., 2020).

2.3.4 MONITORIZAÇÃO VISUAL E VIRTUAL

O aumento exponencial do volume de imagens e vídeos captados no ambiente construído com *smartphones*, câmeras fixas, veículos aéreos e terrestres não tripulados, e dispositivos de digitalização a laser, proporciona uma oportunidade única de registar e analisar digitalmente todo o ciclo de vida da construção. Para tornar estes grandes dados visuais acionáveis, é aplicado técnicas de visão por computador para comparar modelos 3D com a realidade de operações em curso, e organizá-los e geri-los automaticamente ao longo das etapas do projeto. A integração com modelos BIM e cronogramas de projeto permite o desenvolvimento e utilização de soluções para o controlo do projeto, avaliação e controlo de qualidade, análise de produtividade e manutenção da operação. Este processo de captura da realidade, comparado com o planeado e depois analisado através de tecnologias emergentes de visão por computador, ilustra a transformação do ambiente físico para digital (assunto já abordado no ponto 2.3.1) na estrutura da Construção 4.0 (Shelden et al., 2020).

A visão por computador é um campo interdisciplinar que treina um computador para interpretar e compreender os dados visuais. Com início na década de 1970 o processamento digital de imagens, a computação de modelos 3D a partir de imagens parcialmente sobrepostas, até ao avanço atual no reconhecimento de objetos, foram realizados trabalhos extraordinários para fazer o computador perceber a mesma estrutura tridimensional da realidade. A visão por computador

tem atraído nos últimos anos um interesse crescente pela investigação na construção sobre a automatização, monitorização e melhoria das tarefas de trabalho intensivo, demorado e repetitivo (Shelden et al., 2020).

2.3.4.1 Aplicabilidade

Segundo Shelden *et al* (2020), os dados visuais trazem quatro aspetos para melhorar a construção:

- Transparência: os dados visuais fornecem uma imagem gráfica que as pessoas podem ver;
- Eficiência: os dados visuais podem fornecer informação clara e completa para a comunicação;
- Acessibilidade: os dados visuais podem ser facilmente partilhados e acedidos através de diferentes interfaces;
- Durabilidade: os dados visuais podem ser armazenados digitalmente durante um longo período e podem ser acedidos facilmente quando necessário.

Atualmente, os dados visuais são amplamente utilizados para resolver diversos problemas devido aos benefícios discutidos acima, e podem ser categorizados por grupos como documentação, análise, inspeção e manutenção. Os progressos da fotografia, questões de segurança, problemas de qualidade são documentados visualmente para melhor comunicar com o interveniente responsável. Os dados visuais documentados são analisados através de algoritmos para os tornar acionáveis. Além disso, com recursos humanos limitados e acessibilidade para inspeção, os dados visuais fornecem uma forma flexível de examinar o local. Já a gestão da instalação é muitas vezes desafiadora devido às discrepâncias entre os desenhos e as condições reais, então os dados visuais fornecem as condições exatas em obra (Shelden et al., 2020).

Os dados visuais ajudam os intervenientes a desenvolver diferentes planos e simular a logística em consideração das condições atuais do estaleiro. Essas informações são recolhidas para documentação de progresso e avaliação de qualidade.

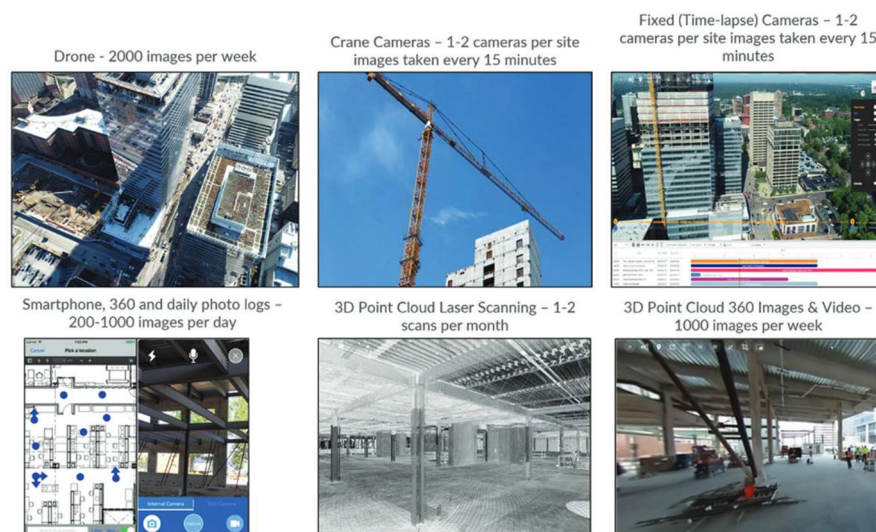


Fig. 2.15 – Exemplos de captação de dados visuais em obra e sua frequência (Shelden et al., 2020)

2.3.4.2 Técnicas de visão por computador

A monitorização do progresso a nível de tarefas concentra-se na utilização de técnicas de visão por computador para analisar a ocupação física do local da tarefa correspondente, que é geralmente repleta como uma área em imagem 2D ou volume em uma nuvem de pontos 3D. O local da tarefa pode ser extraído do WBS (*Work Breakdown Structure*) do programa, convenções de nomeação baseadas em regras do nome da tarefa, sistema de codificação de identificação da tarefa ou sistema de grelha de desenho 2D.

Segundo Sheldon *et al* (2020), existem atualmente duas práticas dominantes de aproveitamento de imagens para rastrear o trabalho em curso:

- Geração de grandes imagens panorâmicas do local e sobreposição destas imagens de alta resolução em grande escala sobre os mapas existentes - Embora estas imagens ofereçam excelentes imagens para o funcionamento em curso, faltam-lhes informações 3D para ajudar com medições baseadas na área e volumetrias necessárias para a monitorização do progresso. Além disso, nenhuma das atuais plataformas comercialmente disponíveis fornece um mecanismo para comunicar quem está a trabalhar em que tarefas e em que local e fornecem principalmente mapas de alta qualidade de locais de construção;
- Produção de modelos de nuvens de pontos 3D.

2.3.4.3 Monitorização do progresso com base na ocupação

Goldparvar-Fard *et al.* (2012; 2010) utilizaram nuvens de pontos 3D baseadas em imagens e modelo BIM para raciocinar sobre a ocupação e visibilidade dos elementos. Propuseram um método supervisionado de aprendizagem mecânica para inferir o processo de construção. Turkan *et al.* (2012) introduzem ainda um método para diferenciar detalhes operacionais de objetos de construção em betão, tais como cofragem e vergalhões. Estes métodos são limitados na sua capacidade de detetar detalhes operacionais e a oclusão e visibilidade dos elementos nas nuvens de pontos (Figura 2.16).



Fig. 2.16 - O progresso é mostrado nos modelos as-built e 4D BIM com o estatuto de código de cores sobreposto (esquerda), modelo as-built digitalizado a laser (meio) e 4D BIM modelo (direita) (Sawhney *et al.*, 2020)

O método com base na ocupação também é utilizado por Golparvar-Fard *et al.* (2015) para a monitorização de equipamentos e trabalhadores em estaleiro. O rastreamento em visão computacional refere-se à localização de objetos em movimento em 2D ou 3D ao longo do tempo. Em comparação com outras tecnologias de rastreamento, como GPS e RFID, a visão baseada rastreamento tem uma vantagem de sua implantação simples. Diferente da deteção, o rastreamento encontra a correspondência de entidades nos quadros de vídeo e imagens.

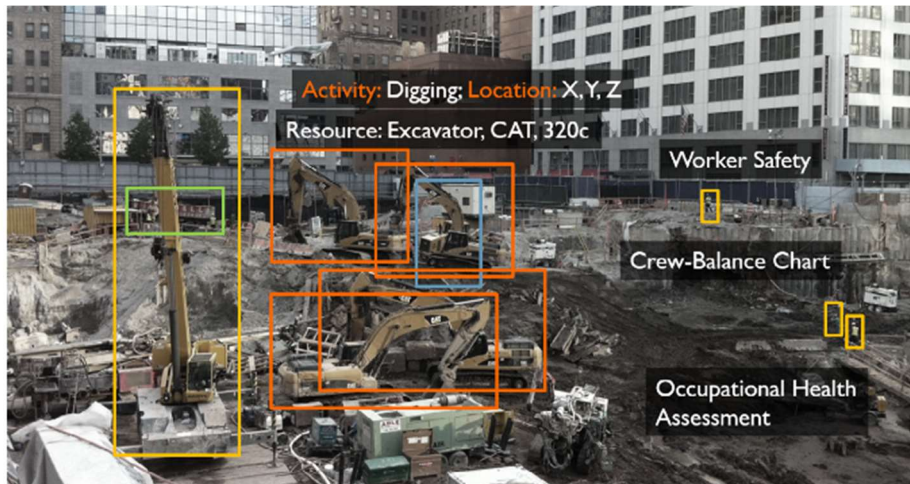


Fig. 2.17 – Uma visão geral das aplicações de construção para detetar, seguir e reconhecer a localização e as atividades do equipamento de construção e dos trabalhadores (J. Yang et al., 2015)



Fig. 2.18 - Detecção e classificação dos trabalhadores em obra: trabalhadores que usam coletes de segurança (vermelho) e não usam coletes de segurança (verde) (J. Yang et al., 2015)

A subtração de fundo é o método mais utilizado para deteção de objetos em movimento. Supõe-se que uma imagem de fundo, que representa a cena estática ou relativamente estática, pode ser seleccionada ou gerada a partir do fluxo de vídeo. Em seguida, dado um quadro de entrada, objetos em movimento podem ser detetados pela diferença entre o fundo e as imagens de entrada (Figura 2.19).

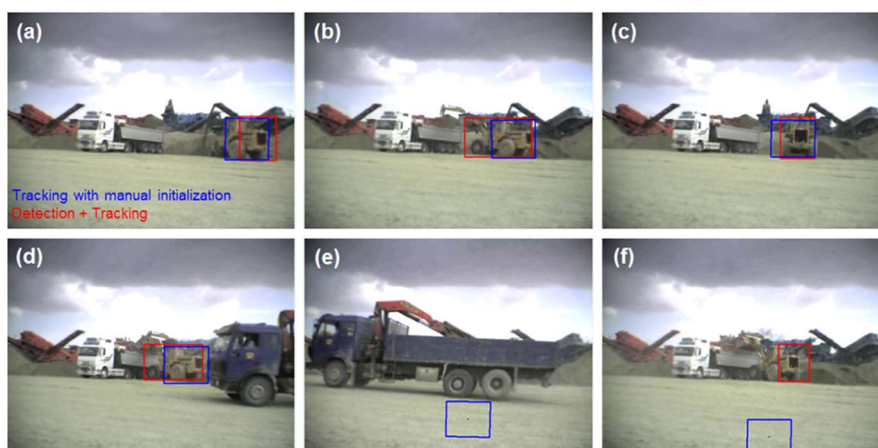


Fig. 2.19 - Localização estável de uma carregadora de rodas integrando rastreamento e deteção: (a-c) rastreamento suave sob mudanças de ponto de vista e (d-f) manipulação de oclusão (J. Yang et al., 2015)

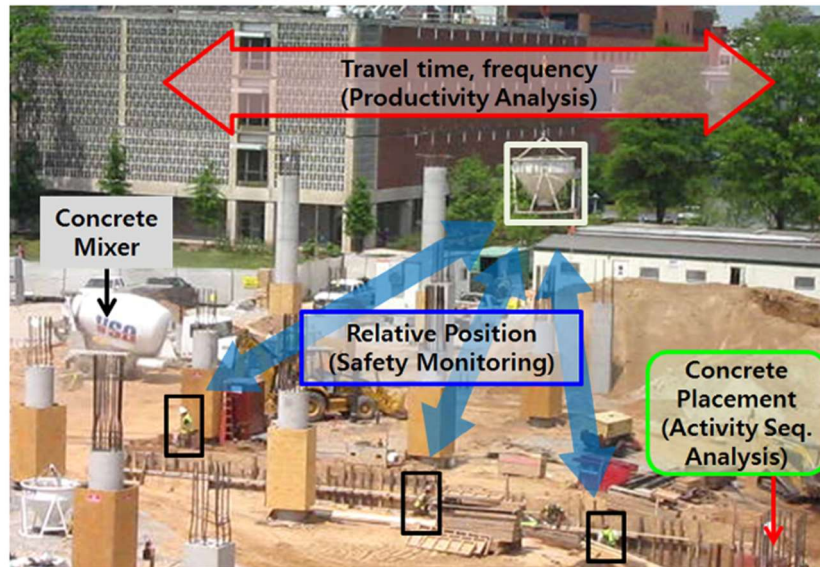


Fig. 2.20 – Visão geral da análise da atividade utilizando dados de localização (J. Yang et al., 2015)

A figura abaixo mostra o conceito geral de como as imagens estáticas podem ser usadas para fins de monitoramento de progresso e qualidade. As imagens de lapso de tempo são coletadas de pontos de vista fixos da câmera para documentar o trabalho em andamento. Essas imagens são comparadas umas com as outras ou com um modelo BIM 4D que representa o estado esperado do progresso da construção. Para evidenciar desvios no andamento da construção, vários métodos de visualização também são propostos que codificam por cores os elementos de construção com base na metáfora das cores dos semáforos.

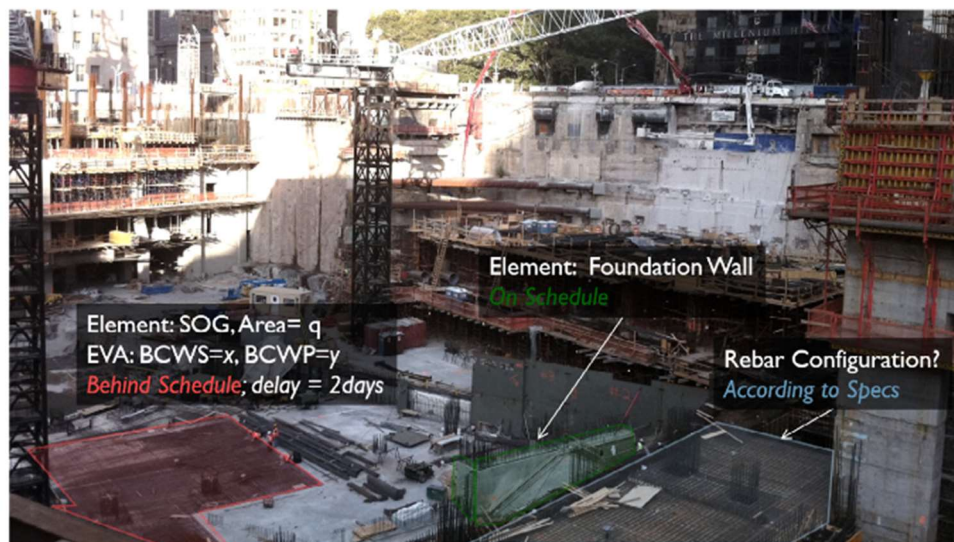


Fig. 2.21 - Visão geral da monitorização do progresso e garantia de qualidade/controlo de qualidade utilizando imagens estáticas (J. Yang et al., 2015)

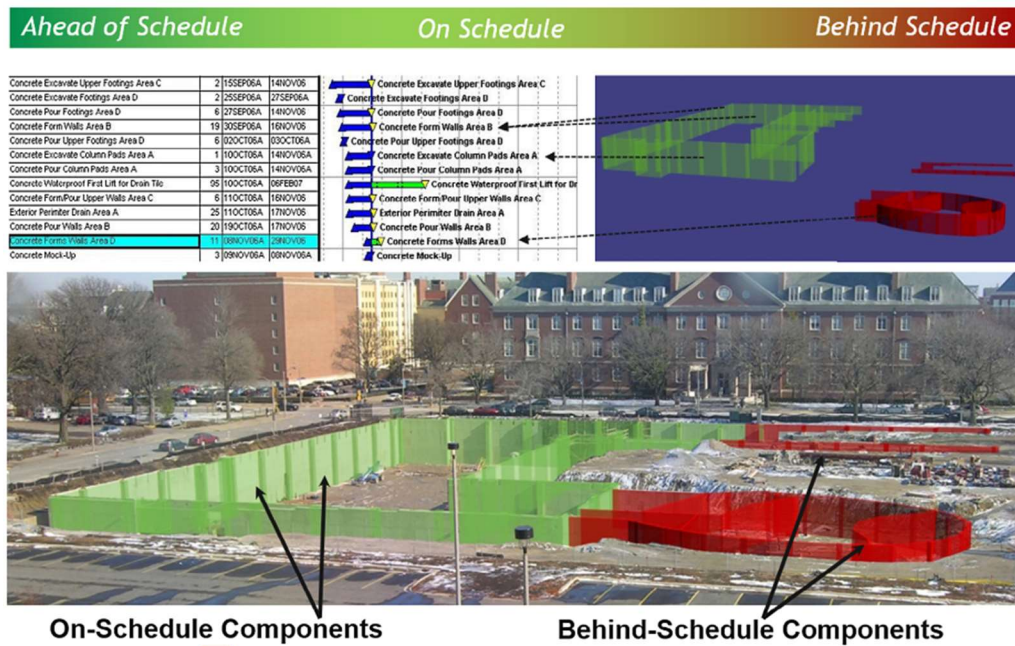


Fig. 2.22 - Sobreposição de BIM 4D em imagens de lapso de tempo e desvios de progresso de codificação de cores com base na metáfora das cores dos semáforos (J. Yang et al., 2015)

2.3.4.4 Monitorização do progresso com base na aparência

Para abordar a limitação da monitorização do progresso baseado na ocupação, Han e Golparvar-Fard (2015) introduziram um método de visão por computador para retroprojetar os elementos em uma nuvem de pontos para as imagens correspondentes e extrair manchas de imagem para detetar o material dos elementos. Este raciocínio permite o acompanhamento do progresso dos detalhes operacionais e a ligação ao nível da tarefa. Aproveitam ainda mais a característica geométrica das manchas de imagem para aumentar a precisão do reconhecimento do material. Contudo, estes métodos não conseguem utilizar as características geométricas dos seus componentes detetados.

A figura abaixo apresenta, à esquerda, a utilização de elementos recuperados do BIM para a retroprojeção 2D para classificar o material e realização de teste de profundidade para excluir a área de oclusão, e à direita, o estado de progresso é extraído comparando o estado como construído e como planeado após a deteção de ocupação e classificação do material.

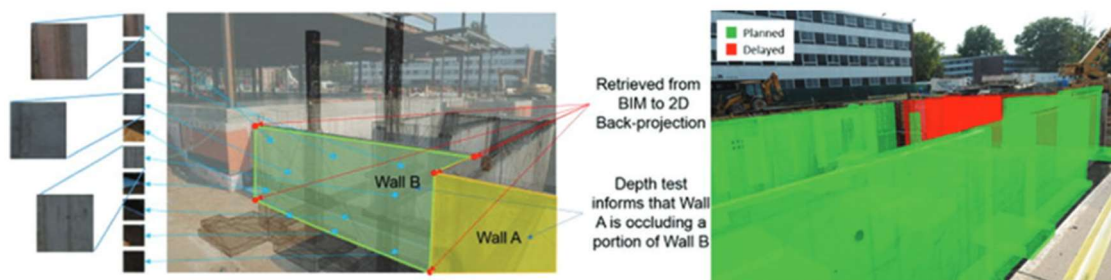


Fig. 2.23 – Exemplo de classificação de material e análise do elemento já construído (Sawhney et al., 2020)

Dimitrov e Golparvar-Fard (2014) também utilizam o método da aparência para classificar diferentes materiais. São encontrados em obra a partir da extração de cores e texturas das imagens.

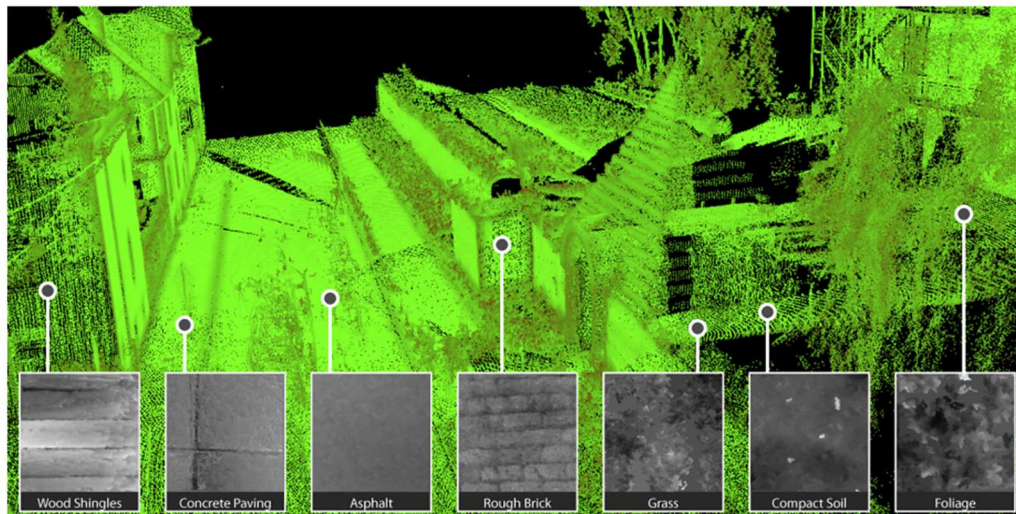


Fig. 2.24 – Etiketando um modelo de nuvem de pontos com informações de material de construção (Dimitrov & Golparvar-Fard, 2014)



Fig. 2.25 – Biblioteca de materiais de construção para fazer a análise (Dimitrov & Golparvar-Fard, 2014)

2.3.5 DISPOSITIVOS MÓVEIS

2.3.5.1 Tablets e smartphones

O dispositivo móvel *tablet* é considerado como sendo um computador portátil com peso leve e de média dimensão e composto por uma tela sensível ao toque (*touchscreen*), assim como os *smartphones*. Apesar dos *smartphones* terem uma menor dimensão comparado com os *tablets* e serem de uso telefónico, ambos são considerados dispositivos práticos com uso semelhante a um computador tradicional, porém com capacidade de serem transportados com mais facilidade. Característica essa que justifica a utilização da tecnologia por parte das empresas devido suas amplas atuações em diversos locais.

Estes dispositivos são geralmente conhecidos por apresentarem uma maior durabilidade da bateria e a não necessidade de teclado e *mouse* para sua utilização. Suas funcionalidades são destinadas ao acesso rápido à conteúdos, ligação à internet por dados móveis e WiFi, utilização de câmara fotográfica, geralmente de boa qualidade, para fotografias e vídeos, elevada quantidade de memória de armazenamento e a possibilidade de incluir aplicativos móveis das mais diversas áreas de interesse (Sousa, 2021).

2.3.5.2 Aplicação móvel

O aplicativo móvel, também conhecido pela abreviatura de “app”, é um *software* desenvolvido para utilização em dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*. Eles basicamente possuem como objetivo disponibilizar funcionalidades, sobre alguma área em questão, de maneira fácil e intuitiva. Podem ser encontrados nas mais variadas categorias, como por exemplo para serviços, produtividade e finanças, estilo de vida, educativo e entretenimento, e sua forma de aquisição pode ser gratuita ou por meio de pagamento.

Existem também aplicativos que funcionam de modo compartilhado entre diferentes plataformas (*smartphones/tablets* e computadores). Essa troca de informações entre plataformas é possível a partir da conexão à internet dessas aplicações, que funcionam normalmente à base do conceito *cloud*. Essas aplicações são habitualmente qualificadas de aplicativos *web* ou até mesmo “app *web*”.

A nível de sistema de aquisição e *download* desses aplicativos, existem três principais plataformas existentes nos dispositivos móveis, sendo elas a *Apple Store* (com sistema *IOS*), a *Google Play Store* (sistema *Android*) e a *Windows Phone Store* (com o sistema *Windows Mobile*) (Sousa, 2021).

2.3.5.3 Aplicação de dispositivos móveis em obra

A implementação de equipamentos digitais em obra permite recolher diversas informações de cada fase do processo. Equipamentos como *tablets*, *smartphones* e drones, mesmo que estejam massificados nos dias de hoje, ainda necessitam de certa mão-de-obra qualificada para o manuseio.

No entanto, esses equipamentos por si só não fazem com que aumente a produtividade do processo de construção. Eles são apenas utilizados como acessórios na recolha de dados e assim transportar e carregar essas informações em plataformas colaborativas de gestão de informação centralizada.

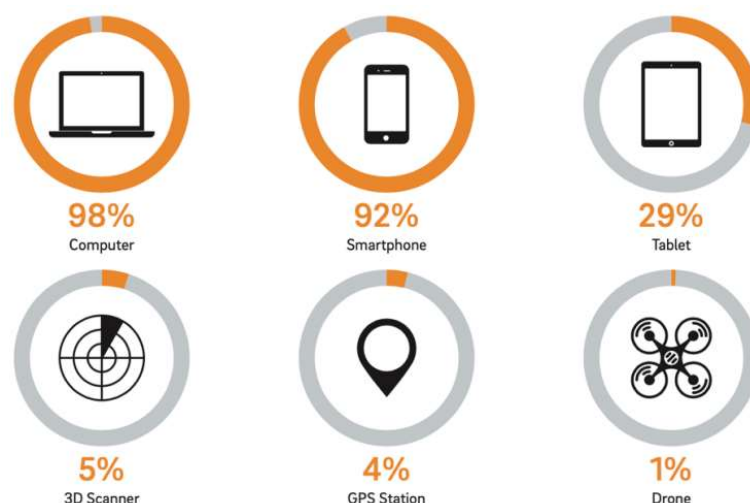


Fig. 2.26 – Rácio de equipamentos digitais utilizados na construção (Reis, 2021)

A figura 2.26 acima exemplifica as percentagens de utilização dos equipamentos digitais em obra. Apesar do computador portátil apresentar cerca de 98% de importância na construção, ele não é

a ferramenta mais indicada como dispositivo móvel para utilização em estaleiro. Seu uso é mais indicado fora do campo ou no escritório, uma vez que não é um equipamento de fácil manuseio enquanto são realizadas as visitas a obra. No entanto, assim como mencionado anteriormente, os *smartphones* e os *tablets* são dispositivos móveis de grande relevância em estaleiro.

2.3.5.4 Aplicativos de gestão da qualidade

É possível encontrar atualmente no mercado diversos *software* em formato de aplicativos para controlo de qualidade em obra e gestão de projetos no geral. A concorrência de mercado e a corrida pela implementação de tecnologia no setor da construção proporcionaram o desenvolvimento dessas ferramentas digitais.

Nesse sentido, os aplicativos mais utilizados para o controlo de qualidade em obra são os seguintes:

- Procore;
- BuilderTrend;
- ProBuild;
- Raken;
- CoConstruct;
- Autodesk BIM 360.

É possível separar estes aplicativos em duas categorias. Os que, além de possuir um sistema de monitorização do progresso da obra, também apresentam um sistema de integração entre outros programas, ou então aqueles que são exclusivamente utilizados para a gestão dos processos em obra.

Nesse sentido, o Procore, BuilderTrend, CoConstruct e Contractor Foreman são exemplos de *software* que possuem a capacidade de integrar com outras plataformas externas. São capazes de armazenar diferentes tipos de formatos, tanto disponíveis para visualização quanto para edição. Nesse sentido, permitem concentrar todas as informações do projeto em um só lugar. E além de disponibilizarem ferramentas para a gestão da qualidade do projeto, possuem diversas outras funcionalidades para o mesmo.

Por outro lado, os aplicativos ProBuild e Raken são, na visão de conexão com outros *software* externos, considerados mais simples por não terem essa disponibilidade.

O Autodesk BIM 360 é um *software* adequado para a construção de casas à medida. Cobre funções essenciais necessárias ao planeamento de um projeto, tais como a capacidade de editar o modelo 3D. O *software* exhibe diferentes tipos de relatórios, como o rastreio de problemas e relatórios de segurança. Contudo não inclui funções essenciais tais como estimativa de custos, nivelamento de recursos, controlo do projeto e relatórios de fluxo de caixa.

Sendo assim, nesta dissertação de mestrado a autora optou por estudar e se aprofundar mais sobre as aplicabilidades dos *software* Procore, CoConstruct e BuilderTrend em obras de construção civil devido as diversas funcionalidades que eles apresentam. A comparação entre eles é melhor explicada no capítulo 3.

3

APRESENTAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS SOFTWARE

3.1 INTRODUÇÃO

Assim como já mencionado anteriormente, a construção é uma indústria tradicional e resistente à transformação e, por esses motivos, sofre com atrasos no que diz respeito à tecnologia. Nesse sentido, é importante promover vigorosamente a digitalização dos processos visando melhorar as atividades desenvolvidas pelas empresas e também fazer com que as mesmas acompanhem a economia digital atual.

Os estudos desenvolvidos para a implementação de *software* na construção são relevantes uma vez que salientam às empresas a notoriedade que a aplicação de ferramentas digitais pode provocar ao nível de eficiência e, consequentemente, lucros e competitividade.

3.2 ENQUADRAMENTO NA EMPRESA

A Buildgest está atualmente a passar por uma mudança digital dentro da empresa com a recente implementação do *software* Procore, após diversos estudos de qualidade e eficiência das plataformas presentes no mercado. Para perceber onde e como melhorar a utilização da plataforma em obra para o controlo de qualidade, é necessário primeiramente saber como a empresa atualmente realiza os seus processos.

Existem 5 categorias que dividem a empresa de fiscalização: atividade comercial, adjudicação do serviço, pré-obra, obra e conclusão da obra, que podem ser organizados de acordo com a figura abaixo.

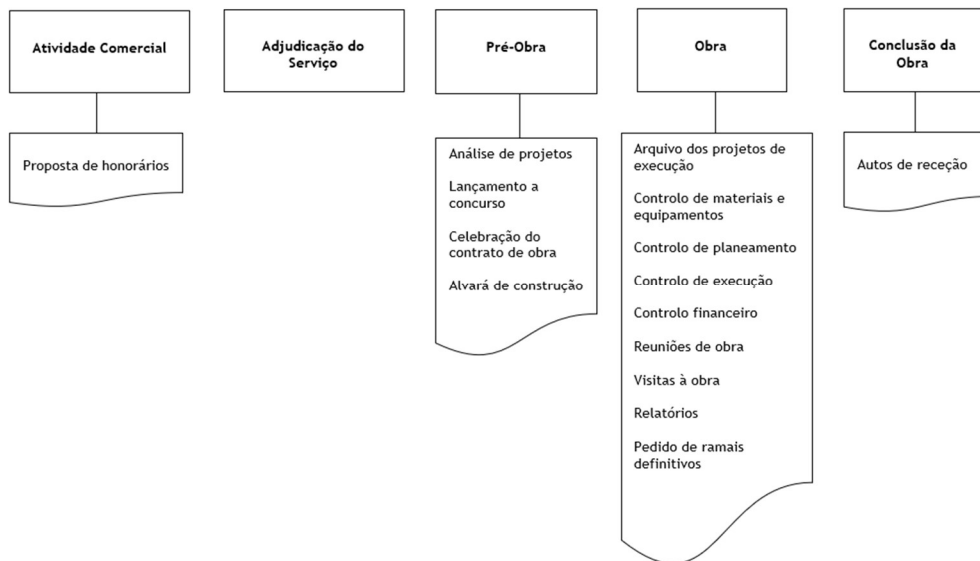


Fig. 3.1 – Organização das atividades da empresa

Os processos que antecedem e sucedem a obra, como atividade comercial, adjudicação do serviço, pré-obra e conclusão, são desenvolvidos de forma que utilizam basicamente correio eletrónico ou suporte em papel para contacto e troca de informações e documentos entre os intervenientes.

Anteriormente à aplicação do *software*, a empresa utilizava nas obras documentos e fichas em papel físico para registar as atividades. Situação essa que dificulta a transmissão das informações em tempo real e consequentemente a comunicação entre os agentes envolvidos, seja empreiteiro, fiscal, dono de obra ou arquiteto. Dessa forma, é notório a existência de algumas deficiências no estado do trabalho pela ausência de tecnologias e pela descentralização das informações.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESAFIOS

Com base na organização das atividades da empresa, no que diz respeito à fiscalização de obra, duas questões são identificadas. Enquanto a primeira visa federar todas as informações relacionadas à obra através de um *software* de integração com o objetivo de aumentar a eficiência da comunicação de dados, a segunda busca suprir o déficit de controlo em estaleiro transformando registos em papel para formatos digitais.

Nesse sentido, o caso de estudo tem como finalidade otimizar a integração dos intervenientes envolvidos em obra e o controlo da qualidade pelas atividades já abordadas anteriormente no ponto 2.1.3, através da comparação entre as ferramentas digitais já mencionadas.

3.4 REQUISITOS DA EMPRESA

Além de suprir os desafios já mencionados, a empresa também possui alguns requisitos próprios. Estes foram pré-determinados para as circunstâncias individuais da Buildgest, conforme as características da instituição e seus colaboradores. Os requisitos são os listados abaixo.

- Capacidade de integrar outros intervenientes envolvidos na obra na mesma conta da empresa sem custos extras;
- Disponibilidade de acesso por dispositivos móveis (*smartphones*, *tablets* e computadores) e com versão app;

- Armazenamento ilimitado de dados.

As condições acima foram, portanto, contabilizadas na problemática deste trabalho. E na análise comparativa das plataformas, essas condições são examinadas quanto a sua verificação.

3.5 APRESENTAÇÃO DOS SOFTWARE

3.5.1 BUILDERTREND

Criado em 2006 em Ohama, EUA, a BuilderTrend está entre os sistemas de nuvem mais utilizados e abrangentes do país na construção residencial. A plataforma racionaliza todo o processo de construção, concentrando-se em cinco categorias. Pré-vendas, gestão de projetos, compartilhamento de arquivos, mensagens e finanças.



Fig. 3.2 – Logotipo da BuilderTrend. Fonte: Google.com

A categoria inicial ajuda a empresa no processo extensivo de venda do serviço. Com a sua utilização, é possível auxiliar nas áreas de solicitação de lances, criação de orçamentos e propostas, gestão de CRM (*Customer Relationship Management*) e processamento de interações e parcerias. Apresenta como ferramentas Estimativas e Propostas, como o próprio nome diz, cria estimativas e entrega propostas personalizadas que acaba por ajudar a fechar mais vendas; *Leads* e Gestão de relacionamento com o cliente, a qual disponibiliza criar, capturar e fechar uma maior quantidade de projetos em potencial; e o E-mail Marketing que, por meio deste recurso, é possível responder aos leads em menor tempo.

Sales View	Opportunity Title	Created Date	Status	Age	Confidence	Last Contacted	Salesperson	Source	Proposal Status	Project Type
☐	1. Blake Seth	12-30-2019	Open	34 days	15%	1-22-2020 by Mike Dulich (Email)	Mike Dulich	Angie's List	12-30-2019	Basement
☐	2. Caleb Palensky	12-30-2019	Open	34 days	40%	1-22-2020 by Tom Scheiber (Email)	Tom Scheiber	Google	12-30-2019	Kitchen
☐	3. Mitch Howard	12-30-2019	Open	34 days	0%	1-22-2020 by Tom Scheiber (Email)	Tom Scheiber	Referral	12-30-2019	Kitchen
☐	4. Ryan Bell	12-30-2019	Open	34 days	0%	1-24-2020 by Joey Ludemann (Email)	Tom Scheiber	Contact Form	1-24-2020	Kitchen
☐	5. Tyler Kosietz	12-30-2019	Open	34 days	0%	1-22-2020 by Tom Scheiber (Email)	Tom Scheiber	Facebook	1-10-2020	Kitchen
☐	6. Amy Hale	12-11-2018	Open	1148 days	55%	1-29-2020 by Mike Dulich (Email)	Mike Dulich	Home Advisor	12-20-2019	Kitchen
☐	Andrew Johnson	5-17-2017	Open	991 days	80%	Today - 9:02 AM by Mike Dulich (Follow)	Mitch Ryan	Facebook	8-1-2019	Kitchen
☐	Bryan Simeson	4-4-2019	Open	304 days	55%		Alex Miller	Facebook	4-4-2019	Kitchen
☐	Chris Norman - New Addition	4-18-2019	Open	291 days	100%		Danny Lee	Houzz	6-19-2019	Addition
☐	Emily Franke	11-8-2016	Open	1181 days	0%		Paul Wurth	Contact Form	3-14-2019	Kitchen
☐	Kylee Yanda Bero	11-7-2016	Open	1182 days	0%	Today - 9:04 AM by Mike Dulich (Follow)	Paul Wurth	Referral	2-9-2018	Kitchen
☐	Stachasia Miller - Kitchen Remodel	12-11-2017	Open	784 days	70%	Today - 9:02 AM by Mike Dulich (Follow)	Paul Wurth	Angie's List	10-22-2019	Kitchen
☐	Wendy Andrews - Kitchen/Bath Remodel	8-24-2018	Open	528 days	0%		Evan Krist	Referral	9-3-2019	Bathroom
☐	Zane Anthony	6-6-2018	Open	607 days	25%		Mitch Ryan	Contact Form	3-6-2019	Kitchen

Fig. 3.3 – Menu da categoria Sales e suas ferramentas. Fonte: Buildertrend.com

Agora em relação à gestão de projetos, o BuilderTrend apresenta ferramentas que auxiliando tanto no controlo da qualidade do projeto quanto ao controlo dos prazos. Ajuda na realização dos

relatórios diários, agendamentos, tarefas a fazer, armazenamento de documentos, relatórios de acompanhamento e garantias.

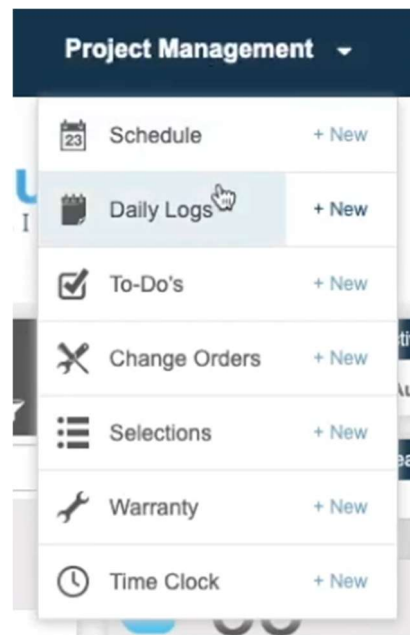


Fig. 3.4 – Ferramentas de gestão de projetos. Fonte: Buildertrend.com

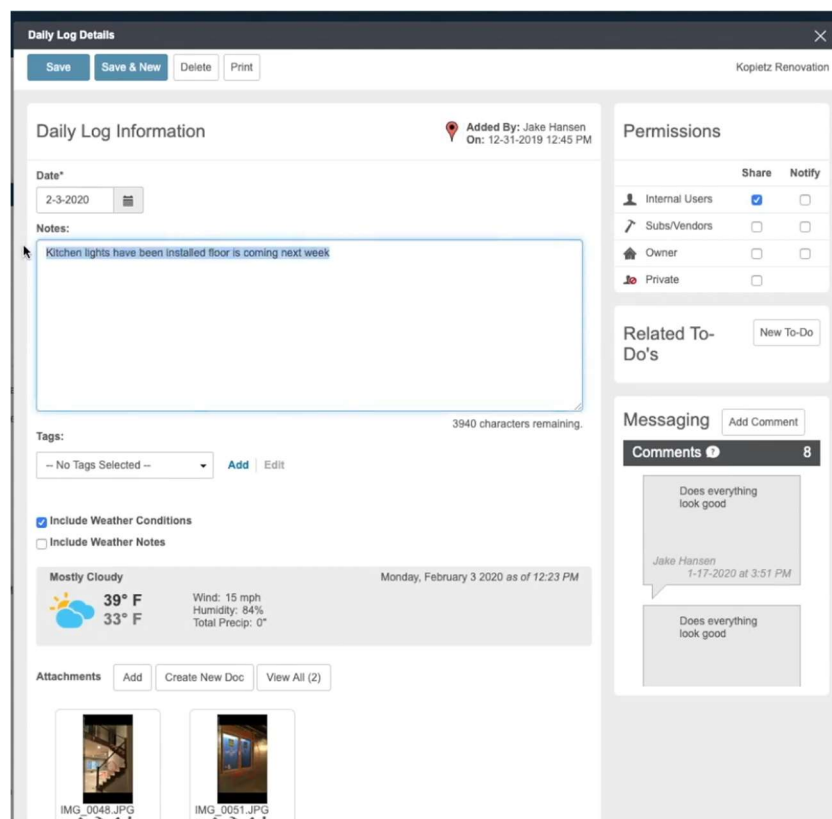


Fig. 3.5 – Exemplo do *Daily Log*. Fonte: Buildertrend.com

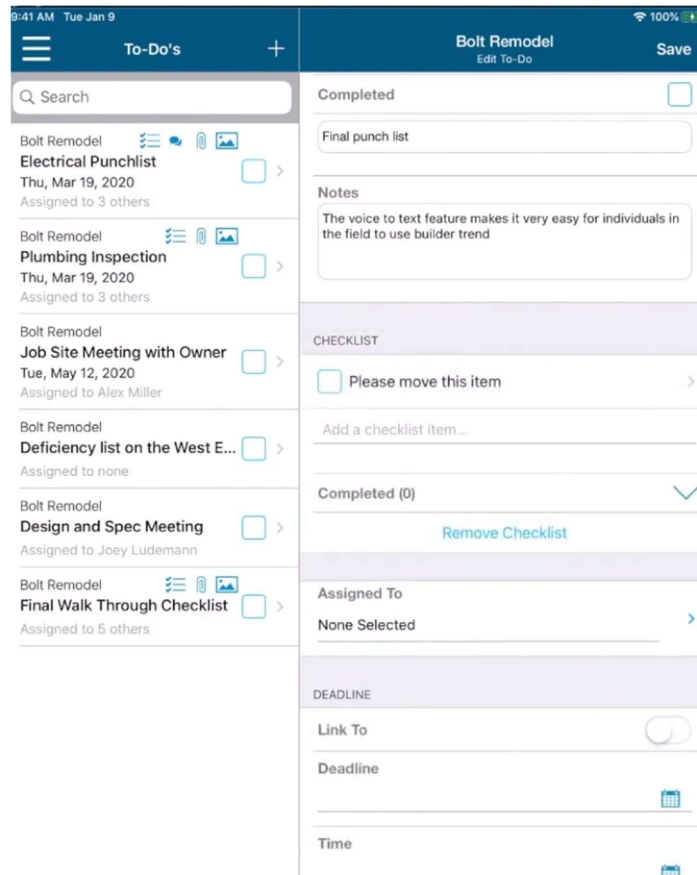


Fig. 3.6 – Interface de criação de tarefa na ferramenta *To Do's*. Fonte: Buildertrend.com

O *software* em questão também executa tarefas no que diz respeito às finanças do projeto, como faturamento, orçamento, processamento de pagamentos, pedidos de alteração e compra, além de oferecer integrações.

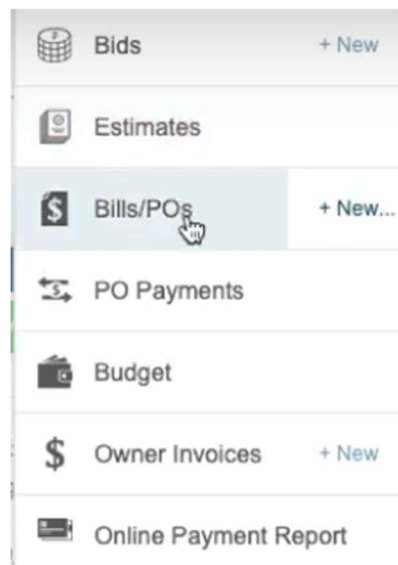


Fig. 3.7 – Menu das ferramentas de finanças. Fonte: Buildertrend.com

Além desses recursos mencionados, a gestão de clientes pela plataforma é garantida. Apoia a prática de que seus clientes permaneçam satisfeitos e totalmente atualizados sobre o desempenho dos projetos. Fornece como ferramenta para essa categoria um login do cliente, comunicação por mensagens, e-mails e comentários, seleção de todas as tarefas envolvidas na construção atualizadas e disponíveis para o cliente a todo tempo e pesquisas/revisões de acordo com a satisfação do mesmo com base na experiência do projeto para desempenhos futuros.

Em relação à preço de compra do *software*, existem dois planos disponíveis. O mais simples é o plano Principal, que apresenta um número reduzido de ferramentas disponíveis para uso, enquanto o outro é o plano Pro que não apresenta restrições. Qualquer que seja o plano, o número de usuários disponível para acesso à plataforma é ilimitado. A tabela abaixo apresenta as ferramentas inclusas em cada um dos planos.

Tabela 3.1 – Diferença entre os planos disponíveis no BuilderTrend. Fonte: Buildertrend.com

Características	Plano Principal	Plano Pro
Agendamento	✓	✓
Registros diários	✓	✓
Tarefas	✓	✓
Mensagens	✓	✓
Portal do cliente	✓	✓
Relógio de ponto	✓	✓
Gerenciamento de leads	✓	✓
Propostas de clientes	✓	✓
Comentários	✓	✓
Faturação	✓	✓
Fotos, vídeos e documentos	✓	✓
Marca personalizada	✓	✓
Processamento de pagamento do cliente	✓	✓
Sincronização de orçamento do QuickBooks	✓	✓
Integração com QuickBooks	✓	✓
Ordens de compra		✓
Contas		✓
Lances		✓
Orçamento		✓
Seleções		✓
Garantias		✓
Pesquisas		✓
Relatórios avançados		✓
Ordens de alteração		✓
RFIs		✓
Integração Xero		✓
Processamento de pagamento de subcontratado		✓

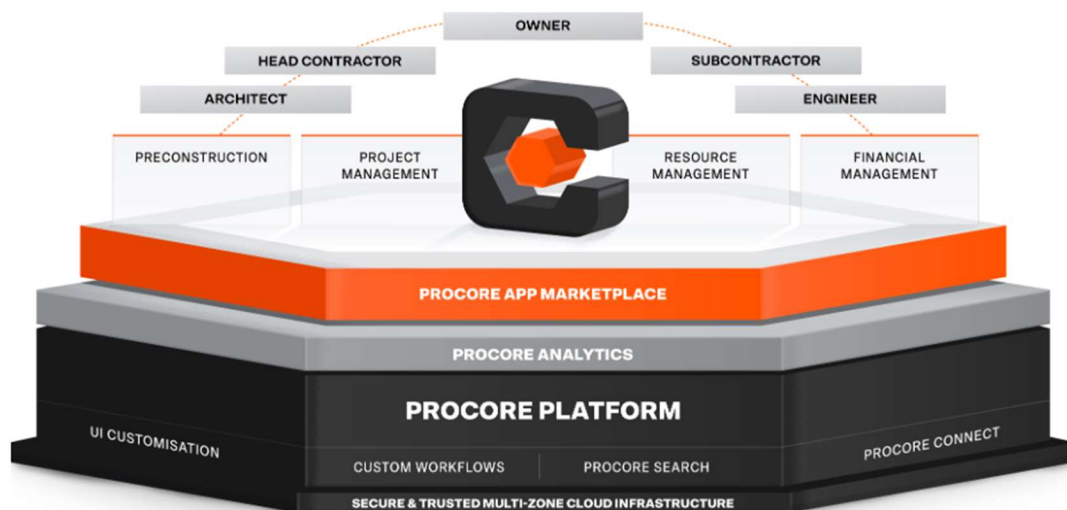
A aquisição desses planos pode ser por pagamento anual ou mensal. O contato anual para o plano mais simples custa \$2.899/ano e o plano Pro custa \$4.999/ano. Já o pagamento mensal é conforme descrito na imagem abaixo, com diferenciação de valor entre os dois primeiros meses e os restantes.



Fig. 3.8 – Custo mensal dos planos BuilderTrend. Fonte: Buildertrend.com

3.5.2 PROCORE

A Procore Technologies é uma empresa, com sede na Califórnia, EUA, que fornece um *software* direcionado à indústria da construção. Eles encontraram no mercado da construção uma visível deficiência quanto à aplicação da tecnologia em campo, percebendo a dependência que ainda existe à elementos físicos como papel, diversos e-mails e planilhas. Nesse sentido, abriga sistemas para lidar com pré-construção, gestão de projetos e controlo financeiro. A ferramenta permite que empresas de construção, arquitetos, donos de obra e parceiros compartilhem informações, proporcionando uma visibilidade contínua sobre o andamento de todo o portfólio do projeto.

Fig. 3.9 – Organização do *software* Procore. Fonte: Procore.com

3.5.2.1 Facilidade de uso

O *software* Procore ajuda as empresas a aumentar drasticamente a eficiência e a responsabilidade do projeto, simplificando e mobilizando as comunicações e a documentação do projeto. Esses dados e acessibilidade em tempo real minimizam riscos e atrasos dispendiosos, aumentando os lucros.

É disponível em versões *web* e em dispositivos móveis, ambos interligados de forma que as informações são armazenadas em uma fonte de dados central criptografada baseada em nuvem que é protegida pelos protocolos de segurança padrão da empresa. A nuvem funciona como um arquivo virtual onde as equipas em simultâneo podem ter acesso a desenhos e documentos.

A plataforma inclui ferramentas que permitem por exemplo anexar documentos, como as plantas de projeto e cronogramas de obra, realizar marcações nos desenhos relacionados com fotos, listas de pendências e RFIs, produzir atas de reunião, estimativas de custo e gestão de acidentes.

A obtenção do *software* é realizada por contratos anuais, porém com pagamentos mensais. O quadro 3.1 apresenta os três planos de preço e o que cada um oferece de recursos. A maior diferença entre eles é que o mais simples é utilizado apenas para a gestão do projeto, já o segundo contém esses mesmos recursos além de obter outros voltados para a gestão financeira do projeto, assim como o terceiro que além desses conteúdos também apresenta uma maximização da análise sobre o retorno do investimento (ROI). No entanto, é importante ressaltar que os valores dos planos podem variar de acordo com as prioridades da empresa contratante, seu volume médio de construção por ano e a quantidade de ferramentas que a empresa planeja utilizar.

Quadro 3.1 – Quadro de planos e preços (*GetApp*, 2022)

Conecte o campo e o escritório	Gerenciar projetos e finanças	Maximizar o ROI
\$ 667 /mês	\$ 870 /mês	\$ 1.182 /mês
faturado anualmente	faturado anualmente	faturado anualmente
Características	Características	Características
• Número ilimitado de usuários • Quantidade ilimitada de dados • Acesso ao suporte ao cliente • Acesso off-line • Acesso aberto à API • Diretório • Documentos • Fotos • Desenhos • Tarefas • Relatórios • Registro diário • Visualizador de agendamento • E-mail • RFIs • Envios • Transmissões • Encontros • Correspondência • Especificações • Lista de pendências	• Inclui recursos do plano Connect the Field e Office, além de • Orçamento • Mudar a gestão • Compromissos • Custos diretos • Contrato Principal	• Inclui recursos do plano Gerenciar Projetos e Finanças, além de • Licitação • Faturamento • Formulários • Incidentes • Inspeções • Observações • Planos de ação
Com base na Empresa, Volume Médio de Construção e Principais prioridades, o plano de preços varia.	Com base na Empresa, Volume Médio de Construção e Principais prioridades, o plano de preços varia.	Com base na Empresa, Volume Médio de Construção e Principais prioridades, o plano de preços varia.

Esses planos incluem também uma App Marketplace do Procore para integrações com *software* e aplicativos parceiros.

3.5.2.2 Funcionalidade

O Procore é organizado de acordo com um sistema hierárquico, o qual permite que a empresa utilize o programa para diversos projetos ao mesmo tempo. E dentro de cada projeto existem todas as ferramentas que estão incluídas no plano adquirido pela empresa. E os documentos associados a cada projeto são organizados por pastas, podendo estas serem privadas ou não. Exemplo da pasta *Internal Documents* na figura abaixo.



Fig. 3.10 – Monitorização das pastas do projeto. Fonte: Procore.com

Nesse sentido, as permissões dentro do Procore estão relacionadas com os três níveis de usuários existentes:

- *Admin*, aquele que possui acesso a todos os recursos e arquivos;
- *Standard*, um usuário convidado pelo *Admin* que poderá inserir entradas na plataforma;
- *Read only*, membro também convidado pelo *Admin* que apenas pode visualizar as informações da plataforma, sem editá-las ou excluí-las.

Além disso, no Procore existem dois níveis. O nível da empresa é um exemplo e é utilizado para gerir configurações globais e fornecer uma visão geral dos projetos, enquanto o nível de projeto é utilizado para gerir projetos específicos. Nesse sentido, o Procore possui grupos de ferramentas que são destinadas à essas diversas tarefas. São eles:

- Ferramentas centrais;
- Gerenciamento de projeto pré construção;
- Gerenciamento de projeto a nível da qualidade e segurança;
- Gestão de projeto em campo;
- Gestão financeira.

3.5.3 COCONSTRUCT

A Constructech nomeou o CoConstruct um dos 15 principais vencedores do Prêmio de Produto 2014 (Burger, 2015). A CoConstruct, também proveniente de uma empresa norte americana, recebe regularmente as melhores avaliações por seu excelente atendimento ao cliente e proficiência na correção de problemas de comunicação. Oferece uma interface intuitiva que se conecta a todas as áreas do seu negócio, de vendas a contabilidade e marketing.



Fig. 3.11 – Logotipo da CoConstruct. Fonte: Coconstruct.com

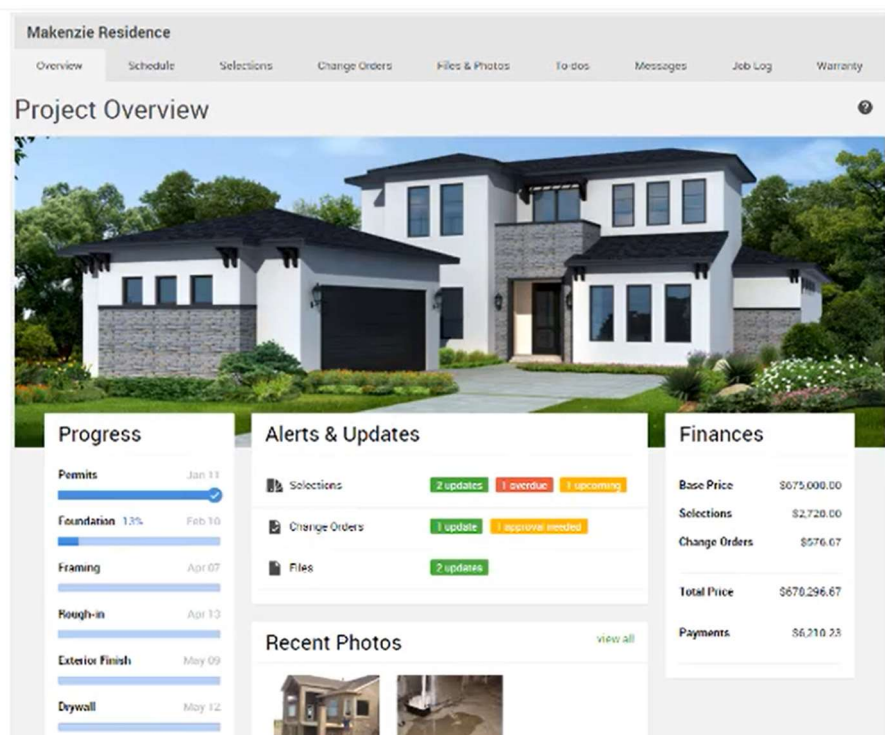


Fig. 3.12 – Exemplo da página inicial de um projeto da CoConstruct. Fonte: Coconstruct.com

Incontáveis recursos fazem parte deste *software*, assim como o Procore e o BuilderTrend. A figura 3.13 apresenta todas as ferramentas que estão disponibilizadas na plataforma CoConstruct.

PRÉ CONSTRUÇÃO	GERENCIAMENTO DE PROJETOS	FINANÇAS	OPERAÇÕES
✓ Estimativa avançada ✓ Leads/CRM ✓ Modelos ✓ Catálogo de Custos ✓ Especificações + Seleções ✓ Propostas ✓ Contratos	✓ Agendamento Avançado - Sincronize tarefas com o Google Agenda, Outlook, iCal ✓ Gerenciamento de relógio em tempo integral - Acompanhamento do Orçamento de Trabalho por Horas e Dólares ✓ Registro de trabalho ✓ Gerenciador de tarefas ✓ Lista de pendências + solicitações de garantia ✓ Aplicativo móvel de marca	✓ Acompanhamento de orçamento ✓ Licitação ✓ Ordens de alteração ✓ Ordens de compra ✓ Faturas ✓ Pagamentos do cliente - Integração de livros rápidos ✓ Comunicando	✓ Gestão de clientes ✓ Gestão de Parceiros Comerciais ✓ Certificado de Seguro e Rastreamento de Licença ✓ Gerenciamento de arquivos + fotos ✓ Gestão de Processos Internos

Fig. 3.13 – Atividades do CoConstruct. Fonte: Coconstruct.com

É possível acompanhar o desempenho dos projetos de construção do início ao fim, facilita na comunicação, simplifica as operações financeiras e processo de licitação, ajuda na estimativa de entrada, auxilia na tomada de decisões e acompanha as atividades e progressos em estaleiro.

Dashboard Task Manager Time Clock Contacts Templates Users Reports Settings

New Project

Project Name

Group [Add/edit groups](#)

Address

Address	Address Line 2
City	State/Province
	Postal Code

Phase

- ☐ **Prospect** (Unlimited at no charge) - Manage pre-sale process, give potential clients early access (some features limited)
- ☐ **Active** - Under contract and in progress
- ☐ **Warranty** (Unlimited at no charge) - Manage a completed project during its warranty period

Financial Structure

- ☐ **Fixed Price** - You will set the price for the client
- ☐ **Open Book** - (including cost-plus and T&M) Price will be determined by your actual costs plus markup

Use Schedule Template

Fig. 3.14 – Criação de um projeto. Fonte: Coconstruct.com

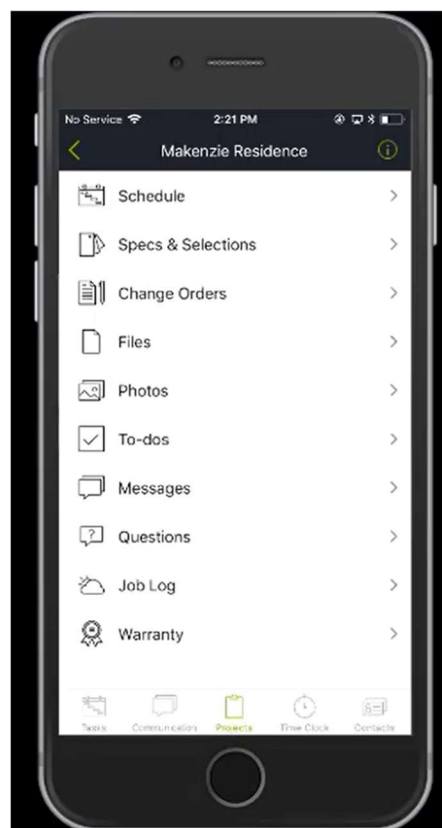


Fig. 3.15 – Menu de ferramentas acedido pela app CoConstruct em um dispositivo móvel. Fonte: Coconstruct.com

6.04 Garage Doors - Manufacturer, Product, Style and Color
Requested by Drywall (Est. Thursday, May 12, 2016) [Update item](#)

07 - Exterior Colors & Finishes [Back to top](#)

7.01 Shingles [Update item](#) [Delete item](#)

Specification Information

1. 8" aluminum drip edge will be installed at all rakes and eaves.
2. Roof surface will be covered with two rows of ice and water shield at eaves and valleys, 15# felt in all other locations.
3. 30-year "Heritage" architectural shingles by Tamko. Color: Virginia Slate.
4. Ridge vents per plan.

Last Comment
[View/add comments](#) | [View change log](#)

Original Budget

Description	Amount
Roofing labor	\$2,040.00
Architectural shingles	\$1,296.00
Drip edge, white aluminum, 10'	\$102.08
15# felt 100' roll, 3 sq	\$144.00
Ice and water shield, 100' roll, 2.25 sq	\$345.00
Contingency	\$78.54
OH&P	\$1,335.21
Total	\$5,340.83

7.02 Exterior paint color [Update item](#) [Delete item](#)
Requested by Rough-in (Est. Wednesday, Apr 13, 2016)

7.03 Decking [Update item](#) [Delete item](#)
Requested by Framing (Est. Thursday, Apr 7, 2016)

7.04 Exterior railings [Update item](#) [Delete item](#)
Requested by Framing (Est. Thursday, Apr 7, 2016)

10 - Stairs and Railings [Back to top](#)

7.01 Stairway Finishes [Update item](#) [Delete item](#)

11 - Electrical & Gas [Back to top](#)

7.01 Electrical [Update item](#) [Delete item](#)

Fig. 3.16 – Tarefas de um projeto pela ferramenta *Selections* com detalhes financeiros, informações específicas e comentários. Fonte: Coconstruct.com

Em relação aos valores de aquisição do *software*, a CoConstruct também funciona como o BuilderTrend. Existem dois planos e duas formas de pagamento, o contrato anual e o mensal. A diferença entre os planos *Standard* e o *Plus* está na quantidade de ferramentas disponíveis. Os planos *Plus* possuem os mesmos recursos básicos dos planos *Standard*, mas vêm com ferramentas de *software* adicionais, como estimativa avançada com fórmulas semelhantes a planilhas para calcular quantidades e valores, gestão de contas para adicionar, editar, aprovar e pagar de um local online e portais de clientes que permitem que os mesmos vejam fotos do projeto e progresso em tempo real. A figura 3.17 apresenta mais em detalhes essa diferença. No entanto, apesar dessas divergências, ambos os planos possuem serviços como projetos ilimitados na plataforma, quantidade ilimitada de usuários e suporte técnico.

Pre-Construction	Project Management	Operations	Financials
Website contact form 	Scheduling	Custom client portal 	Bills management 
Advanced estimating 	Job log	Trade partner portal 	Bid management
Cost catalog	Task manager	Custom branding	Change orders
Lead management	Punch list + warranty management	Email notifications	Purchase orders
Proposals + contracts	Time clock management	Team, client, + trade partner communications	Invoices + payments
Specs + selections	Labor budget time tracking 	Files + photo management	QuickBooks integration
Standard estimating			Budget

 Locked features available on Plus plans.

Fig. 3.17 – Ferramentas do plano *Standard*. Fonte: Coconstruct.com

Já os valores de aquisição da plataforma são repartidos em função dos dois planos disponíveis e em relação ao contrato, podendo ser mensal ou anual. A figura 3.18 apresenta esses preços.

BUSINESS ESSENTIALS STANDARD \$99 /mo \$349 after 2 months	ENHANCED FEATURES PLUS \$399 /mo \$599 after 2 months
BUSINESS ESSENTIALS STANDARD \$2,899 /yr Normally \$3,688	ENHANCED FEATURES PLUS \$4,999 /yr Normally \$6,788

Fig. 3.18 – Preços mensais (superior) e anuais (inferior) dos planos do CoConstruct. Fonte: Coconstruct.com

3.6 COMPARAÇÃO ENTRE SOFTWARE

De forma a estabelecer uma comparação entre os *software*, a autora avalia alguns aspetos e funcionalidades tendo em conta os seguintes temas:

- Vantagens e desvantagens de cada plataforma;
- Ferramentas disponíveis;
- Valores dos *software*.

3.6.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

3.6.1.1 BuilderTrend

Com base na visão de utilizador, o *software* BuilderTrend apresenta alguns recursos que se destacam. São eles:

- Bons relatórios;

A plataforma apresenta a ferramenta *Reports* que oferece perspetivas sobre a grande parte da informação disponível do projeto, como gráficos de análises para registos diários por trabalhador, *leads* por vendedores e custo estimado *vs* custo real.

- Usuários ilimitados;
- Recurso de agendamento;
- Apresentações de vendas.

Esta ferramenta permite uma maior comunicação entre empreiteiro e parceiros/fornecedores de modo que cada tarefa a realizar em obra esteja pré agendada e conforme o planeado.

Em contrapartida, apresenta também alguns pontos negativos:

- Não disponível em modo *offline*;
- Pouca flexibilidade quanto à personalização das ferramentas.

Os padrões de relatórios já são pré-definidos e não é possível criar um novo modelo.

- Não inclui funções de relatórios para planeamento e controlo de projeto, estimativa de custos e fluxo de caixa.

3.6.1.2 Procore

Tal como o *software* anterior, o Procore também apresenta pontos positivos e negativos. As vantagens encontradas nele são:

- Recursos personalizados com a disponibilidade de criação de *templates*;
- Mais de 300 integrações com aplicativos na App Marketplace do Procore;
- Capacidade de realizar marcações nos desenhos do projeto;
- Suporte técnico online 24/7;
- Usuários ilimitados sem custo adicional;
- Possibilidade de adicionar o modelo 3D do projeto;
- Disponibilidade de vídeos para melhor perceção e entendimento das ferramentas pelos usuários.

E como pontos negativos é possível destacar:

- Não é muito económico para empresas menores;
- Problema com o carregamento de desenhos pela velocidade e desempenho lento da plataforma;
- As capacidades de marcação de desenho do Procore são muito básicas e rudimentares;
- A gestão de projetos não oferece muitos recursos de integração com rede social.

3.6.1.3 CoConstruct

O verdadeiro valor do CoConstruct não é sua capacidade de atender a requisitos específicos em todo o setor de construção, mas sim fornecer aos participantes dessa área um conjunto compacto tudo-em-um para concluir suas operações. Ele apresenta algumas vantagens, sendo elas:

- Experiência de lances;

O *software* é conhecido por apresentar uma característica de esclarecer a comunicação comercial antes do próprio processo de licitação. É por isso que o sistema é conhecido por criar lances de forma rápida e disponibilizar dados com entrada manual mínima ou nenhuma. Apresenta a criação de propostas personalizadas e importar arquivos com um mecanismo simplificado de arrastar e soltar, ou simplesmente aplicar alguns de seus modelos que cobrem todos os campos e informações necessários. Como normalmente acontece com este sistema, todos os arquivos são abertos para ajustes, e todas as alterações são imediatamente inseridas e contabilizadas.

- Boa comunicação entre intervenientes e clientes;

Existe um módulo inteiro à comunicação simplificada, a qual facilita a coordenação e organização dos agentes e ao mesmo tempo acompanha o desempenho de cada um deles. A virtude de comunicação do CoConstruct torna-se, no entanto, mais visível ao construir e manter relacionamentos com os clientes, pois este é um dos poucos sistemas de construção que coletam, rastreiam e gerenciam os *leads*. Durante o processo, todos os agentes possuem acesso ilimitado ao histórico do consumidor e detalhes do lead, e assim constroem a abordagem perfeita para cada cliente.

No final das contas, o que a comunicação de qualidade faz é aumentar os resultados de seus processos de garantia e de segurança, e fazer com que o negócio pareça credível e profissional.

- Quantidade de usuários ilimitada;
- Integração com outras plataformas de controlo financeiro;

A CoConstruct trabalha em simultâneo com dois sistemas de contabilidade populares, nomeadamente Xero e QuickBooks. O que isso significa para um usuário atual é que ele pode relacionar facilmente os custos de cada projeto com seus gastos atuais e planejados e, portanto, liberar faturas consistentes onde os clientes não serão sobrecarregados com custos recorrentes.

- Marketing e marca personalizado;

O utilizador pode personalizar e projetar um portal do cliente de acordo com sua marca e incluir todos os seus símbolos reconhecíveis e materiais relevantes da empresa. Além disso, o aplicativo móvel foi projetado de forma a se assemelhar à identidade da empresa.

- Gerenciamento de relógio de ponto.

Acompanha as horas em movimento com um relógio de ponto *web* e móvel para os membros da equipa.

No entanto, assim como qualquer plataforma, sempre há melhorias a serem feitas sobre o existente. Dessa forma, assim surgem as desvantagens sobre o *software* em questão:

- Integrações limitadas;

Juntamente com a integração do QuickBooks e do Xero, muitos dos usuários atuais do CoConstruct gostariam de ver o sistema integrado a outras ferramentas de CRM, contabilidade e redes sociais.

- Opções limitadas de relatórios;
- Menor quantidade de funcionalidades para utilizadores móveis.

3.6.2 FERRAMENTAS

Após analisar os pontos fortes e fracos, a autora realizou uma análise (Tabela 3.2) entre as ferramentas e funcionalidades existentes em cada *software*, além de indicar as plataformas compatíveis com os aplicativos de cada um.

Tabela 3.2 – Comparação entre ferramentas

	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	-	✓	✓
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	-	✓	-
Inspeções	-	✓	-
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 eletrônico de clientes	✓	-	✓

Como é possível visualizar, todos os três *software* funcionam de forma eficiente quanto à gestão da pré construção, a qual envolve a venda do imóvel a um potencial cliente ou então o lançamento

de concurso para empreiteiros para realização da obra, e também facilidades para as operações de gestão do projeto e seu controlo financeiro. Embora a extensão de alguns desses recursos varie entre as ofertas, as necessidades são atendidas por qualquer um dos produtos.

O Procore aparenta ter algumas ferramentas extras de gestão de projeto quando comparado aos outros *software*. A ferramenta *Drawings* é um exemplo, uma vez que ela não serve apenas para armazenar os desenhos do projeto como ocorre no BuilderTrend e no CoConstruct. Ao fazer *uploads* de novos desenhos para um projeto, o Procore possui a capacidade de preencher os campos “título” e “número” utilizando a tecnologia de Reconhecimento Ótico de Caracteres (OCR) para ajudar a aceleração do processo de carregamento e revisão.

The screenshot shows a web form titled "Upload new drawings (PDF Files Only)". It features a file upload section with "Attach File(s)" and "Drag and Drop File(s)" options. A file named "Vortex Business Center - Drawings.pdf" is already uploaded. Below this, there's a checkbox "Are my drawings best formatted for uploading?". The form includes several date and text fields: "Set Name" (IFC), "Set Date" (06/06/2017), "Default Drawing Date" (06/05/2017), and "Default Received Date" (06/05/2017). An "Advanced Options" section contains a "Default Revision" field (E.g. 1, A, 1A or 1.2) and a checkbox "Drawing No. Contains Rev.". At the bottom, there's a checkbox "Get No./Title From Filename" and "Cancel" and "Process" buttons. A red asterisk indicates required fields.

Fig. 3.19 – Exemplo de modelo para *upload* de desenhos no Procore. Fonte: Procore.com

Porém, como mencionado nas desvantagens da plataforma, o processo de upload não é instantâneo. É necessário algum tempo para realizar a leitura dos PDFs pela tecnologia OCR. Após o carregamento dos ficheiros, o usuário recebe uma notificação via e-mail para fazer a revisão e validação da informação criada pela ferramenta OCR. Além disso, a ferramenta *Drawings* permite fazer marcações nos desenhos com diversos estilos, como texto escrito, desenho livre, pins, fotografias e *links* para outros desenhos.

Outras ferramentas como inspeções, observações e relatórios de incidentes são encontradas apenas no Procore. A ferramenta *Inspections* disponibiliza uma maneira fácil de criar um conjunto de listas de inspeções que podem ser reutilizadas e personalizadas individualmente para cada projeto de construção. Inicialmente elabora-se um *template* da inspeção por categoria, como segurança, instalação hidráulica, caixilharias, entre outros. E então posteriormente é criado um modelo em secções dentro de cada categoria e ir adicionando um *check list*/perguntas.

Fig. 3.20 – Exemplo de uma inspeção a realizar no campo por meio de um dispositivo móvel. Fonte: Procore.com

As observações são recursos que podem englobar as mais diversas áreas de trabalho, como trabalhos a concluir, qualidade, segurança e não conformidades. Permite associar documentos ou fotografias a uma secção no *Inspection* quando o estado é considerado falhado (“*FAIL*”). Ao ser criada uma observação é preciso esclarecer o motivo pelo qual o item foi reprovado na inspeção. O usuário pode associar essa observação à pessoa responsável e aguardar por uma resposta. Ao resolver o problema, o responsável pode comprovar seu trabalho através de fotos e documentos anexados à essa observação. E então é possível determinar essa observação como feita ou necessária de reprodução.

A ferramenta *Incidents* presente apenas no Procore é utilizada para garantir que eventos como acidentes e danos em local de obra sejam devidamente documentados. Ela acompanha os problemas relacionados à segurança para que a equipa possa gerenciar riscos, identificar tendências e aproveitar dados valiosos para entender melhor como evitar incidentes infelizes no futuro. Além disso, a ferramenta *Models* do Procore possibilita publicar arquivos de modelo federados do *Navisworks* diretamente no projeto e visualizá-los na *web*. Permite que as equipas de campo consultem rapidamente modelos coordenados em dispositivos móveis, reduzindo erros de instalação e aumentando a produtividade.

Por outro lado, o recurso de especificações presente tanto no Procore quanto no CoConstruct pode ser importante na gestão de projeto. Só que no CoConstruct esse recurso funciona a base de textos que o próprio utilizador escrever para relatar sobre as especificações de uma tarefa ou material/equipamento. Já no Procore existe a ferramenta própria de *Specifications* que, além de armazenar documentos, possui uma tecnologia de análise de texto (*48exto parsing*), semelhante ao processo que ocorre nos desenhos, que permite ao *software* categorizar esses ficheiros com os dados presentes no PDF, como número, título e ordem dos capítulos. No entanto, todas as três aplicações analisadas possuem a capacidade de armazenar documentos, o que também serve para essas especificações se colocadas em uma pasta específica nos arquivos.

Além dessa ferramenta, existem os RFIs e os envios no Procore e no BuilderTrend. O objetivo de uma RFI (*Request for Information*) é eliminar a necessidade de demoradas ações corretivas durante a cadeia de desenvolvimento de um projeto, eliminando dúvidas e confirmando interpretações, como por exemplo a ausência de especificação de um produto. Já o *Submittals* é a ferramenta responsável pelo conjunto de submissões à equipa responsável para aprovação de equipamentos e materiais antes de serem fabricados ou encomendados. Ação importante e necessária para verificação dos produtos para confirmar se estão em conformidade com os documentos de especificação do contrato do projeto.

Existem também as ferramentas presentes no CoConstruct e no BuilderTrend que não são encontradas no Procore, como mensagens e comentários, gerenciamento de relógio e garantia. A primeira, apesar de não ser um recurso próprio do Procore, encontra-se indiretamente por meio das observações, RFIs, marcações de textos e lista de pendências por exemplo, que geram a comunicação entre os intervenientes. O gerenciamento de relógio permite um maior controlo do tempo da equipa presente tanto no escritório como no campo, além de gerenciar suas localizações no mapa. Ferramenta esta que economiza tempo em relatórios de folha de pagamento e beneficia-se pelo maior e mais preciso acompanhamento da equipa. O recurso de garantias eletrônicas simplifica o rastreamento de reclamações, envio de problemas de garantia e o agendamento de consultas. Também anexa arquivos para apoiar uma futura reivindicação.

3.6.3 PREÇOS

No que diz respeito aos valores de compra e aquisição dos *software*, a tabela abaixo apresenta bem essa diferença entre eles.

Tabela 3.3 – Comparação de valores

	Preços			
	Planos disponíveis	Tipo de contrato	Valores por plano e contrato	Valor pelo período de um ano
BuilderTrend	Principal	mensal	\$ 99,00 pelo primeiros 2 meses \$ 349,00 nos restantes meses	\$ 3.688,00
		anual	\$ 2.899,00/ano	\$ 2.899,00
	Plus	mensal	\$ 399,00 pelo primeiros 2 meses \$ 599,00 nos restantes meses	\$ 6.788,00
		anual	\$ 4.999,00/ano	\$ 4.999,00
Procore	Básico	anual	\$ 667,00/mês	\$ 8.004,00
	Médio	anual	\$ 870,00/mês	\$ 10.440,00
	Completo	anual	\$ 1.182,00/mês	\$ 14.184,00
CoConstruct	Standard	mensal	\$ 99,00 pelo primeiros 2 meses \$ 349,00 nos restantes meses	\$ 3.688,00
		anual	\$ 2.899,00/ano	\$ 2.899,00
	Plus	mensal	\$ 399,00 pelo primeiros 2 meses \$ 599,00 nos restantes meses	\$ 6.788,00
		anual	\$ 4.999,00/ano	\$ 4.999,00

É notório verificar que nos *software* BuilderTrend e CoConstruct, que possuem tanto contrato mensal quanto anual, que a segunda opção de contrato é mais viável economicamente e com valor

quase que a metade do contrato mensal. No entanto, a única desvantagem do contrato anual é a necessidade de o pagamento ser total e de uma única vez ao invés de parcelado por mês.

A tabela apresenta na última coluna uma comparação mais realista entre os valores das plataformas pelo período de um ano de uso. Enquanto o CoConstruct e o BuilderTrend apresentam, mesmo pelo plano mais completo, um custo de \$4.999,00 o ano, o Procore apresenta pelo plano mais simples o custo de \$8.004,00.

3.7 COMPARAÇÃO ENTRE AS ATIVIDADES DE CONTROLO UTILIZADAS PELA EMPRESA E O CONTROLO VIA SOFTWARE

Depois de realizada a análise comparativa entre os três *software*, resta saber se a utilização destes atende às necessidades do controlo praticado pela empresa. Dessa forma, o método aplicado para realizar esta comparação foi com base nos documentos emitidos e as atividades realizadas pela empresa (descritos no ponto 2.1.4) e a então capacidade de desenvolvimento destes registos e trabalhos dentro dos *software* estudados.

Tabela 3.4 – Análise da possibilidade de utilização dos *software* para as atividades da empresa

Atividades	Documentos	Software		
		BuilderTrend	Procore	CoConstruct
Controlo de materiais e equipamentos	Aprovação de materiais e equipamentos	✓	✓	✓
	Ficha e registo de validação dos ensaios	✓	✓	✓
Controlo de execução	Inspeção e ensaio	✓	✓	✓
	Registo de não conformidades e ações corretivas	✓	✓	✓
	Pedidos de esclarecimento	✓	✓	✓
Reuniões de obra	Atas de reunião	✓	✓	✓
Visitas à obra	Relatório de visita	✓	✓	✓

Esta análise foi realizada com base no estudo das funcionalidades das ferramentas presentes nas plataformas, todas enquadradas na parte de gestão de projetos.

No que diz respeito ao controlo de materiais e equipamentos, é de fácil perceção que a diferença entre o controlo manual e o controlo digitalizado deve-se essencialmente ao fluxo de informação e o suporte utilizado. O preenchimento do BAME, assim como outros documentos de conformidade, de forma digital é benéfico uma vez que são registos que precisam de assinaturas de vários intervenientes. E dessa forma, faz com que o processo de validação destes documentos seja extremamente mais rápido.

Quanto ao controlo de execução, muitas vezes são necessários pedidos de esclarecimento, método esse que é utilizado por meio de e-mail. Essa solução é relativamente eficaz. No entanto havendo a possibilidade de todos os agentes envolvidos estarem a partilhar o projeto em um *software*, como estes analisados na dissertação, a comunicação torna-se muito mais eficiente uma vez que todos possuem acesso à quase todas as informações em simultâneo.

Relativamente ao controlo administrativo, como reuniões e visitas a obra, realizado de forma manual por meio de documentos físicos que são posteriormente encaminhados por meios

eletrónicos, é uma solução um pouco demorada e ineficiente. Com a utilização de um *software* é possível realizar a ata de reunião em anexo com o seu agendamento, conforme ocorre no Procore (assunto abordado mais a frente na secção 4.8.7).

E quanto às visitas em campo, a possibilidade de ter informações e documentos como desenhos do projeto, lista de pendências, inspeções a realizar e observações, tudo em um só aplicativo é importante para otimizar o tempo de trabalho no campo e reduzir a possibilidade de esquecimento de alguma tarefa. Além de ter em mãos todos os dados relevantes sobre o projeto.

3.8 AVALIAÇÃO FINAL

Os três *software* analisados nesta dissertação cumprem os requisitos determinados pela empresa Buildgest (tema abordado no ponto 3.4). E face à ausência de digitalização junto às atividades desenvolvidas pela empresa, as plataformas BuilderTrend, Procore e CoConstruct são opções consideradas para aquisição.

O Procore, apesar de ser o produto mais caro entre os três, é visivelmente o mais completo em relação às ferramentas de gestão de projetos. Porém o BuilderTrend e o CoConstruct, com base nas ferramentas disponíveis, também aparentam ser plataformas capazes de atender à demanda de trabalho e as atividades que a empresa necessita e oferece.

A ideia inicial da dissertação era elaborar um caso de estudo onde se aplicasse os três *software* em uma obra da empresa, a fim de testar suas ferramentas e ver qual deles responderia melhor às atividades de controlo da qualidade. Entretanto, nenhum dos *software* possuem teste gratuito disponível. Dessa forma, apenas foi possível realizar a aplicação prática do estudo no Procore, uma vez que a empresa Buildgest possui a assinatura e permitiu acesso à autora junto a conta da empresa.

A aplicação prática é descrita no capítulo 4. E é realizada de acordo com os métodos utilizados pela empresa de forma que o Procore seja a tecnologia utilizada para suporte ao trabalho já decorrente.

4

IMPLEMENTAÇÃO DO PROCORE EM OBRA

4.1 INTRODUÇÃO

A Buildgest proporcionou a possibilidade de testar a aplicabilidade do *software* Procore associado a capacidade de integração com um projeto atual da empresa. A capacidade de substituir os relatórios diários preparados pelo fiscal no trabalho como ajuda para produção local é um exemplo de como o Procore pode ajudar na gestão e na capacidade de transmitir informação através de membros da equipa de gestão da construção e dono de obra. O trabalho em questão é um hotel sito no centro no Porto.

4.2 ÂMBITO E OBJETIVO

A aplicação Procore foi testada para compatibilidade com o fluxo de trabalho existente e relacionar com a capacidade de responder aos objetivos delineados, em termos de progresso na digitalização de processos no local, em particular no domínio da obtenção de informações e da partilha de dados com a hierarquia administrativa, promovendo o controlo direto e a gestão ativa.

4.3 ENQUADRAMENTO

A descrita aplicação prática desenvolveu-se ao longo do período de acompanhamento da obra em questão, entre os meses de abril a julho de 2022. Nesta fase, realizavam-se atividades de acabamento. O trabalho desempenhado contou com o apoio da equipa de fiscalização envolvida na obra. Após um estudo detalhado da aplicação e dos desafios enfrentados pela equipa, foi feito um ensaio pioneiro do *software* seguindo a metodologia apresentada no ponto a seguir.

4.4 METODOLOGIA

O método de aplicação do *software* pode ser resumido em três fases:

- Análise do método de controlo utilizado pela empresa;
- Preparação do *software*;
- Aplicação do método no *software*.

4.5 APRESENTAÇÃO DA OBRA

A obra atribuída pela empresa, e aquela que mais se adequou ao desenvolvimento desta dissertação em termos de fase construtiva em que se encontrava, está localizada no centro da cidade do Porto. A atividade do edifício será de serviço hoteleiro.



Fig. 4.1 – Fotografia da fachada do edifício principal durante a ocorrência da obra

O processo da obra foi realizado por meio de uma empresa construtora de médio porte, e acompanhado pela empresa de fiscalização Buildgest, além de contar com duas entidades prestadoras de serviço de arquitetura e as demais empresas de parceiros envolvidas. Por parte da equipa da Buildgest, três fiscais trabalham nesta obra sendo um deles para especialidades elétricas e de AVAC.

A empreitada de construção está repartida em dois edifícios, o principal e o anexo. O edifício principal foi resultado de uma obra de reabilitação, a qual preservou a fachada existente do prédio. Ele é caracterizado por 5 pisos de elevação, onde o rés-do-chão é ocupado pela entrada do hotel, restaurante e área dos funcionários, e acima mais 4 pisos para os quartos. No total serão 44 quartos.

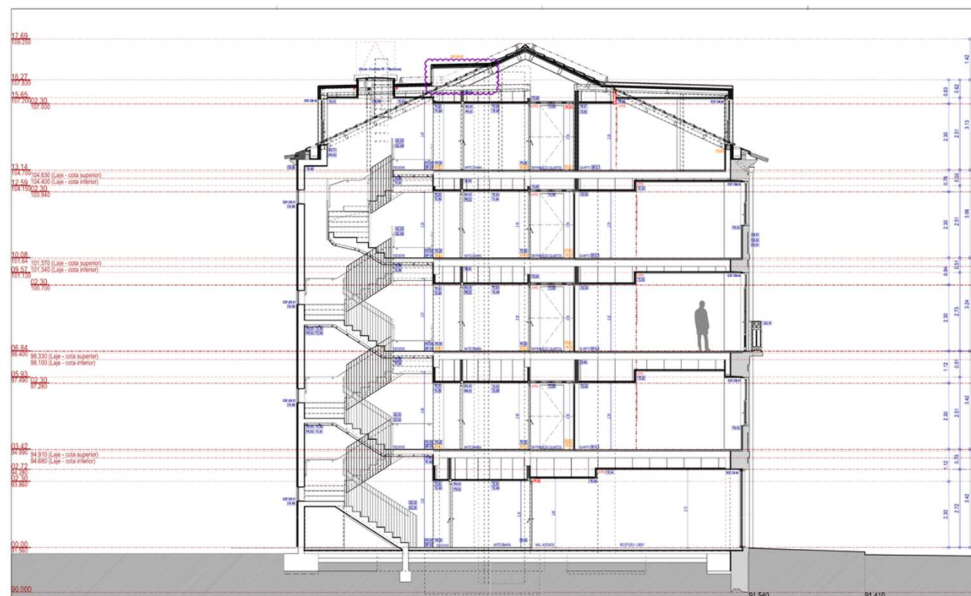


Fig.4.2 – Corte do prédio principal

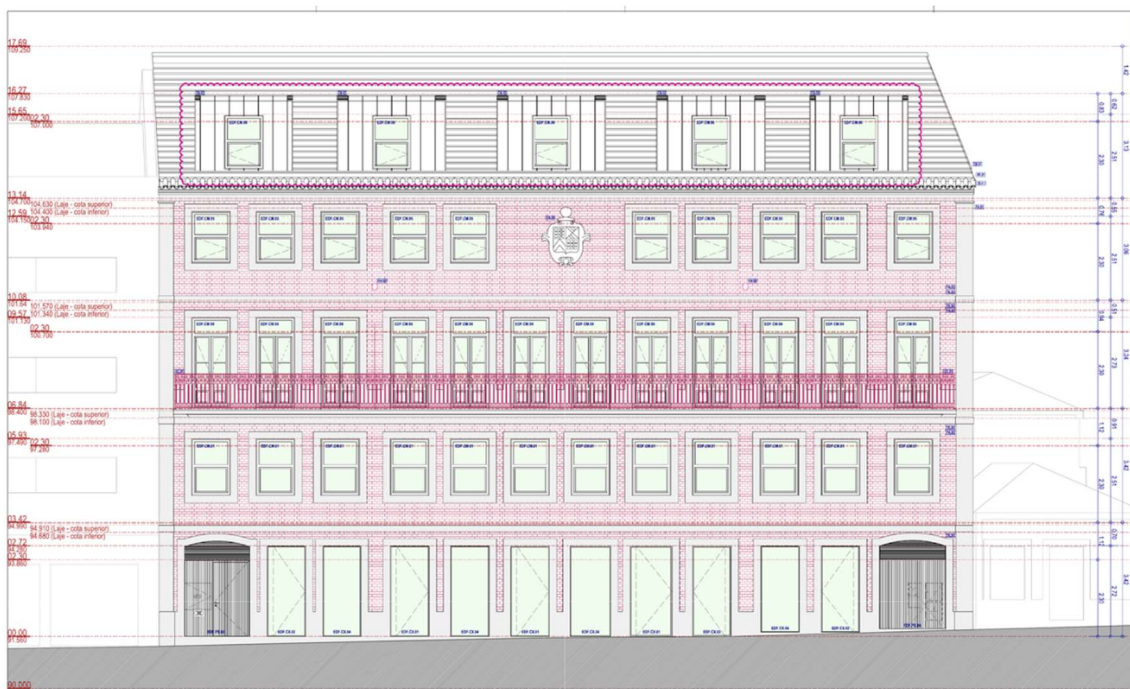


Fig.4.3 – Alçado frontal do prédio principal

Já o edifício anexo apresenta um piso parcialmente enterrado disposto para zona técnica, e possui mais 2 pisos elevados para quartos, totalizando 10 quartos. A figura abaixo mostra um corte onde aparece à esquerda essa construção e à direita uma parte do prédio principal.

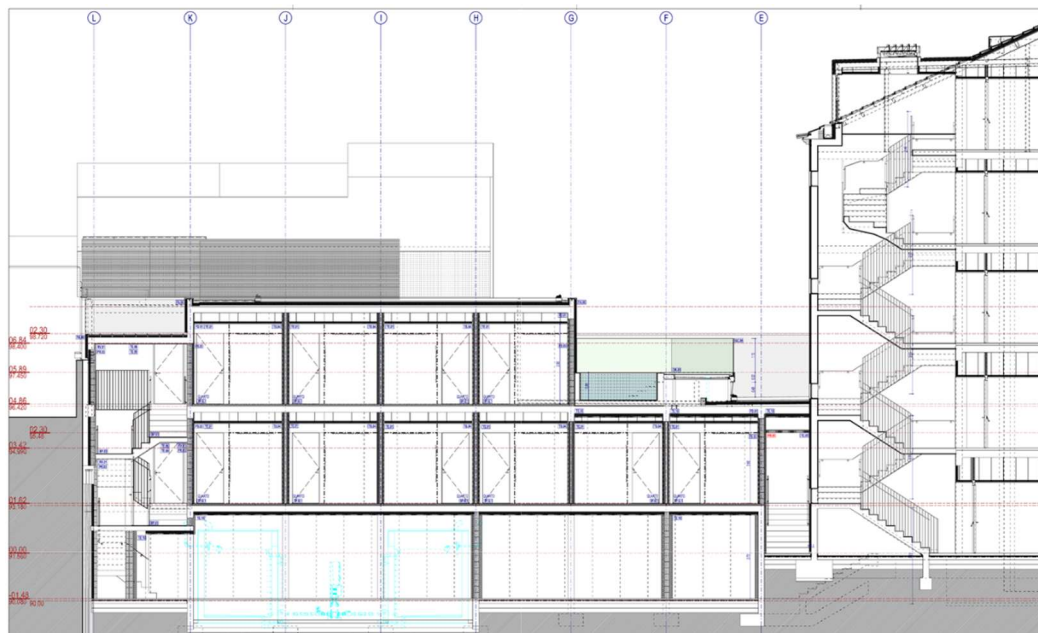


Fig. 4.4 – Corte do edifício anexo e parte do edifício principal

A nível de instalações a construção está equipada com abastecimento de água, águas residuais domésticas e pluviais, sistema de combate a incêndios, equipamentos elétricos, telecomunicações, sistemas de redes de gás, elevadores, e até equipamento de segurança privado. A figura 4.5 apresenta as plantas do térreo e do piso 1 da construção.

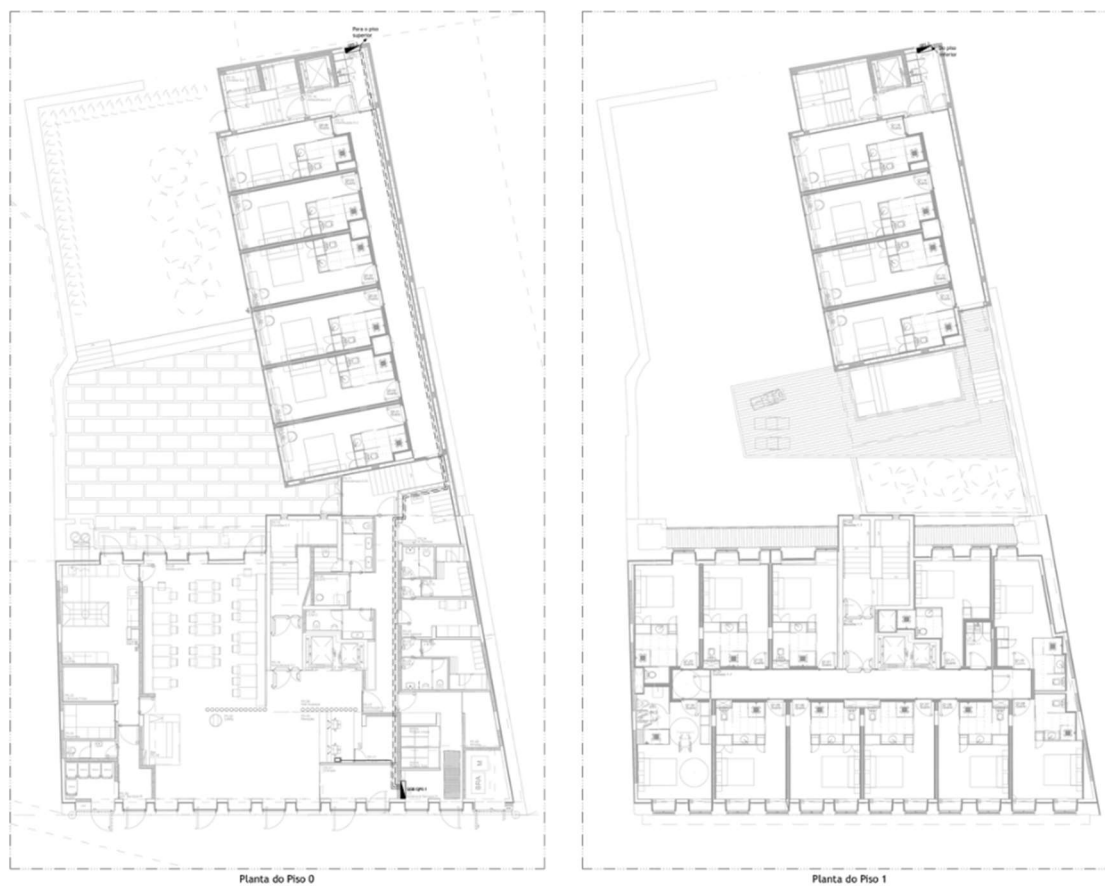


Fig. 4.5 – Plantas do piso térreo e piso 1 (da esquerda para a direita)

4.6 MÉTODOS DE CONTROLO PRATICADOS PELA EMPRESA

4.6.1 CONTROLO DA QUALIDADE E CONFORMIDADE

4.6.1.1 Aprovação de materiais e equipamentos

O boletim de aprovação de materiais e equipamentos (BAME) é um documento em modelo de ficha que define e aprova a escolha da maioria dos materiais e equipamentos que serão utilizados em um trabalho em obra. As propriedades do produto solicitado devem corresponder às características deste conforme detalhado em projeto e no Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ). Geralmente a entidade construtora escolhe os materiais e equipamentos a serem utilizados e a fiscalização e/ou dono de obra autorizam a encomenda e sua aplicação.

Além de informações gerais como identificação e local da obra, número do BAME e nome do dono de obra, o documento modelo utilizado pela Buildgest é composto por assuntos como:

- Identificação do material/equipamento previsto em projeto (designação, nº do artigo no MTQ, referência nas condições técnicas e marca/modelo de referência em projeto);
- Identificação do material/equipamento proposto (marca, modelo, fornecedor);
- Documentação técnica se houver (marcação CE, declaração de desempenho, manual de instruções, catálogo/ficha técnica e fornecedor acreditado pela ANPC)
- Por quem e quando foi elaborado o BAME;
- Análise da fiscalização (quando foi recebido, se está aprovado ou não, data e assinatura);
- Observações.

Além do BAME, a empresa também utiliza um documento de controlo desses boletins. É um modelo de organização para todos os BAME já emitidos, sendo aceites ou não. Dessa forma, os campos a serem preenchidos são o número de identificação do BAME, o material ou equipamento, as datas de movimentação da informação (empreiteiro-fiscalização; fiscalização-projetista; projetista-fiscalização; fiscalização-empreiteiro), o *status* em que se encontra o boletim de aprovação e observações se necessárias.

4.6.1.2 Validação e registo de ensaios

A ficha de registo e validação dos ensaios é utilizado pela empresa quando resultados de ensaios exteriores (realizados por entidades oficiais, por exemplo o LNEC) são recebidos. Os campos de preenchimento da ficha são:

- Identificação do ensaio (tipo de ensaio, local e/ou elemento de construção, documentação anexa e observações);
- Organismo que realizou o ensaio (assinatura, data e referência);
- Análise dos resultados;
- Receção de dados pela fiscalização (data e assinatura);
- Aceitação ou rejeição (se há restrições a serem consideradas, justificação e assinatura).

E como forma de organizar todas as fichas, a empresa produz uma listagem desses registos armazenando informações de cada um, como a designação do ensaio, elemento/zona, número de ensaios, referência do laboratório e o código do arquivo.

4.6.1.3 Inspeção e ensaio

As rotinas de inspeção e ensaio são responsáveis pelo controlo da execução das tarefas de forma a manter a qualidade em obra. O fiscal desempenha o trabalho de percorrer diariamente as obras, às vezes mais de uma vez, com o objetivo de comparar a execução das atividades com as informações detalhadas em projeto.

A empresa Buildgest apresente três documentos relacionados às inspeções e ensaios em obra. O primeiro é o plano de inspeção e ensaio, o qual possui como objetivo definir dentro de um elemento construtivo todas as suas tarefas que precisam de verificação. Neste documento consta a informação da tarefa, a inspeção e ensaio a realizar sobre ela, o objetivo, documentação de apoio, métodos de inspeção e ensaio, ação corretiva e frequência da inspeção. Dependendo de projeto para projeto, é possível que este plano precise passar por modificações consoante necessidade e especificidade. O segundo é a listagem desses planos, que consta com a definição de todos os elementos construtivos que precisam ter um plano de inspeção e ensaio. E por último o documento de registo de plano de inspeção e ensaio, o qual realiza a inspeção do elemento construtivo.

4.6.1.4 Registo de não conformidades e ações corretivas

A constatação de tarefas que não estão a decorrer de acordo com o previsto em projeto por parte da fiscalização são objeto de registos por meio de documentos em formato de ficha. O documento é entregue à empresa de construção responsável e, após a reparação, é realizada uma nova inspeção. Se estiver em conformidade, o registo é arquivado e marcado como resolvido.

As informações a serem preenchidas no boletim de registo de não conformidades e ações corretivas são:

- Elemento ou operação de construção;
- Esboços, fotografias do local e elementos de referência;
- Descrição da não conformidade;
- Descrição das ações corretivas ou preventivas;
- Informação sobre essas ações (entidade executante, por quem foi verificado, se as ações foram eficazes e quem aprovou).

É importante o constante acompanhamento de todos trabalhos, como as rotinas de inspeção e ensaio, para que não conformidades sejam evitadas ou, caso ocorram, sejam detetadas em tempo hábil, evitando o retrabalho. Quando as não conformidades são tratadas como pormenores de menos importância para o resultado e qualidade final, as tarefas acabam por desenvolverem-se mesmo assim. No entanto, quando são de maior gravidade o retrabalho é necessário e inevitável.

Ao lidar com não conformidades mais significativas, o retrabalho pode envolver custos extras não previstos para a entidade construtora como mão-de-obra, materiais e equipamentos. E consequentemente aumenta a possibilidade de atrasos em obra.

Assim como o BAME, a empresa também realiza uma listagem para esses registos de não conformidade. Armazena informações como elemento/operação de construção, código do arquivo, data de abertura e data de fecho, para cada registo criado.

4.6.1.5 Pedido de Esclarecimento

Os pedidos de esclarecimento não se destinam apenas ao esclarecimento de dúvidas, como o próprio nome indica, mas também a obter modificações ao projeto se for cabível. Como são tratados importantes assuntos, esse pedido é realizado por meio de um requerimento. Caso esses pedidos fossem de forma presencial ou por chamada telefónica não haveria registos dos temas tratados ou das decisões tomadas, o que acarretaria facilmente na perda de informações.

Dessa forma, a ficha utilizada pela empresa contém campos para preenchimento a respeito da especialidade relacionada, juntamente com o número de identificação do desenho ou da peça escrita, e documentos em anexo se for necessário, a descrição do assunto, por quem foi elaborado o pedido, a data e a assinatura do mesmo.

Além dessa ficha, a empresa utiliza uma tabela *Excel* para melhor controlo dos pedidos de esclarecimentos solicitados. Cada pedido é organizado de forma a saber o número da ficha, o assunto, as datas de troca de informação entre empreiteiro, fiscalização e projetista (conforme ocorre no controlo dos BAMEs), a situação do pedido e as observações.

4.6.2 CONTROLO ADMINISTRATIVO

4.6.2.1 Relatório de visita

Os relatórios de visita são realizados por meio de um diário de obra. Consiste em um relatório diário que apresenta relatos dos acontecimentos em obra. Na ficha modelo da empresa os campos presentes para preenchimentos são estado do tempo, mão-de-obra presente e trabalhos a decorrer.

4.6.2.2 Atas de reunião

Semanalmente são realizadas reuniões de trabalho na presença da equipa de fiscalização, ou então apenas o fiscal responsável pela obra, como elemento mediador da reunião, com o diretor de obra e o dono de obra. Se justificado, o encarregado, arquiteto, responsável pela segurança da obra, subempreiteiros ou outras partes interessadas podem também estar presentes se a sua presença for uma mais-valia. Embora o intervalo entre essas reuniões seja de uma semana, a periodicidade pode ser modificada de acordo com a demanda e a complexidade dos trabalhos a serem realizados ou então da disponibilidade dos colaboradores.

A fiscalização é a entidade responsável por iniciar a discussão de cada assunto, tendo como objetivo principal resolver todas as questões com o consentimento de todas as partes interessadas. No entanto, caso algum colaborador tenha alguma pergunta é possível com que este inicie um tópico para discussão. Os principais tópicos discutidos envolvem mudanças no projeto, questões pendentes, qualidade e conformidade, custos e planeamento.

Ao final de cada reunião é elaborada a ata pelo fiscal em formato digital, seguindo o modelo já existente, e posteriormente enviada a todos os agentes presentes. A ata de reunião contém diversas secções, como os dados a serem preenchidos sobre a obra (dono de obra, código de identificação e local), sobre a ata (local e número), quem é o relator da reunião, os assuntos a serem abordados e registo das pessoas que estiveram presentes. Os temas dos assuntos abordados são:

- Atas anteriores;
- Planeamento e desenvolvimento de obra;
- Estaleiro;
- Projeto e pedidos de esclarecimento;
- Aprovação de materiais;
- Controlo de qualidade
- Controlo financeiro;
- Licenciamento;
- Assuntos de obra;
- Assuntos gerais;
- Segurança e ambiente;
- Pendentes;
- Próxima reunião.

4.6.2.3 Relatório semanal

Semanalmente é realizado um relatório pelo fiscal fazendo um resumo geral dos acontecimentos em obra face à semana anterior. Assuntos como estado do tempo, mão-de-obra envolvida, trabalhos realizados, boletins de aprovação de materiais e equipamentos, pedidos de esclarecimento e registo fotográfico estão presentes na ficha modelo utilizada pela empresa.

4.7 PREPARAÇÃO DO SOFTWARE

4.7.1 CRIAÇÃO DO PROJETO

Inicialmente o projeto é criado a partir da página *web* do Procore, e então posteriormente os dados podem ser introduzidos por uma plataforma móvel. Ao criar o projeto (Figura 4.6) é necessário preencher os dados solicitados como localização, nome do projeto, descrição, data estimada de início e fim, valor estimado do projeto e a possibilidade de carregar uma imagem do projeto, seja uma fotografia do local antes da intervenção ou uma imagem de como será o trabalho final. E após criada a pasta do projeto, é possível realizar modificações aos dados já inseridos ao entrar na ferramenta *Admin*.

The screenshot shows the 'ADMIN' section of the Procore interface. The main area is titled 'PROJECT INFORMATION' and contains several form fields:

- Name:** A text input field containing 'Sandbox Test Project'.
- Estimated Value:** A text input field with a placeholder '€ Enter Value in €'.
- Estimated Start Date:** A date picker showing 'dd / mm / yyyy'.
- Estimated End Date:** A date picker showing 'dd / mm / yyyy'.
- Projected Finish Date:** A date picker showing '07 / 05 / 2019'.
- Stage:** A dropdown menu with 'Select' as the current option.
- Type:** A dropdown menu with 'Select' as the current option.
- Project Number:** A text input field containing '1234'.
- Logo:** A section for uploading a logo, with a placeholder image and a note: 'Image (JPG, PNG, or GIF) must be 200 x 70 pixels. File Max: 3MB'.
- Photo:** A section for uploading a photo, with a placeholder image.

 On the right side, there is a sidebar with 'PROJECT SETTINGS' (General, Active Tools, Work Breakdown Structure, Working Days, Locations, Equipment, Webhooks) and 'TOOL CONFIGURATION' (Home, Emails, Snag List, Documents). At the bottom right, there is an 'Update' button and a 'Minimise Sidebar' option.

Fig. 4.6 – Interface da criação de um projeto no Procore. Fonte: Procore

Ainda na formatação do projeto, é possível realizar edições quanto as ferramentas ativas disponíveis, dias úteis de trabalho e localizações existentes na construção do projeto conforme camadas de pisos construídos de acordo com o modelo 3D anexado. Essa marcação dos andares em obra é útil quando reportado alguma inspeção, observação ou tarefa na lista de pendências para determinar o local em que a atividade comentada ocorre.

The screenshot shows the 'ADMIN' section of the Procore interface, specifically the 'Active Tools' configuration. The main area is a table with the following columns:

- Select All:** A checkbox to select all tools.
- Core Tools:** A section header.
- Tools:** A list of tools with checkboxes to enable or disable them.
 - Reports:** Tell the story of any project's programme changes, work progress and more.
 - Documents:** Upload, store and organise project documents. Manage revisions, share via email.
 - Directory:** Store contact data for all your project team members.
 - Tasks:** Track and manage action items for the life span of a project.
- Project Management:** A section header.
- Tools:** A list of tools with checkboxes to enable or disable them.
 - Emails:** Organise and archive all project emails.
 - RFIs:** Distribute RFIs via email or fax. Send automated reminders when items are overdue.
 - Submittals:** Track and manage submittals.

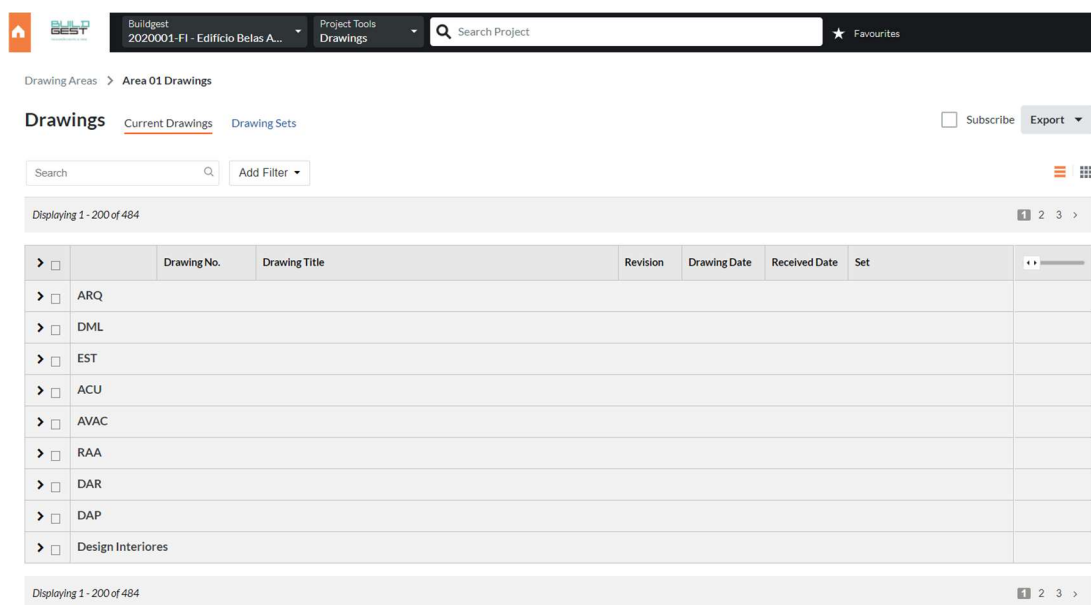
 On the right side, there is a sidebar with 'PROJECT SETTINGS' (General, Active Tools, Work Breakdown Structure, Working Days, Locations, Equipment, Webhooks) and 'TOOL CONFIGURATION' (Home, Emails, Snag List, Documents). The 'Active Tools' section is currently selected.

Fig. 4.7 – Edição das ferramentas disponíveis no projeto. Fonte: Procore

4.7.2 INTRODUÇÃO DE DADOS

Após criado o projeto, são recolhidas informações junto à equipa de fiscalização envolvida na obra acerca do MTQ, plantas de projeto e memória descritiva. Esses dados são importantes uma vez que o preenchimento das informações como materiais e equipamentos a utilizar nos processos vai definir mais a frente as especificações a ter em atenção ao realizar o controlo da qualidade no campo. Estes poderão ser relacionados entre si que, somando aos elementos recolhidos em estaleiro, permitirá a execução de projeções (apresentadas mais a frente na secção 4.8).

Em relação às plantas do projeto estas são executadas em formato CAD, porém para a ferramenta *Drawings*, estas foram sujeitas a uma formatação e transformadas em ficheiros PDF para melhor visualização quando consultadas em campo por dispositivos móveis. Isso ocorre porque é o formato disponível e aceito pelo Procore, e sobre o qual a tecnologia OCR atua (assunto abordado em 3.6.2).



The screenshot shows the Procore 'Drawings' interface. At the top, there's a navigation bar with 'Buildings' (2020001-FI - Edificio Belas A...), 'Project Tools' (Drawings), and a search bar. Below this, the breadcrumb 'Drawing Areas > Area 01 Drawings' is visible. The main section is titled 'Drawings' with tabs for 'Current Drawings' and 'Drawing Sets'. There are 'Subscribe' and 'Export' buttons. A search bar and 'Add Filter' button are also present. The table below lists drawings, displaying 1-200 of 484. The table has columns for Drawing No., Drawing Title, Revision, Drawing Date, Received Date, and Set. The visible rows are:

	Drawing No.	Drawing Title	Revision	Drawing Date	Received Date	Set
> ☐	ARQ					
> ☐	DML					
> ☐	EST					
> ☐	ACU					
> ☐	AVAC					
> ☐	RAA					
> ☐	DAR					
> ☐	DAP					
> ☐	Design Interiores					

Fig. 4.8 – Listagem dos desenhos conforme áreas de atuação

Além do *upload* dos documentos necessários para consulta durante as atividades em obra, é importante introduzir ao projeto criado todos os intervenientes que estão envolvidos na construção. A figura abaixo apresenta os dados necessários para a criação do contacto do interveniente.

034 - Sandbox Test Project | Directory | Favourites | Select an Ap

You are c
get to kn

Add User To Sandbox Test Project

First Name: *

Last Name: *

Email Address: *

Permission Template: * Apply Permission Template Later ▼

Company: * Select A Company ▼

Job Title: *

Advanced: To locate an existing user by their company name, start typing the company name here and then select the user:

Privacy Policy

* required field

Clear Add

Fig. 4.9 – Interface para adicionar um interveniente ao projeto. Fonte: Procore

Ao adicionar as pessoas envolvidas é possível fazer com que elas sejam integradas a outras funções do Procore, tais como designar tarefas, criar equipas de trabalho, seleccionar um líder e na ferramenta *Directory* é possível determinar as permissões de cada um, dependendo da função que eles vão desempenhar no trabalho. Dessa forma evita-se que informações sejam liberadas por pessoas que não possuem concessão e assim são evitadas modificações não autorizadas no projeto.

4.8 APLICAÇÃO AO SOFTWARE

4.8.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

O *Submittals* é a ferramenta utilizada pela empresa construtora para submeter informações para aprovação de materiais e equipamentos à equipa de fiscalização.

A submissão pode ser criada de outras formas além desta de preencher os campos manualmente, como está apresentado na figura 4.10. Pode ser utilizando a aplicação externa Procore *Imports* de duas formas diferentes, usando apenas os *templates* oferecidos pela aplicação ou desenvolvendo as submissões diretamente no aplicativo, ou então pelo *Submittal Builder* que realiza um registo de submissão automático a partir das especificações (*Specifications*).

New Submittal

General

GENERAL INFORMATION

Title: *

Spec Section:

None

Number & Revision: *

274

-

0

Responsible Contractor:

Received From:

?

Type:

Final Due Date:

No approver due dates have been set.

Private: *

☐ Visible only to admins, workflow and distribution-list members.

Location:

Select a Location

?

Linked Drawings: ?

Description: *

B

I

U

≡

≡

≡

≡

≡

≡

≡

≡

✂

📎

📎

📎

Font Sizes

A

▼

A

▼

↶

↷

Attachments:

📎 Attach File(s)

Drag and Drop File(s)

Fig. 4.10 – Interface para criação de uma submissão de material. Fonte: Procore.com

Existem vários campos a serem preenchidos durante a criação, como por exemplo o título, adicionar o empreiteiro responsável pela atividade, a empresa responsável pela criação do *Submittal* e as datas associadas. Estas são utilizadas apenas como referência e não interagem com o fluxo de trabalho, porém ajudam a determinar datas de entrega com base nos dias limite de resposta e de revisão. É possível também introduzir o modelo de apresentação da submissão (informação do produto, documentos, amostras, impressões e desenhos da loja), marcar a caixa de verificação para privado se desejar que seja visível apenas para *Admins*, intervenientes do fluxo de trabalho e os membros da lista de distribuição, selecionar o local destinado em que o trabalho delineado será aplicado e acrescentar qualquer informação adicional relevante sobre a submissão.

Na aplicação de estudo a autora cria uma submissão de um material impermeabilizante que tem como finalidade a aplicação no pavimento das casas de banho e nas paredes da zona do duche. A figura 4.11 apresenta o BAME após criado. Em *Submittal Workflow* é possível adicionar membros extras para aprovarem o boletim ou então serem *submitter*, para além dos incluídos em *general information*.

Submittal #11 Revision 0: Impermeabilização WC

General

GENERAL INFORMATION

Title: Impermeabilização WC

Spec Section: None Submittal Package:

Number & Revision: 11 . 0 Status: Open

Responsible Contractor: Procore (Test Companies) Received From:

Submit By: Issue Date: 22/07/2022

Received Date: 22/07/2022 Final Due Date:

Lead Time: 3 day(s) Required On-Site Date: 27/07/2022

Cost Codes:

Submittal Manager: BG, Teste Procore (Reunior) Type: Product Information

Private: ☐ Visible only to admins, workflow and distribution-list members. Location: Select a Location

Linked Drawings:

Description:
 B I U
 Materiais constituintes:
 - Weberprim universal
 - Banda Weberdry
 - Weberdry 824
 - Rede Weberdry 90
 - Pedra Selo Webercolor

Attachments:

Attach File(s) Drag and Drop File(s)

FDS_weberprim_universal.pdf Fichas_dados_seguranca_weberdry_824.pdf Fichas_Dados_Seguranca_webercolor_sealstone.pdf
 Ficha_Tecnica_webercolor_sealstone.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_banda.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_rede_90.pdf Ficha_Tecnica_weberprim_universal.pdf
 Declaracao_de_Desempenho_webercolor_sealstone.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_824.pdf Declaracao_de_Desempenho_weberdry_824.pdf

SUBMITTAL WORKFLOW

Select from a predefined template or build from scratch

Select a Template...

When will the ball in court shift?

Step	Name	Role	Due Date
1	Cunha, Bruna (Builder)	Approver	27/7/2022

Add Step

Fig. 4.11 – Criação do boletim de aprovação de material/equipamento no Procore

No caso aplicado a localização destinada não foi selecionada uma vez que o material será utilizado em todas as casas de banho dos quartos, tanto no edifício principal quanto no anexo.

O número do BAME e da sua revisão são automaticamente atribuídos quando é criado. É possível também adicionar uma secção a partir do menu da ferramenta *Specification*. Essa ligação permite um *link* de acesso a um documento específico necessário para o BAME. Neste caso não foi aplicado essa conexão ao *Specifications* pois os documentos necessários ao BAME (fichas técnicas, fichas de dados de segurança e declaração de desempenho) foram adquiridos diretamente no site do fabricante e anexados no *Submittal*.

Uma vez criada a submissão, a primeira pessoa no fluxo de trabalho recebe um e-mail que indica que o novo envio requer a sua atenção. Este e-mail contém um resumo dos detalhes de envio, bem como o *link* para ver esta submissão em linha que é levado diretamente para o envio no Procore

responder. O campo *Ball in Court* aponta o responsável naquele momento pela tarefa, neste caso o responsável pela análise e aprovação (Figura 4.12).

* Bruna Cunha
Buildgest
27/07/22
Respond
⋮

▼ GENERAL INFORMATION

Title: Impermeabilização WC	
Spec Section:	Submittal Package:
Number & Revision: 11.0	Status: Open
Submit By:	Submittal Manager: Teste Procore BG
Responsible Contractor: Procore (Test Companies)	Received From: ⓘ
Issue Date: 22/07/22	Received Date: 22/07/22
Final Due Date: 27/07/22	Required On-Site Date: 27/07/22
Lead Time: 3 day(s)	Location:
Cost Codes:	
Private: No	Description: Materiais constituintes: - Weberprim universal - Banda Weberdry - Weberdry 824 - Rede Weberdry 90 - Pedra Selo Webercolor
Ball In Court: Bruna Cunha (Buildgest)	Distribution List:
Type: Product Information	
Linked Drawings: ⓘ	

Fig. 4.12 – Exemplo de BAME enviado para análise

Após análise e aprovação, a pessoa responsável pela resposta envia a sua resposta e fecha o BAME considerando-o como concluído. Caso não tivesse sido aprovado, é enviado uma resposta à pessoa que o criou solicitando mais informações ou a substituição do material, passando a *Ball in Court* para esta pessoa novamente. Depois de concluído, é possível emitir um documento PDF com todas as informações do BAME e seu caminho até a aprovação (Anexo i).



Project: 1234 Sandbox Test Project
 6309 Carpinteria Avenue
 Carpinteria, California 93013

Submittal #11.0 - Impermeabilização WC

Revision	0	Submittal Manager	Teste Procore BG (Reunioes da Construção Unipessoal)	
Status	Open	Date Created	22 Jul, 2022	
Issue Date	22 Jul, 2022	Spec Section		
Responsible Contractor	Procore (Test Companies)	Received From		
Received Date	22 Jul, 2022	Submit By		
Final Due Date	27 Jul, 2022	Lead Time	3 day(s)	
		Cost Code		
Location		Type	Product Information	
Approvers	Bruna Cunha (Buildgest)			
Ball In Court	Teste Procore BG (Reunioes da Construção Unipessoal)			
Distribution				
Description	Materiais constituintes: - Weberprim universal - Banda Weberdry - Weberdry 824 - Rede Weberdry 90 - Pedra Selo Webercolor			

Submittal Workflow

Name	Sent Date	Due Date	Returned Date	Response	Attachments
General Information					Declaração de Desempenho weberdry 824.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_824.pdf Declaração de Desempenho webercolor se alstone.pdf Ficha_Tecnica_weberprim_universal.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_rede_90.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_banda.pdf Ficha_Tecnica_webercolor_sealstone.pdf Ficha_Dados_Segurança_webercolor_sealstone.pdf Ficha_dados_segurança_weberdry_824.pdf FDS_weberprim_universal.pdf
Bruna Cunha	27 Jul, 2022	22 Jul, 2022		Approved	
Comment	Boa tarde, Vim por este meio aprovar o BAME. Devem seguir a solução descrita e validada nas casas de banho. Cumprimentos, Bruna Lobato				

Fig. 4.13 – Imagem do documento emitido

4.8.2 ENSAIOS

O *software* Procore não possui uma ferramenta específica para tratar da validação e registo de ensaios externos a obra. Uma vez que se trata de documentos externos à empresa, estes podem ser armazenados na ferramenta *Documents* com uma pasta própria. Agora, no que diz respeito às fichas de registo e validação dos ensaios, método utilizado pela empresa, estas ainda precisam ser realizadas da mesma forma. Após preenchidas podem ser anexadas juntamente aos ficheiros externos. Nota-se que os ficheiros em formato *Word*, *Excel* e PDF são aceites na ferramenta.

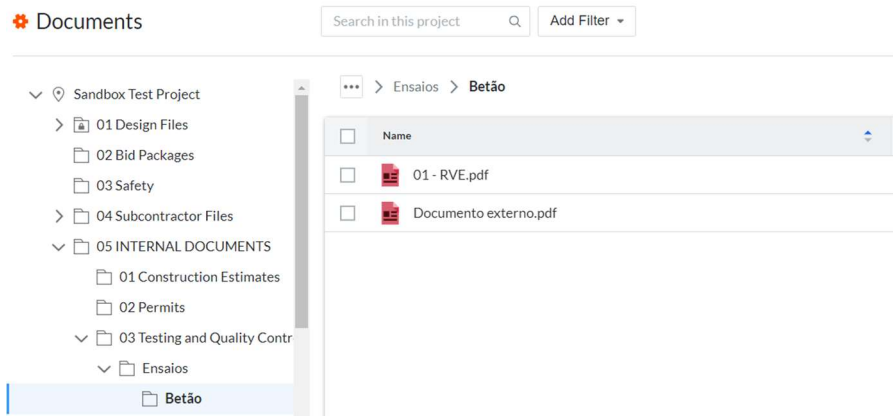


Fig. 4.14 – Organização dos ficheiros de ensaios na ferramenta *Documents*

4.8.3 INSPEÇÃO DA EXECUÇÃO

A ferramenta *Inspections* é o recurso ideal para realizar os planos de inspeção e ensaio da empresa. Ela oferece uma forma simples de criar um conjunto de listas de inspeção que podem ser personalizadas para cada projeto de construção. O processo inicia-se com a categorização de *templates* por tipos de inspeção, como saúde e segurança, ambiente, materiais, controlo de qualidade, entre outros. Em seguida, cada modelo é construído dividindo a inspeção por secções e integrando perguntas a cada uma delas.

A autora produziu um modelo de inspeção para sistemas ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*) em fachadas. No entanto, como a assinatura da empresa Buildgest no Procore não inclui esta ferramenta em seu quadro de dados, não foi possível desenvolver a aplicação diretamente sobre um *template* do *Inspections*. Dessa forma, as secções e as perguntas referentes ao modelo de inspeção sobre o ETICS foram elaboradas no *Excel*.

Inicialmente ao criar o *template*, é necessário inserir nome, tipo, comércio, descrição e anexos se necessários, e a forma que será respondida a inspeção. No exemplo aplicado, os campos são preenchidos da seguinte forma:

- Nome: Sistema ETICS
- Tipo: Controlo de qualidade
- Comércio: Isolamento térmico para exterior
- Forma de resposta: *Pass / Fail / N/A*

New Inspection Template

General Information

Name:*

Type: Select a type

Trade: Select a trade

Description:

Attachments: Attach File(s) or Drag and Drop.

Default Response Phrasing Applies to all items in this template using the Default response set, including past inspections created from this template.

☒ Pass ☐ Fail
☐ Safe ☐ At Risk

+ Add Section

* Required Field

Cancel Create

Fig. 4.15 – Interface para criação do *template* de inspeção. Fonte: Procore.com

A forma de resposta pode ser a determinada como o exemplo aplicado (passar, falhar, não aplicável) ou então como seguro e em risco. Quem determina a forma de resposta é o usuário que está a criar o *template*. No entanto, é possível editar esse formato para alguma pergunta em específico, como mostra na imagem abaixo. Podendo ser respondida por inserção de texto, número, temperatura, sim/não, data e verdadeiro/falso. No exemplo prático foi incluído essa alteração no formato da resposta.

Fall Protection and Perimeter Protection		Response Types	Preview	
1.1	Fall prevention / protection methods reviewed prior to work start	Standard	Pass Fail N/A	×
1.2	Perimeter protection installed per policy and maintained throughout	Safety Responses	Select a response	×
1.3	Personal fall arrest systems used properly when needed	Safety Responses	Select a response	×
1.4	Controlled access zones are established with physical barriers and proper signage	Standard	Pass Fail N/A	×
1.5	Fall arrest system installed and inspected properly by a competent person	Standard	Pass Fail N/A	×

Fig. 4.16 – Alteração de tipo de resposta para um item específico. Fonte: Procore.com

A tabela 4.1 apresenta o modelo de inspeção referente ao sistema ETICS a nível da empresa. Na tabela é possível visualizar a organização quanto às secções, as perguntas (podendo conter comentários como a questão sobre as placas de isolamento térmico a serem utilizadas nas considerações iniciais) e o formato das respostas, para que esteja em conformidade com o método de criação na ferramenta *Inspections*.

Para performar uma vistoria é necessário criar a inspeção dentro do projeto a partir de um *template* já existente, que no caso prático seria o modelo do sistema ETICS. Ao iniciar são inseridas informações como a pessoa que irá realizar a inspeção, a data de realização, localização (como a fachada lateral do edifício, por exemplo), o empreiteiro responsável e se a inspeção é privada ou não.

Tabela 4.1 – Modelo de inspeção para sistema ETICS

Secções	Perguntas	Resposta		
Considerações iniciais	Área aplicada (m²)	inserir número		
	Altura do edifício (m)	inserir número		
	Fixação mecânica	SIM/NÃO		
	Placas de isolamento térmico (EPS, XPS, MW, ICB, Outro)	inserir texto		
	Espessura (cm)	inserir número		
	Tipo de suporte	inserir texto		
	Preparação do suporte	inserir texto		
	Número de fixações/m²	inserir número		
Suportes	Avaliação dos suportes rebocados (se aplicável)	PASS	FAIL	N/A
Verificação na colagem das placas isolantes	Cordão perimetral ou colagem integral	PASS	FAIL	N/A
	Firmeza das placas isolantes	PASS	FAIL	N/A
	Ressaltos na superfície devido a juntas entre placas	PASS	FAIL	N/A
	Qualidade do ajustamento das juntas entre placas	PASS	FAIL	N/A
	Placas em L nos cantos dos vãos	PASS	FAIL	N/A
	Pedaços de placas com dimensão inferior a 20x20 cm	PASS	FAIL	N/A
	Aprumo e perfeição das esquinas	PASS	FAIL	N/A
Tratamento de pontos singulares	Remates executados conforme previsto	PASS	FAIL	N/A
	Colocação das buchas em zona de argamassa (se aplicável)	PASS	FAIL	N/A
	Perfis de esquina (vãos e esquinas)	PASS	FAIL	N/A
	Selagem de juntas com elementos rígidos	PASS	FAIL	N/A
	Perfis de remate com janela	PASS	FAIL	N/A
	Reforço com rede a 45° nos cantos dos vãos	PASS	FAIL	N/A
	Perfis de junta de dilatação (se aplicável)	PASS	FAIL	N/A
Aplicação do revestimento com rede das placas isolantes (1ª camada)	Espessura da argamassa (pelo menos 2mm)	PASS	FAIL	N/A
	Sobreposições da rede (10cm)	PASS	FAIL	N/A
	Superfície da rede esticada, sem ressaltos ou ondulações	PASS	FAIL	N/A
	Posição da rede afastada da superfície da placa	PASS	FAIL	N/A
	Superfície da argamassa consistente	PASS	FAIL	N/A
Aplicação do revestimento das placas isolantes (2ª camada)	Rede não perceptível	PASS	FAIL	N/A
	Superfície sem vincos ou ressaltos	PASS	FAIL	N/A
	Superfície da argamassa consistente	PASS	FAIL	N/A
	Espessura global de pelo menos 4mm	PASS	FAIL	N/A
Aplicação do acabamento final	Aplicação em tempo seco	PASS	FAIL	N/A
	Ausência de "emendas" na transição entre planos de andaime	PASS	FAIL	N/A
	Homogeneidade da textura da superfície	PASS	FAIL	N/A
	Perfeição de remates com elementos externos	PASS	FAIL	N/A
	Selagem das juntas de dilatação com material selante elástico (se aplicável)	PASS	FAIL	N/A
Avaliação final da execução do Sistema ETICS	Superfície sem ondulações relevantes	PASS	FAIL	N/A
	Percepção de cor homogénea	PASS	FAIL	N/A
	Limpeza do local da obra	PASS	FAIL	N/A
Execução de trabalhos complementares ao sistema ETICS	Rufos e capeamentos	inserir texto		
	Selagens	inserir texto		
	Peitoris	inserir texto		

Conforme mencionado acima, os *templates* realizados a nível da empresa podem ser editados a nível do projeto, sem alterar os modelos originais. No caso aplicado, a autora não encontrou a

necessidade de editar o *template* para o projeto em específico por conter todas as informações necessárias.

The screenshot shows the 'Create an Inspection' form in the Procore app. The form is titled 'Create an Inspection' and has a 'Save' button in the top right corner. The form includes the following fields and options:

- Assignee(s):** Pat Project Manager
- Status:** Open, In Review, Closed
- Inspection Date:** Sep 30, 2020
- Due Date:**
- Trade:** General
- Location:**
- Responsible Contractor:**
- Point of Contact:**
- Specification Section:**
- Private:** A toggle switch.

Fig. 4.17 – Criação de uma inspeção ao projeto a partir de um *template* existente. Fonte: Procore.com

A cada pergunta é possível adicionar um recurso para suporte ao analisado, seja a resposta favorável ou não. O recurso pode ser uma fotografia, comentário ou fazer um *link* a uma observação já criada na ferramenta *Observation* (recurso abordado mais a frente em 4.8.6).

The screenshot shows the 'Inspections' section in the Procore app. The interface includes a status bar at the top with the time (3:45 PM), date (Wed Sep 30), and battery level (94%). The 'Inspections' header is visible, along with an 'Edit' button. The main content area displays a list of inspection items, each with a status indicator (checkmark, X mark, or NA) and an information icon (i). A 'Mark Section as NA' button is located above the list. The items are grouped into sections: 'Delivery Inspection' and 'Storage'. Each section has a 'Hide' button next to it.

Item	Status	NA	Info
2.1 Attach photographs of delivery	✓	✗	NA
2.2 Confirm all items on manifest are received	✓	✗	NA
2.3 Attach photograph of delivery ticket	✓	✗	NA
3.1 Confirm that equipment is free from visible damage	✓	✗	NA

Fig. 4.18 – Performance às perguntas da inspeção. Fonte: Procore.com

3:45 PM Wed Sep 30 93%

X Observation Type (Required)

Search

Recents

☐ Non-Conformance

☐ Commissioning

Commissioning

☐ Commissioning

Environmental

☐ Air Quality

☐ Cultural Heritage

☐ Hazardous Materials

☐ Noise

☐ Spill

Fig. 4.19 – *Link* à uma observação existente. Fonte: Procore.com

É possível realizar a inspeção de forma gradual durante o decorrer do trabalho, se for do interesse do usuário. As datas em que são realizadas as vistorias são salvas no documento. Por fim, a pessoa responsável assina eletronicamente e envia para as pessoas envolvidas no assunto.

4.8.4 PEDIDOS DE ESCLARECIMENTO

Os pedidos de esclarecimento no Procore são realizados por meio das RFIs. Elas são constituídas pelas seguintes componentes:

- Informações gerais (número de identificação da RFI, assunto, data de vencimento, quem é o cessionário, responsável pela criação, o empreiteiro responsável, em qual estágio da construção o RFI é feito e o número do desenho referente à pergunta);
- Pergunta relacionada ao projeto de construção;
- Resposta enviada pelo(s) consignatário(s).

GENERAL INFORMATION
Edit

Number: *	12 ?	Due Date: *	02/08/2022 ?
Subject: *	Estrutura Metálica	Status:	Draft
Assignees: *	Gonçalo Ferreira (Buildgest)	Ball In Court:	Bruna Cunha (Buildgest)
RFI Manager: *	Bruna Cunha	Distribution List:	
Created By:	Bruna Cunha	Date Initiated:	
Received From:		Responsible Contractor:	Procore (Test Companies)
Drawing Number:	112 EST PE3 RAG 01 CRG 003 02		
Spec Section:		Location:	
RFI Stage:	Course of Construction		
Programme Impact:	Yes (Unknown)	Cost Code:	
Cost Impact:	N/A	Reference:	
Private:	No ?		

QUESTION *

Friday
22/07/2022
14:54

Question

Boa tarde Engº Gonçalo,

Vimos por este meio alertar que, mantendo o alinhamento da cumeeira conforme o projeto, não é possível colocar uma das vigas metálicas inclinadas, uma vez que colide com a caixa de elevador que foi alterada (em altura), conforme se verifica nas fotografias em anexo.

Aguardamos o vosso parecer e definição com a alteração a efetuar para se prosseguir com os trabalhos da cobertura.

Imagem2.jpg

ACTIVITY

No Activity

Add Response

Fig. 4.20 – Exemplo de RFI

As respostas podem ser realizadas de duas formas diferentes. Diretamente na aplicação do Procore, tanto *web* como por dispositivo móvel, ou então respondendo ao e-mail que é enviado quando a RFI é criada. A segunda opção requer atenção quanto a necessidade de manter o remetente no envio do e-mail para associar a resposta ao pedido de esclarecimento correto.

O número de identificação da RFI é realizado de forma automática pela aplicação, apesar de haver a possibilidade de alterar manualmente. Em relação ao número de identificação do desenho do projeto, que faz referência à pergunta exposta, a autora introduziu o código manualmente. Nos vídeos disponibilizados pelo Procore afirma-se que é possível ir à planta do projeto, na ferramenta *Drawings*, e colocar um “pin” de referência ao RFI criado, assim como mostra na imagem abaixo. No entanto, no momento de realizar a marcação do pino apenas existia a possibilidade de anexar uma lista de pendência (*Punch List*), ferramenta que será analisada mais a frente.

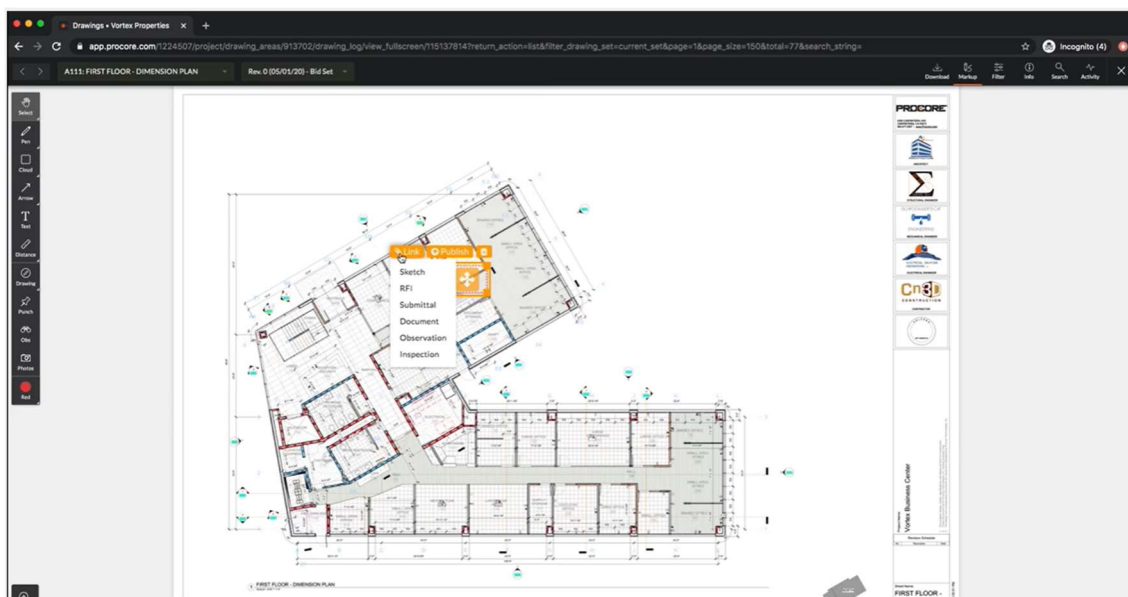


Fig. 4.21 – Exemplo de como marcar o *link* de um RFI no desenho. Fonte: Procore.com

4.8.5 VISITA À OBRA

O Procore disponibiliza a ferramenta *Daily Log* para reportar as visitas à obra de modo muito completo. Se utilizado de maneira regular é possível ser comparado com um livro de trabalhos, onde permite uma melhor visualização do andamento das atividades e se estas estão de acordo com o planeado no cronograma. A ferramenta apresenta diversos campos a serem preenchidos, desde os campos que a empresa determina ser importantes (abordado no ponto 4.6.2.1), até a presença de notas, fotos, equipamentos, inspeções, visitantes, chamadas telefónicas, violações de segurança, acidentes e atrasos.

A permissão de *Admin* no Procore admite realizar a configuração da ferramenta de acordo com o que é importante a ser retratado no relatório diário. Para o projeto em questão todos os tipos de categorias estão ativos, sendo eles o clima, evento de segurança, qualidade, diretiva do proprietário, não conformidade, material e condições externas. E dentro dessas categorias alguns campos estão ativos (Figura 4.22), estes que vão de encontro com o método praticado pela empresa.

☒	Condições meteorológicas observadas	Ocultar dados meteorológicos: ☐
☒	Trabalho Programado	
☒	Mão de obra Horário padrão: 8 Entrada do colaborador: ☐ Incluir funcionários na lista suspensa 'Empresa': ☐	
☒	Equipamento	
☒	Atrasos	
☒	Acidentes	
☒	Inspeções	
☒	Notas	Entrada do colaborador: ☐
☒	Fotos	
☒	Relatório Diário de Construção	Entrada do colaborador: ☐
☐	Telefonemas	
☐	Visitantes	Entrada do colaborador: ☐
☒	Violações de segurança	
☐	Entregas	Entrada do colaborador: ☐
☐	Revisões do Plano	
☐	Quantidades	
☐	Cartões de tempo	
☐	Pular	
☐	Desperdício	
☐	Histórico de alterações	

Fig. 4.22 – Campos ativos no *Daily Log*

Os relatórios diários podem ser realizados enquanto estão no dispositivo móvel ou na plataforma *web*, mesmo que em modo *offline*. Além disso, é possível modificar a forma de visualização no formato de listas para vista do calendário, que oferece uma visão mais geral sobre a ocorrência e a regularidade que estes relatórios são preenchidos.

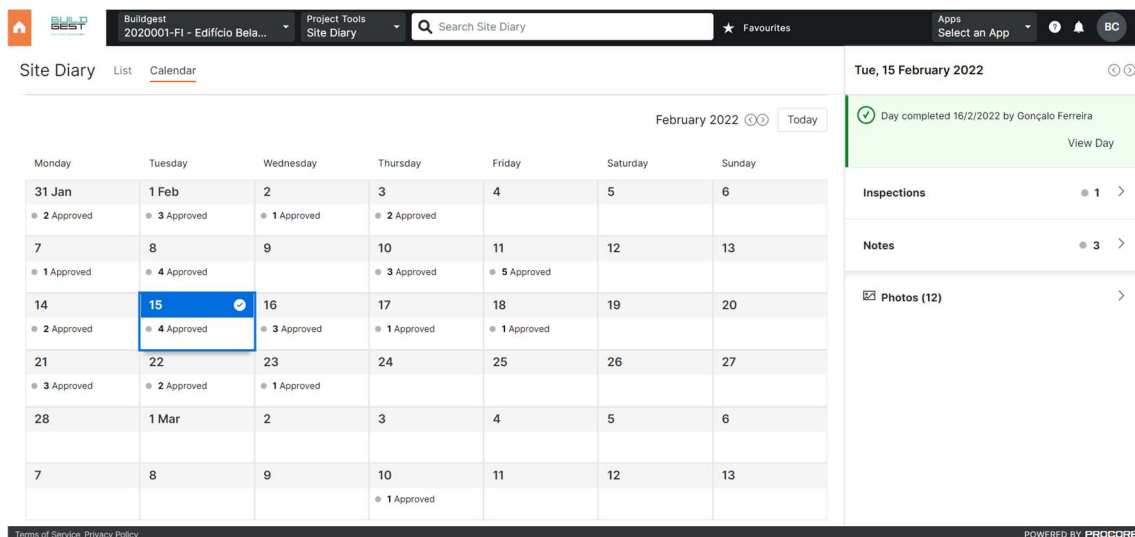


Figura 4.23 – Visualização do calendário

A autora desenvolveu um exemplo de relatório diário em que presenciou em obra no dia 04 de abril de 2022 (Anexo *ii*). A aplicação envolveu a anexação de fotos e notas relevantes para

acompanhamento dos trabalhos realizados no dia, equipamento presente no dia, tempo climático e inspeções aleatórias que foram sendo realizadas conforme era percebido alguma atividade não conforme.

BUILDGEST

Buildgest
R. de António Carneiro 302 A B
Porto, Porto 4300-025
P: +351 22 607 3720

Project: 2020001-F1 - Edifício Beles Artes
Avenida de Rodrigues de Freitas N° 330 a 350
Porto, Porto 4300-096

Site Diary: Monday 4/4/2022

WEATHER REPORT

Temperature			Precipitation Since			Humidity			Windspeed		
Low	High	Avg	Midnight	2 Days Ago	3 Days Ago	Low	Avg	High	Dew	Avg	Max
6°C	16°C	11°C	0.00 cm	0.01 cm	0.01 cm	22%	34%	46%	-5°C	11.0 kmh	16 kmh

DAILY SNAPSHOT

06:00AM	09:00AM	12:00PM	03:00PM	06:00PM	09:00PM
Clear	Clear	Clear	Partly Cloudy	Cloudy	Cloudy
6°C	7°C	11°C	16°C	16°C	13°C

OBSERVED WEATHER CONDITIONS

No.	Time Observed	Weather	Delay	Sky	Temp	Average	Precipitation	Wind	Ground/Sea
1	09:15:00 AM	No							

EQUIPMENT LOG

No.	Equipment Name	Cost Code	Hrs Operating	Hrs Idle	Inspected?	Inspection Time	Location
1	Carrinho betonreira		0.0	0.0	Yes	05:35PM	

Notes:

Equipment Log's Attachments:

Buildgest Page 1 of 4 Printed on 22/7/2022 at 05:52 PM WEST

INSPECTION LOG

No.	Start Time	End Time	Inspection Type	Inspecting Entity	Inspector Name	Location	Area
1	03:15PM	03:40PM	qualidade		Bruna		
Comments:							
2	10:35AM	10:40AM	qualidade		Bruna	Edif. Principal - Piso 4	
Comments:							

Inspection Log's Attachments:

1.


[IMG_2022_04_18_11_36_05.jpg](#)


[IMG_2022_04_18_11_36_05.jpg](#)


[IMG_2022_04_18_11_36_05.jpg](#)

Buildgest Page 2 of 4 Printed on 22/7/2022 at 05:52 PM WEST


[IMG_2022_04_18_11_36_05.jpg](#)

2.


[IMG_2022_04_18_14_29_20_845.jpg](#)


[IMG_2022_04_18_14_29_43_465.jpg](#)

NOTES LOG

No.	Issue?	Location	Comments
1	No	Edif. Principal - Cobertura	Betonagem da laje mista
2	No	Edif. Principal - Piso 4	Impermeabilização em volta da corete

Notes Log's Attachments:

1.


[IMG_2022_04_18_14_29_20_845.jpg](#)


[IMG_2022_04_18_14_29_43_465.jpg](#)

Buildgest Page 3 of 4 Printed on 22/7/2022 at 05:52 PM WEST

2.


[IMG_2022_04_18_14_29_20_845.jpg](#)


[IMG_2022_04_18_14_29_43_465.jpg](#)

By: _____ Date: _____ Copies To: _____

Buildgest Page 4 of 4 Printed on 22/7/2022 at 05:52 PM WEST

Fig. 4.24 – Imagem do relatório

Visto esse relato, posteriormente já em escritório, foram analisados os aspetos importantes percebidos em campo para serem devidamente tratados e encaminhados aos respetivos responsáveis. Essas aplicações foram descritas na secção seguinte.

4.8.6 TRATAMENTO DAS NÃO CONFORMIDADES

As não conformidades podem ser tratadas por duas ferramentas no Procore, o *Punch List* e o *Observations*. As duas são utilizadas para criar e distribuir tarefas a serem realizadas pelos intervenientes responsáveis. A diferença entre elas é que as observações são utilizadas durante todo o período do projeto, enquanto a lista de pendências destina-se a pontos mais específicos.

A assinatura da empresa na plataforma não inclui a ferramenta *Observations*, assim como as *Inspections* como mencionado acima. Dessa forma, sem o caso de aplicação, a autora explica como seria o funcionamento das observações para uma das não conformidades encontradas no relatório diário realizado.

A ferramenta funciona a base de *templates* que são distinguidos por tipos de observação como qualidade, segurança, ambiente, garantia e trabalhos a realizar. Posteriormente é vinculado um título descritivo e o comércio associado ao âmbito de trabalho escolhido. E por fim define-se o responsável pelo acompanhamento e resolução da questão observada.

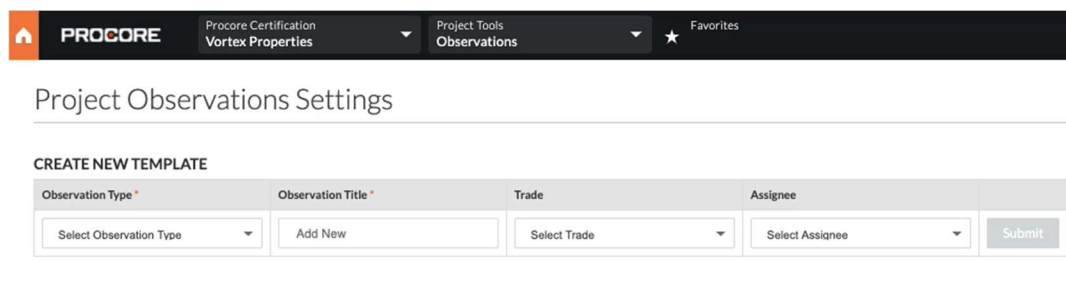


Fig. 4.25 – Interface para criação de um *template* de observação. Fonte: Procore.com

Utilizando um dos casos analisados no relatório diário, o qual é possível verificar uma não conformidade da estrutura metálica fixada ao betão, a observação criada seria:

- Tipo da observação: Qualidade – Não conformidade;
- Título: Superfície danificada;
- Comércio: Betão;
- Cessionário: Empreiteiro.



Figura 4.26 – Superfície de betão danificada junto à estrutura metálica

Depois de concluído o *template* a nível de empresa, é criada a observação a nível de projeto a partir desse *template* onde é possível adicionar anexos, fotos, o local da obra onde se encontra o

problema, lista de distribuição para membros de equipa, data-limite de resolução, notas e o nível de prioridade (alta, média ou baixa).

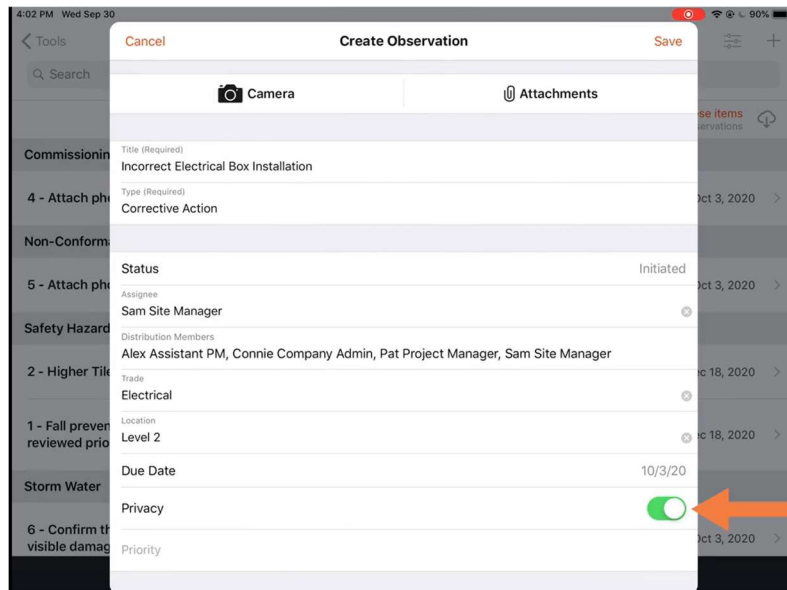


Fig. 4.27 – Exemplo da criação da observação a nível do projeto. Fonte: Procore

Após concluída a observação, esta pode ser enviada via e-mail em formato PDF para qualquer membro além daqueles que já são marcados na lista de distribuição. E dependendo da resposta do cessionário, o usuário criador da observação pode encerrar o processo ou marcá-lo como insatisfatório, retornando ao destinatário.

Já a ferramenta *Punch List* funciona de forma parecida. Uma tarefa pendente pode ser criada diretamente de um desenho em *Drawings* pela marcação de um “pin” (Figura 4.28) ou então na própria ferramenta (Figura 4.29), exatamente como ocorre nas observações. Porém, independente do local de partida, é possível criar a tarefa a partir de um *template* existente ou não. E durante a criação de uma não conformidade, assim como as observações, é preciso definir uma categoria e título.

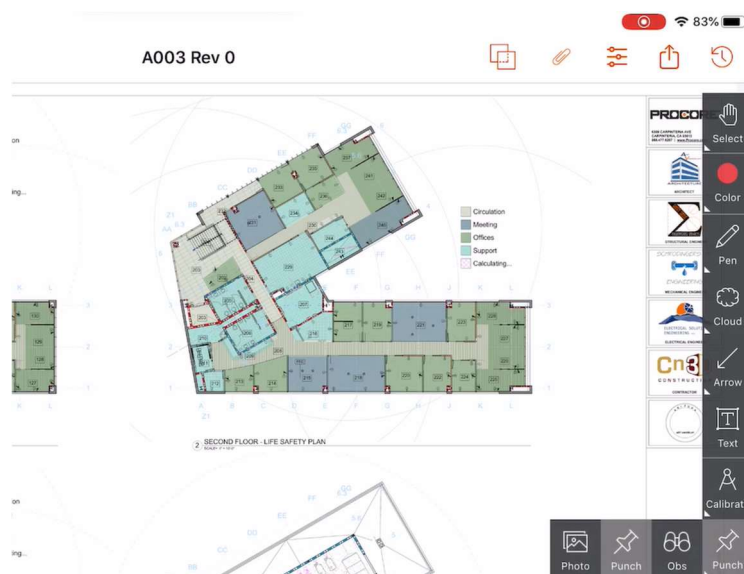
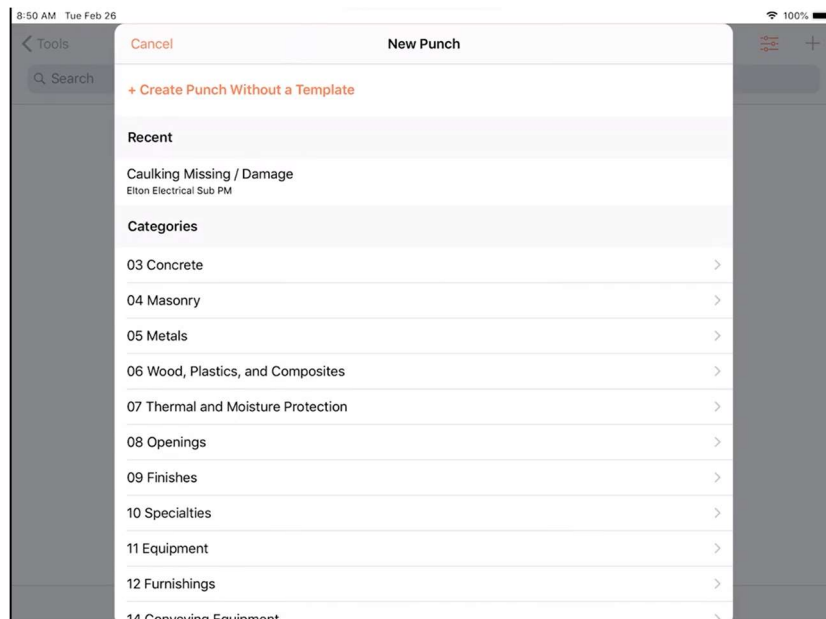


Fig. 4.28 – Criação de um pino no desenho. Fonte: Procore.com

Fig.4.29 – Criação pela ferramenta *Punch List*. Fonte: Procore.com

A autora usou o mesmo exemplo da estrutura metálica para definir o trabalho como não conforme. Inicialmente a autora iria criar a tarefa diretamente de um desenho e utilizando um *template* existente do Procore, porém no momento de marcar o pino e escolher a categoria, apenas apareceram as categorias existentes a nível do projeto. Dessa forma, a autora deve de começar pela ferramenta *Punch List* para criar o título, relacionado a uma categoria, e posteriormente fazer a marcação no desenho.

ITEM INFORMATION				Edit
Title:	Superfície danificada			
#:	7	Status:	Initiated	
Location:		Type:	betão	
Trade:		Priority:	Medium	
Programme Impact:	3 days	Cost Impact:		
Cost Codes:		Linked Drawings:		
Reference:		Private:	No	
Description:	A superfície do betão está danificada na zona de fixação com a estrutura metálica.			
Attachments:	Download All 			

ITEM WORKFLOW			
Creator:	Bruna Cunha (Buildgest)	Date Created:	23/07/22
Snag Item Manager:	Bruna Cunha (Buildgest)	Due Date:	28/07/22
Final Approver:	Bruna Cunha (Buildgest)		
Ball in Court:	Bruna Cunha (Buildgest)	Distribution List:	

ASSIGNEES (1)								All Work Complete
Name	Date Notified	Date Ready for Review	Date Work Not Accepted	Date Resolved	Response	Comment	Attachments	
Cunha, Bruna (Buildgest)					Not Notified			

Fig. 4.30 – Exemplo de uma tarefa em não conformidade

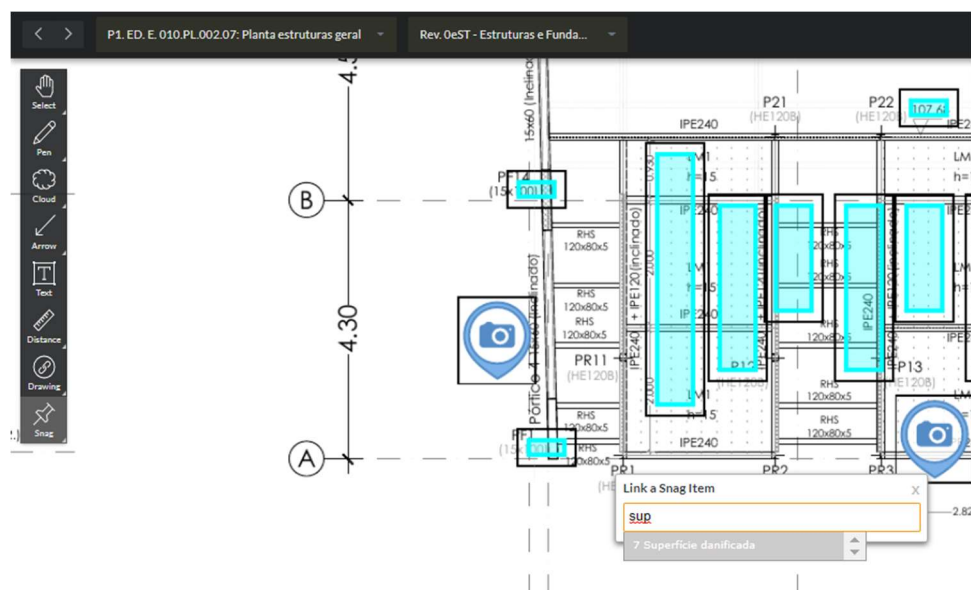


Fig. 4.31 – Marcação da tarefa no desenho

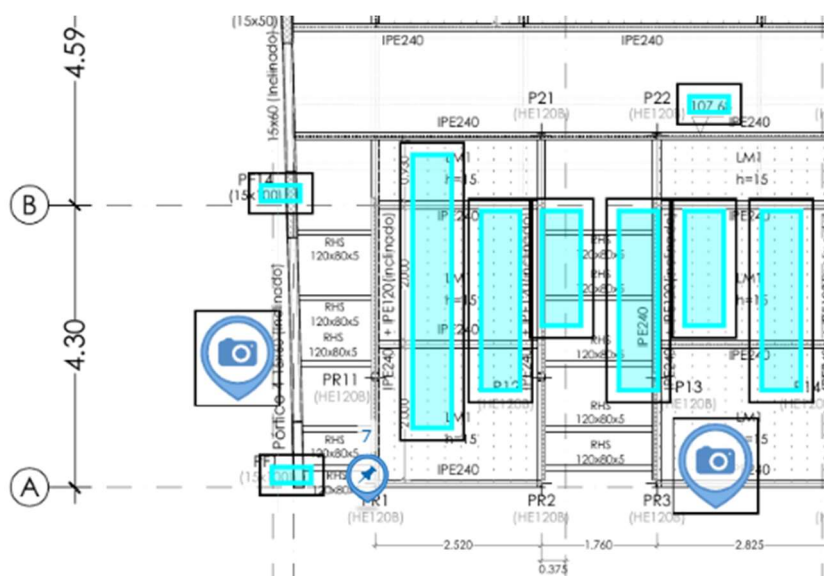


Fig. 4.32 – Pino criado para a tarefa pendente

Assim como as ferramentas já mencionadas anteriormente, esta também permite registar as atividades em um documento PDF. O arquivo referente ao caso exemplo encontra-se no Anexo *iii*.

As duas ferramentas cumprem os critérios da empresa conforme a ficha modelo, apresentando campos como identificação do elemento, local, fotografias/anexos, descrição e pessoas envolvidas. No entanto, dentro das observações e das pendências, não há um campo próprio para ações corretivas. Porém é possível incluí-las juntamente à descrições e notas.

4.8.7 REUNIÃO DE OBRA

O Procore possui a ferramenta *Meetings*, a qual é própria para gestão de reuniões do projeto. Ela atua desde a distribuição da agenda até à execução das atas. Personaliza as características de uma reunião, podendo estas serem pontuais ou periódicas, possibilita convidar diferentes pessoas a participar e designa temas e subtemas que serão tratados. Além disso, ela tem a capacidade de criar reuniões de acompanhamento baseada em uma reunião anterior, permitindo a possibilidade de mover os assuntos para a próxima de forma a manter o trabalho em andamento.

Create A New Meeting

MEETING INFORMATION

Meeting #: *

1

Meeting Name:

Ata de Reunião

Video Conferencing Link:

Log in to Teams

Private Meeting:

☐ Visible only to meeting admins and scheduled attendees

Draft Meeting:

☐

Meeting Date:

25 / 07 / 2022 X

Time zone:

Lisbon X ▾

Start Time:

10:00

End Time:

11:00

Meeting Location:

Estaleiro de obra

Overview:

B I U [bulleted list] [numbered list] [link] [image] [video] 8pt ▾ A ▾ A ▾ ↺ ↻

- BAMEs

- Não conformidades pendentes (punch list)

- RFIs

Attachments:

📎 Attach File(s)

Drag and Drop File(s)

RFIs.pdf X

Lista de pendencias.pdf X

BAMEs.pdf X

Scheduled Attendees:

👤 Cunha, Bruna (Buildgest) X

Select Attendees...

* required field

Cancel

Create

Fig. 4.33 – Interface para criação de reunião

Ao criar a reunião é necessário adicionar um nome a ela, criar uma ligação de videoconferência, data, fuso horário, hora de início e fim, local, atualizar uma visão geral da reunião e incluir anexos relevantes. Além desses campos, é possível adicionar as pessoas a partir da reunião e, se necessário, marcá-la como privada para que usuários externos não tenham acesso.

Anteriormente a reunião é possível descrever os assuntos que serão abordados na Agenda, conforme a figura 4.34 exemplifica. E quando é finalizada, as atas de reunião podem ser enviadas por e-mail ou exportadas para o computador, se o usuário possuir essas permissões.

Agenda de Reunião para Ata de Reunião #1

[Reunião](#)
[Itens Relacionados \(0\)](#)
[E-mails \(0\)](#)
[Histórico de alterações \(2\)](#)

INFORMAÇÕES DA REUNIÃO

Reunião #:

1

Nome da Reunião:

Ata de Reunião

Link da videoconferência:

Reunião Privada:

Não

Projeto de Reunião:

Não

Data da Reunião:

25 de julho de 2022

Fuso horário:

Lisboa

Hora de início:

09:00

Hora de término:

10:30

Local da Reunião:

Estaleiro de obra

Visão geral:

- BAMES em aberto
- Não conformidades pendentes (lista de pendências)
- RFIs

Anexos:

⬇️Baixar tudo

- % Lista de Pendências de Registos.pdf...
- % Pedidos de Esclarecimento - RFIs.pdf...
- % Mapa Registo - BAMES.pdf...

PARTICIPANTES AGENDADOS

Pessoa	Companhia	Aprovação de Minutos Solicitada?
Cunha, Bruno	Buldogxi	Não

AGENDA

≡ 1. BAMES

Agenda #	Origem da reunião	Título	Atribuição	Data de vencimento	Prioridade	Status	Antigo/Novo?
Nenhum item.							

+ Adicionar item

≡ 2. Pedidos de Esclarecimento

Agenda #	Origem da reunião	Título	Atribuição	Data de vencimento	Prioridade	Status	Antigo/Novo?
Nenhum item.							

+ Adicionar item

≡ 3. Pendências

Agenda #	Origem da reunião	Título	Atribuição	Data de vencimento	Prioridade	Status	Antigo/Novo?
Nenhum item.							

+ Adicionar item

+ Criar categoria

Fig. 4.34 – Reunião agendada

4.8.8 RELATÓRIO SEMANAL

Produzir relatórios sobre o projeto por meio do Procore resulta em um trabalho bastante completo. A ferramenta *Reports* fornece à empresa acesso a uma variedade de relatórios detalhando os conjuntos de dados presentes no Procore. Permite também aos utilizadores criar relatórios e painéis de controlo detalhados e personalizados.

80

PROCORE Procore Certification Select a Project Company Tools Reports ★ Favorites Apps Select an App PP

Company Report Reports Dashboards + Create Report

Search

CANNED REPORTS

Report	Description
Projects Overview	Summarizes schedule data for all your company's projects in a single report
User Sessions	Displays user activity for your company, showing who did what in Procore
Outbound Emails Report	Outbound email archive for all projects
Global Vendor Insurance	Displays vendor insurance information for your vendors / subcontractors
All Unexecuted Prime Contract Change Orders	All unexecuted Prime Contract Change Orders and all unpaid Unassociated Change Orders, across all projects
Project Email Addresses & Fax Info	All Inbound email addresses and fax numbers
Job Cost Summary	All Project Costs
Timecards	Timecards
Daily Log Notes Report	Daily Log Notes Report
Assignment Report	All Items assigned to a specific person

Fig. 4.35 – Interface com exemplos de modelos de relatórios propostos pelo *software*. Fonte: Procore.com

A autora produziu alguns exemplos de relatórios semanais referentes ao modelo seguido pela empresa, conforme abordado em 4.6.2.3. Estes documentos encontram-se nos Anexos iv, v e vi.

Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
Job #: 1234 Sandbox Test Project
6350 Carpenteria Avenue
Carpenteria California, 93013

Site Diary Notes For Sandbox Test Project

Date	Created By	Location	Comments	Attachments
17/06/22	Bruno Guitte		Detecção na zona técnica anexa	  

Page 1 of 10

Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
Job #: 1234 Sandbox Test Project
6350 Carpenteria Avenue
Carpenteria California, 93013

Date	Created By	Location	Comments	Attachments
17/06/22	Bruno Guitte	Ground Floor	Material delivered 17/06/22 - Reconstituted	
17/06/22	Bruno Guitte	Ground Floor	Plaster work applied in open frames	 

Page 2 of 10

Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
Job #: 1234 Sandbox Test Project
6350 Carpenteria Avenue
Carpenteria California, 93013

Date	Created By	Location	Comments	Attachments
17/06/22	Bruno Guitte		Cobrir novamente toda a parede da sala - zona legatária	 
17/06/22	Bruno Guitte		Finalização das escadas de planta	

Page 3 of 10

Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
Job #: 1234 Sandbox Test Project
6350 Carpenteria Avenue
Carpenteria California, 93013

Date	Created By	Location	Comments	Attachments
17/06/22	Bruno Guitte			 
17/06/22	Bruno Guitte		Colocação de ETICS em paredes na fachada de anexo para legatária	

Page 4 of 10



Fig. 4.36 – Relatório semanal de 13 a 17 de junho sobre os trabalhos executados com anexação de fotos

Printed on Sun 24 Jul 2022 at 12:33 WEST

Buildgest
Job #: 2020001-FI Edifício Belas Artes
Avenida de Rodrigues de Freitas Nº 330 a 350
Porto, Porto 4300-096

BAME
Semana 11 a 14 de julho

Submittals

Number	Title	Created On	Final Due Date	Status
263	BAM 286 - Central de comando de desenfumagem para exdutores	11/07/2022	19/08/2022	Open
264	BAM 287 - VD CIRC	11/07/2022	19/08/2022	Open
265	BAM 288 - VD REST	11/07/2022	19/08/2022	Open
266	BAM 289 - VD CIRC	11/07/2022	19/08/2022	Open
267	BAM 290 - Difusor de insuflação	11/07/2022	19/08/2022	Open
268	BAM 291 - Pienos isolado para difusor linear de insuflação	11/07/2022	19/08/2022	Open
269	BAM 292 - Pienos para difusor linear de retorno	11/07/2022	19/08/2022	Open
270	BAM 293 - Grelha linear	11/07/2022	19/08/2022	Open
271	BAM 294 - Abenuadores de som circulares	11/07/2022	19/08/2022	Open
272	BAM 296 - ITED	13/07/2022		Open

Fig. 4.37 – Relatório dos BAMEs criados na semana de 11 a 14 de julho



Printed on Sun 24 Jul 2022 at 12:46 WEST

Buildgest
Job #: 2020001-FI Edifício Belas Artes
Avenida de Rodrigues de Freitas Nº 330 a 350
Porto, Porto 4300-096

Pedidos de Esclarecimento

Semana 4 a 8 de Julho

RFIs

RFI #	Subject	Date Initiated	Closed Date	Status
7	EST006 - viga 20x125 pórtico 4 e 3-Piso 1	04/07/2022	11/07/2022	Closed
8	ALV001 - Identificação do tipo e espessuras de Alvenarias	06/07/2022	13/07/2022	Open
9	ARQ_002 - Edifício anexo - Rufos e afastamento paredes vizinhas	06/07/2022	13/07/2022	Closed

Fig. 4.38 – Relatório dos RFIs criados na semana de 4 a 8 de julho

Além da realização dos relatórios, é possível configurar a distribuição e envio deles à equipa interna do projeto, seja em ficheiro PDF ou *Excel*, ou optar por criar uma lista de distribuição por horários para que o envio seja de forma regular. Dessa forma, é possível enviar o documento diariamente, semanalmente (como é o caso da empresa), ou mensalmente para o grupo de distribuição, o que acaba por ajudar na comparação das alterações ao longo do projeto.

DISTRIBUTE NOW

Recipients:

Send As:

*required field

SCHEDULE DISTRIBUTION LIST

Recipients:

Send As:

Frequency:

Settings:

*required field

Fig. 4.39 – Configuração dos relatórios. Fonte: Procore.com

5

CONCLUSÕES

5.1 ANÁLISE CRÍTICA E REVISÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo originalmente proposto é alcançado pelo *software* Procure a partir da conformidade dos resultados do estudo de caso com a aplicação em obra. O aplicativo é uma melhoria marcante em relação ao método atual da empresa. Envolve o processo de execução das fichas e o preenchimento delas de forma que armazenar e organizar todas as informações entregues dentro do aplicativo. Além de permitir uma melhor integração entre os intervenientes e a partilha dos dados.

A partir do trabalho desempenhado notou-se que utilização de aplicativos usados em dispositivos móveis no local da obra facilita o trabalho praticado pela capacidade de captação de imagens e inserção de comentários aos trabalhos analisados, permitindo construir uma maior conexão entre estaleiro e escritório.

A possibilidade de edição e configuração das ferramentas presentes na aplicação torna o *software* adaptável ao projeto, como por exemplo através dos *templates* criados para as inspeções, os itens que compõem o relatório diário, a marcação das reuniões ser realizada na mesma ferramenta em que os assuntos são tratados e descritos para a elaboração das atas e a formação de inúmeros formatos de relatórios com base nas informações contidas no Procure. Para além disso, a configuração de listas de transmissão para as pessoas envolvidas no assunto e o envio automático de *e-mails* é uma condição vantajosa para a transferência automática das informações.

No entanto, a autora notou algumas falhas durante a aplicação. Na ferramenta *Documents*, ao carregar um ficheiro *Word* ou *Excel*, não é possível editar o arquivo dentro da plataforma. É preciso realizar a edição fora do *software* para posteriormente ser recarregado e então adicionado como revisão ao documento inicial. E, além desse problema, quando a autora tentou realizar a introdução de uma nova *Punch List* ao desenho, esta opção não foi disponibilizada conforme era comercializado no vídeo de apoio do curso do Procure. A mesma precisa ir à ferramenta criar a tarefa pendente e retornar ao desenho para fazer a marcação do pino.

5.2 LIMITAÇÕES

No que se refere às limitações sentidas inicialmente ao processo deste trabalho, destaca-se o acesso às plataformas BuilderTrend e CoConstruct. Estas não disponibilizam teste grátis para melhor entendimento das plataformas. Dessa forma, o estudo ficou reduzido aos vídeos encontrados nos sites das respetivas aplicações e as informações apresentadas neles. E por esse

motivo a aplicação do estudo de caso teve de ser apenas desenvolvido no Procore, apesar de serem dois *software* que cumprem os requisitos da empresa e apresentam ferramentas que atendem ao método utilizado por ela.

Em relação as limitações ao nível do *software* Procore, duas foram encontradas. A questão da integração pela partilha de informações entre os intervenientes dentro da aplicação é um dos grandes benefícios disponíveis, porém essa integração da autora com outro utilizador não foi posta em prática. Apesar de ter sido perceptível essa possibilidade. Além dessa, existiu a limitação quanto às ferramentas *Inspections* e *Observations* que não foram possíveis de aplicação por não estarem incluídas à assinatura do Procore da empresa.

5.3 SÍNTESE

Como conclusão do estudo, o Procore é uma grande possibilidade de aplicação a ser utilizada pela empresa conforme a metodologia em que ela trabalha. No entanto, a autora percebeu ao longo do estudo de caso que existe a necessidade de alguma formação dos trabalhadores sobre o uso do *software*. Apesar da plataforma não ser muito complexa e difícil de entendimento, a formação é capaz de delimitar o caminho a seguir e as ferramentas a utilizar para cada atividade desenvolvida pela empresa, uma vez que em alguns casos existem mais de uma forma de aplicar e desenvolver o trabalho, como por exemplo o tratamento das não conformidades.

Além disso, foi possível perceber que no mercado da construção é difícil encontrar aplicativos móveis destinados exclusivamente ao controlo da qualidade. Os três *software* estudados correspondem a plataformas que auxiliam na gestão de projetos e não são especificamente destinados ao controlo da qualidade, apesar de terem funcionalidades internas que o abordam.

5.4 PROPOSTAS FUTURAS

O trabalho desta dissertação acaba por incentivar novos estudos sobre plataformas digitais que contribuem para uma melhor transição das metodologias usuais face à digitalização no que diz respeito ao controlo de qualidade em obra.

Nesse sentido, o estudo sugere o BuilderTrend e o CoConstruct como os *software* de integração ao processo de digitalização no controlo de qualidade, visto que cumprem os requisitos de armazenamento e usuários ilimitados, além de apresentarem aplicações em dispositivos móveis e possuírem valores de aquisição mais reduzidos para as empresas quando comparados ao Procore.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akanmu, A. A., & Anumba, C. J. (2020). Applications of cyber-physical systems in construction. Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (Eds.) (1st ed.). *Construction 4.0 - An Innovation Platform for the Environment*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780429398100-6>
- Burger, R. (2015, January 27). *A Comparison of the Best Construction Software: CoConstruct Vs. BuilderTrend Vs. Procore*. <https://blog.capterra.com/a-comparison-of-the-best-construction-software-co-construct-vs-buildertrend-vs-procore/>
- Carvalho, A. V., Enrique, D. V., Chouchene, A., & Charrua-Santos, F. (2021). Quality 4.0: An Overview. *Procedia Computer Science*, 181, 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.176>
- Cho, Y. S., Jung, J. Y., & Linderman, K. (2017). The QM evolution: Behavioral quality management as a firm's strategic resource. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.05.002>
- 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>
- Dimitrov, A., & Golparvar-Fard, M. (2014). Vision-based Material Recognition for Automated Monitoring of Construction Progress and Generating Building Information Modeling from Unordered Site Image Collections. *Advanced Engineering Informatics*, 28, 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2013.11.002>
- Duarte-Vidal, L., Herrera, R. F., Atencio, E., & Rivera, F. M. (2021). Interoperability of Digital Tools for the Monitoring and Control of Construction Projects. *Applied Sciences* 11, no. 21: 10370. <https://doi.org/10.3390/app112110370>
- Escorcía, V., Dávila, M. A., Golparvar-Fard, M., & Niebles, J. C. (2012). Automated vision-based recognition of construction worker actions for building interior construction operations using RGBD cameras. In *Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World*, Proceedings of the 2012 Construction Research Congress (pp. 879-888). (Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World, Proceedings of the 2012 Construction Research Congress). <https://doi.org/10.1061/9780784412329.089>
- Faria, J. A. (2014). *Gestão de Obra e Segurança*. [Notas de apoio à disciplina de Gestão de Obra, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório FEUP. https://web.fe.up.pt/~construc/go/docs_GO/sebenta/SebentaGOSE20132014pdfunico.pdf
- Friedrich, R., le Merle, M., Gröne, F., & Koster, A. (2011). *Measuring Industry Digitization - Leaders and Laggards in the Digital Economy*. Booz & Company. <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2002-2013/measuring-industry-digitization/strategyand-measuring-industry-digitization-leaders-laggards-digital-economy.pdf>
- GetApp. (2022). *Software de Gestão de Construção Civil*. <https://www.getapp.pt/directory/28/construction-management/software>

- Gheisari, M., Costa, D. B., & Irizarry, J. (2020). Unmanned Aerial System application in construction. Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (Eds.) (1st ed.). *Construction 4.0 - An Innovation Platform for the Environment*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780429398100>
- Golparvar-Fard, M., Peña-Mora, F., & Savarese, S. (2010). Dimensional augmented reality-tools for automated remote progress tracking and support of decision-enabling tasks in the AEC/FM industry. *Proceedings of the 6th International Conference on Innovations in AEC*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000371](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000371)
- Han, K. K., & Golparvar-Fard, M. (2015). Appearance-based material classification for monitoring of operation-level construction progress using 4D BIM and site photologs. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.02.007>
- M Kopsida, I Brilakis, P A Vela. (2015). A Review of Automated Construction Progress Monitoring and Inspection Methods. *Proceedings of the 32nd International Conference of CIB W78, Eindhoven, The Netherlands*, 27-29 October, 421-431
- Leviäkangas, P., Mok Paik, S., & Moon, S. (2017). Keeping up with the pace of digitization: The case of the Australian construction industry. *Technology in Society, Elsevier*, vol. 50(C), pages 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.04.003>
- Lin, Y., & Cheung, W. (2020). Internet of things (IoT) and internet enabled physical devices for Construction 4.0. Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (Eds.) (1st ed.). *Construction 4.0 - An Innovation Platform for the Environment*. <https://doi.org/10.1201/9780429398100-18>
- Mantha, B. R. K., Soto, B. G., Menassa, C. C., & Kamat, V. R. (2020). Robots in indoor and outdoor environments. Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (Eds.) (1st ed.). *Construction 4.0 - An Innovation Platform for the Environment*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780429398100-16>
- Memon, Z. A., Majid, M. Z. A., & Mustaffar, M. (2006). Digitalizing Construction Monitoring (DCM): An Overview of Malaysian Construction Industry and Proposing Prototype Software. *6th Asia-Pacific Structural Engineering and Construction Conference*. http://eprints.utm.my/id/eprint/400/1/ZubairAhmedMemon2006_DigitalizingConstructionMonitoring%28DCM%29Overview.pdf
- Navon, R., & Goldschmidt, E. (2003). Can Labor Inputs be Measured and Controlled Automatically? *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(4). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2003\)129:4\(437\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:4(437))
- Pärn, E. A. (2020). Overview of optoelectronic technology in Construction 4.0. Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (Eds.) (1st ed.). *Construction 4.0 – An Innovation Platform for the Environment*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780429398100>
- Perrier, N., Bled, A., Bourgault, M., Cousin, N., Danjou, C., Pellerin, R., & Roland, T. (2020). Construction 4.0: a survey of research trends. *J. Inf. Technol. Constr.*, 25, 416-437. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.024>
- Phan, A. C., Abdallah, A. B., & Matsui, Y. (2011). Quality management practices and competitive performance: Empirical evidence from Japanese manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.3390/su11113093>

- Pinto, A. A. S. (2018). *Mecanismos de Controlo da Qualidade em Obra recorrendo ao Programa Informático SICCO* [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório FEUP. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/115492/2/284563.pdf>
- Reis, A. G. (2021). *Transformação digital da indústria da construção e gestão global de projetos com recurso a aplicações informáticas*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Beira Interior]. Repositório Digital da UBI. <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/11608>
- Rodrigues, R. C. (2021). *Apontamentos para a unidade curricular de Fiscalização de Obras*. [Notas de apoio à disciplina Fiscalização de Obras, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://pt.scribd.com/document/143248635/Fiscalizacao-de-Obras-Apontamentos-FEUP-Sebenta-v3-0>
- Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (2020). Construction 4.0 – Introduction and overview. Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (Eds.) (1st ed.) *Construction 4.0 – An Innovation Platform for the Environment*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780429398100>
- Shelden, D. R., Pauwels, P., Pishdad-Bozorgi, P., & Tang, S. (2020). Visual and virtual progress monitoring in Construction 4.0. Sawhney, A., Riley, M., & Irizarry, J. (Eds.) (1st ed.) *Construction 4.0 - An Innovation Platform for the Environment*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780429398100-13>
- Sousa, L. R. J. (2021). *Digitalização da Gestão e Controlo da Mão-de-Obra em Estaleiro - Caso de estudo numa empresa de construção em Portugal*. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório FEUP. https://sigarra.up.pt/feup/pt/teses.teses_orientador?p_docente=211412&p_lang=0&p_ord_campo=DATA_INICIO&p_ordem=ASC&p_record_set_size=5&p_sigla=&p_tipo_lista=C&pv_num_pag=2
- Turkan, Y., Bosché, F., & Haas, R. (2012). Toward automated earned value tracking using 3D imaging tools. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 22, pp. 414-421, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.10.003>.
- Vasiliev, V. A., Aleksandrova, S. v., Aleksandrov, M. N., & Velmakina, Y. v. (2020). Possibilities for the Integration of Quality Management Tools and Methods with Digital Technologies. *Russian Metallurgy*, 2020(13), 1649–1652. <https://doi.org/10.1134/S003602952013039X>
- Yamada, T. T., Poltronieri, C. F., Gambi, L. do N., & Gerolamo, M. C. (2013). Why does the implementation of quality management practices fail? A qualitative study of barriers in brazilian companies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 81, 366-370. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.444>
- Yang, J., Park, M. W., Vela, P. A., & Golparvar-Fard, M. (2015). Construction performance monitoring via still images, time-lapse photos, and video streams: Now, tomorrow, and the future. *Advanced Engineering Informatics*, 29(2), 211-224. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.01.011>
- Yang, L. R., O'Connor, J. T., & Chen, J. H. (2007). Assessment of Automation and Integration Technology's Impacts on Project Stakeholder Success. *Automation in Construction*, 16(6), 725–733. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2006.11.005>

ANEXOS

DOCUMENTOS DO PROCORE

Anexo i – BAME



Project: 1234 Sandbox Test Project
 6309 Carpinteria Avenue
 Carpinteria, California 93013

Submittal #11.0 - Impermeabilização WC

Revision	0	Submittal Manager	Teste Procore BG (Reunioes da Construção Unipessoal)
Status	Open	Date Created	22 Jul, 2022
Issue Date	22 Jul, 2022	Spec Section	
Responsible Contractor	Procore (Test Companies)	Received From	
Received Date	22 Jul, 2022	Submit By	
Final Due Date	27 Jul, 2022	Lead Time	3 day(s)
		Cost Code	
Location		Type	Product Information
Approvers	Bruna Cunha (Buildgest)		
Ball in Court	Teste Procore BG (Reunioes da Construção Unipessoal)		
Distribution			
Description	Materiais constituintes: - Weberprim universal - Banda Weberdry - Weberdry 824 - Rede Weberdry 90 - Pedra Selo Webercolor		

Submittal Workflow

Name	Sent Date	Due Date	Returned Date	Response	Attachments
General Information Attachments					Declarao de Desempenho weberdry 824.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_824.pdf Declarao de Desempenho webercolor_sealstone.pdf Ficha_Tecnica_weberprim_universal.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_rede_90.pdf Ficha_Tecnica_weberdry_banda.pdf Ficha_Tecnica_webercolor_sealstone.pdf Ficha_Dados_Segurana_webercolor_sealstone.pdf Ficha_dados_seguranca_weberdry_824.pdf FDS_weberprim_universal.pdf
Bruna Cunha		27 Jul, 2022	22 Jul, 2022	Approved	
Comment	Boa tarde, Vimos por este meio aprovar o BAME. Devem seguir a solução descrita e validada nas casas de banho. Cumprimentos, Bruna Lobato				

Anexo ii – Relatório diário



Buildgest
R. de António Carneiro 302 A B
Porto , Porto 4300-025
P: +351 22 607 3720

Project: 2020001-FI - Edifício Belas Artes
Avenida de Rodrigues de Freitas N° 330 a 350
Porto , Porto 4300-096

Site Diary: Monday 4/4/2022

WEATHER REPORT

Temperature			Precipitation Since			Humidity				Windspeed		
Low	High	Avg	Midnight	2 Days Ago	3 Days Ago	Low	Avg	High	Dew	Avg	Max	Gust
6°C	16°C	11°C	0.00 cm	0.01 cm	0.01 cm	22%	34%	46%	-5°C	11.0 kmh	16 kmh	38 kmh

DAILY SNAPSHOT

06:00AM	09:00AM	12:00PM	03:00PM	06:00PM	09:00PM
Clear	Clear	Clear	Partly Cloudy	Cloudy	Cloudy
6°C	7°C	11°C	16°C	16°C	13°C

OBSERVED WEATHER CONDITIONS

No.	Time Observed	Weather Delay	Sky	Temp	Average	Precipitation	Wind	Ground/Sea
1	09:15:00 AM	No						

EQUIPMENT LOG

No.	Equipment Name	Cost Code	Hrs Operating	Hrs Idle	Inspected?	Inspection Time	Location
1	Camião betoneira		0.0	0.0	Yes	05:35PM	

Notes:

Equipment Log's Attachments:

1.


[1658507779649.945068_tempImage.jpeg](#)
INSPECTION LOG

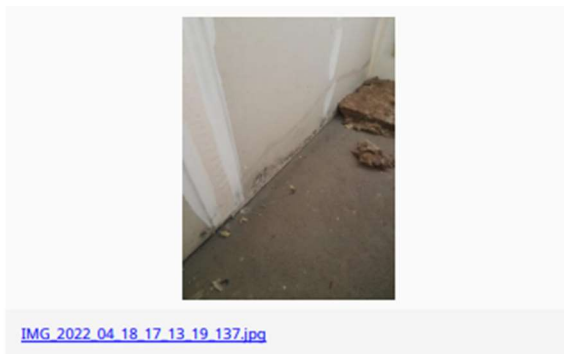
No.	Start Time	End Time	Inspection Type	Inspecting Entity	Inspector Name	Location	Area
1	03:15PM	03:40PM	qualidade		Bruna		
Comments:							
2	10:35AM	10:40AM	qualidade		Bruna	Edif. Principal - Piso 4	
Comments:							

Inspection Log's Attachments:

1.


[IMG_2022_04_18_17_11_36_047.jpg](#)

[IMG_2022_04_18_17_13_02_322.jpg](#)



2.

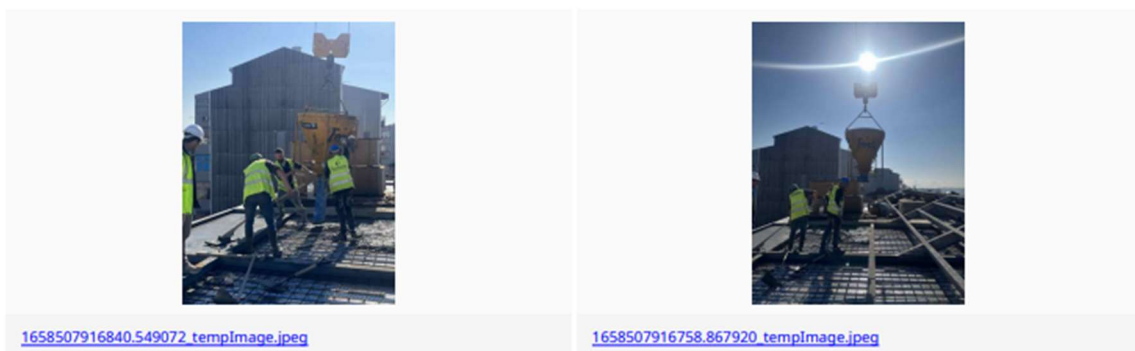


NOTES LOG

No.	Issue?	Location	Comments	
1	No	Edif. Principal - Cobertura	Betonagem da laje mista	
2	No	Edif. Principal - Piso 4	Impermeabilização em volta da corete	

Notes Log's Attachments:

1.



2.



[1658507981841.222168_tempImage.jpeg](#)



[1658507981980.382080_tempImage.jpeg](#)

By

Buildgest

Date

Page 4 of 4

Copies To

Printed on 22/7/2022 at 05:52 PM WEST

Anexo iii – Tarefa pendente

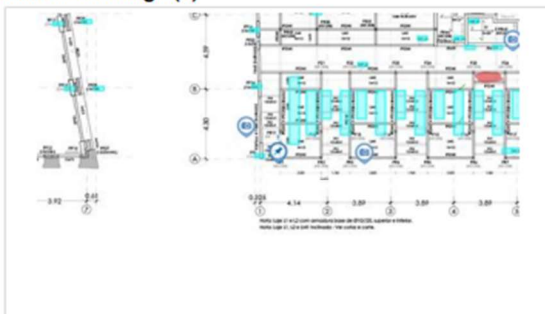


Project: 1234 Sandbox Test Project
6309 Carpinteria Avenue
Carpinteria, California 93013

Snag Item #7 - Superfície danificada

Location		Status	Initiated
Trade		Type	betão
Programme Impact	3 days	Cost Impact	
Cost Code		Priority	Medium
Reference		Private	No
Description	A superfície do betão está danificada na zona de fixação com a estrutura metálica.		

Linked Drawings (1)



[P1_ED_E_010.PL.002.07- Planta estruturas geral Rev.0eST](#)

Attachments (2)

This section includes all files and photos attached to this item throughout all stages of the item's workflow



[IMG_2022_04_18_14_20_20_842.jpg](#)



[IMG_2022_04_18_14_20_43_465.jpg](#)

Item Workflow

Created By	Bruna Cunha (Buildgest)	Date Created	23/07/2022
Snag Item Manager	Bruna Cunha (Buildgest)	Date Due	28/07/2022
Final Approver	Bruna Cunha (Buildgest)	Action Required by	Bruna Cunha (Buildgest)
Distribution			

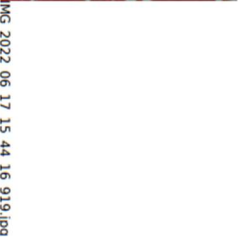
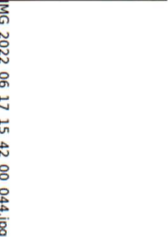
Anexo iv – Relatório semanal sobre trabalhos diário



Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
 Job # : 1234 Sandbox Test Project
 6309 Carpinteria Avenue
 Carpinteria California. 93013

Site Diary Notes For Sandbox Test Project

Date	#	Created By	Location	Comments	Attachments
17/06/22	3	Bruna Cunha	Betonilha na zona técnica anexo		  

Date	#	Created By	Location	Comments	Attachments
17/06/22	2	Bruna Cunha	Ground Floor	Material alapharock 225/50 - Rockwool	  
17/06/22	1	Bruna Cunha	Ground Floor	Pladur a ser aplicado no piso térreo	     



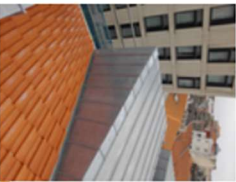
Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
 Job #: 1234 Sandbox Test Project
 6309 Carpinteria Avenue
 Carpinteria California. 93013

Date	#	Created By	Location	Comments	Attachments
					 IMG_2022_06_17_15_43_22_531.jpg
17/06/22	4	Bruna Cunha		Coletor levemente torto devido a presença da grua - zona logradouro	 IMG_2022_06_17_16_11_57_849.jpg
17/06/22	5	Bruna Cunha		Execução das escadas da piscina	 IMG_2022_06_17_16_35_06_939.jpg

Date	#	Created By	Location	Comments	Attachments
					•  IMG_2022_06_17_16_35_17_367.jpg •  IMG_2022_06_17_16_35_33_433.jpg
15/06/22	1	Bruna Cunha		Execução do ETICS em pausa na fachada do anexo para logradouro	•  MG_2022_06_15_12_00_27_475.jpg •  MG_2022_06_15_12_00_31_775.jpg

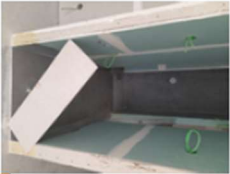


Date	#	Created By	Location	Comments	Attachments
15/06/22	2	Bruna Cunha		Ausência de peça ao final da placa de isolamento térmico na zona da piscina (sistema ETCS)	 IMG_2022_06_15_15_34_33_590.jpg
14/06/22	1	Bruna Cunha		Telhas em conformidade	 IMG_2022_06_14_10_21_49_958.jpg IMG_2022_06_14_10_21_55_325.jpg

Date	#	Created By	Location	Comments	Attachments
					 MG_2022_06_14_10_22_08_853.jpg  MG_2022_06_14_10_22_52_146.jpg  MG_2022_06_14_10_23_53_818.jpg



Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
Job #: 1234 Sandbox Test Project
6309 Carpinteria Avenue
Carpinteria California, 93013

Comments					Attachments	
Date	#	Created By	Location			
14/06/22	2	Bruna Cunha		Construção de escadas na zona do logradouro com bloco de betão	 IMG_2022_06_14_10_43_34_297.jpg	
13/06/22	1	Bruna Cunha	First Floor	Aplicação de cerâmica nas casas de banho do anexo. Verificar se alinhamento está conforme desenhos de projeto	 IMG_2022_06_13_15_46_29_574.jpg  IMG_2022_06_13_15_46_37_271.jpg	



Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
Job #: 1234 Sandbox Test Project
6309 Carpinteria Avenue
Carpinteria California. 93013

Date	#	Created By	Location	Comments	Attachments
					 IMG_2022_06_13_15_47_56.894.jpg  IMG_2022_06_13_15_48_05.130.jpg  IMG_2022_06_13_15_50_07.055.jpg



Comments					Attachments	
Date	#	Created By	Location			
					 IMG_2022_06_13_15_50_17_265.jpg	
13/06/22	2	Bruna Cunha		Aplicação de pladur no corredor do piso 4 do edifício principal	 IMG_2022_06_13_16_10_26_699.jpg  IMG_2022_06_13_16_10_34_005.jpg	



Printed on Sun 24 Jul 2022 at 14:54 GMT
Job #: 1234 Sandbox Test Project
6309 Carpinteria Avenue
Carpinteria California. 93013

Comments				Attachments
Date	#	Created By	Location	
				 IMG_2022_06_13_16_10_39_134.jpg

Anexo v – Relatório semanal dos BAMEs



Printed on Sun 24 Jul 2022 at 12:33 WEST
Buildgest
Job #: 2020001-FI Edifício Belas Artes
Avenida de Rodrigues de Freitas Nº 330 a 350
Porto, Porto 4300-096

BAME

Semana 11 a 14 de Julho

Submittals

Number	Title	Created On	Final Due Date	Status
263	BAM 286 - Central de comando de desenfumagem para exutores	11/07/2022	19/08/2022	Open
264	BAM 287 - VD CIRC	11/07/2022	19/08/2022	Open
265	BAM 288 - VD REST	11/07/2022	19/08/2022	Open
266	BAM 289 - VID CIRC	11/07/2022	19/08/2022	Open
267	BAM 290 - Difusor de insuflação	11/07/2022	19/08/2022	Open
268	BAM 291 - Pienos isolado para difusor linear de insuflação	11/07/2022	19/08/2022	Open
269	BAM 292 - Pienos para difusor linear de retorno	11/07/2022	19/08/2022	Open
270	BAM 293 - Greiha linear	11/07/2022	19/08/2022	Open
271	BAM 294 - Atenuadores de som circulares	11/07/2022	19/08/2022	Open
272	BAM 296 - ITED	13/07/2022		Open

Anexo vi – Relatório semanal dos pedidos de esclarecimento



Printed on Sun 24 Jul 2022 at 12:46 WEST

Buildgest
Job #: 2020001-FI Edifício Belas Artes
Avenida de Rodrigues de Freitas Nº 330 a 350
Porto, Porto 4300-096

Pedidos de Esclarecimento

Semana 4 a 8 de Julho

RFIS

RFI #	Subject	Date Initiated	Closed Date	Status
7	EST006- viga 20x125 pórtico 4 e 3-Piso 1	04/07/2022	11/07/2022	Closed
8	ALV001 - Identificação do tipo e espessuras de Alvenarias	06/07/2022	13/07/2022	Open
9	ARQ_002 - Edifício anexo - Rufos e afastamento paredes vizinhas	06/07/2022	13/07/2022	Closed