

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O CONTROLO DA CONFORMIDADE EM OBRA

Modelo de Dados para Aplicação Web

RUI MICAEL SILVA BESSA

PROGRAMA DOUTORAL EM ENGENHARIA CIVIL

Orientador: Professor Doutor Rui Calejo Rodrigues

NOVEMBRO DE 2020

PROGRAMA DOUTORAL EM ENGENHARIA CIVIL 2019/2020

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@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

Fax +351-22-508 1440

✉ 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 *Programa Doutoral em Engenharia Civil - 2019/2020 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2020*.

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.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às seguintes pessoas pela realização desta dissertação:

Ao meu orientador Professor Rui Calejo por todo o apoio prestado, pela confiança e motivação neste trabalho.

A toda a equipa GoUpBuzz pelo magnífico trabalho na programação do SICCO.

Aos vários intervenientes das empresas que possibilitaram a utilização do software, nomeadamente da Mota Engil, ACA, SOPSEC, AlfaPlan, Cardim Consulting, Teixeira e Duarte, Openline.

A todos os mestrados co-orientador por mim pelo excelente trabalho, interesse e disponibilidade que contribui profundamente nos testes em obra do modelo desenvolvido.

Ao Dr. Paulo Pereira da Mota Engil África, SA, por todo o apoio prestado durante a estadia em Moçambique no decorrer da aplicação do modelo desenvolvido na presente dissertação.

Ao Eng. Pedro Meda pela sua disponibilidade e pela disponibilização de acesso ao PRONIC.

Aos Professores Jorge Moreira da Costa e João Pedro Poças Martins pelo apoio no desenvolvimento desta dissertação.

Ao Daniel pelo apoio e amizade durante todo o percurso universitário.

Ao meu Pai,

RESUMO

O controlo da conformidade dos trabalhos durante a fase de execução de uma obra, seja executado internamente pelo empreiteiro, ou externamente pela fiscalização, não tem evidências, reage a factos e carece de uma abordagem sistemática e metódica que permita registar a informação derivada das ocorrências ao longo da obra. As lacunas de informação neste controlo, afetam diretamente a qualidade final da obra, tendo impacto nos custos diretos e indiretos durante a fase de construção, mas também na fase de utilização de um edifício ou infra estrutura. Acrescenta-se também que, os métodos tradicionais utilizados no controlo da conformidade no âmbito das organizações portuguesas envolvidas, exige uma indexação temporal dos responsáveis excessiva no que concerne à compilação da informação mas, deficitária no controlo efetivo e otimização do mesmo. Mais ainda, permite que ocorram erros sistemáticos nos projetos de construção, dificulta a determinação das causas e origens dos mesmos, impedindo assim a sua mitigação através de ações preventivas.

No presente trabalho desenvolveu-se uma metodologia que permite o registo e gestão de ocorrências relativas ao controlo da conformidade dos trabalhos, através de uma aplicação web suportada por tecnologia mobile e cloud.

A metodologia apresentada foca-se numa abordagem sistemática que inclui a compilação de informação “As-Built”, suportada por algoritmos de cálculo que permitem identificar o desempenho da conformidade dos trabalhos controlados ao longo da obra, tendo em conta dados históricos, de forma a possibilitar tomadas de decisão suportadas na informação em tempo real. O modelo desenvolvido foi validado em obras de construção, na perspetiva do empreiteiro e da fiscalização, num contexto de estudo de caso. As conclusões deste trabalho permitem constatar que a metodologia desenvolvida resulta em maior assertividade no controlo da conformidade, proporcionando registos completos com informação organizada e menores encargos para quem controla os trabalhos.

PALAVRAS-CHAVE: Controlo da Conformidade em obra; tecnologia mobile e cloud na construção; Modelo de Controlo da Conformidade; SICCO.

ABSTRACT

The quality compliance checking of construction works during the execution phase, whether performed internally by the contractor, or externally by the consultant firm, has no evidence, reacts to facts and lacks a systematic and methodical approach that allows to record the information derived from the occurrences throughout the work. The information gaps in this control, directly affect the final quality of the work, having an impact on the direct and indirect costs during the construction phase, but also in the maintenance phase of building or infrastructure. More over, the traditional methods used in the control of conformity in the scope of the Portuguese organizations **involved**, requires an excessive indexation of those responsible **in relation to** the compilation of information, **but deficient** in the effective control and optimization thereof. Furthermore, it allows systematic errors to occur in construction projects, makes it difficult to determine their causes and origins, thus preventing their mitigation through preventive actions.

In the present work, a methodology was developed that allows the registration and management of occurrences related **to quality compliance checking** of construction works, through a web application supported by mobile and cloud technology.

The presented methodology focuses on a systematic approach that includes the compilation of “As-Built” information, supported by calculation algorithms that allow to identify the performance of the compliance of the controlled works along the work, taking into account historical data, in order to enable decision making based on real-time information. The developed model was validated in construction works, from the perspective of the contractor and the consultant firm, in a context of case study.

The conclusions of this work show that the methodology developed results in greater assertiveness in the **control of compliance**, providing complete records with organized information and lower charges for those who control the work.

KEYWORDS: Onsite Compliance Checking; Mobile and cloud technology in building construction; Compliance Checking framework; SICCO.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE QUADROS.....	xviii
ÍNDICE DE EQUAÇÕES.....	xx
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. AUTORIA E MOTIVAÇÃO PESSOAL	1
1.2. ENQUADRAMENTO	1
1.3. PRÁTICA PROFISSIONAL	2
1.4. ÂMBITO E OBJETIVOS	3
1.5. QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO	4
1.6. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E ESTRUTURA.....	5
2. CONCEITOS.....	7
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
2.2. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO	8
2.3. NÃO CONFORMIDADE E REWORK.....	9
2.4. OS CUSTOS DA (NÃO) QUALIDADE	9
2.5. MODOS E MECANISMOS DE CONTROLO.....	11
2.6. CONTROLO DA CONFORMIDADE EM OBRA	13
2.7. PROCEDIMENTOS DO CONTROLO DA CONFORMIDADE.....	15
2.7.1. ROTINAS DE INSPEÇÃO DOS TRABALHOS	15
2.7.2. RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA	15
2.7.3. FICHAS DE CONTROLO DA CONFORMIDADE.....	17
2.7.4. REUNIÕES DE PREPARAÇÃO DE OBRA.....	18
2.7.5. PLANO DE CONFORMIDADE.....	19
2.7.6. NÃO CONFORMIDADES.....	20
2.7.7. ORDENS DE SERVIÇO/COMUNICAÇÃO DE OBRA.....	22
2.7.8. PEDIDO DE INFORMAÇÕES (RFI)	23

2.8. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NO CONTROLO DA CONFORMIDADE	24
2.9. TECNOLOGIA MOBILE E CLOUD COMPUTING	26
2.10. BUILDING INFORMATION MODELING.....	27
2.11. DOCUMENTAÇÃO “AS-BUILT”	27
3. FUNDAMENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA	29
3.1. INTRODUÇÃO	29
3.2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	30
3.3. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO	30
3.3.1. OBRA I – FISCALIZAÇÃO DE REABILITAÇÃO COMPLEXA.....	31
3.3.1.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO	32
3.3.1.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA	32
3.3.1.3. GESTÃO DOCUMENTAL “AS-BUILT”	32
3.3.1.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO.....	33
3.3.1.5. REGISTOS DIÁRIOS DE OBRA.....	33
3.3.1.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS.....	33
3.3.1.7. GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES.....	33
3.3.1.8. CONCLUSÕES	34
3.3.2. OBRA II – CONTROLO INTERNO EM COMPLEXO HABITACIONAL EM MOÇAMBIQUE	35
3.3.2.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO	35
3.3.2.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA	36
3.3.2.3. GESTÃO DOCUMENTAL “AS-BUILT”	36
3.3.2.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO.....	36
3.3.2.5. REGISTOS DIÁRIOS DE OBRA.....	37
3.3.2.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS.....	37
3.3.2.7. GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES.....	38
3.3.2.8. CONCLUSÕES	38
3.3.3. OBRA III – FISCALIZAÇÃO DE OBRA DE GEOTECNIA	39
3.3.3.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO	39
3.3.3.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA	39
3.3.3.3. GESTÃO DOCUMENTAL “AS-BUILT”	39
3.3.3.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO.....	40
3.3.3.5. REGISTOS DIÁRIOS DE OBRA.....	40

3.3.3.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS.....	41
3.3.3.7. GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES.....	42
3.3.3.8. CONCLUSÕES	42
3.3.4. OBRA IV – CONTROLO INTERNO EM SUB-EMPREITADA DE PAVIMENTOS INDUSTRIAIS	43
3.3.4.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO	46
3.3.4.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA	46
3.3.4.3. GESTÃO DOCUMENTAL “AS-BUILT”	46
3.3.4.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO.....	46
3.3.4.5. REGISTOS DIÁRIOS DE OBRA.....	46
3.3.4.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS.....	46
3.3.4.7. GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES.....	46
3.3.4.8. CONCLUSÕES	47
3.3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS AOS CASOS DE ESTUDO	47
3.4. ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS IDENTIFICADOS	47
3.4.1. RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA	47
3.4.2. ROTINAS DE INSPEÇÃO E NÃO CONFORMIDADES.....	49
3.4.3. PEDIDOS DE ESCLARECIMENTO E ORDENS DE SERVIÇO	49
3.4.4. ESCALA DE GRADUAÇÃO DA EFICÁCIA NA COMUNICAÇÃO	51
3.4.5. RESULTADOS	52
3.5. INQUÉRITOS IN-SITU	54
3.5.1. METODOLOGIA	54
3.5.2. INDEXAÇÃO HORÁRIA NA OBRA AOS PROCESSOS CHAVE.....	54
3.5.3. INDEXAÇÃO PERCENTUAL NA OBRA AOS PROCESSOS CHAVE.....	55
3.5.4. INDEXAÇÃO POR ÁREA FUNCIONAL	56
3.5.5. CONCLUSÕES DOS INQUÉRITOS	56
 4. BIBLIOMETRIA	 59
4.1. INTRODUÇÃO	59
4.2. LINHA CRONOLÓGICA POR TEMÁTICA.....	60
4.3. BIBLIOGRAFIA POR ESCOLA.....	66
4.4. BIBLIOGRAFIA POR AUTOR	66
4.5. ANÁLISE DO CONTROLO DA CONFORMIDADE AO NÍVEL DOS SISTEMAS E PROCESSOS	67
4.6. UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO NO CONTROLO DA CONFORMIDADE	69

4.7. CONCLUSÕES.....	72
-----------------------------	-----------

5. MODELO PROPOSTO 75

5.1. INTRODUÇÃO	75
------------------------------	-----------

5.2. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS	76
---	-----------

5.3. MODELO CONCEPTUAL PROPOSTO SICCO	79
--	-----------

5.3.1. RESPOSTA DO MODELO FACE À PROBLEMÁTICA	81
---	----

5.3.2. RECOLHA DA INFORMAÇÃO	82
------------------------------------	----

5.3.2.1. CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO.....	83
---	----

5.3.2.2. NORMALIZAÇÃO DAS ENTIDADES E BASES DE DADOS SICCO.....	84
---	----

5.3.2.3. INPUTS INICIAIS.....	86
-------------------------------	----

5.3.2.4. FICHAS DE CONTROLO D CONFORMIDADE - FCC	93
--	----

5.3.2.5. FLUXO DE INFORMAÇÃO DAS FICHAS DE CONTROLO D CONFORMIDADE.....	97
---	----

5.3.2.6. ORDENS DE SERVIÇO....	98
--------------------------------	----

5.3.2.7. FLUXO DE INFORMAÇÃO DAS ORDENS DE SERVIÇO.....	99
---	----

5.3.2.8. REGISTO E GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES	99
--	----

5.3.2.9. FLUXO DE INFORMAÇÃO DA GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES	100
---	-----

5.3.2.10. RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA.....	101
---	-----

5.3.2.11. PEDIDOS DE INFORMAÇÃO DE OBRA OU RFI.....	106
---	-----

5.3.2.12. REGISTO DE PROGRESSO - RP.....	108
--	-----

5.3.3. TRATAMENTO E ARMAZENAMENTO DA INFORMAÇÃO	109
---	-----

5.3.3.1. “FEED” DE OCORRÊNCIAS	110
--------------------------------------	-----

5.3.3.2. RETROFIT DA INFORMAÇÃO	111
---------------------------------------	-----

5.3.3.3. FALHAS FREQUENTES	113
----------------------------------	-----

5.3.3.4. CLASSIFICAÇÃO DO RISCO NÃO CONFORMIDADES	111
---	-----

5.3.4. CONSULTA DA INFORMAÇÃO	120
-------------------------------------	-----

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
--	------------

6. INTERLIGAÇÃO COM MODELOS BIM	127
6.1. INTRODUÇÃO	127
6.2. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS	128
6.3. MODELO DE DADOS	129
6.3.1. ESTRUTURA DE DADOS	132
6.4. MECANISMOS DE LIGAÇÃO	135
6.5. VALIDAÇÃO DA PROPOSTA	136
6.6. CONCLUSÃO	138
7. PLANO DE INVESTIGAÇÃO	141
7.1. INTRODUÇÃO	141
7.2. METODOLOGIA DE VALIDAÇÃO	142
7.2.1. ROTEIRO DE VALIDAÇÃO	142
7.3. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO	147
7.3.1. OBRA I – CONSTRUÇÃO DE COMPLEXO HABITACIONAL	147
7.3.1.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA	149
7.3.1.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO	151
7.3.2. OBRA II – REQUALIFICAÇÃO DE EDIFÍCIO CULTURAL	156
7.3.2.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA	158
7.3.2.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO	159
7.3.3. OBRA III – INFRA-ESTRUTURAS DE LIGAÇÃO ENTRE ARRUAMENTOS	164
7.3.3.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA	167
7.3.3.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO	169
7.3.4. OBRA IV – HOTEL EM AMBIENTE INTERNACIONAL	173
7.3.4.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA	176
7.3.4.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO	177
7.4. ANÁLISE DA VALIDAÇÃO	181
8. CONCLUSÃO	191
8.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	191
8.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS	192
8.3. LIMITAÇÕES ENCONTRADAS	194

8.4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	195
8.4.1. INTERLIGAÇÃO A MODELO BIM	195
8.4.2. INTERLIGAÇÃO A SISTEMAS NORMALIZADOS NA CONSTRUÇÃO.....	196
8.4.3. BASE DE DADOS DE TIPOLOGIAS DE NÃO CONFORMIDADES.....	197
8.4.4. ÁRVORE DE DIAGNÓSTICO PARA CLASSIFICAÇÃO DAS CAUSAS DAS NC	197

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.2.1 – índice do Capítulo 2	7
Fig.2.2 – Custos de Prevenção Reduzidos	10
Fig.2.3 – Aumento dos custos de Prevenção	11
Fig.2.4 – Fases do Controlo da Conformidade	13
Fig.2.5 – Enquadramento de Sistema, Processo e Procedimento	14
Fig.2.6 (a) – Registo Fotográfico.....	16
Fig.2.6 (b)– Mapa de Equipas produtivas e Condições Meteorológicas.....	16
Fig.2.6 (c) – Análise ao estado da empreitada e trabalhos em curso.....	17
Fig.2.7– Ficha de Controlo da Conformidade de Quadros Elétricos	18
Fig.2.8 – Exemplo de um Fluxograma de um Plano de Conformidade	19
Fig.2.9 – Modelo de um Plano de Conformidade.....	20
Fig.2.10 – Formulário exemplo de registo de uma não conformidade em obra	21
Fig.2.11 – Formulário exemplo de comunicação de obra	22
Fig.2.12 – Formulário exemplo de um pedido de esclarecimento	23
Fig.2.13 – Dimensões dos Sistemas de Informação na Qualidade.....	24
Fig.3.1 – Introdução.....	29
Fig.3.2 (a) – Fachada Real.....	32
Fig.3.2 (b) – Esquema do Alçado.....	32
Fig.3.3 (a) – Área de implantação	35
Fig.3.3 (b) – Planta do loteamento	35
Fig.3.4 – Fluxo do RDO.....	37
Fig.3.5 (a) – Área de intervenção.....	39
Fig.3.5 (b) – Foto Real	39
Fig.3.6 – Análise das NCs – Projeto III	42
Fig.3.7– Mapa das obras analisadas	44
Fig.3.8 – Percentagem de NCs encontradas	46
Fig.3.9 – Fluxo do procedimento RDO.....	48
Fig.3.10 – Fluxo do procedimento Rotinas de inspeção e gestão de NCs	49
Fig.3.11 – Fluxo do procedimento RFI e Ordem de serviço	50
Fig.3.12 – Média de horas despendidas por semana nos procedimentos	55

Fig.3.13 – Indexação média semanal por procedimento	55
Fig.3.14 – Indexação média semanal por área funcional	56
Fig.4.1– Índice Capítulo 4	59
Fig.4.2– Linha cronológica por temática	60
Fig.4.3 – Artigos por escola.....	66
Fig.4.4 – Artigos por autor	67
Fig.4.5 – Linha cronológica da área controlo da conformidade	68
Fig.4.6 – Linha cronológica da área dos sistemas de informação	70
Fig.5.1 – Sumário do capítulo 5.....	75
Fig.5.2 – Enquadramento da temática nas áreas funcionais do controlo da qualidade	76
Fig.5.3 – Relação da área funcional em estudo com as restantes	77
Fig.5.4 – Procedimentos do controlo da conformidade em obra	78
Fig.5.5 (a) – Modelo proposto	79
Fig.5.5 (b) – Abordagem conceptual ao Modelo proposto	80
Fig.5.6– Fluxo da informação no modelo proposto	81
Fig.5.7 – Recolha da informação no modelo proposto	82
Fig.5.8 – Classificação da informação – Estrutura de dados.....	83
Fig.5.9 – Relação Base de dados Geral e local.....	85
Fig.5.10 – Hierarquização da base de dados sicco	85
Fig.5.11 – Importação de tarefas	87
Fig.5.12 – Carregamento de locais	88
Fig.5.13 – Excel de carregamento de locais	88
Fig.5.14 – Excel de carregamento de fichas de controlo	90
Fig.5.15 – Menu importação de fichas de conformidade	90
Fig.5.16 – Grupos de permissões de utilizadores.....	91
Fig.5.17 – Menu de utilizadores	91
Fig.5.18 – Base de dados de plantas SICCO	92
Fig.5.19 – Estrutura de inputs de uma FCC no modelo SICCO	94
Fig.5.20 – Seção de Anexos de uma FCC.....	95
Fig.5.21 – Exemplo de uma ficha de inspeção no modelo proposto	96
Fig.5.22 – Funcionalidade de marcações nas plantas.....	96
Fig.5.19 – Fluxo de informação FCC	97
Fig.5.24 – Modelo de uma ordem de serviço no modelo proposto.....	98

Fig.5.25 – Fluxo de informação de uma ordem de serviço	99
Fig.5.26 – Modelo de um formulário de NC no modelo proposto	100
Fig.5.27 – Fluxo de informação de uma Não Conformidade	101
Fig.5.28 – Procedimento do RDO no modelo proposto	102
Fig.5.29 – Modelo do RDO no modelo proposto.....	102
Fig.5.30 – Seleção de fotografias no RDO	103
Fig.5.31 – Seção de ocorrências do RDO	103
Fig.5.32 – Seção de Equipamentos do RDO	104
Fig.5.33 – Seleção de tarefas no RDO	105
Fig.5.34 – Seção de entidades de obra do RDO	105
Fig.5.35 – Seleção de condições meteorológica no RDO	106
Fig.5.36 – Formulário de Pedidos de informação	107
Fig.5.37 – Fluxo de informação RFI	107
Fig.5.38 – Modelo Registo de Progresso	107
Fig.5.39 – Fluxo de informação Registo de Progresso	109
Fig.5.40 – Tratamento e armazenamento da informação	109
Fig.5.41 – “Feed” de ocorrências SICCO	111
Fig.5.42 – Retrofit da Informação.....	112
Fig.5.43 – Níveis de controlo de uma FCC	113
Fig.5.44 – Cálculo da ocorrência nos pontos de controlo (op)	114
Fig.5.45 – Seleção dos níveis de controlo de uma FCC no SICCO	115
Fig.5.46 – Carregamento prévio do nível de controlo de cada ponto via Excel	115
Fig.5.47 – Matriz de Risco no FMEA adaptado	119
Fig.5.48 – Cálculo do RPN para uma dada tarefa	120
Fig.5.49 – Consulta da informação e KPI's	121
Fig.5.50 – Dashboard de inspeções SICCO	121
Fig.5.51 – Dashboard resumo SICCO	122
Fig.5.52 – Estado de NC e medidas corretivas SICCO	120
Fig.5.53 – Responsabilidade e Motivos das NC SICCO	123
Fig.5.54 – Impactos e tipologias das NC SICCO	123
Fig.5.55 – Lista detalhada de NC SICCO	124
Fig.5.56 – Lista ações corretivas SICCO	124
Fig.5.57 – Lista de FCC preenchidas SICCO	125

Fig.6.1 – índice capítulo 6	128
Fig.6.2 – Modelo de dados federado	130
Fig.6.3 – Atributos de um ICC (ordem de serviço).....	130
Fig.6.4 – Tabela de instrumentos de controlo.....	132
Fig.6.5– Diagrama Entidade Relação	133
Fig.6.6– Agregação de resultados	134
Fig.6.7 – Tabela de ligação dos resultados	134
Fig.6.8 – Esquema de ligação.....	135
Fig.6.9 – Mapa de quantidade BIM	137
Fig.6.10 – Elementos Não conformes	137
Figura 7.1. índice Capítulo 7	141
Figura 7.2. Roteiro de Validação.....	142
Figura 7.3. Preparação do Modelo.....	143
Figura 7.4. Inserção de tarefas	144
Figura 7.5. Inserção de FCC.....	144
Figura 7.6. Rotinas de Inspeção	145
Figura 7.7. Avaliação das Não Conformidades.....	146
Figura 7.8. Fecho da obra	146
Figura 7.9. Modulação 3D Complexo habitacional	148
Figura 7.10. Planta piso 0	148
Figura 7.11. Planta piso 1	149
Figura 7.12. Análise SWOT Modelo qualidade da obra I.....	151
Figura 7.13. Fachada Real.....	156
Figura 7.14. Nomenclatura atribuída aos edifícios.....	157
Figura 7.15. Corte 3D do Edifício	158
Figura 7.16. Análise SWOT modelo obra II	159
Figura 7.17. Planta da área de intervenção	165
Figura 7.18. Planta da perspetiva final da obra	166
Figura 7.19. Planta da zona de estaleiro	167
Figura 7.20. Análise SWOT modelo obra III	168
Figura 7.21. 3D do edifício	174
Figura 7.22. 3D da entrada	175

Figura 7.23. Áreas de intervenção em projeto	175
Figura 7.24. Análise SWOT modelo obra IV	176
Figura 7.25. Inspeções realizadas/ NC detetadas	182
Figura 7.26. NC detetadas/Inspeção	182
Figura 7.27. RPN por obra	183
Figura 7.28. Critérios de Avaliação SICCO	184
Figura 7.29. Critério 2 por obra	185
Figura 7.30. Critério 5 por obra	185
Figura 7.31. Critério 3 por obra	186
Figura 7.32. Critério 4 por obra	186
Figura 7.33. Critério 6 por obra	187
Figura 7.34. Critério 7 por obra	187
Figura 7.35. Critério 8 por obra	187
Figura 7.36. Critério 1 por obra	188
Figura 7.37. Critério 9 por obra	188
Figura 7.38. Análise SWOT Validação	189
Fig.8.1 – índice capítulo 8	191
Fig.8.2 – Integração BIM-SICCO	196
Fig.8.3 – Integração PRONIC SICCO	197
Fig.8.4 – Exemplo Árvores de falha para NCs	198

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 Modos de Controlo	12
Quadro 3.1 Caraterização dos Casos de Estudo.....	31
Quadro 3.2. Quadro de NC-Projeto II	38
Quadro 3.3. Quadro de Intervenção no Projeto IV.....	45
Quadro 3.4. Quadro de NC-Projeto IV	46
Quadro 3.5. Graduação dos níveis de cada critério.....	51
Quadro 3.6. Resultados da avaliação	52
Quadro 4.1. Bibliografia referente aos Sistemas e processos do controlo da qualidade	61
Quadro 4.2. Bibliografia referente aos Sistemas de Informação no controlo da conformidade	63
Quadro 5.1. Matriz de Permissões SICCO	92
Quadro 5.2. Classificação da informação por variável	110
Quadro 5.3. Tabela de probabilidade de ocorrência.....	116
Quadro 5.4. Fatores de impacto e modos de falha	118
Quadro 6.1. Tabela de Atributos	131
Quadro 7.1. Caraterização dos casos de Estudo	147
Quadro 7.2. Resumo das Inspeções Realizadas.....	152
Quadro 7.3. Ocorrências de NC.....	152
Quadro 7.4. NC por tarefa.....	153
Quadro 7.5. Falhas Frequentes	153
Quadro 7.6. Risco de cada Tarefa	154
Quadro 7.7. Quadro de Avaliação do Modelo obra I	155
Quadro 7.8. Resumo das Inspeções Realizadas Obra II.....	160
Quadro 7.9. Ocorrências de NC Obra II.....	160
Quadro 7.10. NC por tarefa Obra II.....	161
Quadro 7.11. Falhas Frequentes Obra II	162
Quadro 7.12. Risco de cada Tarefa Obra II	163
Quadro 7.13. Quadro de Avaliação do Modelo Obra II.....	163
Quadro 7.14. Resumo das Inspeções Realizadas Obra III.....	169
Quadro 7.15. Ocorrências de NC Obra III.....	169
Quadro 7.16. NC por tarefa Obra III.....	170
Quadro 7.17. Falhas Frequentes Obra III	171
Quadro 7.18. Risco de cada Tarefa Obra III	172

Quadro 7.19. Quadro de Avaliação do Modelo Obra III.....	172
Quadro 7.20. Resumo das Inspeções Realizadas Obra IV	177
Quadro 7.21. Ocorrências de NC Obra IV	177
Quadro 7.22. NC por tarefa Obra IV	178
Quadro 7.23. Falhas Frequentes Obra IV	178
Quadro 7.24. Risco de cada Tarefa Obra IV	179
Quadro 7.25. Quadro de Avaliação do Modelo Obra IV	180

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 5.1 Probabilidade de ocorrência de falha num ponto de controlo	113
Equação 5.2 Risk prior number FMEA.....	116
Equação 5.3 Probabilidade de ocorrência de falha numa tarefa	117
Equação 5.4 Cálculo severidade.....	118
Equação 5.5 Factores de impacto direto	118
Equação 5.6 Factor multiplicador de efeitos indiretos	119
Equação 5.7 Risk prior number adaptado	119

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

NC – Não Conformidade

SGQ- Sistema de Gestão da Qualidade

ISO – Organização Internacional de Standardização

KPI – Indicador de Desempenho

DO- Diretor de Obra;

BIM- Modelo de Informação na Construção;

CAD – Desenho Assistido por Computador;

RDO – Relatório Diário de Obra;

FCC - Ficha de Controlo da Qualidade;

PIE – Plano de Inspeção e Ensaios;

PC – Plano de Conformidade;

PQ – Plano da Qualidade;

PT – Plano de Trabalhos;

AEC – Indústria da Arquitetura e Construção Civil

RFI – Pedido de Esclarecimentos;

BD- Base de Dados;

SI – Sistemas da Informação;

ERD -Diagrama Entidade Relação;

BAME – Boletim de Aprovação de Materiais;

PMM- Plano de Monitorização e Medição;

OS- Ordem de Serviço;

MTQ – Mapa de Tarefas e Quantidades;

RFID – Identificação por Rádiofrequência;

EMP-Empreiteiro;

FISC – Fiscalização;

CE – Certificação Europeia

FMEA – Análise de efeitos dos Modos de falha

FMECA – Análise Crítica de efeitos dos Modos de falha

NA – Não Aplicável;

1

INTRODUÇÃO

1.1. AUTORIA E MOTIVAÇÃO PESSOAL

O primeiro contacto do autor com sistemas da qualidade aplicados à construção, data ao ano 2014 quando, no âmbito de um programa de intercâmbio, realizou um estágio numa construtora local do Brasil, onde a sua intervenção passou por executar o controlo da conformidade em obra utilizando os métodos tradicionais, aplicados pela empresa. Após a referida experiência o autor regressou a Portugal para concluir o quinto ano de estudos referente ao mestrado integrado em engenharia civil no ramo de construções e **tido** aí o primeiro contacto teórico com a disciplina de qualidade.

Sendo sempre muito ligado às novas tecnologias da informação, co-fundou uma start-up tecnológica no mesmo ano e com acesso a esta tecnologia e interesse pela qualidade em obra, motivou-se pela otimização e desmaterialização dos processos de controlo da conformidade, tendo abordado e sido encorajado e incentivado pelo seu orientador para desenvolver a temática no âmbito da sua tese de mestrado. Desde então o autor tem vindo a solidificar este modelo envolvendo-se na co-orientação de várias teses de mestrado, algumas delas que suportaram a presente investigação, onde o modelo foi aplicado e testado, tanto na fundamentação da problemática como na validação.

O autor considera que, a parte de obra na construção, tanto pelas características de protótipo que cada obra assume, como pelas adversidades encontradas no local ou, até pela formação e cultura da mão de obra envolvida, é uma das áreas mais carentes ao nível tecnológico, comparada com qualquer indústria desta nova década. Essa carência sustentada nas barreiras impostas pelos fatores referidos, incorporam o controlo da conformidade em ações reativas, negligenciando a informação, sustentada na experiência de quem executa apenas, não deixando espaço para inovação e consequente evolução.

Com o surgimento das novas tecnologias da informação e sua consequente implementação em outras áreas da construção menos entrópicas, como projeto ou manutenção, o autor acredita que existe a possibilidade de também a execução da obra, beneficiar da rapidez, precisão e acessibilidade que estas tecnologias trazem à informação.

Por último, defende-se em tese que, o controlo da conformidade em obra baseado na informação dinâmica proveniente de registos ao longo da obra (as-built), possibilitada por tecnologia mobile e cloud, pode ser otimizado, resultando numa consequentemente redução de custos para as organizações envolvidas no processo construtivo.

1.2. ENQUADRAMENTO

A constante mudança e adaptação dos diferentes tipos de indústria ao desenvolvimento tecnológico nos últimos 20 anos, é cada vez mais notória, sendo neste momento, um fator imprescindível de sobrevivência e progressão no mercado, independentemente da sua natureza. Porém, no setor da construção, esta adaptação ocorre muito lentamente, sendo este um dos setores que mais resistência

oferece à mudança. Em causa está a otimização de processos, a partilha de informação e o aproveitamento máximo dos recursos.

Ligados a esta resistência, estão impreterivelmente motivos de natureza histórica, o tipo de pessoas ligadas a este mercado e principalmente, a complexidade dos serviços prestados neste setor. Todos estes fatores fazem com que o tempo necessário para uma adaptação eficiente seja maior do que nas restantes indústrias, o que trará mais custos a curto prazo e que, por isso, vai sendo adiada e posta em segundo plano.

Embora se observe, cada vez mais, a implementação de novas tecnologias da informação no setor da construção, muitas delas ainda não estão totalmente calibradas e refinadas, seja pela complexidade do próprio setor, pelas adversidades do ambiente de trabalho, ou pela própria mentalidade vincada dos vários intervenientes na construção. Na verdade, grande parte destas iniciativas tecnológicas implementadas até hoje na construção, incidem sobre a fase de execução de projetos, identificando-se um “gap” tecnológico entre o gabinete e a obra.

Para além de todas as adversidades que porventura possam existir na fase de conceção dum projeto, o ambiente de obra acrescenta ainda mais complexidade, seja pela pressão imposta, pelo ambiente não controlado ou pela variabilidade de intervenientes, todos com interesses distintos. Na fase de construção torna-se portanto ainda mais difícil implementar mudanças processuais de qualquer natureza, principalmente de natureza tecnológica.

A Qualidade da Construção depende de um conjunto de processos dos quais o processo de controlo é aquele que é alvo desta dissertação, especificamente no que diz respeito ao Controlo da Conformidade, ou seja a demonstração por evidência de que o produto executado está conforme uma determinada exigência. O controlo da conformidade da obra em fase de construção é por isso um processo importante para garantir a correta execução da mesma, bem como o cumprimento dos requisitos impostos pelo cliente. Este processo é composto por vários procedimentos que envolvem um elevado número de registos, consultas e partilha de informação. O controlo da conformidade em obra é, por isso, um processo muito custoso e demorado, ocupando grande parte do tempo dos responsáveis.

Devido ao elevado nível de burocracia presente neste controlo, os responsáveis ocupam grande parte do seu tempo com tarefas que não acrescentam valor, pondo em causa as atividades que verdadeiramente compõe o processo do controlo da conformidade. Este processo, quando executado sem recurso às tecnologias da informação está, por isso, condenado ao fracasso.

Propõe-se por isso o desenvolvimento de um Sistema de Informação para o Controlo da Conformidade em Obra recorrendo ao que se convencionou chamar de novas tecnologias.

1.3. PRÁTICA PROFISSIONAL

A construção é um processo industrial que visa conceber um produto de acordo com os requisitos especificados no projeto. O controlo da qualidade é um sistema composto por vários mecanismos que pretendem validar esse processo. Essa validação é feita por um conjunto de características associadas ao próprio processo construtivo. A validação de tais características é complexa, pois obriga a uma intervenção humana em diferentes espaços e tempos, exigindo um elevado grau de coordenação, registos, partilha e análise da informação, tomando muito tempo aos responsáveis que a executam.

A eficácia e eficiência dessa validação está longe de poder ser comparável com outros processos industriais, e esse facto é espelhado nos resultados de rentabilidade, derrapagens e desperdício do setor

da construção. A Engenharia Civil como profissão enquadrada no âmbito de uma associação profissional de direito público, a Ordem dos Engenheiros é a única que estabelece nos seus atos a existência de um especificamente associado ao controlo da conformidade em obra.

Apesar de muitas empresas ligadas ao setor da construção terem um sistema de gestão de qualidade implementado, este último que, as “obriga” a controlar a conformidade do produto desenvolvido, esse controlo passa pelo preenchimento de formulários e registos burocráticos, muitas das vezes em gabinete ou estaleiro, sem o intuito de controlar, mas apenas para cumprir a norma. O verdadeiro controlo é feito em obra, maioritariamente de forma visual e aleatória, com poucos registos e organização, dificultando assim a compilação da informação relativa à conformidade dos trabalhos. Durante a fase de execução de uma obra, verifica-se a ausência do controlo da qualidade dos trabalhos, quer por parte da fiscalização, quer por parte do empreiteiro. A ausência desse controlo, afeta diretamente a qualidade final da obra, tendo impacto nos custos diretos e indiretos durante a fase de construção, mas também na fase de utilização de um edifício ou infra estrutura. A carência verificada deste controlo, permite que ocorram erros sistemáticos nos projetos de construção, dificulta a determinação das causas e origens dos mesmos, impedindo assim a sua mitigação através de ações preventivas.

A comunicação de “não conformidades” é feita ora via email, ora via telefónica, ou pessoalmente no local, sem que, na maioria das situações, haja qualquer registo. O registo de “não conformidades” é realizado apenas para situações de elevado grau de gravidade, devido à grande dificuldade imposta pelo próprio processo de registo e gestão das mesmas.

De acordo com Floyd [1], reportar apenas “não conformidades” graves, pode ter um perigoso efeito de “iceberg”, onde os erros menos graves, maiores em número e prováveis de desencadear “não conformidades” graves, são ignorados. A ausência de registos e de padronização no controlo da conformidade dos trabalhos, torna o ato de controlar extremamente pessoal, dependendo do conhecimento e experiência de quem o executa. Esta dependência, porém que em parte inevitável, torna mais difícil de alcançar o objetivo de industrializar a construção, ou de pelo menos, aproximá-la cada vez mais da indústria, onde os padrões de previsibilidade, controlo de custos e eficácia, são substancialmente mais elevados. Os processos burocráticos atualmente instalados nas empresas consomem por si só, grande parte do tempo e do esforço dos responsáveis, retirando protagonismo às verdadeiras atividades de controlo.

Embora o controlo da qualidade das atividades com maior indexação por parte dos responsáveis, o controlo da execução dos trabalhos não tem vindo a merecer a necessária atenção, devido aos seus tempos e custos contra a sua pouca eficácia. O processo de controlo da qualidade na execução dos trabalhos, bem como toda a comunicação adjacente e subjacente ao mesmo, está longe de ser eficaz.

Constata-se que, devido ao fato destes processos serem pouco eficientes, perdem a atenção e o rigor devido por parte dos responsáveis. Quando se aborda o controlo da conformidade dos trabalhos durante a execução, deve-se encarar esse processo como um controlo em fábrica, por amostragem, e verificando todos os requisitos do produto final durante a sua execução e antes da entrega. As entidades que o executam devem ser avaliadas e a sua eficácia deve ser medida. Todos os problemas devem ser reportados e rastreados, bem como as conformidades.

1.4. ÂMBITO E OBJETIVOS

O estado da arte e a fundamentação da problemática apresentada revelam a necessidade de otimizar o tempo despendido e reduzir os custos do controlo da conformidade em obra. É necessária uma centralização da informação na integração dos procedimentos do controlo da conformidade em obra, bem como da informação e documentação que os compõem. É também levantado e demonstrado o

potencial das tecnologias de informação na digitalização e otimização de vários processos da construção, nomeadamente em fase de projeto, execução e até manutenção.

Portanto, a presente pesquisa visa desenvolver um modelo para otimização e inovação dos procedimentos afetos ao controlo da conformidade em obra que apoiará as empresas de na exploração da oportunidade de criar valor a partir da implementação das tecnologias mobile e cloud nas suas organizações.

Sendo o âmbito desta pesquisa nacional, focado em empresas de fiscalização e construtoras de cultura portuguesa e nas metodologias implementadas nas mesmas, abrangendo obras de qualquer dimensão e características. Em suma, os objetivos desta pesquisa materializam-se nos seguintes:

- Estabelecer metodologias sistemáticas para o controlo da conformidade em obra;
- Centralizar os procedimentos afetos ao controlo da conformidade em obra;
- Munir todos os procedimentos da respetiva informação e torná-la acessível de forma automática;
- Aumentar a eficiência e a eficácia dos procedimentos existentes;
- Agilizar a partilha e o acesso à informação promovendo envolvimento e colaboração dos vários intervenientes;
- Facultar análises detalhadas que suportem as tomadas de decisão no decorrer da obra;
- Avaliar o desempenho da qualidade da obra e das entidades envolvidas;
- Possibilitar a identificação atempada de falhas frequentes para mitigar a sua ocorrência;
- Classificar as tarefas com grau de risco baseado nos históricos da conformidade das mesmas;
- Otimizar o esforço de controlo de acordo com as probabilidades de falha identificadas;

1.5. QUESTÕES DA INVESTIGAÇÃO

O estado da arte destaca como atualmente as novas tecnologias da informação de suporte mobile e cloud oferecem soluções tecnológicas para coleta, armazenamento, acesso e gestão avançada de dados para melhorar a cognição e os processos de tomada de decisão, permitindo incrementar a eficácia dos modelos e serviços tradicionais, criando novos processos digitais que oferecem uma disponibilidade de dados estáticos e dinâmicos provenientes da obra, quer em fase de execução, quer em fase de projeto.

Esta disponibilidade de informação, juntamente com ferramentas e modelos de gestão de dados podem dar uma resposta à atual ineficácia do controlo da conformidade em obra, através de soluções inovadoras que permitam reduzir ineficiências de processos e perda de dados para otimizar os custos e tempo despendido no referido controlo.

Com base nestas premissas, as principais questões amplas de pesquisa que a presente tese pretende investigar são:

- É possível tornar mais célere o processo de recolha de informação em obra, de modo a possibilitar uma maior disponibilidade para análise de dados e tomadas de decisão?

- É vantajoso aceder a documentação e informação “*As-built*” centralizada no controlo da conformidade em obra?
- É viável a implementação e manutenção dos procedimentos digitais ?

Estas questões amplas podem ser articuladas em pesquisas mais detalhadas, dando origem às seguintes perguntas?

- Como digitalizar os complexos procedimentos afetos ao controlo da conformidade?
- Como tratar e armazenar a informação de modo a facilitar a tomada de decisão?
- Que indicadores devem ser desenvolvidos para otimizar os esforços no controlo da conformidade em obra?

1.6. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E ESTRUTURA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa é a investigação através do método de desenvolvimento teórico-prático e validação experimental. É submetida a problemática em estudo a variantes influenciadoras, em condições pré-estabelecidas e controladas pelo investigador de modo a observar e analisar os resultados obtidos. É também utilizado o método comparativo para na parte final comparar o modelo desenvolvido ao modelo tradicional analisado na fundamentação da problemática e ponto de partida desta investigação.

Na presente investigação é realizada uma pesquisa científica com recurso às mais atuais publicações de forma a fazer um correto levantamento do estado da arte atual. Para fundamentar a problemática levantada é realizado trabalho de campo, em obra, recorrendo à observação e registo dos atuais procedimentos afetos ao controlo da conformidade em obra. Com base na informação levantada, são posteriormente desenhados modelos conceptuais e sistemas que consigam abarcar a otimização e digitalização dos procedimentos observados.

De seguida, os referidos modelos conceptuais são adaptados de forma a encontrar uma compatibilidade de funcionamento na sua implementação em tecnologia web e mobile. Seguidamente, é preparada a validação do modelo desenvolvido, novamente em obra, com o desenvolvimento de um roteiro de validação. O modelo é então validado, sendo avaliado nas condições pré-estabelecidas, que permitem retirar conclusões sobre os resultados da validação na fase posterior à mesma.

Por último, depois da análise dos resultados obtidos, é realizada uma proposta de desenvolvimentos futuros, esta última alinhada com as oportunidades identificadas nas conclusões da validação.

2

CONCEITOS

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No presente capítulo são abordados os principais conceitos teóricos e científicos que serão abordados mais adiante, ao longo desta dissertação. Inicia-se a definição de qualidade, o seu enquadramento na realidade atual da construção, bem como as subsequentes definições de re-trabalho e não conformidade, estas últimas assumindo um papel central no desenvolvimento do presente trabalho. De seguida, aprofundam-se conceitos do controlo da conformidade em obra, relacionados com procedimentos e modos de controlo. Posteriormente são abordados os sistemas de informação no controlo da conformidade em obra. Seguidamente são apresentados conceitos tecnológicos onde são aplicados atualmente esses sistemas de informação na construção, tais como BIM, “mobile” e “cloud” e documentação “as-built”. A figura 2.1 ilustra o índice dos conceitos abordados no presente capítulo:

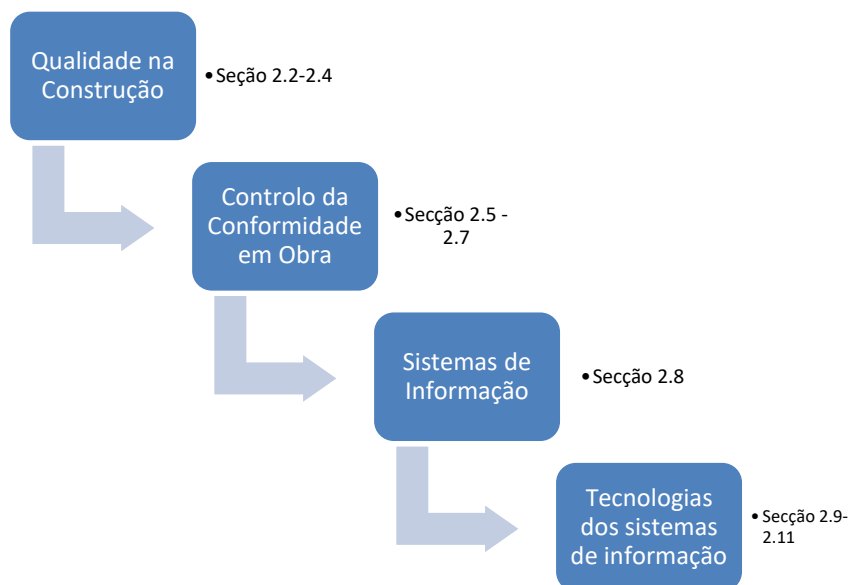


Fig 2.1. índice do Capítulo 2

2.2. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO

O conceito de qualidade é um dos conceitos chave desta investigação, estando intrinsecamente ligado ao controlo da conformidade em obra, e por isso, nesta seção, são analisadas diferentes perspetivas e abordagens feitas por vários autores a esse conceito.

De certo que já se utiliza a palavra qualidade para caraterizar um bem ou produto, serviço e até elementos mais subjetivos, onde surge a expressão qualidade de vida. Na realidade, este conceito esteve sempre presente desde que há memória, embora a necessidade de lhe atribuir um significado mais concreto tenha surgido com a industrialização, justamente quando começa a ser cada vez mais relevante classificar e medir a produção. Inevitavelmente este conceito teria de ser apurado e melhor definido, e foi mais propriamente no fim da Segunda Guerra Mundial, com a forte necessidade de produção, que surgiram os autores clássicos do conceito de qualidade.

Para Feigenbaum [2], qualidade é “o grau em que o produto em uso irá satisfazer as expectativas do cliente “. Para Crosby [3], qualidade significa “conformidade para com os requisitos”. Já para Deming [4], grande impulsionador de abordagens estatísticas no tema durante a década de 50, o amplo conceito de qualidade só pode ser definido em termos de quem o avalia, salientando que o consumidor poderia levar vários anos a formar uma opinião para muitos tipos de produtos e serviços.

De todas estas definições e conceitos, destaca-se a definição de qualidade pela norma ‘BS-5750’ como sendo “o conjunto de propriedades e características de um produto ou serviço relacionadas com a sua capacidade de satisfazer exigências expressas ou implícitas (...)” [5]. Apesar de todas estas definições, no setor da construção o conceito de qualidade ainda é para muitos autores vago, levando a uma divergência na perceção e busca dos objetivos da qualidade na construção. Low [5] , aponta cinco linhas de pensamento na indústria da construção, procurando cada uma o significado da qualidade:

- Adequação à finalidade;
- Conformidade com as especificações;
- Adequação à finalidade e conformidade com as especificações;
- Abordagem de sistemas: racionalidade técnica;
- Abordagem de sistemas: racionalidade técnico-social.

Ainda Low [5]., considera que é um conceito multifacetado e por isso, deve ser abordado e gerido como tal. Low reconheceu esta necessidade e definiu que, qualidade significa a satisfação dos requisitos de todas as partes envolvidas num projeto de construção, isto é satisfazer:

- Requisitos contratuais do cliente;
- Requisitos de legislação e regulamentação exigidos pelas autoridades;
- Requisitos públicos e sociais;
- Requisitos de custo pelo empreiteiro.

Nos dias de hoje, a gestão da qualidade continua-se a expandir globalmente na manufatura e noutras indústrias, e constata-se que também na construção estas técnicas têm gradualmente percorrido o seu caminho [5]. A qualidade tem sido adotada na indústria da construção principalmente porque, como em qualquer outra indústria, “a satisfação do cliente é um fator crítico para uma organização ter sucesso, ou mesmo sobreviver” [5]. A compreensão dos requisitos do cliente é um elemento-chave na indústria da construção, devido à sua natureza complexa e pessoal, sendo que a gestão da qualidade oferece métodos específicos para ajudar a atender a esses requisitos.

Embora a indústria da construção esteja a tentar melhorar a qualidade, este passo tem sido lento e fragmentado, principalmente devido ao fato de que, historicamente, a indústria tem sido relutante a aceitar a mudança [6]. Também é uma indústria que se caracteriza por uma “atmosfera de confronto e contradição, com tempo e dinheiro a contemplarem as principais preocupações” [7]. Esta preocupação com tempo e dinheiro cria um foco em aceitar os menores custos, programação ou planeamento apertado e, foco a curto prazo na redução de custos. Isto continua, apesar do fato de que os fracos resultados de desempenho na qualidade resultam num aumento do “*re-work*” e têm implicações muito significativas a nível do planeamento e custos.

2.3. NÃO CONFORMIDADE E REWORK

A caracterização de “não conformidade - NC” pode ser definida como o não cumprimento ou desvio das especificações ou requisitos acordados. Love [8] identificou que as não conformidades são geradas por falhas, erros, desvios, defeitos, omissões ou danos. Para Leonards [9], uma falha é uma diferença inaceitável entre o desempenho esperado e observado. Burati [10] define erro como uma execução incorreta de uma atividade, que resulta numa não conformidade em relação às especificações. Davis [11] refere-se a desvio quando um produto não cumpre a conformidade na íntegra com os requisitos especificados em projeto. Burati [10] define defeito como um desvio suficientemente severo que requeira uma ação corretiva.

Geralmente, NCs requerem trabalho adicional para retificar o produto não conforme e garantir que este cumpra as especificações requeridas, a não ser que a não conformidade seja classificada como um desvio dentro dos padrões aceites nas especificações. O processo de retificação das NCs é conhecido por rework. Love [12] definiu rework como o esforço desnecessário para refazer um processo ou atividade executado de forma incorreta anteriormente. Esta definição engloba alterações de projeto e erros que resultem na retificação dos trabalhos durante a construção. Neste caso, os custos resultantes do rework podem ser imputados ao empreiteiro, subempreiteiros ou projetistas, de acordo com as especificações contratuais existentes, dependendo da entidade responsável pelo rework referido. Para Robinson-Fayek [13], os custos do rework compreendem todos os custos diretos resultantes do trabalho refeito em obra, independentemente das causas iniciais, excluindo especificamente mudanças de projeto ou erros de fabrico não executado em obra.

2.4. OS CUSTOS DA (NÃO)QUALIDADE

Falhas na qualidade até ao presente são identificadas como um problema significativo e recorrente na construção, durante décadas até ao presente [14]. As consequências adversas destas falhas têm sido amplamente identificadas, tais como a redução da reputação das organizações, decréscimo da produtividade, redução da rentabilidade e o aumento de incidentes relacionados com a segurança em obra [15].

Os custos da qualidade é apenas um dos indicadores que fornece informação à gestão acerca das falhas dos processos e as medidas que devem ser acionadas para prevenir a sua ocorrência. Love [16], define os custos da qualidade como o total dos custos devidos a problemas que ocorreram antes e depois do produto ou serviço ser entregue. Nas figuras 2.2 e 2.3, os custos da qualidade são identificados em termos de controlo e falha. Os custos relacionados com falhas podem ter origem externa ou interna. Custos de falhas internas são custos associados a falhas que ocorrem antes do produto ser entregue, enquanto os custos de falhas externas dizem respeito a todos os custos que ocorrem após a entrega do produto. Custos de falhas internas aumentam o custo de operação das empresas, como é o exemplo do *rework* ou desperdícios de material, bem como quaisquer outros custos provenientes de perdas num processo. Por outro lado, falhas de qualidade de origem externa resultam na perda de rentabilidade, tais como penalizações contratuais, retificação de defeitos (*rework*) ou a perda de um negócio futuro.

Os custos de aprimoramento englobam todo o dinheiro gasto na deteção de defeitos, ou seja, na verificação da conformidade dos diferentes trabalhos com as especificações de qualidade. Por outras palavras, este grupo de custos, compreende todos os gastos relativos ao controlo da conformidade, tanto em fase de projeto, como em obra.

Os custos de prevenção resultam do somatório dos custos aplicados à prevenção ou redução de erros ou defeitos, ou seja, todo o esforço económico em atividades cujo objetivo é eliminar as causas de potenciais falhas, antes que estas ocorram.

As figuras 2.2 e 2.3 mostram a relação dos custos de prevenção e de aprimoramento ou de correção em função dos custos totais a qualidade, para obter conformidade no produto. No primeiro gráfico, ilustrado na figura 2.2, pode observar-se que com baixos custos de prevenção levam ao aumento dos custos de aprimoramento, mantendo elevados os custos totais da qualidade.

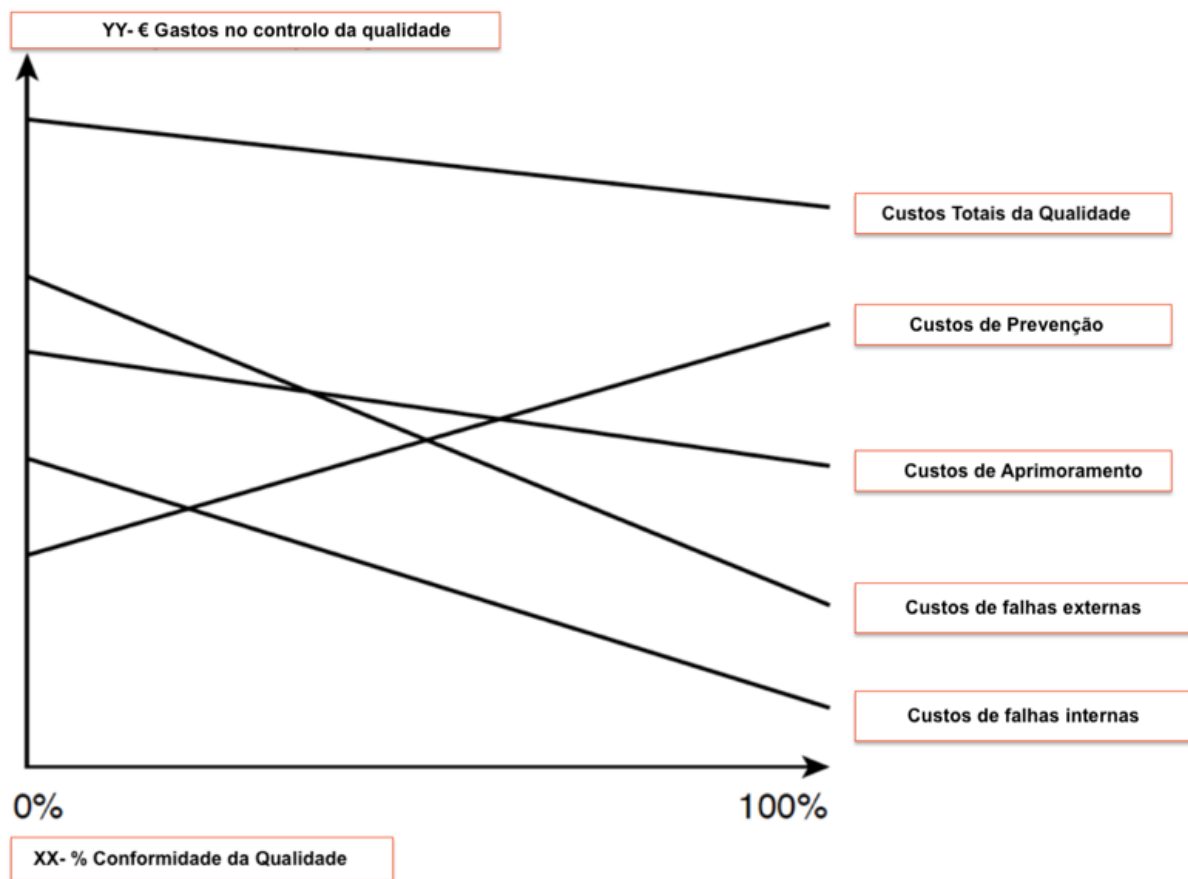


Fig. 2.2. Custos de Prevenção Reduzidos [33]

O gráfico da figura 2.3 mostra que o aumento do investimento nos custos de prevenção, reduz os custos de aprimoramento e por sua vez, também os custos totais da qualidade.

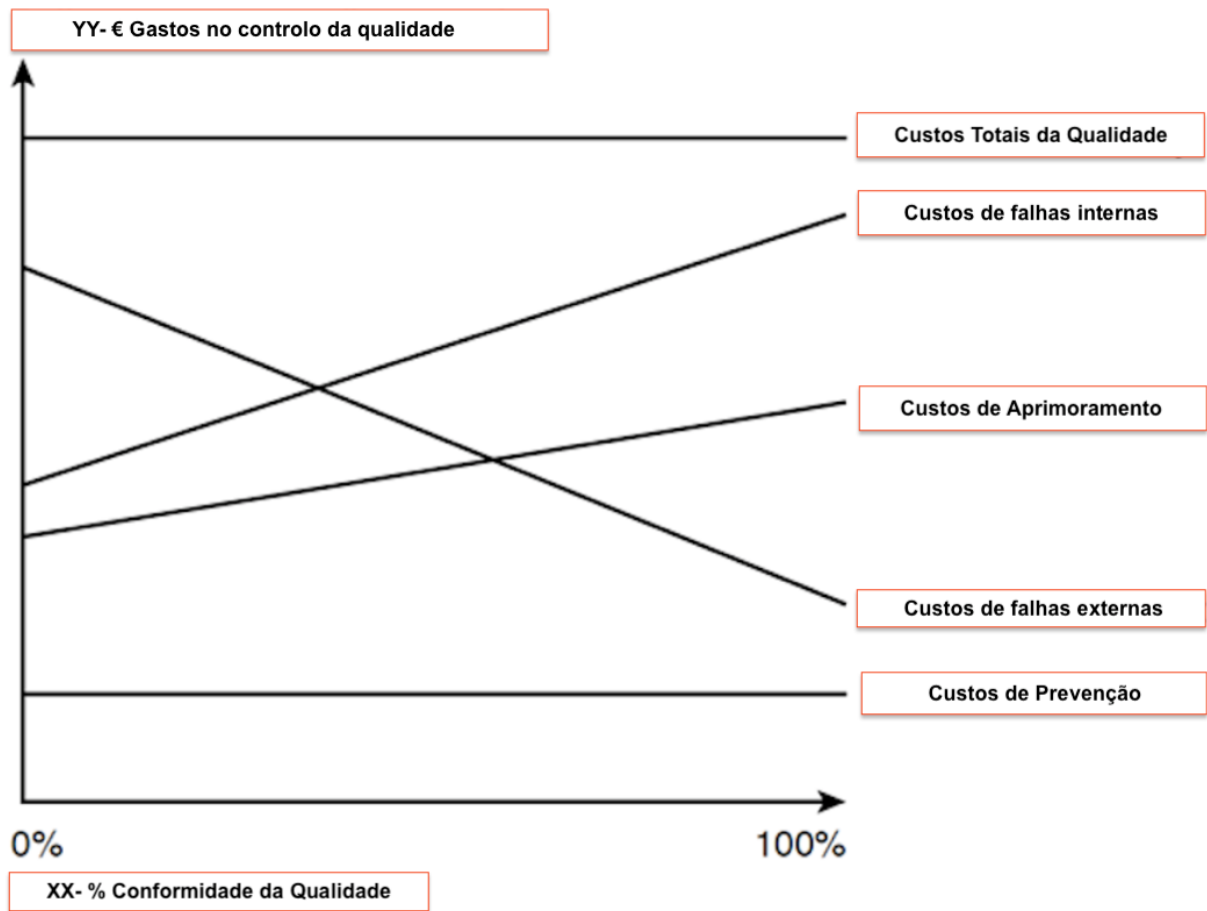


Fig. 2.3. Aumento dos custos de Prevenção [33]

Tomando como base estes dois gráficos, pode-se concluir que o investimento nos custos de prevenção revela-se mais eficaz que a contenção nos mesmos, uma vez que dessa forma esperam-se custos mais elevados nas correções dos trabalhos e consequentemente, na qualidade em geral, para garantir a conformidade do produto na construção. Desta forma depreende-se que os custos no controlo da conformidade devem ser encarados como custos preventivos, ou se se quiser, como um investimento necessário para diminuir os custos totais da qualidade de uma obra. Conforme mencionado anteriormente, a falta de prevenção leva a elevados custos na correção das ‘não conformidades’.

2.5. MODOS E MECANISMOS DE CONTROLO

Da revisão bibliográfica efetuada referente à gestão organizacional, obtém-se a definição de controlo como sendo “*todos os dispositivos e sistemas empregues para garantir que o comportamento e as decisões organizacionais estão alinhados com as metas, objetivos e estratégias da organização*” [17]. A estrutura organizacional mais relevante para os mecanismos (isto é, dispositivos e sistemas) através dos quais o controlo é exercido, é definida por três modos ou tipos de controlo [18], compreendendo o controlo de mercado, controlo burocrático e controlo em clã. No modo de controlo do mercado, o prémio é baseado na medição de resultados precisos, e recompensa contribuições individuais para uma tarefa como o meio de controle. O controlo burocrático depende da vigilância, supervisão e avaliação, construída sobre a comparação de “Outputs”. O controlo em clã depende da socialização informal, tais

como, valores compartilhados, crenças e normas, para eliminar a incongruência do objetivo. Kirsch [19], no entanto, argumentou que a estrutura apresentada por Ouchi [18] é incompleta quando aplicada a sistemas complexos e tarefas não rotineiras (por exemplo, projetos de construção), uma vez que não considera o “conhecimento da tarefa” como um fator determinante do tipo de controlo. Consequentemente, Kirsch [19] desconsiderou o modo de controlo do mercado em contextos de tarefas complexas e propôs em adição o modo de auto-controlo. Este modo revela-se apropriado quando o conhecimento da tarefa é elevado. Essa visão ressoa com a noção de que a construção é uma indústria baseada em conhecimento profissional. No quadro 2.1 é apresentada uma análise comparativa dos modos de controlo referidos:

Quadro 2.1 Modos de Controlo

Caraterísticas	Controlo Formal/Burocrático		Controlo Informal	
	Baseado em Resultados (Outputs)	Baseado em comportamentos	Controlo em clã	Auto-controlo
Foco	Resultados, Outputs	Comportamentos e ações	Valores e crenças	Auto-regulamentação,
Baseado em	Regras e supervisão	Regras e supervisão	Valores partilhados, normas partilhadas	Auto-monitorização
Origem	Organizacional ou externo	Organizacional ou externo	Membros do grupo, associações	Indivíduo ou grupo
Condições ideais de utilização	Quando os outputs das tarefas são perfeitamente conhecidos e mensuráveis. Relação explícita entre as recompensas e os outputs da produção	Conhecimento do processo de produção. Observação de comportamentos/ações . Recompensas relacionadas com ações.	Desconhecimento do processo de produção. Outputs não mensuráveis. Observação de comportamentos/ações . Recompensas relacionadas com os valores	Desconhecimento do processo de produção. Outputs não mensuráveis. Baixa observação de comportamentos/ações .
Exemplo de mecanismos de controlo	Normas de Desempenho	Códigos de Conduta, Contratos	Missão, visão, valores, cultura, pressão de grupo	Autonomia, empoderamento

Depreende-se da análise ao quadro 2.1, que a comparação dos modos de controlo formal e informal. Essa comparação é estabelecida de acordo com as seguintes caraterísticas de cada modo:

- O que controla (foco);
- Com que meios controla (controlo baseado em);

- Quem controla (origem do controlo);
- Em que condições a utilização de cada modo é favorável.

De salientar as grandes diferenças entre os dois modos ao nível das características apresentadas. Enquanto o modo formal foca-se em resultados e comportamentos e é baseado em regras e supervisão, o modo informal foca-se valores e crenças, sejam individuais ou em grupo, e baseia-se no auto-controlo ou nas normas e valores partilhados pelo grupo. Enquanto no modo formal o controlo é exercido por entidades externas, no modo informal, o controlo é feito pelo próprio indivíduo ou por membros do grupo.

No seguimento da interpretação das características anteriores de cada modo, constata-se que, enquanto as condições favoráveis para aplicar o modo de controlo formal são o conhecimento explícito dos resultados e comportamentos requisitados, o modo de controlo informal é favorecido na ausência das mesmas.

2.6. CONTROLO DA CONFORMIDADE EM OBRA

O controlo da conformidade destina-se, resumidamente, a garantir que a obra é executada na sua totalidade de acordo com o previsto em projeto, tanto do ponto de vista das tecnologias e soluções empregues, como na garantia da qualidade das mesmas. Para garantir estes objetivos, a entidade responsável, apoia-se na implementação de mecanismos de controlo aprovados contratualmente:

- Rotinas de Inspeções dos trabalhos
- Plano de Qualidade/Conformidade
- Reuniões de Obra/ Atas de reunião
- Aprovação de materiais
- Receção de materiais
- Relatórios de progresso (diário ou mensal)
- Pedidos de esclarecimento RFI;
- Controlo documental e da informação entre as partes interessadas;

O controlo da conformidade está envolvido em quatro fases: projeto, preparação de obra, execução, receção. A figura 2.54 ilustra o envolvimento dos gestores ou responsáveis da qualidade durante as diferentes fases de uma obra:

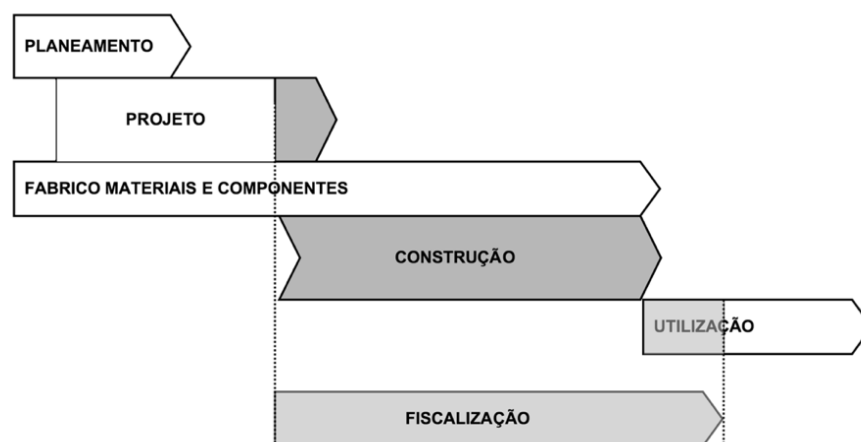


Fig. 2.4. Fases do Controlo da Conformidade

Como se pode observar na figura anterior, o controlo da conformidade de uma obra deve ser preparado antecipadamente, ainda em fase de projeto, com a definição do plano de qualidade. No arranque da obra dá-se a sua implementação, devendo ocorrer ajustes dinâmicos durante o decorrer da obra e, termina na receção provisória da mesma com a consumação do auto de receção entre o empreiteiro e o dono de obra. Antes de avançar para a seguinte seção, torna-se importante explicar o enquadramento do controlo da conformidade e os respetivos procedimentos, numa visão global sob um sistema de gestão da qualidade, bem como definir o respetivo significado. A figura 2.5, pretende ilustrar esquematicamente a definição de sistema, processo, procedimentos e mecanismos e instrumentos de controlo, bem como enquadrar estes conceitos no tema desta investigação.

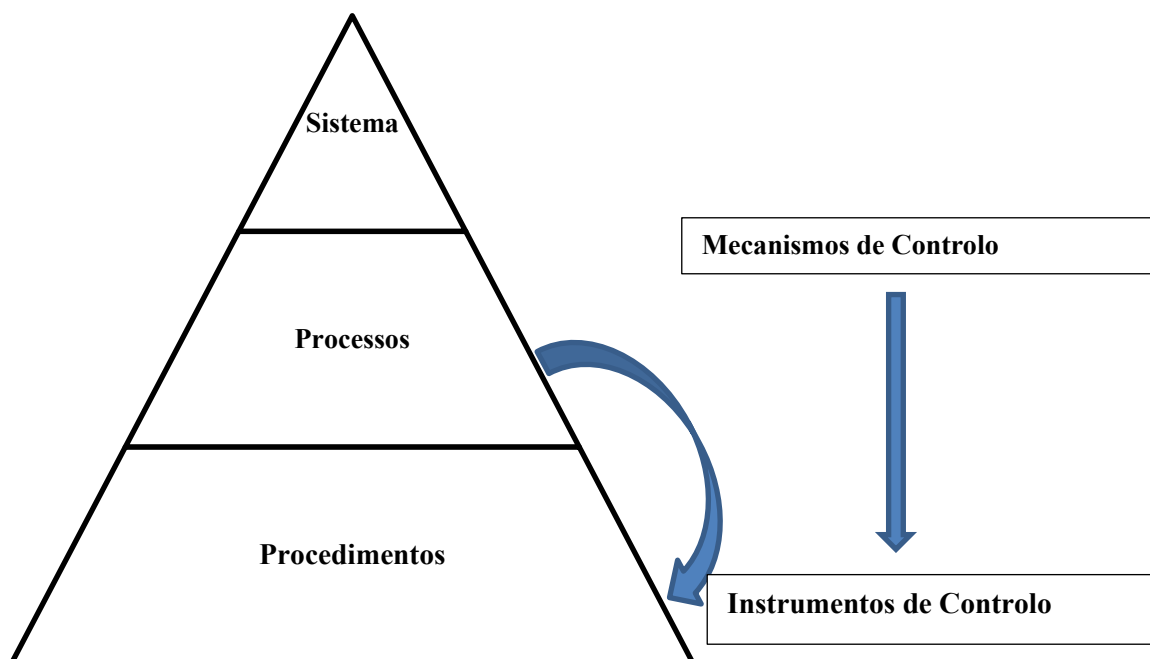


Fig.2.5. Enquadramento de Sistema, Processo e Procedimento

Depreende-se da figura 2.5, um esquema em pirâmide cujo topo representa um sistema. Sistema pode ser definido por um conjunto de elementos (pessoas, recursos, objetos ou atividades) que interagem entre si. A este nível encontra-se o sistema de gestão da qualidade das empresas. Um sistema pode ser constituído por vários processos que, pela definição, é um conjunto de atividades que transformam entradas em saídas. O controlo da conformidade é um processo integrante do sistema de gestão da qualidade. Este processo é constituído por vários procedimentos, que pela definição da norma ISO9001 é uma forma específica de executar determinado processo.

Importa referir que, os procedimentos são controlados por mecanismos de controlo (forma de controlar) através de instrumentos para tal efeito. Em nota de exemplo, o procedimento de inspeção dos trabalhos é controlado por um mecanismo de controlo formal com recurso a fichas de controlo da conformidade, sendo estas últimas o instrumento de controlo utilizado pelo mecanismo formal referido.

Na próxima seção são abordados vários procedimentos do controlo da conformidade, bem como alguns mecanismos e instrumentos de controlo.

2.7 PROCEDIMENTOS DO CONTROLO DA CONFORMIDADE

2.7.1. ROTINAS DE INSPEÇÃO DOS TRABALHOS

O objetivo principal destas rotinas é o de verificar a conformidade dos trabalhos no decorrer dos mesmos, através de mecanismos e instrumentos que irão ser abordados de seguida, ainda neste capítulo. É importante referir que a garantia da qualidade numa tarefa depende muito da atitude de quem constrói, e cabe à supervisão, promover e incentivar essa atitude e mentalidade. Por isso, uma observação permanente na execução de todas as tarefas não garante melhor desempenho do que uma verificação estratégica em momentos chave na execução das mesmas. Por este motivo, o planeamento das rotinas de inspeção torna-se fundamental na gestão técnica do empreendimento e por isso, deve ter em atenção essencialmente os seguintes aspetos:

- Conhecimento a cada dia das tarefas em execução;
- Classificar as tarefas por ordem de importância;
- Conhecimento das falhas frequentes, ou seja, a probabilidade de falha associado a cada tarefa;

As rotinas de inspeção podem ser do tipo:

- Sistemático: global quando o controlo de cada tarefa é feito com acompanhamento a 100% e parcial quando é garantido o controlo de algumas tarefas com percentagem variável de acompanhamento;
- Aleatório- Controlo de qualquer tarefa a qualquer momento;
- Misto- É a junção dos dois tipos anteriores.

Ainda no âmbito do planeamento das rotinas de inspeção, a supervisão deve definir a natureza das tarefas, para que possa definir estrategicamente quais as tarefas e em que momento de execução vai controlar, de forma a evitar o referido ‘policciamento’, e garantir a conformidade das mesmas eficientemente.

2.7.2. RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA

Para o acompanhamento do desenvolver da obra, a supervisão utiliza um relatório diário de obra, que não é mais do que um instrumento de controlo, com o objetivo de dar resposta às seguintes questões:

- Que tarefas estão a ser executadas, onde e por quem;
- Que tarefas pararam;
- Que tarefas deveriam ter começado e ainda não tiveram início;
- Variação da carga de pessoal por tarefa e local;
- Condições meteorológicas.
- Reportório fotográfico das ocorrências da obra.

Nas figuras 2.6(a), 2.6(b) e 2.6(c) , são apresentados três seções de um exemplo de relatórios diários obtidos já pelo modelo de informação desenvolvido, mas ainda numa fase preliminar:

RELATÓRIO DIÁRIO	
19 DE DEZEMBRO DE 2017	
REGISTO FOTOGRÁFICO	
	
DATA CONCLUSÃO DA EMPREITADA	
LOGOTIPO DA CONSTRUTORA	09.03.2018

Fig.2.6(a) Registo Fotográfico

TRABALHADORES EM OBRA		CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS
EMPRESA	Nº TRABALHADORES	SOL 
XXXXX	2	
XXXXX	22	
Subempreiteiro (XXXX)	14	
Subempreiteiro (XXXX)	1	
Subempreiteiro (XXXX)	6	
Subempreiteiro (XXXX)	2	
Subempreiteiro (XXXX)	7	
TOTAL	57	

Fig.2.6(b) Mapa de Equipas produtivas e Condições Meteorológicas

ATRASO GLOBAL DA EMPREITADA: 5 SEMANAS

O atraso verificado na empreitada é resultado de duas situações que têm implicância direta com o caminho crítico do Plano de Trabalhos Ajustado da Empreitada:

1. Observância da incompatibilidade entre os cadastros fornecidos pelas entidades e o traçado real existente nos passeios onde estava previsto, em projeto de execução submetido em fase de concurso, a cravação de perfis metálicos da estrutura de contenção de fachadas.
2. Aumento da profundidade das estacas não estruturais (estacas plásticas), em 0,5m, devido à necessidade de rebaixar a cota de fundo da escavação geral, por forma a ir ao encontro das necessidades do projeto

TRABALHOS EM CURSO

- Execução de escavação;
- Continuação da montagem da estrutura de contenção de fachadas na Rua Formosa e Sá da Bandeira;
- Desconstrução dos edifícios da Rua Sá da Bandeira;
- Continuação da demolição do edifício Loop;
- Continuação da reposição do revestimento dos passeios, junto à estrutura metálica;
- Continuação do saneamento da cabeça das estacas;
- Continuação da execução e colocação de armaduras da viga de coroamento;
- Execução de ancoragens;
- Continuação da execução da cortina de estacas:
 - Execução de estacas estruturais: E124

Fig.2.6(c) Análise ao estado da empreitada e trabalhos em curso

2.7.3. FICHAS DE CONTROLO DA CONFORMIDADE

Os procedimentos de inspeção assentam num princípio de comparação entre a informação presente no projeto e a execução constatada em obra. Para a verificação da conformidade, é utilizado um documento síntese que integra os procedimentos a verificar pelo fiscal de conformidade para cada tarefa.

Este documento tem o nome de ficha de controlo de conformidade (FCC) e pretende sistematizar e orientar o fiscal durante todo o processo de controlo de uma tarefa. As FCC devem seguir os seguintes princípios:

- Ser muito detalhadas e explícitas ao nível do controlo a executar;
- Abranger o menor número de tarefas possível;
- Permitir que a materialização dos campos possibilite a sua universalidade;
- Cada ficha deve permitir controlar uma tarefa nos vários locais onde é executada;
- A preparação das fichas deve ser feita pelo fiscal para que este tenha total conhecimento do projeto;
- A elaboração das fichas deve ser feita imediatamente após a revisão do projeto.

A figura 2.7, apresenta-se um exemplo de uma ficha tradicional de controlo de conformidade de quadros elétricos:

ref^o **E.012.1** (Set/08) referente a **quadros eléctricos** % total da tarefa a inspecionar

localização:	inspecção e ensaio tipo I %	critério de aceitação	registo				
			datas		resultado		
			início	fim	A	R	ass.
1 Estudo e Preparação							
1.1 Verificar projecto:							
a) - Barramentos para 2A/mm ²	Consulta processo	---					
b) - Condutores da electrificação, definidos	"	---					
c) - Circuitos de tensão diferente, separados em compartimento	"	---					
d) - Tipo de quadros e aparelhagem	"	---					
2 Recepção de Materiais							
2.1 O equipamento coincide com o aprovado	Visual / 100%	Amostra aprovada					
2.2 Características dos disjuntores e aparelhos conforme CE	Visual / 50%	Amostra aprovada					
2.3 Verificar secção dos barramentos	Medição / 50%	>= projecto					
2.4 Verificar secção dos condutores da electrificação	Visual / 50%	>= projecto					
2.5 Certificação dos quadros	Visual / 100%	São certificadas					
3 Execução da Tarefa							
3.1 A furação dos quadros está bem executada	Visual / 50%	Sem rebarbas					
3.2 Uso de buçins em quadros à vista com dimensão do cabo	Visual / 50%	sim					
3.3 Alimentação, ligação com terminais cravados	Visual / 50%	Sim					
3.4 Ligação de cabos multifilares com ponteiros terminais	Visual / 100%	Sim					
3.5 Identificação correcta de cabos e circuitos	Visual / 50%	Sim					
3.6 Disparo de diferenciais	Ensaio / 80%	Dado pelo aparelho de ensaio					
3.7 Medição da resistência de isolamento	Ensaio / 100%	>= 0,5MΩ					
4 Condições de Segurança							
4.1 Uso de EPI's específicos para trabalhos em tensão	Visual / 50%	Sim					

Legenda: A – aprovado ; R – recusado

registos

data | ocorrência

(continuação dos registos no verso)

Fig.2.7. Ficha de Controlo da Conformidade de Quadros Elétricos

Na figura 2.7, são identificados todos os pontos a controlar da tarefa “quadros eléctricos”, com o meio de inspeção (visual, medição, consulta ou ensaio), os critérios de aceitação e as datas de início e final de inspeção, acompanhadas do resultado (aprovado ou reprovado). De salientar no final da ficha, o campo para a comunicação de não conformidades, reservado para descrever as ocorrências não conformes na referida inspeção.

2.7.4. REUNIÕES DE PREPARAÇÃO DE OBRA

As reuniões de preparação de obra são reuniões prévias ao desenvolvimento dos trabalhos, com o objetivo de antever as metodologias que são necessárias implementar pelos diferentes intervenientes: fiscalização, empreiteiro, e sempre que necessário, também dono de obra e projetista. Os assuntos tipicamente abordados são, por ordem cronológica, os seguintes:

- Revisão dos elementos do projeto;
- Esclarecimento de dúvidas;
- Apresentação das tecnologias a utilizar por parte do empreiteiro, identificando materiais, mão de obra e equipamentos, bem como a identificação dos fornecedores, datas de entrega e intervenientes nas tarefas;
- Identificação da sequência das tarefas e respetivos locais de execução;
- Aprovação por parte da fiscalização das tecnologias apresentadas;

- Confirmação de prazos, datas de início e fim, bem como a precedência das tarefas;
- Apresentação dos mecanismos de controlo a utilizar pela fiscalização.

O fato das reuniões serem feitas com a devida antecedência, permite prever e solucionar atempadamente muitas questões antes que estas sejam um problema, que se apenas fosse detetado já em fase de execução poderia trazer inconvenientes a nível de prazos, custos e “re-work”. Destas reuniões, extrai-se muita informação útil e necessária nos mecanismos de controlo, não só a definição dos mesmos, mas também o conteúdo presente neles.

O documento principal que é o produto final deste processo tem o nome de ata de reunião de obra, onde fica registada toda a informação decorrente da reunião, bem como ações futuras a realizar nesse contexto.

2.7.5. PLANO DE CONFORMIDADE

O plano de conformidade é um fluxograma relacional onde se estabelecem as relações das FCC para cada tarefa nos respetivos momentos de controlo, este fluxograma é representado abaixo na figura 2.8.

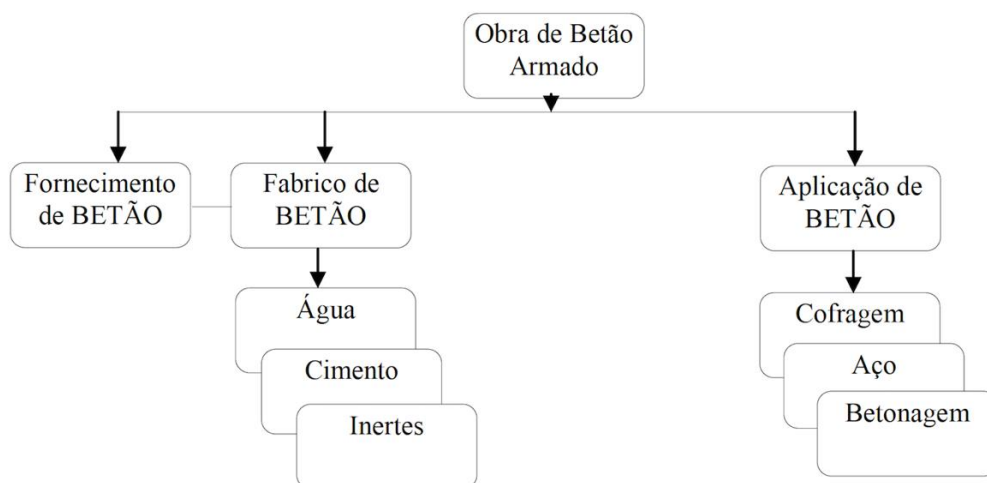


Fig.2.8. Exemplo de um Fluxograma de um Plano de Conformidade

Verifica-se, pela figura 2.8, que é estabelecida uma hierarquia ‘Tarefa’ - ‘Momento de Controlo’ - ‘FCC’. Desta forma, o fiscal é orientado sobre quais as fichas que necessita preparar para as rotinas de inspeção e em que momento de controlo que deverá utilizar.

Na figura 2.9, apresenta-se um exemplo modelo de um plano de conformidade de obra. No plano apresentado na figura 2.9, verifica-se a identificação do tipo de tarefa ou operação, qual o controlo a efetuar, o que é controlado e de que modo. Também é identificado o responsável pelo controlo, a frequência desse controlo e os critérios de aceitação. De salientar que o último campo deste quadro, é respeitante ao documento de controlo utilizado, identificado na figura como registo emitido.

Nº	OPERAÇÃO	O QUE CONTROLA	COMO CONTROLA	RESPONSÁVEL	QUANDO (FREQUÊNCIA)	CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO / REJEIÇÃO	Registo Emitido
1	Desmatização	Limpeza da Plataforma de trabalho	Visual	Encarregado Geral Chefe de Equipa	100%	Circulação Desimpedida	Registo Ponto Mod.008_DP
2	Implantação	Cotas e Limites do terreno	Estação Total	Topógrafo	5% dos pontos anteriormente levantados	De acordo com projecto de execução +/- 5 cm	Boletim de Verificação Topográfica
3	Decapagem	Eliminação de Terra Vegetal	Visual	Encarregado Geral Chefe de Equipa	Todas as frentes de trabalho	Eliminação de toda vegetação nas frentes de trabalho	Registo de Controlo de Obra Mod.015_DP
4	Escavação	Cotas	Estação Total Nível Laser Fita Métrica	Topógrafo Encarregado Geral	Malha de 10 em 10 m	De acordo com projecto de execução +/- 5 cm	Registo Ponto Mod.008_DP
		Limites	Fita Métrica			De acordo com projecto de execução +/- 5 cm	Registo de Controlo de Obra Mod.015_DP
		Implantação de taludes	Visual	Encarregado Geral Chefe de Equipa	100%	Verificação da inclinação do talude de acordo com o definido no projecto	Registo Ponto Mod.008_DP
5	Aterro	Implantação	Estação total	Topógrafo	5% dos pontos anteriormente levantados	De acordo com projecto de execução +/- 5 cm	Boletim de Verificação Topográfica
		Compactação das camadas	Visual	Encarregado Geral Chefe de Equipa	100%	Inexistência de zonas saturadas ou que permitam o efeito "mola" quando pressionado com o pé	Registo Ponto Mod.008_DP
		Espessura das camadas	Nível Laser Fita Métrica	Encarregado Geral Chefe de Equipa	1 Verificação por camada	De acordo com projecto de execução +/- 5 cm	Registo de Controlo de Obra Mod.015_DP
		Grau de compactação	Ensaaios	Director de Obra	Quando Exigido	De acordo com projecto de execução	Relatório de Ensaio
		Cota pronto	Estação Total Nível Laser Fita Métrica	Topógrafo Encarregado Geral	Final da Terraplanagem	De acordo com projecto de execução +/- 5 cm	Registo de Controlo de Obra Mod.015_DP

Fig.2.9. Modelo de um Plano de Conformidade

2.7.6. NÃO CONFORMIDADES

Como definido anteriormente na seção 2.3 deste trabalho, a caracterização de “não conformidade” pode ser definida como o não cumprimento ou desvio das especificações ou requisitos acordados [8].

O registo das não conformidades em obra é realizado com o objetivo de identificar anomalias, seja ao nível da tecnologia construtiva, dos recursos e materiais ou do desempenho do sistema construtivo em questão. Para cada anomalia é definido um grau de aceitação das mesmas e são propostas medidas corretivas caso se revelem necessárias.

O acompanhamento deste processo permite também analisar as causas raiz destas falhas. Em suma, uma não conformidade pode ocorrer devido a uma falha no sistema de gestão da qualidade da empresa ou devido a uma falha no produto.

As falhas no produto ocorrem quando algum procedimento interno do sistema relativo à produção não é cumprido. Por outro lado, uma falha ao nível do sistema, significa que, apesar dos procedimentos terem sido cumpridos o produto final não foi produzido em conformidade, o que revela uma falha no delineamento dos procedimentos da empresa relativos à produção ou ao controlo da mesma.

O procedimento de registo e gestão de não conformidades é essencial não só para garantir que o produto com defeito é corrigido antes da entrega ao cliente, mas também para as organizações identificarem as falhas internas numa ótica de prevenção de ocorrências futuras e melhoria contínua. Este registo assume então um carácter vital para o futuro e continuidade das organizações na indústria da construção, devendo ser executado com rigor e com recurso e análise de toda a informação disponível.

Na figura 2.10 é representado um exemplo modelo de um formulário de registo de não conformidade:

Exemplo

RELATÓRIO NÃO CONFORMIDADE

SISTEMA: __ PRODUTO: __ SEGURANÇA: __

ÁREA/OBRA: _____
Nº _____

1. REGISTO NÃO CONFORMIDADE

Origem: ☐ Interna ☐ Externa Cliente ☐ Auditoria Interna ☐ Auditoria Externa
Descrição da Não Conformidade: <i>(Descrever o não cumprimento de um requisito legal, contratual ou especificado no sistema)</i>
Análise de causas Prováveis: <i>(Identificar e caracterizar as causas que levaram à NC)</i>
Responsável: _____ Data: _____

2. CORRECÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE

Descrição:	Tratamento: (Produto Não Conforme) ☐ Aceite sob condição: ☐ Corrigido e reinspeccionado: ☐ Rejeitado ou demolido: ☐ Aceite sem condição (Doc ref: _____) Observações:
Responsável: _____ Prazo: _____ Data: _____	

3. ACÇÃO CORRECTIVA A DESENVOLVER *(eliminação das causas)*

Descrição:

Prazo: _____

Responsável: _____
Data: _____

4. FECHO *(Descrever se as acções implementadas foram eficazes)*

Avaliação:

☐ eficaz
☐ não eficaz (definir nova Acção)

Responsável: _____
Data: _____

ORG.MEAFRMZ.016.02

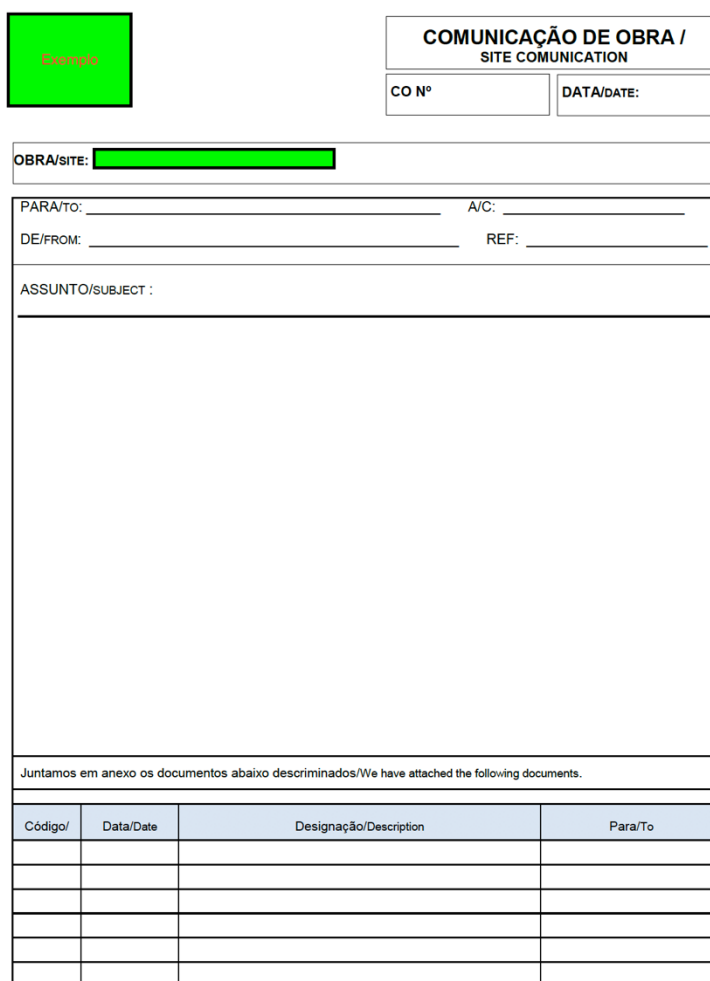
Fig.2.10. Formulário exemplo de registo de uma não conformidade em obra

Da análise à figura 2.10, identificam-se os campos de descrição da não conformidade e análise das causas prováveis. É também indicada a fonte de deteção : interna, caso tenha sido detetada por um colaborador da empresa, externa: caso tenha sido detetada pelo cliente ou fiscalização, auditoria interna ou auditoria externa. No campo 2 do formulário é definida a aceitação e a correção necessária. No campo 3 é identificada a ação corretiva e avaliada quanta à sua eficácia.

2.7.7. ORDENS DE SERVIÇO/COMUNICAÇÃO DE OBRA

O seguinte procedimento é referente às ordens de serviço ou comunicações de obra. É realizado através de um formulário endereçado a qualquer interveniente relacionado com a empreitada e tem o objetivo de registar formalmente uma ação ou série de ações a efetuar. Esta comunicação pode ser do cliente para o empreiteiro, projetistas, fiscalização, técnico de segurança ou qualquer outra entidade envolvida na empreitada. Normalmente, a comunicação em obra assume este formato quando se pretende formalizar e registar informação importante.

Na figura 2.11 é apresentado um modelo de uma comunicação de obra:



Exemplo

COMUNICAÇÃO DE OBRA /
SITE COMMUNICATION

CO Nº: DATA/DATE:

OBRA/SITE:

PARA/TO: A/C:

DE/FROM: REF:

ASSUNTO/SUBJECT :

Juntamos em anexo os documentos abaixo discriminados/We have attached the following documents.

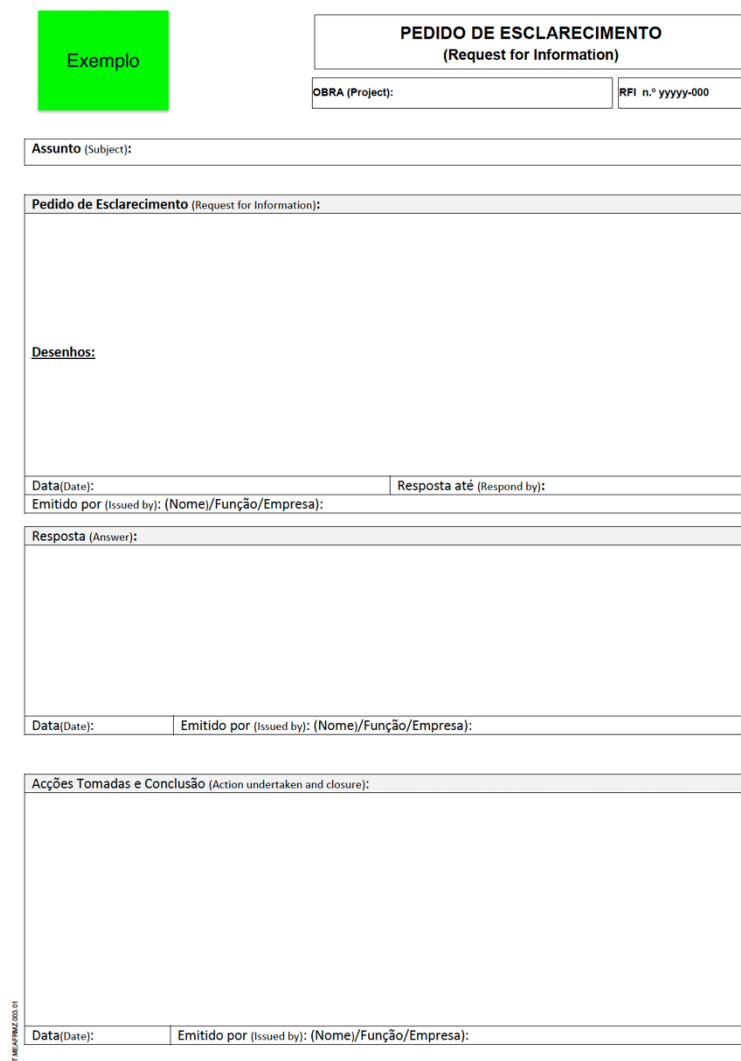
Código/	Data/Date	Designação/Description	Para/To

Fig.2.11. Formulário exemplo de comunicação de obra

2.7.8. PEDIDO DE INFORMAÇÕES (RFI)

Os pedidos de esclarecimento são um procedimento que visa esclarecer dúvidas relativas à tecnologia construtiva de um dado trabalho. Normalmente é efetuado entre empreiteiro e fiscalização ou projetista, acompanhado dos respetivos desenhos ou memória descritiva, com o objetivo de clarificar questões relativas à informação presente no projeto.

Na figura 2.12 é apresentado um modelo de um pedido de esclarecimentos:



The figure shows a web form titled "PEDIDO DE ESCLARECIMENTO (Request for Information)". It includes a green "Exemplo" button, a header with "OBRA (Project)" and "RFI n.º yyyyy-000", a subject field, a large text area for "Desenhos" (Drawings), a section for "Resposta (Answer)" with date and issuer fields, and a final section for "Acções Tomadas e Conclusão (Action undertaken and closure)" with similar date and issuer fields. A small vertical text "427-AM-01-FRM-001-001-01" is on the left.

PEDIDO DE ESCLARECIMENTO (Request for Information)	
OBRA (Project):	RFI n.º yyyyy-000
Assunto (Subject):	
Pedido de Esclarecimento (Request for Information):	
Desenhos:	
Data(Date):	Resposta até (Respond by):
Emitido por (Issued by): (Nome)/Função/Empresa:	
Resposta (Answer):	
Data(Date):	Emitido por (Issued by): (Nome)/Função/Empresa:
Acções Tomadas e Conclusão (Action undertaken and closure):	
Data(Date):	Emitido por (Issued by): (Nome)/Função/Empresa:

427-AM-01-FRM-001-001-01

Fig.2.12. Formulário exemplo de um pedido de esclarecimento

Como se pode observar na figura 2.12, este formulário é composto pelos campos pergunta e resposta, identificado em ambos os intervenientes e os anexos de suporte relativos à informação do projeto.

Por último, na seção final, são indicadas as ações realizadas e a conclusão do assunto. Note-se que, tal como os registos anteriores, os pedidos de esclarecimento são documentos de carácter formal.

2.8. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NO CONTROLO DA CONFORMIDADE

A análise aos processos relativos ao controlo da conformidade realizada anteriormente, permite concluir que os processos envolvidos devem estar sob controlo, de forma a permitir guardar os registos da informação e extrair indicadores de desempenho, tornando as decisões baseadas na análise dos dados e da informação obtida atempadamente. Abordando a recolha, processamento e armazenamento de dados,

conclui-se que, não faz sentido hoje em dia, fazê-lo sem o auxílio de computadores. É neste contexto que surgem os conceitos de sistemas e tecnologias da informação no controlo da qualidade.

Juran e Gryna [20] definem os sistemas de informação na qualidade como ‘um método organizado de recolha, armazenamento, análise e comunicação de informação sobre a qualidade, para auxiliar os decisores a todos os níveis’. Este conceito exige “inputs” de várias áreas funcionais e reconhece que a informação não se trata apenas de dados, mas também dos conhecimentos e experiência necessária para a tomada de decisão.

Os dados devem ser recolhidos, analisados e utilizados como um ponto de partida para a melhoria. Kume [21] afirma que a informação é um guia para a ação, porque torna os factos de uma situação claros, e, portanto, ajuda os gestores na tomada da decisão adequada. Antes da recolha de informações é importante definir a forma como e com que intenção esta vai ser usada. Deve-se ter em conta a fiabilidade da recolha de dados e até mesmo os métodos de agregação de dados e, a sua análise precisa da atenção adequada para obter a informação necessária. Neste contexto são apresentadas as três dimensões dos sistemas de informação na qualidade, presentes na figura 2.13:

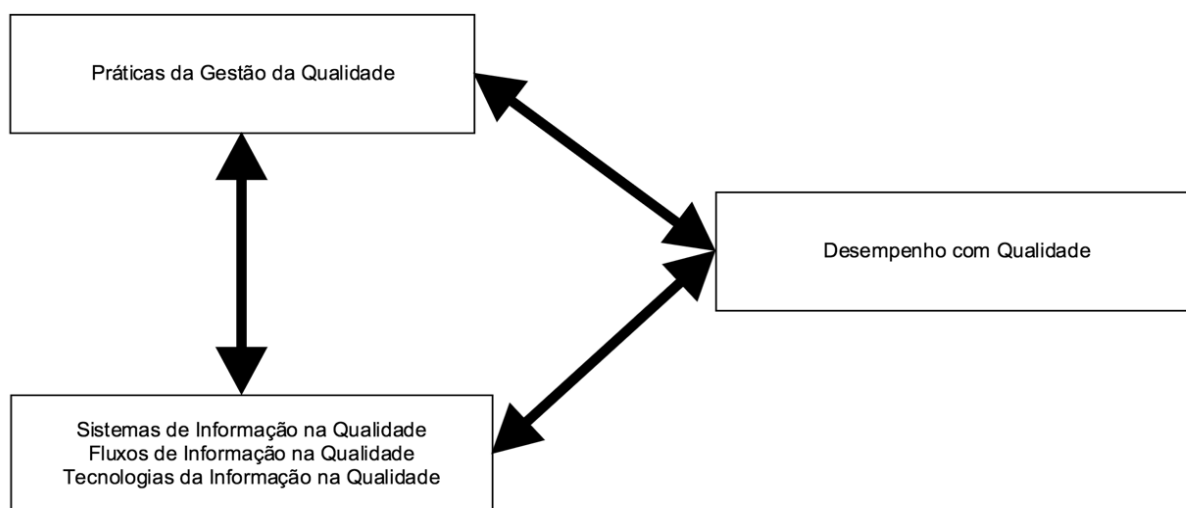


Fig.2.13. Dimensões dos Sistemas de Informação na Qualidade

a. Sistemas de informação para a qualidade:

Esta dimensão considera fluxos de informação e tecnologias de informação que gerem e suportam os trabalhadores nas suas atividades, a fim de melhorar o desempenho da qualidade. As tecnologias da informação são separadas dos fluxos de informação, uma vez que os fluxos de informação podem ocorrer mesmo sem tecnologias e que a presença de informações tecnológicas não garante necessariamente o uso de fluxos de informação.

b. Fluxos de informação da qualidade:

O feedback que é dado aos intervenientes de um processo ou organização é um meio de aprender e manter comportamentos orientados à tarefa. É, por isso, importante para a atividade de melhoria contínua, selecionar feedbacks apropriados. Devem ser dados feedbacks diferentes em diferentes níveis organizacionais. Informações internas sobre a qualidade recolhidas pela inspeção do produto e auditoria de processos internos constituem uma grande parte do “feedback”. É importante apresentá-lo imediatamente, a fim de facilitar a investigação sobre as causas e intervir com a rápida correção. O armazenamento de informações para a agregação e análise também é importante [22].

c. Tecnologias da informação para a qualidade:

Os dados e registos para o controlo estatístico de processos podem ser convenientemente processados por computadores. O apoio de software permite vários tipos de análise, que no caso de terem de ser realizadas manualmente, não seriam viáveis devido ao tempo e capacidade necessárias. Isto permite a todos os intervenientes nos processos que se concentrem nos resultados da análise em vez de perderem tempo com o processo da análise.

A utilização das tecnologias da informação ajuda a melhoria e desempenho do controlo da qualidade numa organização ou processo pelos seguintes aspetos:

a. Enaltece e dá ênfase à política de qualidade no ambiente onde esta é aplicada.

O principal valor que as TI acrescentam é a integração de atividades isoladas numa melhoria da estratégia geral da organização e no cumprimento dos objetivos principais do seu negócio. Com as TI, os líderes podem comunicar a visão e missão necessárias para alcançar a qualidade aos seus colaboradores, e estes últimos, podem fazer o seu trabalho virtualmente em qualquer lugar e tempo onde as TI o permitam. Woo [23], referiu que as TI ajudam a gestão a aliviar a carga das atividades de rotina e o consumo de tempo das mesmas nos sistemas de informação, permitindo um foco em tarefas de gestão importantes que antes eram negligenciadas.

Em suma, as TI permitem explorar várias formas de fornecer informação precisa e acessível para enfatizar a qualidade numa organização, embora isto apenas seja possível se os colaboradores estiverem motivados em aceitar as TI.

b. Auxilia o trabalho colaborativo e promove a melhoria contínua conjunta

A melhoria contínua da qualidade é uma técnica de gestão baseada em fatos nos quais a utilização de dados atualizados em tempo real é um pré-requisito para a identificação de problemas, respetivas causas e natureza dos mesmos, bem como de soluções. De acordo com Dimancescu [24], o uso das TI é essencial não só para fins colaborativos, mas também ajuda na integração da empresa nas soluções do problema. Além disso, o uso de TI em sistemas de gestão de qualidade, não só cria vastas quantidades de informações necessárias relacionadas com a melhoria da qualidade, mas também oferece capacidades analíticas para melhorar os processos [22].

c. Aumenta a eficácia do sistema de controlo de qualidade e reduz os seus custos

Garante a certificação ISO9000 e de outros sistemas de gestão da qualidade pois permite uma documentação eficiente, e sistemas de controlo e recuperação. Presta apoio aos decisores em situações semi estruturadas e não estruturadas, em assuntos da qualidade e consegue conciliar o julgamento humano com informação computadorizada. Fornece a pessoas com funções relacionadas com a qualidade, a experiência que necessitam para melhorar continuamente a mesma através do acesso e

acompanhamento atempado e eficaz, bem como o controlo da informação. Simultaneamente, centraliza e distribui o controlo das correções das não conformidades para a identificação dos problemas, e recomenda ações, tomando como base os inputs de cada parte envolvida. Um melhor controlo é suportado pela medição e análise de desempenho dos processos ou da organização, seguindo os fatores críticos de sucesso previamente definidos.

As tecnologias de informação podem ser consideradas como um fator decisivo na redefinição ou recriação de uma organização ou processo e permitem também a distribuição de poder, de funções e o melhor controlo. Este aumento de eficácia é devido também ao fato de a burocracia em papel ser substancialmente reduzida comparativamente com sistemas tradicionais. Muitas tarefas não podem ser realizadas sem apoio das TI e muitas atividades de melhoria não podem ser realizadas sem acesso à informação e dados. A análise e recolha dos registos e da informação nos sistemas tradicionais em papel é muito mais lenta e por vezes o tempo despendido neste processo é maior que o tempo de ação da atividade.

d. Aumenta a velocidade de processamento da informação e comunicação

Pelo facto de ser online, a transferência da informação é realizada em tempo real, o que permite ter conhecimento imediato de todas as ocorrências, possibilitando assim um menor tempo de resposta do que nos sistemas tradicionais. A troca atempada de informação interna e externa, permite aos gestores seguir um caminho melhor a nível de decisões, sendo estas suportadas pela análise de dados. Em relação ao trabalho colaborativo, a rede de comunicação formada pelas TI encurta a distância física, muda a dimensão do tempo e aumenta a memória organizacional.

2.9. TECNOLOGIA MOBILE E CLOUD COMPUTING

O conceito de computação em nuvem (*“cloud computing”*) refere-se à utilização da memória e da capacidade de armazenamento e cálculo de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da internet. O armazenamento de dados é feito em serviços que poderão ser acedidos de qualquer lugar do mundo, a qualquer hora, não havendo necessidade de instalação de programas ou de armazenar dados. O acesso a programas, serviços e arquivos é remoto, através da Internet, daí a alusão à nuvem. A utilização desse modelo (ambiente) é mais viável do que o uso de unidades físicas. Toda a tecnologia que permite ser utilizada durante a movimentação do usuário é uma tecnologia móvel. A tecnologia móvel não é apenas uma invenção, ela pode ser considerada uma revolução, pois foi capaz de atingir o cotidiano das pessoas e fazer parte da vida delas, modificando as suas rotinas e formas de tomar decisões. Tudo isso só foi possível através da evolução da tecnologia móvel, que nos diversos dispositivos, como por exemplo na telecomunicação, onde se podem citar os telemóveis, redes wireless (sem-fios), wifi e bluetooth. Outro exemplo seriam os tablets e notebooks.

Existem várias pesquisas a sobre utilização de tecnologia mobile e cloud no controlo da conformidade em obra, procurando avaliar o seu potencial e até desenvolver modelos de controlo baseados nessas tecnologias. O controlo de conformidade em obra poderá chegar a outro patamar através da tecnologia mobile, uma vez que esta permite a partilha de informação em tempo real, acessível por todos os intervenientes.

2.10. BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

Building Information Modeling (BIM), ou modulação de informação da construção é um dos desenvolvimentos mais promissores na de arquitetura, engenharia e indústria da construção (AEC). Com a tecnologia BIM, um ou mais modelos virtuais de um edifício, são construídos digitalmente. Estes

modelos dão suporte ao projeto nas várias fases do mesmo, permitindo melhor análise e controlo, do que os processos manuais. Quando concluídos, esses modelos computadorizados contêm geometria e dados necessários para suportar as atividades de construção, fabrico e procurement. O BIM também suporta muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de um edifício, fornecendo a base para novos recursos de projeto e construção bem como mudanças nas funções e relacionamentos entre uma equipa de projeto. Quando adotado propriamente, o BIM facilita os processos de projeto e construção, numa integração que resulta em edifícios de melhor qualidade com menor custo e menor duração do projeto [25]. BIM pode ser definido como uma tecnologia de modulação e um conjunto de processos associados para a produção, comunicação e análise de modelos de construção. Estes modelos são caracterizados por:

- Componentes de construção que são representados com representações digitais (objetos) que, carregam atributos de dados e gráficos computadorizados em aplicações de software, bem como regras paramétricas que permitem que eles sejam manipulados de maneira inteligente;
- Componentes que incluem dados que descrevem como eles se comportam, necessários para análises e processos de trabalho, por exemplo, a análise de energética de um edifício;
- Dados consistentes e não redundantes, de modo que as alterações num dado componente
- sejam representadas em todas as visualizações do componente e conjuntos dos quais faz parte;
- Dados coordenados, de modo que todas as vistas de um modelo sejam representadas forma coordenada.

2.11. DOCUMENTAÇÃO “AS-BUILT”

A documentação “As-built”, definida como a captura de registos da construção, gerados à medida em que a fase de construção avança [26,27], tem grande valor no rastreamento do progresso, agendamento e tomada de decisão durante a construção [28]. Abdel-Monem e Hegazy [29] mencionaram que os registos da construção “As-built” são compostos por voz, e-mails, e mensagens de texto. Li E Poon [30] especificaram que as informações do processo construtivo incluídas nos registos da construção, são úteis para a tomada de decisão e para a gestão da segurança em obra. Goedert e Meadati [31] descreveram esses registos (por exemplo, horários, solicitação de informações, ordens de alteração, envio de desenhos) na documentação “As-Built” e referem-se aos mesmos, como componentes chave de uma gestão de edifícios com sucesso na fase de operação e manutenção (O & M). Durante a fase de construção, é feito um grande número de registos de construção (por exemplo, agendamentos, métodos de construção, dados de custos, relatórios diários, fotos da obra, desenhos e alterações), contudo, esses dados não estão incluídos corretamente na documentação “As-built” [28]. Documentação “As-built” não exata durante a fase de construção, contribui para mal-entendidos, falta de antecipação, atrasos nos projetos e excessos de custos [29]. Além disso, a falta dessa documentação após a conclusão da construção, leva a atrasos nas operações e tarefas da gestão de edifícios[32]. Consequentemente, grandes quantidades de tempo e dinheiro são desperdiçadas em tarefas que não criam valor, tais como procurar e verificar documentação “As-Built” durante a fase de O & M [28,31]. Dada a importância desta documentação estar completa, vários projetos de construção baseados em BIM [32] recomendaram a geração de “As-builts” durante a fase de construção, e especificam que para obter uma documentação “As-built” completa, é necessária a integração dos registos de construção recolhidos, atempadamente com um modelo 3D BIM. Note-se que, todos os formulários apresentados na seção 2.6 deste trabalho se enquadram na informação “as-built” de uma obra.

3

FUNDAMENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

3.1. INTRODUÇÃO

No presente seção é realizado um estudo específico como objetivo de fundamentar e validar a problemática desta dissertação ou seja, pretende-se mostrar que para além da opinião do autor (já expressa no capítulo 1) se trata de um assunto reconhecido no foro profissional com caraterística universais no âmbito desta dissertação, ou seja no domínio da influência latina do processo de controlo de qualidade em obra vulgarmente designado por fiscalização. Para fundamentar a problemática são descritos e analisados, como casos de estudo, sistemas de controlo da conformidade de 4 projetos de construção, de 4 empresas distintas com apoio de alunos de mestrado co-orientados pelo autor.

Ainda fruto da intervenção em obra nestes casos de estudo, são realizados inquéritos aos responsáveis pelo controlo da qualidade, direção de obra e fiscalização das empresas envolvidas.

Os resultados obtidos são apresentados e discutidos e, por último, debatidas as conclusões retiradas da análise deste trabalho que permitem sustentar o fundamento da problemática abordada. A figura 3.1 ilustra o índice do presente capítulo.

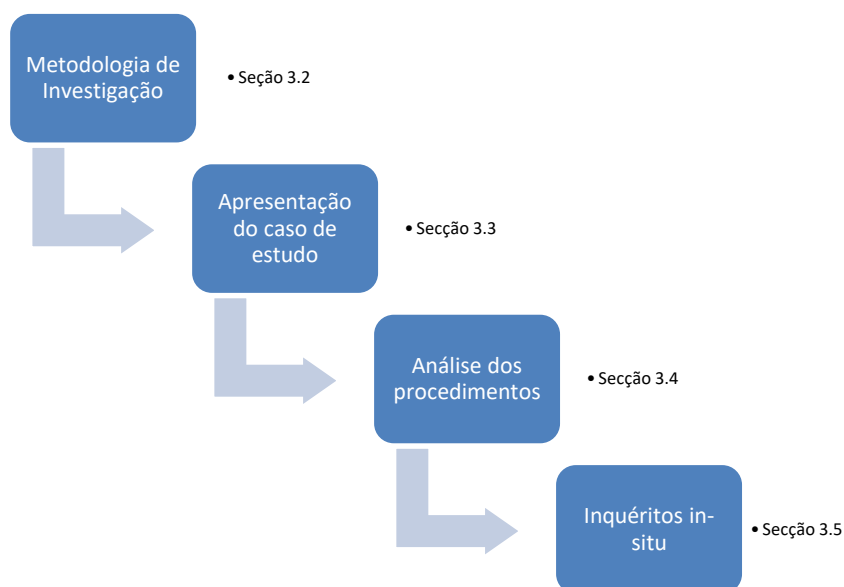


Fig. 3.1. índice Capítulo 3

3.2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Com objetivo de fundamentar a presente problemática, é feita uma análise em obra sob a forma de caso de estudo a 4 projetos de construção de natureza distinta, executados por 4 empresas diferentes, todas portuguesas de elevado prestígio nacional e internacional. A presença em cada obra durou cerca de 90 dias, sempre feita por elementos distintos. Embora cada estadia em obra tivesse um objetivo diferente, a metodologia de trabalho em todas objetivava-se na atuação “transparente” dos recursos presentes em obras. Esta atuação “transparente” caracteriza-se da seguinte forma:

Os fiscais transparentes atuavam de forma paralela à entidade supervisora da obra, de forma a analisar os seus métodos de trabalho referentes ao controlo da conformidade em obra, sem interferir com os mesmos. Desta forma, foi possível através da visualização presencial e com recurso a entrevistas aos próprios responsáveis e intervenientes de obra, efetuar registos afetos a cada metodologia de controlo, os fluxos de informação e a deteção e análise das não conformidades decorrentes da estadia em obra. Foi também possível a realização de inquéritos aos responsáveis de cada obra, tendo como objetivo perceber o possível impacto que a introdução das novas tecnologias teria no seu trabalho. Para além deste último aspeto, foi também inquirido o tempo médio de indexação semanal de cada responsável às várias áreas funcionais e procedimentos do controlo da conformidade em obra, este último com a finalidade de perceber hipoteticamente as áreas que mais favoreciam desta implementação tecnológica.

Seguidamente são apresentados os casos de estudo e definidos os objetivos da estadia em cada obra. Posteriormente são apresentados os registos e feita uma análise a cada caso, seguida das respetivas conclusões. Por último na seção 3.5 deste capítulo, são revelados os inquéritos realizados in-situ com as respetivas conclusões.

3.3. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO

Tanto pela natureza distinta e diferente dimensão das obras, como pelo tipo de intervenção que cada entidade gestora tem em cada obra, o trabalho a realizar difere em cada caso. Desta forma, é possível perceber a presente problemática de pontos de vista diferentes e, apesar da curta duração de cada estadia (cerca de 90 dias), espera-se que as amostragens revelem alguns problemas padrão que mesmo assim sejam possíveis identificar.

O projeto I desenrola-se na baixa do Porto, numa obra de reabilitação complexa, tanto pelo atraso da obra já no início da estadia, como pelas constantes alterações e derrapagens orçamentais. Embora longe de reunidas as condições ideais para analisar o procedimento padrão no controlo da conformidade pela fiscalização, este cenário é uma realidade no setor da construção e, possivelmente, poderá ser nestas situações onde a eficácia e eficiência do controlo da conformidade em obra fará mais a diferença.

O projeto II retrata a construção de uma obra residencial em Maputo, Moçambique. Esta obra conta com a participação de fiscalização, porém o sistema de controlo da conformidade analisado é respeitante ao controlo interno do empreiteiro. Trata-se de uma empresa líder de mercado nacional e internacional principalmente nos países lusófonos, com um sistema de gestão de qualidade implementado há décadas.

Este caso de estudo pretende auferir o modo de autocontrolo utilizado e a sua eficácia.

O projeto III caracteriza-se por uma obra de geotecnia de dimensão muito maior que qualquer outra presente neste caso de estudo. Apesar da dimensão, trata-se de uma obra com muito pouca variedade e variabilidade de tarefas e materiais, tornando possível, estudar com detalhe todos os procedimentos afetos ao controlo da conformidade executado pela fiscalização.

Pode-se afirmar, um cenário perfeito para o estudo de caso pretendido, ou seja, analisar sem condições adversas e muito detalhadamente todos os fluxos de comunicação praticados pela empresa em questão.

O projeto IV difere um pouco dos restantes, porque neste caso, a empresa em análise é um subempreiteiro e não a entidade gestora da obra. A empresa em questão presta serviços na área de pavimentos industriais e os mesmos têm uma duração média de 5 dias. Tratam-se de serviços muito semelhantes aplicados em diferentes clientes, num curto espaço de tempo, sempre executados pelas mesmas equipas. Acompanhou-se a empresa na execução de 10 obras durante este trabalho. Depois de estudar as tecnologias inerentes a este tipo de serviço, registaram-se e analisaram-se as não conformidades detetadas, conjuntamente com as respetivas causas.

O quadro 3.1, faz a síntese das estadias em obra, identificando o tipo da obra, a duração, a intervenção da entidade supervisora da obra bem como a dos investigadores.

Quadro 3.1 Caraterização dos Casos de Estudo

Projeto	Tipo de Obra	Estadia em Obra	Entidade Supervisora	Intervenção Investigadores
I	Obra Reabilitação Complexa	+/- 90 dias	Fiscalização	Análise e descrição dos procedimentos e registos afetos ao controlo da conformidade
II	Obra Reabilitação Padrão	+/- 90 dias	Empreiteiro	Análise da metodologia de autocontrolo utilizada pelo empreiteiro
III	Obra de Geotecnia	+/- 90 dias	Fiscalização	Descrição dos fluxos de informação e análise das causas das não conformidades encontradas
IV	Obra Pavimentação Pavilhões Industriais	+/- 90 dias	Sub-Empreiteiro	Análise e identificação de falhas frequentes nas não conformidades encontradas

3.3.1. OBRA I – FISCALIZAÇÃO DE REABILITAÇÃO COMPLEXA

A obra I trata-se de uma reabilitação na baixa da cidade do Porto, um edifício de quatro pisos com cave, sendo que a cave, R/C e piso 1 se destinam a um estabelecimento comercial enquanto que os pisos 2, 3 e 4 têm como finalidade habitação, comportando apenas um apartamento por piso de tipologia T3.

Nas figuras 3.2(a) e 3.2(b) apresentam-se uma fotografia real da frente do edifício e um alçado da mesma, respetivamente.



Fig. 3.2(a) Fachada Real [73]

Fig. 3.2(b) Esquema do Alçado [73]

3.3.1.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO

Neste obra é analisado o sistema com que a fiscalização realiza os procedimentos do controlo da conformidade. A fiscalização faz-se representar por um Eng. Fiscal em permanência a 100% em obra e por um Eng. Fiscal responsável pela fiscalização pontualmente, habitualmente em dias de reunião de obra ou quando existe a necessidade de solucionar alguém problema que se demostre de maior responsabilidade. O trabalho do interveniente em obra neste caso, passa por registar todos os fluxos de informação nos vários canais de comunicação que a fiscalização utiliza.

3.3.1.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA

A difusão da informação é efetuada de forma mais tradicional através de telefonema ou conversa presencial, o que inevitavelmente não constitui nenhum elemento comprovativo de que essa informação foi transmitida com sucesso, ou então, utilizando meios informatizados através do envio de email. No que concerne à troca de emails entre a Fiscalização e o Dono de Obra, Fiscalização e Empreiteiro e Fiscalização e Projetistas, importa referir que devido aos inúmeros emails recebidos diariamente pelos intervenientes, muitas das vezes, os emails enviados por parte da fiscalização não são respondidos, obtendo apenas resposta pelas vias anteriormente mencionadas, o que implica mais uma vez a falta de registo documental das respostas às solicitações realizadas por parte dos Responsáveis da Fiscalização. Quando estas são recebidas por email, fica ao encargo da Fiscalização anexá-los ao processo referente à obra, o que muitas das vezes não acontece, como se observou no presente caso de estudo.

3.3.1.3. GESTÃO DOCUMENTAL “AS-BUILT”

A compilação de todos os documentos necessários à obra são armazenados numa pasta em Dropbox, visíveis apenas aos intervenientes da obra, perfeitamente estruturados para ser perceptível a sua consulta. Apesar de estarem definidos todos os campos necessários para o desenrolar da obra, nem todos possuem preenchimento total ou até mesmo parcial, o que inviabiliza o intuito para o qual foi criada esta ferramenta de consulta da informação. Proporciona apenas acondicionamento de informação, não sendo uma ferramenta difusora, visto não exigir o parecer de todos os intervenientes. O registo fotográfico é uma prática comum, efetuando-se o seu armazenamento juntamente com as fotografias referentes ao

acompanhamento dos trabalhos. Uma vez que o armazenamento se faz em conjunto, a triagem das fotografias relacionadas com determinada tarefa ou não conformidade não se afigura fácil.

3.3.1.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO

Através da análise das rotinas de inspeção efetuadas pela fiscalização, é possível perceber que o acompanhamento das tarefas se faz de forma pontual, sendo feitas visitas à obra diariamente, uma da parte da manhã e outra da parte de tarde, em média com duração de 1 hora e 30 min.

Apenas em situações em que se verificam não conformidades ou quando há permanência em obra de várias equipas de diferentes especialidades é que se alteram as rotinas de inspeção.

O controlo da conformidade em obra processa-se meramente de forma visual, este é um dos aspetos que importa referir a propósito da forma de atuação da fiscalização no controlo da conformidade dos trabalhos em obra. Usufruindo da estadia em obra e questionando a equipa de fiscalização, é perceptível para o autor que o controlo da conformidade se faz apenas visualmente, sem recurso a fichas de controlo para registo e avaliação das mesmas. Ferramentas de medição para auxílio no controle de qualidade também não são prática corrente no tipo de fiscalização efetuado.

3.3.1.5. REGISTOS DIÁRIOS DE OBRA

O registo das visitas à obra faz-se recorrendo a tabelas Excel, nelas são incluídos os trabalhos que se encontram em execução, definidos segundo o seu espaço físico no edifício, criando-se tabelas diárias, divididas em duas partes decorrentes das duas visitas realizadas à obra. A estes documentos/tabelas dá-se o nome de Diário de Empreitada, o qual contempla também o número de trabalhadores e entidades executantes presentes em obra.

O registo da mão de obra mobilizada para cada tarefa é efetuado recorrendo ao Diário de Empreitada, documento que figura na pasta Dropbox criada para a obra do caso em estudo.

O registo da mão de obra mobilizada para cada equipa executante é de grande importância mas, mesmo assim, a forma como se processa pode induzir a falhas de informação no registo posterior, efetuado em escritório. Este processo apenas efetua registo e não tratamento dos dados introduzidos na pasta para o efeito, levando o responsável do controlo de conformidade/qualidade a analisar os resultados de forma manual.

No relatório mensal da empreitada apresenta-se a média de trabalhadores diária desse mês, por forma a analisar o volume de mão de obra presente em obra.

3.3.1.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS

A inspeção dos materiais para a realização de tarefas é efetuada visualmente aquando da visita à obra, fazendo-se um registo fotográfico pontual de alguns materiais, ainda assim todos os catálogos das respetivas marcas com as características dos materiais são anexados à pasta Dropbox, na subpasta criada para o efeito.

3.3.1.7. GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES

As não conformidades são detetadas aquando da rotina de inspeção desenvolvida, num dos momentos da visita à obra, através do acompanhamento das tarefas de forma visual. Tendo em conta a forma de controlo, muitas das potenciais não conformidades não são detetadas, ou são detetadas por outros intervenientes de obra. Quando se tratam de não conformidades de relevo, o retrabalho necessário implica utilização de mão-de-obra extra não prevista para a tarefa, materiais, ferramentas e consequentemente aumento de custos referentes à tarefa em questão e no balanço final nos encargos totais da obra.

Para além de todos os problemas que provoca, se a mão-de-obra é mobilizada para a resolução das não conformidades passa a existir um défice de pessoal na realização de outras tarefas, o que para uma obra com prazos muito apertados como a do caso de estudo é um elemento muito significativo.

O registo das não conformidades não se faz em nenhum documento para o efeito, sendo detetada de forma visual, transmitida essa informação ao empreiteiro inicialmente e posteriormente, caso seja necessário, ao arquiteto e ao Dono de Obra.

O seu registo faz-se em ata de reunião de obra, aquando da necessidade de retrabalho ou de pequenos arranjos, não estando listadas todas as não conformidades e os seus níveis de impacto na obra tanto a nível de custos em materiais bem como em mão de obra.

3.3.1.8. CONCLUSÕES

Da análise efetuada durante o intervalo de tempo de observação de obra em regime de “fiscal transparente”, foi possível constatar que a maioria da comunicação é feita de forma verbal, apenas se efetuam registos nos casos mais gravosos. Esses registos são efetuados em ata de reunião ou via email, sendo este último canal de comunicação bastante frágil devido ao elevado número de emails enviados por dia referentes à obra. Como constatado, alguns emails não obtêm resposta, provocando falhas de transmissão da informação.

O registo de “*As-Builts*”, nomeadamente fotografias, é realizado nesta obra porém, a sua compilação torna-se muito morosa, impedindo ou dificultando a sua consulta posterior, retirando por isso parte da utilidade de efetuar estes registos. O controlo da execução das tarefas é realizado de forma aleatória e visual, sem instrumentos de medição, o que provocou alguns atrasos na deteção de não conformidades. Este tipo de controlo é justificado pela enorme pressão que a fiscalização tem para promover o término da obra, estando escassa de tempo para efetuar um controlo mais rigoroso, onde se enquadra questionar se, caso existisse um plano de inspeções bem definido e mais célere, não seria possível executar um controlo mais incisivo em menos tempo, evitando alguns contratempos provocados pelas não conformidades tardiamente encontradas.

O mesmo se passa com a receção dos materiais que, devido ao controlo ser realizado apenas de forma visual, permite que ocorram pequenos desvios por alguma especificidade que possa não constar da memória de quem visualmente controla.

Relativamente às não conformidades, estas apenas são registadas quando considerado que impactem no orçamento ou prazo da obra, passando despercebidas as não conformidades menos graves, que possivelmente estarão na origem ou relacionadas com as consideradas mais graves.

Salienta-se também o fato dos registos do relatório diário serem efetuados em vários formatos e compilados por último num formato “*word*”. Constata-se que, toda essa heterogeneidade de registos

dificulta a sua compilação e facilita a ocorrência de erros e omissões nesses registos. Em suma, identificam-se os mais relevantes aspetos que caracterizam o modelo implementado na obra:

- Falhas de comunicação nos emails;
- Muita informação é verbal, sem registo;
- Compilação de fotografias muito morosa;
- Controlo visual sem fichas e/ou instrumentos de medição;
- Relatório Diário registado em vários documentos, dificulta a compilação e poderá induzir em erro.
- Receção dos materiais efetuada de forma visual;
- Detecção de não conformidades não atempadas devido ao controlo aleatório e visual;
- Apenas se registam não conformidades com grande impacto económico e/ou temporal;

3.3.2. OBRA II- CONTROLO INTERNO EM COMPLEXO HABITACIONAL EM MOÇAMBIQUE

O caso de estudo é um projeto residencial localizado na Avenida Júlios Nyerere em Maputo Moçambique.

O projeto prevê assim a construção de seis Vilas T2 e duas Vilas T1, um edifício de serviços e uma garagem, bem como a execução de arranjos exteriores. Os edifícios são compostos por 1 piso térreo e cobertura, exceto os apartamentos T1 e T2 do Lote 1 que estão sobre a garagem. As coberturas dos apartamentos T1 e T2 são ajardinadas.

A estrutura é constituída por fundações, pilares e vigas em betão armado nos quais se apoia uma laje maciça de cobertura (apartamentos e garagem) e estrutura metálica para suporte do revestimento de cobertura no edifício de serviços. Nas figuras 3.3(a) e 3.3(b) são apresentados a área de implantação e a planta do loteamento com a divisão das frentes de obra.



Fig. 3.3(a) Área de implantação [74]

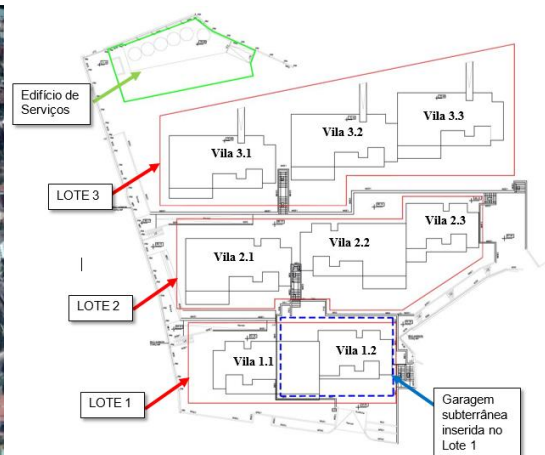


Fig. 3.3(b) Planta do loteamento [74]

3.3.2.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO

Nesta obra é analisado o sistema com que o empreiteiro realiza os procedimentos do controlo da conformidade interno. O empreiteiro faz-se representar por um Diretor de Obra em permanência a 100% em obra e por um técnico de qualidade com uma permanência média de 50%.

O trabalho do interveniente em obra neste caso, passa por registar todos os fluxos de informação nos vários canais de comunicação que a o empreiteiro utiliza, com foco na comunicação entre diretor de obra, técnico de qualidade e a empresa externa de fiscalização, esta última que assume uma presença pontual, cerca de 1 vez por semana, para marcar presença nas reuniões de obra.

3.3.2.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA

A partilha de informação formal necessária é recorrentemente realizada via *e-mail* e sempre que necessário é preenchido um formulário de comunicação de obra, como presente no modelo da figura 2.11 do capítulo anterior, no qual a informação é confirmada e assinada pelos intervenientes e respetivas entidades que estes representam.

3.3.2.3. GESTÃO DOCUMENTAL “AS BUILT”

A compilação de todos os documentos necessários à obra são armazenados numa pasta em Dropbox com acesso remoto a partir do estaleiro da mesma. O controlo é efetuado maioritariamente de forma aleatória e visual, havendo registos apenas uma vez por semana, quando são enviadas as ocorrências de obra para o departamento de qualidade da empresa.

O registo fotográfico é uma prática comum, efetuando-se o seu armazenamento juntamente com as fotografias referentes ao acompanhamento dos trabalhos.

3.3.2.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO

Na obra em estudo, foi estabelecido com a fiscalização, que estas fichas são realizadas pelo técnico responsável pela qualidade da obra, acompanhado por um representante da fiscalização, em formato de papel utilizando-se o telemóvel como auxílio para registo fotográfico dessa mesma atividade. Após verificados todos os pontos de inspeção a mesma ficha é guardada e no final da semana estas são entregues para conhecimento do Diretor de Obra que dá a validação da mesma. Posteriormente é entregue uma versão à fiscalização para conhecimento e outra versão é guardada no arquivo físico da obra.

Qualquer trabalhador pode detetar uma Não Conformidade (NC) interna, sendo que o registo é responsabilidade do seu gestor de processo (em obra, o diretor de obra) que pode delegar ao técnico (s) com funções nos âmbitos da Qualidade, da Segurança e do Ambiente (conforme a NC diga respeito) e/ou a outros elementos da respetiva estrutura organizacional com funções de chefia. Na obra alvo de estudo de caso a responsabilidade de registo foi delegada ao Técnico de Qualidade da obra.

As não conformidades detetadas na obra, que podem ser de sistema, produto, segurança e ambiente, podendo ter origem interna (se detetada internamente pela empresa), externa (se proveniente de constatação realizada por entidades legais, clientes, fiscalização, outros, reclamações), auditorias

internas ou auditorias externas (auditorias feitas por entidade certificadora, clientes, etc.) e são alvo de registo, acompanhamento e fecho num compilador de não conformidade de obra.

Quando pertinente, é realizado um Relatório de Não Conformidade ao qual deve ser anexa toda a documentação associada. Estes documentos são arquivado na documentação de obra e enviados para a área de Qualidade, Segurança e Ambiente, periodicamente, para que fique compilado na base de dados total da empresa, que é alvo de estudo do erro das falhas observadas em todas as obras e com a análise dessa informação na revisão do sistema de gestão estabelecer-se ações transversais à Organização, caso se justifique.

Quando uma não conformidade é detetada durante as rotinas de inspeção, o técnico da qualidade alerta o encarregado sobre o problema para este atuar imediatamente, não havendo qualquer registo neste caso. Apenas as não conformidades mais graves são registadas num relatório de não conformidade parecido com o modelo apresentado na figura 2.9 do capítulo anterior.

De seguida esse relatório de não conformidade é arquivado na pasta da obra e enviado para o departamento de qualidade, segurança e ambiente da obra, para que fique compilado na base de dados. Com a colocação das medidas de correção em prática é efetuada uma nova inspeção, se tudo estiver conforme a não conformidade é dada como encerrada, finalizando o processo.

O registo e compilação das não conformidades é efetuado uma vez por semana, normalmente à sexta feira, ocupando o dia de trabalho completo a um técnico permanente da qualidade cuja função é apenas registar, compilar, armazenar e enviar informação.

3.3.2.5. REGISTO DIÁRIO DE OBRA

O relatório diário é composto pela compilação de vários quadros de registo: mão-de-obra por tarefa, equipamentos, entidades executantes, tarefas em execução e finalizadas e ocorrências. Estes quadros são todos compilados num documento *word* que é enviado semanalmente ao diretor de obra. Também neste processo, a informação é na maioria dos casos, acumulada e registada uma só vez por semana por um técnico presente em obra.

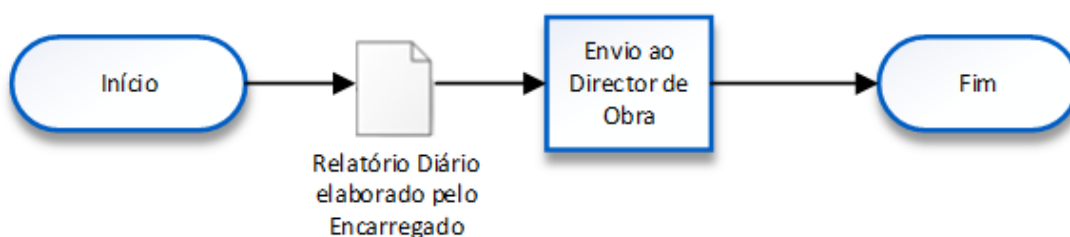


Fig. 3.4. Fluxo do RDO [74]

3.3.2.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS

A inspeção dos materiais para a realização de tarefas é efetuada através de uma ficha de controlo de conformidade específica para os materiais, porém a mesa é utilizada muito pontualmente, sendo na maioria das ocasiões conferido pela guia de entrega, a ficha utiliza-se quando existe alguma não conformidade na guia.

De salientar que a receção de betão é efetuada sempre através de uma ficha própria para o efeito.

3.3.2.7. GESTÃO DAS NÃO CONFORMIDADES

Durante o intervalo de tempo e observação em obra foram preenchidas 96 fichas de controlo de conformidade, detetadas 18 não conformidades, sendo que apenas 1 não conformidade foi detetada durante o preenchimento de uma ficha de controlo, as 17 restantes foram identificadas após a conclusão da tarefa, não tendo esta sido alvo de inspeção. Observaram-se 5 tipos de falhas diferentes no universo das 18 não conformidades, o que significa que algumas foram sistematicamente repetidas como se pode observar no quadro 3.2:

Quadro 3.2. Quadro de NC-Projeto II

Referência Tipologia (NC)	Não Conformidade	Nº de vezes que se detetou a ocorrência	(%) NC detetadas em rotinas de inspeção
1	Deficiente acabamento de elementos de betão armado	10	0%
2	Marcação dos negativos	3	0%
3	Receção de material	3	30%
4	Desvios dos alinhamentos	1	0%
5	Má compactação do terreno	1	0%

Da análise ao quadro 3.2, verifica-se que a não conformidade do tipo 1 ocorreu 10 vezes durante a estadia em obra e em nenhuma das vezes foi detetada via ficha de controlo, sendo sempre detetada já após o término da tarefa. Outras não conformidades como por exemplo da tipologia 3 e 4 também ocorreram mais do que uma vez.

3.3.2.8. CONCLUSÕES

O modelo de controlo da conformidade em obra inserido no sistema de gestão da qualidade da empresa alvo do caso de estudo revela-se completo e robusto contemplando todos os registos de controlo da conformidade em obra e procedimentos operacionais para a execução das tarefas.

Contudo, a sua implementação em obra não é totalmente satisfatória na medida em que, muitos registos tais como não conformidades menos graves não são efetuados. A compilação da informação é como em todos os outros casos muito morosa, ocupando uma percentagem significativa do tempo dos recursos em obra. A ocorrência de falhas frequentes deve-se ao fato de nenhuma delas ter sido registada no relatório de não conformidade porque se avançou com a respetiva correção de forma imediata. Uma vez que não existiu nem registo nem advertência oficial perante o departamento de qualidade, não foram tomadas medidas preventivas no sentido de evitar a repetição destas falhas.

O fato das falhas não serem detetadas durante uma inspeção realizada com ficha de controlo de conformidade revela a falta de ajuste no plano de conformidade da obra, uma vez que a partir do momento em que existem falhas frequentes, estas merecem especial atenção mesmo não constando do plano de inspeções inicial da obra.

Este ajuste não foi feito por falta de registo e partilha da informação, mas sim pelo fato de que uma vez que estas falhas não foram registadas, o sistema de qualidade da empresa não tem informação para agir.

3.3.3 OBRA III-FISCALIZAÇÃO DE OBRA DE GEOTECNIA

É um empreendimento localizado no Quarteirão D. João I no Porto. Trata-se de uma empreitada de demolição, contenção de fachada, escavação e contenção periférica.

Nas figuras 3.5(a) e 3.5(b) é representada uma foto aérea da área a intervir e uma foto do interior do terreno, respetivamente.

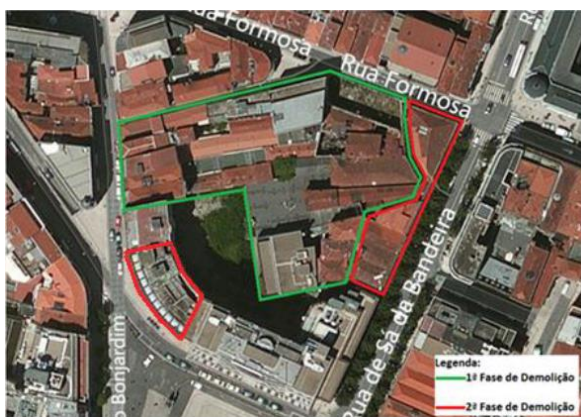


Fig. 3.5(a) Área de intervenção [75]



Fig. 3.5(b) Foto Real [75]

3.3.3.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO

Nesta obra são detalhadamente definidos e analisados todos os procedimentos afetos ao controlo da conformidade pela fiscalização. São registadas as não conformidades detetadas em obra e posteriormente efetuada uma árvore de análise de falhas nas mais frequentes.

3.3.3.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA

A comunicação da informação é realizada de três formas diferentes: pessoalmente, por chamada ou por email. A comunicação no local é comum, seja para conhecimento de informações simples como para quando surge algum problema inesperado, em que dependendo da gravidade e urgência, pode ou não ser tratado por email posteriormente.

A comunicação por chamada é outro meio comum de comunicação utilizado com a mesma finalidade da comunicação no local.

O aspeto em comum destes dois meios de comunicação é que não há qualquer registo de informação, o que envolve algum risco de conflito entre intervenientes no caso de ocorrerem falhas em algo que foi falado usando estes meios.

Finalmente, a comunicação por email, que é o meio mais seguro, onde fica registada toda a comunicação. Normalmente é usado para tratar de assuntos importantes e dos quais é necessário ter confirmação/aprovação de algum dos intervenientes.

Embora haja sempre um número elevado de troca de emails, nesta obra a troca de emails funciona bem, havendo sempre a preocupação de ler todos os emails e responder ao que for necessário.

3.3.3.3. GESTÃO DA DOCUMENTAÇÃO “AS-BUILT”

A documentação “*as-built*” gerada pela empresa consiste em relatórios diários de obra e fotografias que integram os mesmos. Estes registos são profundamente descritos e apresentados na ~~referida~~ seção que se segue.

3.3.3.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO

As rotinas de inspeção não são definidas sendo que ao longo do dia se fazem visitas à obra conforme o tempo disponível. Durante a visita à obra, o fiscal percorre as várias frentes de trabalho e verifica as atividades a serem realizadas, registando com fotografias.

Uma vez que o empreiteiro realiza o controlo de qualidade, tendo documentos próprios para o efeito, a fiscalização não tem necessidade de utilizar os seus documentos e, assim, duplicar os registos. O que a fiscalização faz é acompanhar a execução destes elementos e verificar o preenchimento das fichas por parte do empreiteiro, a ver se tem toda a informação necessária e se esta corresponde ao que foi verificado no local. Quando se verifica uma não conformidade no terreno, a fiscalização regista através de fotografias e faz uma adversão verbal ao empreiteiro. Se este resolver o problema, o assunto dá-se por concluído.

Se não resolver, é enviado um email de maneira a haver registo que o empreiteiro foi informado do incumprimento. Se nesta fase resolver o problema, não se toma mais nenhuma medida. Se continuar a não resolver o problema, é aberta uma ficha de não conformidade para conhecimento de todos os intervenientes. Se tratar do problema, é realizado o fecho da ficha de não conformidade. Se não resolver, é tomada uma de duas medidas. Ou não se realiza o pagamento da tarefa no auto de medição ou, como o empreiteiro tem certificação ISO 9001, informar as entidades responsáveis pela certificação do sucedido. Uma vez que a abertura de uma não conformidade é uma medida gravosa que pode gerar conflitos entre o empreiteiro e a fiscalização, esta só é tomada em último caso.

Tenta-se sempre resolver os problemas por outros meios de maneira a garantir boas relações entre os intervenientes para que a obra decorra o melhor possível dentro do previsto.

3.3.3.5. REGISTO DIÁRIO DE OBRA

Todos os dias a fiscalização tem que enviar um relatório diário de obra ao DO. Estes relatórios têm como função dar um ponto de situação da obra, tentando expor a informação o mais simples e visualmente

possível, isto é, com a utilização de fotografias, gráficos e imagens, de forma a que o DO compreenda facilmente a informação. O relatório é constituído pelos seguintes dados: data do dia em questão; registo fotográfico das atividades de maior relevância a decorrer na obra; indicação do prazo estando associado a uma cor (verde, amarela ou vermelha) conforme a obra esteja a cumprir os prazos ou sofra atrasos e no caso de sofrer atrasos, é colocada uma breve justificação das causas desses atrasos; listagem das tarefas a decorrer na obra; gráfico do nº de estacas realizadas em cada dia durante o mês, uma vez que é uma atividade de grande relevo; indicação do nº de trabalhadores em obra por empresa; e por fim, uma indicação da meteorologia que faz em cada dia. Após esta compilação de informação, o relatório é enviado por email ao DO.

No início de cada mês é enviado para o DO um relatório do mês passado onde se registam as ocorrências mais significativas do desenvolvimento dos trabalhos da obra nesse período. Neste relatório são referidos elementos relacionados com as várias áreas de atuação da fiscalização, nomeadamente, Conformidade, Planeamento e Economia. A Segurança e Ambiente também está integrada uma vez que a coordenação de segurança pertence à equipa de fiscalização.

Juntamente com o relatório são colocados como anexos todos os documentos realizados e necessários para o controlo da obra, sendo estes:

- Compilação de relatórios diários de atividades
- Controlo de planeamento → Balizamento
- Controlo de custos → Controlo de faturação, controlo de autos de faturação, auto de medição assinado, resumo de trabalhos a mais e a menos,
- Controlo de conformidade → Lista de aprovação de BAMES, lista de receção de materiais, lista de documentos e desenhos recebidos, boletim de receção de betão em obra, lista de ensaios de controlo do betão, relatórios de ensaio a estacas estruturais, Ensaios prévios de ancoragens, ensaios de receção simplificados de ancoragens e leituras de inclinómetros
- Atas de reunião assinadas
- Planos de trabalhos quinzenais
- Mapa mensal de mão de obra
- Mapa mensal de equipamentos
- Mapa mensal de meteorologia
- Como último anexo é colocado o relatório mensal realizado pelo empreiteiro. A compilação de todos estes dados é um processo longo e trabalhoso que normalmente ocupa um dia inteiro de trabalho.

3.3.3.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS

No procedimento dos materiais com exceção do betão, esta proposta é feita com o documento BAME – Boletim de Aprovação de Materiais e Equipamentos – o qual é realizado para cada material e entregue à fiscalização para análise. Dúvidas que surjam durante a análise são expostas por email ao EMP e este esclarece-as, sendo que caso seja necessário faz correções ao BAME e volta a enviar à FISC. Após o esclarecimento de dúvidas ou caso estas não existam, a FISC realiza o seu parecer e envia ao PROJ para sua análise. Se este aceitar a proposta, a FISC informa o EMP que o seu BAME foi aprovado, e se não aceitar, o BAME é rejeitado. Juntamente com o BAME o EMP tem de enviar as fichas técnicas e caso necessário, a certificação CE do material de forma a que os materiais possam ser aprovados.

O betão tem um procedimento de aprovação ligeiramente diferente dos restantes materiais devido a um controlo mais rigoroso e por isso serão demonstrados os dois procedimentos. No procedimento dos materiais com exceção do betão, esta proposta é feita com o documento BAME – Boletim de Aprovação de Materiais e Equipamentos – o qual é realizado para cada material e entregue à fiscalização para análise. Dúvidas que surjam durante a análise são expostas por email ao EMP e este esclarece-as, sendo que caso seja necessário faz correções ao BAME e volta a enviar à FISC. Após o esclarecimento de dúvidas ou caso estas não existam, a FISC realiza o seu parecer e envia ao PROJ para sua análise. Se este aceitar a proposta, a FISC informa o EMP que o seu BAME foi aprovado, e se não aceitar, o BAME é rejeitado. Juntamente com o BAME o EMP tem de enviar as fichas técnicas e caso necessário, a certificação CE do material de forma a que os materiais possam ser aprovados.

3.3.3.7. GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES

No total foram verificadas 26 não conformidades, sendo que estas são relativas a 9 tipos diferentes de não conformidades onde algumas se repetiram ao longo do decorrer da obra. As não conformidades detetadas são as seguintes:

- 1- Falta de humedificação de armaduras e cofragem
- 2- Recobrimento insuficiente
- 3- Armadura insuficiente
- 4- Compactação inadequada do betão
- 5- Desalinhamento dos painéis de cofragem dos cachorros
- 6- Perfuração de coletor
- 7- Materiais utilizados não correspondem aos aprovados
- 8- Armadura deformada
- 9- Execução de elementos não cumpre desenho de preparação

Das 9 não conformidades, 6 destas ocorreram na execução de vigas enquanto que na impermeabilização de fachada ocorreram 2 e nas ancoragens apenas uma. De seguida apresenta-se um gráfico onde se apresentam o número de ocorrências de cada tipo de não conformidade observada.

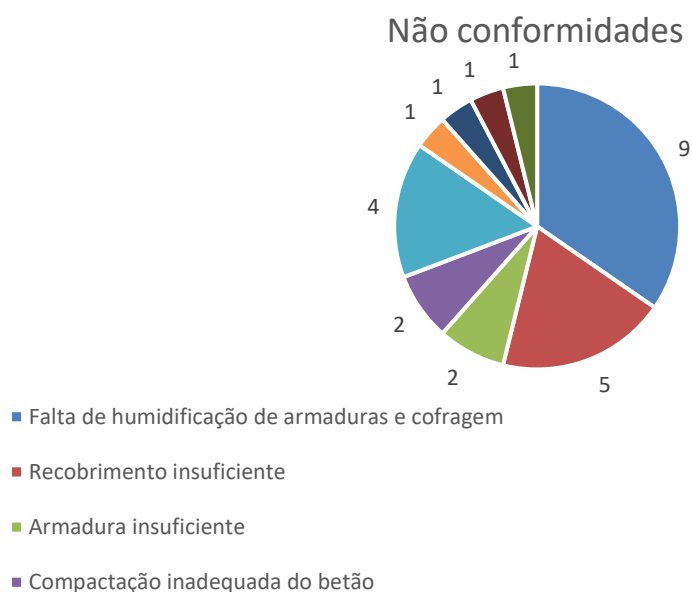


Fig. 3.6. Análise das NCs – Projeto III [75]

3.3.3.8. CONCLUSÕES

Da análise a referida obra constata-se que, tal como na obra I, a comunicação apenas é registada em situações graves e as não conformidades apenas são registadas quando considerada gravosas, ou com impacto no orçamento ou planeamento.

Apesar de o controlo de betão e materiais ser rigoroso, é reconhecido um esforço muito significativo durante toda a obra nos vários registos em vários formatos, bem como na compilação dos mesmos para os mapas cumulativos da receção de materiais. Contata-se até, pelo estadia em obra que, sendo esta uma tarefa executada várias vezes ao dia, pela natureza da obra (contenções), tem uma indexação temporal significativa na estadia a 100% em obra pelo fiscal da empresa.

Também pelos mesmos motivos, vários registos em vários formatos, a compilação de todos os dados que compõem o Relatório Mensal é um processo longo e trabalhoso que normalmente ocupa um dia inteiro de trabalho. Apesar de poucas tarefas e de haver um controlo apertado por parte do empreiteiro, verifica-se a ocorrência de falhas frequentes em não conformidades detetadas, o que compromete o desempenho do autocontrolo feito pelo empreiteiro e muito confiado pela fiscalização.

Pela análise realizada às não conformidades mais frequentes, verifica-se que, a sua causa intermédia é, em todos os casos, a falha na transmissão da informação provocada por negligência.

A empresa confrontada com a questão sobre que medidas preventivas tomar face a esta ocorrência, enumera a sensibilização dos operários como forma de resolução (autocontrolo). O autor, face aos fatos expostos propõe a seguinte questão: “ Se os engenheiros responsáveis, inteiramente informados e sensibilizados, com o recurso a fichas de controlo, não evitam falhas frequentes do mesmo tipo, será que os operários, desprovidos dessas fichas e apenas munidos da sua memória sensibilizada sobre como fazer, conseguem através desse auto controlo evitar estas falhas?”.

Espera-se que, com o estudo realizado no âmbito da fundamentação da presente problemática se demonstre a forte necessidade de um sistema de informação e comunicação por onde passem todos os registos da execução da obra, em detrimento do tão aclamado auto controlo por que as obras se regem atualmente.

- Comunicação sem registo, à exceção de situações graves;
- Na receção de betão há um grande número de registos, tornando este procedimento moroso e como normalmente se fazem várias receções num dia, acaba-se por dedicar bastante tempo a este processo;
- Não conformidades menos gravosas são resolvidas de forma verbal;
- A compilação de todos estes dados (Relatório Mensal) é um processo longo e trabalhoso que normalmente ocupa um dia inteiro de trabalho.
- Causa intermédia são a falta de transmissão de informação, provocadas negligência e falta de empenho;

3.3.4. OBRA IV- CONTROLO INTERNO EM SUB-EMPREITADA DE PAVIMENTOS INDUSTRIAIS

Este último caso de estudo desenrola-se em 10 obras distintas, executadas pela mesma empresa no norte e centro de Portugal.

Trata-se de um subempreiteiro que executa pavimentos em pavilhões industriais. Este é um tipo de serviço de curta duração, 5 dias em média, bastante repetitivo, executado pelas mesmas equipas de forma quase mecanizada.

Esta é a única empresa dos casos de estudo que não possui um sistema de gestão da qualidade certificado pela norma ISO9001, não tendo por hábito preencher fichas de controlo nem registar as não conformidades. Neste caso de estudo o interveniente que contribuiu para este trabalho acompanhou a execução dos trabalhos com o preenchimento de fichas de controlo da conformidade e registo de não conformidades. O objetivo deste caso de estudo é perceber se, mesmo no caso de um sub-empreiteiro com pouco diversidade de tarefas e mão de obra, o controlo e registo da conformidade das tarefas pode acrescentar valor. Na figura 3.7, apresenta-se um mapa com as localizações das obras deste caso de estudo numeradas por ordem ascendente de execução.

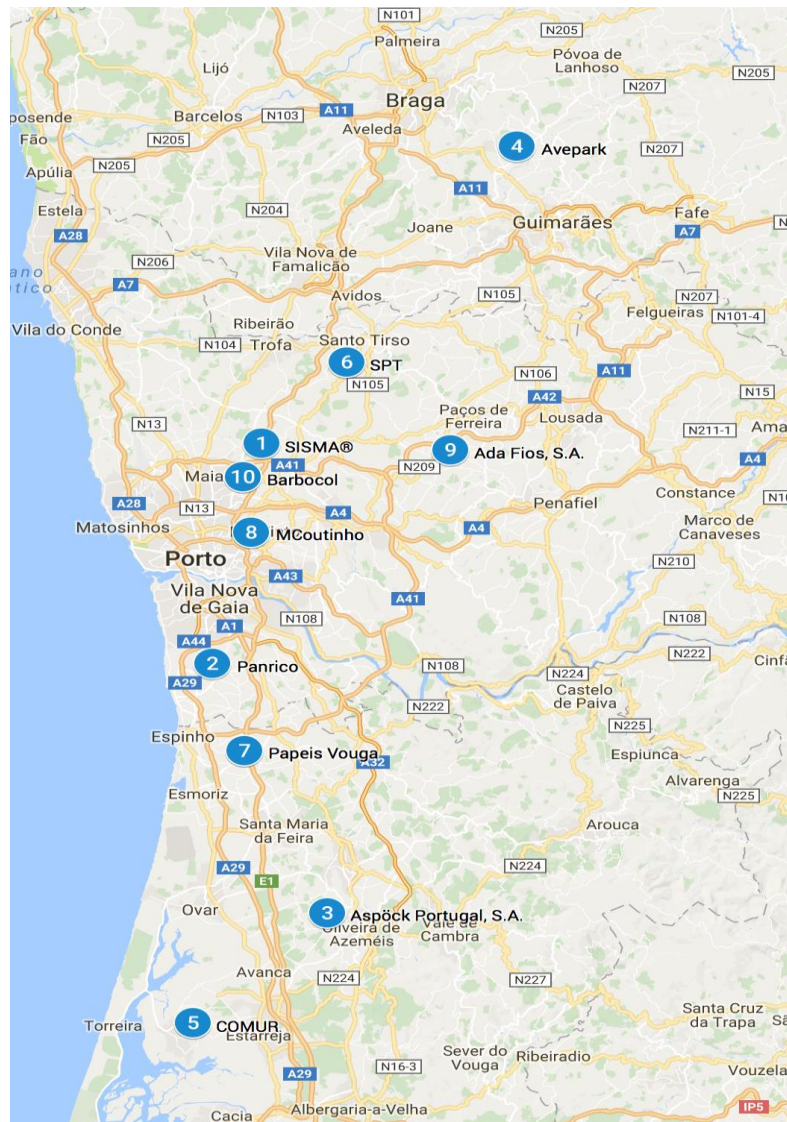


Fig. 3.7. Mapa das obras analisadas [76]

3.3.4.1. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO

O presente caso de estudo figura uma sub-empregada onde a maioria dos procedimentos abordados nos casos anteriores não estão implementados na empresa em questão.

O objetivo deste caso de estudo é registar as não conformidades detetadas nas 10 obras e tentar identificar padrões ou falhas frequentes que possam ser mitigados através desse registo.

3.3.4.2. COMUNICAÇÃO EM OBRA

A comunicação da informação é realizada única e exclusivamente de forma verbal, via telefone ou pessoalmente se houver oportunidade.

3.3.4.3. GESTÃO “AS-BUILT”

Na presente obra não é realizado qualquer registo de documentação “*as-built*” formalizado, apenas são enviadas fotografias ao responsável no caso de alguma conformidade grave acontecer.

3.3.4.4. ROTINAS DE INSPEÇÃO

Na presente obra, as inspeções são realizadas visualmente, sem qualquer registo ou evidência do mesmo.

3.3.4.5. REGISTOS DIÁRIOS DE OBRA

Na presente obra não são efetuados registos diários.

3.3.4.6. RECEÇÃO E APROVAÇÃO DE MATERIAIS

No presente caso de estudo não é efetuada receção ou aprovação de materiais em obra, os mesmos são transportados da sede da empresa para a obra, sendo o controlo efetuado em sede e não em obra.

3.3.4.7. NÃO CONFORMIDADES

O seguinte quadro 3.3, enumera cada obra, o tipo e área de intervenção, o número de inspeções realizadas e não conformidades encontradas.

Quadro 3.3. Quadro de Intervenção no Projeto IV

Caso de Estudo	Área Intervenção	Tipo Intervenção	Nº de Inspeções	Não Conformidades
1-Sisma	3000m2	Pav.Industrial Betão	22	4
2-Panrico	1600m2	Pav.Industrial Betão	17	4
3-Aspock	50m	Reparação juntas	2	0
4-Avepark	800m2	Regularização	3	1
5-Comur	1000m2	Revestimento UCRETE	3	1
6-SPT	650m2	Sistema Litium	5	0
Caso de Estudo	Área Intervenção	Tipo Intervenção	Nº de Inspeções	Não Conformidades
7-Papéis Vouga	450m2	Aplicação Barramento e pintura epoxi	9	3
8-Mcoutinho	500m2	Aplicação Barramento e pintura epoxi	4	1
9-ADA	250m2	Revestimento UCRETE	2	2
10-Barbocol	165m2	Revestimento atualizante	2	0

No quadro 3.4, estão apresentadas as diferentes não conformidades encontradas, seguidas da frequência com que ocorreram:

Quadro 3.4. Quadro de NC-Projeto IV

Não Conformidade	Nº de vezes que se detetou a ocorrência
Razão água/cimento alterada	12
Não isolamento da zona de trabalho	6
Ferro e caixas por eliminar	3
Armadura colocada incorretamente na zona dos pilares	2
Imperfeita limpeza dos suportes	1
Não execução da tarefa “escalhear” na zona do elemento vertical	1
Erro de dosagem no fabrico do barramento	1

Através dos dados da figura 3.7, pode-se concluir que num universo de 69 inspeções foi detetado um total de 7 não-conformidades diferentes, repetidas um total de 26 vezes. Pode afirmar-se que em 37,68% das inspeções, foram detetadas não-conformidades médias e críticas, ou seja, não conformidades com impacto em custos e prazo da obra.

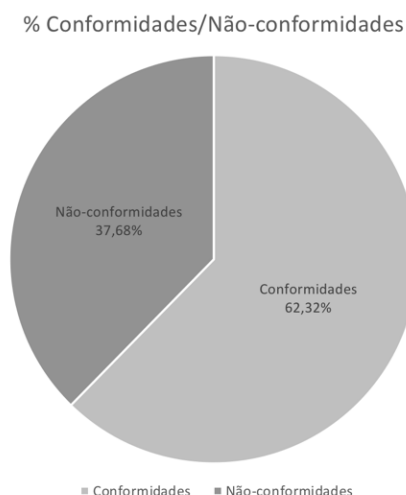


Fig. 3.8. Percentagem de NCs encontradas [76]

3.3.4.8. CONCLUSÕES

A análise ao presente caso de estudo permite concluir que, apesar dos trabalhos analisados serem executados pela mesma equipa, terem pouca variedade de procedimentos de execução e elevada repetibilidade, foi possível encontrar um número significativo de não conformidades. De salientar que para além do número significativo de não conformidades encontradas estas estão relacionadas maioritariamente com o mesmo tipo de falhas, ou seja, é facilmente identificável uma ocorrência frequente de um ou mais tipos de falha.

Contata-se que, apesar de ser um tipo de tarefa completamente conhecido pela equipa que o executa há vários anos, estas falhas frequentes persistem, pelo que poderá ser questionada a eficácia do modelo de autocontrolo praticado pela empresa.

Tal como na obra anterior, os responsáveis pela coordenação dos trabalhos, aquando questionados pela medida corretiva a implementar, apontaram a sensibilização como medida mais adequada.

3.3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS CASOS DE ESTUDO

Em suma, os casos de estudo abordados revelam que os procedimentos afetos ao controlo da conformidade carecem de um elevado número de registos que, devido à falta de eficácia dos sistemas atuais, ocupam muito tempo aos responsáveis em obra. Esta escassez de tempo impossibilita uma maior dedicação ao real controlo da conformidade.

Os responsáveis acabam por apenas ter tempo de gerir as ocorrências mais graves, não registando as restantes, que ocorrem em volume muito superior e com mais frequência. Esta falta de registos acaba por condicionar a implementação de medidas corretivas, tais como a sensibilização dos trabalhadores relativamente às falhas frequentes, fator analisado em pormenor na obra III. Relativamente à problemática que foi suscitada com base na sensibilidade do autor, veio-se a comprovar que os meios de autocontrolo atuais demonstram pouca fiabilidade no sentido em que carecem de registos que promovam uma sensibilização baseada em fatos (registos) recentes.

Ora, com a atual ineficiência verificada nos procedimentos analisados, constata-se muito difícil haver tempo para tais registos.

Demonstra-se também que, os procedimentos afetos a este controlo bem como toda a comunicação inerente aos mesmos são morosos e de pouca utilidade, comprovando-se uma necessidade de otimização dos mesmos.

3.4. ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS IDENTIFICADOS

3.4.1. RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA

Segue-se a análise ao procedimento do relatório diário de obra, observado nas estadias em obra (I,II e III). A figura 3.9, apresenta um esquema do referido procedimento.

Como se pode constatar através do relato dos colaboradores deste trabalho presentes em obra, o relatório diário de obra é composto por inúmeros registos (mão de obra, equipamentos, meteorologia, fotografias e anexos relevantes, outras ocorrências, entre outros).

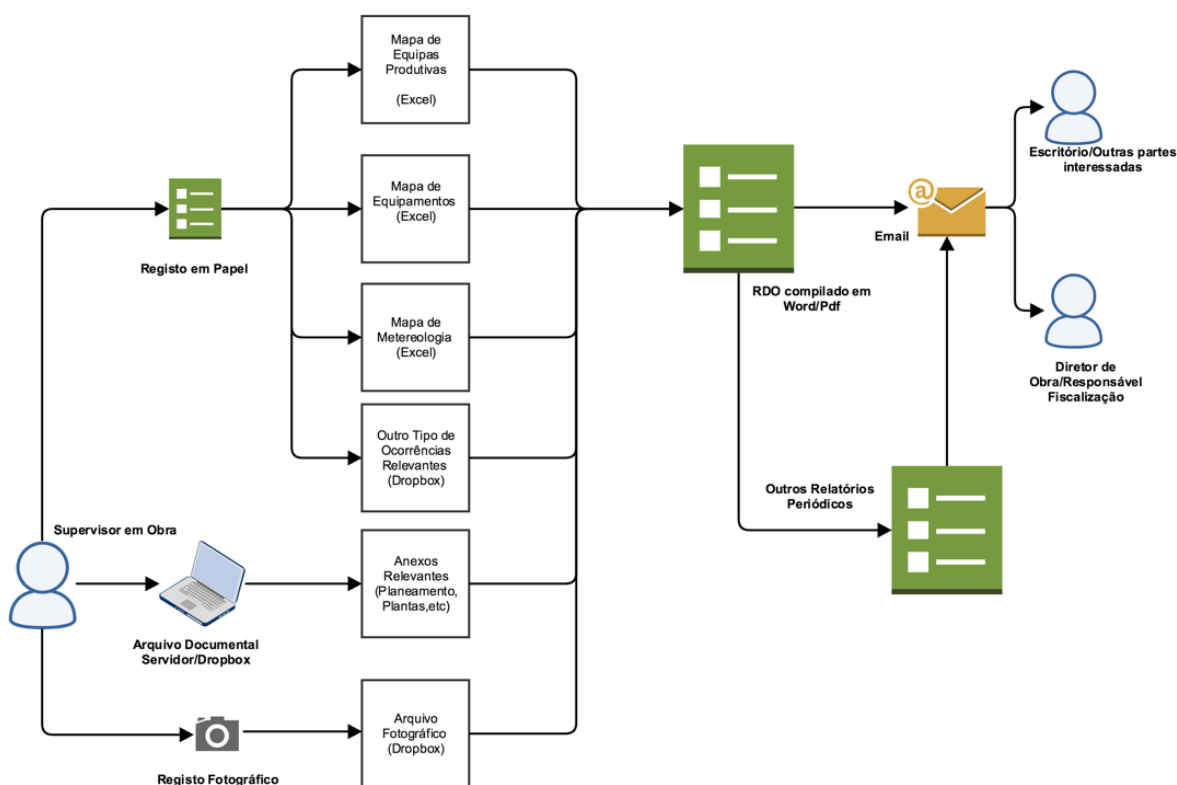


Fig. 3.9. Fluxo do procedimento RDO

Esses registos são primeiramente registados “in situ” através de papel ou fotografia e posteriormente passados para computador, novamente em diferentes folhas excel ou word. De seguida são compilados e transformados num formato de relatório que é enviado para o diretor ou responsável da obra, que por sua vez endereça o cliente se aplicável e outros departamentos da empresa (ex: dep.qualidade ou dep.produção).

De acordo com a análise dos referidos caso de estudo onde estava presente o RDO, a quantidade de registos torna o processo moroso no que concerne à compilação posterior dessa informação em mapas que pretendem agregar os registos de cada dia (ex:mapa equipas produtivas, mapa equipamentos, mapa condições meteorológicas, entre outros). O facto do registo não ser feito diretamente “in situ” é reconhecido como um aumento do risco de erros ou omissões na informação registada.

O armazenamento das fotografias à parte dos registos por escrito, dificultam tanto a sua organização como a sua consulta em fase posterior, tornando quase que inútil grande parte do registo fotográfico. Por último a compilação de um conjunto de RDOs para gerar outro tipo de relatórios (ex: relatório mensal, como referido no projeto III) pode ocupar cerca de um dia de trabalho.

Espera-se, através desta análise e do caso de estudo apresentado, fundamentar a falta de eficácia e eficiência neste procedimento bem como reforçar a forte necessidade da otimização deste procedimento, de forma a poupar os recursos envolvidos e aumentar a transparência e fiabilidade dos dados recolhidos.

3.4.2. ROTINAS DE INSPEÇÃO E NÃO CONFORMIDADES

Segue-se a análise ao procedimento de inspeções em obra e registo de não conformidades, observado nas estadias em obra (I, II e III). A figura 3.10, apresenta um esquema do referido procedimento:

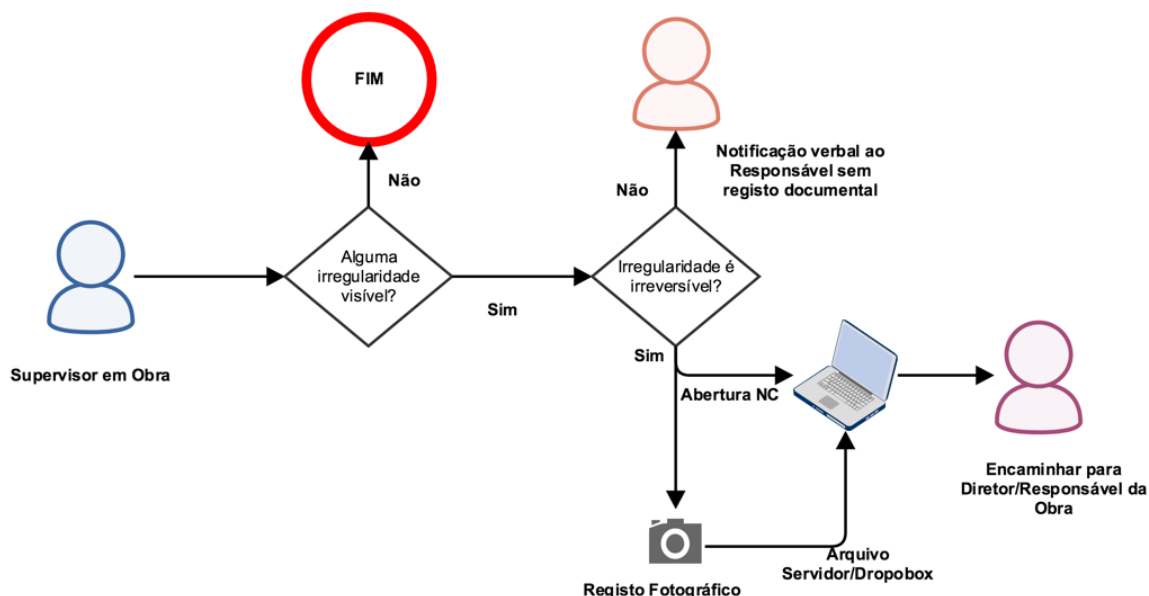


Fig. 3.10. Fluxo do procedimento Rotinas de inspeção e gestão de NCs

Dos casos de estudo observados, conclui-se que as inspeções em obra são feitas de forma visual e aleatória, não havendo registo nem marcação do número de inspeções efetuadas e a efetuar. Verificou-se que esta forma de controlo pode estar associada à deteção tardia de algumas não conformidades. Das inspeções apenas resultam por vezes registos fotográficos, estes também armazenados numa pasta de obra difícil de consultar.

Relativamente a não conformidades, estas apenas são registados quando consideradas graves, tendo impacto direto nos custos ou planeamento, faz-se então um registo fotográfico da mesma e procede-se à abertura da não conformidade que é encaminhada ao responsável em obra para ser discutida com os restantes intervenientes em reunião de obra.

Estima-se que a omissão dos registos de inspeções conformes e não conformidades de menor importância, mas também o pobre fluxo de informação das que são registadas (ata de reunião e envio de email) possa estar relacionado com o elevado número de falhas frequentes encontradas em todas as obras analisadas no caso de estudo.

Estima-se que o registo correto e organizado de tal informação bem como a sua partilha em tempo real, possa sensibilizar mais os intervenientes e alertar atempadamente os responsáveis das falhas com maior probabilidade de acontecer, mitigando assim o risco de ocorrência das mesmas.

3.4.3. PEDIDOS DE ESCLARECIMENTO E ORDENS DE SERVIÇO

Segue-se a análise aos procedimentos de pedidos de esclarecimentos, aprovações e ordens de serviço, observado nas estadias em obra (I e II). A figura 3.11, apresenta um esquema do referido procedimento:

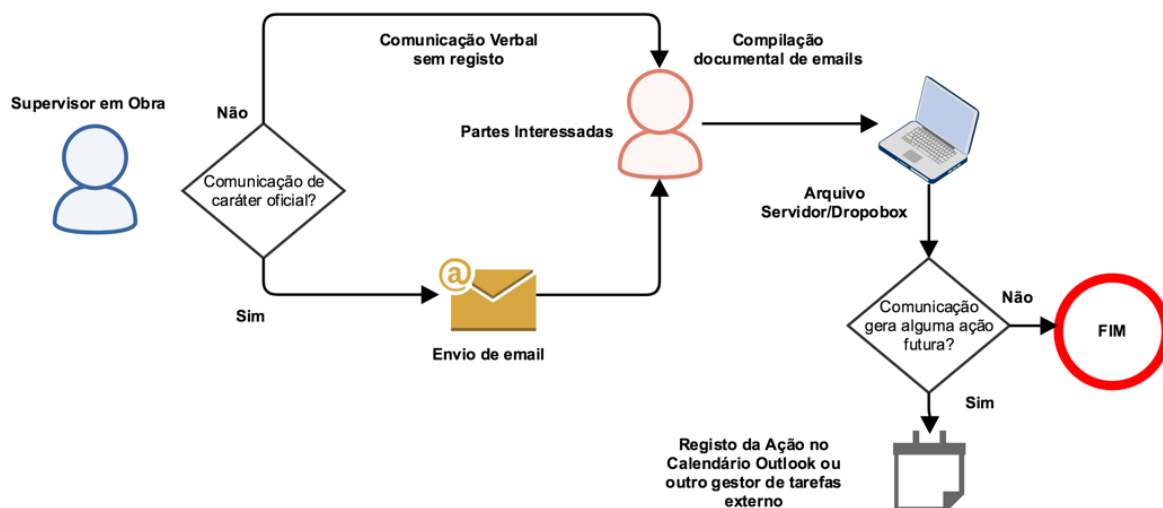


Fig. 3.11. Fluxo do procedimento RFI e Ordem de serviço

Como se observa nos relatos dos casos de estudo apresentados, grande parte da comunicação em obra é efetuada via verbal ou telefonicamente, sem qualquer registo. Apenas em comunicações de carácter mais oficial, geralmente qualquer tipo de ação que provoque alteração de prazos ou preços, se realizam por escrito via email. De forma semelhante ao registo fotográfico, estes email são armazenados numa pasta de obra, tornando difícil a sua consulta posteriormente.

De salientar que, estes registos são novamente compilados nas atas e relatórios que se seguem, de forma manual, o que consome tempo dos recursos qualificados em obra. Quando essas comunicações oficiais e não oficiais geram alguma ação futura, os intervenientes marcam a mesma num calendário ou gestor de tarefas de uso pessoal (geralmente utilizam Outlook, gmail ou outra agenda pessoal), não estando o evento partilhado e acessível de forma homogénea por todos os intervenientes endereçados.

Relativamente à comunicação não oficial, juga-se que a não existência de registos da mesma possa provocar as tão vulgares falhas na transmissão da informação, exaustivamente referidas e constatadas nos presentes caso de estudo.

No que concerne à comunicação oficial, acredita-se que a utilização de emails nem sempre é eficaz como comprovado em ambos os casos de estudo (muito volume de emails), a sua compilação torna-se morosa e a sua consulta difícil.

Da análise a este procedimento, considera-se necessária uma ferramenta de comunicação fácil, acessível e organizada, que também realize agendamentos, de forma a centralizar a comunicação, facilitar a sua consulta e promover a transparência entre os intervenientes da obra.

3.4.4. ESCALA DE GRADUAÇÃO DA EFICÁCIA NA COMUNICAÇÃO

Como forma de avaliar qualitativamente os sistemas de informação relativos ao controlo da conformidade em obra dos presentes casos de estudo, desenvolveu-se um método de avaliação baseado em 5 critérios cada um graduado com 5 níveis. O objetivo deste método é poder analisar qualitativamente as várias fases da informação relativa ao controlo da conformidade desde a recolha até ao tratamento. O critério A baseia-se na recolha da informação, incidindo na facilidade com que os registos são efetuados e os diferentes formatos utilizados para esses registos. O critério B incide na forma como a informação é armazenada, avaliando a sua centralização, organização e homogeneidade. O critério C trata acessibilidade da informação e as suas condicionantes. O critério D avalia o tempo despendido nos processos relativos à informação, com especial foco nas atividades que não agregam valor ao controlo da conformidade por si só. O critério E avalia a probabilidade de falhas nos fluxos da informação e depende da homogeneidade da informação e a forma como esta é organizada e acessível. O seguinte quadro 3.5, mostra os diferentes níveis de graduação para cada critério, variando do 1 ao 5 por ordem, sendo o 1 o menos favorável e o 5 o mais favorável:

Quadro 3.5. Graduação dos níveis de cada critério

Nível	A-Recolha da informação	B-Armazenamento da informação	C-Acesso à Informação	D-Tempo Gasto no processo	E-Probabilidade de Falhas no circuito de informação
1	vários registos em lugares diferentes, impossibilidade de fazer in situ	Informação armazenada manualmente, em vários locais e formatos para consulta de muita dificuldade;	Acesso tardio a todas as ocorrências, com necessidade de envio/ manual	Tempo de burocracia ultrapassa tempo da própria atividade	Muita Alta, vários formatos de informação em vários lugares, por muitas pessoas
2	Mais do que um registo, dificuldade de fazer in situ, com inputs necessários	Informação armazenada manualmente, em mais do que um lugar para consulta de alguma dificuldade;	Acesso manual em tempo real a todas as ocorrências, dependente do dispositivo e ligação à internet.	Muito tempo gasto com atividades burocráticas que não agregam valor	Alta, informação em diferentes formatos, centralizada para pequena parte dos intervenientes.
3	Mais do que um registo, dificuldade de fazer in situ, sem inputs necessários	Informação armazenada manualmente, num só lugar para consulta de alguma dificuldade;	Acesso manual em tempo real a todas as ocorrências, em qualquer dispositivo, dependente de ligação à internet;	Algum tempo gasto com atividades burocráticas que não agregam valor	Media, informação parcialmente uniforme, centralizada para maior parte dos intervenientes

Nível	A-Recolha da informação	B-Armazenamento da informação	C-Acesso à Informação	D-Tempo Gasto no processo	E-Probabilidade de Falhas no circuito de informação
4	Apenas 1 registo, in situ com inputs necessários	Informação armazenada automaticamente num só lugar para consulta de pouca dificuldade	Acesso automático em tempo real a todas as ocorrências, em qualquer dispositivo, dependente de ligação à internet;	Pouco tempo gasto com atividades burocráticas que não agregam valor	Baixa, informação em formato uniforme, centralizada para maior parte dos intervenientes.
5	Apenas 1 registo, in situ sem inputs necessários	Acesso automático em tempo real a todas as ocorrências, em qualquer dispositivo, independentemente do local e condições.	Acesso automático em tempo real a todas as ocorrências, em qualquer dispositivo, independentemente do local e condições.	Apenas o tempo necessário de ação	Muito baixa, informação em formato uniforme centralizada para todos os intervenientes.

3.4.5. RESULTADOS

Na quadro 3.6 são apresentados os resultados da avaliação de 3 dos casos de estudo apresentados neste capítulo segundo o método considerado na seção anterior.

O projeto IV não foi considerado pois o sistema atual da empresa não contempla registos.

Os resultados estão divididos por processo, sendo que foram avaliados os processos : rotinas de inspeção, ordens de serviço, RFI, relatório de obra e gestão de não conformidade.

Nos casos em que o processo não pode ser avaliado é sinalizado com a denominação NA (não aplicável).

Quadro 3.6. Resultados da avaliação

	Proc.	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	Critério E
Obra I	Rotinas de Inspeção	3	3	2	3	3
	Gestão NC	3	2	2	2	2

	Proc.	Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	Critério E
Obra II	Ordens de serviço	2	2	2	3	1
	RFI	3	2	3	2	2
	RDO	1	1	1	1	2
	Rotinas de Inspeção	3	3	2	3	3
	Gestão NC	2	2	3	2	2
	Ordens de serviço	2	3	2	3	3
	RFI	3	2	3	2	2
	RDO	2	1	1	1	2
	Rotinas de Inspeção	3	3	2	3	3
	Gestão NC	3	3	2	2	2
Obra III	Ordens de serviço	2	2	2	3	2
	RFI	3	2	3	2	2
	RDO	1	1	1	1	2
	Rotinas de Inspeção	3	3	2	3	3
	Gestão NC	3	2	2	2	2
Obra IV	Ordens de serviço	NA	NA	NA	NA	NA
	RFI	NA	NA	NA	NA	NA
	RDO	NA	NA	NA	NA	NA
	Rotinas de Inspeção	3	3	2	3	3
	Gestão NC	3	2	2	2	2
Média Total		2,4	2,2	2,1	2,3	2,2

Analisando o quadro do 3.6 constata-se por unanimidade que, o processo relatório diário é o mais gravoso em todos os casos no que concerne à eficácias dos sistemas da informação. De certa forma é expectável no sentido em que é o processo que envolve mais registos e compilação da informação. A recolha da informação ~~em~~ é o critério mais aceitável em todos os procedimentos com a exceção do RDO pelos motivos referidos anteriormente. Note-se que, a recolha da informação é o critério que menos tempo e recursos envolve.

De uma forma geral os sistemas de informação relativos ao controlo da conformidade obtiveram uma avaliação negativa no que concerne à sua eficácia em todos os casos de estudo. Como referido na seção de cada caso estudo, a informação é recolhida e tratada em diferentes formatos, o seu armazenamento

apesar de em alguns casos ser centralizado, não é organizado de forma a facilitar consultas rápidas à informação importante, fruto da heterogeneidade com que a mesma é recolhida.

Todas estas questões aumentam o tempo despendido com essa informação e aumentam a probabilidade de falhas no fluxo de informação.

No seguinte capítulo, apresentam-se os resultados de inquéritos realizados a vários responsáveis de qualidade, para tentar perceber qual a sua indexação nestes processos de forma a medir o impacto que este tratamento e partilha de informação tem nos recursos afetos a estes processos.

3.5. INQUÉRITOS IN-SITU

3.5.1. METODOLOGIA

O inquérito foi realizado a 45 pessoas de 4 empresas diferentes, entre elas responsáveis de qualidade e segurança, diretores de fiscalização, engenheiros fiscais permanentes e diretores de obra.

O objetivo deste inquérito é obter uma média da indexação destes recursos em obra a funções relacionadas com o controlo da conformidade.

Outro objetivo deste inquérito é aferir qual dos procedimentos ocupa mais tempo aos recursos e a quantidade de tempo despendido na organização da informação relativa ao controlo da conformidade em obra.

3.5.2. INDEXAÇÃO HORÁRIA NA OBRA AOS PROCESSOS CHAVE

Como referido anteriormente, a fiscalização de obras divide-se em várias áreas funcionais, sendo que cada uma é constituída por vários processos.

Nesta seção, foram considerados os principais processos das áreas funcionais que exigem maior intervenção em obra. As áreas funcionais consideradas foram a conformidade dos trabalhos, o planeamento, a economia e a informação.

Na área funcional conformidade foram considerados os processos de aprovação e receção de materiais, bem como a inspeção dos trabalhos.

Na área funcional de economia foi considerado o processo dos Autos de medição. Ao nível do planeamento foi considerado o respetivo processo de balizamentos. Por último, na área funcional informação/comunicação, consideraram-se os processos de rotina cujo objetivo é comunicar e partilhar a informação ao longo da obra com as diferentes partes interessadas e intervenientes.

O processos considerados nesta área funcional foram as atas de reunião, bem como os relatórios mensais e diários.

Importar referir que dependendo do tipo de obra, da sua dimensão e até do tipo de contratação efetuada na mesma, a indexação dos fiscais a cada processo pode variar de forma considerável.

O objetivo desta questão é, tentar perceber, quais dos processos ocupam mais tempo aos fiscais. A seguinte figura 3.17 ilustra a média das respostas ao tempo médio de indexação dos fiscais inquiridos a cada um dos processos referidos:



Fig. 3.12. Média de horas despendidas por semana nos procedimentos

3.5.3. INDEXAÇÃO PERCENTUAL AOS PROCESSOS CHAVE DA FISCALIZAÇÃO

A seguinte figura 3.13 ilustra os mesmos resultados em forma percentual:

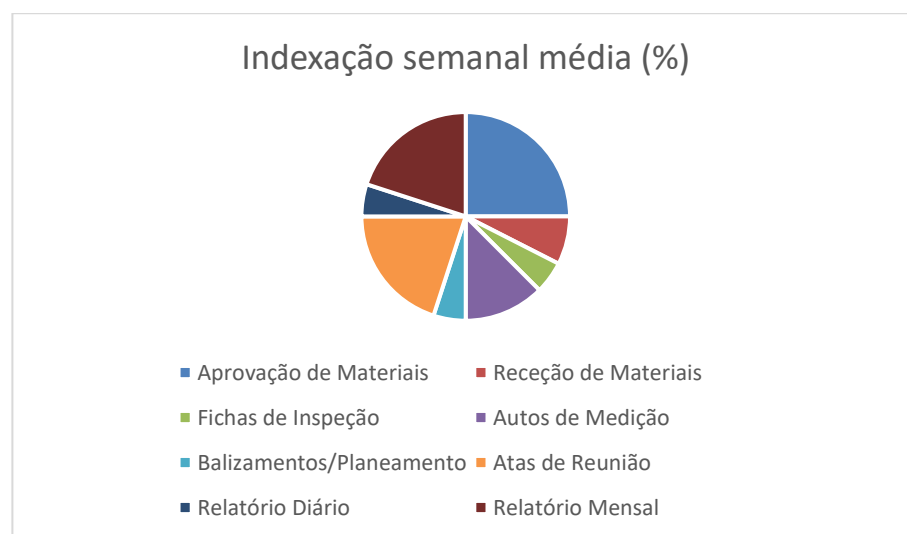


Fig. 3.13. Indexação média semanal por procedimento

Através da análise dos presentes gráficos que ilustram a indexação em obra média dos fiscais a cada processo, verifica-se que a aprovação de materiais e as atas de reunião em conjunto, ocupam cerca de 50% do tempo dos fiscais e obra. O relatórios mensais ocupam 20% do tempo dos fiscais, sendo este valor bastante representativo face à indexação total dos mesmos. Segue-se o processo dos autos de medição com 13% do tempo total, e por último as fichas de inspeção e o planeamento, ocupando cada um, 5% do tempo total dos fiscais em obra. A presente figura ilustra a indexação média por área funcional:

3.5.4. INDEXAÇÃO POR ÁREA FUNCIONAL

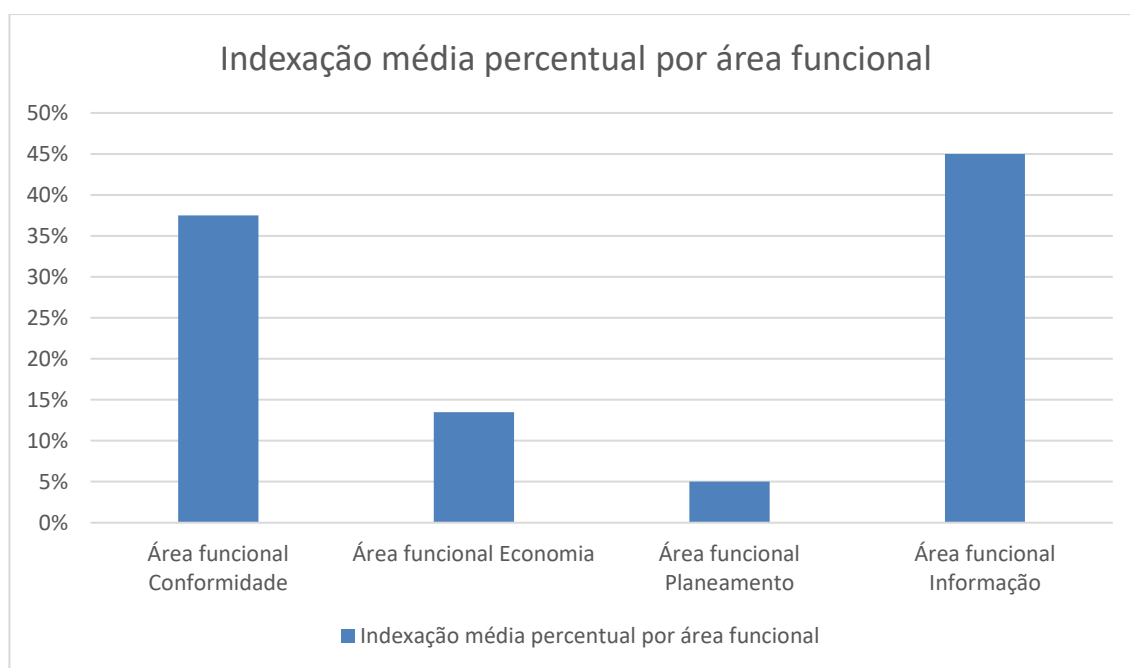


Fig. 3.14. Indexação média semanal por área funcional

Da análise da presente figura, constata-se que a Área funcional informação é a que mais tempo despense aos fiscais (45%), seguida da área funcional conformidade (37,5%). As restantes áreas funcionais consideradas (economia e planeamento) ocupam 13,5% e 5% respetivamente.

3.5.5. CONCLUSÕES DOS INQUÉRITOS

Relativamente à problemática que foi suscitada com base na sensibilidade do autor, veio-se a comprovar que os profissionais da área em geral, subscrevem que o processo de controlo da qualidade através de fichas em obra não está otimizado, e a sua informatização seria uma mais valia. Verifica-se também que, é empregue pouca atenção a este controlo, em comparação com outros processos, que não acrescentam valor. Por exemplo, muitos dos processos de partilha de informação, tais como relatórios, são uma mera compilação de registos já efetuados, não acrescentando valor na verdadeira atividade de fiscalizar. Apesar disso, como se pode comprovar com o presente inquérito, os relatórios ocupam uma percentagem significativa (cerca de 25%) do tempo dos fiscais em obra. A área funcional conformidade, bem como a área funcional de informação representam ao todo 83% do tempo dos fiscais em obra. De facto,

grande parte dos processos de informação são uma compilação de registos provenientes das outras áreas funcionais, onde a área funcional conformidade tem um peso bastante significativo.

Pode-se concluir que, a otimização dos processos desta área funcional, de forma a permitir uma compilação da informação de forma mais eficiente, poderá ter um impacto em grande parte (83% em média, segundo o inquérito realizado) do tempo despendido em obra pelos fiscais. Dessa forma, o autor acredita que, a informatização dos processos de controlo da conformidade, bem como a otimização da compilação de todos esses registos, poderá contribuir significativamente para uma maior eficiência e eficácia do tempo despendido. Desta forma, os fiscais podem dar mais foco a atividades que acrescentam valor à fiscalização (controlo da execução em obra), ao invés de despendar esse tempo a compilar informação.

4

BIBLIOMETRIA

4.1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo, será apresentada a compilação bibliográfica necessária para o desenvolvimento, contextualização e fundamentação desta investigação. Foram elaborados gráficos que traduzem a representatividade de cada escola e autor por tema, bem como uma linha cronológica que pretende enquadrar temporalmente as pesquisas consultadas durante o desenvolvimento desta investigação.

A figura 4.1 ilustra o índice do presente capítulo:

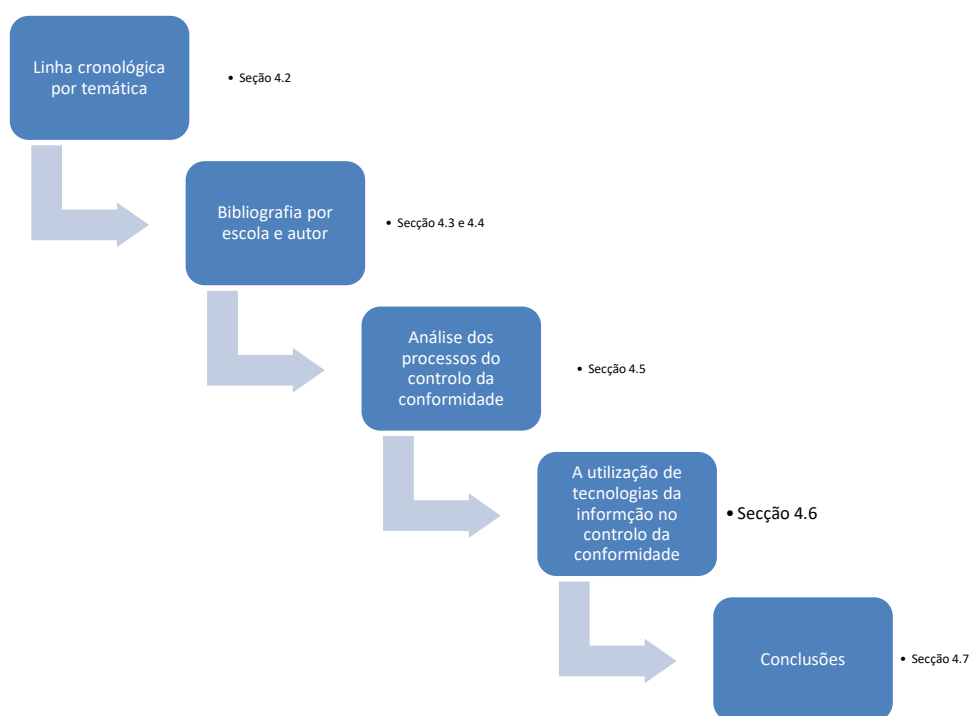


Fig. 4.1 índice do Capítulo 4

4.2. LINHA CRONOLÓGICA POR TEMÁTICA

O autor divide o presente trabalho em duas temáticas principais: A análise do controlo da conformidade ao nível dos processos e sistemas e, a utilização das tecnologias da informação como meio de suporte ao controlo da conformidade. No gráfico apresentado de seguida, observa-se a distribuição dos trabalhos mais relevantes para o desenvolvimento da presente tese, de cada tema pelos anos de publicação:

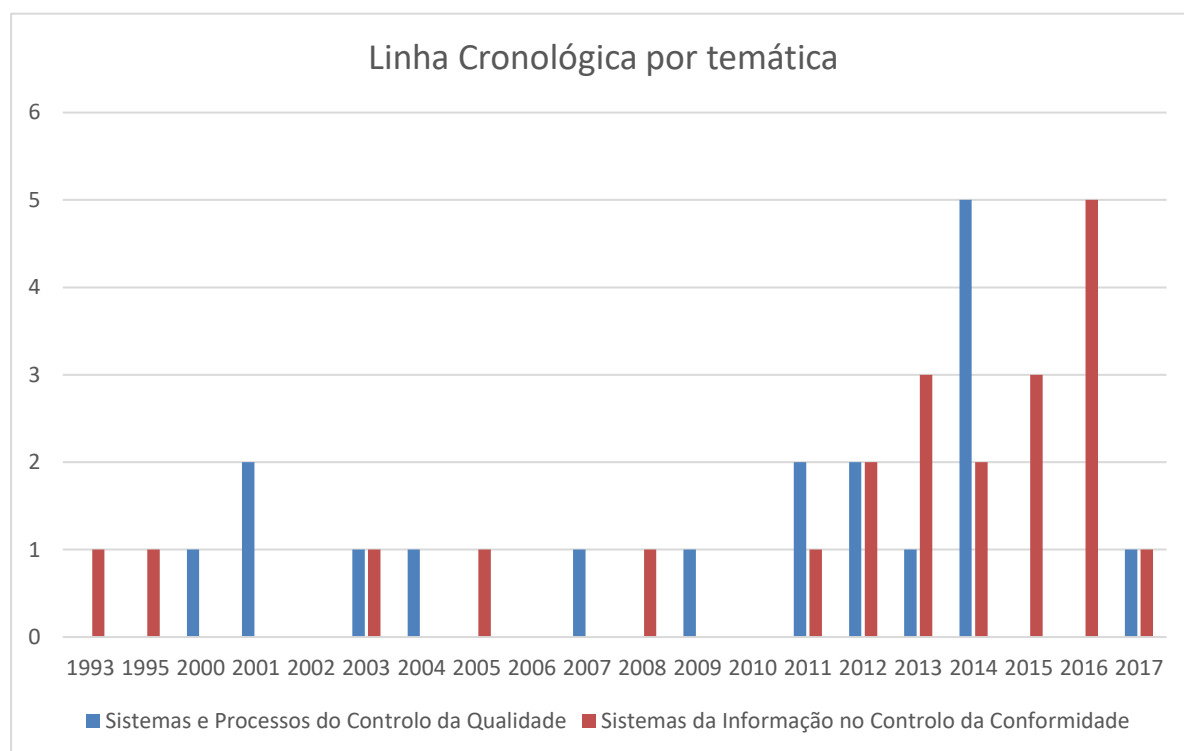


Fig.4.2. Linha cronológica por temática

Depreende-se do gráfico que, na temática de sistemas e processos do controlo da conformidade em obra foram consultados dezoito artigos, com destaque para o ano 2014, onde cinco artigos foram utilizados para a presente investigação.

Na temática sistemas da informação no controlo da conformidade são apresentados vinte e um artigos, verificando-se um crescimento acentuado a partir de 2011 justificado pela evolução tecnológica.

A introdução da tecnologia BIM no mercado, acompanhada da utilização da tecnologia mobile, são as principais razões para a o volume e variabilidade de trabalhos sobre estes temas, ser cada vez mais representativo.

De seguida, no quadro 4.1, é apresentado um breve resumo de cada artigo enquadrado na sua utilidade para a pesquisa em questão, onde é identificado o título do artigo e o seu autor.

De salientar que o quadro 4.1 refere-se apenas à temática “ sistemas e processos no controlo da qualidade”, e são identificados apenas os artigos mais relevantes utilizados pelo autor.

Quadro. 4.1 Bibliografia referente aos Sistemas e processos do controlo da qualidade

Artigo	Autor	Resumo
Quantifying the causes and costs of rework in construction	Peter E. D. Love & Heng Li	Quantificação das causas, magnitude e custos do rework.
Improving maintenance and reducing building defects through ISO 9000	Low Sui Pheng and Darren Wee	Desenvolve um modelo conceptual para aumentar a eficiência na redução de defeitos com base na norma ISO900.
construction coordination activities: what is important and what consumes time	D. Darshi de Saram ¹ and Syed M. Ahmed	Estuda as actividade em obra executadas pelos gestores da mesma, onde pretende apurar as mais importantes e as que consomem mais tempo.
Measuring and Classifying Construction Field Rework: A Pilot Study	Aminah Robinson FayekManjula Dissanayake, Oswaldo Campero	Desenvolve um indicador para a contabilização dos custos do rework em obra, tendo em conta os custos diretos e indiretos;
Determinants of rework in building construction projects	Peter E.D. Love and David J. Edwards	Identifica fatores determinantes do rework a nível de projeto e em obra.
Formalism for Construction Inspection Planning: Requirements and Process Concept	Chris Gordon ¹ ; Burcu Akinci ² ; and James H. Garrett Jr.	Apresenta um modelo de um plano de inspeções mais simples e resumido, que se revela mais eficaz e eficiente.
Dynamics of control in construction project teams	Martin Morgan Tuuli , Steve Rowlinson & Tas Yong Koh	Estuda os modos formais e informais de controlo na construção.
Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies	Kenneth T. Sullivan	Estuda a adequação dos princípios. Lean, six sigma e TQM ao setor da construção.
Generic Method of Grading Building Defects Using FMECA to Improve Maintainability Decisions	Sutapa Das ¹ and Michael Y. L. Chew	Propões um modelo de graduação da severidade de não conformidades baseado no FMECA.
Engineer Self-Evaluation Checklist for Effective Site Visits	Andrew S. Chang ¹ ; Sin-Jing Du ² ; and Fang-Ying Shen	cria uma checklist para rotinas de inspeção na obra mais eficazes.

Artigo	Autor	Resumo
Standardizing Housing Defects: Classification, Validation, and Benefits	Marcel Macarulla ¹ ; Nuria Forcada ² ; Miquel Casals ³ ; Marta Gangoells ⁴ ; Alba Fuertes ⁵ ; and Xavier Roca	Identifica e tenta standardizar os defeitos na construção por tipo, causas, severidade e localização, de modo a prevenir a ocorrência dos mesmos
Defects and Their Influencing Factors of Posthandover New-Build Homes	Wei Pan ¹ and Rhys Thomas	Identifica e tenta standardizar os defeitos na construção por tipo, causas, severidade e localização, de modo a prevenir a ocorrência dos mesmos
A proactive plan-do-check-act approach to defect management based on a Swedish construction project	ROBERT LUNDKVISTA*, JOHN HENRIK MEILINGb and MARCUS SANDBERG	Desenvolvem um modelo conceptual para gestão de não conformidades
Assessment of construction defects in residential buildings in Spain	Nuria Forcada, MarcelMacarulla, Marta Gangoells and MiquelCasals	Identifica e tenta standardizar os defeitos na construção por tipo, causas, severidade e localização, de modo a prevenir a ocorrência dos mesmos
Classification and occurrence of defective acts in residential construction projects	Hamad A. Aljassmi & Sangwon Han	Identifica e tenta standardizar os defeitos na construção por tipo, causas, severidade e localização, de modo a prevenir a ocorrência dos mesmos
Defects in Affordable Housing Projects in Klang Valley, Malaysia	Hamzah Abdul-Rahman ¹ ; Chen Wang ² ; Lincoln C. Wood ³ ; and You Min Khoo	propõe medidas que possam reduzir as NC em projetos de habitação, baseadas num estudo que identifica os principais fatores da ocorrência das mesmas.
Revisiting Quality Failure Costs in Construction	Peter E. D. Love, Pauline Teo, and John Morrison	Estudo sobre o custo total de rework, dividido por causas, tipo de obra e categoria

Uma vez apresentada a bibliografia mais relevante desta primeira temática, de seguida, no quadro 4.2, é apresentado um breve resumo de cada artigo enquadrado na sua utilidade para a pesquisa em questão referente à temática “sistemas da informação no controlo da conformidade”, onde é identificado o título do artigo e o seu autor, bem como um resumo do conteúdo mais importante que foi aplicado no desenvolvimento deste trabalho.

Quadro. 4.2 Bibliografia referente aos Sistemas de Informação no controlo da conformidade

Nr. Artigo	Artigo	Autor	Resumo
1	Computerized daily site Reporting	Alan D. Russel	Abordagem informática para recolher e processar informação da obra num relatório diário do supervisor.
2	Quality information systems and quality management: a reference model and associated measures for empirical research	C.Forza	Considera que a informação necessária na aplicação de sistemas de gestão da qualidade é vasta e complexa, ultrapassando os limites de capacidade de organização em obra.
3	A process-based quality management information system	Sangyoon China,*, Kyungrai Kimb,1, Yea-Sang Kim	Propõe um sistema integrado que contemple as inspeções e testes em obra, não conformidades e ações corretivas.
4	Generate-Select-Check Based Daily Reporting System	Sangyoon Chin, M.ASCE1; Kyungrai Kim, A.M.ASCE2; and Yea-Sang Kim	Desenvolve um modelo e sistema de informação que permite facilmente construir um relatório diários.
5	Integrating Construction Process Documentation into Building Information Modeling	James D. Goedert, Ph.D., P.E., M.ASCE1; and Pavan Meadati	Testa a integração de documentação AS-BUILT em tecnologia BIM, anexando ao modelo 3 D do edifício, uma 4ª dimensão contendo informação As-built.
6	A framework for using mobile computing for information management on construction sites	Yuan Chen a,*, John M. Kamara	Desenvolve um modelo conceptual para a implementação de tecnologia mobile e cloud pelas empresas de construção em obra.
7	A framework for construction safety management and visualization system	Chan-Sik Park *, Hyeon-Jin Kim	Desenvolveu um protótipo de um sistema de gestão de segurança em obra, baseado em tecnologia BIM, com realidade aumentada.
8	Information lifecycle management with RFID for material control on construction sites	Ju Hyun Lee a,b, Jeong Hwa Song a, Kun Soo Oha,†, Ning Gu	Propõe um modelo baseado em RFID e ILM para controlo de materiais.
9	On-site construction management using mobile computing technology	Changyoon Kim a, Taeil Park a, Hyunsu Lim b, Hyoungkwan Kim c	Explora a utilização de tecnologia mobile e cloud na gestão de tarefas em obra,

			monitorização da obra e partilha da informação em tempo real.
Nr. Artigo	Artigo	Autor	Resumo
10	Cost-Benefit Analysis of Construction Information Management System Implementation: Case Study	Joshua L. Vaughan ¹ ; Michael L. Leming, M.ASCE ² ; Min Liu, A.M.ASCE ³ ; and Edward Jaselskis	Analisa custos e benefícios da implementação e utilização de sistemas e tecnologias da informação na construção.
11	A BIM-based construction quality management model and its applications	LiJuan Chen, Hanbin Luo	Explora e discute as vantagens de um modelo BIM 4D para o controlo da qualidade baseado nos (sistemas de classificação da informação na construção).
12	Benefit Analysis of Knowledge Management System for Engineering Consulting Firms	Jyh-Bin Yang ¹ ; Wen-Der Yu ² ; Judy C. R. Tseng ³ ; Chia-Shin Chang ⁴ ; Pei-Lun Chang ⁵ ; and Ji-Wei Wu	Análise quantitativa a sistemas da informação baseados na gestão do conhecimento aplicada à preparação de propostas de empresas de consultoria na área da engenharia.
13	A linked data system framework for sharing construction defect information using ontologies and BIM environments	Do-Yeop Lee a, Hung-lin Chi c, JunWang c, XiangyuWangb,c, Chan-Sik Park	Desenvolve um modelo conceptual para gestão da informação de não conformidades, cruzando informação contextual extraída de modelos BIM com a informação das NC.
14	Development of a Construction Quality Supervision Collaboration System Based on a SaaS Private Cloud	Yuping Cheng · Yan Chen · RanWei · Hanbin Luo	Comparação de um sistema de informação (Cloud) para o controlo de conformidade em obra com o sistema tradicional.
15	A framework for the utilization of Building Management System data in building information models for building design and operation	A.H. Oti a,*, E. Kurul a, F. Cheungb, J.H.M. Tah	Desenvolve um modelo conceptual que incide na utilização de tecnologia BIM, para a gestão de edifícios na fase operacional através de As-built information.
16	A BIM-based construction supply chain framework for monitoring progress and coordination of site activities	Vito Getulia, Silvia Mastrolembo Venturab, c, *, Pietro Caponea, Angelo L. C. Ciribini	Desenvolve um modelo conceptual para a monitorização do progresso da obra, baseado em tecnologia BIM.
17	Development of a Safety Inspection Framework on Construction Sites Using Mobile Computing	Hao Zhang ¹ ; Seokho Chi ² ; Jay Yang ³ ; Madhav Nepal ⁴ ; and Seonghyeon Moon	Utilização de tecnologia mobile num modelo de supervisão de segurança em obra.
18	Evaluating the strength of text classification categories for supporting construction field inspection	Nai-Wen Chi a, Ken-Yu Linb,*, Nora El-Gohary c, Shang-Hsien Hsieh	Explora o potencial da classificação da informação textual para categorias de segurança.

Nr. Artigo	Artigo	Autor	Resumo
19	Information and Communications Technology in Construction: A Proposal for Production Control	Pablo Orihuelaa,b,*, Jorge Orihuelab, Santiago Pacheco	Modelo de tecnologias da informação e comunicação como meio de perceber as derrapagens dos custos reais de uma obra, face aos planeados.
20	Study on Construction Quality Control of Urban Complex Project Based on BIM	Junying Lou a , Jiang Xu b □Kun Wang	Análise da integração de sistemas BIM e realidade aumentada no controlo de qualidade durante as várias fases de uma obra
21	WBS-based dynamic multi-dimensional BIM database for total construction as-built documentation	Jaehyun Park a, Hubo Cai	Desenvolve modelo conceptual que visa integrar As-builts num modelo BIM, e propoe uma estrutura WBS para conectar essa informação com o plano de trabalhos.
22	A framework for proactive construction defect management using BIM,	Chan-Sik Park a,*, Do-Yeop Lee a, Oh-Seong Kwon a, Xiangyu Wang	criação de um modelo conceptual de gestão de conformidades utilizando tecnologia BIM.
23	Utilização de software de controlo da conformidade	Marinho, João	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional numa reabilitação complexa
24	Utilização de software de controlo da conformidade	Leite, Tiago	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional numa construtora em moçambique
25	Não conformidades na Construção	Barroso, Luís	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional numa empresa de fiscalização
26	Controlo de Qualidade em Pavimentos Industriais	Sebastião, António	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional num subempreiteiro de pavimentos industriais
27	Impacto das Novas tecnologias na qualidade da construção	Amaral, Diana	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional numa reabilitação
28	Caracterização da conformidade em obras de infra-estruturas urbanas por recurso a aplicação web	Vieira, Paula	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional numa obra de infra-estruturas
29	Maiores valias das TI no controlo da qualidade em empresas com sistema tradicional instalado	Franco, Tiago	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional numa construção promoção
30	Nuevas Tecnologías de Información para el Control de los Diferentes Sistemas de Conformidad de Obras en Venezuela	Azevedo, Carlos	Compara a utilização do SICCO com o modelo tradicional num empreiteiro na Venezuela

4.3. BIBLIOGRAFIA POR ESCOLA

A presente subsecção divide os artigos mais relevantes desta pesquisa bibliográfica por escola, de forma a perceber a influência e peso que cada uma teve na presente tese.

No gráfico da figura 4.3, apresenta-se o agrupamento dos artigos consultados por escola:

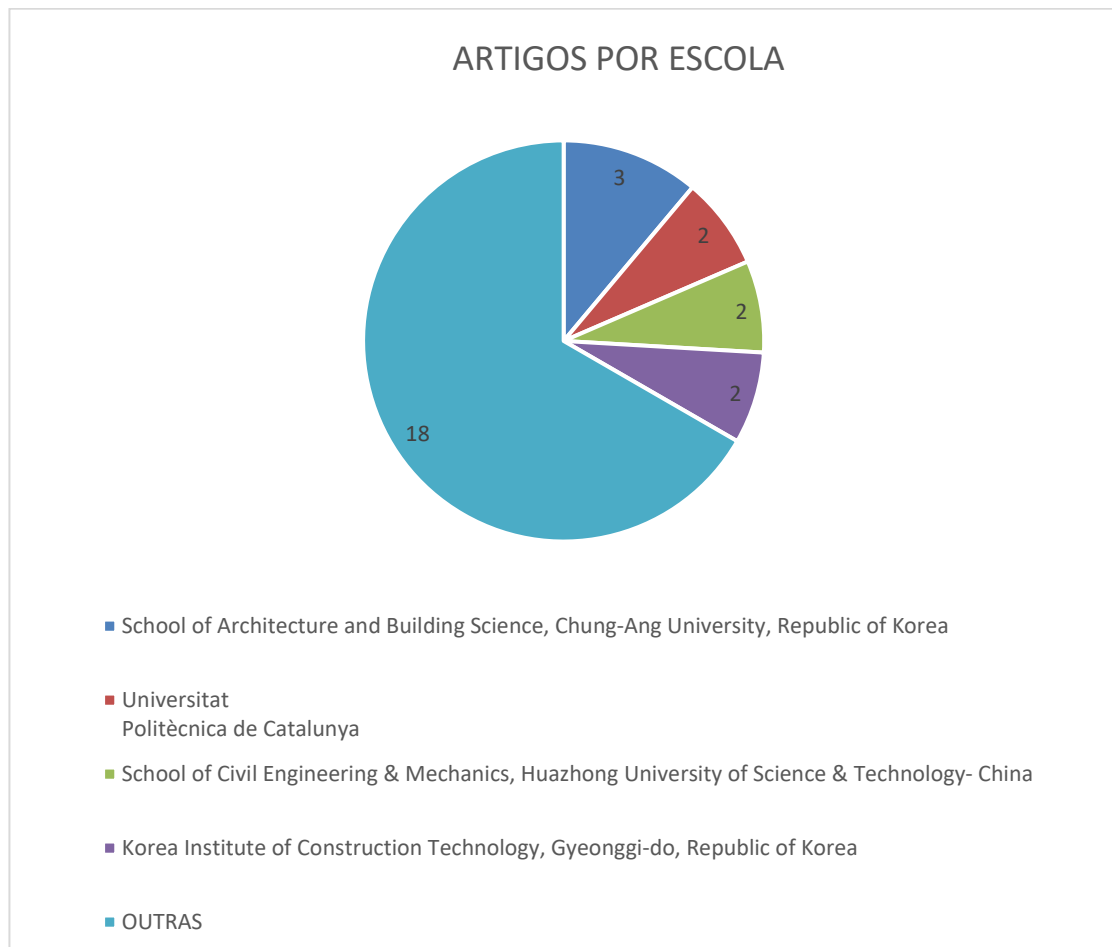


Fig.4.3. Artigos por escola

Note-se que, existe uma grande variabilidade de escolas presentes nesta consulta, com destaque para a Escola de Arquitetura e Ciências da Construção da Coreia do Sul, com 3 artigos consultados. De referir que a Universidade Politècnica da Catalunha, escola de Engenharia Civil e Mecânica de Huazhong e o Instituto de Tecnologias da Construção da Coreia do Sul estão representadas com 2 artigos por escola. Verifica-se uma grande presença de escolas asiáticas nas consultas efetuadas nesta investigação.

4.4. BIBLIOGRAFIA POR AUTOR

O gráfico de barras que se segue, mostra os autores mais referenciados nesta investigação:

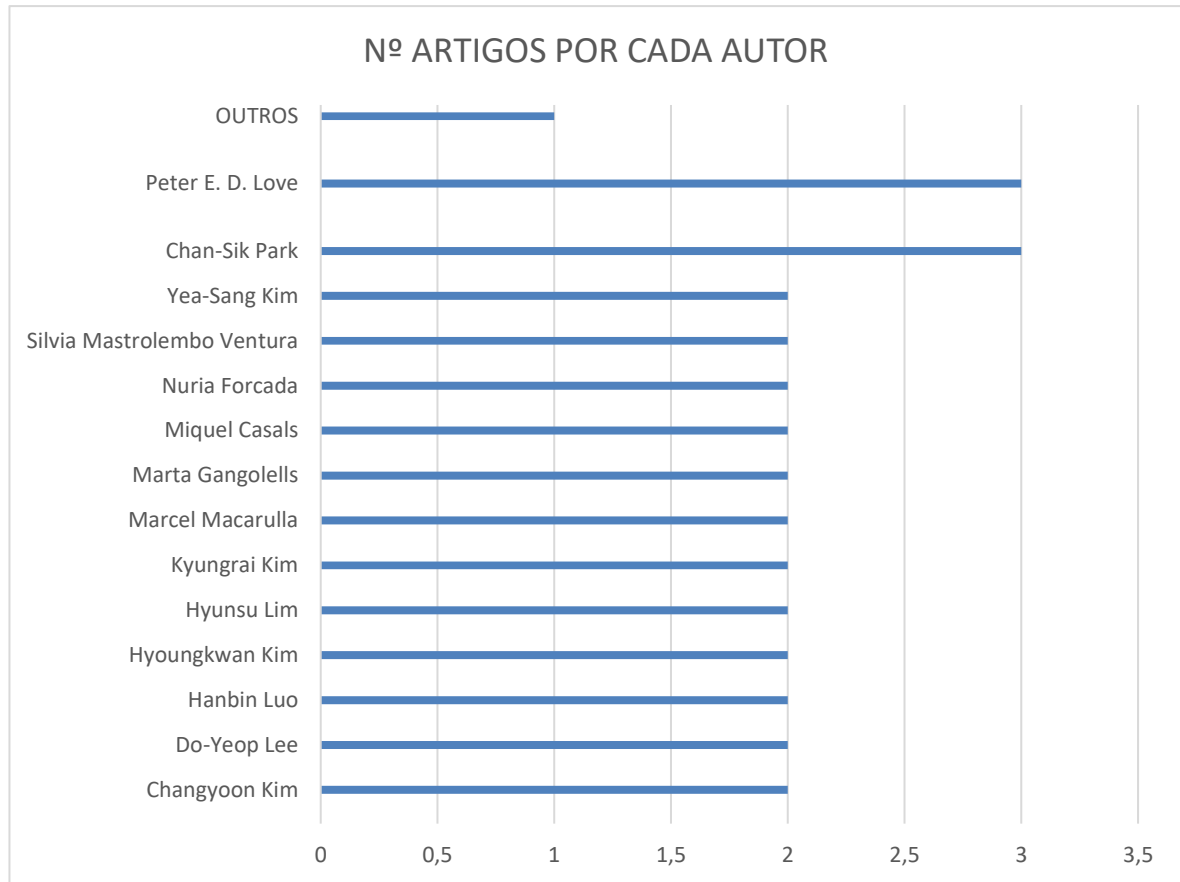


Fig. 4.4 Artigos por autor

Note-se que o guru da qualidade Peter Love com 3 artigos domina a temática dos sistemas e processos de controlo, enquanto Park, também com 3 artigos, domina a temática referente aos sistemas da informação. Tal como as escolas, os autores asiáticos merecem destaque, principalmente na temática dos sistemas de informação.

4.5 ANÁLISE DO CONTROLO DA CONFORMIDADE AO NÍVEL DOS SISTEMAS E PROCESSOS

Num contexto de crescente competitividade no setor da construção, torna-se cada vez mais importante tentar otimizar o desempenho, reduzir os custos e os desperdícios da atividade. O controlo da conformidade revela-se um processo chave na obtenção de um produto que corresponde aos requisitos impostos, com os recursos estritamente necessários para o efeito. De forma a poder otimizar este processo, muitos trabalhos exploram as causas e os impactos das falhas, tentam encontrar padrões e medir custos. Outras pesquisas exploram os modos e sistemas de controlo a otimizar a eficiência deste processo. A figura 4.5, ilustra uma linha cronológica dos trabalhos consultados dentro da temática “A análise do controlo da conformidade ao nível dos processos e sistemas”.

Love, no ano 2000 [33], explora a quantificação das causas, magnitude e custos do rework. Na análise a dois projetos, verifica que o rework tem um peso de 3% do valor dos projetos. Atribui responsabilidade à falha de organização na documentação e comunicação e reitera que é necessária a implementação de sistemas de gestão da qualidade, principalmente ao nível da coordenação e gestão documental para

reduzir esse impacto. Low, no ano 2001 [34], desenvolve um modelo conceptual para aumentar a eficiência na redução de defeitos com base na norma ISO900.

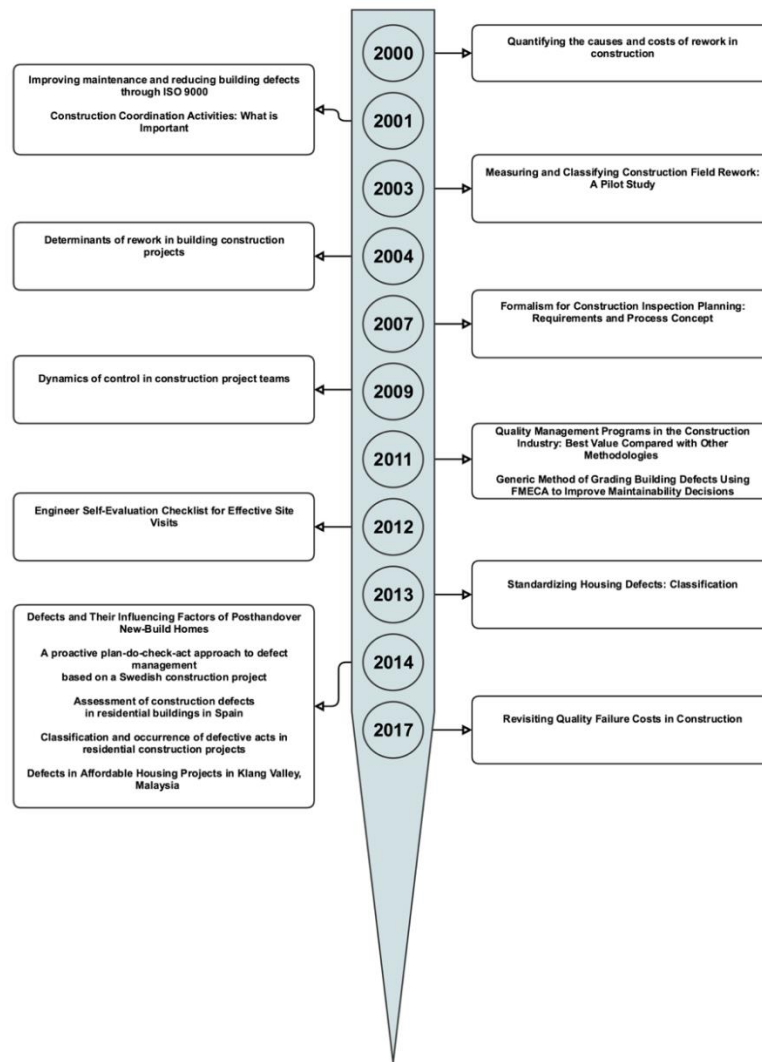


Fig.4.5. Linha cronológica da área controlo da conformidade

Darshi de Saram em 2001[35], estuda as atividades de obra executadas pelos gestores da mesma, onde pretende apurar as mais importantes e as que consomem mais tempo. Indica que as atividades mais importantes baseiam-se na identificação de tarefas chave e na deteção de potenciais atrasos.

Por outro lado, as reuniões semanais, análise ao projeto e a deteção de desvios são as atividades que mais tempo consomem. Fayek, em 2003 [36], desenvolve um indicador para a contabilização dos custos do rework em obra, tendo em conta os custos diretos e indiretos, mas também o valor da obra, bem como as margens de rentabilidade. Love, em 2004 [37], identifica fatores determinantes do rework a nível de projeto e em obra. Conclui que os fatores mais determinantes para o rework que ocorrem na gestão de uma obra são a má supervisão e a realocação de trabalhadores para outras obras. Também conclui que

a falta de práticas de controlo de qualidade pelos empreiteiros e subempreiteiros é principalmente devida aos custos administrativos associados a estes processos, que impedem a sua implementação. Gordon em 2007 [38], reitera que os supervisores não têm um plano eficiente de suporte às inspeções. Apresenta um modelo de um plano de inspeções mais simples e resumido, que se revela mais eficaz e eficiente. Tuuli em 2009 [39], estuda os modos formais e informais de controlo na construção. Verifica que, apesar de o controlo formal ser o mais utilizado, existem certas incompatibilidades neste modo de controlo devido à natureza do projeto.

Sullivan no ano 2011 [40], estuda a adequação dos princípios Lean, Six Sigma e TQM ao setor da construção. Conclui que nenhum deles se adapta ao setor e propõem um novo modelo que transfira mais poder e responsabilidade ao empreiteiro ao invés do cliente. Das, em 2011 [41], propõe um modelo de graduação da severidade de não conformidades baseado no FMECA e focado em decisões de manutenção. Chang, em 2012 [42], cria uma checklist para visitas à obra mais eficazes. Maraculla, em 2013 [43], Pan [44], Forcada [45] e Hamad [46] em 2014, identificam e tentam padronizar os defeitos da construção por tipo, causas, severidade e localização, de modo a prevenir a ocorrência dos mesmos. Lundkvist, no mesmo ano [47], desenvolve um modelo conceptual para gestão de não conformidades com uma abordagem proactiva. Rahman, em 2014 [48], propõe medidas que possam reduzir as NC em projetos de habitação, baseadas num estudo que identifica os principais fatores da ocorrência das mesmas. Love em 2017 [49], elabora um estudo sobre o custo total de rework, dividido por causas, tipo de obra e categoria.

4.6 A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO NO CONTROLO DA CONFORMIDADE

Perante a crescente evolução tecnológica das últimas duas décadas, a investigação que incide na aplicação das novas tecnologias no setor da construção, tem sido diretamente proporcional. O controlo da conformidade em obra não tem sido exceção e, apesar de se contextualizar num ambiente onde essa aplicação é mais complexa (em obra), várias iniciativas têm demonstrado a forte necessidade e carência deste setor. Diversos trabalhos e pesquisas têm vindo a explorar as possíveis aplicações e contributo que, as tecnologias da informação possam acrescentar ao controlo da conformidade em obra. Outros trabalhos, tentam estabelecer uma comparação entre o controlo da conformidade tradicional e o mesmo processo suportado pelas tecnologias da informação, tanto ao nível dos custos, como ao nível da eficiência e eficácia. Na figura 4.6, é apresentada uma linha cronológica dos trabalhos consultados na temática “Utilização das tecnologias da informação como meio de suporte ao controlo da conformidade”.

Alan Russel no ano de 1993 [50], explora uma abordagem informática para recolher e processar informação da obra num relatório diário. Encontra problemas de padronização e classificação dos trabalhos, bem como na integração da informação. O mesmo autor admite que, a possibilidade de analisar os dados históricos através de gráficos, poderia permitir identificar padrões e tomar decisões baseadas na informação, lançando um desafio para explorar tal abordagem. Forza em 1995 [51], considera que, a informação necessária na aplicação de sistemas de gestão da qualidade é vasta e complexa, ultrapassando os limites de capacidade de organização em obra. Admite porém que os sistemas de informação são a alternativa válida que trará benefícios para essa implementação.

Sangyoon em 2003 [52], propõe um sistema integrado que contemple as inspeções e testes em obra, não conformidades e ações corretivas e, admite que seria muito importante padronizar processos, tais como o planos de trabalho, checklist e ordens de serviço, para implementar nas empresas e que se utilize em vários projetos. O mesmo autor, conclui que o sistema é muito útil na colaboração e partilha da informação.

Sangyoon em 2005 [53], desenvolve um modelo e sistema de informação que permite facilmente construir relatórios diários. O detalhe das tarefas é elevado, as tarefas são seleccionadas diariamente com o registo do progresso, utilizando tecnologia mobile. Prevê que a integração de informação sobre os locais de execução de cada tarefa será muito útil para o registo do progresso “*as-built*”, aumentando a gestão e monitorização do progresso das tarefas.

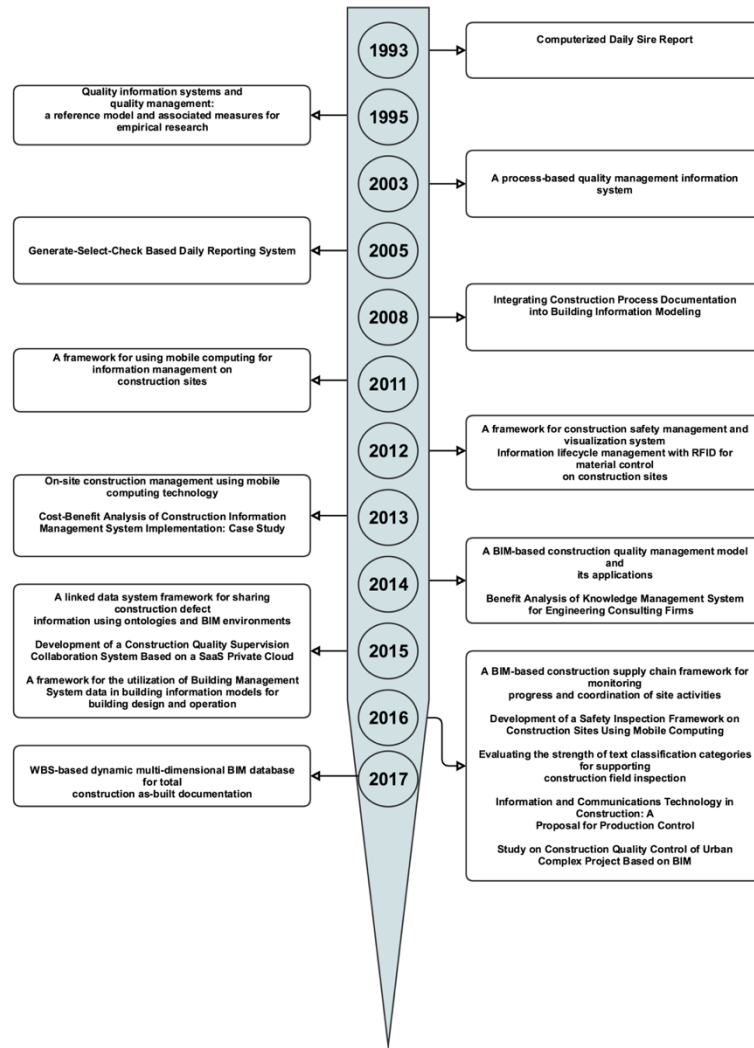


Fig.4.6. Linha cronológica da área dos sistemas de informação

Chen no ano 2008 [54], desenvolve um modelo conceptual para a implementação de tecnologia “*mobile*” e “*cloud*” pelas empresas de construção em obra. Conclui que a implementação traz muitas vantagens, embora não contabilize as dificuldades da aplicação, como por exemplo os custos, o treino dos utilizadores ou a substituição dos sistemas de informação existentes. Kim em 2011 [55], explora a utilização de tecnologia “*mobile*” e “*cloud*” na gestão de tarefas em obra, monitorização da obra e partilha da informação em tempo real. Conclui que essas tecnologias reduzem o tempo de operação, facilitam o acesso a informação, trazendo um notório incremento no desempenho e produtividade dessas tarefas.

Vaughan em 2012 [56], analisa custos e benefícios da implementação e utilização de sistemas e tecnologias da informação na construção. Conclui que contribuem para a redução do rework. Yang no ano 2013[57], elabora uma análise quantitativa a sistemas da informação baseados na gestão do conhecimento aplicada à preparação de propostas de empresas de consultoria na área da engenharia. Como desenvolvimentos futuros, é proposto um sistema de informação de gestão documental como meio de otimizar o modelo proposto.

Cheng, também em 2013 [58], estabelece a comparação entre um sistema de informação “cloud” para o controlo de conformidade em obra e o sistema tradicional. O estudo conclui que o sistema informatizado revela-se mais eficaz e com menores custos de manutenção que os sistemas tradicionais, apesar de ter maiores custos e impactos na implementação.

Zhang em 2014 [59], explora a utilização de tecnologia mobile num modelo de supervisão de segurança em obra. Conclui que o modelo se revela eficaz, contribuindo para uma melhor partilha e gestão da informação relativa à segurança em obra.

Orihuela no ano 2014 [60], desenvolve um modelo de tecnologias da informação e comunicação como meio de perceber as derrapagens dos custos reais de uma obra, face aos planeados. Chi em 2015 [61] explora o potencial da classificação da informação textual para categorias de segurança, numa perspetiva de informatizar as inspeções de segurança em obra.

No seguimento da proliferação da tecnologia mobile, acompanhada do aparecimento da tecnologia BIM, surgem, já na última década, cada vez mais trabalhos que pretendem explorar a integração de ambas as tecnologias. Embora a tecnologia BIM tenha sido abordada e explorada por vários investigadores muito antes da sua implementação no mercado de conceção de projetos, apenas com essa implementação e, após o aparecimento da tecnologia mobile, surge espaço para se poder pensar numa integração entre ambas as tecnologias no contexto de obra.

Começam então a desenvolver-se novos conceitos como o “*As-Built information*” e a utilização de tecnologia mobile para a sua recolha, seguidamente da integração dessa informação em modelos tridimensionais BIM, de forma a criar uma quarta dimensão nos referidos modelos, respeitante à informação “*As-Built*”. Este conceito é explorado nos vários processos do controlo da conformidade em obra, bem como nas várias fases de uma construção.

Goedert em 2015 [62] testa a integração de documentação “*as-built*” em tecnologia BIM, anexando ao modelo 3 D do edifício, uma 4ª dimensão, contendo informação “*as-built*”. O autor conclui que os softwares BIM ainda não estão preparados para integrar esses dados de forma correta, e admite ser necessário modificar esses softwares, bem como os processos de recolha desses dados.

Park em 2015 [63], desenvolve um protótipo de um sistema de gestão de segurança em obra, baseado em tecnologia BIM, com realidade aumentada. Conclui que tais sistemas aumentam a eficácia da comunicação entre os intervenientes, bem como a deteção prévia dos riscos. Lee em 2016 [64], propõe um modelo baseado em RFID e ILM para controlo de materiais. Conclui que a tecnologia revela-se eficaz no controlo e gestão da informação relativamente aos materiais, embora admita que será necessária investigação posterior incidindo na classificação dos materiais, bem como testes futuros em diferentes tipologias de materiais, para validar esta solução.

Chen em 2016[65], explora e discute as vantagens de um modelo BIM 4D para o controlo da qualidade baseado nos sistemas de classificação da informação na construção. Desenvolve uma estrutura de dados baseada em POP (organização, processo e produto). Encontra problemas de incompatibilidade entre os projetos BIM e alguma informação de qualidade respeitante a elementos que não constam nesse projeto,

tais como, estruturas ou elementos temporários. Lee [66], desenvolve um modelo conceptual para gestão da informação de não conformidades, cruzando informação contextual extraída de modelos BIM com a informação das NC. Conclui que o modelo proposto permite reduzir o tempo de ação e previsão das NC. Oti em 2016 [67] desenvolve um modelo conceptual para a monitorização do progresso da obra, baseado em tecnologia BIM.

Porém, esta idealização carece de uma melhoria de integração entre as ferramentas BIM de obra e projeto, reitera o autor. Lou em 2016 [68], analisa a integração de sistemas BIM e realidade aumentada no controlo de qualidade durante as varias fases de uma obra; Park em 2017 [69] desenvolve modelo conceptual que visa integrar “*As-builts*” num modelo BIM, e propõe uma estrutura WBS (estrutura de divisão de trabalhos) para conectar essa informação com o plano de trabalhos. A estrutura WBS baseada em sistemas de classificação da informação na construção revela-se parcialmente eficaz, pois alguns trabalhos temporários não constam em elementos BIM.

O estado da arte apresentado permitiu ao autor, para além de consolidar alguns conceitos, desenvolver e fundamentar o seu projeto de investigação baseado no conhecimento científico apresentado. Todos os trabalhos mencionados nesta seção contribuíram de alguma forma para o enriquecer do conhecimento nesta investigação, porém destaca-se alguns, pela sua importância.

Relativamente à temática “A análise do controlo da conformidade ao nível dos processos e sistemas”, o artigo “Revising Quality Costs” [49] e “Construction Coordination Activities” [35] e foram muito importantes na fundamentação da problemática deste trabalho.

Na temática “A utilização das tecnologias da informação como meio de suporte ao controlo da conformidade” destaca-se o artigo “WBS-based dynamic multi-dimensional BIM database for total” Park [69], “A framework for the utilization of Building Management System data” Oti [67], “A linked data system framework for sharing construction defect” Lee [66], pelo avanço tecnológico demonstrado ao nível da integração de informação “As-Built” no controlo da conformidade.

4.7. CONCLUSÕES

Em suma, verifica-se um grande esforço científico que incide na análise das causas, origens e impactos do “*rework*” gerado pela falta de qualidade na construção. É reconhecido, em grande parte destes trabalhos que, a comunicação tanto ao nível dos registos, como de partilha e transmissão da informação, é um dos principais fatores para esse fracasso.

É também reconhecido que, as atividades burocráticas relacionadas com o controlo de qualidade em obra, ocupam muito tempo dos responsáveis, tempo esse que, poderia ser utilizado para a realização de tarefas próprias da atividade, ao invés de tarefas burocráticas que não geram valor.

Muitos autores concordam que, a partilha da informação em tempo real, através da tecnologia mobile, é benéfica, quando bem implementada pelas empresas. Vários trabalhos presentes nesta consulta bibliográfica, apresentam modelos conceptuais de sistemas de informação que visam informatizar diversos procedimentos afetos ao controlo da conformidade em obra. Em unanimidade, reconhecem as vantagens tanto ao nível do processamento como do tratamento e armazenamento da informação presente nesses procedimentos informatizados, concluindo em concordância que torna esses procedimentos mais eficientes e eficazes. Porém, o presente estado da arte ainda carece de um sistema centralizado que englobe todos esses procedimentos.

A integração da informação “*As-Built*” em modelos BIM, tem vindo a merecer cada vez mais atenção por parte dos autores desta área e, por isso, são apresentados vários trabalhos das diversas fases da construção, onde essa integração tecnológica é estudada e aplicada. Apesar de esta integração de informação relativa ao controlo da qualidade baseada em modelos BIM ser reconhecida como o futuro da construção, muitos autores encontram barreiras e pontos menos positivos no presente estado da arte. São reconhecidos pelos autores, problemas de integração dessa informação em modelos BIM ao longo das fases da construção, seja pela natureza dos software BIM utilizados, seja pelas características dos próprios projetos onde esta integração foi aplicada. Apesar do avanço tecnológico, e das inúmeras vantagens que esta integração possa trazer, são necessárias muitas condições, em muitos casos difíceis de cumprir, nos projetos de construção, tornando os procedimentos do controlo da conformidade, reféns dos software BIM.

Suportando por todo o conhecimento científico presente neste estado da arte, o autor reconhece as vantagens da utilização da tecnologia mobile nos vários procedimentos do controlo da conformidade em obra e identificada a oportunidade de desenvolver um sistema integrado que englobe esses procedimentos. Reconhece também, as mais valias de integrar essa informação em modelos BIM, porém constata que, devido aos problemas identificados pelo estado da arte atual, desenvolver um sistema de integração baseado em tecnologia BIM, tornará esse sistema refém dos softwares existentes e não colmatará os problemas atuais. O autor, identifica a oportunidade de desenvolver um modelo federado de integração com modelos BIM, ou seja, um modelo próprio que não dependa deste último.

5

MODELO PROPOSTO

5.1. INTRODUÇÃO

Tendo em conta a elevada burocracia e os custos que lhe são subjacentes no processo de controlo da conformidade, a motivação deste trabalho centra-se na criação de um modelo de controlo da conformidade que permita sistematizar e agilizar os respetivos procedimentos através da implementação num sistema informático utilizando tecnologia “mobile” e “cloud”. Acrescente-se que, para além dos registos neste processo consumirem muitos recursos, o tratamento e análise dessa informação consomem recursos económicos e temporais, sendo que por esses motivos, por vezes não são executados com o rigor desejado e é nesse contexto que se pretende que a implementação via informática venha a responder eficientemente a esta problemática. Esta seção encerra a componente deste trabalho dotada de maior originalidade, pois apresenta o modelo de controlo da conformidade proposto, tendo como seu maior foco os principais procedimentos desta área funcional. Pretende-se numa primeira fase executar uma abordagem individual a cada procedimento, estabelecendo os respetivos fluxos de informação para posteriormente poder implementar o modelo num sistema informático, integrando os vários procedimentos abordados. Na seção seguinte deste capítulo, será feito um enquadramento do modelo proposto na gestão e supervisão de uma obra, serão descritos os procedimentos a abordar e apresentados os objetivos deste trabalho. Seguidamente é apresentada e caracterizada a estrutura de dados do modelo conceptual a desenvolver, bem como as tecnologias e filosofia empregues no seu desenvolvimento. A figura 5.1 apresenta sob a forma de grafo a estrutura do presente capítulo:

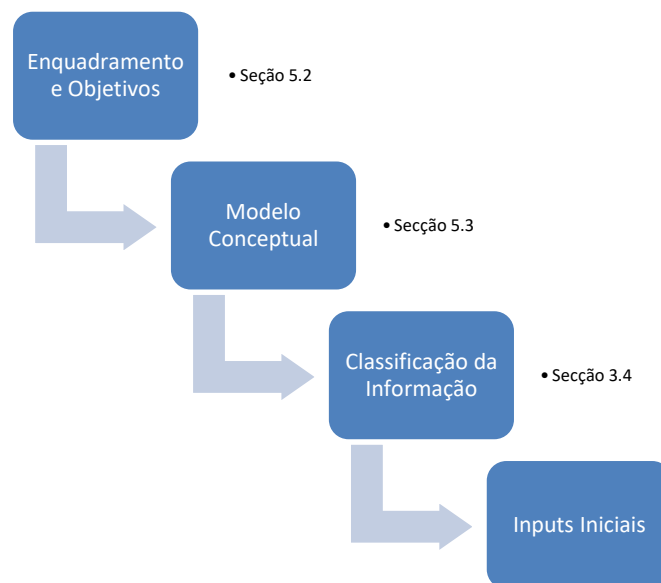


Figura 5.1. Índice capítulo 5

5.2. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

A temática deste trabalho incide sobre o controlo da conformidade em obra, processo que está inserido na garantia da qualidade da obra, tal como os restantes processos das várias áreas funcionais a que está diretamente ligado,.. A garantia da qualidade de uma obra tem como função desenvolver mecanismos de controlo que assegurem o cumprimento da obra tanto com o projeto e normas legais aplicáveis como com as normas e padrões dos sistemas de gestão da qualidade aplicadas à empresa em questão.

Esses mecanismos são divididos em processos ou áreas funcionais, tais como planeamento, economia, licenciamento, segurança e conformidade. Estas áreas funcionais estão impreterivelmente ligadas entre si e são suportadas pelas consultas e trocas de informação das outras áreas subjacentes. Em suma, seria impossível executar os procedimentos de uma área funcional sem ter acesso à informação proveniente das restantes.

A figura 5.2 ilustra a relação das diferentes áreas funcionais afetas à garantia da qualidade de uma obra:

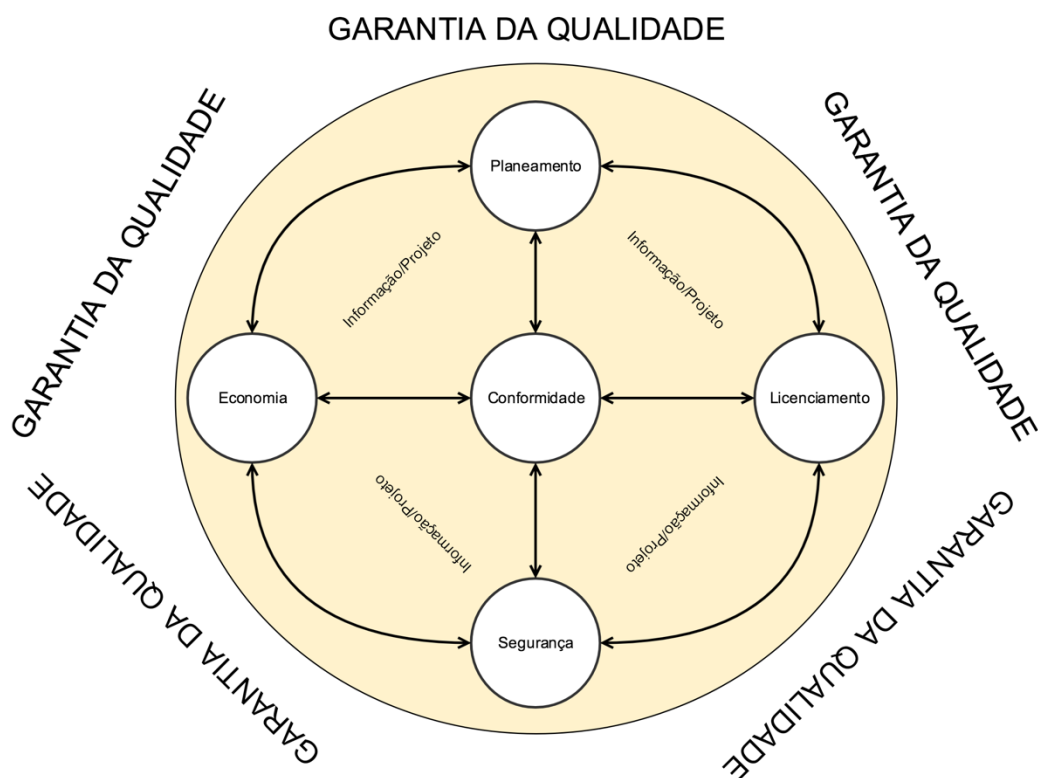


Fig. 5.2. Enquadramento da temática nas áreas funcionais do controlo da qualidade

Como se pode observar na figura 5.2, a área funcional conformidade desempenha um papel central nos mecanismos de garantia da qualidade na medida em que é este processo que reporta as ocorrências de uma obra respeitantes a qualquer outra área funcional, seja através da abertura de não conformidades de qualquer natureza, através de reuniões de obra ou de relatórios. Este papel central, ainda que fundamental, seria impossível de executar sem a área funcional “invisível” denominada de informação

e projeto, esta última responsável pelo arquivo, organização e consulta de todos os registos das outras áreas funcionais, que auxiliam as tomadas de decisão.

A todos os registos relativos à obra que gerem informação convencionou-se denominá-los por documentação “*As Built*”, sendo esta uma temática chave na abordagem a este trabalho e aos desenvolvimentos que se propõem fazer. A imagem 5.3 ilustra as ligações entre a área funcional conformidade e as restantes através da documentação “*As Built*” gerada ao longo da obra, que vai suportar todas as áreas funcionais.

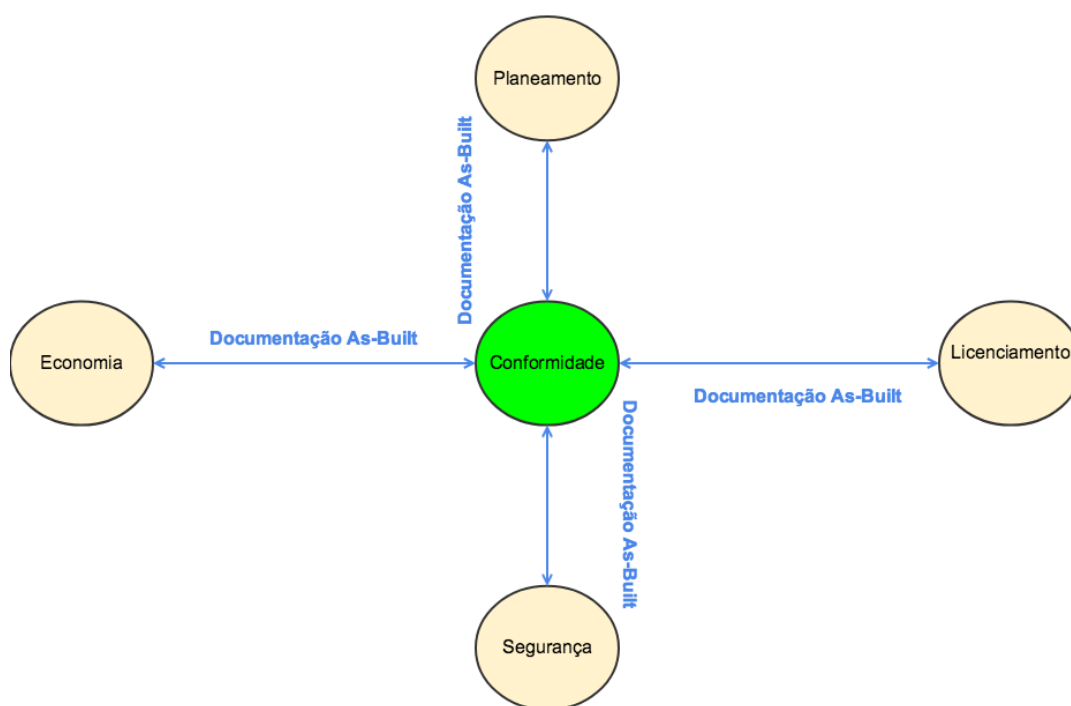


Fig. 5.3. Relação da área funcional em estudo com as restantes

Pretende-se que, com a apresentação e explicação das duas últimas figuras, se depreenda que para além do papel fundamental que o controlo da conformidade tem na garantia da qualidade de uma obra, a partilha da documentação “*As-built*” dos vários procedimentos de cada área funcional é responsável tanto pela eficácia como pela eficiência deste processo.

Isto é, o facto de haver partilha dessa informação influencia diretamente a eficácia do processo na medida em que a falta de informação aumenta a probabilidade de falha no controlo, enquanto que, a forma como essa partilha se faz, irá influenciar a eficiência na medida em que o processo poder ser mais ou menos moroso e transparente.

O processo de controlo da conformidade em obra é composto por vários procedimentos, cada procedimento é executado com o suporte de um ou vários formulários de registo, que permitem que a informação seja recolhida e posteriormente tratada.

Na figura 5.4, está representada a hierarquia do processo de controlo da conformidade em obra, representada pelos principais procedimentos identificando os respetivos formulários de registo.

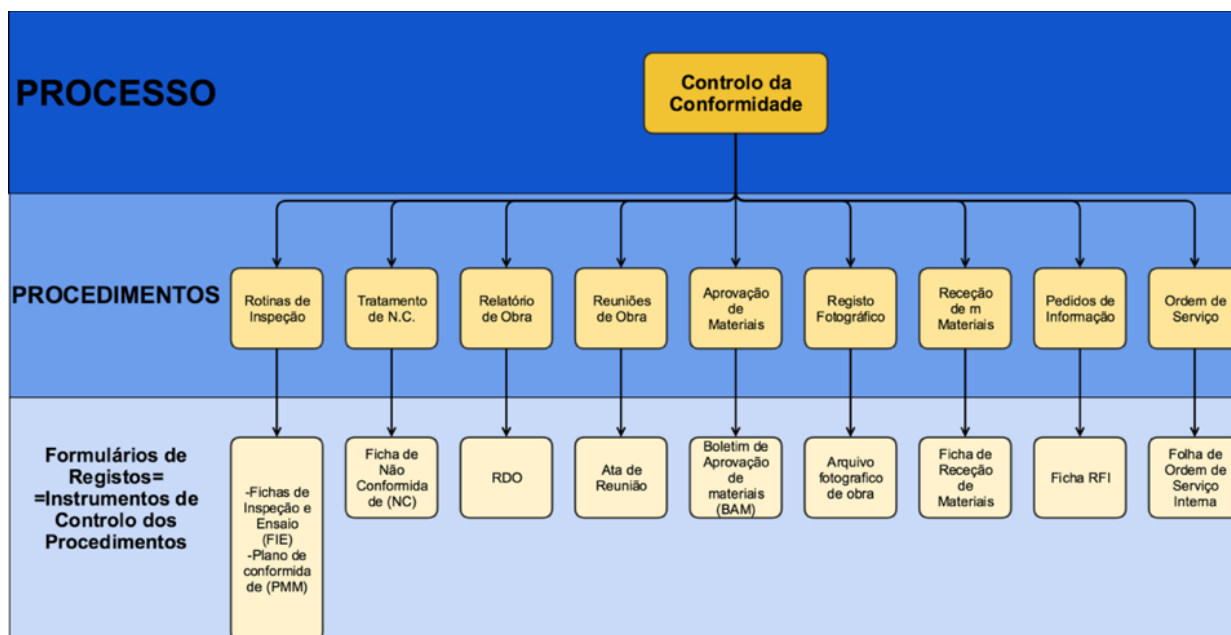


Fig. 5.4. Procedimentos do controlo da conformidade em obra

Como se pode constatar através do esquema presente na figura 5.4, este trabalho considera nove procedimentos principais no controlo da conformidade.

Conforme se refere em 2.6 : “O controlo da conformidade destina-se, resumidamente, a garantir que a obra é executada na sua totalidade em conformidade com o projeto, tanto do ponto de vista das tecnologias e soluções empregues, como na garantia da qualidade das mesmas”.

Dos procedimentos presentes na figura 5.4 identificam-se alguns que, inequivocamente estão diretamente ligados à garantia da qualidade da obra ao nível das soluções e tecnologias empregues, tais como as rotinas de inspeção, aprovação e receção de materiais e o tratamento das não conformidades. Os restantes procedimentos tais como o relatório de obra, ordens de serviço, pedidos de informação e registo fotográfico, são procedimentos muitas vezes considerados como parte da área funcional “invisível” denominada de informação e projeto. Pela influência direta destes nos restantes procedimentos afetos ao controlo a conformidade, este trabalho considera os primeiros parte integrante deste processo. Um dos objetivos deste trabalho é integrar toda a informação entre procedimentos através do modelo proposto, tornando gestão e consulta da informação o mais automática possível para que os esforços do controlo da conformidade se possam concentrar nas tarefas respeitantes unicamente ao controlo da conformidade propriamente dito.

Dito isto, este trabalho pretende eliminar de certa forma a área funcional informação, e torná-la parte integrante de todos os procedimentos. Em suma, este capítulo propõe-se a atingir os seguintes objetivos:

- Estabelecer metodologias sistemáticas para o controlo da conformidade em obra;

- Centralizar os procedimentos relacionados com o controlo da conformidade em obra;
- Munir todos os procedimentos da respetiva informação e torná-la acessível de forma automática;
- Aumentar a eficiência e a eficácia dos procedimentos existentes;
- Promover o envolvimento e colaboração dos vários intervenientes;
- Agilizar a partilha e o acesso à informação;
- Permitir e facilitar a análise de dados através de indicadores intuitivos e visuais;
- Facultar análises detalhadas que suportem as tomadas de decisão no decorrer da obra;
- Avaliar o desempenho da qualidade da obra e das entidades envolvidas;

5.3. MODELO CONCEPTUAL PROPOSTO SICCO

No presente trabalho propõe-se um modelo conceptual para um sistema de controlo da conformidade em obra com suporte informático que engloba os seus principais procedimentos. O principal objetivo do modelo proposto é centralizar e integrar toda a comunicação “*As Built*” dos procedimentos relacionados ao controlo da conformidade, de forma a reduzir as falhas de comunicação, a ausência de registo e o consumo de tempo que representam as principais causas da falta de qualidade. Este trabalho pretende, em primeiro lugar, sistematizar os procedimentos, mas também torná-los mais céleres e transparentes com a utilização de tecnologia “*mobile*” e “*cloud*”. Os procedimentos são abordados individualmente desde a recolha da informação através dos respetivos formulários (Inputs), o tratamento e armazenamento da mesma até à consulta e transformação desses dados em KPI’s ou gráficos de leitura rápida (Outputs), como é mostrado nas figura 5.5(a) e 5.5(b). Salienta-se que, o acrónimo SICCO refere-se a “sistema integrado de controlo da conformidade me obra”.

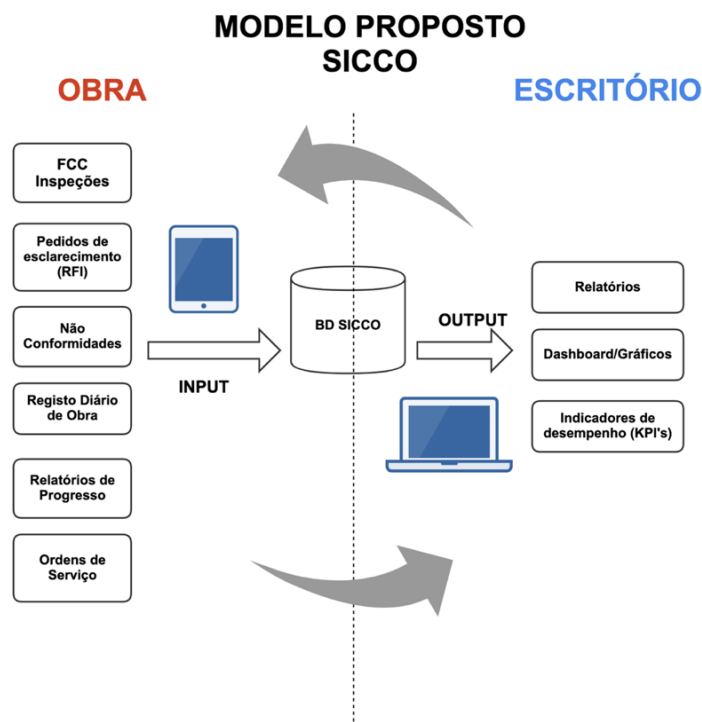


Fig.5.5(a). Modelo Proposto

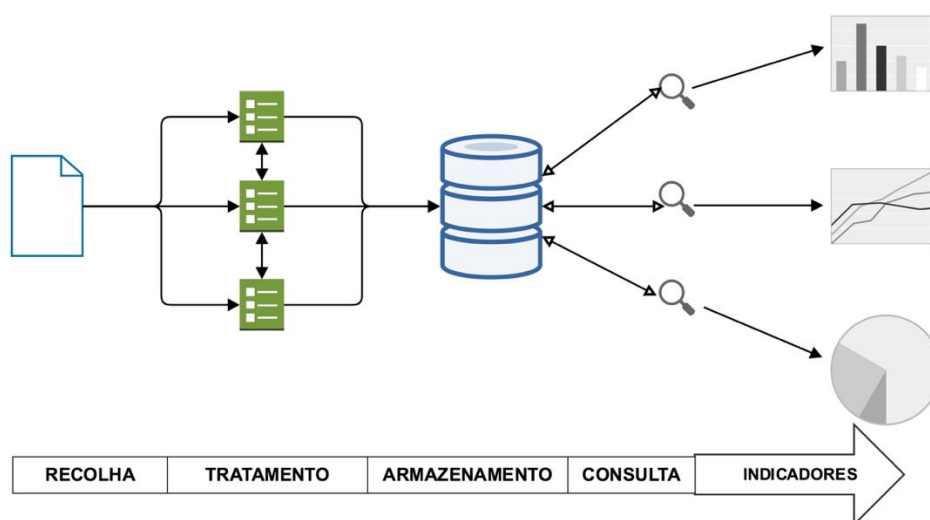


Fig. 5.5(b). Abordagem conceptual do modelo proposto

Conforme se observa na fig 5.5a), a recolha dos dados e registos de cada procedimento é feita em obra através de um dispositivo móvel (*“smartphone”* ou *“tablet”*) pelo fiscal ou supervisor de qualidade da obra. Esses registos são efetuados em formulários da aplicação informática com todos os requisitos necessários à gestão e tratamento de cada procedimento.

De seguida, os dados são tratados de acordo com o fluxo de ação de cada procedimento, ou seja, os responsáveis são alertados automaticamente das ocorrências, a informação é partilhada em tempo real com os intervenientes e classificada com os requisitos necessários (por exemplo: tarefa, prazo, medidas corretivas, etc). Após o tratamento da informação, esta é armazenada num servidor *“cloud”*, acessível pelos respetivos intervenientes, onde se encontra organizada para possibilitar consultas de forma intuitiva.

A correta organização dos registos e tratamento da informação de cada procedimento, permite trabalhar esses dados e representá-los sob a forma de gráficos e indicadores de desempenho fornecidos por algoritmos de cálculo que contemplam a informação histórica relativa à conformidade.

O funcionamento do modelo proposto divide-se em 5 fases, tendo início na introdução dos dados iniciais da obra, estritamente necessários para as restantes fases. Segue-se a recolha da informação através do preenchimento dos formulários de registo de cada procedimento.

Após o preenchimento inicial dos formulários de registo com os requisitos especificados adiante na próxima seção deste trabalho, cada formulário é enviado para os painéis de visualização representados na figura 5.6 a amarelo. Nestes painéis é dado seguimento ao tratamento da informação dos formulários até à sua conclusão.

Após conclusão dos formulários, entra-se na quarta fase deste processo, onde toda a informação dos formulários é armazenada no arquivo de obra com a devida organização. De seguida, na quinta e última fase, os dados provenientes dos formulários de registo são transformados em indicadores sob forma numérica ou gráfica, de modo a permitir a sua consulta de forma simplificada.

A figura 5.6 apresenta uma visão geral do esquema de funcionamento do modelo proposto informatizado, presente na referida prototipagem.

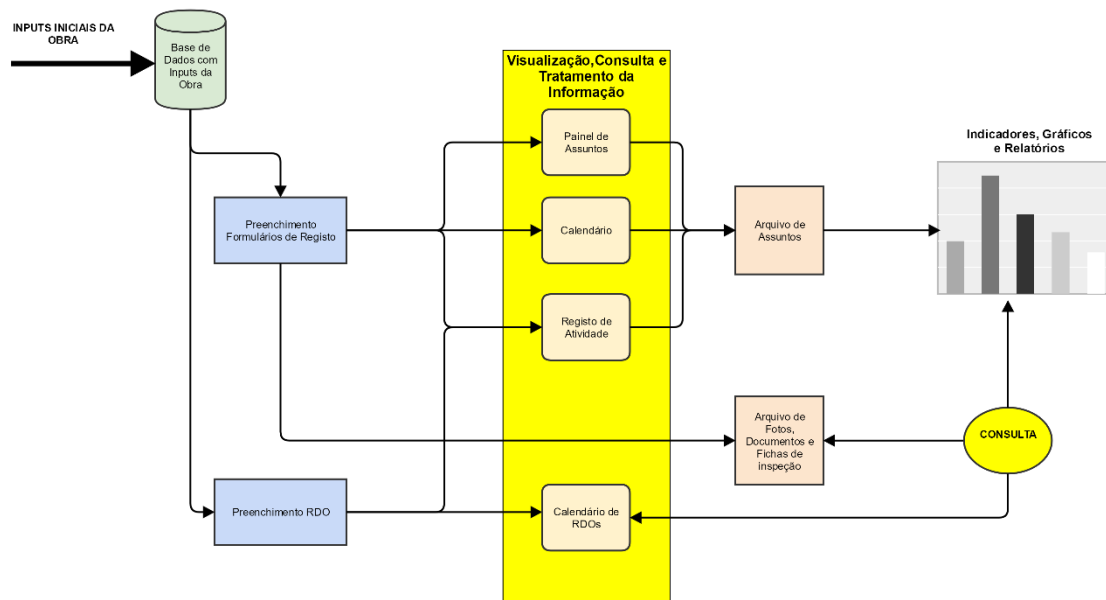


Fig. 5.6. Fluxo da informação no modelo proposto

5.3.1. RESPOSTA DO MODELO FACE A PROBLEMÁTICA

Na presente subsecção pretende-se mostrar de que forma se espera que o modelo proposto venha a responder positivamente à problemática apresentada no capítulo 1 deste trabalho onde foram definidos os critérios de avaliação da comunicação nos procedimentos do controlo da conformidade em obra, estes considerados pelo autor, tal como referido na fundamentação da presente problemática, os principais responsáveis pela falta de eficácia e eficiência de todo o processo.

Ao nível da recolha da informação no controlo da conformidade em obra, o modelo proposto é contemplado por um sistema claramente definido e homogéneo, este último proporcionado através dos formulários de registo projetados bem como das variáveis que cada um inclui. A tecnologia mobile, presente na idealização do modelo informatizado proposto, acrescenta a possibilidade desses mesmos registos serem efetuados “*in situ*” diretamente no programa informático do modelo proposto. O armazenamento da informação recolhida respeita à estruturação e catalogação definida neste capítulo, pelo que se espera que, através da implementação do modelo proposto, a informação respeitante ao controlo da conformidade em obra, se encontre organizada pelas variáveis definidas na figura 5.6, sendo por isso homogénea e centralizada no programa informático a desenvolver. O acesso à informação poderá ser feito de forma imediata em qualquer lugar com acesso à internet através da tecnologia “*cloud*” e “*mobile*” previstas na implementação do modelo proposto.

Pelo facto de se poder, como proposto neste capítulo, organizar e consultar a informação de forma fácil e automática, espera-se que a implementação do modelo proposto reduza drasticamente o tempo despendido nestas tarefas burocráticas respeitantes ao controlo da conformidade em obra.

Espera-se também que, pelo facto da informação estar devidamente organizada e facilmente acessível, as consultas à mesma sejam mais intuitivas diminuindo as probabilidades de falha no circuito de comunicação. A rapidez e acessibilidade do modelo proposto, fruto da tecnologia “mobile” e “cloud”, mas também da estruturação de dados homogênea presente nesta seção, permitirão uma maior fluidez na comunicação e uma maior pro-atividade e transparência nos procedimentos do controlo da conformidade em obra executados pelos seus intervenientes. Estas premissas de eficácia são validadas através de quatro casos de estudo conforme se apresenta no capítulo 6.

5.3.2. RECOLHA DA INFORMAÇÃO

Na presente seção é abordada a primeira fase do modelo conceptual do SICCO, sistema integrado do controlo da conformidade em obra. Esta primeira fase consiste na recolha da informação em obra, efetuada através de formulários informáticos de registo e coleta de dados pré-preparados e estruturados de forma a possibilitar o tratamento dessa informação nas fases posteriores do referido modelo. De salientar que, é nesta fase que se define toda a estrutura de informação do modelo, a forma como esta é classificada e agrupada, bem como a definição das relações entre cada entidade e variável integrante deste modelo de informação.

A figura 5.7 sinaliza a vermelho o enquadramento desta fase de recolha da informação na visão global do modelo proposto, SICCO. De seguida é explicada a abordagem nesta fase, tanto ao nível da classificação da informação que é recolhida, como nos inputs necessários para essa recolha, mas também no funcionamento dos fluxos de informação desta fase e a estrutura relacional de cada base de dados deste modelo. Esta seção culmina com a demonstração visual dos vários formulários de recolha do modelo proposta numa versão já informatizada do SICCO, em aplicação mobile.

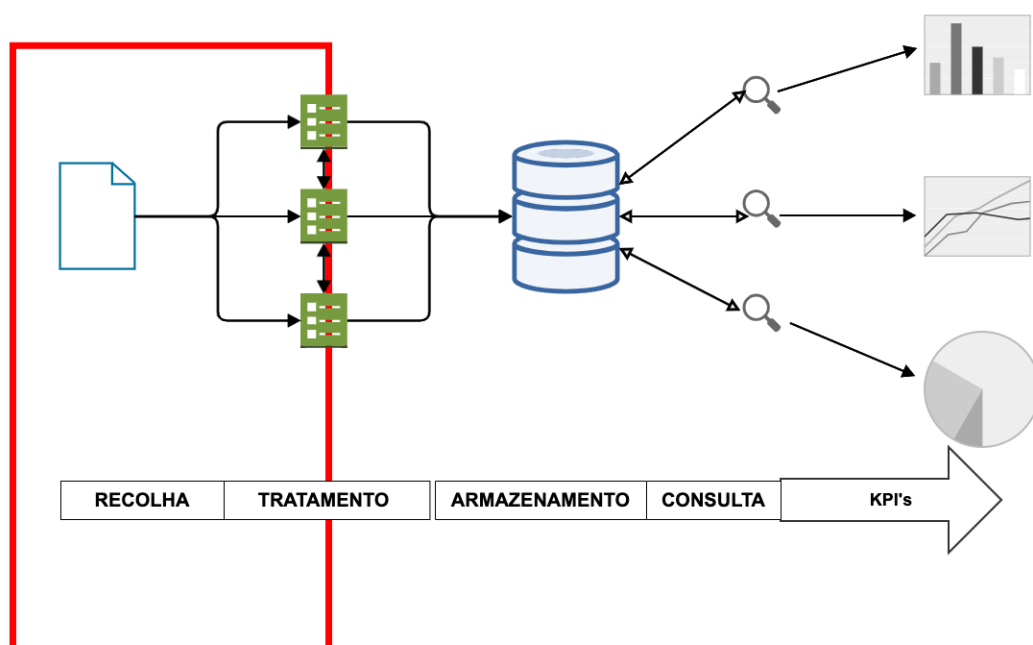


Fig. 5.7. Recolha da informação no modelo proposto

5.3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Para que a o processo de organização e acesso à informação “*As-built*” possa integrar os respetivos procedimentos do controlo da conformidade de forma automática, é necessária uma estruturação prévia que defina de forma precisa a classificação de toda a informação proveniente dos registos efetuados em cada procedimento. Este passo é fundamental não só no armazenamento da informação mas também no seu tratamento e posteriormente na sua consulta.

Na figura 5.8 pode-se observar um esquema representativo da classificação da informação proveniente dos formulários de registos afetos aos procedimentos do controlo da conformidade abrangidos pelo modelo proposto:

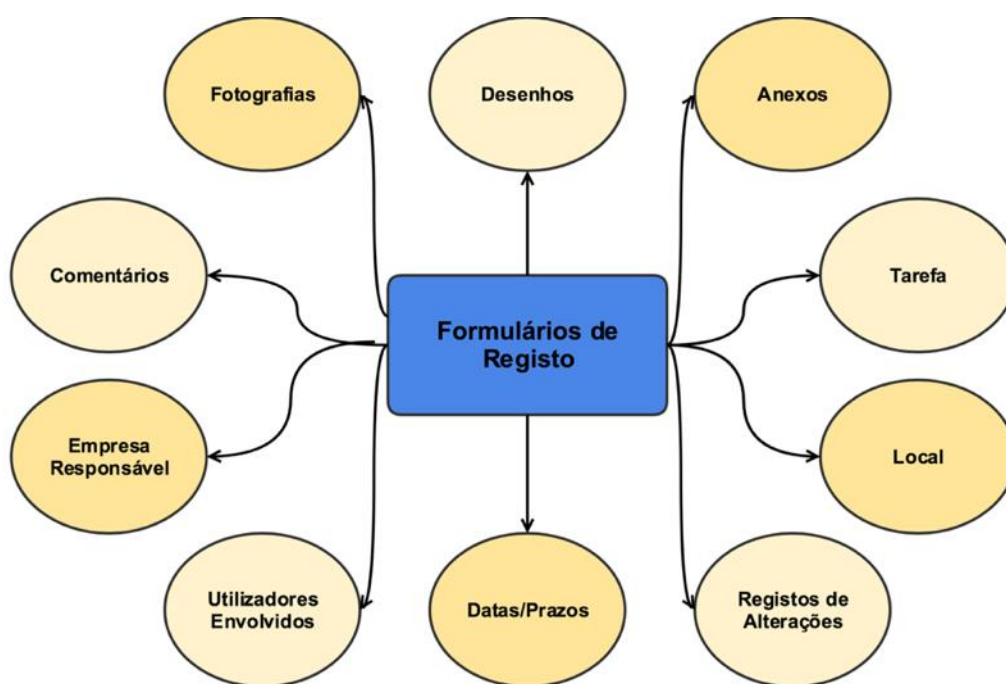


Fig. 5.8. Classificação da informação – Estrutura dos dados

Através da análise à figura 5.8, constata-se que cada formulário de registo é devidamente classificado quanto ao local e tarefa a que diz respeito, quais os colaboradores e empresa responsável pela ocorrência, bem como a data em que foi criado e a sua data limite de prazo para ser finalizado. Todas as alterações ficam registadas, bem como o colaborador que as efetuou.

É também importante, como explicado anteriormente, incluir toda a documentação “*As-built*” respeitante a cada formulário, tais como fotografias, plantas, desenho e outros anexos, bem como os comentários efetuados pelos colaboradores respeitantes àquela ocorrência. Esta classificação permite que a consulta à informação seja feita em função de cada atributo definido na imagem, por exemplo,

será possível de forma automática aceder às fotografias de uma não conformidade que ocorreu num determinado dia relativa a uma determinada tarefa num determinado local, etc.

Posteriormente, na fase de construção de indicadores de desempenho, será possível através desta classificação construir indicadores e gráficos de forma automática acerca do desempenho no controlo da conformidade, como por exemplo, um gráfico que represente o número de não conformidades de cada tarefa no tempo, ou uma o número de não conformidades no total das inspeções efetuadas aos trabalhos de uma determinada empresa.

Em suma, após uma correta estruturação e classificação da informação necessária, são apenas detalhes informáticos que completam a forma de apresentar ou visualizar, porque o importante é o conteúdo e a relação entre o mesmo. Esta etapa é por isso fundamental no desenvolvimento deste trabalho e no funcionamento do modelo proposto.

5.3.2.2. NORMALIZAÇÃO DAS ENTIDADES E BASES DE DADOS SICCO

Como referido no ponto anterior, o funcionamento do modelo, bem como o processamento dos dados pelo mesmo carecem de informação inicial relativa à obra em questão. Essa informação inicial, designada doravante por inputs iniciais, listados no ponto anterior desta sub-seção, assume um papel nuclear para a avaliação da conformidade ao nível da tarefa, ficha de controlo da conformidade ou outro formulário de registo, e do local e elemento construtivo respeitante.

Apesar destes três pilares de referência (tarefa, ficha de conformidade, local/elemento) poderem assumir valores únicos para cada obra, é necessário criar uma estrutura de informação que permita relacionar estes dados. Esta necessidade de estruturação e homogeneização urge pelo fator tempo de implementação mas também para permitir uma correta classificação da informação para obtenção de KPIs baseados na informação histórica de uma dada tarefa ou ficha de inspeção ao longo do tempo.

A referida estruturação assenta na criação de uma base de dados de tarefas de construção, fichas de controlo de conformidade e locais/elementos construtivos, embora esta última seja única para cada obra, deve respeitar uma hierarquização predefinida. De salientar que, para cada uma destas três entidades chave (tarefas, locais/elementos, fichas de conformidade) é elaborada uma explicação mais aprofundada do seu funcionamento e estruturação nas seguintes seções.

A ideia de normalização de tarefas de construção, serviços e produtos, e até locais ou elementos construtivos tem vindo a ser implementada a nível nacional (Projeto PRONIC) e internacionalmente (masterformat, uniclass, omniclass, IFC, CoBIE) na última década e é justificada entre outros, pelos pontos referidos anteriormente nesta seção. A informação só pode ser classificada se estiver num formato homogéneo e por isso, neste trabalho optou-se por utilizar essa mesma abordagem para as referidas entidades.

Desta forma o modelo proposto assenta numa estrutura de dados geral, ou seja, transversal a todas as obras que uma empresa gere, e numa estrutura de dados local, que apenas concerne à informação específica de uma dada obra. Uma dada tarefa tem uma identificação global respeitante à informação proveniente de todas as obras e uma identificação local que apenas diz respeito à informação dessa tarefa numa obra específica. O mesmo acontece com as fichas de controlo de conformidade (conforme

referidas no capítulo 2 mas, por outro lado, os locais e elementos construtivos apenas têm informação local, podendo ser apenas analisada informação sobre a conformidade de certos elementos construtivos ao nível de cada obra. A imagem 5.9 representa o esquema de funcionamento das referidas bases de dados gerais e locais, bem como a relação da informação entre elas.

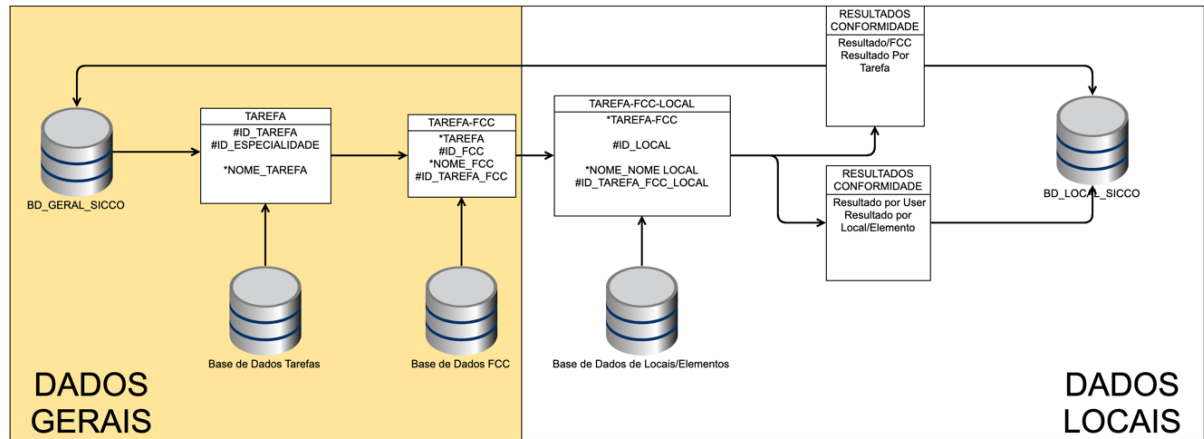


Fig. 5.9. Relação Base Dados geral e Local

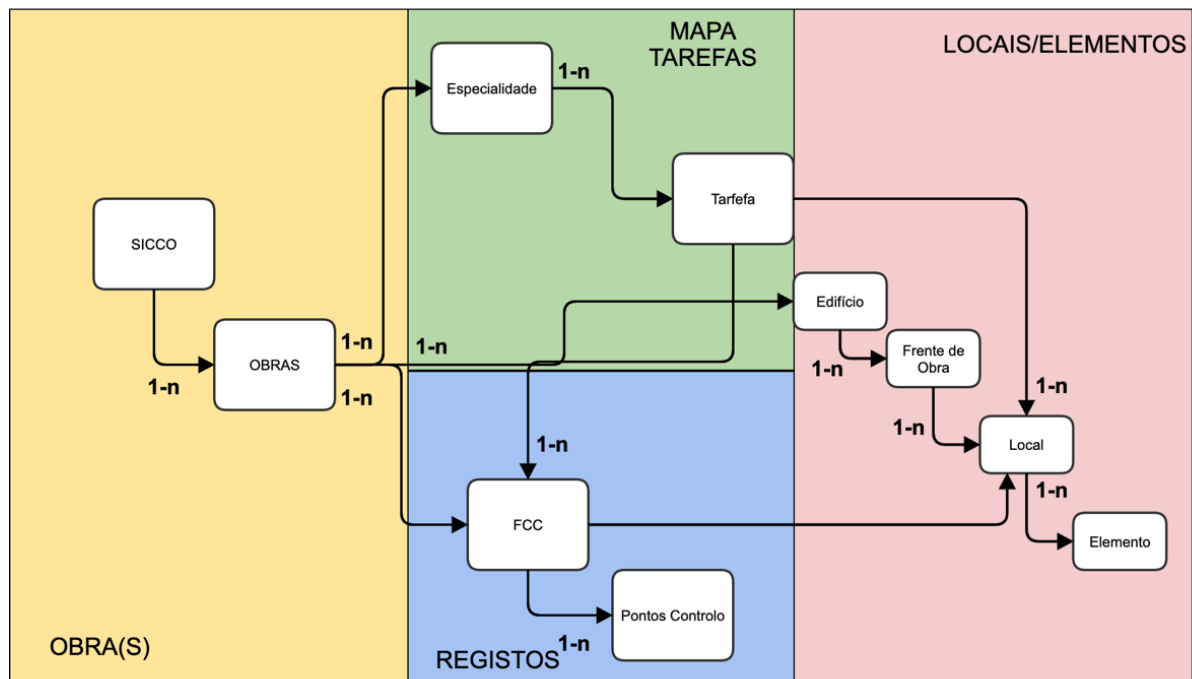


Fig. 5.10. Hierarquização da base de dados SICCO

Depreende-se da análise da figura 5.9 que a Base de dados SICCO é composta por tarefas e fichas de conformidade, identificados por identificador global único (guID), o nome respetivos atributos como o nome da tarefa ou da ficha e a especialidade a que se referem, por exemplo. Ao nível global também a

estabelecida uma relação ficha-tarefa que permite classificar a informação proveniente de uma ficha aplicada numa dada tarefa ao nível global, ou seja, no conjunto de todas as obras onde aquela ficha foi aplicada naquela tarefa.

Ao nível de uma obra específica (local) é necessário indicar o local/ elemento construtivo onde a ficha é aplicada para uma dada tarefa. Para que isso aconteça é atribuída uma identificação local (id local) à ficha e tarefa, bem como estabelecida a relação entre ficha, tarefa e local. Desta forma, quando uma ficha é aplicada numa obra, toda a informação relativa a ficha e tarefa é migrada para a base de dados geral do SICCO, permitindo uma correta classificação da informação. Toda a informação relativa à ficha e tarefa naquele local ou elemento construtivo é armazenada na base de dados local daquela obra.

A imagem 5.10 esquematiza a relação das entidades tarefas, fichas de conformidade e locais bem como a categorização dos mesmos.

Entenda-se por relação 1-n uma relação em que uma entidade poderá ser composta por n entidades. Nesta caso, explicando a imagem 5.10, a base de dados SICCO é composta por várias obras (1-n), uma obra é composta por n especialidades e fichas de controlo. Da mesma formam, uma especialidade poderá conter n tarefas e uma ficha de controlo de conformidade vários pontos de controlo, ou pontos de verificação. No que concerne aos locais, um edifício é composto por várias frentes de obra que por sua vez contém vários locais e cada local contém vários elementos construtivos.

5.3.2.3. INPUTS INICIAIS

Os inputs iniciais representam a informação necessária antes do início de cada procedimento, para que a informação gerada ao longo de cada procedimento, possa ser comunicada às respetivas pessoas e entidades, organizada da forma pretendida, para que possibilite a sua consulta segundo os critérios pretendidos. Segue-se a lista de “*inputs iniciais*”:

- Lista de Utilizadores e contactos- sempre que aberta uma comunicação, estes dados são necessários para poder endereçar à pessoa pretendida, sendo que o email é utilizado para enviar notificações automáticas e manuais para essa pessoa sobre um determinado assunto.
- Permissões de acesso- Permite conceder ou restringir o acesso a determinada informação dentro do programa a determinado utilizador.
- Especialidades e Tarefas do MTQ- Esta informação é útil para catalogar cada procedimento com a tarefa e especialidade respeitante, facilitando a consulta dessa informação.
- Locais e elementos- Esta informação é útil para catalogar cada procedimento com a local ou elemento construtivo respeitante, facilitando a consulta dessa informação.
- Plantas e outros anexos: Estando carregados na base de dados do modelo proposto as várias plantas do projeto e outra documentação utilizada no controlo da conformidade, a sua consulta no momento do controlo da conformidade torna-se imediata, podendo essa documentação ser anexa ao respetivo formulário, com possibilidade de fazer anotações em tempo real nessa documentação.

- Fichas de inspeção e ensaio: Estes formulários direcionados diretamente para o controlo da conformidade em obra, devem ser carregados previamente na base de dados do modelo proposto para que, no momento do controlo, possam ser preenchidos em tempo real.

Recorrendo já a imagens da rotina SICCO, segue-se a ilustração do processo de carregamento de tarefas da Base de dados Geral para a base dados local de uma obra.



Fig.5.11. Importação de tarefas

De salientar que o processo de carregamento de tarefas novas na base de dados geral é manual, uma vez que o modelo proposto já vem munido de uma ampla base de dados de tarefas de construção civil, fruto da investigação descrita nas secções seguintes.

A importação de tarefas da base de dados geral para uma obra específica, ilustrada na figura 5.11, é efetuada por meio de seleção visual da tarefa com um simples clique.

Após a seleção essa tarefa constará no plano de trabalhos dessa obra e poderá ser alvo de inspeções de conformidade, armazenando esses dados a um nível local e global.

A importação dos locais de uma obra deve obedecer à hierarquização definida anteriormente na figura 5.10 (edifício-frente de obra-local-elemento). De salientar que esta hierarquização pode ser adaptada a qualquer tipo de obra, uma vez que a presente estrutura de hierarquização permite dividir em 4 níveis a referênciação de um dado local de trabalho.

Num caso de estudo apresentado neste trabalho, o modelo foi aplicado numa obra de vias de comunicação, onde a geo-referenciação é efetuada por km e cotas, onde foi possível criar um referencial adaptado a este sistema com a hierarquização apresentada.

O carregamento dos locais e pontos de referência da obra são carregados apenas localmente em cada obra como mostra a figura 5.12.

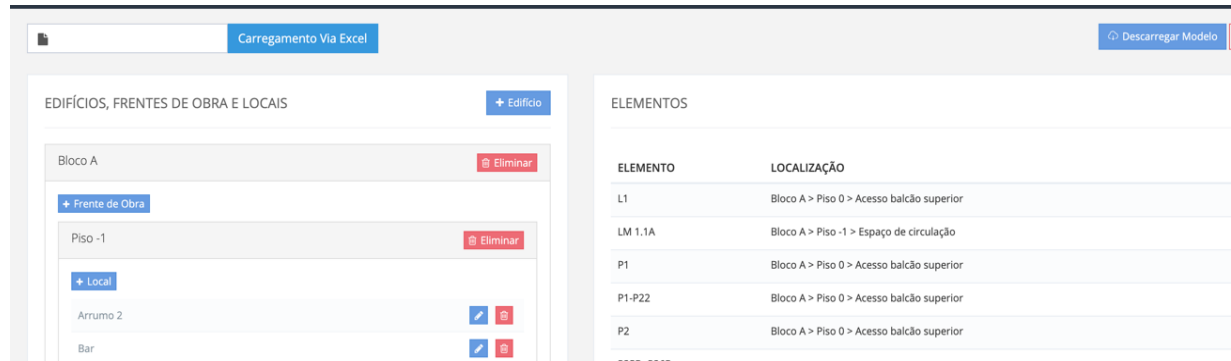


Fig. 5.12. Carregamento de Locais

MODELO DE CARREGAMENTO DE LOCALIZAÇÕES					
Edifício	Frente de Obra	Local	Tipo	Elemento	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P241	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P242	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P243	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P244	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P245	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P246	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P247	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P248	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P249	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P250	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P251	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P252	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P253	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P254	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P255	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P256	
Quarteirão D. João I	Rua do Bonjardim	Rua do Bonjardim	Estacas	P257	

Fig. 5.13. Excel de carregamento de locais

Esse carregamento é efetuado de forma semi-automática através de uma folha de Excel pré-formatada já fornecida no modelo proposto. O utilizador deve apenas preencher os campos da folha com o nome de cada local e referência da obra, conforme a divisão de frentes de trabalho efetuada normalmente durante o planeamento da execução.

A seguinte figura 5.13 ilustra a folha de Excel fornecida pelo modelo proposto para o referido carregamento.

A folha foi criada de forma a que aconteça uma assemblagem direta de cada campo com a base de dados de locais do SICCO, tonando a importação fácil e rápida, cumprindo na integra o sistema de hierarquização definido.

A importação das fichas de conformidade segue um processo que acaba por ser um híbrido dos dois anteriores. A importação na base de dados geral é efetuada via Excel com uma folha pré-formatada fornecida pelo modelo proposto como acontece com a referenciação dos locais.

Na figura 5.13 é ilustrada a folha de Excel de uma ficha de controlo de conformidade com os respetivos pontos a controlar, este últimos presentes da linha 6 à linha 22, bem como o tipo de inspeção (coluna C) e o critério de aceitação de cada ponto (coluna D).

Após o preenchimento do referido Excel basta carregar a ficha diretamente no programa como se pode verificar na figura 5.14 e automaticamente a ficha e respetivos pontos de controlo dá entrada na base de dados geral do SICCO podendo ser utilizada, possibilitando também o tratamento e armazenamento da sua informação.

Já a importação da base de dados geral para a base de dados local de cada obra é efetuada por seleção das fichas tal como acontece no caso das tarefas demonstrado anteriormente . A figura 5.15 ilustra o processo de seleção mencionado.

Demonstrado o funcionamento e processo de carregamento dos Inputs iniciais respeitantes às entidades mais importantes do modelo proposto, passa-se à explicação de outros Inputs iniciais necessários para o funcionamento do modelo proposto, a base de dados de utilizadores e os documentos de apoio, tais como as peças escritas de projeto.

O carregamento de utilizadores tem funcionamento semelhante às entidades apresentadas anteriormente (tarefas, fichas), uma vez que existe uma base de dados geral de utilizadores e cada um poderá ser importado para cada obra individualmente.

A figura 5.16 ilustra o processo de registo de utilizadores na base de dados geral, composto pelos campos referentes aos dados pessoais de contacto, tais como email e telefone, sendo o primeiro necessário para enviar as notificações automáticas do SICCO.

De salientar que existem vários níveis de permissões para diferentes utilizadores, e os mesmos são atribuídos aquando do registo, não obstante, poderem ser editados posteriormente, como será explicado mais adiante nesta seção.

A figura 5.17 exemplifica a lista de utilizadores de uma obra ou projeto, onde se visualiza a lista de utilizadores e a opção de nesse mesmo momento adicionar utilizadores da base de dados geral de

utilizadores a esse projeto, ou até registar um utilizador novo diretamente neste projeto. Nesse caso o utilizador é migrado automaticamente para ambas as bases de dados, geral e local.

	A	B	C	D
1	Nome da FCC	Recepção de material		
2	Categoria			
3	Tags			
4				
5	Nº	Ponto de Controlo	Inspeção	Critério
6		1 Exigências de documentação técnica		
7		1.1 Caderno de encargos	Consulta	
8		1.2 Legislação e normas	Consulta	
9		2 Transporte/Descarga		
10		2.1 Meios adequados de transporte	Visual	
11		2.2 Meios adequados de descarga	Visual	
12		2.3 Embalagem original	Visual	
13		3 Material		
14		3.1 Côr, textura, forma	Visual	
15		3.2 Quantidade	Visual	
16		3.3 Qualidade	Visual	
17		3.4 Dimensões	Medição/Visual	
18		3.5 Modelo e marca prevista	Verificação do BAME	
19		3.6 Prazo de validade	Visual	
20		4 Armazenamento		
21		4.1 Conservar embalagem original	Visual	
22		4.2 Proteger contra choques e ação climatérica	Visual	

Fig. 5.14. Excel Carregamento de Fichas de Controlo

Banco de Fichas de Controlo de Conformidade

Filtrar por

NOME DA FICHA

TIPO

IMPERMEABILIZAÇÃO DE MUROS

ESPECIALIDADE

LIMPAR FILTRAR

Importar FCC(s)

Descarregar Modelo(s) FCC

22 OUTUBRO, 2019

EXECUÇÃO DE ISOLAMENTOS (IMPERMEABILIZAÇÃO DE MUROS)

Abrir Duplicar Eliminar

21 OUTUBRO, 2019

EXECUÇÃO DE ALVENARIAS (IMPERMEABILIZAÇÃO DE MUROS)

Abrir Duplicar Eliminar

Fig. 5.15. Menu Importação de Fichas de Conformidade

Editar Utilizador

Voltar para Lista de Utilizadores

NOTA : Os campos com * são de preenchimento obrigatório

Informações do Utilizador

Nome Completo *

RUI BESSA

Contacto

932100470

Morada

Zone Industrial

Código Postal

5000-082

Localidade

Vila Real

Submeter

Dados de Conta

Email *

rui@goupbuzz.com

Username *

admin

Grupo de Utilizadores

Escolher

✓ Administradores

Gestores de Sistema

Empreiteiros Gerais

Entidades Executante

Clientes

Fig. 5.16. Grupos de Permissões dos utilizadores

Utilizadores do Projeto

UTILIZADORES ASSOCIADOS

Ações

Adicionar Utilizadores ao Projeto

Registar Utilizador

RUI BESSA

Administradores

rui@goupbuzz.com

932100470

Tiago Leite

Administradores

tiagoiteup@gmail.com

+351918451669

Fig. 5.17. Menu utilizadores

De salientar que, as plantas, como referido anteriormente, desempenham um papel fundamental no apoio ao controlo da conformidade, enquadrando-se na definição de documentação “*As-built*”. Podem ser anexadas a qualquer formulário de registo para dar apoio ao controlo da conformidade em tempo real, havendo a possibilidade de desenhar e fazer apontamentos em cada caso. Nessas situações é gerada uma versão de cada planta/desenho para o formulário onde a mesma é aplicada e editada, mantendo a planta principal inalterada na base de dados local de cada obra.

O modelo proposto aceita documentos em pdf e jpg, havendo a possibilidade de implementar um conversor de dwg e dwf para pdf, sendo os dois primeiros os formatos mais utilizados no domínio da engenharia civil.

O carregamento de plantas e desenhos é efetuado ao nível de cada obra, ou seja localmente. A sua hierarquização depende diretamente das especialidades existentes na base de dados local de tarefas. Ou seja, as plantas são organizadas por especialidade, havendo a opção de criar pasta e subpastas livremente como é ilustrado na figura 5.18.

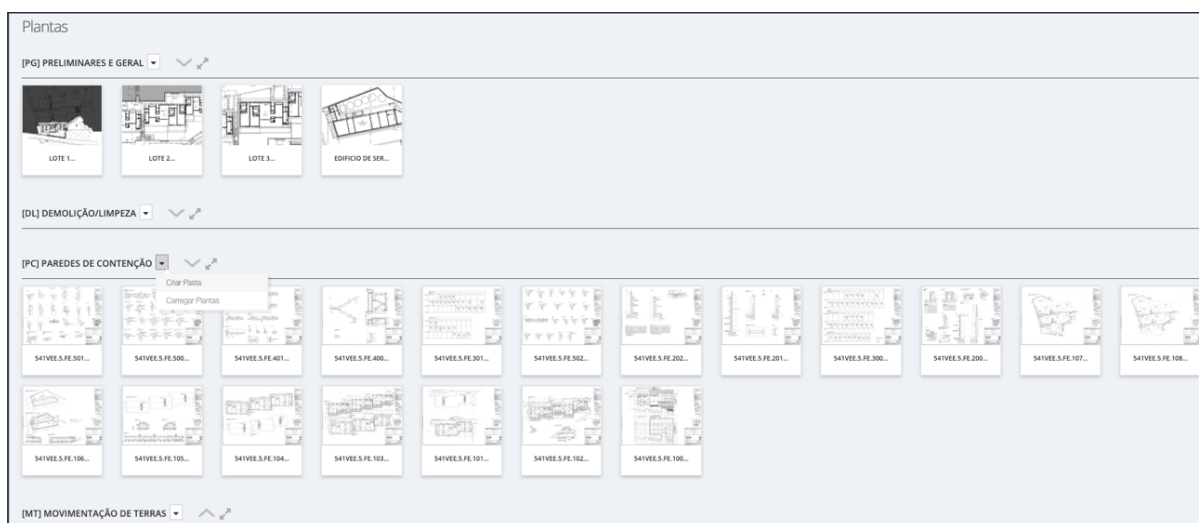


Fig. 5.18. Base de dados de Plantas SICCO

Segue-se a explicação dos níveis de permissão concedidos a cada grupo de utilizadores. Primeiramente é necessário perceber que o modelo proposto tanto pode ser utilizado pela fiscalização como pelo gestor da empreitada, bem como pelo empreiteiro, como meio controlo interno da conformidade.

Embora estes possam não ser as únicas entidades a utilizar o SICCO, uma vez que é possível que os subempreiteiros também participem no processo de controlo da conformidade e na comunicação da obra, sendo-lhes atribuídos determinados assuntos aos quais poderão aceder via SICCO, também os clientes poderão ser notificados com alertas se assim for definido, para além de poderem receber relatórios periódicos, tanto de progresso como de conformidade.

O quadro 5.1 representa os níveis de permissões para cada grupo de utilizadores do SICCO.

Quadro 5.1. Matriz de Permissões SICCO

GRUPO DE UTILIZADORES	NIVEL GLOBAL	EDIÇÃO BASE DE DADOS GERAL	EDIÇÃO BASE DE DADOS LOCAL	ACESSO A TODA A INFORMAÇÃO DE UMA OBRA	PODE CRIAR REGISTOS	PODE VERIFICAR REGISTOS DE OBRA	VISUALIZAÇÃO DE RELATÓRIOS DE CONFORMIDADE E RDO
ADMINISTRADOR	X	X	X	X	X	X	X
GRUPO DE UTILIZADORES	NIVEL GLOBAL	EDIÇÃO BASE DE DADOS GERAL	EDIÇÃO BASE DE DADOS LOCAL	ACESSO A TODA A INFORMAÇÃO DE UMA OBRA	PODE CRIAR REGISTOS	PODE VERIFICAR REGISTOS DE OBRA	VISUALIZAÇÃO DE RELATÓRIOS DE CONFORMIDADE E RDO
GESTOR DE SISTEMA			X	X	X	X	X

GRUPO DE UTILIZADORES	NÍVEL	EDIÇÃO	EDIÇÃO	ACESSO A	PODE	PODE	VISUALIZAÇÃO DE
	GLOBAL	BASE DE	BASE DE	TODA A	CRIAR	VERIFICAR	RELATÓRIOS DE
		DADOS	DADOS	INFORMAÇÃO	REGISTOS	REGISTOS	CONFORMIDADE E
		GERAL	LOCAL	DE UMA OBRA		DE OBRA	RDO
EMPREENHEIRO/GERAL					X*		X*
ENTIDADE EXECUTANTE					X*		X*
CLIENTE							X*

*acesso dependente da permissão atribuída pelo gestor de sistema

Como é demonstrado na quadro 5.1, o grupo “Administrador” tem acesso e permissões de edição a qualquer base de dados geral e local (utilizadores, tarefas, fichas, etc.) bem como cria, edita e visualiza qualquer tipo de assunto dentro de uma obra, tendo o privilégio único de verificar os assuntos, ou seja, apenas quando o administrador verifica um assunto é que este é arquivado de forma final na base de dados geral e local do programa, trata-se como que uma aprovação final que apenas poderá ser concedida por este grupo de utilizadores. Um gestor de sistema é como um “Administrador” mas apenas ao nível local, ou seja, tem as mesmas permissões que o administrador mas apenas por obra, neste caso, a cada obra que lhe é atribuída pelo administrador.

Já o grupo “Empreiteiro Geral” pode criar e aceder a todos os formulários de registo do SICCO, desde que as tarefas relacionadas lhe estejam atribuídas pelo gestor do sistema. O mesmo acontece com as entidade executantes, leia-se subempreiteiros.

Já o perfil “Cliente” fica limitado a receber notificações e aceder aos relatórios de conformidade e de progresso.

5.3.2.4. FICHAS DE CONTROLO DA CONFORMIDADE - FCC

As fichas de controlo da conformidade - FCC assumem um papel central no modelo proposto, uma vez que a avaliação da conformidade é efetuada através da informatização deste instrumento de controlo. Alguns procedimentos e formulários referentes ao controlo da conformidade em obra, acabam por dar suporte ao preenchimento destas fichas, enquanto outros compilam os seus resultados ,como é caso do Relatório Diário de obra ou do Relatório da Conformidade.

Na presente seção é apresentado o funcionamento deste instrumento de controlo, através da definição dos inputs e outputs deste procedimento, bem como do respetivo fluxo de informação. Ainda nesta seção é efetuada uma comparação do funcionamento deste procedimento no modelo proposto com o modelo tradicional, apresentado anteriormente no segundo capítulo.

Para que se perceba o seu funcionamento é importante primeiramente que se entenda a estrutura de uma ficha de controlo da conformidade no modelo proposto denominado SICCO. Entenda-se por estrutura, os diferentes elementos pelos quais a ficha é composta, definindo o tipo de dados e a origem de cada um, bem como os inputs e outputs necessários para o seu funcionamento.

As imagens que se seguem representam uma ficha de controlo no SICCO, em fase de aplicação, para que se torne mais direta a compreensão da mesma.

FCC - ELEMENTOS DE BETÃO

# PONTO DE CONTROLO	INSPEÇÃO	CRITÉRIO
#1 AÇO (AUSENCIA DE ELEMENTOS QUE DIMINUA A ADERÊNCIA NO VARÃO - ISENÇÃO DE ZINCO, ALCATRAÇÃO, ARGILA, ÓLEO OU FERRUGEM SOLTA)	VISUAL	- RESPEITAR INDICAÇÕES DA NOTA DE ENCOMENDA, CONFRONTAR COM GUIA DE REMESSA - RECOLHA DA CHAPA DE IDENTIFICAÇÃO, (NP ENV 13670-1 E SATCC - SECTION 8302 E CTCE - FE 2.12.5/FE.2.2) AUSENCIA DE ELEMENTOS QUE POSSAM CAUSAR UM EFEITO QUÍMICO ADVERSO, OU QUE POSSA DIMINUIR A ADERÊNCIA NO VARÃO (EXEMPLOS: ISENÇÃO DE ZINCO, ALCATRAÇÃO, ARGILA, ÓLEO OU FERRUGEM SOLTA, TINTA, LOTE E A DIVISÃO DO FORNECIMENTO CONSTITUÍDA POR: PROVER DO MESMO PRODUTOR E SER DO MESMO TIPO DE AÇO) EMPREITEIRO DEVE APRESENTAR UM CERTIFICADO EMISSO POR UMA AUTORIDADE DE TESTES RECONHECIDO PARA CONFIRMAR QUE O AÇO ESTÁ EM CONFORMIDADE COM O ESPECIFICADO.
#2 COFRAGEM (AUSENCIA DE ELEMENTOS QUE CAUSEM MAU ACABAMENTO - FENDAS, NÓS E EMPENOS)	VISUAL	- AS COFRAGENS DEVEM SEGUIR UM PADRÃO UNIFORME; - AUSENCIA DE ELEMENTOS QUE CAUSEM MAU ACABAMENTO (EXEMPLO: FENDAS, NÓS E EMPENOS).
#3 BETÃO (ENSAIO DE ABRAÇAMENTO)	VISUAL, MEDIÇÃO	- BETÃO CERTIFICADO - CONTROLO DA PRODUÇÃO CERTIFICADA, (NP EN 206) - PARA SE DETERMINAR A CONSISTÊNCIA DO BETÃO: ENSAIAR NA ALTURA EM QUE O BETÃO É UTILIZADO OU, NO CASO DE BETÃO PRONTO, NA ALTURA DA ENTREGA - BETÃO ENTREGUE POR CAMIÃO BETONEIRA, A CONSISTÊNCIA PODE SER MEDIDA USANDO UMA AMOSTRA PORTÁTIL, OBTIDA A PARTIR DA DESCARGA INICIAL, COLHIDA APÓS A DESCARGA DE APROXIMADAMENTE 0.3 M3. - DE ACORDO COM CLASSE DE ABRAÇAMENTO: - S1 (1 A 4 CM) TOLERÂNCIA: ± 1 CM - S2 (5 A 9 CM) TOLERÂNCIA: ± 2 CM - S3 (10 A 15 CM) TOLERÂNCIA: ± 3 CM - S4 (16 A 21 CM) TOLERÂNCIA: ± 3 CM - S5 (22 CM) TOLERÂNCIA: ± 3 CM (GUIA DE TRANSPORTE: NP EN 206)
#4 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	VISUAL, MEDIÇÃO	- O VOLUME DO BETÃO A ANALISAR POR MOTIVOS DE HAVER DÚVIDAS SOBRE A SUA QUALIDADE, UMA AMASSADURA OU UMA CARGA É DE APENAS 1 AMOSTRA. - O VOLUME DE BETÃO A ANALISAR, QUANDO REQUERIDO PELAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJECTO OU PELA LEGISLAÇÃO PORTUGUESA, É POR LOTES, SENDO O LOTE - OU O VOLUME DE BETÃO COM A MESMA COMPOSIÇÃO FORNECIDO PARA CADA PISO DUM EDIFÍCIO OU GRUPO DE VIGAS / LAJES OU PLANOS / PAREDES DE UM PISO OU DE UM EDIFÍCIO OU PARTES SEMELHANTES DE OUTRAS ESTRUTURAS; - OU O VOLUME DE BETÃO COM A MESMA COMPOSIÇÃO ENTREGUE NO LOCAL DA OBRA DURANTE 3 DIAS DE BETONAGEM CONSECUTIVOS, MAS NÃO MAIS DE 300 M3. SELECIONANDO-SE A OPÇÃO QUE CONDUZIR AO MENOR VOLUME. - O PLANO DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE IDENTIDADE SOBRE UM LOTE, É EFECTUADO DE ACORDO COM O DESENHO NO CE OU NA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL À OBRA. - CADA AMOSTRA É CONSTITUÍDA POR 5 PROJETOS, ONDE 2 SERÃO ENSAIADOS AOS 7 DIAS E OS RESTANTES 3 ENSAIADOS AOS 28 DIAS. - SERÁ APLICADO APÓS EXECUÇÃO DO ENSAIO SLUMP E SERÃO RECOLHIDOS 9 CUBOS POR CADA 30M3 BETONADOS OU POR BETONAGEM (CONSIDERA-SE QUE BETONAGENS COM INTERVALOS ATÉ 2 HORAS SÃO A MESMA). OS CUBOS SERÃO REENTENDIDOS AOS 3, 7 E 28 DIAS. - A IDENTIDADE DO BETÃO É AVALIADA COM BASE EM CADA RESULTADO INDIVIDUAL DE ENSAIO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E NA MÉDIA DE "N" RESULTADOS DISCRETOS SEM SOBREPOSIÇÃO (CONFORME QUADRO). - O LOTE OU O VOLUME DE BETÃO EM DÚVIDA (CARGA OU AMASSADURA) É ACEITE COMO PERTENCENTE A UMA POPULAÇÃO CONFORME SE FOREM SATISFEITOS AMBOS OS CRITÉRIOS DO QUADRO SEGUINTE PELOS "N" RESULTADOS DOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DAS AMOSTRAS COLHIDAS DO LOTE OU DO VOLUME DE BETÃO EM DÚVIDA. CRITÉRIOS DE IDENTIDADE PARA A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO: "N" CRITÉRIO 1 CRITÉRIO 2 MÉDIA DE "N" RESULTADOS (P/M) NUNCA RESULTADO INDIV. ENSAIO (FCI NUNCA) 1 "NÃO APLICÁVEL" A FCK - 4.2.4 a FCK + 1 a FCK - 4.5.6 a FCK + 2 a FCK - 4 (FCI) = MÉDIA DOS RESULTADOS DOS PROJETOS DE CADA UMA DAS "N" AMOSTRAS EM CAUSA; FCM - MÉDIA DOS "N" FCI EM CAUSA; - PARA MAIS DE 6 AMOSTRAS, DEVEM CONSIDERAR-SE GRUPOS DE 6 AMOSTRAS, EFECTUANDO, SE NECESSÁRIO, A SOBREPOSIÇÃO DE RESULTADOS, QUE DEVERÃO SER ORDENADOS CONSIDERANDO A SEQUÊNCIA TEMPORAL DA COLHEITA DAS AMOSTRAS, (NP EN 206; CE)

A- INPUTS BD GERAL

Conforme

LAJE,VIGAS,PLATIBANDA

Registo: [X] N/A [✓]

Observações:

Registo: [X] N/A [✓]

Observações:

Registo: [X] N/A [✓]

Observações:

B- INPUTS EM OBRA

Registo: [X] N/A [✓]

Observações:

C- INPUTS BD LOCAL

Título: ELEMENTOS DE BETÃO

Localização: LOTE 3 > VILLA 3.3

Elementos: LAJE,VIGAS,PLATIBANDA

Início dos Trabalhos: 2018-11-05

Prazo: 2018-11-12

Entidade: Mota Engil

Especialidade: BETÃO ARMADO E COFRAGENS

Tarefa: BETONAGEM DA LAJE, VIGAS E PLA

Atribuído a:

Outras Informações:

Fig. 5.19. Estrutura de inputs de uma FCC no modelo SICCO

Como se pode observar na figura 5.19, esta primeira imagem da ficha é dividida em 3 seções, cada uma alimentada com dados de origens diferentes, em momentos diferentes. A seção A, mais à esquerda, representada a verde, é composta pela conteúdo de controlo, isto é, os pontos a controlo a verificar, o meio de inspeção e quais os critérios. Importa referir que estes dados, como explicado na seção anterior, são inseridos na base de dados de fichas geral do SICCO, através de uma folha de Excel pré-formatada, seguindo um processo semi-automático de carregamento no programa, de forma a facilitar a acessibilidade e execução deste procedimento em obra.

A seção C, mais à direita, é preenchida durante a execução da ficha, porém todos os dados desta seção são automaticamente ligados à base de dados local de cada obra. Dados como a localização da inspeção, a tarefa alvo de inspeção e o elemento classificam localmente a aplicação da ficha na obra. As plantas de apoio a esta inspeção podem ser carregadas no momento a partir da base de dados local de plantas, também já apresentada na seção anterior.

A seção B, é constituída por inputs dados no momento do preenchimento da ficha em obra- Estes Inputs são relativos à avaliação da conformidade de cada ponto de controlo, sendo que pode assumir os valores de “conforme”, “não aplicável” e “não conforme”. Cada ponto de controlo tem um campo para o registo dos valores da inspeção bem como um campo de texto livre para eventuais observações.

De salientar que é a avaliação de conformidade dos pontos de controlo que definem a conformidade da ficha e que por sua vez, ditam o fluxo da informação, podendo gerar uma não conformidade ou ser arquivada no arquivo de obra.

Segue-se a imagem 5.20, que representa a continuação da ficha de controlo da conformidade:

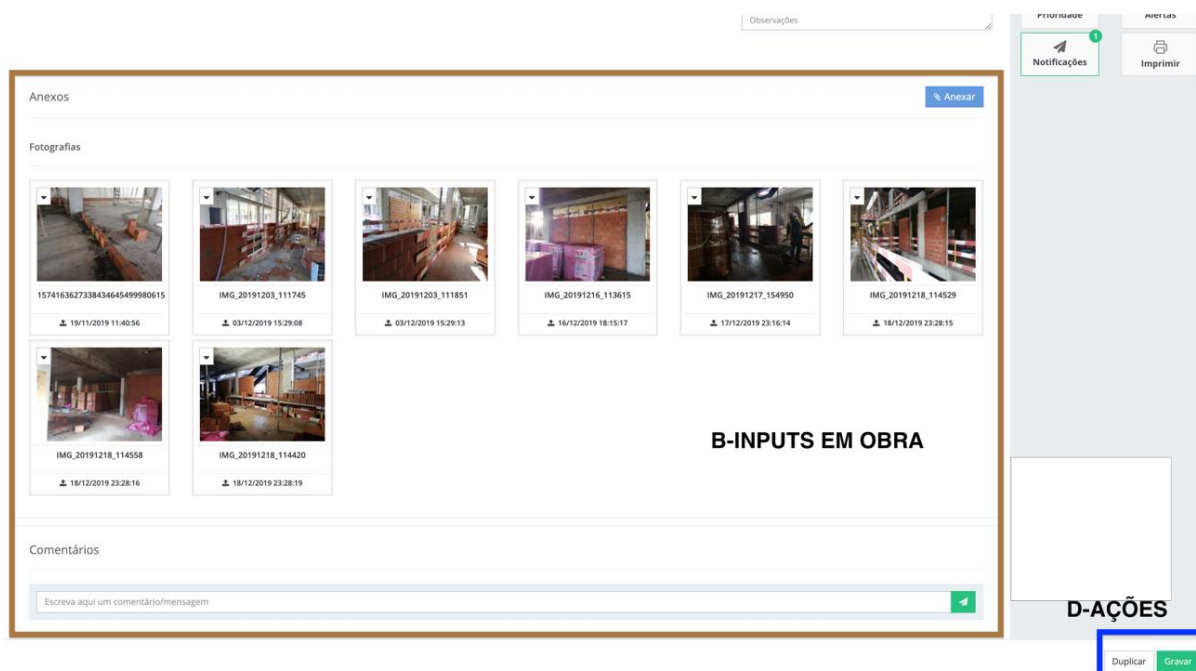


Fig. 5.20. Seção de Anexos de uma FCC

Na seção B, mais à esquerda, representada a castanho, observam-se mais inputs de obra, neste caso fotografias carregadas em tempo real através do dispositivo móvel utilizado para executar o SICCO. Cada fotografia é associada àquela ficha, bem como a todos os seus atributos, tais como data, local, tarefa ou empresa, sendo posteriormente armazenada, tanto no arquivo de fichas de obra, como no arquivo fotográfico. As associações criadas localmente entre a ficha em questão e cada fotografia nela contida, permitem consultar fotografias por ficha, tarefa, data, local ou até estado de conformidade.

Por último, na seção D estão representados os inputs de ação do utilizador durante o preenchimento da ficha. De realçar a possibilidade de duplicar a ficha, mantendo apenas os dados gerais (A) e locais (C), e gerando automaticamente um identificador local (id) novo e único para a ficha duplicada. De salientar que a seção de comentários tem a finalidade gerar troca de informação em tempo real entre utilizadores, sendo os mesmos notificados via email sempre que existirem atualizações, quer nos comentários, quer nos estado da ficha. Para tal, os utilizadores devem ser associados à ficha, utilizando o campo de inputs “utilizadores” presente na seção B da figura 5.19.

Como se pode observar da figura 5.21, a ficha é composta pelos campos “Ponto de Controlo”, tipo de inspeção, critério de aceitação, registo e observações. Cada “ponto de controlo” tem um estado de verificação que pode ser “conforme”, no caso de a verificação estar em conformidade com os critérios de aceitação, “não aplicável”, caso esta não se aplique, ou “não conforme” no caso de não estar em conformidade com os referidos critérios.

Para além destes campos presentes no corpo da ficha, esta também é composta pelos atributos descritos na seção anterior, comuns aos outros procedimentos, que identificam e catalogam o procedimento, tais como o título, prazo, tarefa e especialidade, utilizador, entidade responsável. Por último, existe também a possibilidade de definir a prioridade da ficha, enviar por email, imprimir ou criar um alerta sistemático que é enviado para o email pretendido à hora pretendida. De ressaltar que, tal como nos restantes

procedimentos, é possível adicionar comentários, anexos e fotografias a cada ficha de inspeção. A figura 5.22 representa a ampliação da funcionalidade de marcação e desenho nas plantas, presentes na seção B da figura 5.20, carregadas da base de dados local de plantas.

FCC - RECEPÇÃO DE MATERIAL

# PONTO DE CONTROLO	INSPEÇÃO	CRITÉRIO	ANCORAGENS
#1 EXIGÊNCIAS DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA			Registo X N/A ✓ Observações
#2 CADERNO DE ENCARGOS	CONSULTA		Registo X N/A ✓ Observações
#3 LEGISLAÇÃO E NORMAS	CONSULTA		Registo X N/A ✓ Observações
#4 TRANSPORTE/DESCARGA			Registo X N/A ✓ Observações
#5 MEIOS ADEQUADOS DE TRANSPORTE	VISUAL		Registo X N/A ✓ Observações
#6 MEIOS ADEQUADOS DE DESCARGA	VISUAL		Registo X N/A ✓ Observações
#7 EMBALAGEM ORIGINAL	VISUAL		Registo X N/A ✓ Observações
#8 MATERIAL			Registo X N/A ✓ Observações
#9 CÔR, TEXTURA, FORMA	VISUAL		Registo X N/A ✓ Observações

Título do serviço
RECEPÇÃO DE MATERIAL

Prazo
2018-04-29

Entidade
Teixeira Duarte - Engenharia e Construções, SA

Categoria
CONTENÇÃO PERIFÉRICA

Tarefa
Execução de ancoragens na zona de cont

Atribuído a
Rui Bessa

Prioridade

Alertas

Notificações

Imprimir

Enviar p/ Email

Fig. 5.21. Exemplo de ficha de inspeção do modelo proposto

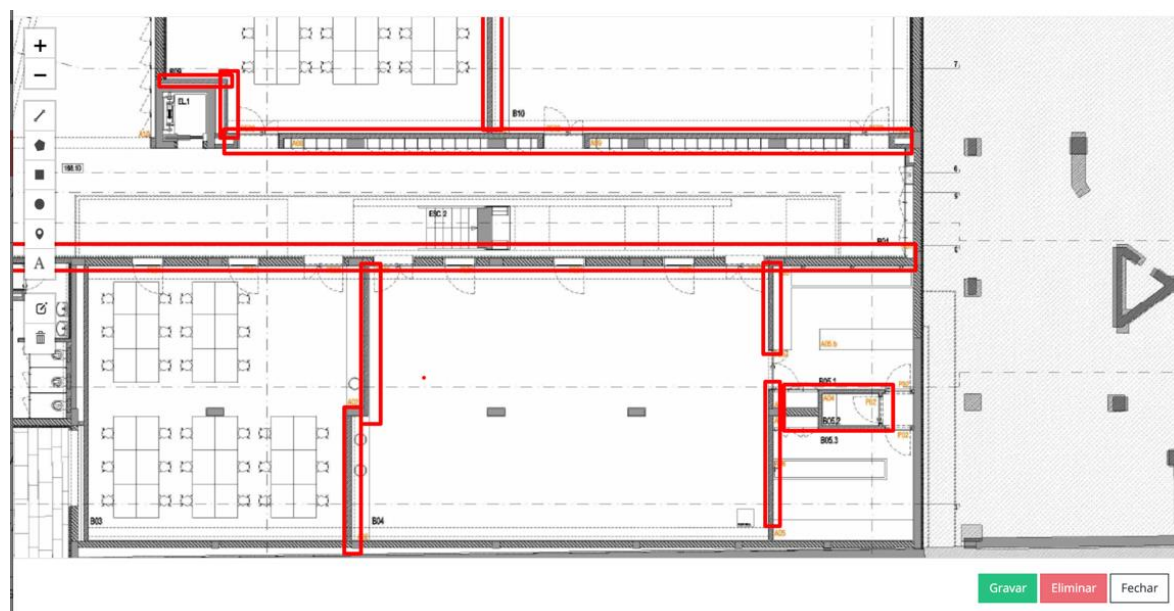


Fig. 5.22. Funcionalidade de marcações nas plantas

Após carregamento, o utilizador pode desenhar polígonos para sinalizar as áreas alvo de inspeção ou até escrever apontamentos localizados na planta carregada. Toda esta informação é arquivada com a ficha e pode ser consultada a qualquer momento, acabando por ser mais um elemento de documentação “*as-built*” apresentado no modelo proposto, tirando partido da tecnologia para se diferenciar relativamente aos modelos tradicionais.

5.3.2.5. FLUXO DE INFORMAÇÃO DAS FICHAS DE CONTROLO DA CONFORMIDADE

O procedimento de inspeção em obra com recurso a fichas próprias para o efeito inicia-se com a pesquisa da ficha pretendida na base de dados no modelo proposto, seguido do preenchimento dos requisitos iniciais: (título, tarefa e elemento construtivo a inspecionar bem como o prazo limite da inspeção). Após a inserção desses dados, os utilizadores atribuídos recebem uma notificação via email informando a atribuição da inspeção. Quando se inicie a inspeção e após marcar a ficha como “Em curso”, os utilizadores são novamente notificados dessa alteração de estado via email. Para que se possa dar a ficha como finalizada é necessário ter todos os pontos de controlo que a compõem, preenchidos.

Neste momento podem ocorrer 2 situações: se os pontos estiverem todos conformes, a ficha é verificada e é arquivada 72 horas após a verificação, notificando novamente os responsáveis da sua conclusão, caso haja alguma não conformidade em um ou mais pontos, a ficha segue o mesmo processo anterior mas, é aberto automaticamente um formulário de não conformidade com os pontos não conformes, iniciando-se aqui, o procedimento de “não conformidade” que é explicado na próxima seção.

A figura 5.23, ilustra o fluxo de tratamento da informação explicado anteriormente:

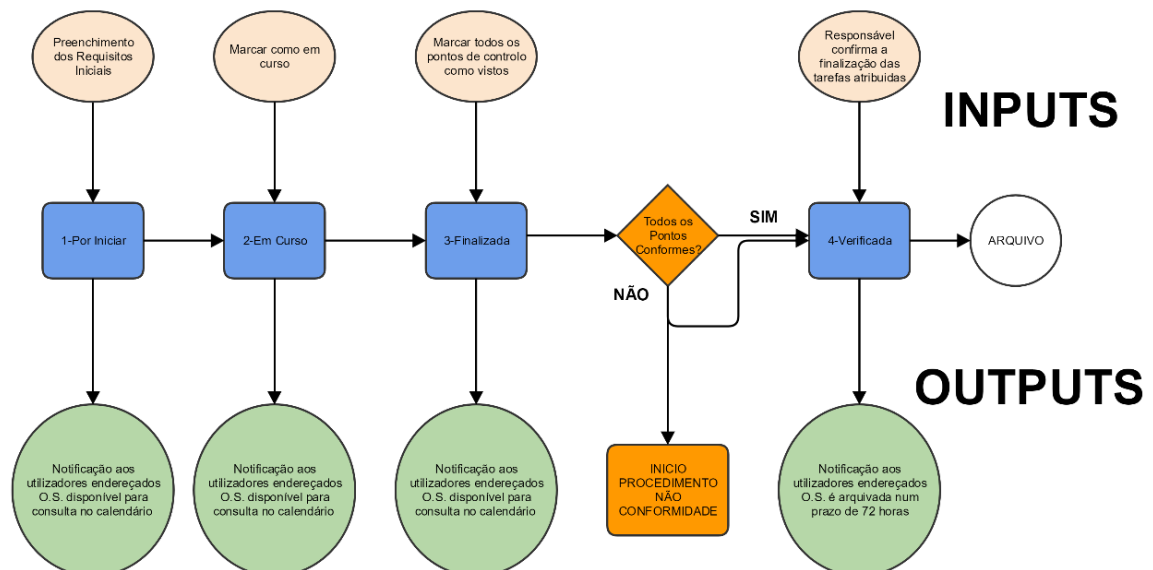


Fig. 5.23. Fluxo de Informação FCC

Como se pode observar na figura 5.23, os estados de conclusão estão representados a azul, em cima destes, os inputs necessários para prosseguir para o estado seguinte, e em baixo a verde, os outputs provenientes de cada alteração de estado, tal como explicado no parágrafo anterior.

5.3.2.6. ORDENS DE SERVIÇO

A figura 5.24 remete para uma ordem de serviço, onde se pode observar a classificação da informação descrita anteriormente. É possível visualizar na figura o prazo, entidade responsável, a tarefa e até o elemento respeitante à ocorrência. Também se observa uma planta com a localização sinalizada e um documento anexo.

Na parte inferior desta imagem observam-se comentários respeitantes àquela ocorrência, os quais podem ser efetuados por qualquer interveniente endereçado.

Ordem de Serviço

Título
PREPARAÇÃO DO TRABALHO DE CONTROLO

Criado por
Tiago Leite

Atribuído a

Prioridade Alta

Alertas

Notificações

Imprimir

Checklist

- ☒ DEFINIR AS TAREFAS CRÍTICAS A CONTROLAR (@Tiago Leite) (@RUI BESSA)
- ☒ PLANO DE CONFORMIDADE COM A FREQUENCIA E MOMENTOS DE CONTROLO (@Tiago Leite) (@RUI BESSA)
- ☒ ELABORAR FICHAS DE CONTROLO NECESSÁRIAS (@Tiago Leite) (@RUI BESSA)
- ☒ Carregar foto SICCO (@RUI BESSA) (@RUI BESSA)

+ adicionar ponto

Anexos

Anexar

Comentários

Escreva aqui um comentário/mensagem

Prazo 2018-10-02

Entidade

Especialidade

Tarefa

Localização

Tipos de Elemento

Elemento

Marcar Localização

Fig. 5.24. Modelo de uma ordem de serviço no modelo proposto

De notar que os formulários diferem apenas em um campo de informação, e cada formulário de cada tipo tem esse campo diferente, adaptado às necessidades. Na “ordem de serviço” presente na figura 5.24, pode-se observar um campo com “checklist” para que o colaborador que efetua a “ordem de serviço” sinalize a sua execução, requisito obrigatório para poder finalizar a ordem de serviço.

5.3.2.7. FLUXO DE INFORMAÇÃO DAS ORDENS DE SERVIÇO

À semelhança do procedimento de fichas de controlo da conformidade FCC, as ordens de serviço também se iniciam com os requisitos iniciais a preencher pelo utilizador, dos quais o prazo é o único obrigatório para poder passar a ordem de serviço para o estado “em curso”. Tal como em todos os procedimentos apresentados ao longo deste trabalho, em cada mudança de estado é enviada uma notificação para os respetivos utilizadores. O requisito obrigatório para dar como finalizada uma ordem de serviço é ter todos os campos “*checklist*” criados marcados como concluídos. Finalmente a ordem de serviço pode ser verificada pelo utilizador com permissões para tal, e é arquivada posteriormente, após 72h para tornar o “*dashboard*” menos obstruído com assuntos.

Na figura 5.25 é representado um esquema do funcionamento do referido procedimento:

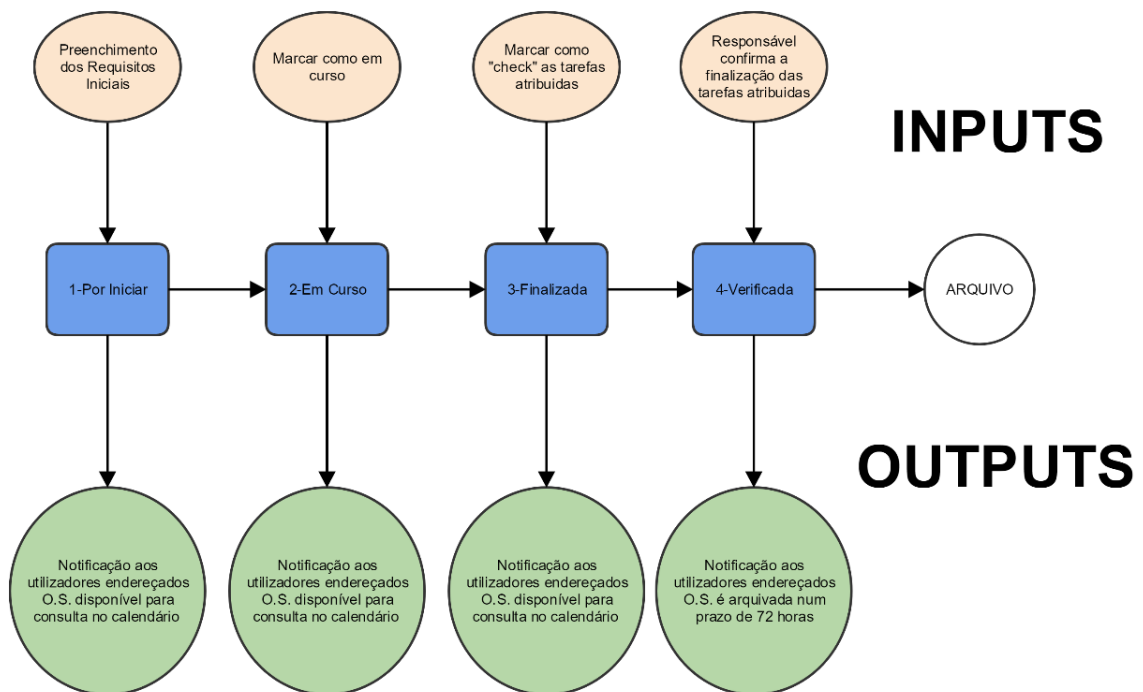


Fig. 5.25. Fluxo de Informação de uma ordem de serviço

5.3.2.8. REGISTO E GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES

A figura 5.26 representa uma não conformidade, pode-se observar uma fotografia respeitante à ocorrência em questão.

No formulário da “não conformidade”, para além dos campos transversais a todos os formulários dos restantes procedimentos, observa-se um campo referente a uma anomalia e medida corretiva, dados necessários à gestão e tratamento das não conformidades.

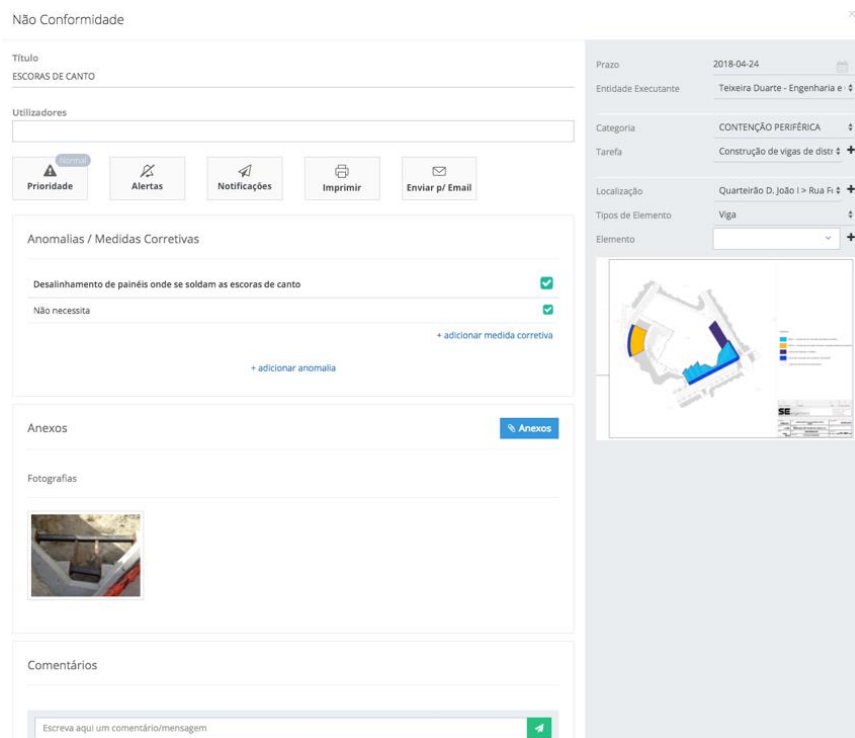


Fig. 5.26. Modelo de um formulário de NC no modelo proposto

5.3.2.9. FLUXO DE INFORMAÇÃO GESTÃO DE NÃO CONFORMIDADES

O procedimento de tratamento de não conformidades pode ser iniciado através de uma não conformidade detetada no preenchimento de uma ficha de inspeção, ou através de uma inspeção visual sem recurso a ficha.

Os requisitos iniciais obrigatórios são o prazo, identificação de tarefa e especialidade bem como a descrição da anomalia.

Após o preenchimento destes requisitos é necessário identificar medidas corretivas para as anomalias identificadas para que a não conformidade possa passar para “em curso”, podendo apenas ser finalizada quando essas medidas forem consideradas “conforme” na respetiva “*checklist*” presente no formulário.

A figura 5.27 representa o esquema de funcionamento do procedimento de “não conformidade”.

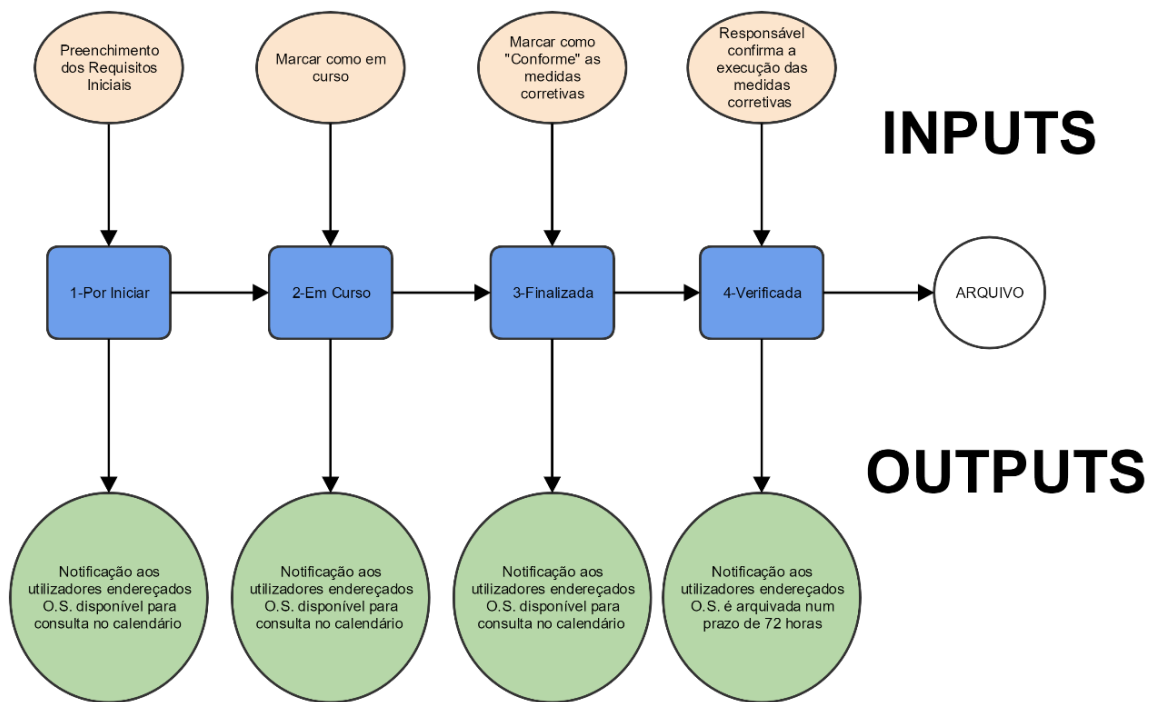


Fig. 5.27 Fluxo de Informação de uma Não Conformidade

5.3.2.10. RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA - RDO

O relatório diário de obra (RDO) é o mais simples dos procedimentos apresentados ao nível de fluxo de informação, porém é o procedimento que mais informação trata e transforma. Existem duas origens de informação possíveis, a informação manual, preenchida pelo utilizador na elaboração do relatório e a informação automática que advém dos registos efetuados de todos os procedimentos executados naquele dia. Em suma, sempre que é aberto ou concluído um procedimento (ordem de serviço, inspeção, não conformidade, pedido esclarecimento, etc), essa atividade fica registada no RDO desse dia, bem como os respetivos anexos (fotos, desenhos, anexos, ect).

Como é apresentado na figura 5.28, o RDO apenas tem 2 estados, rascunho e publicado, não havendo requisitos obrigatórios para publicar o relatório. A única diferença é que apenas após publicado o RDO pode ser enviado via email e transformado em PDF, sendo que pode ser reversível, ou seja, podemos publicar um RDO e posteriormente passar para rascunho. Após a publicação o RDO pode ser consultado no arquivo próprio para o efeito.

Após descritos quais os inputs automáticos que constam no RDO, carecem de explicação os inputs manuais que este procedimento contempla. No RDO podem ser registados vários dados diários da obra tais como: meteorologia (sol, chuva, nevoeiro), mão de obra dividida por empresa e tipo de mão de obra (ex: arvorado, supervisor, servente), equipamentos com nome, quantidade e custo/hora, o estado das tarefas (em curso, terminada hoje, começada hoje, interrompida ou retomada hoje), bem como observações gerais do estado da empreitada e até o registo de ocorrências (ex: falta de mão de obra, acidente de trabalho, visita de fiscal, etc). Toda esta informação será muito útil, quer no reportório diário das ocorrências da obra, quer na elaboração de mapas automáticos por data, em que constam os dados diários preenchidos (ex: mapa de equipas produtivas, mapa de equipamentos, etc). Na figura 5.29, pode-

se observar uma imagem de uma relatório diário já publicado, com as opções de enviar por email e imprimir visíveis:

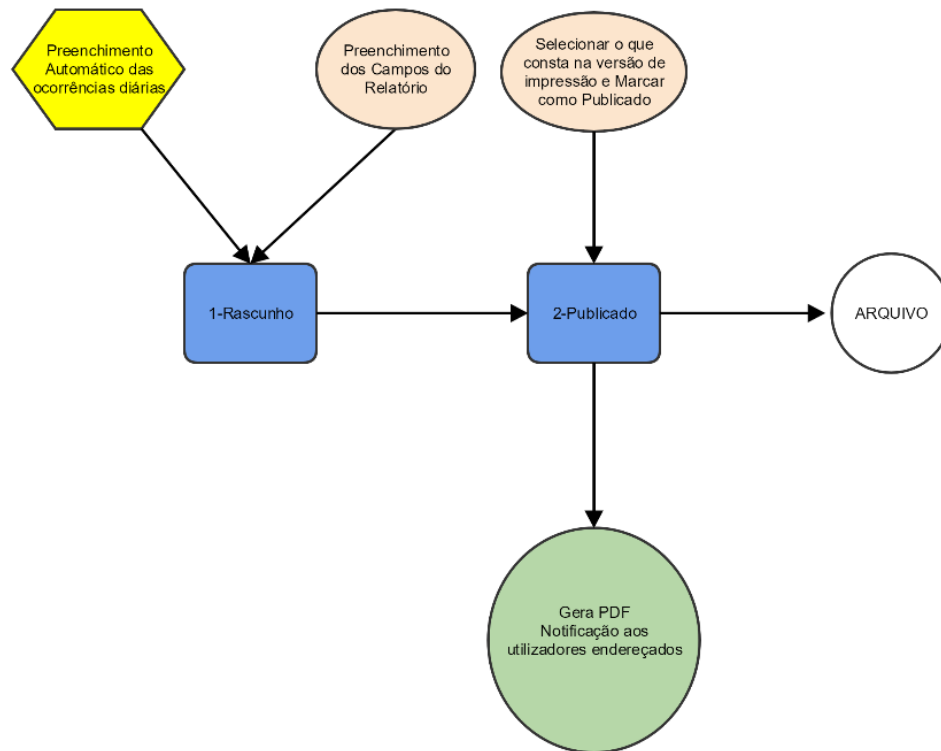


Fig. 5.28 Procedimento do RDO no modelo proposto

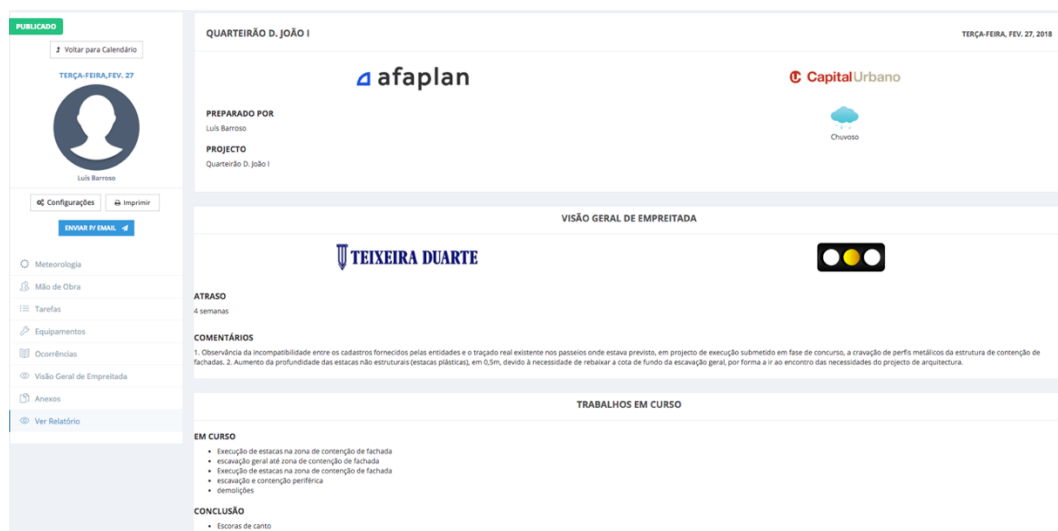


Fig. 5.29. Modelo de um RDO no modelo proposto

Na figura 5.30, é apresentada a seção de anexos do RDO. Como se pode verificar o registo fotográfico do dia, efetuado através de qualquer procedimento do SICCO é enviado diretamente para esta seção, podendo ser acrescentado posteriormente qualquer fotografia ou documento relevante nesta seção. Existe a opção de incluir qualquer um destes anexos no relatório diário através da seleção individual ou em grupo de cada elemento, como se constata na referida figura:

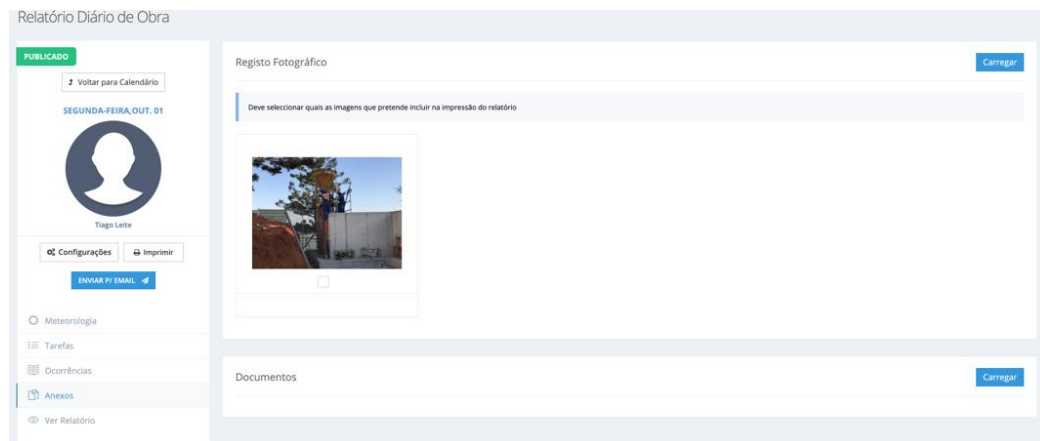


Fig. 5.30 Seleção de fotografias no RDO

Segue-se a seção das ocorrências, com um funcionamento semelhante na medida em que todas as ações efetuadas ao nível de qualquer procedimento diário do SICCO são automaticamente enviadas para esta seção. Não obstante, outras ocorrências poderão ser registadas manualmente, estando o SICCO previamente munido de uma base de dados de ocorrências possíveis e comuns no desenrolar de uma obra, tais como visitas ACT, acidente trabalho, paragem devido a condições meteorológicas, entre outros. Segue-se a figura 5.31 que ilustra a descrição efetuada neste ponto:

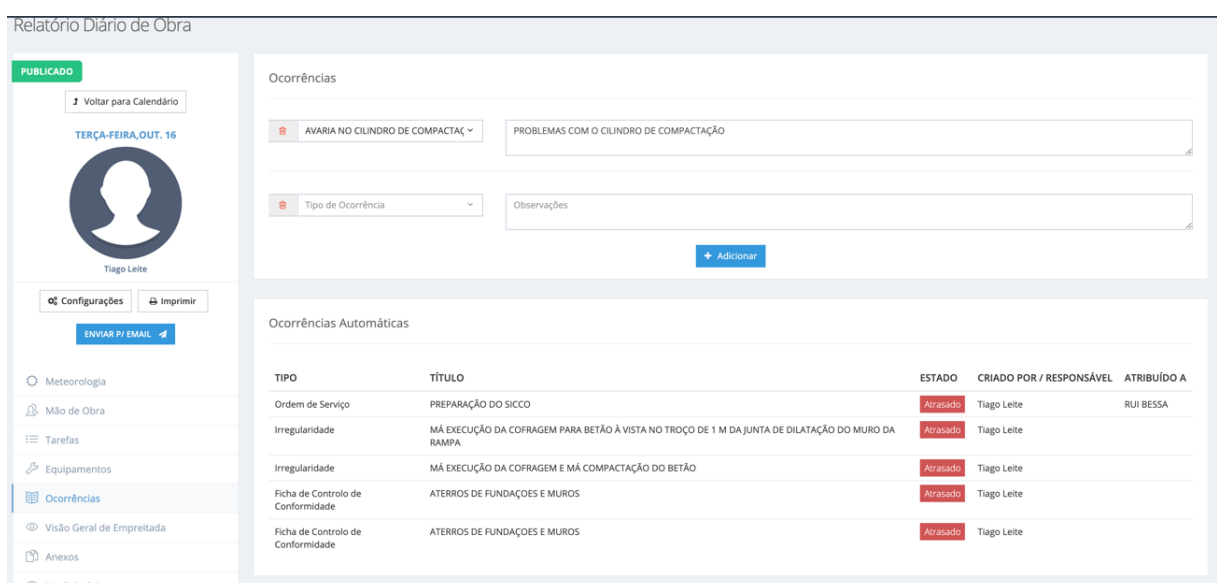


Fig. 5.31 Seção “Ocorrências” do RDO

Existe a possibilidade de contabilizar os equipamentos presentes em obra. Para tal, necessário inserir o referido equipamento, quantidade e caso seja útil as horas de funcionamento e o custo por hora.

O custo total por equipamento é automaticamente calculado pelo SICCO. De referir que sempre que é inserido um equipamento novo, este fica guardado na base de dados Global do SICCO, para facilitar novo manuseamento desta funcionalidade. A figura 5.32 ilustra a inserção de equipamentos na referida seção:

A evolução dos trabalhos realizados ao longo da semana é normalmente, parte integrante de qualquer relatório periódico de obra.

No SICCO é possível gerar um calendário com o estado dos trabalhos por tarefa, local e elemento e estado de execução, no tempo. Para tal, o SICCO estabelece uma relação entre a base de dados local das tarefas e a base de dados dos locais e elementos.

Neste caso, o utilizador apenas necessita de escolher a tarefa da base de dados e atribuir-lhe um local e elemento da referida base de dados, tendo que seleccionar um dos estados de execução pré-definidos.

NOME	QUANTIDADE	N° HORAS	CUSTO/H	CUSTO TOTAL
Betoneira	2	8	49,00 €	784,00€
Bulldozer	3	8	50,00 €	1,200,00€

Fig. 5.32 Seção “Equipamentos” do RDO

Os estados pré-definidos são “iniciado hoje”, “em curso”, “concluído hoje”, “interrompida hoje”, “suspensa” e “recomeçada hoje”. Através desta sinalética de estados, o SICCO gera um calendário no tempo com uma representação visual dos dias em que se executou cada tarefa, os dias em que esta esteve suspensa, quando começou, foi retomada e terminada.

Tal como os equipamentos, a contagem diária da presença da mão de obra por empresa na obra é também parte integrante dos relatórios periódicos, quer ao nível da fiscalização ou segurança, quer ao nível do empreiteiro para gestão dos subempreiteiros. As entidades são automaticamente seleccionadas da base de dados local de entidades do SICCO, podendo ser especificado do tipo de mão de obra (ex: qualidade, servente, pedreiro) e sendo necessária a introdução da quantidade. Tal como acontece nos

equipamentos, qualquer tipo novo de mão de obra é armazenado na base de dados global do SICCO, para futuras utilizações. A figura 5.34 ilustra a inserção da referida seção.

Fig. 5.33 Seção “Tarefas” do RDO

Fig. 5.34 Seção “Entidades em Obra” do RDO

As condições meteorológicas podem ser inseridas manualmente a cada dia (sol, nublado, chuva, neve, vento), apesar de a temperatura, humidade e localização serem automaticamente detetados e comunicados ao programa.

Fig. 5.35 Seção “Condições Meteorológicas” do RDO

5.3.2.11. PEDIDOS DE INFORMAÇÃO DE OBRA OU RFI

Os pedidos de informação ou “*Request for Information*” compõem um importante passo da informação “*As-built*”. São, geralmente, trocas de informação, tais como dúvidas ou pedidos de esclarecimentos relativos à execução da obra, projeto, materiais ou equipamentos. Este tipo de comunicação é efetuado normalmente por via telefónica, sendo utilizado o email para situações mais específicas, ou numa pontualidade de caráter mais oficial é utilizado um formulário próprio de RFI. Este procedimento foi implementado no SICCO, porque também ele contém informação “*As-Built*”, necessária ao controlo da conformidade em obra.

A sua inclusão no modelo SICCO, com os sistemas de classificação da informação previamente descritos, permite classificar não só os assuntos respeitantes ao RFI, mas também toda a documentação (plantas, anexos, fotografias), bem como tarefas, entidades e até locais.

Na figura 5.36, é apresentado um formulário exemplo de RFI. Como se verifica, os campos que classificam a informação local e global são idênticos aos dos procedimentos anteriores, para seguir uma classificação homogênea.

De salientar que destes últimos, apenas diferem os inputs do utilizador, neste caso a as perguntas e as respostas como se verifica na figura 5.36. O fluxo de informação dos RFI segue uma estrutura semelhante aos anteriores, necessitando dos inputs iniciais “Prazo para resposta” e “pergunta” para ser iniciado. Apenas quando existir resposta a todas as perguntas o mesmo pode ser verificado e concluído pelo responsável.

As alterações de estado são enviadas por email para os envolvidos. A figura 5.37 ilustra o referido funcionamento:

Fig. 5.36 Formulário de Pedidos de Informação

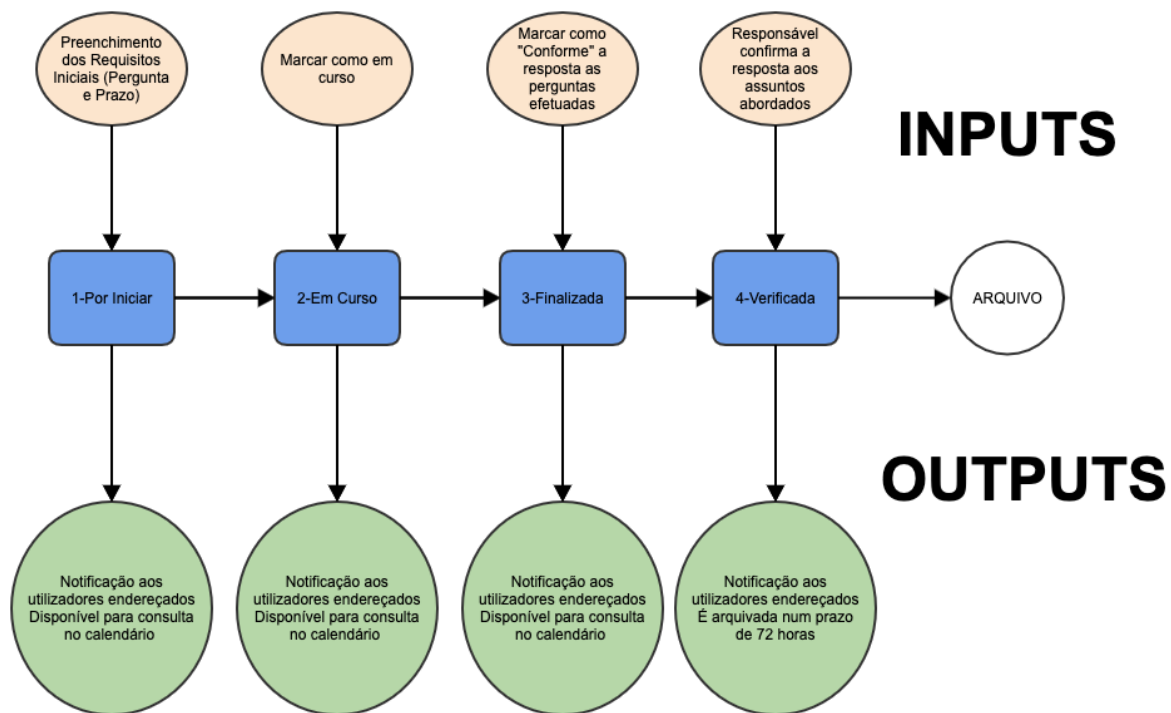


Fig. 5.37 Fluxo de Informação RFI

5.3.2.12. REGISTO DE PROGRESSO - RP

Por último, apresenta-se o processo desenvolvido para o registo de progresso. Este procedimento é uma forma rápida de através de registo fotográfico, comentar o progresso de uma dada tarefa. As fotografias são enviadas diretamente para o RDO e ficam classificadas na base de dados local de fotografias da obra para posterior consulta. Segue-se a imagem 5.38 que ilustra um Registo de Progresso:

Fig. 5.38. Modelo de Registo de Progresso

Observa-se que o único campo que difere dos outros procedimentos é o campo “observações”, utilizado livremente para comentar o estado da tarefa representada fotograficamente. Segue-se a explicação do fluxo de informação deste procedimento na figura 5.38.

Os fluxos de informação dos registos de progresso seguem uma estrutura semelhante aos anteriores, necessitando dos inputs iniciais “fotografia” para ser iniciado. Pode ser mantido em curso ou finalizado e concluído pelo responsável sem obrigação de responder a qualquer outro requisito para além da identificação da tarefa e local.

As alterações de estado são enviadas por email para os envolvidos e o seu arquivo é realizado automaticamente após a verificação no arquivo de registos de progresso, sendo as fotos enviadas para o RDO e para o arquivo local, fotográfico da obra. A figura 5.39 ilustra o referido funcionamento:

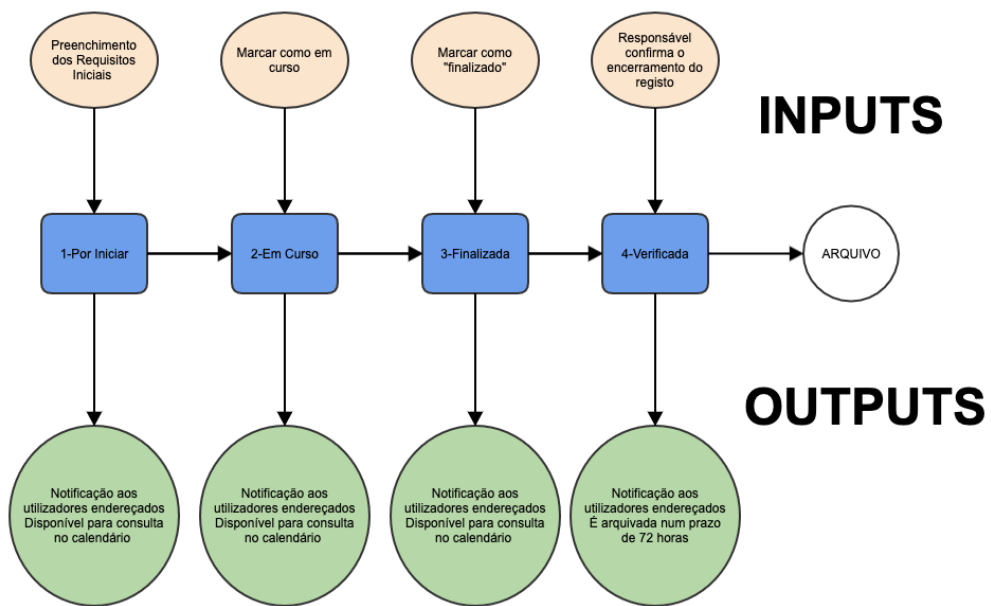


Fig. 5.39 Fluxo de Informação de Registo de Progresso

5.3.3. TRATAMENTO E ARMAZENAMENTO DA INFORMAÇÃO

Após a apresentação de cada procedimento integrante do modelo proposto, que se denominou SICCO e também posteriormente à explicação da estrutura e hierarquização adotada para classificar informação segue-se nesta seção a elaboração e fundamentação do tratamento dessa informação.

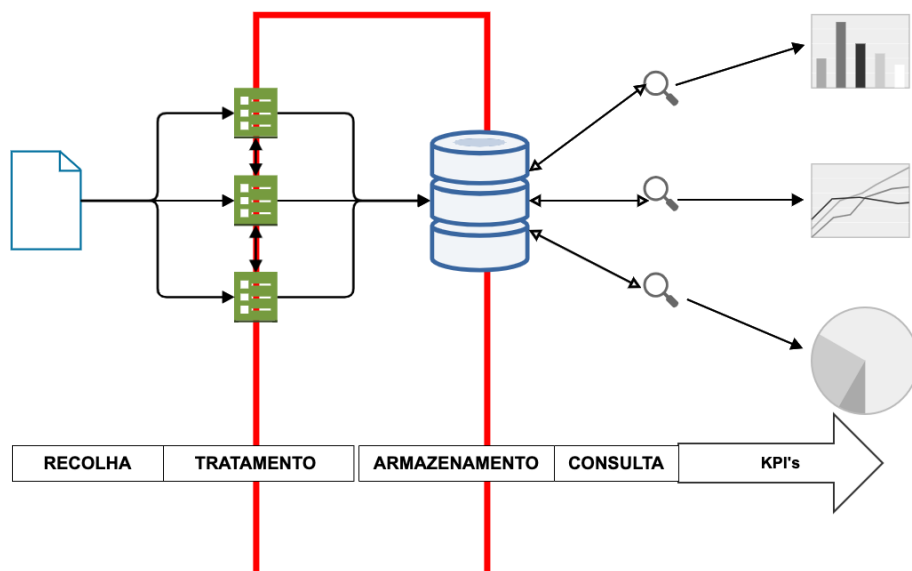


Fig. 5.40 Tratamento e Armazenamento da Informação

Como se observa na figura 5.40, a fase tratamento da informação sucede à recolha da mesma e antecede à fase de consulta, sendo por isso um passo fundamental para o correto funcionamento dessa etapa final no modelo proposto. Como referido no capítulo 2, a possibilidade de tratar a informação de forma automática é um dos principais fatores de diferenciação da utilização das tecnologias da informação. Apesar da recolha da informação executada através desta tecnologia vir aumentar a eficiência desses procedimentos, o tratamento da informação traz novas possibilidades na correção e prevenção de anomalias, tornando o controlo da conformidade um mecanismo mais preventivo do que reativo.

Esta fase trata de classificar e agrupar a informação recolhida previamente para que se possam utilizar e consultar esses dados de forma célere mas também transparente e inequívoca. Para tal, tornou-se necessário classificar todos os campos dos formulários de registo apresentados anteriormente e definir o seu agrupamento para futura utilização. De seguida, em 5.3.3.1 são descritos os principais procedimentos ao nível do tratamento da informação dos registos que os compõem para, mais adiante, se demonstrar a sua utilização como forma de “output” posterior ao tratamento desses dados.

5.3.3.1.” FEED “DE OCORRÊNCIAS

O “feed” de ocorrências é o painel de controlo central dos assuntos e procedimentos de obra executados pelo modelo proposto, SICCO. Em cada procedimento a informação é classificada para ser apresentada neste “feed” consoante os valores que certas variáveis assumem. De seguida é apresentada no quadro 5.2 a classificação da informação de cada procedimento em função das variáveis.

Quadro 5.2 Classificação da informação por variável

Atributos de Classificação	Valor	Ação
Estado	Por iniciar	Seção “por iniciar”
	Em Curso	Seção “por iniciar”
	Finalizado	Seção “por iniciar”
	Verificado	Arquivo após 72h
Tipo	NC	Identificação “NC”
	FCC	Identificação “FCC”
	RP	Identificação “RP”
	RFI	Identificação “RFI”
	OS	Identificação “OS”
Prazo	Hoje/Atrasado	Seção “Hoje/Atrasado”
	Futuro	Seção em função do estado
User	Tem Permissão	Visualiza
	Não tem permissão	Não visualiza
Prioridade	Baixa	Listado abaixo das restantes
	Média	Listado abaixo da prioridade
	Alta	Acima dos restantes
Atributos de identificação	Tarefa / Especialidade	Relação Procedimento-tarefa/especialidade
	Local/Elemento	Relação Procedimento-tarefa/especialidade
	Entidade	Relação Procedimento-entidade

Como se observa pelo quadro 5.2, em cada procedimento a informação é classificada de forma a agrupar os procedimentos por tipo, estado, prazo e prioridade e ao mesmo tempo criar uma relação de cada procedimento com a tarefa local e respetiva entidade.

De salientar que, todo este agrupamento de informação irá ser utilizado para a fase de consulta, bem como para a extração de KPI's relevantes. Nesta fase importa explicar o impacto que esta classificação tem ainda em fase de execução de cada procedimento, realizada através do “feed de ocorrências”. A figura 5.41, ilustra exatamente o referido impacto, onde se pode observar de forma visual como a informação é dividida.

Pela observação da figura 5.41, constata-se o agrupamento de cada ocorrência por estado, sinalizado a cor-de-rosa, prazo, a vermelho e por tipo de procedimento, cada um representado com simbologia própria. De salientar que, a ordenação vertical de cada procedimento é realizada em função da variável prioridade (baixa, média, alta) e nos casos de esta variável assumir o mesmo valor o para vários procedimentos, a posição no “feed” é decidida pela data da última edição.

Desta forma, procedimentos com a mesma prioridade, mas com uma edição mais recente irão aparecer posicionados acima dos restantes.

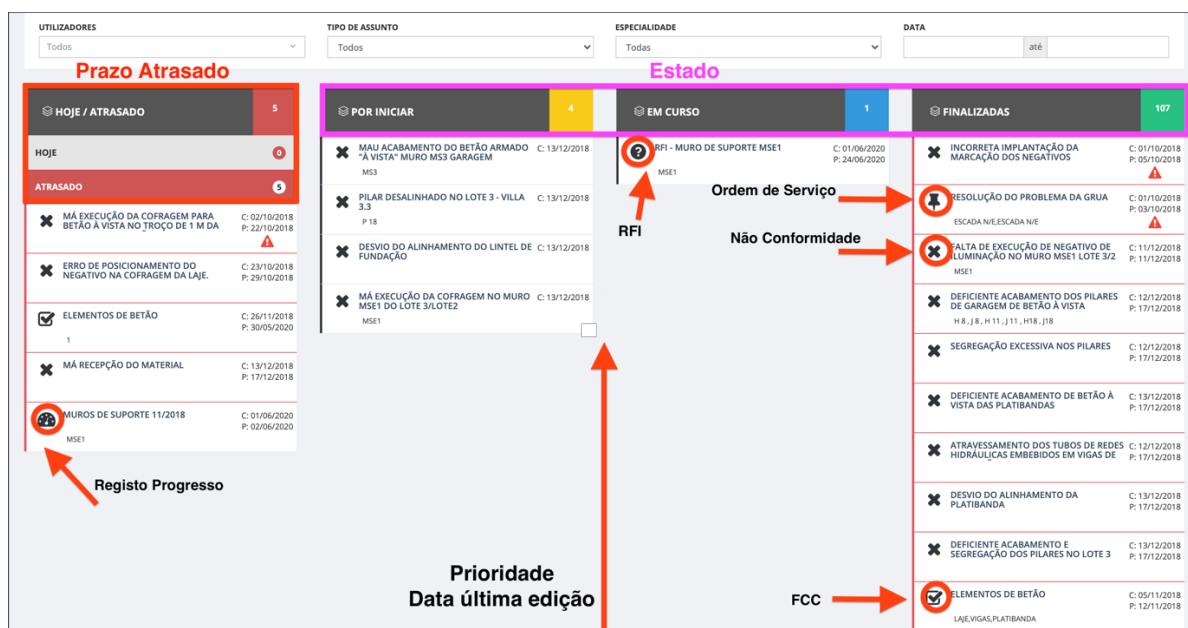


Fig. 5.41 “Feed” de Ocorrências SICCO

5.3.3.2. “RETROFIT” DA INFORMAÇÃO

Na presente subsecção é apresentado o tratamento de dados avançado executado por dois algoritmos desenvolvidos pelo autor. Como referido na fundamentação da problemática deste trabalho, durante a primeira fase de investigação, a análise de cada procedimento do controlo de conformidade em diversas obras, revelou uma forte incidência de falhas frequentes. Entenda-se por falhas frequentes, uma não conformidade gerada pelo mesmo ponto de controlo frequentemente.

Outro indicador proveniente dessa investigação que igualmente merece ser destacado, é o volume de não conformidades que são detetadas externamente às inspeções de controlo programadas e pré-definidas no plano de conformidade. Um desequilíbrio significativo neste indicador comparativamente às não conformidade detetadas nas inspeções pré-programadas revela pouco assertividade no plano de ação de inspeções, uma vez que os esforços deviam estar centrados na inspeção dos trabalhos com maior probabilidade de falha e severidade.

Esta informação é importante ao nível local, entenda-se de cada obra, para que possa minimizar o impacto das não conformidades, mas também mitigar os riscos da sua ocorrência durante a execução da obra.

Não obstante, se esse mesmo risco for classificado globalmente, ou seja, tendo em conta os dados de todas as não conformidades de todas as obras de uma empresa, é possível ainda durante uma fase de planeamento ajustar os esforços preventivos no controlo da conformidade em função das áreas com maior probabilidade de falha. Dando resposta à referida problemática, são desenvolvidos dois algoritmos para classificar tanto as não conformidades ao nível do seu risco, como as falhas frequentes detetadas em cada inspeção. Cada algoritmo será explicado nas seguintes seções. Ambos os algoritmos são executados localmente e individualmente em cada obra, porém os seus resultados são enviados para as bases de dados local e geral. Este procedimento, intitulado pelo autor por “retrofit” da informação, acaba por compor também ele informação “As-built”, este tipo mais focado no desempenho em tempo real, mas principalmente no desempenho histórico de cada avaliação de conformidade.

A figura 5.42, ilustra o sistema de comunicação entre os algoritmos de processamento (1 e 2) e as bases de dados locais e globais do SICCO.

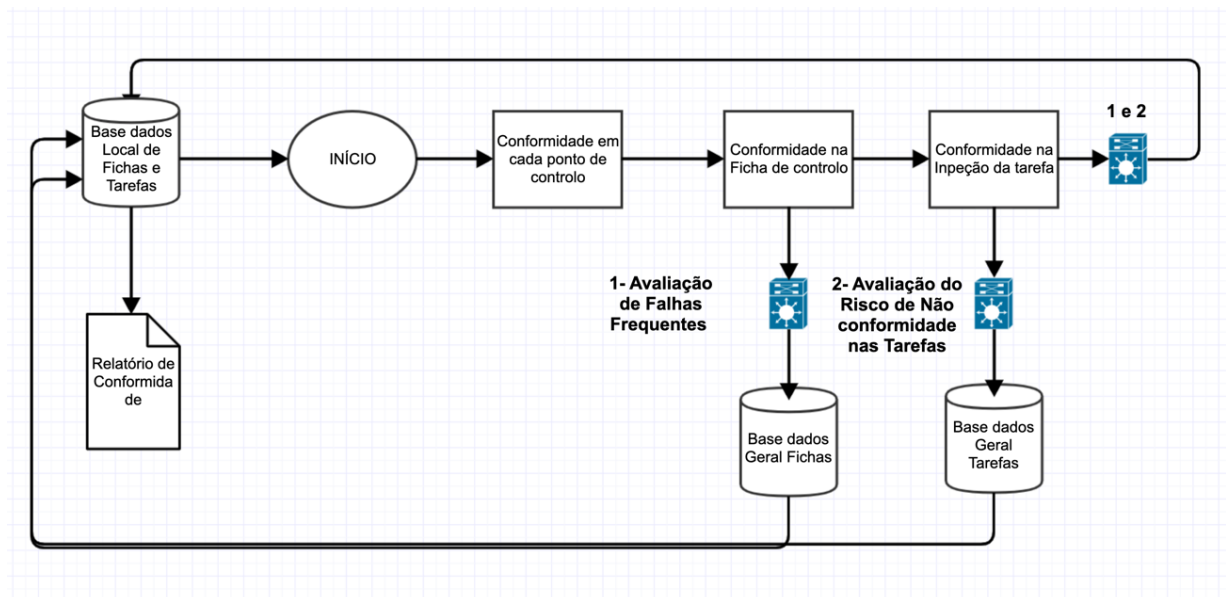


Fig. 5.42 Retrofit da Informação

Como se pode constatar pela figura, o preenchimento duma FCC inicia-se através do seu carregamento a partir da base de dados local da obra, a FCC é preenchida em cada ponto de controlo até ser finalizada. Quando a FCC é finalizada, é atribuído um estado de conformidade aos seus pontos de controlo, à ficha em global e à tarefa que esta inspecionara.

O cálculo de cada algoritmo é processado nessa fase, enviando o resultado para a base de dados geral, compartilhada com outras obras e para a base de dados local, esta última apenas referente à obra em questão.

5.3.3.3 FALHAS FREQUENTES

Como referido anteriormente no estado da arte deste trabalho, as falhas frequentes que ocorrem ao nível da ficha de controlo da conformidade têm impacto tanto nos custos do controlo da conformidade como nos custos globais da empreitada. Independentemente da severidade ou impacto destas falhas, a sua ocorrência sistemática pode ser mitigada através da identificação atempada destas falhas, durante a obra e, principalmente, numa fase antecedente à mesma, baseando-se na informação histórica de obras passadas. Para que tal aconteça, foi criado um sistema de categorização para as fichas de controlo da conformidade baseado na probabilidade de falha de cada ponto de controlo individual.

Esse sistema desenvolvido intitula-se de níveis de controlo e pretende dividir cada ponto de controlo de uma ficha de controlo da conformidade num grupo de risco, variando do 1 ao 3, sendo o nível 1 apenas os pontos de controlo com maior probabilidade de falha e o nível de controlo 3 contendo todos os pontos.

O objetivo desta catalogação é primeiramente, alertar quem inspeciona dos pontos de controlo com maior probabilidade de falha mas ao mesmo tempo canalizar os esforços apenas nos pontos de controlo mais críticos, ao invés de controlar exaustivamente todos os pontos de execução de cada ficha de controlo.

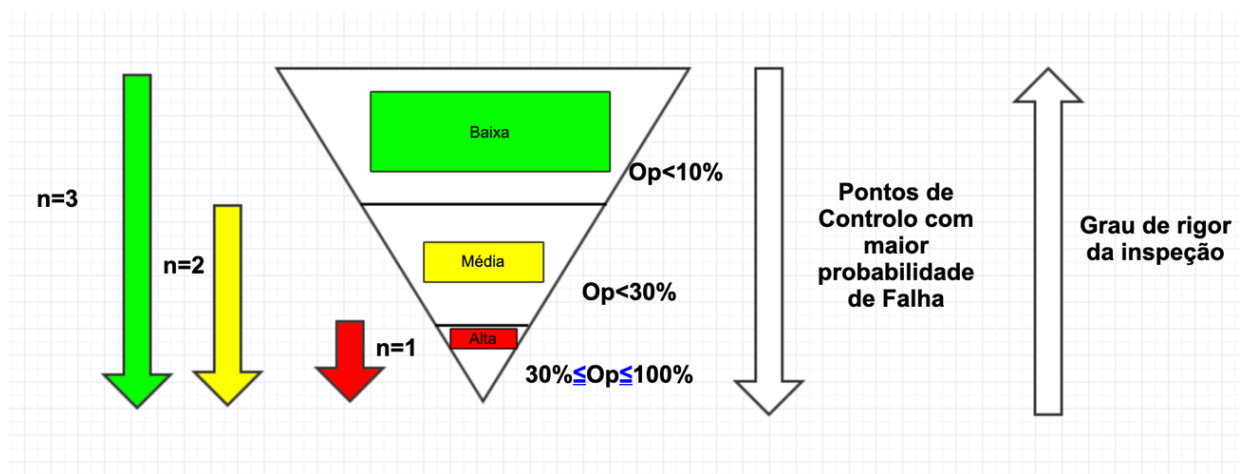


Fig. 5.43 Níveis de Controlo de uma FCC

A probabilidade de ocorrência de uma falha ao nível de um ponto de controlo (Op) é dada pela expressão:

$$Op = \left(\frac{\sum_1^p NCp}{\sum_1^I NI} \right) * 100 \quad (5.1)$$

Em que:

Op: probabilidade de ocorrência de uma falha ao nível de um ponto de controlo;

NCp: número de não conformidades geradas por aquele ponto;

NI: número de inspeções efetuadas por uma dada ficha de controlo da conformidade;

A probabilidade de ocorrência de um ponto pode ser medida ao nível local, ou seja, apenas contabilizando os resultados daquela obra, como ao nível global, tendo em conta todas as inspeções daquela ficha no total de obras executadas pelo SICCO.

É tomado sempre por defeito o valor mais gravoso entre os dados locais e globais. A figura 5.44 ilustra o referido:

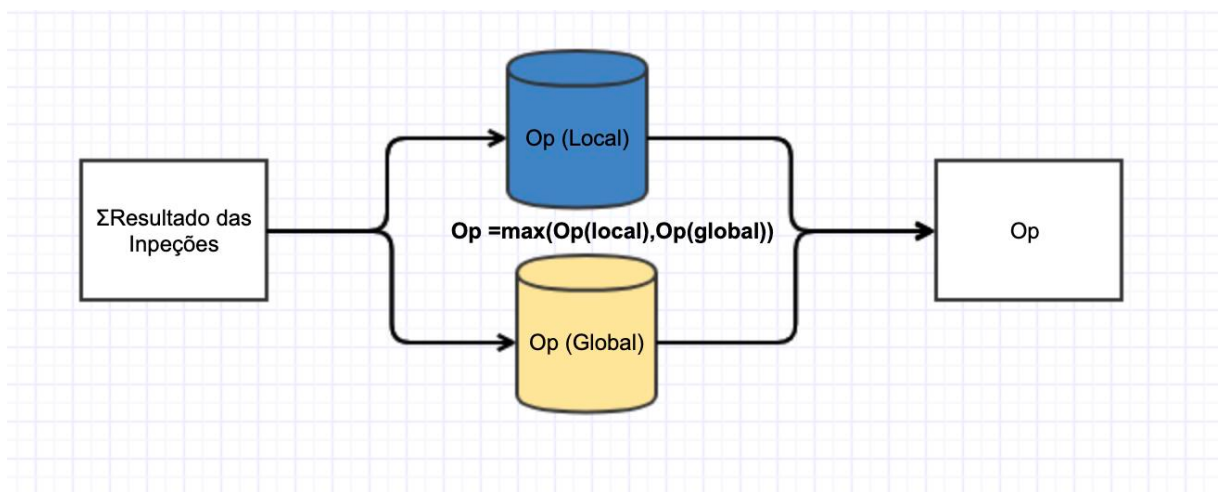


Fig. 5.44 Cálculo de ocorrência nos pontos de controlo (Op)

De salientar que, no mento de carregamento das fichas de controlo na base de dados global do programa, estas podem tomar valores pré-definidos do nível de controlo (Nc), estando este definido no intervalo entre 1 e 3 como referido anteriormente. Não obstante o nível de controlo assumido após a utilização da ficha será sempre o mais gravoso entre o nível de controlo inicial e o nível de controlo calculado em função da ocorrência Op, dado pela expressão 5.1

Na figura 5.45 é apresentado um “screenshot” do programa SICCO durante a aplicação de uma ficha de controlo, onde é possível ver a vermelho a seleção do nível de controlo da ficha.

No caso ilustrado como exemplo, na figura 5.45, é seleccionado o nível de controlo 1, sendo que apenas os pontos mais gravosos são seleccionados para a inspeção. Como referido anteriormente, os níveis de controlo para cada ponto podem ser pré-definidos no carregamento da ficha através da folha de carregamento do SICCO. A imagem 5.46, ilustra o carregamento e atribuição do nível de controlo a cada ponto.

Informações Gerais

Nome FCC
FC IMPERMEABILIZAÇÃO DE MUROS

Tipo FCC
IMPERMEABILIZAÇÃO DE MUROS

Especialidade
IMPERMEABILIZAÇÃO DAS PAREDES DE CONTENÇÃO

Pontos de Controlo

Todos os Níveis de Controlo
☒ Nível 1
☐ Nível 2
☐ Nível 3

#	NOME DO PONTO DE CONTROLO	INSPEÇÃO	CRITÉRIO	NÍVEL DE CONTROLO
1	RECEÇÃO DE MATERIAL (ESTADO E CONFORMIDADE-GUIA DE REMESSA E NOTA DE ENCOMENDA)	VISUAL	- CONFORMIDADE DAS GUIAS DE REMESSA COM AS ORDENS DE COMPRA / IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM - CUMPRIMENTO DO ESPECIFICADO (DOCUMENTO DE COMPRA)	1
2	VERIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE DE BETÃO	VISUAL	SUPERFÍCIES LIMPAS LIVRES DE PÓ, ÓLEOS E LISAS	1
3	VERIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA 1ª DEMÃO DE EMULSÃO BETUMINOSA	VISUAL	APLICAÇÃO E DEVIDA CURA, SUPERFÍCIE ADEQUADA PARA ADERÊNCIA DA CAMADA SEGUINTE	1
4	VERIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA 2ª DEMÃO DE EMULSÃO BETUMINOSA	VISUAL	APLICAÇÃO E DEVIDA CURA, SUPERFÍCIE ADEQUADA PARA ADERÊNCIA DA CAMADA SEGUINTE	1
5	VERIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DA TELA DRENANTE/EMPALME	VISUAL	INSPECÇÃO VISUAL, SCM SOBREPOSIÇÃO	1
6	VERIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DO TUBO DRENO	VISUAL	PLANIMERIA / AUSÊNCIA DE PONTOS ALTOS OU BAIXOS	1
7	EXECUÇÃO DAS CAIXAS CEGAS OU LIGAÇÕES	VISUAL	NOS LOCAIS DE MUDANÇA DE DIRECÇÃO DEVEM SER MONTADAS CAIXAS CEGAS E OU ACESSÓRIOS DE DIAMETRO COMPATÍVEL COM O DRENO.	1
8	EXECUÇÃO DO ATERRO	VISUAL	O ATERRO DEVE SER EXECUTADO POR CAMADAS COM APLICAÇÃO DE AREIA FINA ENTRE A CAMADA DE ATERRO E A TELA + GEOTEXTIL, CONFORME PROMENOR DE PROJECTO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES DOS MUROS.	1
9	ASPECTO GERAL (VERIFICAÇÃO DA APARÊNCIA)	VISUAL	INSPECÇÃO VISUAL	1

Aplicar Editar

Fig. 5.45 Seleção do nível de controlo de uma FCC no SICCO

Nome da FCC	FCC TESTE			
Tipo	ELEMENTOS DE BETÃO ARMADO			
Especialidade	ESTRUTURAS DE ALVENARIAS E CANTARIA			
Tags	paredes,alvenaria			
Nº	Ponto de Controlo	Inspeção	Crítério	Nível de Controlo
1	Alinhamento, Esquadrias, largura dos vãos, localização e dimensão	Fita Métrica, Nível / Fio, Esquadro	De acordo com projecto de execução +/- 1 cm / 5 m	1
2	Dimensões em toco	Fita Métrica	De acordo com projecto de execução +/- 1 cm	2
3	Horizontalidade das fiadas	Visual/Fio	Desempeno visual	3
4	Verticalidade da parede	Prumos / Régua, Fita Métrica	De acordo com projecto de execução +/- 3 mm / m	1
5	Espessura das juntas	Fita Métrica	Sem rebarbas e irregularidades 20 mm +/- 5 mm	2
6	Armaduras para vãos	Visual	Conforme definido no projecto ou aplicação de fixação mecânica de 3 em 3 fiadas.	3
7	Altura do vão	Fita Métrica	De acordo com projecto de execução +/- 1 cm	1
8	Colocação de placas na caixa-de-ar	Visual	Superfície do pano completamente coberta.	2
9	Aplicação de poliuretano projectado no interior	Fita Métrica	Espessura do definida no C.E. +/- 1 cm	3
10	Dimensão e profundidade	Visual	Junta nivelada, uniforme e completamente preenchida. Espessura de junta conforme especificação técnica.	1
11	Distribuição das cargas ao solo (Escoramento)	Visual	Existência de bases para degradação das cargas ao solo	2
12	Alinhamento	Visual	De acordo com projecto de execução	3
13	Apoios das vigotas	Fita Métrica	Comprimento no apoio entre 10 e 15 cm	1
14	Contra-Flecha vigotas	Fita Métrica	De acordo com projecto de execução +/- 5 mm	2
15	Ajuste de Vigotas	Visual	Ausência de espaçamento que permita o desperdício de betão	3
16	Alinhamentos	Visual	Alinhamento com as vigotas	1
17	Ajuste das abobadilhas	Visual	Ausência de buracos ou fissuras que permitam o desperdício de betão	2
18	Comprimento Apoio	Fita Métrica	De acordo com projecto de execução +/- 1 cm	3
19	Contra-Flecha	Fita Métrica	De acordo com projecto de execução +/- 3 mm	1
20	Ajuste de Placas	Visual	Ausência de buracos ou fissuras no acabamento superior	3
21	Armaduras de ancoragem	Visual	De acordo com projecto de execução	3
22	Diâmetro dos Varões	Visual	De acordo com projecto de execução	1
23	Comprimento dos Empalmes	Visual, Fita Métrica	≤ ao definido no projecto de execução. Se não definido 50 x Diâmetro	2
24	Comprimento dos Varões	Visual, Fita Métrica	Nunca inferior ao previsto no projecto	3
25	Amarração entre elementos da armadura	Visual	Estabilidade do conjunto	1
26	Colocação de Espaçadores	Visual	De acordo com definido no projecto	2
27	Altura de Betão	Visual, Fita Métrica	De acordo com definido no projecto +/- 3 mm	3
28	Vibração	Visual	Ausência de bolhas de ar Estabilização altimétrica	1

Fig. 5.46 carregamento prévio do nível de controlo de cada ponto via Excel

5.3.3.4. CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DAS NÃO CONFORMIDADES

Apesar de as falhas frequentes ao nível dos pontos de controlo poderem ser optimizadas, este indicador só é válido e útil se as inspeções incidirem nas tarefas de maior risco. Esta seção trata a classificação das não conformidades em obra, atribuindo um grau de risco a cada tarefa em função dessa classificação.

O objetivo deste indicador é que em fase anterior à execução da obra, a equipa de controlo possa planear as tarefas a controlar no plano de conformidade em função do risco de falha das mesmas. A atribuição do risco é calculada através de uma adaptação do método FMEA (failure mode and effect analysis). O FMEA é uma técnica baseada na identificação de falhas potenciais, analisando a origem das causas e examinando os impactos dessas falhas, como objetivo de reduzir esse impacto. Neste contexto o risco é calculado pelo indicador RPN (Risk Prior Number), dados pela expressão:

$$RPN = S * O * D \quad (5.2)$$

Em que:

S : severidade da falha;

O : probabilidade de ocorrência;

D : capacidade de deteção da falha com os meios de controlo atualmente utilizados.

Ambos as variáveis assumem valores de 1 a 10, sendo que RPN varia entre 1 a 1000. Na presente investigação apenas S e O são considerados para o cálculo do risco de uma tarefa, uma vez que os meios de deteção devem ser definidos com base no histórico da tarefa em questão e executados através do plano de conformidade e inspeção planeado para a obra.

O cálculo da probabilidade de ocorrência de uma falha, leia-se não conformidade, varia de 1 a 10 e é obtido do quadro 5.3:

Quadro 5.3 Tabela de probabilidade de ocorrência

Escala	Certeza do Evento	Probabilidade de ocorrência (O) in Percentage	Probability of Occurrence (O) in Ratio
1	Extremamente improvável	< 0,01%	< 1 em 10000
2	Remota	0,011 - 0,20 %	1 em 10000
3	Muito baixa probabilidade	0,21 - 0,60 %	1 em 500
4	Baixa probabilidade	0,61 - 2 %	1 em 150
5	Ocasional	2,001 - 5,00 %	1 em 50
6	Moderada	5,001 - 9,999 %	1 em 20
7	Frequente	10,0 - 14,999 %	1 em 10
8	Alta probabilidade	15,0 - 19,999 %	1 em 6,5
9	Muito alta probabilidade	20,0 - 25,0 %	1 em 5
10	Falha quase inevitável	> 25%	> 1 em 4

Para o caso do modelo SICCO a probabilidade de ocorrência é calculada pela seguinte expressão:

$$O = \left(\frac{\sum_1^n NCt}{\sum_1^n NIt} \right) * 100 \quad (5.3)$$

Sendo:

NC : o número de não conformidades detetadas numa dada tarefa e

NIt : o número de inspeções realizadas numa dada tarefa.

O cálculo da severidade revela-se mais sensível do que os restantes indicadores que compõem a fórmula do risco por ser aquele que depende da sensibilidade da avaliação do impacto das não conformidades. Por esse motivo, e pelo facto da severidade poder ser multifacetada, o seu cálculo foi dividido em cinco fatores de impacto:

- Impacto nos custos (C), que considera todos os custos diretos provocados por uma não conformidade durante a execução da obra que envolvam retrabalho (mão de obra, materiais, equipamentos, etc);
- Impacto no planeamento (P), considera o total do atraso direto no projeto em fase de execução do mesmo, provado pela não conformidade.
- Impacto no desempenho do sistema (SP), considera perdas totais de um sistema ou falha parcial de uma unidade que o compõe, na função desse sistema.
- Impacto na saúde e segurança (HS), considera qualquer fatalidade ou acidente ocorrido durante a fase de execução da obra.
- Impacto nas tarefas subsequentes (ST), considera os impactos colaterais que uma não conformidade teve nas tarefas relacionadas.

O impacto direto de uma não conformidade nos custos e no planeamento é mais fácil de medir e classificar qualitativamente. No entanto, de acordo com o estado da arte apresentado nesta pesquisa, considerar apenas os impactos diretos pode levar a informação incompleta. Em outras palavras, independentemente do impacto direto nos custos e no planeamento que uma não conformidade possa causar, existem outros efeitos colaterais não mensuráveis que podem revelar uma gravidade maior do que a inicialmente assumida. Outros efeitos colaterais nunca chegam a ser contabilizados com precisão, como a baixa produtividade causada pela ocorrência de um acidente de trabalho.

Por esse motivo, o autor considera na metodologia proposta um fator multiplicador para calcular a severidade das não conformidades, denominado (Multiplicador de Impacto Indireto (IIM)). Este multiplicador é composto por três fatores de impacto indiretos, como Impacto no desempenho do sistema, Impacto na segurança e saúde e impacto nas tarefas subsequentes.

Cada fator de impacto será classificado qualitativamente de acordo com as tabelas apresentadas na seção posterior, compondo a fórmula final da severidade adotada pelo modelo SICCO. Objetiva-se que a classificação do impacto desses fatores ajude a considerar melhor os efeitos indiretos no planeamento, custos e qualidade, obtendo uma taxa de severidade mais realista para cada defeito.

No quadro 5.4 apresentado de seguida, são apresentados os fatores de impacto com os efeitos a serem considerados na classificação de sua severidade. É importante referir que o objetivo desta metodologia é ser flexível possível e aplicável a todos os tipos de sistemas e componentes. Por esse motivo, os efeitos a serem considerados neste estudo são apenas diretrizes genéricas. É desejável que os efeitos, bem como os limites de classificação apresentados na próxima seção, possam ser adaptados a cada projeto quando aplicados. Dado que o objetivo deste algoritmo é que seja facilmente aplicável em obra e a qualquer tipo de não conformidade independentemente das suas características, a severidade é composta por cinco

fatores de impacto, cada um deles avaliados numa forma qualitativa numa escala de 1 a 4 como mostra a quadro 5.4:

Quadro 5.4 Fatores de impacto e modos de falha

Escala dos fatores de impacto	Descrição do modo de falha
1	Sem impacto
2	Pequeno Impacto
3	Grande Impacto
4	Impacto Catastrófico

De forma a que o utilizador seja guiado a avaliar cada fator de impacto, desenvolveu-se um formulário de avaliação que baliza cada valor de (1 a 4) correspondente ao respetivo modo de falha de cada fator de impacto.

A severidade é então calculada pelo produto dos fatores de impacto diretos (DIF) e do efeito multiplicador dos impactos indiretos (IEM), como traduz a expressão:

$$S = DIF * IEM \quad (5.4)$$

Sendo:

DIF: Fatores de impacto diretos;

C: Impacto dos custos;

P: Impacto no planeamento;

$$DIF = 2 * \max(C, P) \quad (5.5)$$

O fator multiplicador de efeitos indiretos (IEM) é calculado em função do impacto na segurança e saúde (HS), impacto nas tarefas subsequentes (ST) e impacto no desempenho do sistema (SP), e pode assumir os seguintes valores:

$$\text{If } \max(ST; HS; SP) = 1 \Rightarrow IEM = 1$$

$$\text{Else} \quad \max(\text{ST}; \text{HS}; \text{SP}) = 2 \Rightarrow \text{IEM} = 1,125 \quad (5.6)$$

$$\text{Else} \quad \max(\text{ST}; \text{HS}; \text{SP}) = 3 \Rightarrow \text{IEM} = 1,25$$

Por último, o índice de risco de uma não conformidade no modelo SICCO (RPN) é obtida pela expressão:

$$\text{RPN} = S * O \quad (5.7)$$

Neste modelo são considerados 3 níveis de risco para cada tarefa: Baixo, médio e alto, e estão graduados em de acordo com a figura 5.47 que se segue.

Na figura 5.47, está representada a ocorrência (O) no eixo YY e a Severidade (S) no eixo XX. A cor verde a área de risco baixo, amarelo a área de risco médio e a vermelho a área de risco elevado.

De forma a tornar mais compreensível o funcionamento o algoritmo da classificação do risco das tarefas no modelo proposto, é ilustrado um esquema na figura 5.48:

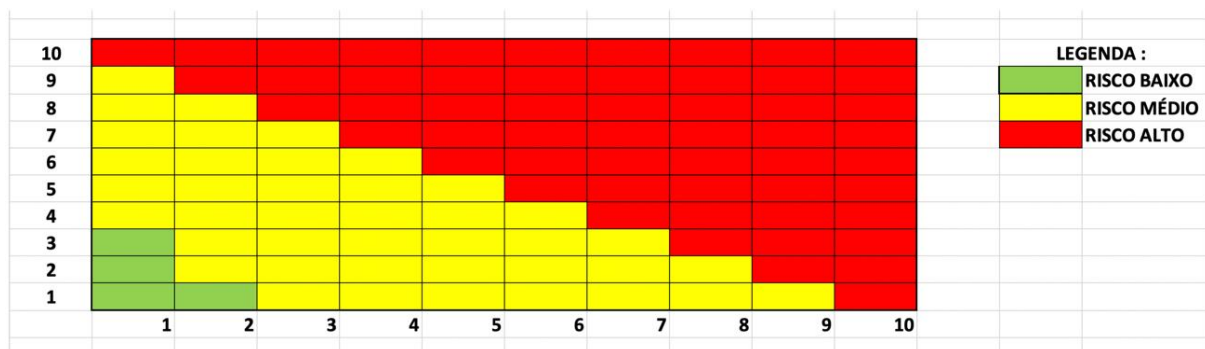


Fig. 5.47 Matriz de Risco no FMEA adaptado

Como se verifica na figura 5.48, o processo inicia-se com a abertura de uma não conformidade associada a uma dada tarefa, com o seu preenchimento é enviado (output) a probabilidade de ocorrência para o algoritmo.

Paralelamente é efetuada a avaliação dos cinco impactos pelo utilizador, no momento do fecho da não conformidade (input). Essa avaliação é enviada para o algoritmo para que com esses valores e os valores de (O) calcule o RPN da tarefa(output).

Após esse cálculo um valor de risco (baixo, médio, alto) , obtido através da representação gráfica do RPN na figura R é enviado para a base de dados geral de tarefas SICCO (input), sobrepondo esse valor ao antigo valor de risco da dada tarefa.

Esse mesmo valor é atualizado na base de dados local de tarefas de cada obra para que o risco de cada tarefa seja sempre atual tendo em conta todas as inspeções daquela tarefa até ao momento.

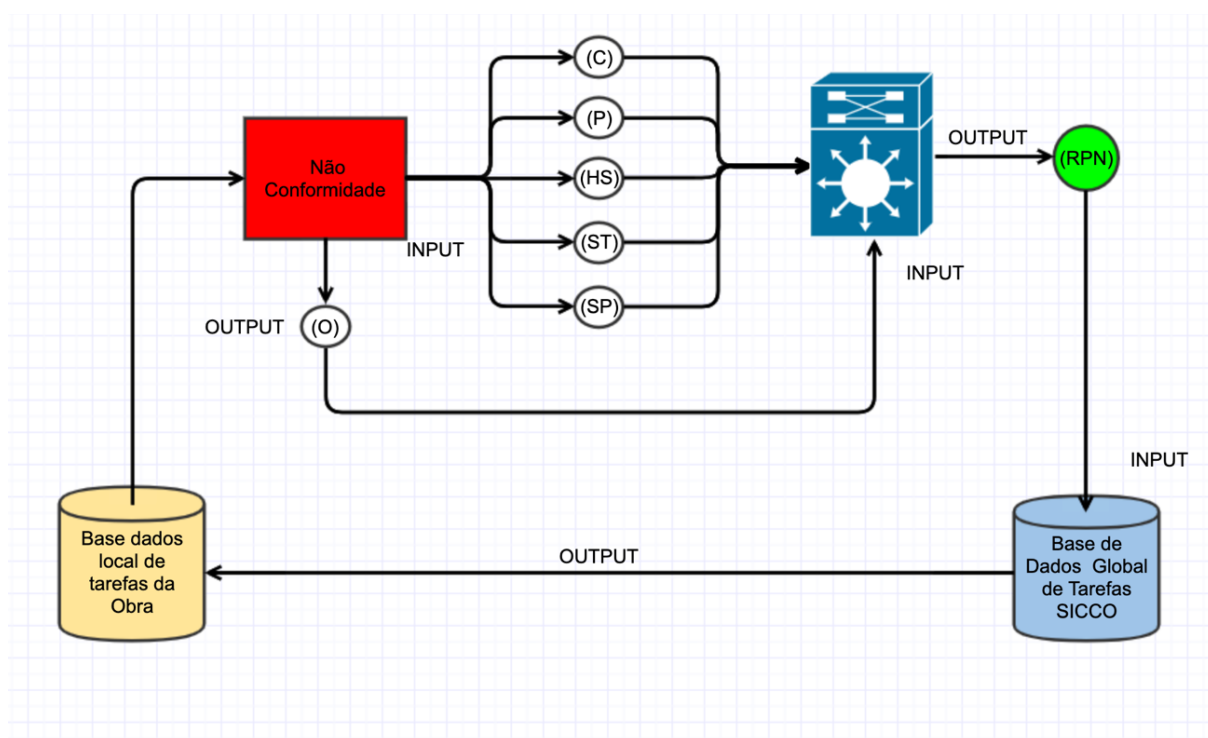


Fig. 5.48 Cálculo de RPN para uma dada tarefa

5.3.4 CONSULTA DA INFORMAÇÃO

Na presente seção é apresentada a última fase do modelo, consulta da informação, que respeita ao agrupamento e representação visual de toda a informação inserida e executada pelo modelo SICCO. Espera-se que com esse agrupamento da informação relativa ao controlo da conformidade em obra, esta se torne de fácil leitura para análise e tomada de decisão quer ao nível preventivo como corretivo. A imagem 5.49 representa o esquema desta fase do modelo SICCO:

Como referido anteriormente, toda a informação relativa à conformidade em obra é agrupado num *dashboard* visual que possibilita uma análise por balizamento temporal das ocorrências de uma dada data de início até a uma dada data final. Toda esta informação é acessível pelos responsáveis da obra num relatório de conformidade. De seguida é apresentado na imagem da figura 5.50 um gráfico desse *dashboard* do modelo SICCO, onde é apresentado o número de inspeções realizados com as FCC e o número de não conformidades detetadas, por dia, numa dada obra, para um intervalo de tempo definido.

Como se pode observar pela figura 5.50, a azul estão representadas as inspeções realizadas e a vermelho as não conformidades detetadas para um dado período. Nos dias em que existem não conformidades sem inspeções, ou seja, apenas se verifica área vermelha sem presença de azul, significa que as não conformidades não foram detetadas por meio de uma ficha de controlo de conformidade. Este aspeto é um indicador de uma eventual discrepância entre o plano de conformidade assumido na obra e a ocorrência de não conformidades em tarefas cujo plano não abrange a sua inspeção, ou abrange com

uma frequência aquém da necessária. Segue-se um “*dashboard*” visual que espelha o resumo das inspeções realizadas, não conformidades detetadas e respetivo impacto das mesmas, ilustrado na figura 5.51.

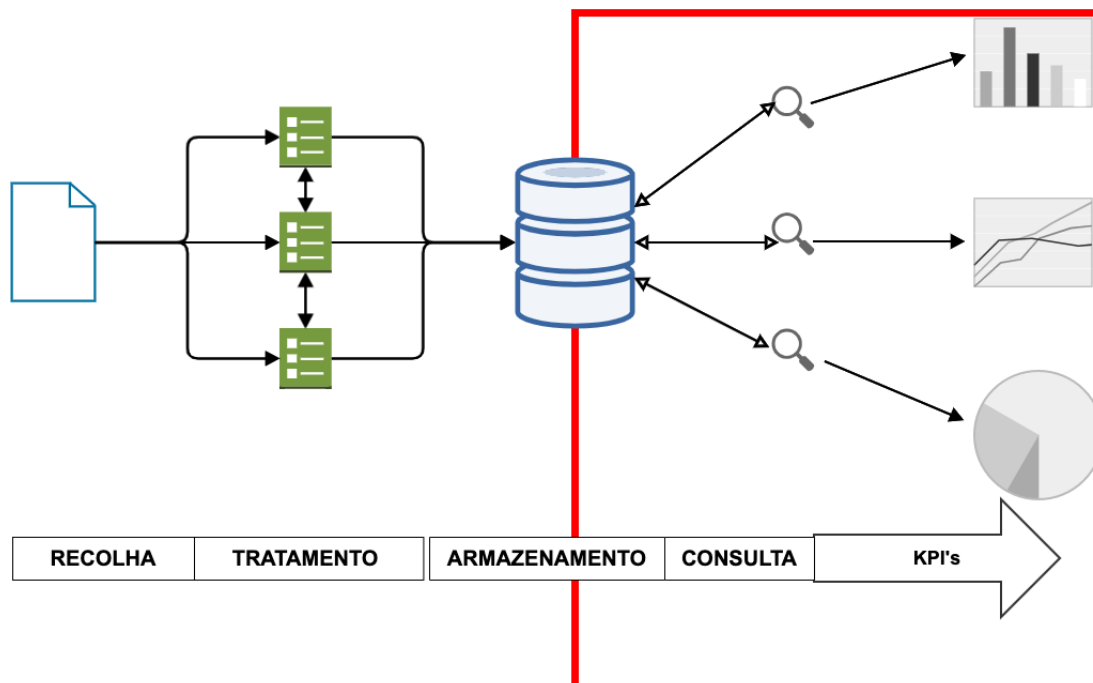


Fig.5.49 Consulta da Informação e KPI's

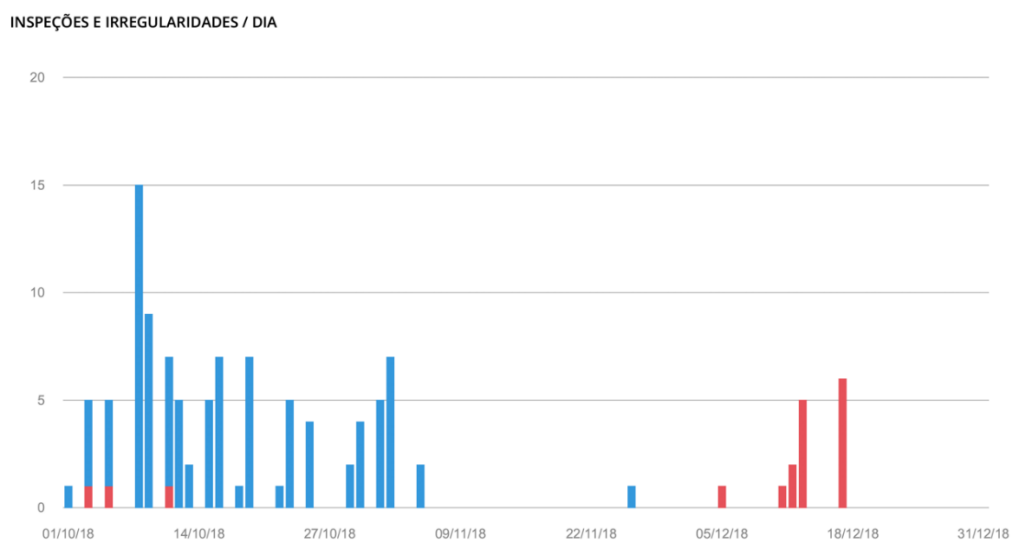


Fig. 5.50 Dashboard de Inspeções SICCO

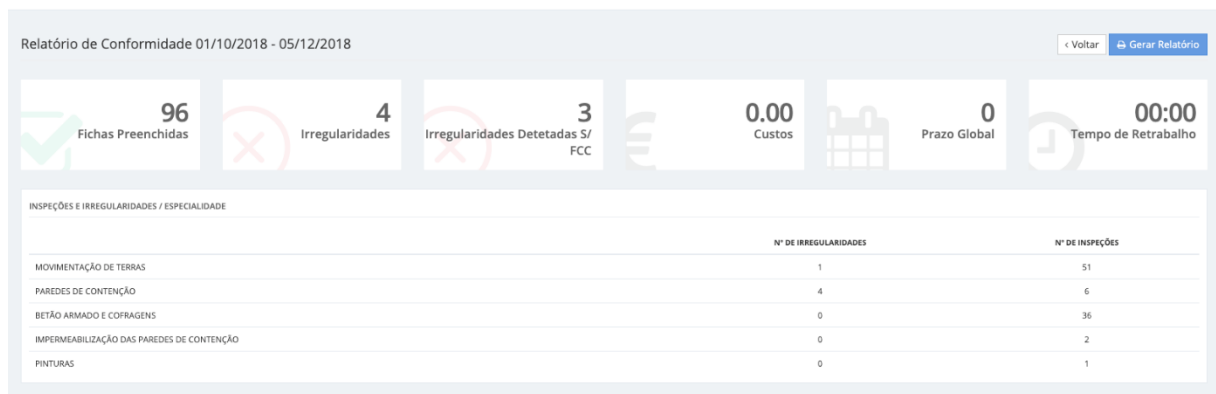


Fig. 5.51 Dashboard Resumo SICCO

A imagem anterior contabiliza o total de FCC preenchidas nas obras, as não conformidades detetadas com e sem FCC e também contabiliza o tempo total de retrabalho gerado e custos das não conformidades. Sendo que estes dois últimos indicadores são calculados através dos “inputs” disponibilizados aquando do fecho de cada não conformidade em obra. Ainda se pode verificar na mesma imagem, uma tabela que contabiliza o número de inspeções e não conformidades por cada tarefa, ao longo da obra.

Na parte inferior desta “dashboard” é apresentado graficamente o estado de cada não conformidade aberta até ao momento, bem como as medidas corretivas a implementar, ilustrados na figura 5.52:



Fig. 5.52 Estado de NC e medidas corretivas SICCO

Analisando o gráfico da esquerda observa-se a percentagem das não conformidades detetadas que já estão resolvidas (a verde), as que se encontram à espera de medidas corretivas (a vermelho) e as que já têm medidas corretivas atribuídas mas ainda não foram inspecionadas (laranja). O gráfico da direita ilustra a percentagem de medidas corretivas inspecionadas (azul claro), em curso (azul escuro), e as

atrasadas (a vermelho). A imagem seguinte, 5.53, ilustra a relação das não conformidades com a responsabilidade atribuída e motivo:

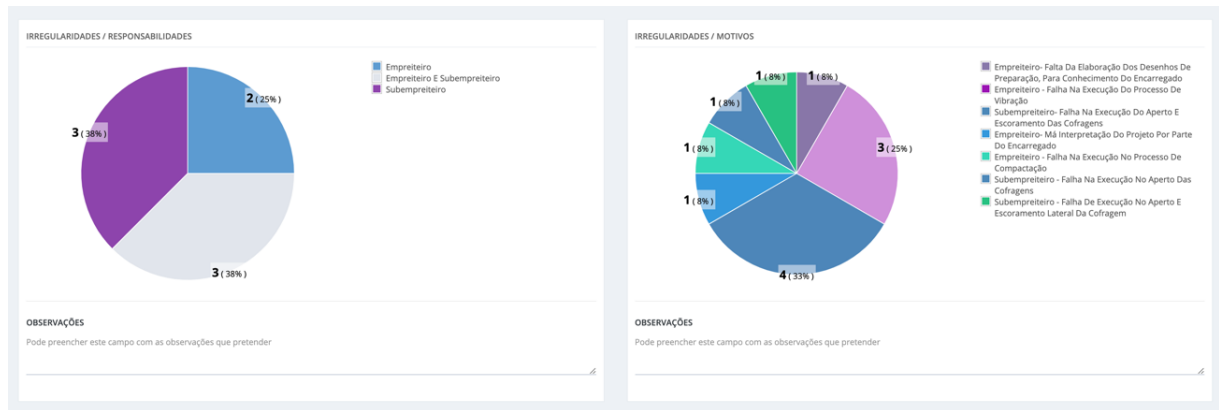


Fig. 5.53 Responsabilidades e Motivos das NC SICCO

O gráfico da direita representa a percentagem de cada responsável atribuída às não conformidades, pode-se ler que, neste exemplo, 38% das não conformidades tiveram a responsabilidade atribuída a subempreiteiros daquela obra, 25% ao empreiteiro geral e 38% a responsabilidade é repartida por ambos. Analisando a parte esquerda da mesma imagem 5.53, são apresentados os motivos de cada não conformidade, divididos percentualmente. De salientar que tanto os motivos como as responsabilidades são inputs inseridos durante o fecho das não conformidades e apesar de serem campos livres, os mesmos ficam gravados na base de dados geral e local do SICCO, para nova reutilização. Os seguintes gráficos são apresentados na figura 5.54 e referem-se aos impactos das não conformidades bem como as tipologias respetivas:

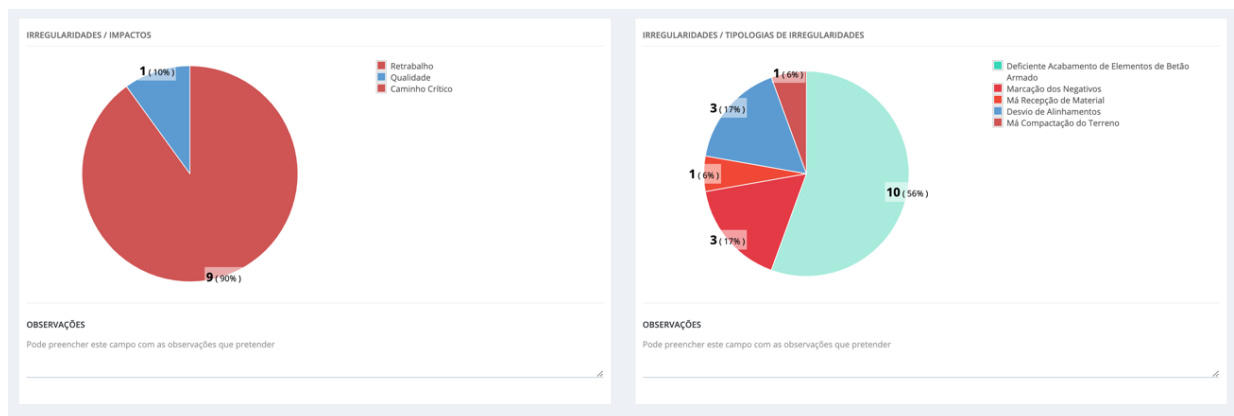


Fig. 5.54 Impactos e Tipologias das NC SICCO

Na imagem da esquerda estão representados os motivos de cada não conformidade, já pré-definidos na base de dados do SICCO. O impacto é dividido por gerar retrabalho, impactar no caminho crítico do planeamento e consequentemente provocar um atraso direto na obra e por apenas impactar a qualidade

dos trabalhos, sem gerar retrabalho, significando que a não conformidade foi aceite. Na parte direita da mesma imagem estão apresentadas as diferentes tipologias de não conformidade, retiradas automaticamente do nome das mesmas. Estes valores são livres e guardados em base de dados, apesar de não serem pré-definidos pelo programa ainda, uma vez que seriam necessários muitos dados históricos nesta fase inexecuíveis. Complementarmente aos gráficos apresentados no referido “*dashboard*” é apresentado no relatório de conformidade informação mais detalhada em lista sobre inspeções, não conformidades e medidas corretivas, para uma análise com mais rigor a efetuar individualmente caso se justifique. A figura 5.55 representa uma lista das não conformidades detalhadas da obra:

QUADRO DE NÃO CONFORMIDADES DETETADAS

NÃO CONFORMIDADE	LOCAL/ELEMENTO	TAREFA	ESTADO	PRAZO RESOLUÇÃO	DATA INÍCIO	DATA FECHO	UTILIZADOR
#316 DESVIO DO ALINHAMENTO DO LINTEL DE FUNDAÇÃO	LOTE 3 > VILLA 3.2	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NO LINTEL DE FUNDAÇÃO	AINDA NÃO FORAM PROPOSTAS CORREÇÕES		13/12/2018		TIAGO LEITE
#312 MÁ EXECUÇÃO DA COFRAGEM NO MURO MSE1 DO LOTE 3/LOTE2	MURO MSE1 - LOTE 2 / LOTE 3 => MSE1	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NOS MUROS	AINDA NÃO FORAM PROPOSTAS CORREÇÕES		13/12/2018		TIAGO LEITE
#72 MÁ EXECUÇÃO DA COFRAGEM PARA BETÃO À VISTA NO TROÇO DE 1 M DA JUNTA DE DILATAÇÃO DO MURO DA RAMPA	MURO M51 RAMPA LOTE 2/1	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DAS PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	MEDIDAS CORRETIVAS POR REALIZAR	22/10/2018	12/12/2018	19/11/2018	TIAGO LEITE
#224 ERRO DE POSICIONAMENTO DO NEGATIVO NA COFRAGEM DA LAJE.	LOTE 3 > VILLA 3.1	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DA LAJE, VIGAS E PLATIBANDA	MEDIDAS CORRETIVAS POR REALIZAR	29/10/2018	12/12/2018		TIAGO LEITE
#311 MAU ACABAMENTO DO BETÃO ARMADO "À VISTA" MURO M53 GARAGEM	GARAGEM => M53	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NOS MUROS	MEDIDAS CORRETIVAS POR REALIZAR		13/12/2018		TIAGO LEITE
#84 MÁ COMPACTAÇÃO DO TERRENO	VILLA 3.2 MSE1 => MSE1	MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS => COMPENSAÇÃO DO RESTANTE SOLO E COMPACTAÇÃO	RESOLVIDA	05/10/2018	05/10/2018	05/10/2018	TIAGO LEITE
#69 INCORRETA IMPLANTAÇÃO DA MARCAÇÃO DOS NEGATIVOS	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => COFRAGEM E ARMADURA DE PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	RESOLVIDA	05/10/2018	03/10/2018	05/10/2018	TIAGO LEITE
#74 MÁ EXECUÇÃO DA COFRAGEM E MÁ COMPACTAÇÃO DO BETÃO	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DO MURO	RESOLVIDA	22/10/2018	05/12/2018	05/12/2018	TIAGO LEITE
#309 SEGREGAÇÃO EXCESSIVA NOS PILARES	LOTE 3	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DOS PILARES	RESOLVIDA	17/12/2018	17/12/2018	17/12/2018	TIAGO LEITE
#305 FALTA DE EXECUÇÃO DE NEGATIVO DE ILUMINAÇÃO NO MURO MSE1 LOTE 3/2	MURO MSE1 - LOTE 2 / LOTE 3 => MSE1	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NOS MUROS	RESOLVIDA	11/12/2018	11/12/2018	17/12/2018	TIAGO LEITE
#123 SEGREGAÇÃO NO MURO DA ESCADA NORTE ESTE	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE => MSE1 DA ESCADA NORTE/ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DO MURO	RESOLVIDA	15/10/2018	11/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#318 DEFICIENTE ACABAMENTO DE BETÃO À VISTA DAS PLATIBANDAS	LOTE 3 > VILLA 3.2	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA COFRAGEM E ARMADURA NAS VIGAS, LAJES E PLATIBANDA	RESOLVIDA	17/12/2018	17/12/2018	17/12/2018	TIAGO LEITE
#317 PILAR DESALINHADO NO LOTE 3 - VILLA 3.3	LOTE 3 > VILLA 3.3 => P 18	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DOS PILARES	RESOLVIDA		13/12/2018		TIAGO LEITE
#313 MÁ RECEPÇÃO DO MATERIAL	LOTE 3	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA COFRAGEM E ARMADURA NAS LAJES E VIGAS	RESOLVIDA	17/12/2018	13/12/2018		TIAGO LEITE

Fig. 5.55 Lista detalhada de NC SICCO

Pode-se observar na figura 5.55 uma tabela onde são identificados as não conformidades com o seu identificador local único para cada obra (representado a #), seguida do nome, o local e o elemento, a tarefa, estado, prazo, data de abertura e fecho e quem deu seguimento ao processo. Trata-se de uma tabela dinâmica, com possibilidade de filtrar informação por qualquer um dos campos já referidos. O mesmo acontece com as medidas corretivas e FCC, apresentadas nas imagens 5.56 e 5.57:

QUADRO DE AÇÕES CORRETIVAS A DESENVOLVER

AÇÃO CORRETIVA	LOCAL/ELEMENTO	TAREFA	ESTADO	PRAZO RESOLUÇÃO	DATA INÍCIO	DATA FECHO	UTILIZADOR
#224 ENCHIMENTO DO NEGATIVO MAL IMPLANTADO; MARCAÇÃO DO POSICIONAMENTO CORRETO E PICAGEM DA LAJE PARA ABERTURA DO NEGATIVO.	LOTE 3 > VILLA 3.1	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DA LAJE, VIGAS E PLATIBANDA	EM CURSO COM ATRASO	29/10/2018	12/12/2018		TIAGO LEITE
#72 PROCEDER DE ACORDO COM O PROCEDIMENTO DE REPARAÇÃO DE BETÃO À VISTA	MURO M51 RAMPA LOTE 2/1	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DAS PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	EM CURSO COM ATRASO	22/10/2018	12/12/2018		TIAGO LEITE
#72 REPARAÇÃO SUPERFICIAL DO BETÃO COM ARGAMASSA DE BARRAMENTO FINO SIKAWALL 120 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIE LISA E UNIFORME SIMILAR A BETÃO PRONTO (ENTRE 0.5 MM E 2MM).	MURO M51 RAMPA LOTE 2/1	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DAS PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	EM CURSO COM ATRASO	22/10/2018	12/12/2018		TIAGO LEITE
#74 UTILIZAR O PROCEDIMENTO DE REPARAÇÃO DE BETÃO À VISTA	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DO MURO	RESOLVIDA	22/10/2018	05/12/2018	05/12/2018	TIAGO LEITE
#74 UTILIZAR O PROCEDIMENTO DE REPARAÇÃO DE BETÃO À VISTA	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DO MURO	RESOLVIDA	22/10/2018	05/12/2018	05/12/2018	TIAGO LEITE
#123 APLICAÇÃO MANUAL DE ARGAMASSA DE BARRAMENTO FINO SIKAWALL 120 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIE LISA E UNIFORME SIMILAR A BETÃO PRONTO (ENTRE 0.5 MM E 2MM)	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE => MSE1 DA ESCADA NORTE/ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DO MURO	RESOLVIDA	15/10/2018	14/12/2018	14/12/2018	TIAGO LEITE
#84 NOVA COMPACTAÇÃO DO CILINDRO	VILLA 3.2 MSE1 => MSE1	MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS => COMPENSAÇÃO DO RESTANTE SOLO E COMPACTAÇÃO	RESOLVIDA	05/10/2018	05/10/2018	05/10/2018	TIAGO LEITE
#69 APLICAÇÃO DE COFRAGEM E BETONAGEM NO SÍTIO ERRADO DE MANEIRA A FECHAR, E ABERTURA DOS NEGATIVOS NO LOCAL CORRETO	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => COFRAGEM E ARMADURA DE PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	RESOLVIDA	05/10/2018	02/10/2018	05/10/2018	TIAGO LEITE
#123 LAVAR E LIMPAR A SUPERFÍCIE A INTERVIR COM UMA ESPONJA HÚMIDA DE MODO A REMOVER A SUJIDADE E POEIRAS DO ELEMENTO E ASSEGURAR CORRETA ADERÊNCIA DA ARGAMASSA DE REPARAÇÃO.	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE => MSE1 DA ESCADA NORTE/ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DO MURO	RESOLVIDA	15/10/2018	14/12/2018	14/12/2018	TIAGO LEITE

Fig. 5.56 Lista Ações Corretivas SICCO

QUADRO DE FICHAS DE CONTROLO PREENCHIDAS								
FC	LOCAL/ELEMENTO	TAREFA	ESTADO	CONFORMIDADE	DATA INÍCIO	DATA FECHO	UTILIZADOR	
#29	ATERROS DE FUNDAÇÕES E MUROS	VILLA 3.2 MSE1 => MSE1	MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS => COMPENSAÇÃO DO RESTANTE SOLO E COMPACTAÇÃO	FINALIZADA	NC	03/10/2018	05/10/2018	TIAGO LEITE
#85	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => E5-S2; D4-S5; E4-S5	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DAS SAPATAS	FINALIZADA	C	08/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#83	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => A2-S1; B2-S3; C2-S1; D17-S2; E17-S2; D13-S5; E13-S5	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DAS SAPATAS	FINALIZADA	C	08/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#78	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => LF1 ENTRE A17-S1 E A7-S1; LF1 ENTRE A17-S1 E B17-S4; B13-S4; LF1 ENTRE A7-S1 E A2-S1; LF1 ENTRE B17-S4; B13-S4 E C17-S2; C13-S2; LF1 ENTRE C17-S2, C13-S2 E D17-S2; E17-S2; D13-S5; E13-S5	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DO LINTEL DE FUNDAÇÃO	FINALIZADA	C	08/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#87	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => A17-S1; A7-S1; B17-S4; B13-S4; B5-S3; C17-S2; C13-S2; C5-S3	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DAS SAPATAS	FINALIZADA	C	05/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#81	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => LF1 ENTRE A2-S1 E B2-S3; LF1 ENTRE B2-S3 E C2-S1; LF1 ENTRE C2-S1 E C5-S3; LF1 ENTRE C5-S3 E D5-S2; D4-S5; LF1 ENTRE D5-S2 E D4-S5; LF1 ENTRE D4-S5 E E4-S5; LF1 ENTRE E4-S5 E E5-S2	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DO LINTEL DE FUNDAÇÃO	FINALIZADA	C	11/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#91	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => A17; A7; B17; B13; B5; C17; C13; D17; E17; D13; E13	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DOS PILARES	FINALIZADA	C	11/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#142	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => F17; F12; G12; F5; F3; G3; G7	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DOS PILARES	FINALIZADA	C	16/10/2018	18/10/2018	TIAGO LEITE
#125	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => LF2 ALINHAMENTO A A C 1 E A 1 A 2 E C 1 A 2 E C A F 2 A 3 E F A C 12; LF1 ALINHAMENTO G 3 A 17; G 13 A 17; LF1 ENTRE F3-S2 E F5-S2; E5-S2 E F5-S2; F3-S2 E G3-S2; E13-S5 E F12-S2; F12-S2 E G12-S2;	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DO LINTEL DE FUNDAÇÃO	FINALIZADA	C	15/10/2018	16/10/2018	TIAGO LEITE
#157	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.2 => LINTEIS DE FUNDAÇÃO	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DO LINTEL DE FUNDAÇÃO	FINALIZADA	C	22/10/2018	22/10/2018	TIAGO LEITE
#112	ELEMENTOS DE BETÃO	MS2 DA RUA DA GORONGOSA => MSE2	PARQUES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DO MURO	FINALIZADA	C	12/10/2018	15/10/2018	TIAGO LEITE
#89	ELEMENTOS DE BETÃO	LF2 ENTRE D17-S2 E E17-S2; LF1 ENTRE D17-S2 E D13-S5; LF1 ENTRE D13-S5 E E13-S5; LF1 ENTRE E13-S5 E E17-S2	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DO LINTEL DE FUNDAÇÃO	FINALIZADA	C	09/10/2018	12/10/2018	TIAGO LEITE
#111	ELEMENTOS DE BETÃO	LOTE 3 > VILLA 3.1 => F17-S2; F12-S2; F5-S2; F3-S2; G12-S2; G7-S2; G3-S2	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DAS SAPATAS	FINALIZADA	C	12/10/2018	15/10/2018	TIAGO LEITE

Fig. 5.57 Lista FCC preenchidas SICCO

Após apresentados os “dashboards” da consulta da informação, segue-se na próxima seção a validação do modelo em obra, onde estes indicadores serão utilizados e analisados para cada caso.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente sub-seção reiteram-se algumas considerações finais acerca do modelo proposto, SICCO, relativamente à concretização dos objetivos propostos inicialmente, apresentados no primeiro capítulo desta tese. Seguidamente é apresentada a implementação do modelo desenvolvido numa aplicação “web”, onde se enfatiza as suas principais funcionalidades e usabilidade do mesmo. Por último é apresentado um cronograma de desenvolvimento do mesmo.

SICCO ou Sistema Integrado de Controlo da Conformidade em Obra é uma aplicação web que visa apoiar os processos de controlo da conformidade e qualidade. A sua utilização alonga-se desde o início do planeamento da fiscalização até ao final da obra. É um sistema integrado pois permite realizar os principais processos do controlo da conformidade desde a criação das FCC até à análise dos resultados e o tratamento da informação.

Foram desenvolvidas metodologias sistemáticas para o controlo da conformidade em obra, estas denominadas de procedimentos, dos quais se destacam o relatório diário de obra (RDO), rotinas de inspeção dos trabalhos executadas pelas fichas de controlo de conformidade em obra (FCC), pedidos de esclarecimentos ou “request for information” – RFI, ordens de serviço, registos de progresso e registo e gestão de não conformidades. Todos estes procedimentos foram centralizados na aplicação informática do modelo SICCO, munidos de informação “as-built” tal como desenhos e fotografias, tornando a toda esta informação acessível em tempo real de forma automática.

A implementação dos referidos procedimentos numa aplicação web veio aumentar a celeridade na execução dos mesmos, aumentando a eficácia e eficiência de cada procedimento, tal como se demonstra

no sétimo capítulo desta dissertação. Os “*dashboards*” desenvolvidos, apresentados ao longo do presente capítulo compilam dados que suportam as tomadas de decisão no decorrer da obra, permitindo avaliar o desempenho da qualidade das tarefas e das entidades envolvidas na mesma. Foi também desenvolvido um algoritmo que permitisse através do cálculo do impacto e da ocorrência das não conformidades, classificar as tarefas em função do seu risco. Por último foi também desenvolvido um algoritmo de cálculo que permite identificar as falhas frequentes de cada ponto de controlo presente nas fichas de controlo da conformidade utilizadas.

Posto isto, em suma, conclui-se que foram desenvolvidos todos os requisitos propostos nos objetivos desta dissertação, conforme apresentados neste modelo. No próximo capítulo é também abordada a interligação do modelo SICCO com modelos BIM de forma a partilhar informação relativa ao controlo da conformidade em obra para ambiente BIM.

6

INTERLIGAÇÃO COM MODELOS BIM

6.1. INTRODUÇÃO

Excecionalmente entende-se introduzir um capítulo específico que contenha todo um conjunto de premissas de investigação que se enquadram em desenvolvimentos futuros e cujo desenvolvimento motiva novas linhas de investigação e desenvolvimento do modelo proposto. Estas linhas em parte estão associadas a questões de disponibilidade de tempo pois só puderam ser consciencializadas após as campanhas de abordagem dos casos de estudo que se estenderam ao longo de quase dois anos, por outro lado apontam para áreas do conhecimento já fora do âmbito da Engenharia Civil envolvendo mais o conhecimento em Engenharia Informática que não é objeto desta dissertação Remetem-se por isso para novas iniciativas neste campo os seguintes temas:

- compatibilização com modelo de informação BIM;
- discussão de eventuais mecanismos de ligação;

Ao longo da presente investigação foi demonstrada a importância que a centralização da informação e a integração de procedimentos e sistemas exercem na transmissão da informação afeta ao controlo da conformidade em obra. Para que seja possível essa integração, há uma grande exigência ao nível da homogeneização de dados, mas também dos modelos de controlo da conformidade adotados numa organização. De acordo com as conclusões retiradas da validação do modelo SICCO, a implementação do mesmo revelou-se um desafio, primariamente na introdução de todos os *inputs* de projeto e dos planos de qualidade para o referido modelo.

Com o surgimento de modelos da informação normalizados na construção e, principalmente para projeto, essa homogeneização começa agora a tornar-se cada vez mais uma realidade. No presente capítulo segue-se uma proposta de moldar o modelo de dados do SICCO, de forma a compatibilizá-lo com modelo de informação BIM, criando uma dimensão de conformidade nesses modelos. Primeiramente é apresentado o estado da arte relativo ao nD BIM, para um melhor enquadramento na presente temática. Seguidamente é apresentada a proposta do modelo de dados federado a desenvolver, bem como descrita a sua estrutura. Na quarta subseção, são apresentados os mecanismos de ligação entre modelos.

A quinta subseção trata um caso de estudo, onde é realizada uma validação entre o SICCO e um projeto Revit, com “*retrofit*” da informação entre modelos e, por último, são retiradas as conclusões da presente proposta. Segue-se na figura 6.1 o esquema das seções abordadas neste capítulo:

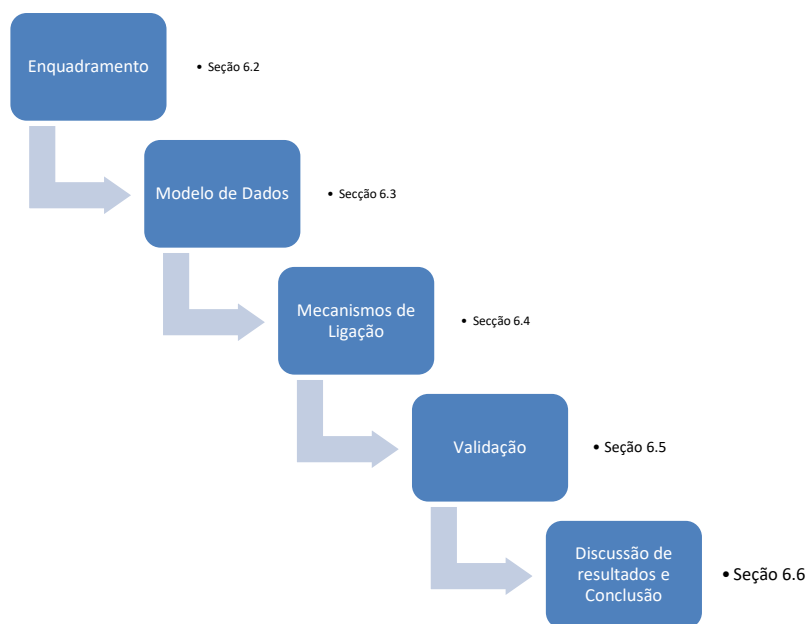


Fig. 6.1 Índice do Capítulo 6

6.2. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

O acrónimo BIM (Building Information Model) representa uma estrutura de dados que integra informação da construção. Ao contrário de softwares CAD, que possuem 2D ou 3D, os modelos BIM integram n dimensões relativas à informação na construção, denominado de n D BIM. Geralmente, o 4D BIM liga dados temporais a um modelo BIM, 5D BIM integra todas as informações relativas aos dados de custo e tempo, e 6D BIM integra todas as informações do ciclo de vida do projeto [81]. A respeito da sexta dimensão, várias abordagens foram propostas recentemente; O'Keeffe propôs que uma sexta dimensão fosse a energia, e ele desenvolveu uma estrutura e processo unificado para expandir 3D BIM para n D BIM [82,83]. Além disso, Zhou [84] sugeriu que a informação de segurança fosse uma sexta dimensão, e desenvolveu um sistema de informação para visualizar os dados integrados. Com outra perspectiva, Wuand Hsieh [85] e Ding [86] consideram registos em fase de construção, ou “*As-built*” como uma sexta dimensão e apresentam uma framework para expandir 3D BIM para n D BIM.

O principal objetivo desta proposta é desenvolver uma estrutura de dados independente, para o SICCO e, explorar os potenciais pontos de ligação a um modelo n D BIM. Pretende-se propor um modelo de dados federado para o controlo da conformidade em obra, que opere de forma independente mas, que também que esteja preparado para uma ligação a objetos BIM, enviando informação relativa ao controlo da conformidade desses objetos para o modelo BIM, criando uma dimensão extra referente ao controlo da conformidade em obra.

De uma forma semelhante, o presente estudo também considera uma dimensão extra, com a introdução de informação relativa à conformidade gerada através de mecanismos de controlo suportados em documentação “*As-built*” no SICCO. Contudo, a peça central desta pesquisa é o modelo de dados federado, com funcionamento independente do modelo BIM, tendo sido este último, considerado como um meio de visualização após o tratamento dos dados, realizado no modelo independente. Em suma, enquanto os outros trabalhos consideram 3DBIM mais n dimensões extra agregadas ao modelo, esta

proposta sugere uma abordagem inversa, considerando a dimensão referente ao controlo conformidade e uma integração posterior com as dimensões geométricas usuais de um modelo BIM.

6.3. MODELO DE DADOS

Este subcapítulo apresenta o modelo de dados proposto, bem como a sua estratégia de desenvolvimento, justificando sob o ponto de vista do autor, as razões que o levaram a optar por cada escolha. No âmbito do desenvolvimento de uma ferramenta de controlo da conformidade em obra, objeto deste trabalho, é apresentado um modelo de dados federado, ou seja, um modelo completamente independente, constituído por objetos próprios, não obstante deixar o modelo preparado para uma integração futura com outros modelos de dados, tais como o BIM.

O modelo proposto apresenta uma estratégia de processamento de informação do tipo “*bottom-up*”, ou seja, o sistema original vai-se compondo passo a passo, em subsistemas de um sistema maior e mais complexo. Esta estratégia vai permitir o aumento da profundidade do software bem como o incremento das suas funcionalidades de forma sustentada, para além de deixar em aberto futuras integrações com outros modelos de dados independentes, no caso do BIM.

Tendo em plena consideração a utilidade e robustez dos modelos de dados BIM para as diferentes aplicações nas diversas áreas e fases do processo construtivo, são ainda apontadas muitas lacunas a nível de interoperabilidade e transferência de dados entre diferentes softwares, ainda que utilizem uma estrutura de dados normalizada, no caso do IFC. É inevitável que, durante todo o processo construtivo, o modelo de dados seja alterado, transferido e utilizado em diferentes softwares, em diferentes fases ou para diferentes fins. Por exemplo, só em fase de projeto são utilizados diversos softwares para as diferentes especialidades, na gestão da empreitada são utilizados outros e posteriormente a fase de manutenção segue o mesmo raciocínio.

Mesmo com a normalização IFC, é impossível uma transferência completa de toda a informação de modelo para modelo, seja por razões comerciais, ou até mesmo de estrutura de dados. Esta constatação põe em perigo todos os modelos de dados a jusante que dependam da transferência dos modelos utilizados em fases anteriores.

Por essa razão, e porque o modelo proposto se enquadra na fase de construção, ou seja, entre o projeto e a manutenção, o autor optou por um modelo de dados federado totalmente independente, para que o seu funcionamento não seja congestionado por nenhum tipo de problemas de interoperabilidade ou interface entre software.

O esquema seguinte pretende ilustrar o modelo de dados proposto, bem como a zona de interseção com um modelo BIM, onde existe partilha de dados e objetos comuns aos dois modelos:

Nos processos associados ao controlo da conformidade descritos, são integrados formulários de registo de dados, para a sua gestão e análise posterior, de forma a puderem ser extraídas as métricas de desempenho pretendidas em cada processo (*outputs*). Esses formulários de coleta de dados serão chamados doravante de instrumentos de comunicação e controlo (ICC). Tirando partido do fato de muitos dos *inputs* serem transversais aos diversos ICCs, e de forma a permitir a criação de novos ICCs no futuro e integrá-los facilmente neste modelo, decidiu-se uniformizar a estrutura dos ICCs, criando grupos de atributos, dividindo estes inputs por função e natureza.

Na figura 1 encontra-se um exemplo de um ICC (*WorkOrder*), que pretende ilustrar a visualização no preenchimento do ICC:

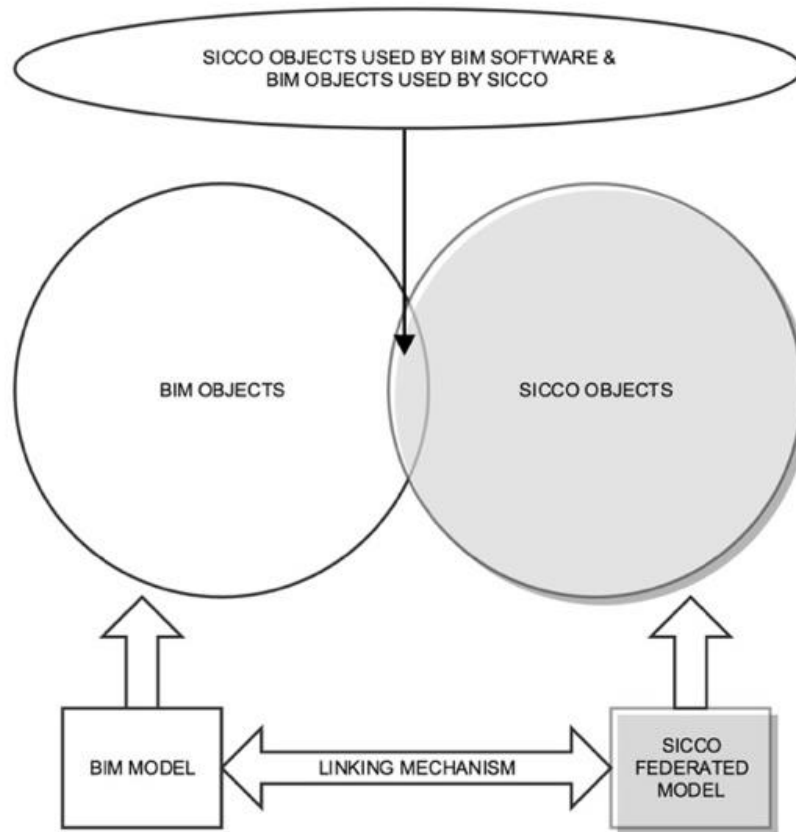


Fig. 6.2 Modelo de Dados Federado

Ordem de Serviço	
exemplo	SCOPE ATTRIBUTES
Interna	
Administrador	IDENTITY ATTRIBUTES
Jorge Fernandes, Administrador	
Checklist ☐ Instrução 1 ☒ Instrução 2 ☐ Instrução 2 + adicionar ponto + adicionar lista de pontos	DESCRIPTION ATTRIBUTES
Itens Relacionados Carregar Anexos Carregar Fotos Carregar Plantas + adicionar instrumento comentario exemplo	COMPLEMENTARY ATTRIBUTES
Estado	Rascunho
Prazo	2017-06-28
Entidade Executante	Entidade Executante 1
Categoria	Paredes
Tarefa	Tarefa 1
Sub Tarefa	Sub-tarefa 1
Localização	Edifício 1 > Frente de Obra 1 > Local 1
Elemento	Elemento 1 Elemento 2 Elemento 3 Elemento 4
SYSTEM ATTRIBUTES	

Fig. 6.3 Atributos de um ICC (ordem de serviço)

Desta forma, temos *inputs* que servem para identificar que tipo de comunicação se pretende realizar, seja uma não conformidade, uma inspeção ou um pedido de esclarecimento, por exemplo. Outro tipo de *inputs* são aqueles que definem especificações da comunicação a realizar, tais como o estabelecimento do prazo para a sua finalização, quem é o responsável, quem pode ter acesso à comunicação, ou qual a empresa responsabilizada pela ocorrência em questão.

Um *input* específico de cada ICC é a descrição, onde se pretende discriminar e detalhar a ação específica que se pretende executar, este input poderá ser do tipo *checklist* no caso de ser uma ordem de serviço ou inspeção, do tipo pergunta/resposta no caso de ser um pedido de esclarecimento, ou apenas um campo de texto longo.

Depois de descrito e definido o tipo de comunicação, importa a referenciação espacial do ICC, para isso, surge o grupo de inputs chamado de “*Location path*”, que permite aos utilizadores e responsáveis saber com precisão a que local ou elemento se refere a ocorrência em questão. Para além da localização, é também importante perceber com que especialidade ou área funcional o ICC está relacionado, bem como a que artigo do C.E. corresponde e de que tarefa específica se trata. Esta catalogação é importante não só para completar os dados necessários ao seu tratamento, mas também para agrupar os ICCs segundo a catalogação descrita, de forma a ser possível apurar resultados e obter métricas de desempenho por especialidade e tarefa. De forma a poder completar estes ICCs, criou-se um grupo de inputs complementares, que abrangem o carregamento de fotografias, anexos em pdf, plantas, e permitem carregar automaticamente o *link* de outro ICC com o qual possa estar relacionado. O último grupo de inputs tem o nome de inputs do sistema exatamente por serem inputs gerados automaticamente pelo sistema, não podendo ser alterados ou removidos. “*Inputs*” tais como a data de criação e modificação de um ICC, bem como o registo de todas as modificações feitas e o seu autor, são úteis tanto para calcular KPIs, tais como tempo total de resolução ou índice de atraso, mas também para permitir uma consulta e registo pormenorizado de toda a atividade realizada em cada ICC por cada interveniente. Na quadro 6.1 são apresentados os grupos de atributos supramencionados e é explicada a sua função e os outputs que estes potenciam:

Quadro 6.1 Tabela de Atributos

GRUPO INPUT	ATRIBUTOS	FUNÇÃO	OUTPUTS
ÂMBITO	• Título • Tipo	Definir o objetivo e âmbito da ocorrência	Catalogação por tipo de ICC
IDENTIFICAÇÃO	• Estado • Data início • Prazo • Utilizador Responsável • Utilizadores com Acesso • Entidades Executantes Associadas	Definir prazos, atribuir responsáveis e participantes	Tempos de resposta e atraso Catalogação da ocorrência por utilizador, entidade executante e por grau de prioridade/estado
DESCRIÇÃO	• Campo de texto com checklist	Descrever detalhadamente as ações que se pretendem executar	Resultados de conformidade por ponto de controlo
LOCALIZAÇÃO	• Edifício • Frente de Obra • Local ou compartimento • Elemento	Localizar a ocorrência no espaço	Catalogação dos resultados dos ICC por localização
TAREFAS RELACIONADOS	• Especialidade/Área Funcional • Artigo do C.E. • Tarefa	Relacionar a ocorrência com a respetiva especialidade/área funcional bem como com o respetivo artigo do C.E. e tarefa específica	Catalogação dos resultados dos ICC por tarefa/artigo/especialidade
COMPLEMENTARES	• Fotografias • Anexos (PDF/JPEG) • Comentários • Plantas/Desenhos PDF • Outros instrumentos relacionados (link)	Agregar informação complementar para consulta visual rápida em tempo real	Biblioteca e fototeca AS-BUILT, por ICC e localização
SISTEMA	• Data criação • Data de modificação • Ações de modificação • Autor dos registos	Registo detalhado toda a atividade Transparência e confiança nos dados	Logs de Atividade por instrumento e utilizador

6.3.1. ESTRUTURA DE DADOS

A organização da estrutura de dados é fundamental para uma consulta ágil da informação, sendo este critério um fator chave para uma boa navegabilidade e usabilidade do programa, mas também para a eficácia na resposta do mesmo perante os seus utilizadores. Posto isto, neste capítulo será explicada a estrutura dos dados do modelo proposto, definidas as principais entidades e atributos, bem como as principais relações entre eles. Tendo em conta a importância da consulta e análise dos dados referidos, e numa perspetiva de facilitar as consultas à base de dados, centralizou-se a estrutura de dados na entidade “*Control Instrument*” e criaram-se tabelas intermédias de relação entre os instrumentos de controlo e os diferentes grupos de atributos (figura 6.4). Desta forma, consegue-se facilmente obter nestas tabelas de relação, uma compilação dos dados que se pretende consultar por atributo, seja por fotografia, por local ou elemento, por entidade, ou até mesmo por resultado. Na figura 7.4 está representada a tabela “*Control instruments*”, que define os ICC de todos os tipos mencionados anteriormente, através dos seus atributos. Nesta figura é exemplificado o enquadramento dos diferentes grupos de atributos na definição dessa entidade. Estão representados os seus atributos próprios, a sua relação com as restantes entidades e a sua relação com cada projeto, ou seja, todas as relações apresentadas a seguir são válidas para cada projeto, podendo um projeto ter n ICCs.

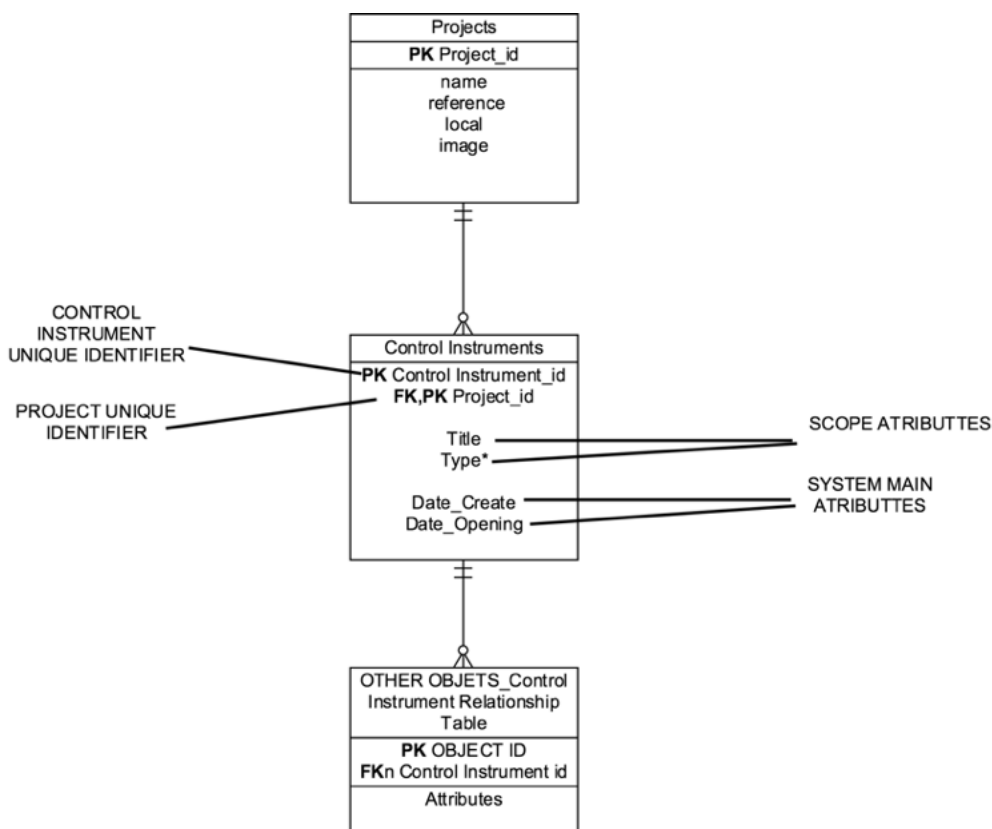


Fig. 6.4 Tabela Instrumentos de Controlo

Neste subcapítulo pretende-se mostrar as relações das tabelas principais que definem ICCs dentro de um projeto através de um diagrama ERD. Na figura 6.5 está representado um ERD de alto nível com as relações da entidade “*Control instruments*” com as restantes entidades definidas pelos atributos descritos no quadro 6.1, que lhe estão relacionadas. Na figura 6.5 pode-se ver a amarelo as tabelas intermédias de

relação “Control Instrument”- “Entity”, onde estão assinalados os grupos de atributos a que pertencem. A azul encontram-se as tabelas individuais de cada entidade.

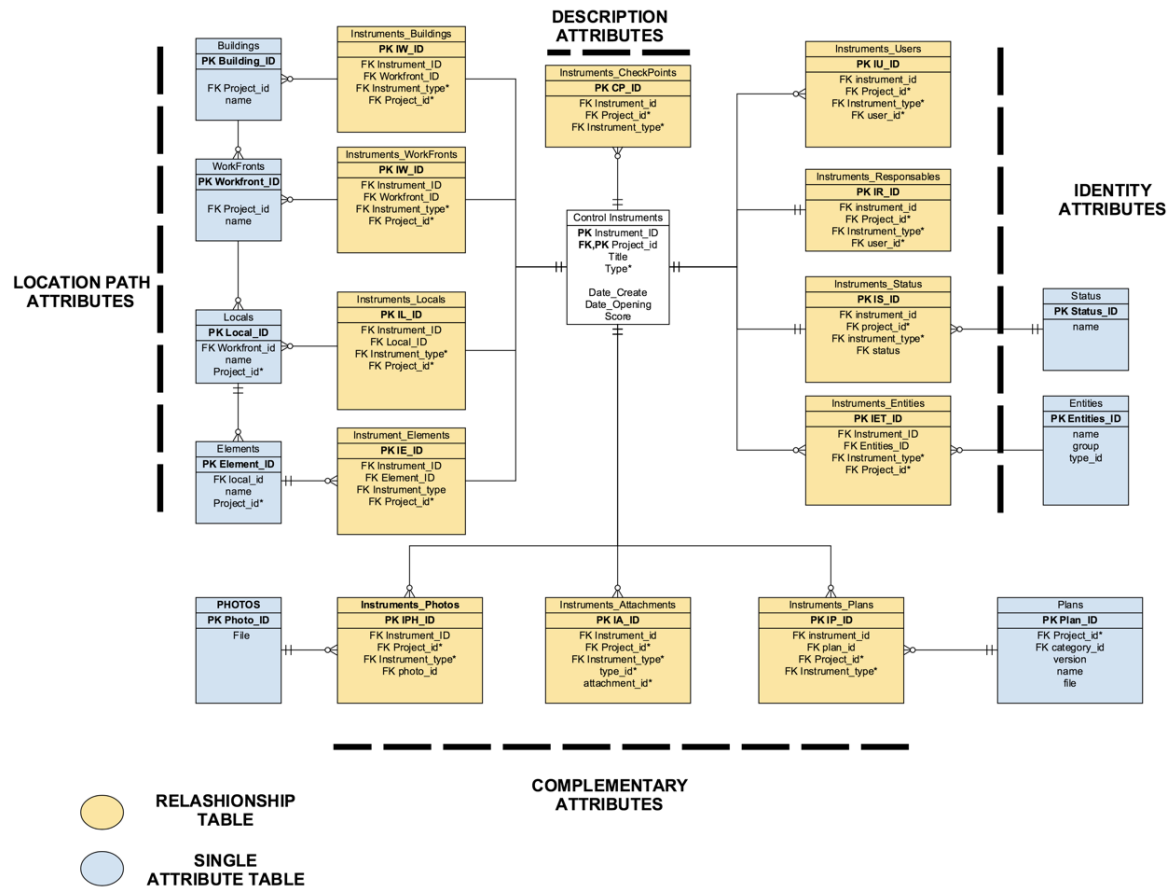


Fig. 6.5 Diagrama Entidade relação

Depois de estar demonstrado o diagrama de relação de alto nível entre as entidades e atributos que compõe os ICCs, falta abordar os atributos derivados. De uma forma genérica, estes últimos são atributos resultantes do cálculo dos restantes, que vão ser utilizados como Outputs do programa, apresentados como KPIs, gráficos e relatórios. Cada atributo derivado tem o seu próprio algoritmo de cálculo executado por funções em linguagem de programação, contudo deve-se salientar que o objetivo deste subcapítulo é apenas demonstrar a relação genérica desses atributos com as entidades já apresentados. De forma a simplificar esta explicação, esses atributos derivados serão representados por uma entidade única denominada de “Results”, e é demonstrada a sua relação com a tabela “Entities” que representa as entidades executantes da empreitada. Assim a tabela relacional apresentada na figura 7.6, agrega os resultados de conformidade por entidade executante, sendo que na realidade existe uma tabela relacional entre “Results” e cada tipo de entidade que se pretenda analisar resultados, ou seja, “Results-Local”, dá-nos os resultados por local, por exemplo. Como se constata pela observação da figura 7.6, a tabela intermédia “Results_instrument_entetites” agrega os resultados de cada ICC por entidade executante neste caso, e como existem vários tipos de resultados para cada ICC (atraso, score, tempo de resolução, etc), criou-se uma tabela auxiliar “Results_type”, que através do seu identificador

“Results_type_ID”, nos indica o tipo de resultado. Desta forma, uma consulta à tabela relacional consegue agregar o valor de cada tipo de resultado por entidade e por ICC

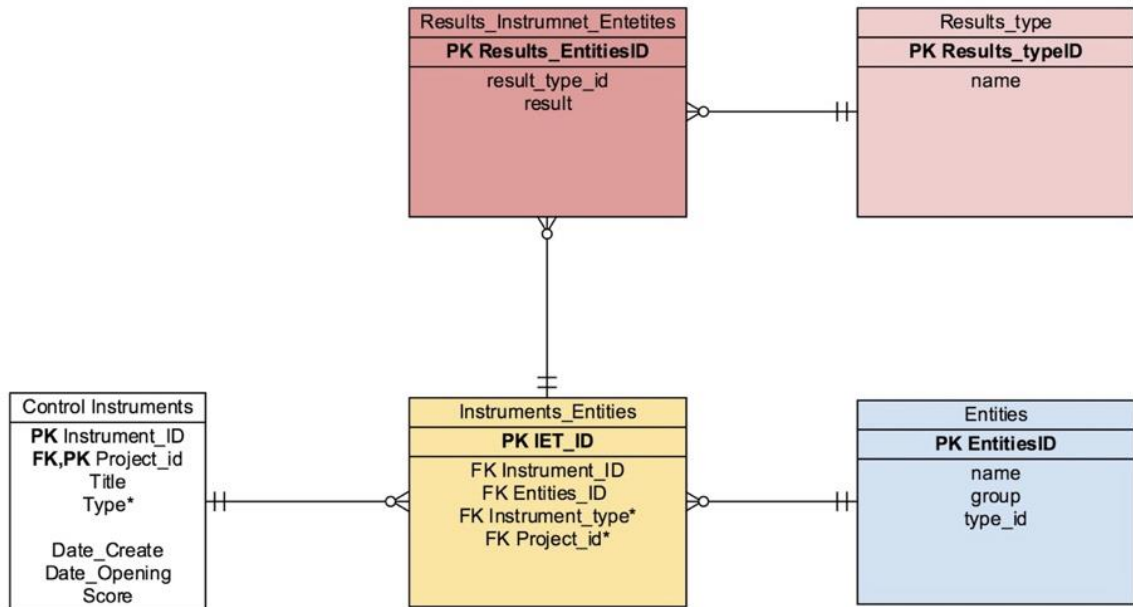


Fig. 6.6 Agregação de Resultados

Até agora, foi apresentada a estrutura de dados que relaciona o resultado de cada ICC por entidade relacionada. Falta, porém, apresentar a estrutura de dados que relacione os resultados globais dos ICC por entidade. Ou seja, enquanto no exemplo anterior consegue-se consultar os resultados individuais de todas as não conformidades de uma dada entidade executante, por exemplo, nesta fase pretende-se consultar o resultado global dessas não conformidades, sob a forma de KPI único que exprima o desempenho geral ao nível desse ICC por parte dessa entidade. Note-se que, esta agregação de dados revela-se útil para relatórios simplificados e para uma visualização rápida em *dashboard* desses indicadores, porém a sua maior valia principal está na concentração de toda a informação resumida por objeto, possibilitando a ligação a outros modelos de dados através da tabela “General Results” apresentada na figura 6.7.

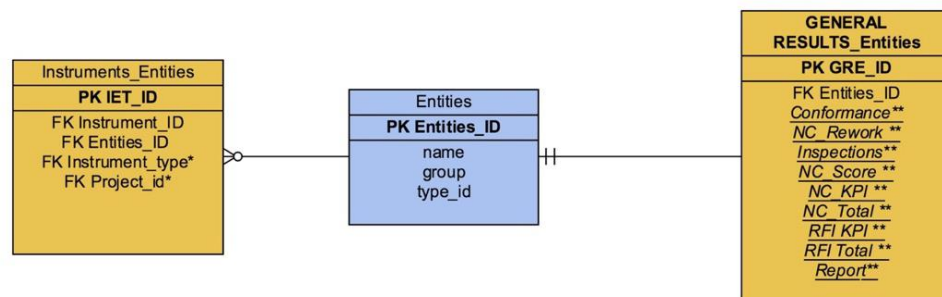


Fig. 6.7 Tabela de Ligação dos Resultados

Esta tabela encontra-se no limite da zona de interseção entre o modelo de dados federado e outro modelo de dados BIM, como representado na figura 6.2. É a partir desta tabela, que os objetos BIM podem receber informação resumida relativa à sua conformidade. No próximo capítulo serão abordados os pontos e mecanismos de ligação a um modelo BIM e ainda será demonstrada uma aplicação prática dessa integração num software BIM.

6.4. MECANISMOS DE LIGAÇÃO

Embora o modelo proposto tenha uma estrutura de dados própria e opere de forma independente, importa salientar que a integração de certos dados iniciais de projeto, tais como locais e elementos, otimizam o processo de controlo da conformidade do SICCO. Essa informação relativa aos locais ou elementos, pode ser facilmente apurada num modelo BIM, e a sua integração, independentemente do grau de automatização utilizado, pode sempre ser feita através do identificador único de cada objeto GUID.

Este identificador é único para cada objeto BIM, independente do projeto, ou software. Já em fase de construção, à medida que o SICCO vai sendo utilizado, é também útil a utilização dos resultados resumidos da conformidade de cada elemento, na medida em que será possível obter uma visualização tridimensional dos elementos com uma dimensão extra correspondente à conformidade.

Assim, é possível num modelo BIM abrir o relatório de conformidade de um elemento, consultar o nº de inspeções e até o Score de conformidade do mesmo. Esta última ligação conecta a tabela de transição do modelo federado “*Results_Element*” ao objeto BIM, novamente através do seu identificador único global GUID.

Desta forma, identificamos uma ligação a montante do SICCO (dados do projeto) e outra a jusante ou durante a sua aplicação em obra, conforme ilustra a figura 6.8.

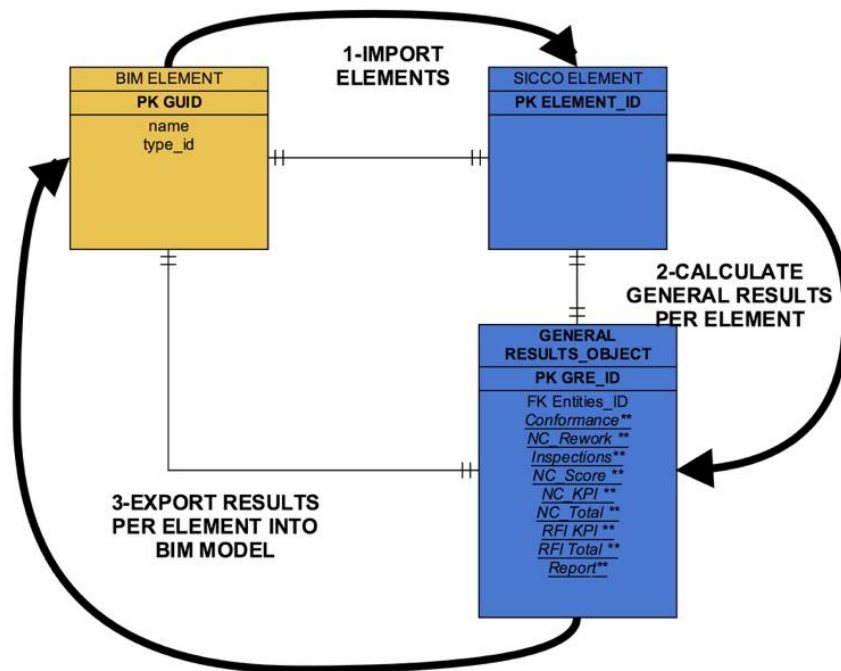


Fig. 6.8 Esquema de Ligação

Poderão ser levantadas questões à cerca da quantidade de informação de projeto, principalmente relativa à qualidade, que poderia migrar do BIM para o SICCO na ligação 1, uma vez que em fase de projeto já estão definidos alguns parâmetros de controlo da conformidade. De fato, esta informação poderia até otimizar a utilização do SICCO, contudo, toda a independência criada pelo modelo federado, estaria condicionada a montante pelo modelo BIM e intervenientes de projeto.

De uma forma resumida, a integração de informação de projeto relativa à conformidade estaria condicionada pelo LOD (nível de detalhe) do projeto, modelo de dados do software em questão, forma de trabalhar da empresa de projeto (possivelmente alheia à fase de construção). Por essas razões, o autor optou por limitar as integrações ao BIM à única informação transversal a todos os projetos, softwares e empresas, ou seja, ao GUID. Desta forma, existe garantia que cada objeto tem identificação única e inalterada, possibilitando a sua migração para diferentes modelos de dados, sem que haja perdas de informação. Não sendo o objeto desta proposta discutir os mecanismos que permitam essas integrações, salienta-se a possibilidade de utilizar exportação e importação via Excel para o SICCO, referente à integração dos elementos por GUID (ligação1).

Já a integração dos resultados da conformidade num modelo BIM é um processo mais complexo, podendo ser realizada, de forma genérica de três formas diferentes :

- Manual: criando “*shared parameters*” por projeto relativos aos atributos da tabela “*General_Results*” e importando os valores desses atributos do SICCO.
-
- Semi-automática: Criando um script que automatize o processo manual, executando o mesmo em cada projeto.
- Automática: Criação de um “*Plug-in*” através de programação C#, em formato universal (IFC), que após instalado em qualquer software execute automaticamente todos os processos já mencionados.

De salientar novamente que a discussão destes mecanismos de ligação não é objeto desta proposta, embora seja importante pelo menos indicar tais possibilidades, e constatar superficialmente que a integração mais desejável é a automática, na medida em que os outros mecanismos são válidos apenas para cada projeto e dependentes de cada software BIM utilizado. No próximo subcapítulo será demonstrada uma aplicação da ligação dos resultados da conformidade obtidos no SICCO a um modelo BIM e serão discutidas as vantagens e possíveis limitações da mesma.

6.5. VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

Por último, e de forma a tentar representar a integração dos dados da conformidade dos elementos de projeto calculados no SICCO num modelo BIM, foi feita uma integração manual através da criação de “*shared parameters*” num modelo BIM em Revit, relativos aos atributos da tabela “*General_Results*” e preenchidos os respetivos valores para cada um. Note-se que, qualquer um dos mecanismos discutidos em 7.4 são válidos para a obtenção do mesmo resultado, apenas varia o tempo e a viabilidade do processo. Depois de criados no projeto Revit os parâmetros da conformidade do SICCO, forma preenchidos valores para os mesmos, e como é demonstrado na figura 7.9, foi tirado um mapa de quantidades “*Schedule Quantities*” das paredes desse projeto, com o seu identificador, nome e todos esses parâmetros já mencionados. Este mapa está ordenado pelo parâmetro conformidade, e como se pode ver na figura 7, aparecem na parte superior dois elementos “não conformes” e os restantes em baixo. Para além do identificador e nome do elemento, também se pode observar neste mapa, os outros parâmetros introduzidos, tais como o nº de inspeções, o score da não conformidade, o total de “*rework*”

gasto, e o “link” para o relatório da conformidade proveniente do SICCO. Estes mapas são extraídos com facilidade e podem ser ordenados por qualquer parâmetro do programa, e filtrados por qualquer categoria ou tipo. Desta forma consegue-se obter muito facilmente um mapa de conformidade com todos os dados trabalhados no SICCO, de fácil consulta num modelo BIM.

<Wall Schedule>						
A	B	C	D	E	F	G
ICCID	Family and Type	Inspections	NC Score	Rework	Conformance Status	Conformance Report
No	Basic Wall: Parede exterior	1	0	0.00		Report.docx
Yes	Basic Wall: Parede exterior	1	0	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Foundation - 12" Concrete	1	0	10000.00		Report.docx
	Basic Wall: Foundation - 12" Concrete	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Foundation - 12" Concrete	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Foundation - 12" Concrete	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Interior - 5 1/2" Partition	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Interior - 5 1/2" Partition	50	2000.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Interior - 5 1/2" Partition	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Interior - 5 1/2" Partition	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Interior - 3 1/8" Partition	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Interior - 3 1/8" Partition	100	0.00	0.00		Report.docx
	Basic Wall: Parede exterior	1	20	5000.00		Report.docx

Fig. 6.9 Mapa de Quantidades BIM

Após a criação deste mapa, podem-se ainda criar mecanismos de formatação condicional em função do valor ou cálculo dos parâmetros que se pretenda. Na figura 6.10 está representada uma formatação condicional deste mapa, em que estão realçados visualmente as duas paredes não conformes, apresentadas no mapa da figura 6.9.

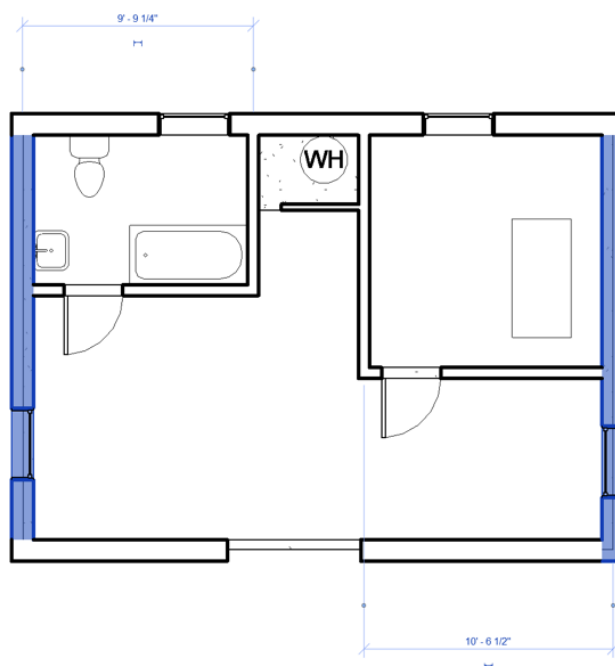


Fig. 6.10 Elementos Não Conformes

6.6. CONCLUSÃO

O controlo da qualidade em fase de execução é um mecanismo chave para a obtenção de um produto final em conformidade com o projeto, contribui para a redução das derrapagens temporais e orçamentais. Hoje em dia, com as presentes tecnologias de informação, tais como “*cloud computing*” e “*mobile*”, é possível transformar os métodos tradicionais estáticos, em sistemas de partilha e transferência de informação dinâmicos, com interação em tempo real, possibilitando tomadas de decisão mais rápidas, suportadas em informação atualizada.

A introdução dos registos da construção designados por “*As-built*” nos modelos atuais do controlo da qualidade, vem otimizar o processo, diminuindo os custos e tempos de atuação, centrando o esforço dos recursos envolvidos nas tarefas que agregam valor dentro desse processo. Várias pesquisas defendem que, o fator chave para obter uma documentação “*As-built*” completa é a integração dessa informação num modelo BIM, que possibilite a sua partilha e acesso em tempo real por todos os intervenientes. Encontram-se modelos que adicionam uma dimensão extra ao modelo BIM, relativa aos registos “*As-built*”.

Contudo, os atuais modelos de integração dos “*As-built*” centralizados no conceito 3DBIM, enfrentam várias dificuldades na total integração desses dados, devido à heterogeneidade e diversidade estrutural dos mesmos.

Essa realidade, e o fato de se pretender com este trabalho uma abordagem bottom-up, prática e funcional, levou o autor a optar por um modelo de dados federado para incorporar a informação “*As-built*” no controlo da conformidade em obra. Desta forma, o controlo da conformidade é realizado de forma consistente, sem depender de dados provenientes de outros sistemas. Não obstante, o modelo proposto foi preparado para receber e enviar informação para modelos BIM, de forma a otimizar a utilização do software de controlo da conformidade e enriquecer um modelo BIM em fase de construção com informação atualizada relativa ao controlo da conformidade.

A comunicação do modelo proposto com objetos BIM, é limitada ao identificador único de cada objeto GUID, precisamente pela invariabilidade deste parâmetro, garantindo perfeito funcionamento e independência de terceiras variáveis não controladas.

Por último, é demonstrada uma aplicação prática da integração dos dados referentes ao controlo da conformidade num modelo Revit, onde se demonstram algumas mais valias, tais como a extração de mapas de conformidade dos elementos pretendidos, bem como uma sinalização visual dos elementos em função dos parâmetros de conformidade pretendidos.

Em suma, o seguinte trabalho concretiza um modelo de dados executável em tecnologia “*mobile*” e “*cloud*”, que integre documentação “*As-built*” no controlo da conformidade em obra.

Este modelo revela-se totalmente independente a montante e a jusante da sua fase de atuação, porém é demonstrada a possibilidade de receber informação de projeto relativa à identificação dos objetos BIM a controlar. Também é demonstrada a possibilidade de enviar informação resumida da conformidade desses elementos para um modelo BIM, onde podem ser consultados sob a forma de mapa, ou até visual em função das condições impostas por cada utilizador.

Assim, e sob forma de conclusão, consegue-se com este modelo operar no controlo da conformidade sem constrangimentos ou dependências de outros modelos de dados mas, ao mesmo tempo, tirar partido das mais valias das estruturas de informação BIM, de forma a acrescentar valor neste processo.

No seguinte capítulo é apresentada a validação do modelo proposto em obra e, posteriormente, no capítulo subsequente ao próximo são apresentadas propostas de desenvolvimentos futuros, uma das quais envolve precisamente a interligação apresentada no presente capítulo.

7

APLICAÇÃO DO SICCO

7.1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo procede-se à apresentação da síntese dos resultados da aplicação do modelo proposto (SICCO) em várias obras tomadas como casos de estudo. Pretende-se desta forma validar tanto o modelo desenvolvido, bem como a sua resposta face à problemática exposta ao longo desta investigação. Primeiramente, é apresentada e definida a metodologia de validação do modelo nos casos práticos, definindo os seus objetivos e intervenientes. De seguida é explicado de forma sucinta o roteiro de aplicação do modelo proposto nos casos práticos, bem como os recursos e ações necessárias para a sua configuração inicial e utilização ao longo da obra, culminando esta parte com a metodologia de análise de dados para cada caso. Posteriormente são apresentados os resultados de cada obra individual e os resultados globais desta aplicação prática. Os resultados são interpretados e discutidos a um nível individual e global, deixando espaço para as conclusões finais desta aplicação prática. A figura 6.1, ilustra esquematicamente o índice deste capítulo:

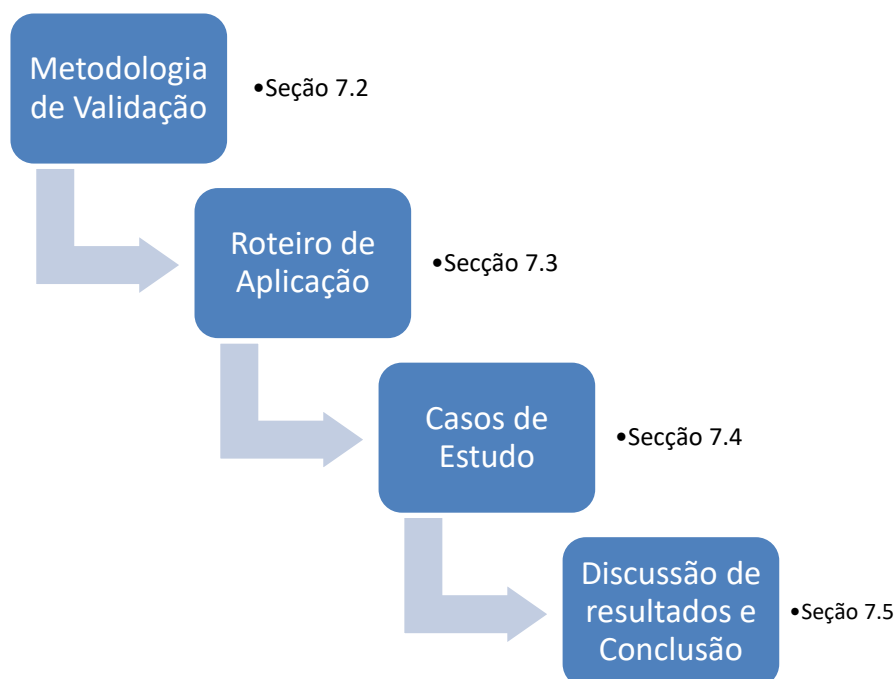


Fig. 7.1 Índice do Capítulo 7

7.2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Com objetivo de fundamentar a presente problemática, é efetuada uma análise em obra sob a forma de caso de estudo a quatro projetos de construção de natureza distinta, executados por quatro empresas diferentes, todas portuguesas de elevado prestígio nacional e internacional. A presença em cada obra durou cerca de oitenta dias. A metodologia de trabalho em todas as obras concretizou-se numa atuação “transparente” da equipa presentes, ou seja, atuam de forma paralela à entidade supervisora da obra, de forma a analisar os seus métodos de trabalho referentes ao controlo da conformidade em obra, sem interferir com os mesmos. Desta forma, foi possível através da visualização presencial e com recurso a entrevistas aos próprios responsáveis e intervenientes de obra, efetuar registos afetos a cada metodologia de controlo, os fluxos de informação e a deteção e análise das não conformidades decorrentes da estadia em obra.

O processo de investigação utilizado recorre a uma metodologia de comparação para validar os pressupostos do modelo proposto SICCO. Proceda-se então à comparação dos registos efetuados pelo fiscal “transparente” com os da empresa em questão, de forma a identificar possíveis falhas sistemáticas não detetadas no modelo da empresa, medir o risco associado a cada tarefa e constatar possíveis pontos de melhoria nos meios de controlo. São também efetuadas entrevistas que se consumam numa avaliação qualitativa dos responsáveis de cada obra sobre o desempenho dos registos via SICCO em comparação com o modelo por eles utilizado.

Como forma de guiar esta sequência de ações a efetuar pelos recursos que aplicaram o SICCO, doravante designados por “fiscais transparentes”, é necessária a criação de um roteiro de validação. Na seguinte seção é apresentado o guião definido e utilizado pelos fiscais transparentes em obra.

7.2.1 ROTEIRO DE VALIDAÇÃO

A atuação em obra durante a validação do SICCO, assenta em quatro fases distintas, a preparação de obra, o início das rotinas de inspeção, a classificação das não conformidades detetadas e o fecho da obra:

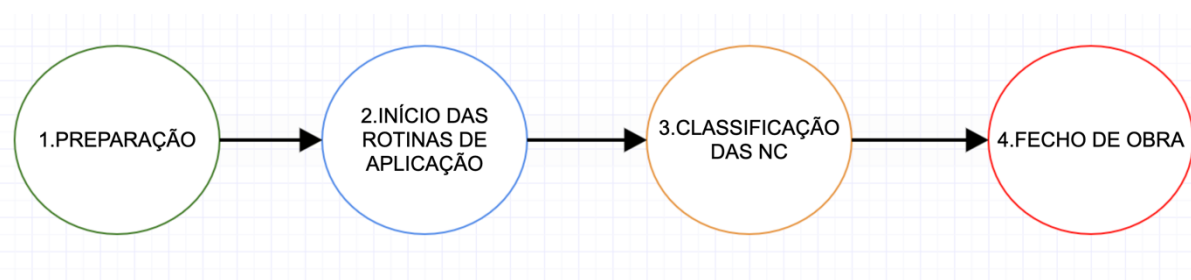


Fig. 7.2 Roteiro de Validação

A fase de preparação da obra contempla a análise tanto da obra em questão, como da empresa responsável, bem como das metodologias e recursos adotados pela mesma no controlo da conformidade em obra. Inicia-se com uma análise do plano de trabalhos da obra em questão e respetivo enquadramento espacial e temporal com o decorrer da validação do modelo proposto em obra. Nesta fase é efetuado um balizamento das tarefas a controlar e que estarão a decorrer durante a validação. Após a seleção das tarefas, são definidas as plantas e desenhos de pormenor a carregar no SICCO, bem como é realizado o

levantamento das respetivas entidades executantes. De seguida, estes dados são carregados na base de dados da obra no SICCO. Seguidamente é analisado o plano de qualidade da empresa para a obra em questão, plano de monitorização e medição (PMM), fichas de controlo e o processo de gestão de não conformidades em obra.

Cruzando esses dados é estipulado o número de fichas necessárias a utilizar para cada tarefa e são confrontadas as fichas da empresa com as fichas presentes na Base de dados SICCO para se definirem as versões adaptadas a utilizar em obra. Após a referida definição são então carregadas as fichas de controlo de conformidade a utilizar na base de dados SICCO.

Por último, é efetuada a divisão da obra em frentes de trabalho, em função das condições espaciais e temporais da execução dos trabalhos. A figura 7.3 representa um fluxo esquemático do referido procedimento.

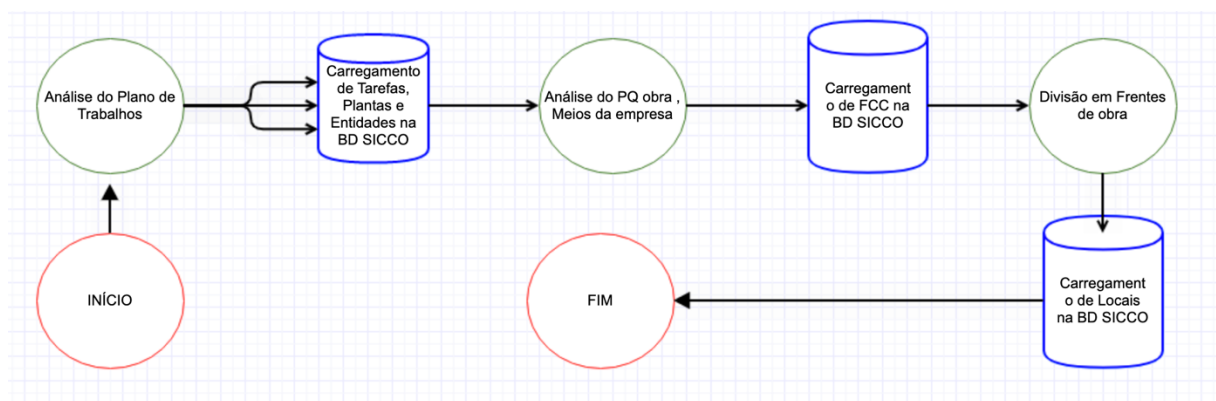


Fig. 7.3 Preparação do Modelo

O carregamento das tarefas e FCC carece de uma análise cuidada às especificações e detalhes das mesmas, uma vez que, o objetivo é homogeneizar ao máximo tanto tarefas como FCC para construir uma base de dados sólida no SICCO. O plano de trabalhos da obra é então analisado e as tarefas são confrontadas com as já existentes na base de dados do SICCO. No caso de uma dada tarefa já existir na base de dados geral do SICCO é realizada uma assemblagem direta dessa mesma tarefa para a base de dados local de obra.

No caso da tarefa não existir, é criado um novo identificador único global (GUID) para a dada tarefa na base de dados geral do SICCO, para se carregar a mesma posteriormente para a base de dados da obra. Desta forma, evitam-se duplicações que iriam causar maior variância na análise dos dados e por outro lado enriquece-se a base de dados do modelo. A figura 6.4 ilustra o funcionamento da referida análise.

As FCC de controlo de conformidade seguem o mesmo processo que as tarefas, sendo que no caso de existir a mesma ficha com mais pontos de controlo, esta pode ser editada no SICCO, sendo atribuído um ID novo aos pontos de controlo criados.

De salientar que sempre que necessário os pontos de controlo podem ser filtrados por níveis de controlo. A figura 7.5 ilustra o processo de assemblagem de fichas de controlo no SICCO:

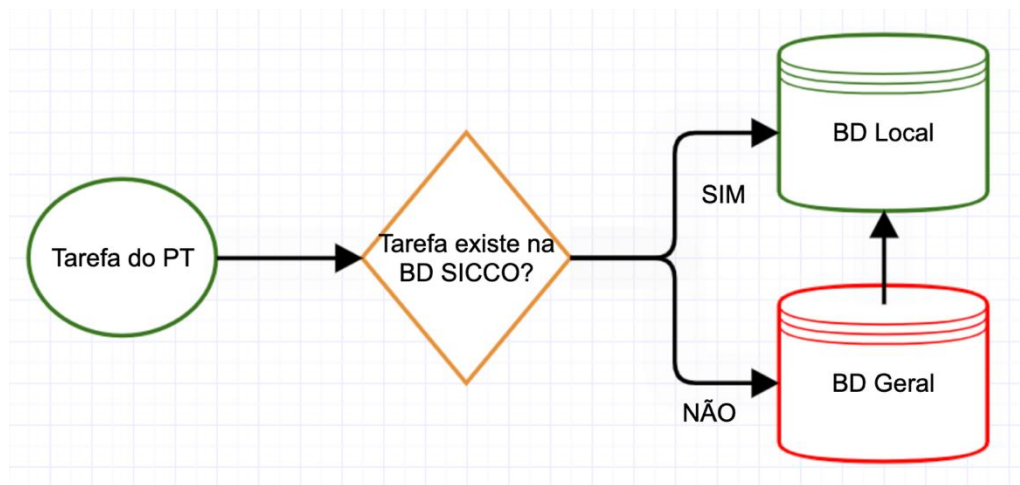


Fig. 7.4 Inserção de Tarefas

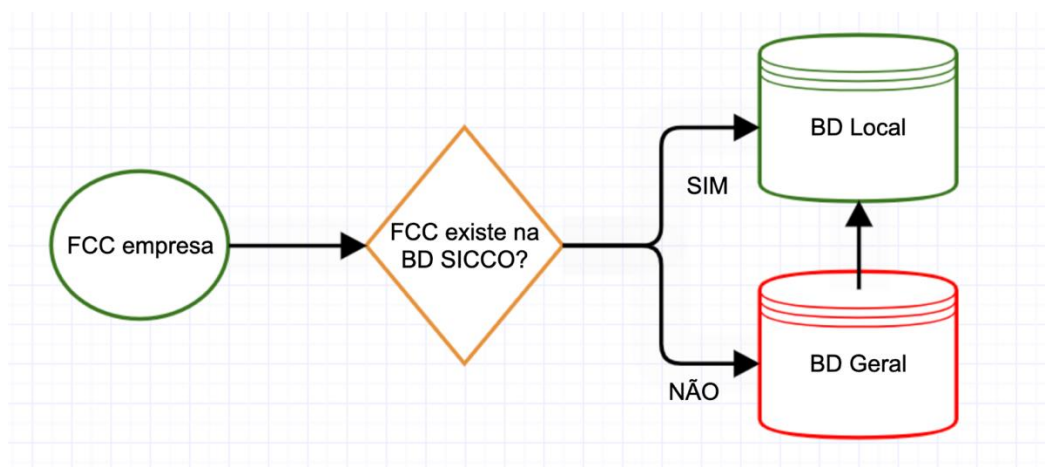


Fig. 7.5 Inserção de FCC

Após definidos e carregados os inputs no SICCO, dá-se início à segunda fase do roteiro de investigação, ou seja realiza-se trabalho em obra através das rotinas diárias de inspeção e respetivo registo. Após a divisão espacial em frentes de obra e temporal ao nível dos trabalhos a executar, é possível ao fiscal transparente programar as suas rotinas em função das tarefas que estão a ser executados num determinado espaço.

Com o auxílio do “*dashboard*” de assuntos do SICCO, e com apoio do RDO, o fiscal transparente tem uma perceção real do ponto de execução de cada tarefa bem como do local onde a mesma está ou vai ser executada. A incidência e frequência das inspeções em cada tarefa seguem o plano de qualidade da obra em questão, pois um dos objetivos é comparar o risco de falha determinado pela experiência dos operacionais com o risco calculado após a classificação das não conformidades detetadas em obra.

Em cada rotina é atualizado o estado de cada tarefa no RDO, são atualizadas as respetivas fichas de inspeção abertas anteriormente ou criadas novas fichas de inspeção quando necessário.

É também efetuado um registo fotográfico desse progresso, bem como registada alguma ocorrência ímpar no mapa de ocorrências do RDO no SICCO. Quando se justifica, é aberta uma não conformidade, seja detetada no momento da inspeção ou fora deste momento, sendo que o rácio de inspeções detetadas nas rotinas por inspeções detetadas fora das rotinas é também um indicador a considerar nesta validação.

Apesar de o fiscal transparente atuar de forma independente, a abertura de uma não conformidade exige a aprovação do responsável pela qualidade em obra, cabendo ao fiscal transparente, dar seguimento aos procedimentos e registar as medidas corretivas, bem como reinspeccionar a ocorrência em conformidade com as indicações recebidas.

A figura 7.6, ilustra o fluxo de procedimentos agora descritos nesta fase de rotinas de inspeção em obra:

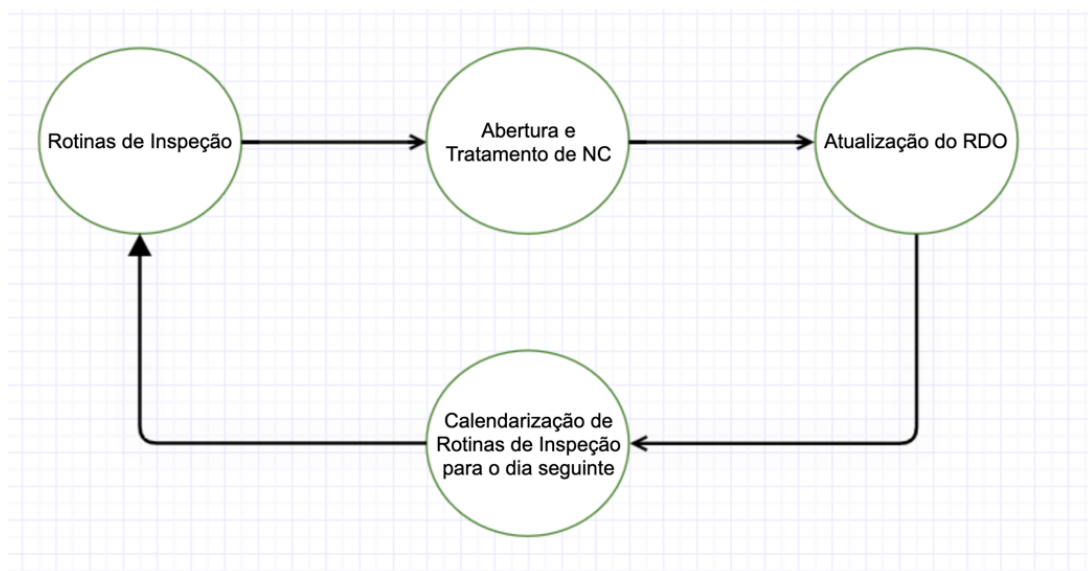


Fig. 7.6 Rotinas de Inspeção

Apesar de ter sido efetuado o tratamento das não conformidades durante a estadia em obra, reserva-se para o final a sua classificação, onde são apurados os motivos e causas das mesmas, bem como o seu impacto. Isto deve-se ao fato da informação relativa às causas e impactos das não conformidades no momento em que estas são detetadas ainda ser reduzida, em muitos dos casos. No momento da classificação das referidas não conformidades, o fiscal transparente apura a avaliação qualitativa dos responsáveis pelo controlo da qualidade e execução da obra para inserir os “inputs” no algoritmo do SICCO designado para o efeito.

De seguida, o SICCO calcula o grau de severidade de cada não conformidade, necessário para o cálculo do risco das referentes tarefas. A figura 7.7 ilustra o fluxo de informação da referida fase de validação:

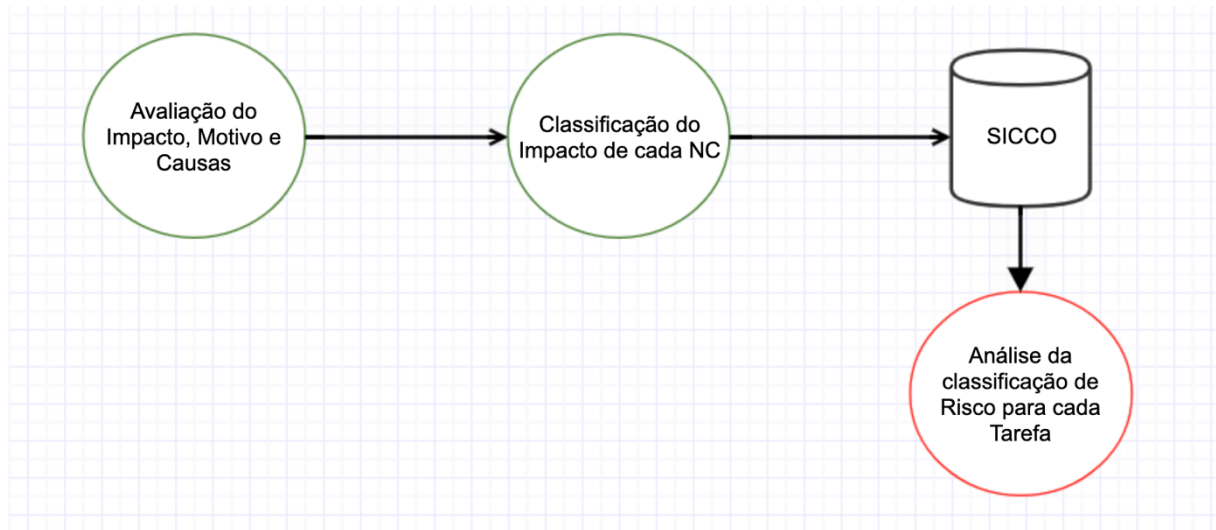


Fig. 7.7 Avaliação das Não Conformidades

Por último, segue-se o fecho da obra, onde são analisados e comparados os KPIs relevantes para a validação do modelo SICCO. É escolhido o intervalo de tempo para a extração do relatório de conformidade, onde são retirados todos os dados necessários à validação bem como respetivos indicadores. Por outro lado, é realizada uma avaliação qualitativa do impacto do SICCO no modelo de qualidade da empresa bem como a mais-valia que os indicadores extraídos poderão ser no controlo em conformidade da obra específica. Com a junção destes dois *inputs*, são discutidas conclusões, é realizada uma análise SWOT à utilização do modelo SICCO, onde são identificados, pontos fracos, pontos fortes, ameaças e oportunidades. A fase de fecho da obra é representada graficamente na figura 7.8:

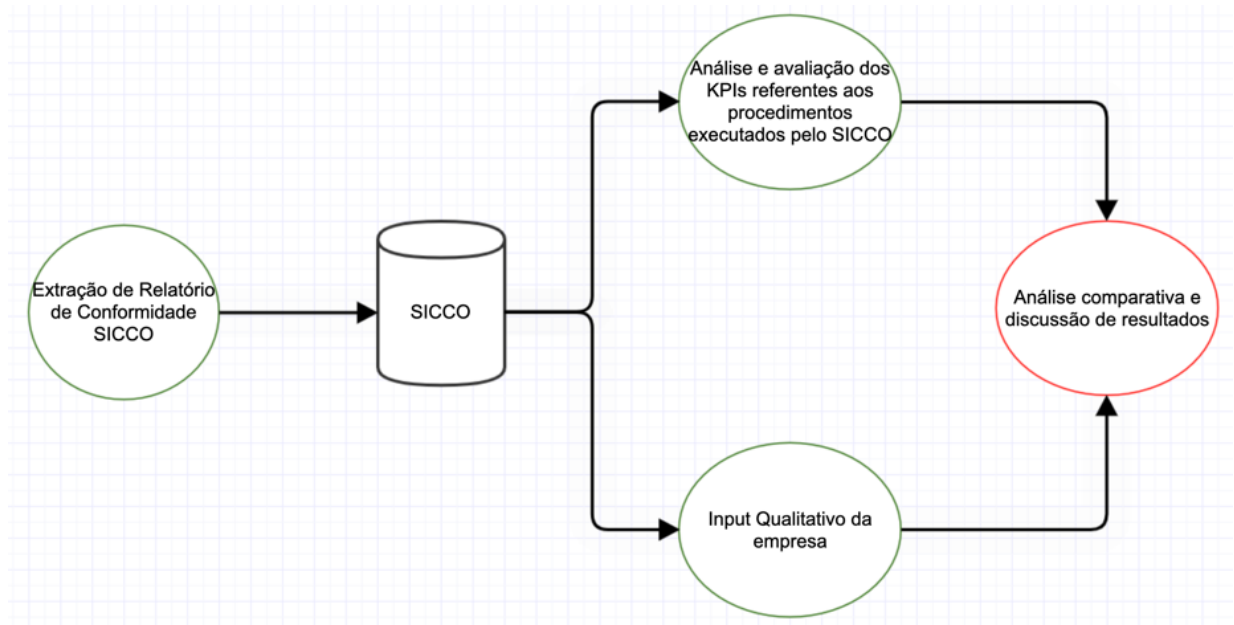


Fig. 7.8 Fecho da obra

7.3. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO

Tanto pela natureza distinta e diferente dimensão das obras, como pelo tipo de intervenção que cada entidade gestora tem em cada obra, o trabalho a realizar difere em cada caso. Desta forma, é possível abordar problemática em investigação a partir de pontos de vista diferentes e, apesar da curta duração de cada estadia, espera-se que as pequenas amostragens revelem alguns problemas padrão que mesmo assim seja possível identificar.

Quadro 7.1 Caracterização dos Casos de Estudo

Projeto	Tipo de Obra	Estadia em Obra	Intervenção Entidade Supervisora
I	Construção de Complexo Habitacional	+/- 80 dias	Construtora-Promotora
II	Reabilitação de Teatro Histórico	+/- 80 dias	Empreiteiro
III	Ligação entre arruamentos públicos	+/- 80 dias	Fiscalização
IV	Construção em altura	+/- 80 dias	Empreiteiro

7.3.1 OBRA I – CONSTRUÇÃO DE COMPLEXO HABITACIONAL

Localizada na cidade do Porto, em zona nobre, trata-se de um condomínio fechado constituído por seis andares moradia. Nesta obra o dono de obra e o empreiteiro são empresas do mesmo grupo e por isso existe a ausência de uma entidade fiscalizadora, sendo que o controlo da conformidade assume um carácter interno.

Este condomínio está construído num lote com cerca de 2.000 m² e contempla uma área de construção total de 3.200 m². Na construção deste edifício foram consideradas quatro fases distintas. Numa primeira fase o objetivo traçado era a construção das seis moradias até à fase de instalações, acompanhada pelos acabamentos exteriores, com a conclusão da fachada ventilada, caixilharias, guardas e floreiras que fazem parte da arquitetura do edifício.

A segunda fase desta obra que se encontra em conclusão, foi acompanhada pelo estudo apresentado neste trabalho e constitui a fase de acabamentos da fração E, designada por andar modelo. Foram acompanhados os trabalhos de carpintaria, assentamento de granito, instalação de mobiliário, loiças de casa de banho e a instalação de infraestruturas hidráulicas e elétricas.

A terceira fase considerada no planeamento desta obra que se iniciou na altura da conclusão deste trabalho consiste na fase de acabamentos das frações C e F, frações estas que foram vendidas e foram tomadas como prioridade no cronograma dos trabalhos.

Por fim a última fase de construção desta obra abrange a fase de acabamentos das restantes três frações. A cave comum é composta por seis garagens individuais que servem de apoio às seis moradias, tal como se pode verificar na planta abaixo o acesso a cada moradia é isolado e com elevadores independentes.



Fig.7.9 Modulação 3D Complexo Habitacional



Fig. 7.10 Planta piso 0

Todas as frações estão articuladas em dois pisos, a fração A,B e C estão situadas nos pisos 0 e 1 e são de tipologia T5, dispõem de um pequeno logradouro e piscina privativa no piso 0. Tal como representa a planta a baixo, o piso 0 é composto pelas cozinhas, salas, lavandarias e pequenos quartos de arrumos que definem as zonas comuns de toda a habitação. No que toca aos restantes compartimentos destas frações podemos verificar na planta do piso 1 que é composto por todas as suites de cada habitação.



Fig. 7.11 Planta Piso 1

As três habitações que se situam nos pisos 2 e 3 são de tipologia T3 ou T3+1. O segundo piso das 3 frações D, E e F estão organizados de forma a que todos os compartimentos destas habitações estejam inseridos neste andar, com os quartos orientados a nascente e as áreas comuns com orientação poente como se pode observar na planta do piso 2. As frações D, E e F são ainda compostas por um piso recuado onde encontramos as piscinas privativas de cada habitação.

7.3.1.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA

O sistema de qualidade tradicional utilizado pela empresa baseia-se na utilização de FCC (Fichas de Controlo de Conformidade) em papel. Como suporte ao controlo de qualidade a empresa utiliza o PIGO (Plano Integrado de Gestão de Obra), trata-se de um sistema de gestão integrado que engloba a qualidade, ambiente e segurança, em suma integra o PSS (Plano de Segurança e Saúde no trabalho), o PGA (Plano de Gestão Ambiental) e o PQ (Plano de Qualidade). O PQ é composto pelo PRM (Plano de Receção de Materiais) e pelo PMM (Plano de Monitorização e Medição). No diz respeito *a investigação em curso o PQ é o mais importante pois é a área do PIGO direcionada para o controlo de conformidade e serve como suporte ao preenchimento das FCC. Este plano está organizado por especialidades e são elaborados especificamente para cada tarefa a realizar em obra, especifica por tarefa os parâmetros a

controlar, quem controla, como, quantas vezes é necessário fazer a inspeção, quando se deve realizar o controlo e quais os critérios de aceitação, remetendo depois para o modelo da FCC a utilizar.

Depois de preenchidas em papel as fichas são arquivadas num arquivo físico junto com a restante documentação da obra. Este método apesar de moroso pode ser eficaz no controlo de qualidade no caso de se cumprir o que é imposto pelo PMM, apresentando dificuldades organizacionais no registo fotográfico e na identificação do local de inspeção em planta. As fichas de controlo de conformidade fazem parte do plano de qualidade desenvolvido pela empresa. De acordo com o PIGO, a empresa faz monitorização e medição, ao longo de todas as fases da execução da obra, são efetuadas conforme previsto nos PMM. As ações seguem o estabelecido em documentos de apoio, que define a metodologia utilizada, periodicidade, critérios de aceitação/rejeição e registo dos dados obtidos. Este trabalho é realizado pelo encarregado e validado pelo diretor de obra, as inspeções são realizadas e datadas pelo encarregado à medida que decorrem os trabalhos, apesar de o registo não ser realizado na ficha de controlo, só mais tarde é realizado o registo para arquivo.

Uma vez que este registo é realizado em papel existe uma maior dificuldade em registar o local exato da inspeção já que é necessário a impressão da planta de forma a apontar o local exato e no caso de ser conveniente anexar alguma fotografia do local inspecionado enfrenta-se a mesma dificuldade. A empresa assegura que os produtos que não estão conforme com os requisitos, são controlados e identificados, evitando, assim, que estes possam ser inadvertidamente fornecidos, utilizados ou instalados.

A metodologia estabelecida contempla as seguintes ações:

- Identificação, caracterização, documentação, definição e implementação de ações para eliminar a não conformidade;
- Segregação e identificação do produto não conforme, para impedir uso impróprio;

Decisão sobre o seguimento a dar ao produto não conforme, que poderá ser:

- Aceite, após decisão de derrogação, por parte do cliente;
- Devolvido ao fornecedor;
- Utilizado para outro fim;
- Reparado.

A verificação da eficácia das ações implementadas na correção dos produtos “não conforme” é analisada para comprovar que não haverá reincidência, reverificando-se as características para o qual o produto foi considerado não conforme.

O tratamento da não conformidade segue a metodologia definida pela empresa, assim como a forma de registo através de formulários pré-definidos, devendo contemplar evidências das ações subseqüentes empreendidas, incluindo permissões obtidas do cliente. O RDO, é um registo de todos os acontecimentos diários. Esta registo é efetuado pelo encarregado, que compila pouca informação, não possibilitando assim uma visão geral do estado da obra no cronograma de trabalhos.

A empresa neste documento apenas regista o número de trabalhadores que cada subempreiteiro representa na obra diariamente, não são registadas as tarefas executadas, os equipamentos ou observações relevantes que devem ficar no registo. De seguida é apresentada uma análise SWOT do modelo de controlo da conformidade aplicado pela empresa, de forma a complementar a referida análise.



Fig. 7.12 Análise SWOT Modelo qualidade da Obra I

Pela análise efetuada e resultante das entrevistas com os responsáveis da obra I, contacta-se que a empresa tem um plano de qualidade e conformidade rigoroso e bem definido, enquadrado na certificação da empresa pela norma ISO9001. O facto do controlo da conformidade ser realizado de forma interna, possibilita à empresa um maior controlo no desempenho quer da qualidade, quer do controlo, não só por todas as partes envolvidas se tratarem de recursos internos, mas também porque se torna mais fácil e acessível uma visão geral do desempenho de todas as obras, ao nível de falhas sistémicas e sistemáticas.

A forte organização deste sistema abre também lugar a uma possibilidade de informatizar esse sistema de forma a torna-lo mais célere e de maior acessibilidade à informação com custos de implementação mais vantajosos. Verifica-se, porém, que, apesar da rigidez dos planos de controlo, os registos não são efetuados imediatamente e por vezes levam semanas até ocorrer, o que pode levar à perda de informação.

Existe também uma grande dificuldade em armazenar e organizar todo o registo fotográfico, bem como ter acesso à informação previamente registada. A falta de registos e a falta de precisão nos mesmos, pode levar à ocorrência de falhas sistemáticas sem que estas sejam detetadas, aumentando os custos da qualidade de carácter corretivo e até preventivo.

7.3.1.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO

Segue-se a apresentação dos resultados da validação do modelo SICCO em obra. Primeiramente são enumeradas as inspeções e não conformidades decorrentes das mesmas, bem como as não conformidades detetadas sem rotina de inspeção por FCC. São também analisadas as não conformidades por tipologia e por frequência de ocorrência, bem como as tarefas respeitantes. De seguida, são avaliadas as falhas frequentes das FCC bem como o risco atribuído a cada tarefa. Posteriormente é apresentada a comparação qualitativa do modelo da empresa com o SICCO, com base nas entrevistas efetuadas aos responsáveis da obra. Na presente seção são apresentados os resultados obtidos pela validação do

modelo proposta na obra em questão. De salientar a atuação de forma independente do fiscal transparente em obra, não interferindo nas ações do controlo da conformidade planeadas pela empresa. Seguidamente apresenta-se o quadro 7.2, que representa o resumo das rotinas de inspeção realizadas em obra:

Quadro 7.2 Resumo das Inspeções Realizadas

NR.INSPEÇÕES	NC DETETADAS	NC/INSPEÇÃO (%)	NC s/ FCC
101	20	19,8%	7 (35%)

Interpreta-se do quadro 7.2 que, de um total de cento e uma inspeções, foram detetadas vinte NC, das quais cinco, ou 35%, foram detetadas sem inspeção programada, ou seja, não estava contemplado controlo na dada tarefa no plano de conformidade da empresa. Apesar de sempre relativo ao impacto das mesmas, 20% das inspeções resultarem em produto não conforme é um indicador alarmante. As não conformidades detetadas cujo controlo não estava previsto, revelam alguma necessidade de ajustes no plano de conformidade adotado. Foram detetadas vinte não conformidades, de oito tipos diferentes, abrangendo um total de apenas quatro tarefas. No quadro 7.3, são apresentadas as não conformidades detetadas, as respetivas tarefas e o número total de ocorrências de cada não conformidade, que mais tarde servirá para o cálculo do Risco da tarefa:

Quadro 7.3 Ocorrências de NC

N. NC	NC MAIS FREQUENTES	TAREFA	OCORRÊNCIAS
#1	ACABAMENTO DOS VÃOS - MÓVEIS DA COZINHA	Carpintarias => moveis cozinhas	3
#2	ASPECTO FINAL FACHADA NORTE	Construção civil => cerâmicos	3
#3	ESTEREOTOMIA	Construção civil => cerâmicos	4
#4	BETOMAÇÃO	Construção civil => cerâmicos	1
#5	SOALHO COM ESPESSURA INCORRETA	Carpintarias => soalho	2
#6	GUARDA METÁLICA COM ESPESSURA INSUFICIENTE	Serralharia=>guarda metálicas	2
#7	JUNTAS DE AZULEJOS,	Construção civil => cerâmicos	2
#8	TESTE DE SOM AZULEJOS	Construção civil => cerâmicos	3
TOTAL	8	4	20

Pela análise ao quadro 7.3, é possível concluir uma ocorrência sistemática de não conformidades do mesmo tipo, com destaque para a NC #3 referente à estereotomia com quatro não conformidades desse tipo. Isolando as tarefas onde ocorreram as não conformidades, permite-nos identificar a percentagem total de não conformidades que cada tarefa abarca, como é representado no quadro 7.4:

Quadro 7.4 NC por tarefa

N.	TAREFA	Nº N CONFORMIDADES	% DO TOTAL DE NC
#1	construção civil => cerâmicos	13	65%
#2	carpintarias => soalho	2	10%
#3	serralharia=>guarda metálicas	2	10%
#4	carpintarias => moveis cozinhas	3	15%

Pela análise ao quadro 7.4, realça-se o peso das não conformidade relativas à tarefa execução de cerâmicos relativo ao total de não conformidades detetadas na obra no período em questão. De seguida temos as restantes três tarefas com um peso total de 10%, no caso da tarefa relacionado com colocação de soalho e guardas metálicas, e 15% na colocação de móveis de cozinha.

De seguida são analisadas as falhas mais frequentes detetadas pelas fichas de controlo da conformidade, FCC. O objetivo desta análise é identificar quais os pontos de controlo de cada FCC que falharam com mais frequência, de modo ao modelo SICCO, os identificar como nível de controlo 1, tratando-os como prioritários em cada inspeção. O quadro 7.5 representa a análise desses dados:

Quadro 7.5 Falhas Frequentes

N. NC	PONTO DE CONTROLO	FCC	FREQUÊNCIA	Nº INSPEÇÕES	OCORRÊNCIA
#3	Estereomotia-respeitar os critérios acordados em projeto	<i>fcc – cerâmicos/pedra natural</i>	3	20	15%
#5	Betomação – betume próprio para as juntas, de acordo com	<i>fcc – cerâmicos/pedra natural</i>	2	20	10%

N. NC	indicação do fabricante	FCC	FREQUÊNCIA	Nº INSPEÇÕES	OCORRÊNCIA
	PONTO DE CONTROLO				
#6	Teste de som (não soar oco)	<i>fcc – cerâmicos/pedra natural</i>	3	20	15%
#4	Juntas – garantir alinhamento com cruzetas, aspecto aparentemente uniforme	<i>fcc – cerâmicos/pedra natural</i>	5	20	25%

Analisando o quadro 7.5 identifica-se uma elevada percentagem de falhas frequentes provenientes de uma única FCC, neste caso a ficha de conformidade relativa ao assentamento de cerâmicos. Destaque para o ponto #4 dessa FCC referente às juntas, que em vinte inspeções esteve não conforme 25% das vezes. Salienta-se também que 35% das não conformidades não foram detetadas por FCC, uma vez que esses pontos não faziam parte do plano de conformidade ou PMM, como se refere a empresa.

De seguida é apresentado o quadro do risco calculado pelo programa para cada tarefa, tendo em conta a fórmula de cálculo referida no capítulo anterior. De salientar que a severidade é calculada em função de cinco parâmetros que são avaliados qualitativamente pelos responsáveis da obra. Já a ocorrência vai depender do número de ocorrências de não conformidade relativo ao número de inspeções que incidiram numa dada tarefa.

Segue-se o quadro 7.6 que apresenta o RPN calculado para cada tarefa e o risco associado mesma.

Quadro 7.6 Risco de cada Tarefa

N. NC	TAREFA	S	O	RPN	RISCO
#12	construção civil => cerâmicos	2	10	20	ALTO
#10	carpintarias => soalho	1	10	10	ALTO
#1	serralharia=>guarda metálicas	1	10	10	ALTO
#3	carpintarias => moveis cozinhas	4	10	40	ALTO

De salientar que pelo facto de ser uma pequena amostra de não conformidades, e as mesmas estarem muito concentradas no mesmo tipo, a ocorrência (O) assumiu sempre o valor máximo (10/10) e, por isso, o risco atribuído às tarefas foi sempre alto, apesar da severidade (S) variar dependente do impacto de cada não conformidade na obra, de acordo com os 5 fatores e a fórmula de cálculo previamente apresentada. Não obstante desse facto, é assertivo assumir que estas tarefas, neste momento em que representam 100% das inspeções realizadas pela empresa com o modelo, sejam consideradas de alto risco e as restantes não, pois historicamente, por mais curto que seja o período, são estas as tarefas que apresentam maior probabilidade de falha, uma vez que forma s únicas que falharam até à data. Espera-se que tendo esta avaliação em conta, possam ser tomadas medidas preventivas numa próxima obra de forma a mitigar a ocorrência destas não conformidades.

De seguida, é apresentada uma avaliação qualitativa ao nível do desempenho do modelo SICCO em comparação com o modelo adotado pela empresa em obra. Existem 9 critérios, referentes à utilização do SICCO, sendo a sua pontuação atribuída de 1 a 5, 5 representando o melhor desempenho e 1 o pior desempenho. O quadro 7.6 apresenta os referidos resultados:

Quadro 7.7 Quadro de Avaliação do Modelo obra I

CRITÉRIO	MODELO EMPRESA	SICCO
1 Tempo de Implementação Necessário	5	3
2 Tempo despendido no RDO	1	5
3 Falhas na Informação	2	4
4 Anexação de Informação fotográfica	1	5
5 Facilidade de Preenchimento em obra	2	5
6 Acesso e consulta da Informação	2	5
7 Identificação das Falhas frequentes	3	5
8 Avaliação Risco NC	3	5
9 Conexão Móvel	5	1
TOTAL	2,66	4,11

No que concerne ao primeiro critério, tempo de implementação, o modelo da empresa foi avaliado com pontuação máxima, uma vez que o modelo presente já se encontra solidamente implementado e não ~~haver~~ esforços relacionados com essa implementação na dada obra. Por outro lado, o SICCO foi avaliado com 3 dada a necessidade de carregar os inputs iniciais na preparação da obra. No RDO notoriamente o modelo SICCO foi considerado mais vantajoso, tanto pela quantidade de informação que é possível

registar como ~~pelo~~ pela facilidade com que a informação é compilada. Ao nível das falhas na informação o modelo SICCO revelou-se, mas vantajoso, sendo que muitos registos de pequenas irregularidades ou até não conformidades corrigidas na hora não eram registadas pela empresa, apesar da sua frequente ocorrência. Como descrito na introdução deste estudo de caso, o arquivo e organização fotográfica eram um dos processos mais dispendiosos ao nível de tempo, tendo merecido uma avaliação bastante favorável o modelo SICCO em relação ao atual. Também a facilidade de preenchimento da informação em obra foi favorecida nesta avaliação qualitativa, uma vez que os registos nesta obra eram efetuados posteriormente às ocorrências, por vezes com um afastamento temporal de até uma semana. O acesso à informação revelou-se mais eficaz no modelo SICCO unanimemente, pois todo o arquivo digital de ocorrências, FCC ou até fotografias, fica armazenado automaticamente no mesmo. Apesar da pequena dimensão da amostra de ocorrências, a identificação das falhas frequentes no programa revelou-se útil porque para além destas antes não serem registadas na totalidade pela empresa, o próprio padrão de ocorrência não era identificado.

O risco das não conformidades revelou-se de grande utilidade tanto para a presente obra, tanto como para obras futuras, carecendo, porém, de uma amostra maior para ser mais conclusivo. De qualquer modo, o facto de 25% das ocorrências não estarem contempladas no plano de conformidade da obra, revelou a utilidade de uma avaliação de risco baseada no histórico de ocorrências das tarefas. O ponto menos favorável do SICCO, foi a necessidade de ligação à internet constante para efetuar registos.

7.3.2. OBRA II- REQUALIFICAÇÃO EDIFÍCIO CULTURAL

A obra de Requalificação de um teatro em Guimarães é um projeto público que será levado a cabo pelo consórcio de duas empresas. Consiste na demolição dos edifícios existentes (edifício do teatro, dos edifícios de apoio e da garagem). Serão mantidas e requalificadas as fachadas. A obra é constituída por quatro edifícios, os quais terão finalidades distintas, sendo a nomenclatura atribuída aos edifícios de A, B, C e D. Nas figuras seguintes são apresentadas imagens referentes ao projeto assim como a distribuição dos edifícios e a sua nomenclatura.



Fig. 7.13 Fachada real

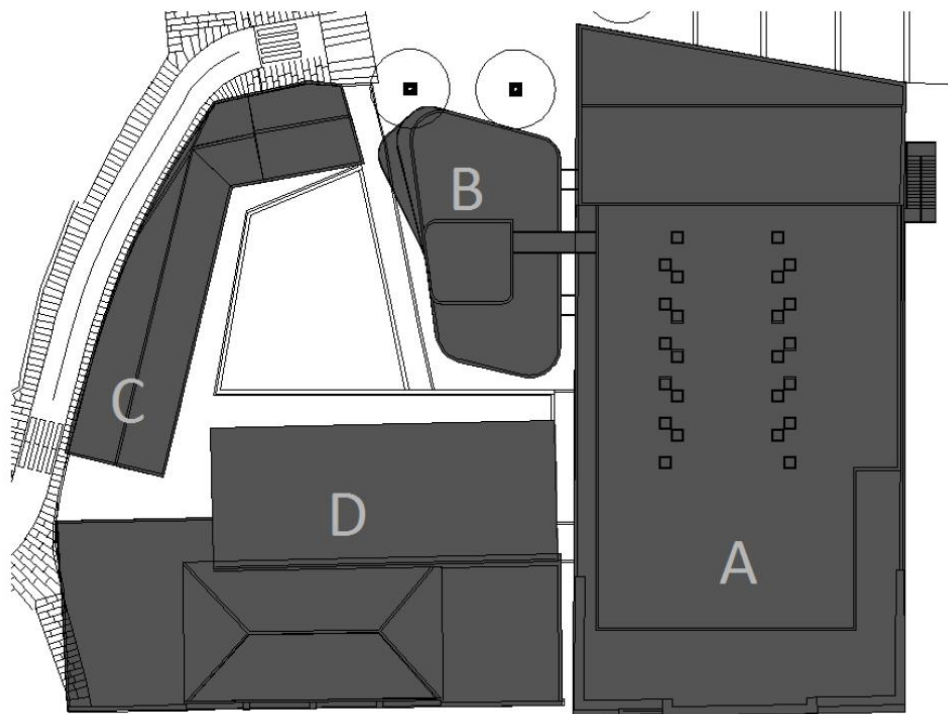


Fig. 7.14 Nomenclatura atribuída aos edifícios

O edifício A corresponde ao edifício ~~do~~ atual. O novo projeto acrescenta dois pisos aos existentes e destina-se a albergar atividade escolar. É prevista a demolição deste edifício, com a exceção da sua fachada principal, da torre e dos muros de contenção existentes. No entanto, será para refazer as duas primeiras lajes idênticas ao existente, de forma a manter a identidade do edifício. Um espaço para bandas musicais será instalado ao nível do piso -2 e o novo teatro será distribuído pelos pisos -1, 0 e 1. Ao nível -1 ficará apenas alocado ao teatro o espaço do sub-palco.

No piso superior, ao nível do arruamento, será a entrada principal, os espaços destinados aos serviços de apoio ao teatro (bilheteira, bengaleiro, bar, entre outros serviços), o auditório e os respetivos espaços de apoio (camarins, zona técnica, espaços administrativos, entre outros). O piso 1 destina-se apenas aos espaços técnicos de apoio ao palco e às atividades aí desenvolvidas. A escola de música verá as suas novas instalações distribuídas ao piso -1 e 1. Ao piso -1 está prevista a receção (entrada poente) e o piso 1 destina-se aos espaços de ensino e administração da própria academia.

Relativamente à escola de teatro, a mesma será alocada no piso -1 e 0, sendo que ao nível do piso 0 se encontra prevista a entrada da escola, salas de ensaio e gabinetes e no piso inferior todos os espaços respeitantes ao ensino e administração da mesma. Na figura 7.14 apresenta-se o edifício A visto em corte.

O edifício B será um edifício completamente novo, que surge no espaço onde atualmente existe uma pequena construção que será demolida na sua totalidade, no âmbito da intervenção geral a levar a cabo. O edifício em causa surge da necessidade de complementar o edifício A das necessárias condições de

acesso e segurança previstas na regulamentação em vigor. Os edifícios A e B funcionarão como um só no que respeita aos serviços apresentados no programa de arquitetura.



Figura 7.15 Corte 3D do edifício

O edifício C corresponde igualmente a uma construção existente que será objeto de reabilitação. O edifício em causa desenvolve-se apenas no piso -2 e dá lugar à portaria das instalações e às salas do curso de artes visuais. O edifício D surgirá no local do edifício da antiga garagem. Está prevista a sua total demolição com exceção da sua fachada principal. Dará lugar a espaços necessários ao funcionamento do curso de artes visuais, em continuidade com o edifício C, nomeadamente a espaços de atelier, salas de projeto e desenho, espaços administrativos e de apoio a docentes, sala de exposições, entre outros, distribuídos pelos seus quatro pisos.

7.3.2.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA

É de importância referir que a equipa de controlo da conformidade é externa ao empreiteiro identificando o que habitualmente se designa por fiscalização. É constituída por um engenheiro responsável por todos os trabalhos de fiscalização, sendo a sua permanência em obra de 100%. Este controlo tem como objetivo a implementação de medidas de forma a garantir que o que está a ser feito em obra corresponde ao que está especificado em projeto. É neste controlo que a fiscalização faz o preenchimento dos Planos de Monitorização e Medição, onde é facultada pelo Dono de Obra (DO) exemplos de vários planos para vários trabalhos e onde são estabelecidos os pontos de controlo. Todos estes planos são preenchidos em obra, em suporte papel onde serão arquivados juntamente com os outros documentos da obra. Paralelamente a isto, são realizados vários registos fotográficos da tarefa que está a ser realizada, que

serão arquivados para a pasta existente em computador da obra. No decurso das rotinas de inspeção e caso se detete alguma não conformidade (NC), procede-se ao registo fotográfico e ao preenchimento de um formulário, existente para esse mesmo fim, acabando por ser arquivado. Depois da realização das medidas de correção, é realizada uma nova inspeção e se se verificar que tudo está em conformidade, a NC é finalizada e dada como tratada. A aprovação, por parte da fiscalização, de determinados materiais é necessária onde o controlo de quantidades e dos materiais se fazem chegar como guias de transporte, através de relatórios de ensaios e de determinadas tarefas. É necessário que os materiais que são requisitos do projeto estejam em conformidade com os materiais que chegam à obra. Para além disto, em caso de atrasos que possam ocorrer e pôr em causa o cumprimento de prazos, a fiscalização deve informar o empreiteiro e manter informado o DO relativamente ao andamento dos trabalhos, dando soluções para futuros atrasos. Também pertence aos trabalhos da fiscalização elaborar atas das reuniões que têm como principal objetivo planear e preparar os trabalhos que serão realizados, esclarecendo-se dúvidas e debatendo alternativas. Estas reuniões ocorrem, geralmente, semanalmente podendo sempre proceder-se à sua alteração, conforme as disponibilidades dos intervenientes ou da complexidade dos trabalhos decorrentes. Os intervenientes presentes são, geralmente, o DO, equipa projetista, fiscalização, empreiteiros e, ocasionalmente, fornecedores ou subempreiteiros. A realização dos relatórios mensais também são da responsabilidade da fiscalização, de forma a manter o DO a par do que vem a ser desenvolvido em obra. N figura 7.15 é apresentada uma análise SWOT ao modelo de conformidade implementado na empresa, como forma de resumo desta seção.



Fig. 7.16 Análise SWOT modelo Obra II

7.3.2.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO

Nesta seção são apresentados os resultados da validação do modelo SICCO em obra. São enumeradas as inspeções e não conformidades decorrentes das mesmas, bem como as não conformidades detetadas

sem rotina de inspeção por FCC. São também analisadas as não conformidades por tipologia e por frequência de ocorrência, bem como as tarefas respeitantes. De seguida, são avaliadas as falhas frequentes das FCC bem como o risco atribuído a cada tarefa. Posteriormente é apresentada a comparação qualitativas do modelo da empresa com o SICCO, com base nas entrevistas efetuadas aos responsáveis da obra. Na presente seção são apresentados os resultados obtidos pela validação do modelo proposta na obra em questão. Seguidamente apresenta-se o quadro 7.8, que representa o resumo das rotinas de inspeção realizadas em obra:

Quadro 7.8 Resumo das Inspeções Realizadas Obra II

NR.INSPEÇÕES	NC DETETADAS	NC/INSPEÇÃO (%)	NC s/ FCC
152	41	26,9%	23 (15,1%)

Interpreta-se do quadro 7.8 que, de um total de cento e cinquenta e duas inspeções, foram detetadas quarenta e uma NC, das quais vinte e três, ou 15%, foram detetadas sem inspeção programada, ou seja, não estava contemplado controlo na dada tarefa no plano de conformidade da empresa. Apesar de sempre relativo ao impacto das mesmas, 15% das inspeções resultarem em produto não conforme é um valor substancial. As não conformidades detetadas cujo controlo não estava previsto, revela alguma necessidade de ajustes no plano de conformidade adotado. Foram detetadas quarenta e uma não conformidades, de nove tipos diferentes, abrangendo um total de apenas quatro tarefas.

No quadro 7.9, são apresentadas as não conformidades detetadas, as respetivas tarefas e o número total de ocorrências de cada não conformidade, que mais tarde servirá para o cálculo do Risco da tarefa:

Quadro 7.9 Ocorrências de NC Obra II

N. NC	NC MAIS FREQUENTES	TAREFA	OCORRÊNCIAS
#1	SEGREGAÇÃO DO BETÃO	pilares em betão armado	19
#2	ERRO NA ARMADURA	pilares em betão armado	3
#3	ERRO NAS COTAS DOS PILARES	pilares em betão armado	2
#4	Descontinuidades visíveis no betão	paredes em betão armado	2
#5	ARMADURA À VISTA	vigas em betão armado	4
#6	NÃO HUMIDIFICAÇÃO DOS TIJOLOS	paredes da envolvente exterior	5

#7	SEGREGAÇÃO DO BETÃO	paredes em betão armado	4
N. NC	NC MAIS FREQUENTES	TAREFA	OCORRÊNCIAS
#8	ERRO NAS COTAS DAS LAJES	lajes maciças em betão armado oculto	2
TOTAL	9	5	41

Pela análise ao quadro 7.9, é possível concluir uma ocorrência sistemática de não conformidades do mesmo tipo, com destaque para a NC #1 referente à segregação de betão com dezanove não conformidades desse tipo. Isolando as tarefas onde ocorreram as não conformidades, permite-nos identificar a percentagem total de não conformidades que cada tarefa abarca, como é representado no quadro 7.10:

Quadro 7.10 NC por tarefa Obra II

N.	TAREFA	Nº N CONFORMIDADES	% DO TOTAL DE NC
#1	estruturas de betão armado => pilares em betão armado	24	58,8%
#2	estruturas de betão armado => paredes em betão armado	6	14,6%
#3	estruturas de betão armado => vigas em betão armado	4	9,8%
#4	estruturas de betão armado => lajes maciças em betão armado oculto	2	4,9%
#5	construção civil => paredes da envolvente exterior	5	12,9%

Pela análise ao quadro 7.10, realça-se o peso das não conformidade relativas à tarefa execução de cerâmicos relativo ao total de não conformidades detetadas na obra no período em questão.

De seguida temos as restantes três tarefas com um peso total de 10%, no caso da tarefa relacionado com colocação de soalho e guardas metálicas, e 15% na colocação de móveis de cozinha.

De seguida são analisadas as falhas mais frequentes detetadas pelas fichas de controlo da conformidade, FCC. O objetivo desta análise é identificar quais os pontos de controlo de cada FCC que falharam com mais frequência, de modo ao modelo SICCO, os identificar como nível de controlo 1, tratando-os como prioritários em cada inspeção.

O quadro 7.11 representa a análise desses dados:

Quadro 7.11 Falhas Frequentes Obra II

N. NC	PONTO DE CONTROLO	FCC	FREQUÊNCIA	Nº INSPEÇÕES	OCORRÊNCIA
#12	enchimento das cofragens e vibração do betão	<i>fcc - paredes em betão armado</i>	3	13	30,8%
#10	enchimento das cofragens e vibração do betão	<i>fcc - pilares em betão armado</i>	6	9	100%
#1	cota do pé direito conforme desenho de preparação previamente aprovado	<i>fcc - lajes maciças em betão armado</i>	1	10	20%
#3	disposição de alvenaria e argamassa	<i>fcc - execução de alvenarias</i>	2	8	62,5%
#9	distância das armaduras à cofragem	<i>fcc - vigas em betão armado</i>	3	6	66,7%

Analisando o quadro 7.11 identifica-se uma elevada percentagem de falhas frequentes nas presentes FCC de conformidade. Destaque para o ponto #10 da FCC- Pilares em betão armado, referente ao enchimento e vibração do betão, que em treze inspeções esteve não conforme 100% das vezes.

Salienta-se também a elevada percentagem de falhas frequentes nas restantes FCC apresentadas, sendo que o ponto #1 da FCC-Lajes Maciças em Betão armado teve a menor incidência com 20% de falhas no total de inspeções. Refira-se que, na obra em questão, nenhuma FCC possui mais que um ponto de controlo com não conformidades, no total das inspeções.

De seguida é apresentado o quadro do risco calculado pelo programa para cada tarefa, tendo em conta a fórmula de cálculo referida no capítulo anterior.

De salientar que a severidade é calculada em função de cinco parâmetros que são avaliados qualitativamente pelos responsáveis da obra. Já a ocorrência vai depender do número de ocorrências de não conformidade relativo ao número de inspeções que incidiram numa dada tarefa.

Segue-se o quadro 7.12 que apresenta o RPN calculado para cada tarefa e o risco associado mesma.

Quadro 7.12 Risco de cada Tarefa Obra II

NC	TAREFA	S	O	RPN	RISCO
#12	pilares em betão armado	2	10	20	ALTO
#10	paredes em betão armado	3	10	30	ALTO
#1	vigas em betão armado	3	10	30	ALTO
#3	lajes maciças em betão armado oculto	4	10	40	ALTO
#4	paredes da envolvente exterior	2	10	20	ALTO

De salientar que pelo facto de ser uma pequena amostra de não conformidades, e as mesmas estarem muito concentradas no mesmo tipo, a ocorrência (O) assumiu sempre o valor máximo (10/10) e, por isso, o risco atribuído às tarefas foi sempre alto, apesar da severidade (S) variar dependente do impacto de cada não conformidade na obra, de acordo com os cinco fatores e a fórmula de cálculo previamente apresentada.

Não obstante desse facto, é assertivo assumir que estas tarefas, neste momento em que representam 100% das inspeções realizadas pela empresa com o modelo, sejam consideradas de alto risco e as restantes não, pois historicamente, por mais curto que seja o período, são estas as tarefas que apresentam maior probabilidade de falha, uma vez que forma s únicas que falharam até à data. De seguida, é apresentada uma avaliação qualitativa ao nível do desempenho do modelo SICCO em comparação com o modelo adotado pela empresa em obra. Existem nove critérios, referentes à utilização do SICCO, sendo a sua pontuação atribuída de 1 a 5, 5 representando o melhor desempenho e 1 o pior desempenho.

O quadro 7.13 apresenta os referidos resultados:

Quadro 7.13 Quadro de Avaliação do Modelo Obra II

CRITÉRIO	MODELO EMPRESA	SICCO
1 Tempo de Implementação Necessário	5	3
2 Tempo despendido no RDO	3	5
3 Falhas na Informação	3	4

4	Anexação de Informação fotográfica	3	5
N. NC	NC MAIS FREQUENTES	TAREFA	OCORRÊNCIAS
5	Facilidade de Preenchimento em obra	3	5
6	Acesso e consulta da Informação	3	5
7	Identificação das Falhas frequentes	1	5
8	Avaliação Risco NC	1	5
9	Conexão Móvel	5	1
	MÉDIA	3	4,22

O primeiro critério, tempo de implementação, o modelo da empresa foi avaliado com pontuação máxima, uma vez que o modelo presente já se encontra solidamente implementado e não haver esforços relacionados com essa implementação na dada obra. Por outro lado, o SICCO foi avaliado com 3 dada a necessidade de carregar os inputs iniciais na preparação da obra.

No RDO o modelo SICCO foi considerado mais vantajoso, apesar da organização encontra na empresa relativa a este procedimento. Ao nível das falhas na informação o modelo SICCO revelou-se, mas vantajoso, apesar de a empresa na obra em questão efetuar muitos registos.

O arquivo e organização fotográfica foi considerado mais vantajoso no SICCO. A facilidade de preenchimento da informação em obra foi favorecida nesta avaliação qualitativa. O acesso à informação revelou-se mais eficaz no modelo SICCO, pois todo o arquivo digital de ocorrências, FCC ou até fotografias, fica armazenado automaticamente no mesmo. Apesar da pequena dimensão da amostra de ocorrências, a identificação das falhas frequentes e a avaliação de risco das não conformidades mereceram destaque nesta avaliação uma vez que na obra em questão se observou uma alta frequência destas ocorrências, que poderia ter sido reduzida se o modelo da empresa contabilizasse este tipo de ocorrências. O ponto menos favorável do SICCO, foi a necessidade de ligação à internet constante para efetuar registos.

7.3.3. OBRA III- INFRA-ESTRUTURAS DE LIGAÇÃO ENTRE ARRUEAMENTOS

O Projeto de Execução da ligação entre duas ruas já existentes resulta da necessidade de estabelecer a conexão viária, atualmente inexistente com um desenvolvimento de cerca de 60 metros. Para que se possa materializar a ligação entre as ruas, será necessário demolir uma moradia, bem como os muros de vedação a norte e a sul da mesma. A obra estende-se a uma rua já existente para implementação de novas soluções. Esta foi consignada em Janeiro de 2019. Os trabalhos de infraestruturas iniciaram-se em fevereiro de 2019. Tem-se uma entidade executante e um o dono de obra (DO) é uma empresa pública. Neste caso, o empreiteiro tem mão-de-obra própria, fornece materiais e equipamentos. Quanto aos trabalhadores em obra, laboram seis fixos e os restantes vão variando conforme as necessidades, sendo sempre da mesma empresa. A não ser que haja uma tarefa específica que implique um subempreiteiro, como por exemplo, a colocação de microcubo. Pode-se contar com o diretor de obra, encarregados, serventes, oficiais, manobreadores, motoristas, topógrafo... Atendendo às boas práticas de gestão, atenta-

se que, quando os materiais ficam a cargo do empreiteiro, serão aqueles que cumprirem os mínimos legais e do caderno de encargos, pois serão esses que darão mais lucro à empresa. A fiscalização tem de estar atenta a este pormenor, daí em obra terem de ser submetidos à aceitação da fiscalização todos os materiais que irão ser usados (o que faz parte do plano de qualidade). A intenção de entrar neste caso de estudo é ser-se um “fiscal transparente” em obra e relatar todas as não conformidades que acontecerem sem interferir com a mesma.



Fig. 7.17 Planta da área de Intervenção

Na figura anterior, apresenta-se a situação que existia anteriormente à obra, evidenciando as áreas de intervenção que se pode dizer que serão de três zonas diferenciadas. A área de intervenção mais à esquerda da figura anterior é a que terá maior número de operações. Genericamente, será demolida a moradia existente e os seus muros; seguidamente, instalar-se-ão todas as redes de águas e iluminação e proceder-se-á à execução do pavimento e passeios.

Na área de intervenção que se situa no meio das outras duas, está-se perante a colocação da sinalização vertical e horizontal, pois esta rua já existe e proceder-se-á apenas a esta modificação para melhoria da circulação em conjunto com as outras duas ruas. A área de intervenção mais à direita da figura, além do exposto no parágrafo anterior, contempla o reordenamento do espaço porquanto se pretende uma harmonia entre as três ruas.

A planta da figura seguinte, permite-nos antever uma perspetiva final das obras. Nela, é realçado, a preto, a zona de pavimento betuminoso novo; a vermelho, a ciclovia e, apesar de não ser perceptível, na

planta original vêem-se os passeios a fazer de microcubo ou betonilha, bem como todas as estruturas a manter.

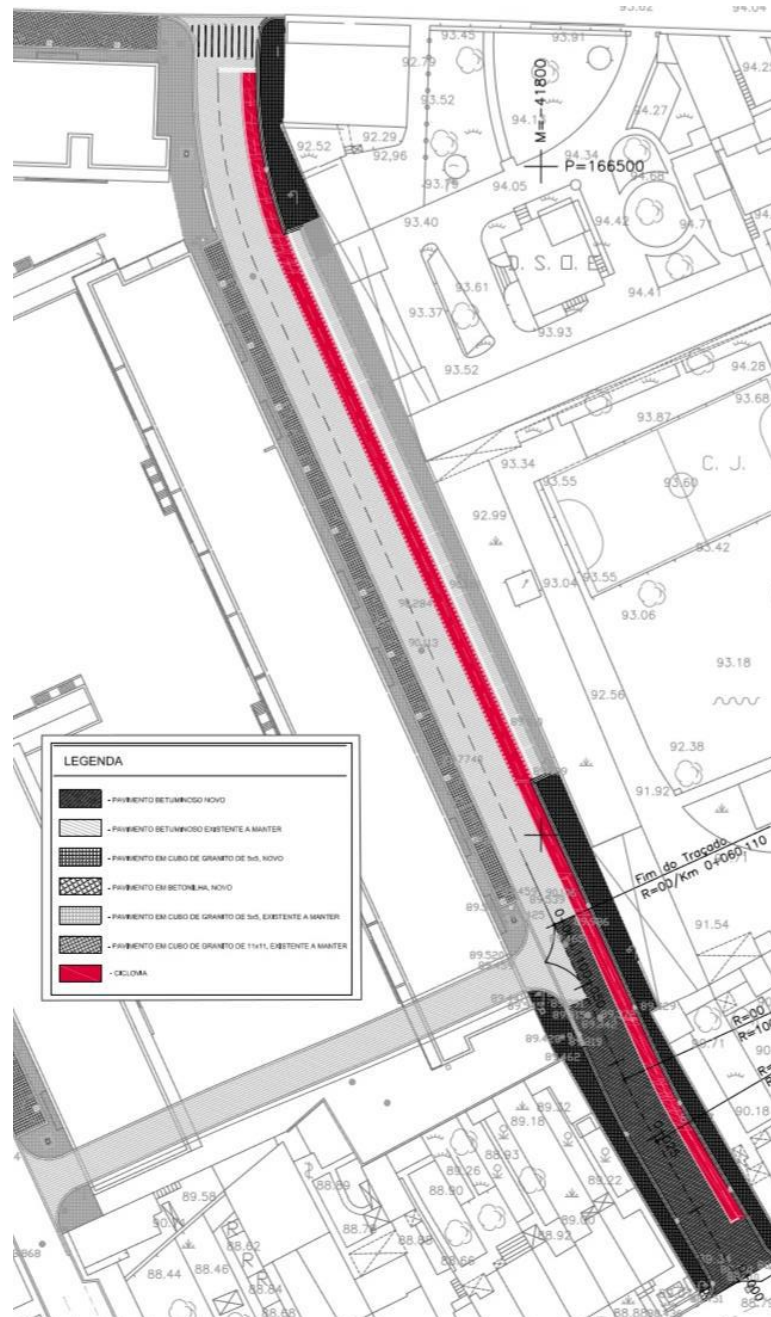


Fig. 7.18 Planta da perspectiva final da obra

As infraestruturas (Abastecimento de Água, Saneamento e Águas Pluviais e ainda Iluminação Publica) serão feitas e ligadas às redes existentes. O arruamento novo terá: 2 faixas de rodagem com a largura total de 7,00 m (2x3,50m); ciclovias com a largura total de 2,50 m (2x1,25m) e passeios laterais com largura de 2,40 m. Com o arranjo urbanístico que vai ser executado, uma das ruas ficará com uma ciclovias que dá continuidade à do arruamento novo e criar-se-ão 18 lugares de estacionamento (mais

tarde houve alteração ao projeto e deixaram de existir). Os passeios a sul e a norte do estacionamento serão alargados até ao final da ciclovia e será implantada uma passadeira para peões. Serão feitos alguns arranjos nas vias circundantes, destacando-se a colocação de passadeiras para peões, linhas pintadas no pavimento e sinalização horizontal.

Trabalhou-se primeiro, aproximadamente, dos 0 aos 25m e daí resultou a primeira localização do contentor. Apesar de a figura seguinte não estar à escala, apenas aproximada à realidade, é bem perceptível a pequena área de armazém, com equipamentos espalhados pela restante, tendo o espaço em questão sofrido algum tipo de tarefa.

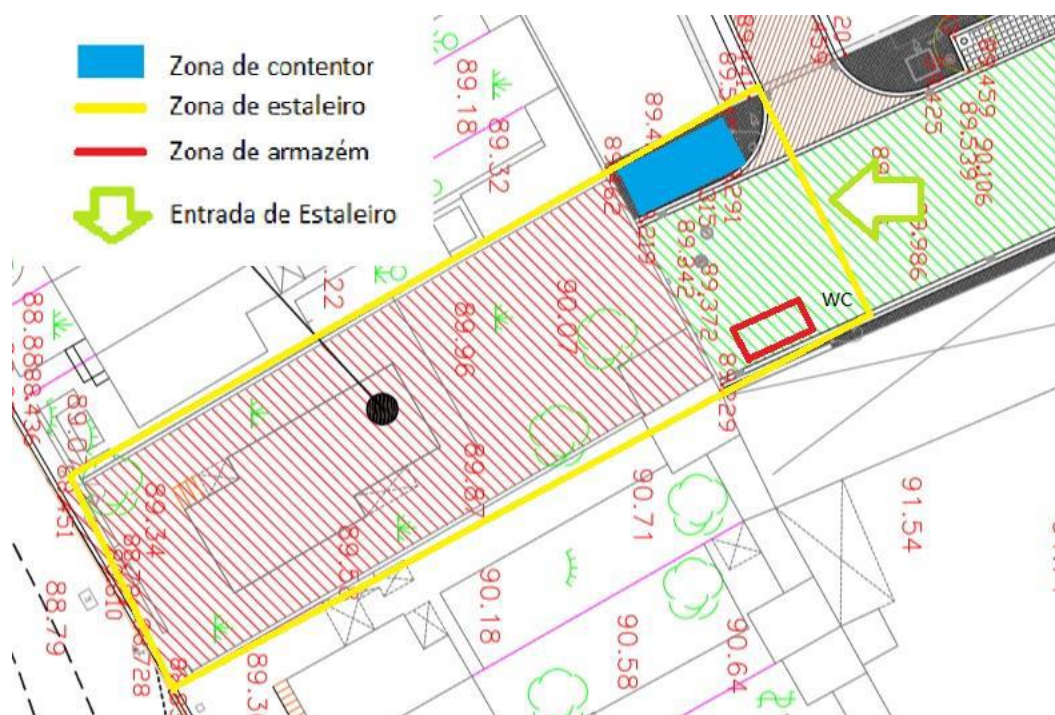


Fig. 7.19 Planta da zona de estaleiro

7.3.3.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA

Faz parte do plano de qualidade que o “*Empreiteiro submeter à Equipa de Fiscalização a documentação sobre os materiais que se propõe a utilizar cumprindo com os requisitos definidos no projeto de execução e de acordo com Caderno de Encargos, normas, regulamentos, legislação e especificações em vigor*”, já mencionado no subcapítulo anterior. Em obra, essencialmente, há preenchimento de relatórios diários e controlo do material e das quantidades que chegam através das guias de transporte, comparando-os com os previstos. Quando o fiscal residente aprova os trabalhos, aceita-se que está tudo em conformidade. Este também defende os interesses do Dono de Obra, na medida em que faz acontecer tudo aquilo que se decide em reunião. O diretor de fiscalização está igualmente presente e toma conhecimento de todas as alterações ao projeto que serão efetuadas. Posteriormente, transmite a informação ao fiscal residente (o que nem sempre se verificou em obra em tempo útil). O diretor de fiscalização elabora todas as atas de reuniões, autos de medições bem como relatórios mensais.

Estes relatórios incluem:

- Enumeração das tarefas efetuadas diariamente;
- Alterações ao projeto;
- Controlo de medições e quantidades executadas;
- Erros e omissões;
- Não conformidades;
- Trabalhos a mais e a menos;
- Controlo de materiais;
- Registo fotográfico;
- Balizamentos do plano de trabalhos;
- Mapa de equipamentos, comparando com o previsto;
- Mapa de mão-de-obra, comparando com o previsto;
- Condições meteorológicas;
- Controlo financeiro;
- Controlo da qualidade (mapa de controlo dos boletins de aprovação de materiais);
- Alvarás e licenças;
- Atas;
- Correspondência (referência dos e-mails trocados).

Tudo isto vai sendo elaborado ao longo do tempo de obra e depois é compilado no relatório mensal correspondente. A empresa possui o “*layout*” de todas as folhas necessárias para o levantamento de toda esta informação.

Na figura 7.19 é representada uma análise SWOT ao modelo utilizado pela empresa, em forma de resumo desta seção.



Fig. 7.20 Análise SWOT modelo Obra III

7.3.3.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos em obra para validação do modelo SICCO. São enumeradas as inspeções e não conformidades decorrentes das mesmas, bem como as não conformidades detetadas sem rotina de inspeção por FCC. São também analisadas as não conformidades por tipologia e por frequência de ocorrência, bem como as tarefas respeitantes. De seguida, são avaliadas as falhas frequentes das FCC bem como o risco atribuído a cada tarefa. Posteriormente é apresentada a comparação qualitativas do modelo da empresa com o SICCO, com base nas entrevistas efetuadas aos responsáveis da obra. Na presente seção são apresentados os resultados obtidos pela validação do modelo proposta na obra em questão.

Seguidamente apresenta-se o quadro 7.14, que representa o resumo das rotinas de inspeção realizadas em obra:

Quadro 7.14 Resumo das Inspeções Realizadas Obra III

NR.INSPEÇÕES	NC DETETADAS	NC/INSPEÇÃO (%)	NC s/ FCC
98	22	22,4%	3 (13,6%)

Interpreta-se do quadro 7.14 que, de um total de noventa e oito inspeções, foram detetadas vinte e duas NC, das quais três, ou 13,6%, foram detetadas sem inspeção programada, ou seja, não estava contemplado controlo na dada tarefa no plano de conformidade da empresa. Apesar de sempre relativo ao impacto das mesmas, 15% das inspeções resultarem em produto não conforme é um valor substancial. As não conformidades detetadas cujo controlo não estava previsto, revela alguma necessidade de ajustes no plano de conformidade adotado. Foram detetadas vinte e duas não conformidades, de doze tipos diferentes, abrangendo um total de apenas quatro tarefas.

No quadro 7.15, são apresentadas as não conformidades detetadas, as respetivas tarefas e o número total de ocorrências de cada não conformidade, que mais tarde servirá para o cálculo do Risco da tarefa:

Quadro 7.15 Ocorrências de NC Obra III

N. NC	NC MAIS FREQUENTES	TAREFA	OCORRÊNCIAS
#1	Falta de ligação entre ramal e sargeta	Redes de água => pluviais e residuais-sarjeta	1
#2	Grau de compactação da 1ª camada 15 cm	pavimentação => camada sub-base	1
#3	Ensaio slump	pavimentação => execução de lancis	6

N. NC	NC MAIS FREQUENTES	TAREFA	OCORRÊNCIAS
#4	Grau de compactação da 2ª camada 30 com	pavimentação => camada sub-base	1
#5	Comprimento dos lancis	pavimentação => execução de lancis	3
#6	Cotas de sarjetas	Redes de água => pluviais e residuais-sarjeta	4
#7	Lancis a mais	pavimentação => execução de lancis	1
#8	Falta de Material sinalizador	sinalização vertical=> sinalização vertical	1
#9	Entivação da vala	Redes de água => pluviais e residuais-coletores	1
#10	Dimensões da sarjeta	Redes de água => pluviais e residuais-coletores	1
#11	Cotas dos lancis	pavimentação => execução de lancis	2
#12	Falta de vedação	Terraplanagens=>Aterro áreas circundantes	1
TOTAL	12	6	22

Pela análise ao quadro 7.15, é possível concluir uma ocorrência sistemática de não conformidades do mesmo tipo, com destaque para a NC #1 referente à segregação de betão com dezanove não conformidades desse tipo. Isolando as tarefas onde ocorreram as não conformidades, permite-nos identificar a percentagem total de não conformidades que cada tarefa abarca, como é representado no quadro 7.16:

Quadro 7.16 NC por tarefa Obra III

N.	TAREFA	Nº N CONFORMIDADES	% DO TOTAL DE NC
#1	Redes de água => pluviais e residuais-sarjeta	5	23%
#2	pavimentação => camada sub-base	2	9%
#3	pavimentação => execução de lancis	11	50%
#4	sinalização vertical=> sinalização vertical	1	4,5%
#5	Redes de água => pluviais e residuais-coletores	2	9%
#6	Terraplanagens=>Aterro áreas circundantes	1	4,5%

Pela análise ao quadro 7.16, realça-se o peso de 50% das não conformidade relativas à tarefa execução de lancis relativo ao total de não conformidades detetadas na obra no período em questão. De seguida temos as restantes a tarefa relacionada com as sarjetas com um peso total de 23%, 9% na execução da sub-base e coletores de águas residuais e pluviais. Por último as tarefas de aterro nas áreas circundantes e sinalização vertical contabilizam cerca de 4,5% do total de NC.

De seguida são analisadas as falhas mais frequentes detetadas pelas fichas de controlo da conformidade, FCC. O objetivo desta análise é identificar quais os pontos de controlo de cada FCC que falharam com mais frequência, de modo ao modelo SICCO, os identificar como nível de controlo 1, tratando-os como prioritários em cada inspeção.

O quadro 7.17 representa a análise desses dados:

Quadro 7.17 Falhas Frequentes Obra III

N. NC	PONTO DE CONTROLO	FCC	FREQUÊNCIA	Nº INSPEÇÕES	OCORRÊNCIA
#18	Entivação de vala	fcc – coletores pluviais	3	15	20%
#10	Ensaio Slump	fcc – execução de lancis	6	23	26%
#12	Dimensão dos Lancis	fcc – execução de lancis	3	23	13%
#25	Marcação das cotas	fcc – Sarjeta Pluviais e residuais	5	27	18,5%
#19	Espessura da Camada	fcc – Execução de pavimentos em solos granulares, sub-ase ou base 15cm	2	17	11,7%

Analisando o quadro 7.17 identifica-se uma elevada percentagem de falhas frequentes nas presentes FCC de conformidade. Destaque para o ponto #10 da FCC- execução de lancis, referente ao teste “slump”, que em vinte e três inspeções esteve não conforme 26% das vezes. Salienta-se também a elevada percentagem de falhas frequentes nas restantes FCC apresentadas, sendo que o ponto #18 da FCC-coletores pluviais teve a maior incidência com 20% de falhas no total de inspeções.

Refira-se que, na obra em questão, nenhuma FCC possui mais que um ponto de controlo com não conformidades, no total das inspeções.

De seguida é apresentado o quadro do risco calculado pelo programa para cada tarefa, tendo em conta a fórmula de cálculo referida no capítulo anterior. De salientar que a severidade é calculada em função de cinco parâmetros que são avaliados qualitativamente pelos responsáveis da obra. Já a ocorrência vai depender do número de ocorrências de não conformidade relativo ao número de inspeções que incidiram

numa dada tarefa. Segue-se o quadro 7.18 que apresenta o RPN calculado para cada tarefa e o risco associado mesma.

Quadro 7.18 Risco de cada Tarefa Obra III

N. NC	TAREFA	S	O	RPN	RISCO
#1	Redes de água => pluviais e residuais- sarjeta	2	10	20	ALTO
#2	pavimentação => camada sub-base	3	10	30	ALTO
#3	pavimentação => execução de lancis	3	10	30	ALTO
#4	sinalização vertical=> sinalização vertical	3	10	30	ALTO
#5	Redes de água => pluviais e residuais- coletores	5	10	50	ALTO
#6	Terraplanagens=>Aterro áreas circundantes	1	10	10	ALTO

De salientar que pelo facto de ser uma pequena amostra de não conformidades, e as mesmas estarem muito concentradas no mesmo tipo, a ocorrência (O) assumiu sempre o valor máximo (10/10) e, por isso, o risco atribuído às tarefas foi sempre alto, apesar da severidade (S) variar dependente do impacto de cada não conformidade na obra, de acordo com os cinco fatores e a fórmula de cálculo previamente apresentada.

Não obstante desse facto, é assertivo assumir que estas tarefas, neste momento em que representam 100% das inspeções realizadas pela empresa com o modelo, sejam consideradas de alto risco e as restantes não, pois historicamente, por mais curto que seja o período, são estas as tarefas que apresentam maior probabilidade de falha, uma vez que foram as únicas que falharam até à data. De seguida, é apresentada uma avaliação qualitativa ao nível do desempenho do modelo SICCO em comparação com o modelo adotado pela empresa em obra. Existem nove critérios, referentes à utilização do SICCO, sendo a sua pontuação atribuída de 1 a 5, 5 representando o melhor desempenho e 1 o pior desempenho. O quadro 7.19 apresenta os referidos resultados:

Quadro 7.19 Quadro de Avaliação do Modelo Obra III

NR.	CRITÉRIO	MODELO EMPRESA	SICCO
1	Tempo de Implementação	5	3
2	Tempo RDO	1	5
3	Falhas na Informação	3	4

NR.	CRITÉRIO	MODELO EMPRESA	SICCO
4	Anexação de Informação fotográfica	3	5
5	Facilidade de Preenchimento em obra	3	4
6	Acesso e consulta da Informação	3	5
7	Identificação das Falhas frequentes	4	5
8	Avaliação Risco NC	4	5
9	Conexão Móvel	5	1
MÉDIA		3,77	4,11

O primeiro critério, tempo de implementação, o modelo da empresa foi avaliado com pontuação máxima, uma vez que o modelo presente já se encontra solidamente implementado e não haver esforços relacionados com essa implementação na dada obra. Por outro lado, o SICCO foi avaliado com 3 dada a necessidade de carregar os inputs iniciais na preparação da obra. No RDO o modelo SICCO foi considerado consideravelmente mais vantajoso, uma vez que a empresa tinha dificuldades em registar a informação deste procedimento.

Ao nível das falhas na informação o modelo SICCO revelou-se, mas vantajoso, apesar de a empresa na obra em questão efetuar muitos registos. O arquivo e organização fotográfica foi considerado mais vantajoso no SICCO. A facilidade de preenchimento da informação em obra foi favorecida nesta avaliação qualitativa. O acesso à informação revelou-se mais eficaz no modelo SICCO. Não tendo existido uma frequência tao alta de falhas frequentes nesta obra, o modelo da empresa foi avaliado com 4 pontos, já o SICCO obteve avaliação máxima, pois a empresa considerou de bastante utilidade esta funcionalidade. O ponto menos favorável do SICCO, foi a necessidade de ligação à internet constante para efetuar registos.

7.3.4. OBRA IV- HOTEL EM AMBIENTE INTERNACIONAL

Trata-se da obra de um novo hotel na Venezuela promovido por empresário Português e a inaugurado em fevereiro de 2020. A principal condição para a construção do hotel é a excelente localização, a capital venezuelana possui vários projetos na região norte da cidade, mas escassa na área sul, O local onde o hotel ficará localizado tornou-se o centro de negócios da Venezuela, sendo assim a melhor área comercial do país, pois possui as melhores instalações comerciais e restaurantes gourmet.

O terreno escolhido para a construção do hotel está localizado em frente a um shopping sendo por isso, um local imbatível para a localização do hotel. O terreno tem uma área de 1.083 m², onde tem a virtude de estar localizado num canto, possuindo duas frentes para melhor visualização de seus quartos. O zoneamento da urbanização permite o desenvolvimento de um edifício de vinte andares, dezasseis acima do nível da rua e quatro porões para vagas de estacionamento. O hotel terá cento e vinte vagas de estacionamento para visitantes. O local possui todos os serviços públicos; água, eletricidade, telefone e gás, embora devido à situação política, económica e social do país, outras alternativas foram avaliadas no caso de falha de qualquer serviço. Dessa forma, a elaboração de um poço de água, a construção de um centro de geração de energia e a Internet via satélite poderão suprir a queda de algum serviço público.



Fig. 7.21 3D do edifício

Este projeto dá preferência à sua fachada principal, sendo o design um volume triangular. O acesso ao hotel é feito através de uma pequena ilha localizada no lado leste, conseguindo assim uma entrada confortável para os carros na área de entrada do hotel, onde os usuários podem deixar passageiros.

Na entrada principal do hotel serão localizados a recepção e estacionamento com acesso direto aos elevadores.

O hotel possui nove níveis de quartos, com sete suítes por andar e um quarto duplo. O primeiro andar possui cinco quartos duplos e individuais e uma suíte, devido ao espaço dedicado às áreas de serviço de lavanderia e funcionários. Assim, o hotel possui setenta e nove quartos, entre suítes e quartos individuais.

A execução do projeto será realizada em etapas: A primeira etapa, em construção durante a permanência em obra, contém os quatro subsolos, o térreo, o mezanino, o nível do *lobby*, o nível do *lobby* mezanino e quatro níveis de salas.

O segundo piso irá conter os níveis restantes da sala, o nível de eventos e o nível da piscina. É importante mencionar que a primeira etapa incluirá uma área comercial localizada no piso térreo, de acordo com as leis municipais em vigor na portaria aplicável ao terreno.



Figura 7.22 3D da entrada

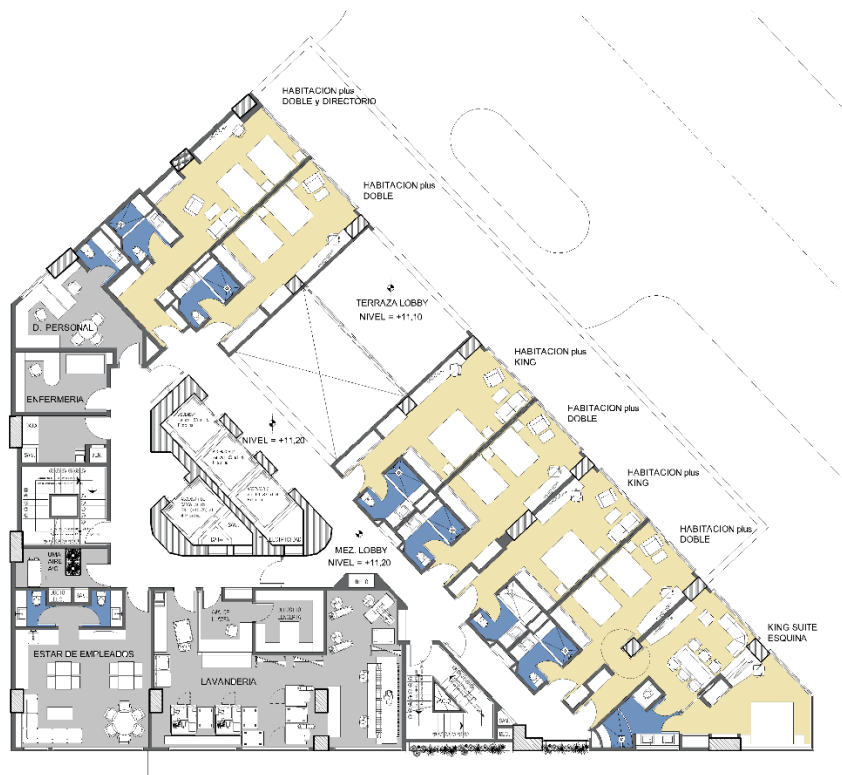


Fig. 7.23 Áreas de Intervenção em projeto

7.3.4.1. MODELO DE CONTROLO DA CONFORMIDADE EXECUTADO PELA EMPRESA

Neste subcapítulo, é mencionado o modelo de controlo de conformidade praticado pela empresa promotora. No presente estudo de caso, a mesma empresa realiza os processos de controlo de qualidade através duma equipa constituída por dois quadros, O engenheiro residente no local e o seu engenheiro assistente. É importante mencionar que a equipa referida ~~não~~ controla conformidade recorrendo a FCC, O RDO conhecido localmente como o Diário de Construção (DC) é a descrição de todos os eventos em andamento. O referido diário informa a data das atividades que ocorrem no local. De fato, descreve de forma concisa tudo o que é feito diariamente no local, esse registro é feito em papel pelo engenheiro residente e permite saber num determinado momento o que aconteceu num dado local. Todos os assuntos tratados na reunião são registados na ata da reunião, preenchidos manualmente no momento da reunião para serem transcritos no computador e as atas serão devidamente arquivadas. A ata da reunião é composta pelo nome do trabalho, duração em minutos, data, membros, assuntos discutidos, andamento, atrasos etc. A reunião é convocada por email, onde os membros devem confirmar por email. Todos os dias, no turno da manhã, a empresa realiza as suas rotinas de inspeção, onde são detetadas não conformidades e andamento dos trabalhos. O registo é realizado através de um formulário de não-conformidade, para a execução do retrabalho. O registo possui campos de preenchimento como; local, data, entidade executora, não conformidade, medidas a serem tomadas para resolver a não conformidade. Quando a não conformidade é resolvida, a equipa de inspeção é responsável por encerrar o processo. O registo de progresso é feito diariamente através de um levantamento fotográfico das atividades que estão a ser realizadas no local. Esse processo é realizado por uma empresa externa, através de outro engenheiro, dessa forma, tudo é registado por data para posterior consulta, se necessário. A solicitação de informações (RFI) é um aspeto a considerar no andamento do projeto, para o qual o manuseio das informações é delicado. No presente caso de estudo, os pedidos de informações são feitos pelo engenheiro responsável, que é a pessoa máxima responsável no local. No presente projeto, a empresa utiliza os seguintes métodos; e-mail, mensagens do WhatsApp, mensagens de texto (SMS), reuniões presenciais e, finalmente, ligações telefónicas, gerando alguns problemas de entendimento entre os vários participantes do projeto. Dessa forma, é gerada uma perda considerável de informações, pois o único processo formal em que a empresa regista as informações é por email. Na figura 7.23 é apresentada uma análise SWOT ao modelo encontrado na empresa, como forma de resumo da anterior seção.



Fig. 7.24 Análise SWOT modelo Obra IV

7.3.4.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO

Nesta sub-seção são apresentados os resultados da validação do modelo SICCO em obra. São enumeradas as inspeções e não conformidades decorrentes das mesmas, bem como as não conformidades detetadas sem rotina de inspeção por FCC. São também analisadas as não conformidades por tipologia e por frequência de ocorrência, bem como as tarefas respeitantes. De seguida, são avaliadas as falhas frequentes das FCC bem como o risco atribuído a cada tarefa. Posteriormente é apresentada a comparação qualitativas do modelo da empresa com o SICCO, com base nas entrevistas efetuadas aos responsáveis da obra. Na presente seção são apresentados os resultados obtidos pela validação do modelo proposta na obra em questão. Seguidamente apresenta-se o quadro 7.19, que representa o resumo das rotinas de inspeção realizadas em obra:

Quadro 7.19 Resumo das Inspeções Realizadas Obra IV

NR.INSPEÇÕES	NC DETETADAS	NC/INSPEÇÃO (%)	NC s/ FCC
78	27	34,6%	5 (18,5%)

Interpreta-se do quadro 7.19 que, de um total de setenta e oito inspeções, foram detetadas vinte e sete NC, das quais vinte e cinco, ou 15%, foram detetadas sem inspeção programada, ou seja, não estava contemplado controlo na dada tarefa no plano de conformidade da empresa. De salientar que apesar da empresa não utilizar FCC, o fiscal transparente utilizou as FCC do SICCO adaptadas para a obra em questão. Foram detetadas vinte e sete não conformidades, de quatro tipos diferentes, abrangendo um total de apenas três tarefas. De salientar que a obra em estudo, se encontrava em fase de execução da superestrutura e por isso, a variabilidade de tarefas ser tão reduzida e o mesmo se aplica às não conformidades encontradas. No quadro 7.20, são apresentadas as não conformidades detetadas, as respetivas tarefas e o número total de ocorrências de cada não conformidade, que mais tarde servirá para o cálculo do Risco da tarefa:

Quadro 7.20 Ocorrências de NC Obra IV

N. NC	NC MAIS FREQUENTES	TAREFA	OCORRÊNCIAS
#1	Erro no teste de cilindro	Estruturas de Betão Armado => Betonagem de Lajes e vigas	7
#2	Mau acabamento por errada Descobragem	Estruturas de Betão Armado => Betonagem de Escadas	13
#3	Mau acabamento Betão	Estruturas de Betão Armado => Betonagem de Muros	6
#4	Vibração mal executada	Estruturas de Betão Armado => Betonagem de Lajes e vigas	1
TOTAL	4	3	27

Pela análise ao quadro 7.19, é possível concluir uma ocorrência sistemática de não conformidades do mesmo tipo, com destaque para a NC #2 referente ao deficiente acabamento do betão após descofragem com treze não conformidades desse tipo. Isolando as tarefas onde ocorreram as não conformidades, permite-nos identificar a percentagem total de não conformidades que cada tarefa abarca, como é representado no quadro 7.20:

Quadro 7.20 NC por tarefa Obra IV

N.	TAREFA	Nº N CONFORMIDADES	% DO TOTAL DE NC
#1	Estruturas de Betão Armado => Betonagem de Lajes e vigas	8	29,6%
#2	Estruturas de Betão Armado => Betonagem de Escadas	13	48,1%
#3	Estruturas de Betão Armado => Betonagem de Muros	6	22,2%

Pela análise ao quadro 7.20, realça-se o peso de 48% das não conformidade relativas à tarefa betonagem de escadas relativo ao total de não conformidades detetadas na obra no período em questão. De seguida temos as restantes tarefas relacionada com a betonagem de lajes e vigas com um peso total de 29,6%, 22,2% na betonagem de muros. De seguida são analisadas as falhas mais frequentes detetadas pelas fichas de controlo da conformidade, FCC. O objetivo desta análise é identificar quais os pontos de controlo de cada FCC que falharam com mais frequência, de modo ao modelo SICCO, os identificar como nível de controlo 1, tratando-os como prioritários em cada inspeção.

O quadro 7.21 representa a análise desses dados:

Quadro 7.21 Falhas Frequentes Obra IV

N. NC	PONTO DE CONTROLO	FCC	FREQUÊNCIA	Nº INSPEÇÕES	OCORRÊNCIA
#19	Provetes Cilíndricos	fcc – execução de lancis	7	30	23,3%
#28	Descofragem	fcc – execução de lancis	19	38	50%
#15	Vibração	fcc – Sarjeta Pluviais e residuais	1	38	2,6%

Analisando o quadro 7.21 identifica-se uma elevada percentagem de falhas frequentes nas presentes FCC de conformidade Destaque para o ponto #28 da FCC- betonagem de escadas, referente à descofragem do elemento que, em trinta e oito inspeções esteve não conforme 56% das vezes. Salienta-se também a elevada percentagem de falhas frequentes no ponto #19 da FCC-betonagem de lajes e vigas, teve a maior incidência com 23,3% de falhas no total de inspeções.

De seguida é apresentado o quadro do risco calculado pelo programa para cada tarefa, tendo em conta a fórmula de cálculo referida no capítulo anterior. De salientar que a severidade é calculada em função de cinco parâmetros que são avaliados qualitativamente pelos responsáveis da obra. Já a ocorrência vai depender do número de ocorrências de não conformidade relativo ao número de inspeções que incidiram numa dada tarefa. Segue-se o quadro 7.22 que apresenta o RPN calculado para cada tarefa e o risco associado mesma.

Quadro 7.22 Risco de cada Tarefa Obra IV

N. NC	TAREFA	S	O	RPN	RISCO
#1	Betonagem de Lajes e vigas	5	10	50	ALTO
#2	Betonagem de Escadas	5	10	50	ALTO
N. NC	TAREFA	S	O	RPN	RISCO
#3	Betonagem de Muros	5	10	50	ALTO

De salientar que pelo facto de ser uma pequena amostra de não conformidades, e as mesmas estarem muito concentradas no mesmo tipo, a ocorrência (O) assumiu sempre o valor máximo (10/10) e, por isso, o risco atribuído às tarefas foi sempre alto, apesar da severidade (S) variar dependente do impacto de cada não conformidade na obra, de acordo com os cinco fatores e a fórmula de cálculo previamente apresentada.

Não obstante desse facto, é assertivo assumir que estas tarefas, neste momento em que representam 100% das inspeções realizadas pela empresa com o modelo, sejam consideradas de alto risco e as restantes não, pois historicamente, por mais curto que seja o período, são estas as tarefas que apresentam maior probabilidade de falha, uma vez que foram as únicas que falharam até à data.

De seguida, é apresentada uma avaliação qualitativa ao nível do desempenho do modelo SICCO em comparação com o modelo adotado pela empresa em obra.

Existem nove critérios, referentes à utilização do SICCO, sendo a sua pontuação atribuída de 1 a 5, 5 representando o melhor desempenho e 1 o pior desempenho. O quadro 6.12 apresenta os referidos resultados:

Quadro 7.23 Quadro de Avaliação do Modelo Obra IV

CRITÉRIO		MODELO EMPRESA	SICCO
1	Tempo de Implementação Necessário	5	1
2	Tempo despendido no RDO	1	5
3	Falhas na Informação	1	5
4	Anexação de Informação fotográfica	3	5
5	Facilidade de Preenchimento em obra	3	4
6	Acesso e consulta da Informação	1	5
7	Identificação das Falhas frequentes	1	5
8	Avaliação Risco NC	1	5
9	Conexão Móvel	5	1
MÉDIA		2,33	4

O primeiro critério, tempo de implementação, o modelo da empresa foi avaliado com pontuação máxima, uma vez que a ausência de muitos dos procedimentos não requer implementação. Por outro lado o SICCO foi avaliado com 1 por meio de comparação. No RDO o modelo SICCO foi considerado consideravelmente mais vantajoso 5 para 1 , uma vez que a empresa não registava informação deste procedimento .

Ao nível das falhas na informação o modelo SICCO revelou-se mas vantajoso, sendo referido na apresentação da obra as elevadas perdas de comunicação devido aos vários meios de difusão utilizados.

O arquivo e organização fotográfica foi considerado mais vantajoso no SICCO. A facilidade de preenchimento da informação em obra foi favorecida nesta avaliação qualitativa. O acesso à informação revelou-se mais eficaz no modelo SICCO. A identificação de falhas frequentes e risco das tarefas derivado das não conformidades associadas às mesmas teve muito valor para a empresa uma vez que esta possui uma alta frequência destas ocorrências que poderia ter sido evitada se houvesse informação nesse sentido.

O ponto menos favorável do SICCO, foi a necessidade de ligação à internet constante para efetuar registos.

7.4. ANÁLISE DA VALIDAÇÃO

Após a análise de dados apresentada na validação da seção anterior, cabe ao autor, tirar conclusões acerca do desempenho do modelo SICCO na validação apresentada, fazendo um balanço dos pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades, mas, também apontar algumas limitações presentes na validação. Primeiramente, importa referir que um dos objetivos da validação era provar que este modelo pode ser utilizado para controlo da conformidade independentemente da tipologia da obra. No primeiro caso de estudo, obra I, o modelo é aplicado na construção de um complexo habitacional, no segundo caso é aplicado numa requalificação de um teatro histórico. Na terceira obra, esta de tipologia mais diferenciadora, o modelo foi aplicado em infraestruturas num arruamento público, onde a coordenação espacial nos moldes do modelo foi um desafio, porém ultrapassado, provando dar resposta também ao controlo de conformidade em obras dessa natureza.

Por último, o modelo foi aplicado numa construção em altura, num país e cultura muito diferente, onde também foi provada a sua capacidade de resposta.

De seguida, importa também referir a distinta natureza das tarefas controladas nas diferentes obras. Na obra I, o modelo foi aplicado em fase de acabamentos, uma das mais desafiantes para qualquer sistema de controlo de conformidade, dado o elevado número de tarefas a decorrer em simultâneo e a complexidade dos sistemas que são constituídos por várias componentes, para não falar da elevada presença de mão-de-obra das várias empresas envolvidas nesta fase. Também nestes moldes o modelo conseguiu responder sem restrições no que concerne ao seu funcionamento. Na obra II, o modelo foi aplicado numa reabilitação de um edifício histórico, tendo controlado tarefas de estruturas e alvenarias maioritariamente. Na terceira obra, o modelo revelou-se capaz de controlar tarefas de terraplanagens, redes de águas residuais, abastecimento e pluviais.

Por último, na obra IV, o modelo foi posto à prova em tarefas estruturais, pouca variabilidade, mas com grande volume, dando também resposta positiva à referida solicitação.

Importa também referir que, também os modelos de controlo da conformidade encontrados nos casos de estudo assumem carácter diferente. Enquanto na obra I,II e IV, o modelo foi aplicado do lado do empreiteiro, como meio de controlo interno, na obra III foi aplicado pela fiscalização.

Nenhuma destas variáveis condicionou o seu desempenho ou impôs qualquer tipo de restrição à sua aplicabilidade. No que por último concerne às características distintas de cada estudo de caso, importa referir que apesar de nas obras I,II e III, o modelo ter sido aplicado em empresas com um sistema de qualidade bem implementado e com certificação ISO 9001, na obra IV tal não aconteceu. Depreende-se que, o modelo pode ser aplicado independentemente da formação ou do grau de implementação de controlo da qualidade que a empresa apresente.

Conclui-se portanto que, o espectro de aplicabilidade do modelo é alheio à dimensão e tipologia da obra, características das tarefas a controlar, meios de controlo internos ou externos e modelo de qualidade implementado na organização.

Relativamente aos dados recolhidos da validação importa referir algumas limitações, nomeadamente a dimensão da amostra relativa ao número de inspeções realizadas, variabilidade das tarefas controladas, ou número de obras da mesma empresa. O tamanho dessa amostra condiciona, portanto, muitos aspetos conclusivos para que se considere significância estatística. Nomeadamente, as falhas frequentes encontradas e a avaliação de risco das tarefas, foram conduzidas pela dimensão destas amostras.

No total das quatro obras, foram realizadas quatrocentas e vinte e nove inspeções e detetadas cento e dez não conformidades. A seguinte figura mostra a relação entre o número de inspeções realizadas e o número de não conformidades detetadas em cada obra.

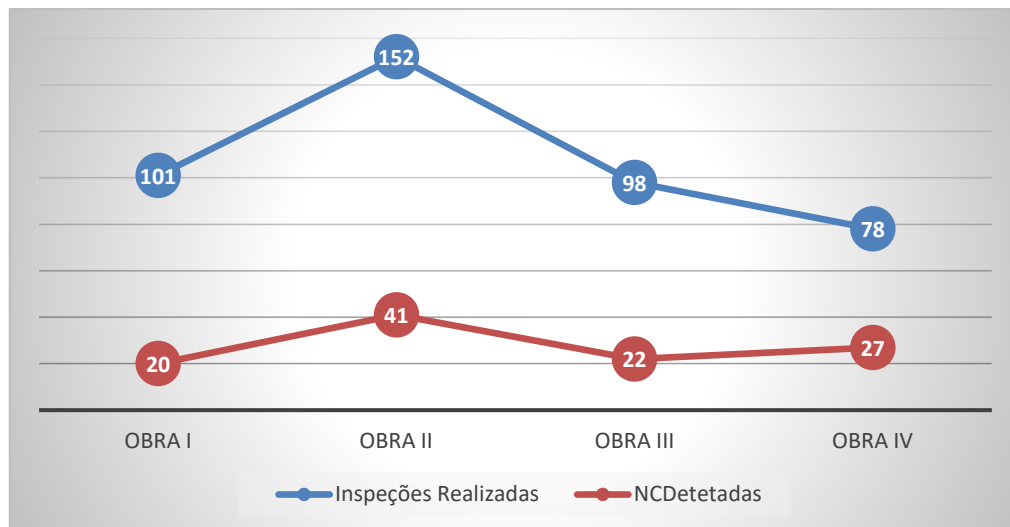


Fig. 7.25 Inspeções Realizadas/ NC Detetadas

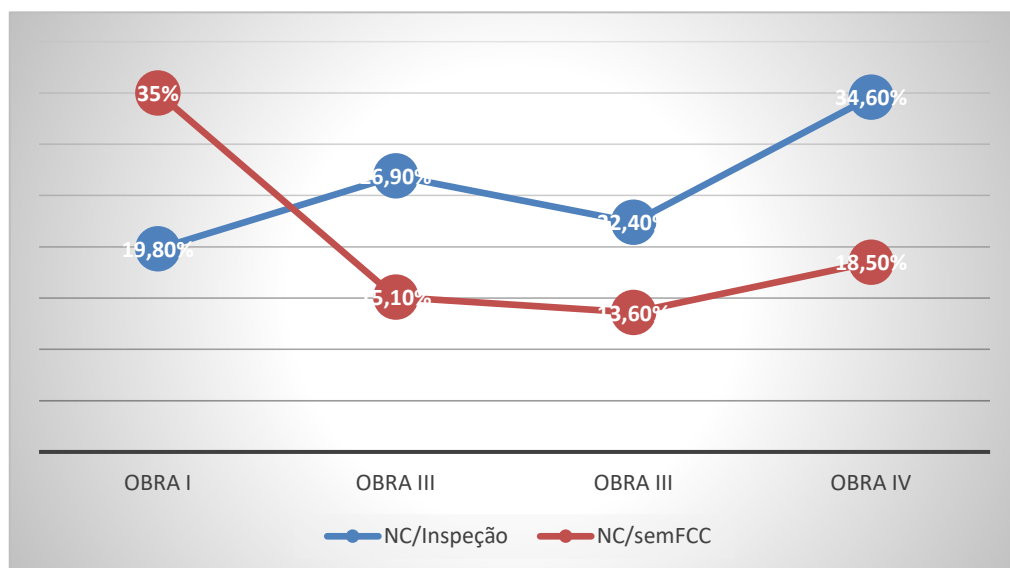


Fig. 7.26 NC Detetadas/Inspeção

Constata-se pela observação das anteriores figuras que a obra II obteve o maior número de inspeções, cerca de cento e cinquenta e duas no total e, ao mesmo tempo, teve o maior número de não conformidades detetadas, com um total de quarenta e uma. Apesar deste fato, a obra com maior percentagem de não conformidades por inspeção, dado obtido pela figura 7.23, foi a obra IV com 34,6%. O número de não conformidades detetadas sem ficha de controlo da conformidade é também um indicador importante para perceber o alinhamento do plano de conformidade da obra com a ocorrência

de não conformidades. Esse plano deve ser delineado de acordo com o risco de falha de cada tarefa, de forma a otimizar os esforços no controlo da conformidade, dando foco e prioridade às tarefas de risco mais elevado à partida. Nesse aspeto a obra I teve a percentagem mais elevada do referido indicador, com 35%, mais do dobro do que qualquer outra obra. Apesar das limitações já referidas desta amostragem, a dimensão deste valor pode ser justificada pela alta variabilidade de tarefas controladas em fase de acabamentos, tornando mais difícil o controlo da conformidade quando estas ocorrem em simultâneo, como foi o caso.

Das não conformidades detetadas nas quatro obras, analisa-se agora o grau de risco das tarefas não conformes (RPN), composta pelas parcelas (O) e (S), como se pode observar na seguinte figura:

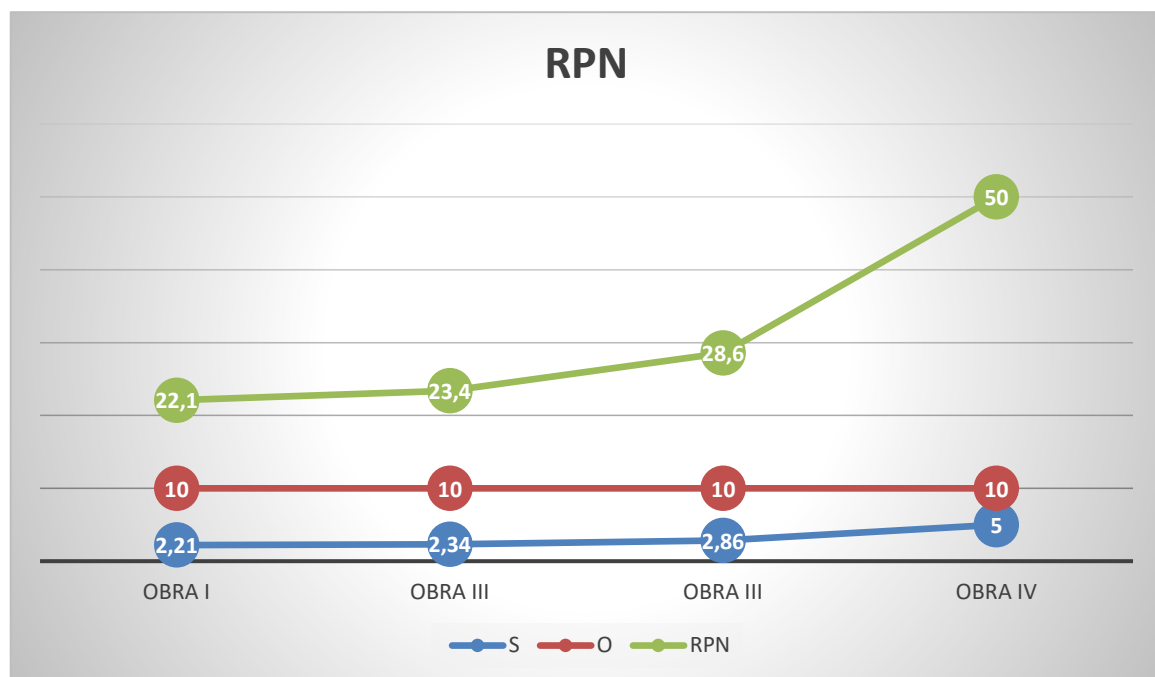


Fig. 7.27 RPN por Obra

Observa-se pela figura 7.24 que nas obras I, II e III as não conformidades detetadas obtiveram uma severidade média relativamente baixa entre os 2,21 e 2,86 num total de 10 pontos. No caso da obra IV a severidade média verificada nas não conformidades detetadas nessa obra foi 5 em 10, valor que é sensivelmente o dobro das restantes obras. Este valor pode ser justificável pela natureza das tarefas controladas que, no caso em questão, foram relacionadas com a betonagem de elementos em betão armado, mas também pelo impacto que as mesmas tiveram.

Ao nível da ocorrência (O) verificou-se que em todas as quatro obras analisadas este indicador assumiu valor máximo de 10 em 10. Esta observação deve-se ao facto de para esta pequena amostragem se verificar uma elevada ocorrência de não conformidades.

Relativamente ao RPN, devido ao facto de (O) ser o mesmo para todas as obras a variação de RPN por obra é diretamente proporcional à severidade (S), sendo que a obra IV obteve o RPN médio de todas as tarefas mais elevado, de 50 em 100, e a obra I obteve o RPN médio mais reduzido com 22,1 pontos em 100. De salientar que, devido a (O) ter assumido valor máximo em todas as obras, também o risco foi considerado alto para todas as tarefas analisadas nos quatro casos de estudo.

Analisando agora o desempenho do modelo de acordo com os nove critérios considerados e apresentados em cada caso de estudo, conclui-se que, o modelo SICCO no total das avaliação se revelou mais vantajoso nas organizações do que os modelos tradicionais implementados nas mesmas. A seguinte figura ilustra a avaliação média dos nove critérios utilizados para validar o modelo SICCO nas quatro obras:

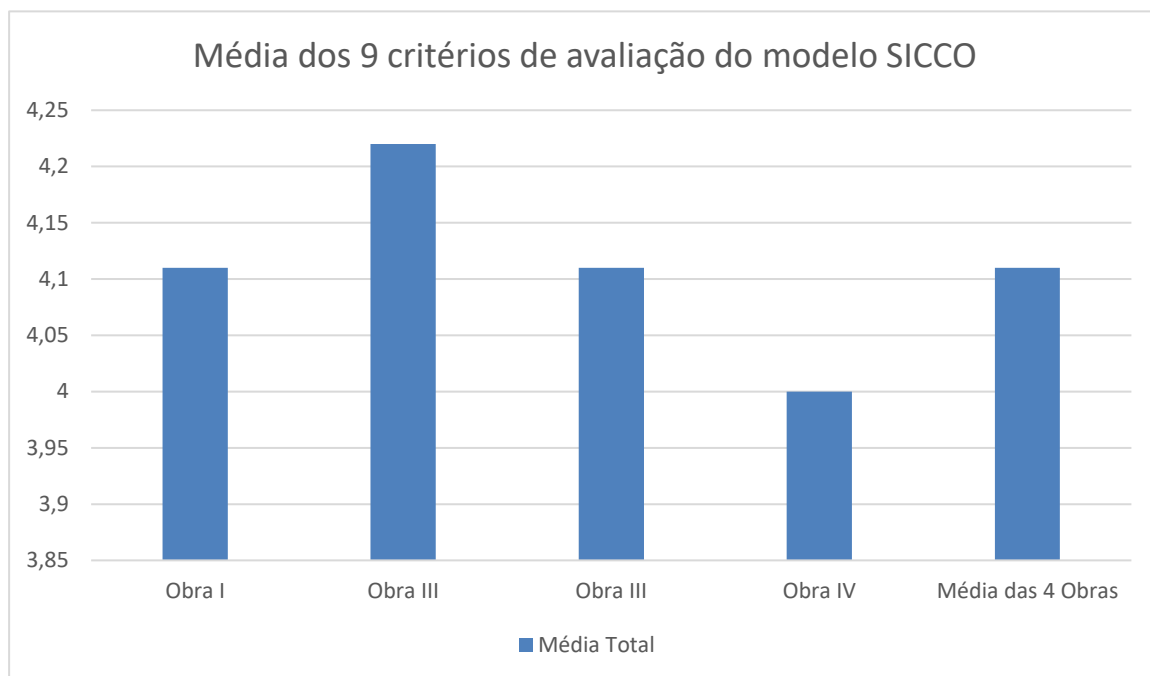


Fig. 7.28 Critérios de Avaliação SICCO

Observa-se pela figura 7.26, que a obra obteve melhor avaliação do modelo SICCO, na média dos nove critérios escolhidos para a validação foi a obra II, com 4,22 pontos em 5, seguida das obras I e III com 4,11 pontos cada, tendo a obra IV 4 pontos em 5. Na médias das quatro obras, contabilizando os nove critérios, o modelo SICCO obteve 4,11 pontos em 5 possíveis.

Foi assumido unanimemente tanto pelas organizações como pelo fiscal transparente atuando nas mesmas, o peso do RDO e o impacto temporal que o mesmo implicava nas organizações, nos moldes do seu modelo tradicional.

O SICCO mostrou agilizar não só o seu preenchimento, possibilitar uma informação muito mais completa e precisa e, para além disso, poupar muito tempo na compilação dessa informação para relatórios periódicos, procedimento que exige uma indexação horária elevada por parte dos responsáveis da obra.

As seguintes figuras representam os resultados compilados das quatro obras relativos ao “tempo despendido no RDO” e “facilidade de preenchimento em obra”, respetivamente.

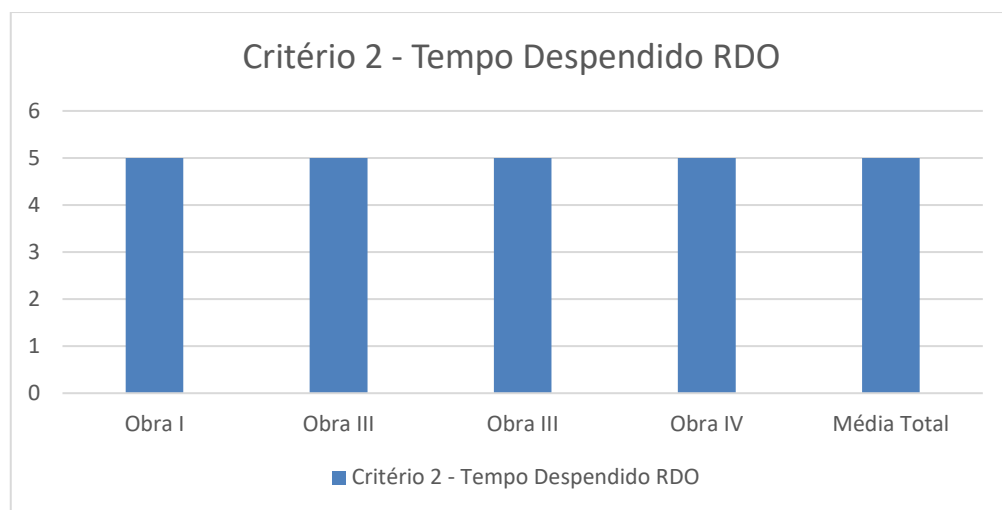


Fig. 7.29 Critério 2 por Obra

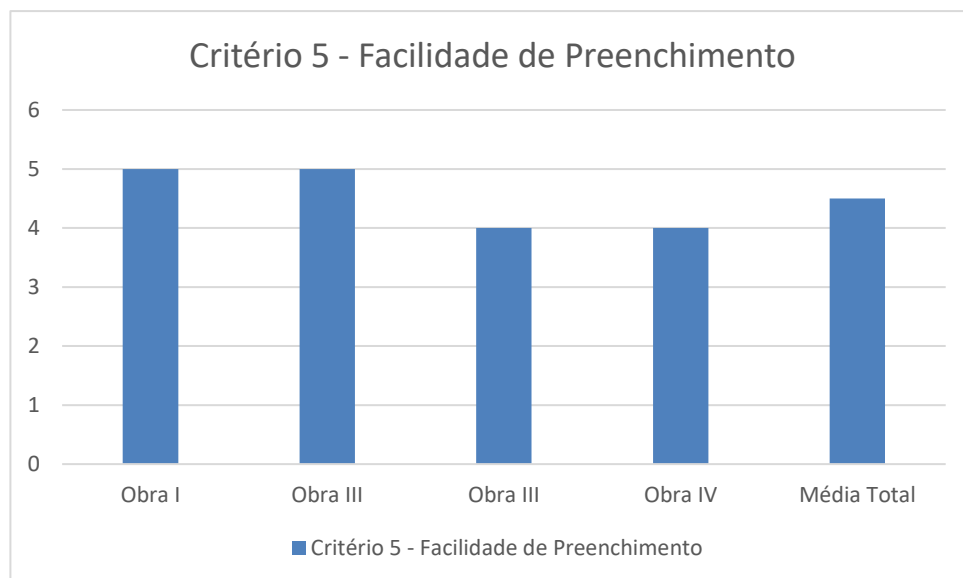


Fig. 7.30 Critério 5 por Obra

As falhas na informação no processo de controlo da conformidade, foram também reconhecidas por ambas as partes, na sua maioria justificadas pela complexidade dos meios implementados, ou pela pouca utilidade que esta informação poderia ter no futuro.

O SICCO provou ser mais eficaz tanto no preenchimento da informação em obra, como no acesso e organização da mesma, evitando falhas de comunicação que ocorrem no modelo atual.

O arquivo fotográfico, também unanimemente admitido por todas as organizações abordadas, de difícil consulta, foi um dos pontos fortes do modelo SICCO, sendo mais vantajoso em todos os casos onde foi aplicado.

Segue-se, nas figuras seguintes a compilação de resultados referente aos critérios “falhas na informação” e “anexação da informação fotográfica”, respetivamente:

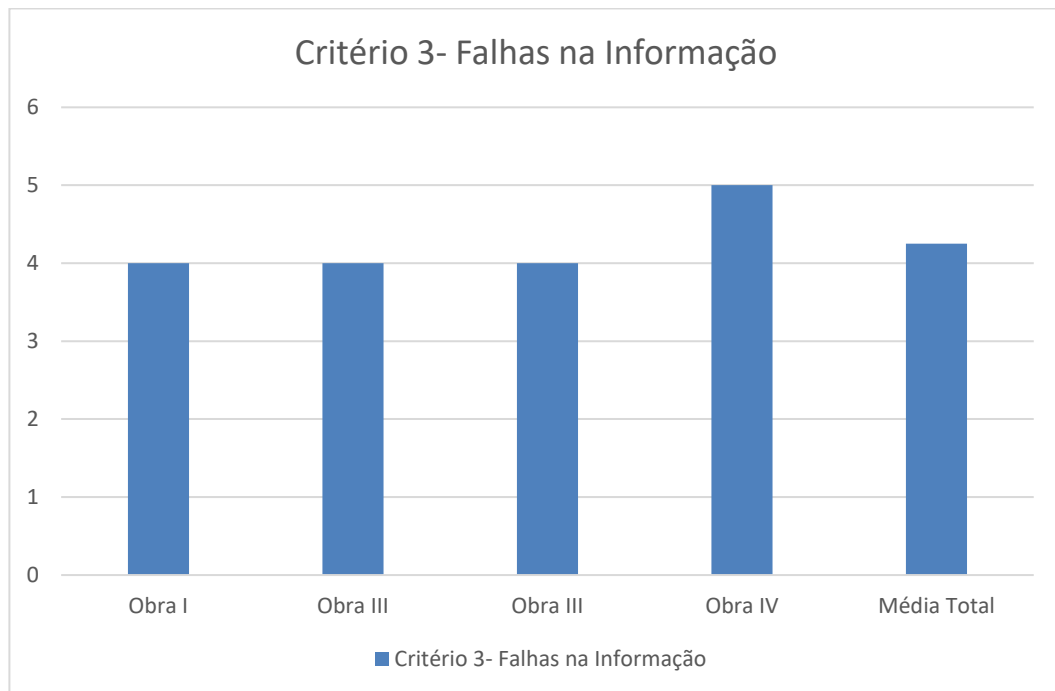


Fig. 7.31 - Critério 3 por Obra

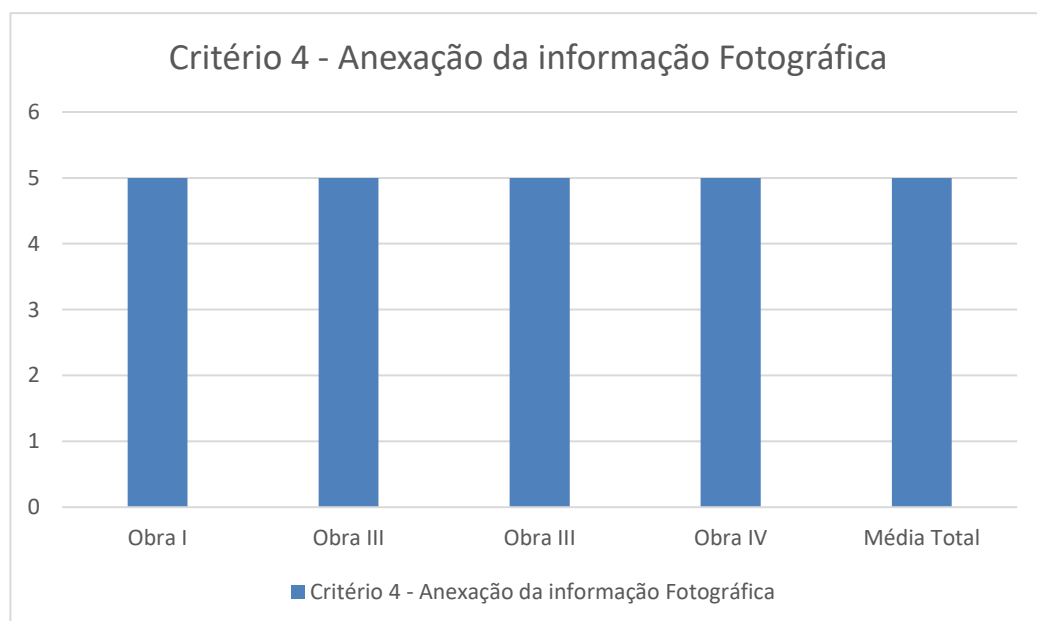


Fig. 7.32 - Critério 4 por Obra

As falhas frequentes encontradas pelo SICCO permitiram identificar erros sistemáticos em cada obra, geralmente negligenciados pelas organizações que não estão munidas de informação para concluir ou identificar estas falhas. A classificação de risco das Não Conformidades, permitiu concluir que, delinear um plano de conformidade baseado apenas na experiência de execução da tarefas, pode ser o mais rápido mas nem sempre é o mais eficaz, e com ajuda desta ferramenta na aceleração deste procedimento, muitas não conformidades ao longo da obra poderiam ser evitadas.

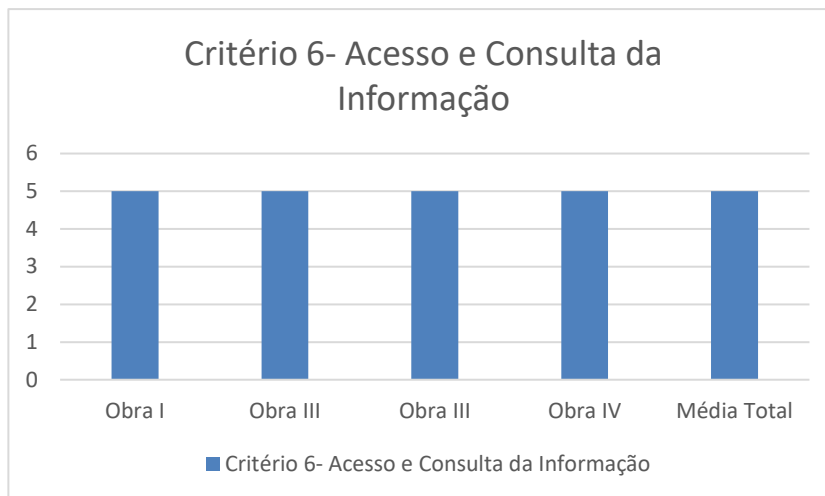


Fig. 7.33- Critério 6 por Obra

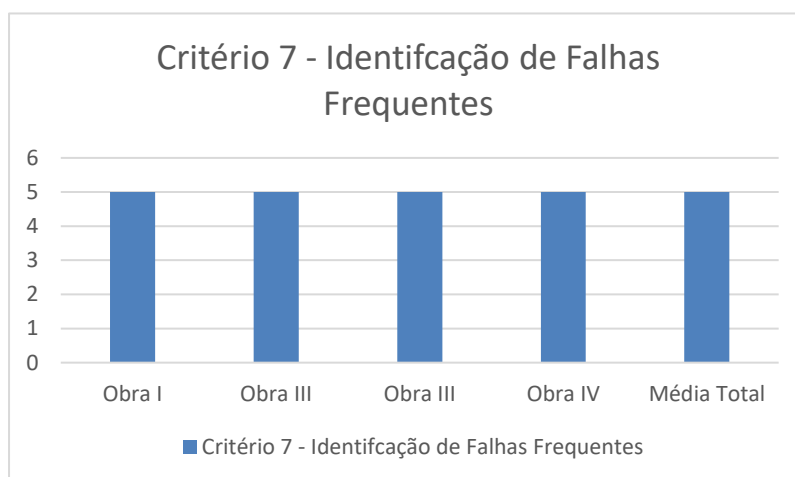


Fig. 7.34- Critério 7 por Obra

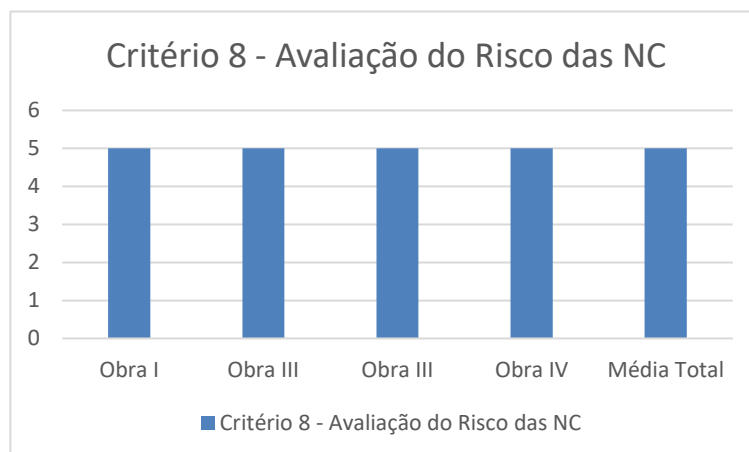


Fig. 7.35- Critério 8 por Obra

O tempo de implementação foi um dos fatores apontados como “*drawback*” deste modelo, uma vez que se assenta puramente em dados que impreterivelmente tem de ser inseridos na sua base de dados para que este funcione. A escassa informatização dos procedimentos encontrados nas empresas revela-se uma grande barreira na utilização do SICCO, uma vez que o tempo de implementação é bastante substancial nesta realidade.

Outra barreira unanimemente encontrada no modelo SICCO, que não advém do modelo em si, mas sim da tecnologia informática em que este está incorporado prende-se ao fato da necessidade incontornável de ligação à internet para a utilização do mesmo.

Visto está que, em muitos casos ainda hoje em dia, a ligação constante à internet nos estaleiros é, por vezes, condicionada, o que torna difícil a aplicação do modelo nestas condições, perdendo as suas características de comunicação em tempo real e preenchimento na obra.

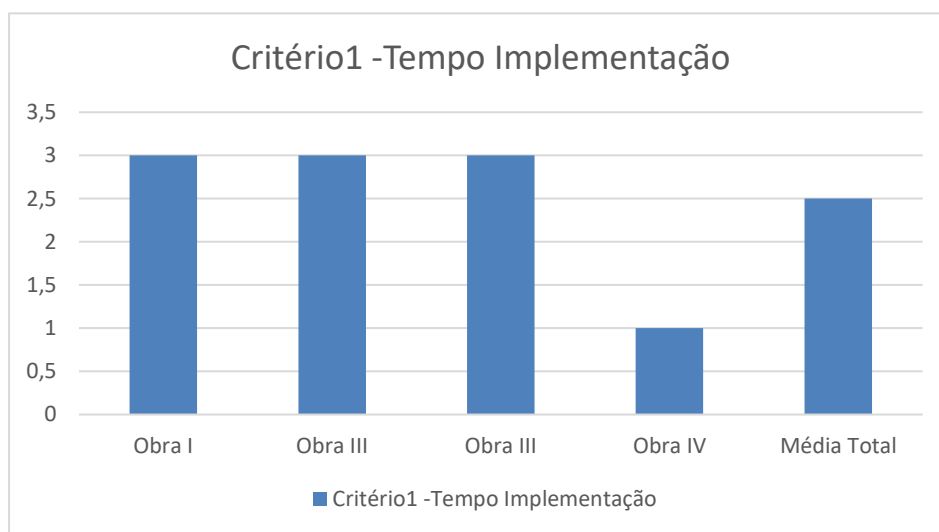


Fig. 7.36- Critério 1 por Obra

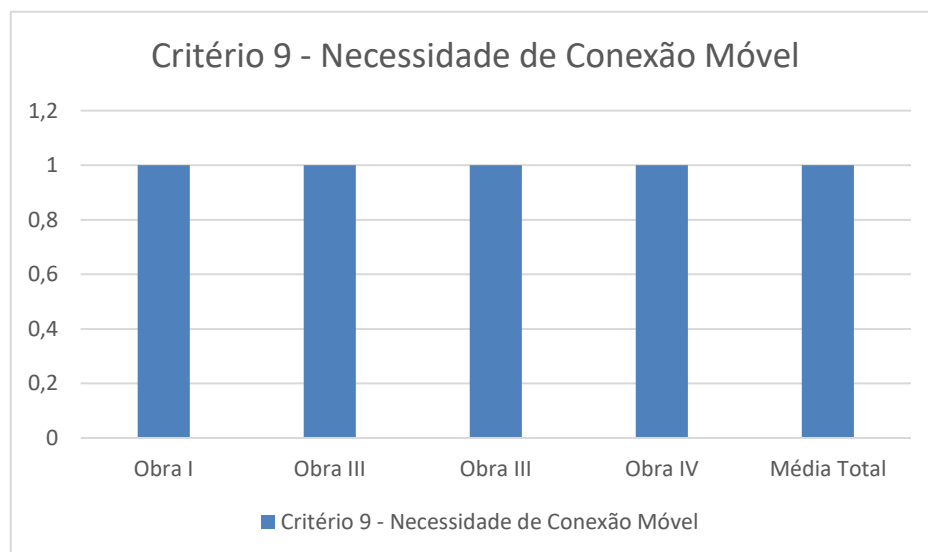


Fig. 7.37- Critério 9 por Obra

De seguida, é apresentada na figura 7.36 uma análise SWOT efetuada à aplicação do SICCO nos casos de estudo, como forma de síntese dos pontos abordados nesta seção:



Fig. 7.38 Análise SWOT Validação

Em resumo dos resultados de validação apurados pelos nove critérios de desempenho, é realizada uma análise SWOT geral onde são identificados os pontos fortes, pontos fracos, ameaças e oportunidades do modelo proposto, SICCO, face à sua aplicação em obras do âmbito definido anteriormente.

A identificação de falhas frequentes nas não conformidades e o grau de risco das tarefas obtiveram classificação máxima em todas as obras onde o modelo SICCO foi aplicado, uma vez que se encontraram bastantes incidências de não conformidades em tarefas no mesmo tipo, ao longo das quatro obras.

Também o RDO gerado pelo modelo SICCO, se revelou de extrema eficácia comparativamente com os modelos tradicionais implementados nas empresas em questão, uma vez que, para além de poupar tempo no preenchimento e na compilação da informação, os dados obtidos foram na maioria dos casos mais completos quando preenchidos no SICCO. Os restantes pontos fortes identificados forma o acesso e consulta à in formação e o preenchimento mais célere dos registos em obra através do modelo SICCO.

É identificada como ameaça o potencial esforço na educação das organizações e seus colaboradores a executar o controlo da conformidade em obra através de dispositivos móveis, forçando o abandono dos hábitos tradicionais, implementados há muitas décadas. Foram apontadas unanimemente, já referidos na presente sub-seção, os pontos fracos identificados como o tempo despendido na implementação do SICCO em obra e a necessidade de conexão a internet móvel para o seu funcionamento.

Como forma de transformar os colmatar fracos, são identificadas as oportunidades de implementar este modelo numa aplicação móvel sem necessidade de ligação à internet, gravando a informação registada e sincronizar a mesma quando houvesse internet móvel, não dependendo o funcionamento do modelo inteiramente da mesma. A obtenção de uma base de dados de tarefas normalizada, pelo menos ao nível nacional, permitiria homogeneizar ainda mais os dados e estatísticas do modelo SICCO, pelo que a interligação do SICCO com sistemas de normalização é apontada como oportunidade de melhoria.

Por último, a possibilidade de construir uma base de dados de não conformidades pré-estabelecidas no SICCO, agilizaria a sua gestão mas também permitiria fazer um benchmark das mesmas, fortalecendo o já apresentado algoritmo de risco das tarefas (RPN) do SICCO.

Discutidos os pontos fortes, fracos ameaças e oportunidades, no seguinte capítulo é apresentada uma conclusão do modelo desenvolvido e respetivo enquadramento com os objetivos da defendida tese.

8

CONCLUSÃO

8.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na presente sub-seção são apresentadas as conclusões da tese desenvolvida. Primeiramente são reiteradas as considerações finais referentes a cada capítulo. De seguida são apresentadas as limitações encontradas ao longo do desenvolvimento desta dissertação. Por último é efetuada uma proposta de três desenvolvimentos futuros para o modelo SICCO, enquadrando os mesmos com o estado da arte atual, e referindo as maiores valias que os mesmos podem acrescentar ao atual modelo desenvolvido. O primeiro desenvolvimento futuro proposto trata a interligação do modelo SICCO com modelos BIM, como referido no capítulo anterior. Segue-se a proposta de integrar o SICCO, com sistema de tarefas normalizadas na construção, o PRONIC. Seguidamente é abordada a possibilidade de criar uma base de dados de NC por tipologia, de forma a normalizar também este tipo de ocorrências. Por último é efetuada uma proposta de desenvolver um algoritmo que trate e gere árvores de diagnóstico para a origem e causas das não conformidades geridas pelo SICCO.

A seguinte imagem 8.1, ilustra o índice do presente capítulo:

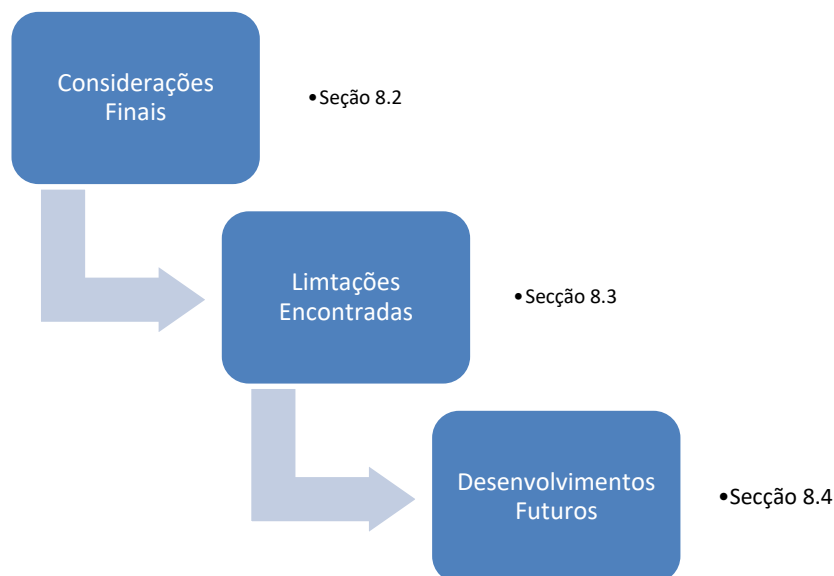


Fig. 8.1 Índice do Capítulo 8

8.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente, no segundo capítulo desta dissertação, são definidos os principais conceitos que a compõem, alguns deles pilares centrais para o trabalho desenvolvido e apresentados na mesma. Começam por ser apresentados os principais conceitos relacionados com o controlo da conformidade em obra e qualidade na construção, tais como não conformidade, “*rework*” e ficha de controlo da conformidade, bem como outros procedimentos abordados ao longo desta dissertação. De seguida, são apresentados os principais conceitos tecnológicos envolvidos no modelo proposto e apresentado no capítulo 5. Entre eles, destaque para tecnologia “*mobile*” e “*cloud*”, documentação “*as-built*” que assume um papel central no modelo apresentado e, por último, BIM, que também merece destaque no capítulo 7 como continuidade do modelo proposto.

Como forma de fundamentar a problemática teorizada no primeiro capítulo, no terceiro capítulo é efetuado através da observação e inquéritos em obra um levantamento dos sistemas de controlo da conformidade em obra instalados em empresas construtoras e de fiscalização com âmbito nacional. Através de um elemento externo à organização presente em obra, denominado de “fiscal transparente”, são registados e analisados os principais procedimentos relativos ao controlo da conformidade praticado por quatro organizações distintas, em quatro obras distintas. Como forma de os avaliar, foi efetuada uma análise qualitativa baseada em cinco critérios, entre eles a recolha da informação, o armazenamento da mesma, o acesso à informação, tempo despendido nos processos e a probabilidade de falhas no circuito da informação.

De uma forma geral os sistemas de informação relativos ao controlo da conformidade obtiveram uma avaliação negativa no que concerne à sua eficácia em todos os casos de estudo. Constatou-se por unanimidade que, o processo relatório diário é o mais gravoso em todos os casos no que concerne à eficácias dos sistemas da informação.

Seguidamente, ainda no referido capítulo, foram elaborados inquéritos aos responsáveis pelo controlo da conformidade em cada obra. Verificou-se também, através dos inquéritos efetuados, que os relatórios ocupam uma percentagem significativa (cerca de 25%) do tempo dos fiscais em obra. A área funcional conformidade, bem como a área funcional de informação representação ao todo 83% do tempo dos fiscais em obra.

Relativamente à problemática que foi suscitada, veio-se a comprovar que os profissionais da área em geral, subscrevem que o processo de controlo da qualidade através de fichas em obra não está otimizado, e a sua informatização seria uma mais valia. Verifica-se também que, é empregue pouca atenção a este controlo, em comparação com outros processos, que não acrescentam valor.

No quarto capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica das publicações consultadas, dando ênfase às mais relevantes e que mais contribuíram, tanto para o desenvolvimento do modelo proposto, como para a sua validação e propostas de desenvolvimentos futuros. É apresentada uma bibliometria, dividida nas duas principais temáticas que compõem esta dissertação, os sistemas de controlo da qualidade, onde a conformidade se insere e, os sistemas de informação empregues no controlo da conformidade em obra.

Dessa revisão bibliográfica, verificou-se um grande esforço científico que incide na análise das causas, origens e impactos do “*rework*” gerado pela falta de qualidade na construção. É reconhecido pelo estado da arte atual que, a comunicação tanto ao nível dos registos, como de partilha e transmissão da informação, é um dos principais fatores que contribuem para o incremento dos custos da qualidade e geração de “*rework*”.

É também reconhecido no atual estado da arte, tal como na fundamentação da problemática por observação efetuada em obra que, as atividades burocráticas relacionadas com o controlo de qualidade em obra, ocupam muito tempo dos responsáveis, tempo esse que, poderia ser utilizado para a realização de tarefas próprias da atividade, ao invés de tarefas burocráticas que não geram valor.

No estado da arte atual, são reconhecidas em unanimidade as vantagens tanto ao nível do processamento como do tratamento e armazenamento da informação presente nesses procedimentos informatizados, concluindo em concordância que torna esses procedimentos mais eficientes e eficazes. Porém, o presente estado da arte ainda carece de um sistema centralizado que englobe todos esses procedimentos.

Como forma de conclusão do referido levantamento bibliográfico, são reconhecidas pelo autor as mais valias de integrar os registos e informação relativos ao controlo da conformidade em obra em modelos BIM, porém constata que, devido aos problemas identificados pelo estado da arte atual, desenvolver um sistema de integração baseado em tecnologia BIM, tornará esse sistema refém dos softwares existentes e não colmatará os problemas atuais. “O autor, identifica a oportunidade de desenvolver um modelo federado de integração com modelos BIM, ou seja, um modelo próprio que não dependa deste último”.

Tomando como ponto de partida a análise efetuada na fundamentação da problemática e também no levantamento bibliográfico do estado da arte atual, no quinto capítulo é apresentado o modelo proposto, denominado de SICCO - Sistema integrado para controlo da conformidade me obra. No referido capítulo são apresentados os procedimentos desenvolvidos, caracterizados pelos seus requisitos de funcionamento, bem como os respetivos fluxos de informação. É apresentada a implementação do modelo proposto numa plataforma com base em tecnologia “cloud” e “mobile”. É também apresentado um algoritmo de cálculo que permite identificar falhas frequentes decorrentes das inspeções efetuadas pelas fichas de conformidade. Seguidamente é abordado outro algoritmo de cálculo do modelo SICCO, este último focado na atribuição de um grau de risco às tarefas controladas, baseado no seu histórico de conformidade e seguindo os princípios do método de análise de risco FMEA, adaptado. É também estabelecido o alinhamento entre os objetivos propostos no início da dissertação, com os desenvolvimentos apresentados nesse capítulo. Por último, é abordado o planeamento e coordenação paralela do desenvolvimento do modelo proposto com a sua implementação numa aplicação web.

Segue-se, no sexta capítulo, o desenvolvimento dos mecanismo de ligação do SICCO, com modelos BIM. É apresentada a estrutura de dados do SICCO e os pontos de ligação do mesmo com modelos BIM, o envio de informação relativa ao controlo da conformidade em obra para modelos BIM, mas também o envio de outro tipo de informação dos modelos BIM para o SICCO. São abordados os vários mecanismos de ligação possíveis e discutidas as suas diferenças. Por último, é elaborada uma validação como forma de exemplo da aplicabilidade da ligação apresentada, em que a informação do SICCO é enviada para um modelo em REVIT.

Assim, e sob forma de conclusão, consegue-se com este modelo operar no controlo da conformidade sem constrangimentos ou dependências de outros modelos de dados mas, ao mesmo tempo, tirar partido das mais valias das estruturas de informação BIM, de forma a acrescentar valor neste processo.”

Seguidamente é efetuada a validação do modelo proposto em quatro obras de quatro empresas distintas, como forma de sustentar e provar a tese defendida. Foram definidos nove critérios que permitissem comparar o desempenho do modelo proposto com os modelos tradicionais implementados nas organizações em questão. Entre os critérios apresentados estão o tempo de implementação necessário, tempo despendido no RDO, falhas na informação, anexação de fotografias, facilidade de preenchimento em obra, acesso e consulta à informação, identificação de falhas frequentes, avaliação do risco das não conformidades e a necessidade de conexão móvel.

A identificação de falhas frequentes nas não conformidades e o grau de risco das tarefas obtiveram classificação máxima em todas as obras onde o modelo SICCO foi aplicado, uma vez que se encontraram bastantes incidências de não conformidades em tarefas no mesmo tipo, ao longo das quatro obras.

Também o RDO gerado pelo modelo SICCO, se revelou de extrema eficácia comparativamente com os modelos tradicionais implementados nas empresas em questão, uma vez que, para além de poupar tempo no preenchimento e na compilação da informação, os dados obtidos foram na maioria dos casos mais completos quando preenchidos no SICCO.

Em resumo dos resultados de validação apurados pelos nove critérios de desempenho, é realizada uma análise SWOT geral onde são identificados os pontos fortes, pontos fracos, ameaças e oportunidades do modelo proposto, SICCO, face à sua aplicação nas obras do âmbito definido anteriormente.

Os pontos fortes identificados são forma o acesso e consulta à informação, o preenchimento mais célere dos registos em obra através do modelo SICCO, o tempo despendido no RDO, identificação de falhas frequentes e classificação do risco de tarefas baseado no seu histórico de não conformidades.

É identificada como ameaça o potencial esforço na educação das organizações e seus colaboradores a executar o controlo da conformidade em obra através de dispositivos móveis, forçando o abandono dos hábitos tradicionais, implementados há muitas décadas.

Foram apontadas unanimemente, já referidos na presente sub-seção, os pontos fracos identificados como o tempo despendido na implementação do SICCO em obra e a necessidade de conexão a internet móvel para o seu funcionamento.

Como forma de transformar os colmatar fracos, são identificadas as oportunidades de implementar este modelo numa aplicação móvel sem necessidade de ligação à internet, gravando a informação registada e sincronizar a mesma quando houvesse internet móvel, não dependendo o funcionamento do modelo inteiramente da mesma. A obtenção de uma base de dados de tarefas normalizada, pelo menos ao nível nacional, permitiria homogeneizar ainda mais os dados e estatísticas do modelo SICCO, pelo que a interligação do SICCO com sistemas de normalização é apontada como oportunidade de melhoria.

Por último, a possibilidade de construir uma base de dados de não conformidades pré-estabelecidas no SICCO, agilizaria a sua gestão, mas também permitiria fazer um benchmark das mesmas, fortalecendo o já apresentado algoritmo de risco das tarefas (RPN) do SICCO.”

Como forma de resposta às questões de investigação levantadas na tese defendida, conclui-se que é possível tornar mais célere o processo de recolha de informação em obra, de modo a possibilitar uma maior disponibilidade para análise de dados e tomadas de decisão e que a sua implementação e manutenção é viável.

8.3. LIMITAÇÕES ENCONTRADAS

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foram encontradas várias condicionantes que limitaram o desenvolvimento do modelo SICCO e à análise de resultados referentes à validação do mesmo “*in situ*”. O facto de a validação do modelo SICCO, se realizar em obra, implicou a mobilização e coordenação de vários recursos em obra, espacial e temporalmente, estando este processo sempre dependente das organizações responsáveis pela execução ou fiscalização da obra. Se fosse possível validar por mais tempo, com tarefas muito semelhantes entre si, dentro da mesma organização, os resultados obtidos

teriam uma significância estatística mais sólida, permitindo encontrar correlações mais fortes entre as ocorrências. Pela natureza dos dados trabalhados, a precisão do modelo SICCO na antecipação de ocorrências ou falhas sistemáticas seria melhorada com maior volume de dados coletados.

Ao nível da implementação informática do modelo proposto, também foram encontradas algumas adversidades uma vez que se trata de uma área do conhecimento não pertencente à Engenharia Civil que requereu apoio especializado em algumas fases.

Por vezes, algumas alterações não foram efetuadas atempadamente de forma a serem testadas no mesmo ambiente em que foram detetadas essas falhas. O facto da implementação e correção de alguns requisitos do modelo ser efetuada em paralelo com a sua validação revelou-se uma dificuldade acrescida.

Em suma, a maioria das limitações encontradas estão relacionadas com a dimensão da amostra analisada que apenas seria possível debelar com mais tempo em obra.

8.4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Segue-se a apresentação de propostas de desenvolvimentos futuros, estes alinhados com as oportunidades identificadas na análise SWOT do sétimo capítulo desta dissertação.

Defende-se que as propostas apresentadas de seguida agregam valor ao modelo SICCO, sendo todas elas compostas por conceitos já abordados ao longo desta dissertação. Primeiramente é apresentada uma proposta de ligação do SICCO a modelos BIM, tal como demonstrado no sexto capítulo desta dissertação.

Seguidamente propõe-se a ligação da base de dados SICCO ao PRONIC - Protocolo de Normalização da Informação da Construção a Nível Nacional. De seguida, teoriza-se a possibilidade de criar uma base de dados de não conformidades por tipologia, de forma a também normalizar este tipo de eventos para facilitar a sua gestão, avaliação e consequentemente prevenção.

Por último, também relacionado com a gestão de não conformidades, é proposta uma ferramenta de análise das causas das não conformidades através de árvores de diagnóstico. Segue-se portanto nas próximas sub-seções, a apresentação individualizadas de cada uma das propostas referidas.

8.4.1. INTERLIGAÇÃO A MODELOS BIM

A presente proposta assenta na criação de mecanismos de ligação entre modelos BIM e o modelo SICCO, e vice-versa. Tendo já sido abordada e explorada mais profundamente esta realidade no sexto capítulo desta dissertação, nesta sub-seção será utilizada uma imagem já conhecida do referido capítulo para suportar a explicação do resumo desta proposta.

Observa-se pela figura 8.2 que o objetivo desta proposta centra-se em passar informação relativa ao controlo da conformidade de um dado elemento construtivo para projetos BIM e, por outro lado, carregar informação de projeto presente nos modelos BIM, para o SICCO, de forma a agilizar e tirar mais precisos e homogéneos os “inputs iniciais”. Par que tal aconteça, é necessária a criação de uma tabela intermédia,

comum aos dois modelos para efetuar comunicação via “GUID”, ou identificador único de cada elemento, tal como demonstrado no sexto capítulo desta dissertação.

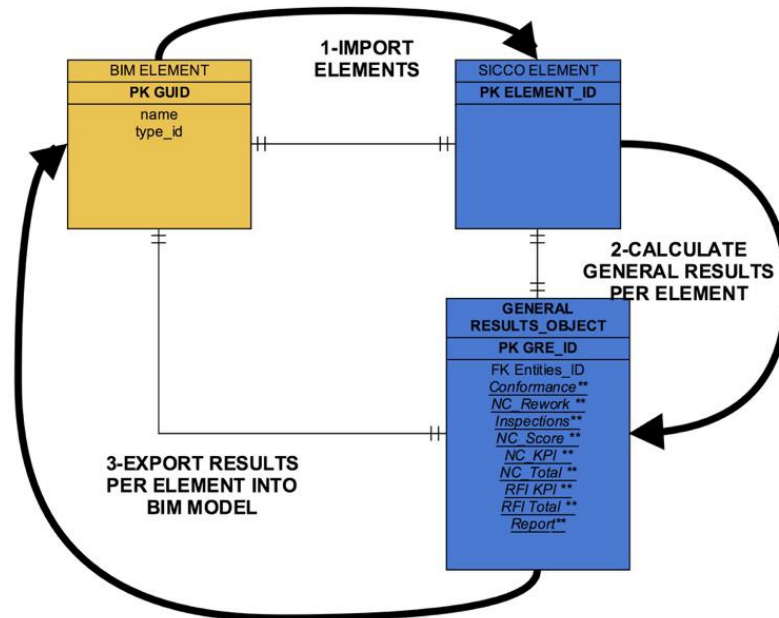


Figura 8.2. Interligação BIM-SICCO

8.4.2. INTERLIGAÇÃO A SISTEMAS NORMALIZADOS NA CONSTRUÇÃO

A utilização deste modelo depende diretamente da base de dados de tarefas que o integram bem como das FCC que estão associadas às mesmas. Neste contexto, surge a necessidade de integrar a base de dados do programa desenvolvido neste trabalho, com uma base de dados completa dos trabalhos existentes na área da construção.

Tendo em conta o estado de desenvolvimento avançado em que se encontra o PRONIC (Protocolo de Normalização de Informação na Construção), um dos objetivos futuros para melhorar o programa passaria pela troca de informação entre este e o PRONIC. Por outro lado, seria também vantajoso para o PRONIC receber a informação básica do controlo na execução para cada artigo, ou seja, um nível de controlo mínimo de forma a completar ainda mais a informação do caderno de encargos.

Posto isto, seria interessante para ambas as partes, a possibilidade de haver uma atualização de informação constante enviada para um servidor neutro onde, quer o PRONIC, quer o SICCO, pudessem receber tanto a normalização de tarefas como os níveis mínimos de controlo de cada uma.

Assim, a base de dados do SICCO estaria sempre em atualização e em conformidade com o PRONIC, e os cadernos de encargos elaborados no PRONIC teriam a informação de um controlo mínimo para cada tarefa. Essa integração está representada na figura seguinte.

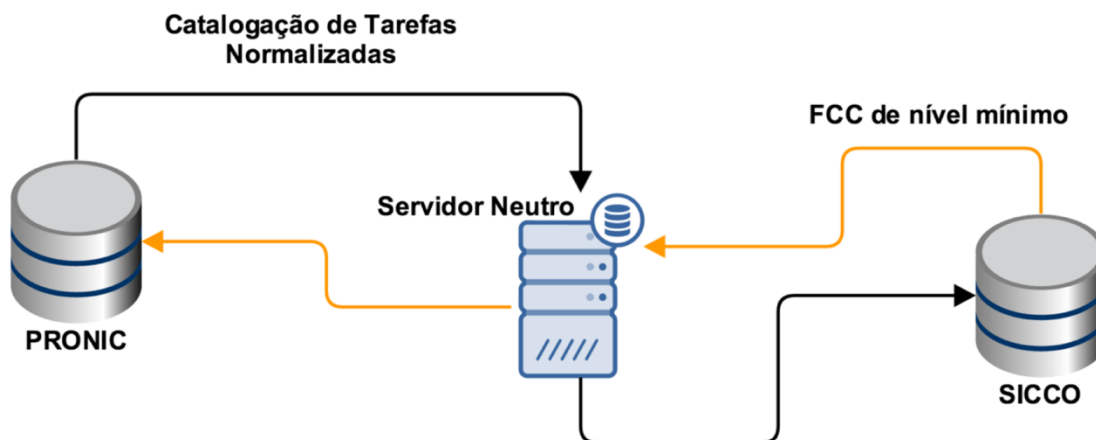


Fig. 8.3. Integração PRONIC SICCO

8.4.3. BASE DE DADOS DE TIPOLOGIAS DE NÃO CONFORMIDADES

Uma das limitações identificadas tanto no presente capítulo como nos resultados da validação foi a reduzida amostra de não conformidades que afetou a probabilidade de ocorrência das mesmas e consequentemente o risco (RPN) de falha das tarefas nas obras analisadas. Com o aumento significativo do volume e variabilidade de não conformidades torna-se necessária a criação de um sistema de divisão e classificação das mesmas por tipologia. O objetivo desta proposta seria desenvolver no modelo SICCO um sistema de classificação semelhante ao desenvolvido para os locais e elementos ou para as especialidade e tarefas que permitisse agrupar as não conformidades por tipo. Esta proposta baseia-se em três referenciadas consultadas e apresentadas na bibliografia deste trabalho. Ambas identificam e tentam padronizar as não conformidades na construção por tipo, causas, severidade e localização, de modo a prevenir a ocorrência dos mesmos [43],[45],[48]. O objetivo é, de forma semelhante às referidas referências, efetuar essa padronização em colocar em base de dados SICCO, como já foi referido anteriormente.

8.4.4. ÁRVORES DE DIAGNÓSTICO PARA CLASSIFICAÇÃO DAS CAUSAS DAS NC

A presente proposta advém de um trabalho referenciado nesta dissertação [75], que também serviu de suporte na validação apresentada do modelo proposto no sétimo capítulo desta dissertação. No âmbito do trabalho referenciado foi criado manualmente pelo autor Eng. Luis Barroso um árvore de diagnóstico que foi aplicada às não conformidades mais gravosas desse caso de estudo.

Esta ferramenta foi adotada com o objetivo de identificar a(s) causa(s) de cada não conformidade. Para cada não conformidade foi concebida uma cadeia de eventos possível até se determinarem as possíveis causas da sua ocorrência. Destas causas possíveis, com base no que o autor verificou na obra, são identificadas as causas reais e as recomendações para a sua prevenção [75].

A árvore de causas adotada está dividida em 3 estratos: a não conformidade, que se encontra no topo da cadeia; as causas intermédias, onde se determinam as causas gerais da não conformidade e dentro destas

vão-se especificando os eventos possíveis que levaram à ocorrência de cada uma; e por fim, as causas primárias que correspondem aos eventos concretos que levam à ocorrência da não conformidade. Para interrelacionar as causas são utilizados dois símbolos:

◻ - tem o significado de “e”, ou seja, os eventos que estejam ligados com este símbolo têm que ocorrer em conjunto para levar à ocorrência do evento superior;

◻ - tem o significado de “ou”, ou seja, ao ocorrer qualquer um dos eventos que estejam ligados com este símbolo, o evento superior acontece.

A figura 8.4 ilustra um exemplo de uma árvore de falha aplicada a não conformidades:

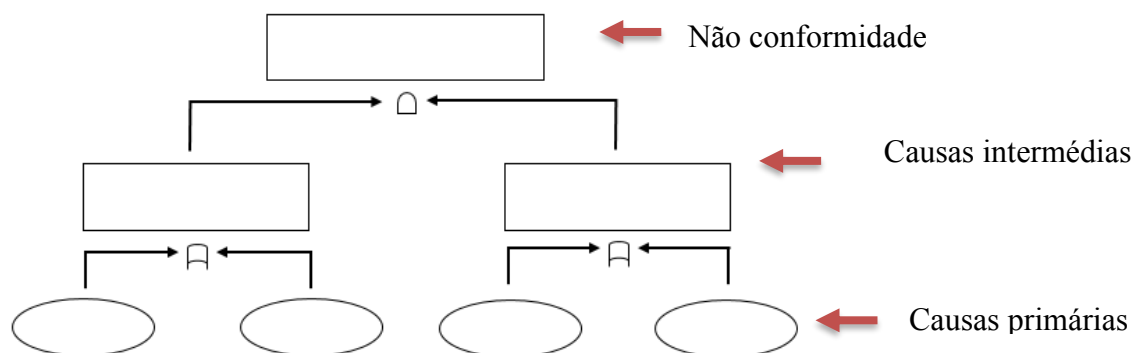


Fig. 8.4. Exemplo de Árvore de Falha para NCs [75]

O objetivo da presente proposta visa desenvolver a árvore de diagnóstico apresentada no modelo SICCO. Para isso, é necessário criar uma base de dados sólida com causas primárias e intermédias, bem como uma lista de tipologias de não conformidades esta última referida também na sub-secção anterior.

Espera-se que este passo agilize o processo de análise das causas das não conformidades em obra, otimizando a sua prevenção. De salientar que, é apresentada como desenvolvimento futuro e não foi desenvolvida nesta dissertação devido ao elevado número de dados necessários que implicariam centenas de obras e possivelmente anos de aplicação.

Referências:

- [1] Floyd, H. L., Eastwood, K., and Liggett, D. P. (2000). "How we can better learn from electrical accidents?" [IEEE Industry Appl. Mag.](#), 6(3),16–23.
- [2] Feigenbaum, A. V. (1991). Total quality control, McGraw-Hill, New York.
- [3] Crosby, P. B. (1979). Quality is free: The art of making quality certain, McGraw-Hill, New York.
- [4] Deming, W.E. (1986) Out of the Crisis, 2nd edn, MIT, Cambridge, MA.
- [5] Low, S. P., and Yeo, H. K. C. ~1998!. "A construction quality costs quantifying system for the building industry." *Int. J. Quality Reliability Manage.*, 15~3!, 329–349.
- [6] Alireza Lari, (2002),"An integrated information system for quality management", *Business Process Management Journal*, Vol.8 Iss 2 pp. 169-182
- [7] Low, S. P., and Wee, D. (2001). "Improving maintenance and reducing building defects through ISO 9000." [J. Qual. Mainten. Eng.](#), 7(1), 6–24.
- [8] Love, P. E. D., and Edwards, D. J. (2005). "Calculating total rework costs in Australian construction projects." [Civ. Eng. Environ. Syst.](#), 22(1), 11–27.
- [9] Leonards, G. A. (1982). "Investigation of failures." *J. Geotech. Eng. Div.*, 108(GT2), 185–246.
- [10] Burati, J.L. Farrington, J.J. and Ledbetter, W.B. (1992) Causes of quality deviations in design and construction. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 118, 34–49.
- [11] Davis, K., Ledbetter, W.B. and Buratti, J.L. (1989) Measuring design and construction quality costs, *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 115, 389–400.
- [12] Love, P. E. D. (2002). "Influence of project type and procurement method on rework costs in building construction projects." [J. Constr. Eng. Manage.](#), 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128: 1(18), 18–29.
- [13] Robinson-Fayek, A., Dissanayake, M., and Campero, O. (2004). "Developing a standard methodology for measuring and classifying construction fieldwork." [Can. J. Civ. Eng.](#), 31(6), 1077–1089.
- [14] Peter E. D. Love, Ph.D., Sc.D.1; Pauline Teo, Ph.D.2; and John Morrison3 "Revisiting Quality Failure Costs in Construction". *J. Constr. Eng. Manage.*, 2018, 144(2).
- [15] Love, P. E. D., Ackermann, F., Carey, B., Parke, M., and Morrison, J. (2016a). "The praxis of mitigating rework in construction projects." *J. Manage. Eng.*, [10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000442, 05016010](#).
- [16] Love, P.E.D., Smith, J. and Li, H. (1998) Benchmarking the costs of poor quality in construction: A case study, in *Proceedings of the Second International and Fifth National Conference on Quality Management*, Monash University, Melbourne, pp. 114–24
- [17] MARTIN MORGAN TUULI STEVE ROWLINSON and TAS YONG KOH (2010) Dynamics of control in construction project teams, *Construction Management and Economics* 28, 189–202
- [18] Ouchi, W.G. (1979) A conceptual framework for the design of organizational control mechanisms. *Management Science*, 25(9), 833–48.
- [19] Kirsch, L.J. (1996) The management of complex tasks in organizations: controlling the systems development process. *Organization Science*, 7(1), 1–21.
- [20] Juran, J.M. and Gryna, F.M., *Quality Planning and Analysis*, McGraw-Hill, New York, NY, 1980.
- [21] Kume, H., *Statistical Methods for Quality Improvement*, Association for Overseas Technical Scholarship, Tokyo, 1985.

- [22] E.A.M. Mjema, M.A.M Victor, M.S.M Mwinuka. 2005. Analysis of roles of IT on quality management. The TQM Magazine 17:4, 364-374
- [23] Tak Man Woo Hang Wai Law, "Modeling of a quality control information system for small- to medium-sized enterprises", Integrated Manufacturing Systems, Vol. 13, , (2002)
- [24] Dan Dimancescu The Seamless Enterprise - Making Cross Functional Management Work (1992);
- [25] Chuck Eastman, 2011 BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors
- [26] Indiana University, BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors, (Oct. 12, 2016)).
- [27] School Building Authority of West Virginia, Policies & Procedures Handbook Summary of Revisions, 2015 (Oct. 12, 2016)).
- [28] T. Hegazy, M. Abdel-Monem, Email-based system for documenting construction asbuilt details, Autom. Constr. 24 (2012) 130–137;
- [29] M. Abdel-Monem, T. Hegazy, Enhancing construction as-built documentation using interactive voice response, J. Constr. Eng.Manag. 139 (7) (2013) 895–898;
- [30] R.Y.M. Li, S.W. Poon, Supply of safety measures in developing and developed countries: a global perspective, Constr. Saf. (2013) 25–39;
- [31] 7-L. Klein, N. Li, B. Becerik-Gerber, Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings, Autom. Constr. 21 (2012) 161–171;
- [32] Jaehyun Park , Hubo Cai, WBS-based dynamic multi-dimensional BIM database for total construction as-built documentation, Autom. Constr. 77 (2017) 15–13;
- [33] Peter E. D. Love & Heng Li, Quantifying the causes and costs of rework in Construction 2000;
- [34] Low Sui Pheng and Darren Wee, Improving maintenance and reducing building defects through ISO 9000 (2001)
- [35] D. Darshi de Saram¹ and Syed M. Ahmed, CONSTRUCTION COORDINATION ACTIVITIES: WHAT IS IMPORTANT AND WHAT CONSUMES TIME (2001);
- [36] Aminah Robinson Fayek Manjula Dissanayake, Oswaldo Campero Measuring and Classifying Construction Field Rework: A Pilot Study (2003)
- [37] Peter E.D. Love and David J. Edwards, Determinants of rework in building construction Projects (2004);
- [38] Chris Gordon¹; Burcu Akinci²; and James H. Garrett Jr., Formalism for Construction Inspection Planning: Requirements and Process Concept 2007;
- [39] Martin Morgan Tuuli , Steve Rowlinson & Tas Yong Koh, Dynamics of control in construction project teams 2009
- [40] Kenneth T. Sullivan, Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies 2011;
- [41] Sutapa Das and Michael Y. L. Chew, Generic Method of Grading Building Defects Using FMECA to Improve Maintainability Decisions 2011;
- [42] Andrew S. Chang¹; Sin-Jing Du²; and Fang-Ying Shen, Engineer Self-Evaluation Checklist for Effective Site Visits 2012;
- [43] Marcel Macarulla¹; Nuria Forcada²; Miquel Casals³; Marta Gangoles⁴; Alba Fuertes⁵; and Xavier Roca, Standardizing Housing Defects: Classification, Validation, and Benefits 2013;
- [44] Wei Pan¹ and Rhys Thomas, Defects and Their Influencing Factors of Posthandover New-Build Homes 2014;

- [45] Nuria Forcada, Marcel Macarulla, Marta Gangolells and MiquelCasals, Assessment of construction defects in residential buildings in Spain 2014.
- [46] Hamad A. Aljassmi & Sangwon Han, Classification and occurrence of defective acts in residential construction projects 2014.
- [47] Robert Lundkvist, John Henrik Meiling and Marcus Sandberg, A proactive plan-do-check-act approach to defect management based on a Swedish construction project, 2014.
- [48] Hamzah Abdul-Rahman¹; Chen Wang²; Lincoln C. Wood³; and You Min Khoo, Defects in Affordable Housing Projects in Klang Valley, Malaysia 2014.
- [49] Peter E. D. Love, Pauline Teo, and John Morrison, Revisiting Quality Failure Costs in Construction 2017.
- [50] Alan D. Russel, Computerized daily site reporting 1993
- [51] Forza, Quality information systems and quality management: a reference model and associated measures for empirical research 1995;
- [52] Sangyoon China,^{*}, Kyungrai Kimb,¹, Yea-Sang Kim, A process-based quality management information system 2003
- [53] Sangyoon Chin, M.ASCE¹; Kyungrai Kim, A.M.ASCE²; and Yea-Sang Kim, Generate-Select-Check Based Daily Reporting System 2005.
- [54] Yuan Chen a,^{*}, John M. Kamara, A framework for using mobile computing for information management on construction sites 2011;
- [55] Changyoon Kim a, Taeil Park a, Hyunsu Lim b, Hyoungkwan Kim c, On-site construction management using mobile computing technology 2013
- [56] Joshua L. Vaughan¹; Michael L. Leming, M.ASCE²; Min Liu, A.M.ASCE³; and Edward Jaselskis, Cost-Benefit Analysis of Construction Information Management System Implementation: Case Study 2013;
- [57] Jyh-Bin Yang¹; Wen-Der Yu²; Judy C. R. Tseng³; Chia-Shin Chang⁴; Pei-Lun Chang⁵; and Ji-Wei Wu, Benefit Analysis of Knowledge Management System for Engineering Consulting Firms 2014
- [58] Yuping Cheng · Yan Chen · RanWei · Hanbin Luo, Development of a Construction Quality Supervision Collaboration System Based on a SaaS Private Cloud 2015;
- [59] Hao Zhang¹; Seokho Chi²; Jay Yang³; Madhav Nepal⁴; and Seonghyeon Moon, Development of a Safety Inspection Framework on Construction Sites Using Mobile Computing 2016;
- [60] Pablo Orihuela^{a,b,*}, Jorge Orihuela^b, Santiago Pacheco, Information and Communications Technology in Construction: A Proposal for Production Control, 2016;
- [61] Nai-Wen Chi a, Ken-Yu Lin^{b,*}, Nora El-Gohary c, Shang-Hsien Hsieh, Evaluating the strength of text classification categories for supporting construction field inspection 2016;
- [62] James D. Goedert, Ph.D., P.E., M.ASCE¹; and Pavan Meadati, Integrating Construction Process Documentation into Building Information Modeling 2008;
- [63] Chan-Sik Park ^{*}, Hyeon-Jin Kim, A framework for construction safety management and visualization system 2012
- [64] Ju Hyun Lee a,b, Jeong Hwa Song a, Kun Soo Oha,[†], Ning Gu, Information lifecycle management with RFID for material control 2012
- [65] LiJuan Chen, Hanbin Luo, A BIM-based construction quality management model and its applications, 2014.
- [66] Do-Yeop Lee a, Hung-lin Chi c, JunWang c, XiangyuWang^{b,c}, Chan-Sik Park, A linked data system framework for sharing construction defect information using ontologies and BIM environments 2015
- [67] A.H. Oti a,^{*}, E. Kurul a, F. Cheung^b, J.H.M. Tah, A framework for the utilization of Building Management System data in building information models for building design and operation 2015;

- [68] Junying Lou a , Jiang Xu b □Kun Wang, Study on Construction Quality Control of Urban Complex Project Based on BIM, 2016;
- [69] Jaehyun Park a, Hubo Cai, WBS-based dynamic multi-dimensional BIM database for total construction as-built documentation 2017;
- [70] Vito Getulia, Silvia Mastrolembo Venturab, c, *, Pietro Caponea, Angelo L. C. Ciribini, A BIM-based construction supply chain framework for monitoring progress and coordination of site activities 2016
- [71] Chan-Sik Park a,*, Do-Yeop Lee a, Oh-Seong Kwon a, Xiangyu Wang, A framework for proactive construction defect management using BIM, 2012
- [72] Chong, W. K., and Low, S. P. (2005). "Assessment of defects at construction and occupancy stages." *J. Perform. Constr. Facil.*, 19(4), 283–289.
- [73] Marinho, João (2017). "Utilização de software de controlo da conformidade". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [74] Leite, Tiago (2017). "Utilização de software de controlo da conformidade". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [75] Barroso, Luís (2017). "Não conformidades na Construção". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [76] Sebastião, António (2017). "Controlo de Qualidade em Pavimentos Industriais". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [77] Amaral, Diana (2019). "Impacto das Novas tecnologias na qualidade da construção". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [78] Vieira, Paula (2019). "Caracterização da conformidade em obras de infra-estruturas urbanas por recurso a aplicação web". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [79] Franco, Tiago (2019). "Maiores valias das TI no controlo da qualidade em empresas com sistema tradicional instalado". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [80] Azevedo, Carlos (2019). "Versatilidad de las Nuevas Tecnologías de Información para el Control de los Diferentes Sistemas de Conformidad de Obras en Venezuela". *Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto.*
- [81] - N.H. Phillip, Building Information Modeling (BIM) and the consultant: Managing roles and risk in an evolving design and construction process, in: K. Gee (Ed.), Proceedings of Meetings on Acoustics, Montreal, Canada, 2013
- [82] - S.E. O'Keefe, M.F. Shiratuddin, D. Fletcher, LEED certification review in a virtual environment, in: X. Wang, N. Gu (Eds.), Proceedings of 9th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, University of Sydney, NSW, Australia, 2009.
- [83] - S.E. O'Keefe, Synergy of the Developed 6D BIM Framework and Conception of the nD BIM Framework and nD BIM Process Ontology (PhD Dissertation) University of Southern Mississippi, 2013.
- [84] - Y. Zhou, L. Ding, H. Luo, L. Chen, Research and application on 6D integrated system in metro construction based on BIM, Appl. Mech. Mater. 26–28 (2010) 241–245,
- [85] - I.Wu, S. Hsieh, A framework for facilitating multi-dimensional information integration, management and visualization in engineering projects, Autom. Constr. 23 (2012) 71–86,
- [86] - L.Y. Ding, Y. Zhou, H.B. Luo, X.G. Wu, Using nD technology to develop an integrated construction management system for city rail transit construction, Autom. Constr. 21 (2012) 64–73

Anexo 1

NC exemplo SICCO



IRREGULARIDADE

OBRA: 10168 - Polana Serena Village

NC N°:

PRAZO

ESPECIALIDADE

BETÃO ARMADO E COFRAGENS

LOCALIZAÇÃO

LOTE 3 > VILLA 3.2

ENTIDADE EXECUTANTE

ISC- Irmãos Correia

TAREFA

APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NO LINTEL DE FUNDAÇÃO

REGISTO DA IRREGULARIDADE

Origem:



Interna



Externa Cliente



Auditoria Interna



Auditoria Externa

Descrição da Irregularidade: (Descrever o não cumprimento de um requisito legal, contratual, ou especificado no sistema)

> Desaprumo da coragem associado ao deficiente escoramento lateral

Análise de Causas Prováveis: (Identificar e caracterizar as causas que levaram à NC)

Análise de Impactos:

Análise de Responsabilidades:

Responsável: Tiago Leite

Data: 13 / 12 / 2018

CORREÇÃO DA IRREGULARIDADE

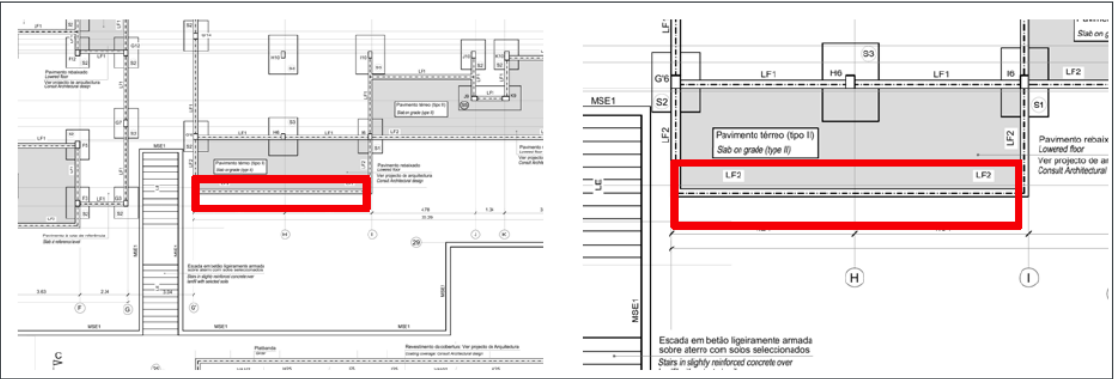
Descrição:

Observações:

CORREÇÃO DA IRREGULARIDADE

Descrição:		
Observações:		
Responsável: Tiago Leite	Prazo:	Data:

LOCALIZAÇÃO NA PLANTA



ANEXOS



LINTEL



LINTEL DESVIO

Anexo 2

Quadro Ações Corretivas SICCO

QUADRO DE AÇÕES CORRETIVAS A DESENVOLVER

AÇÃO CORRETIVA	LOCAL/ELEMENTO	TAREFA	ESTADO	PRAZO RESOLUÇÃO	INÍCIO	FECHO	UTILIZADOR
#48 REPARAÇÃO SUPERFICIAL DO BETÃO COM ARGAMASSA DE BARRAMENTO FINO SIKAWALL 120 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIE LISA E UNIFORME SIMILAR A BETÃO PRONTO (ENTRE 0,5 MM E 2MM).	MURO MS1 RAMPA LOTE 2/1	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DAS PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	EM CURSO COM ATRASO	22/10/2018	12/12/2018		TIAGO LEITE
#50 ENCHIMENTO DO NEGATIVO MAL IMPLANTADO; MARCAÇÃO DO POSICIONAMENTO CORRETO E PICAGEM DA LAJE PARA ABERTURA DO NEGATIVO.	LOTE 3 > VILLA 3.1	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => BETONAGEM DA LAJE, VIGAS E PLATIBANDA	EM CURSO COM ATRASO	29/10/2018	12/12/2018		TIAGO LEITE
#49 PROCEDER DE ACORDO COM O PROCEDIMENTO DE REPARAÇÃO DE BETÃO À VISTA	MURO MS1 RAMPA LOTE 2/1	PAREDES DE CONTENÇÃO => BETONAGEM DAS PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	EM CURSO COM ATRASO	22/10/2018	12/12/2018		TIAGO LEITE
#57 LIMPEZA SUPERFICIAL DA PAREDE DE BETÃO PARA REMOÇÃO DE MASSAS SOLTAS;	GARAGEM => MS3	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NOS MUROS	EM CURSO		13/12/2018		TIAGO LEITE
#69 REPARAÇÃO DO BETÃO COM ARGAMASSA DE BARRAMENTO FINO SIKAWALL 120 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIE LISA E UNIFORME SIMILAR A BETÃO PRONTO (ENTRE 0,5 MM E 2MM)	GARAGEM => MS3	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NOS MUROS	EM CURSO		13/12/2018		TIAGO LEITE
#47 PICAGEM DO MURO PARA ABERTURA DO NEGATIVO	MURO MSE1 - LOTE 2 / LOTE 3 => MSE1	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NOS MUROS	RESOLVIDA	11/12/2018	11/12/2018	17/12/2018	TIAGO LEITE
#38 APLICAÇÃO DE COFRAGEM E BETONAGEM NO SÍTIO ERRADO DE MANEIRA A FECHAR , E ABERTURA DOS NEGATIVOS NO LOCAL CORRETO	MURO MSE1 ESCADA NORTE ESTE	PAREDES DE CONTENÇÃO => COFRAGEM E ARMADURA DE PAREDES E VIGAS DE FUNDAÇÃO	RESOLVIDA	05/10/2018	02/10/2018	05/10/2018	TIAGO LEITE
#46 MARCAÇÃO DO NEGATIVO	MURO MSE1 - LOTE 2 / LOTE 3 => MSE1	BETÃO ARMADO E COFRAGENS => APLICAÇÃO DA ARMADURA E COFRAGEM NOS MUROS	RESOLVIDA	11/12/2018	11/12/2018	17/12/2018	TIAGO LEITE

Anexo 3

Registo de Atividades RDO SICCO

TAREFA	LOCAL	ELEMENTO	(SÁB) 19-10-2019	(DOM) 20-10-2019	(SEG) 21-10-2019	(TER) 22-10-2019	(QUA) 23-10-2019	(SEX) 25-10-2019
TUBAGEM EM PP ISONORIZADO EM COLECTORES À VISTA	Bloco A	L1				Início/Conclusão		
DESVIO/ LIGAÇÃO DE LINHAS DE ÁGUA INTERCETADAS			Início	Interrupção	Suspensa	Recomeço/Conclusão		
Execução cofragens e armaduras Bloco D, 3a laje	Bloco D > Piso 1	3a laje (LM 1.3D)					Início/Conclusão	
Execução de cofragens de pilares	Bloco A > Piso -1						Início/Conclusão	
Trabalhos de descofragem	Bloco A > Piso -1						Início/Conclusão	Início/Conclusão
Trabalhos de descofragem	Bloco D > Piso -1						Início/Conclusão	
Betonagem de pilares	Bloco A > Piso -1						Início/Conclusão	
Execução de betonagem	Bloco D > Piso 1	3a laje (LM 1.3D)						Início/Conclusão
Execução de cofragens	Bloco A > Piso -1	3a laje (LM 2.3D)						Início/Conclusão
Execução de cofragens	Bloco A > Piso -1	P30A						Início/Conclusão
Execução de cofragens	Bloco D > Piso 0	3a laje (LM 2.3D)						Início
Execução de cofragens	Bloco D > Piso 1	P34D, P33D						Início/Conclusão
Execução de PAR7A	Bloco A > Piso -1	PAR7A						Início

Anexo 4

Resumo Inspeções “Dashboard” SICCO

Nº Fichas Preenchidas 7	Nº Não Conformidades 6	Nº Não Conformidades Detetadas S/ Ficha 1
----------------------------	---------------------------	--

QUADRO DE FICHAS DE CONTROLO PREENCHIDAS

FC	LOCAL/ELEMENTO	TAREFA	ESTADO	CONFORMIDADE	INÍCIO	FECHO	UTILIZADOR
#1 PILARES EM BETÃO ARMADO	BLOCO A > PISO 0 > ACESSO BALCÃO SUPERIOR => P2,P1,P1-P22	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	FINALIZADA	NC	21/10/2019	21/10/2019	JORGE FERNANDES
#5 EXECUÇÃO DE ALVENÁRIAS	BLOCO A > PISO -1 > SALA DE APOIO 3 => CHILLER CH23	CONSTRUÇÃO CIVIL	FINALIZADA	C	22/10/2019	22/10/2019	JORGE FERNANDES
#8 EXECUÇÃO DE REDES PREDIAIS (ABASTECIMENTO, RESIDUAIS, PLUVIAIS)	BLOCO A > PISO -1 => B		FINALIZADA	C	22/10/2019	15/01/2020	DIANA AMARAL
#7 PILARES EM BETÃO ARMADO	BLOCO A > PISO -1 => P1-P8	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	FINALIZADA	C	22/10/2019	22/10/2019	DIANA AMARAL
#6 PILARES EM BETÃO ARMADO	BLOCO A > PISO 0 > ANTECÂMARA ESCADA 2 => L1		VERIFICADA	NC	22/10/2019	22/10/2019	JORGE FERNANDES
#9 PAREDES EM BETÃO ARMADO	BLOCO A > PISO -1 => B	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PAREDES EM BETÃO ARMADO	FINALIZADA	C	22/10/2019	22/10/2019	DIANA AMARAL
#10 PILARES EM BETÃO ARMADO	BLOCO A > PISO -1 => P1-P8,P11A, P15A,P28A	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	FINALIZADA	NC	23/10/2019	25/10/2019	DIANA AMARAL
#13 PILARES EM BETÃO ARMADO	BLOCO D > PISO 0 => P37D, P38D, P39D	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	FINALIZADA	C	23/10/2019	25/10/2019	DIANA AMARAL
#14 LAJES MACIÇAS EM BETÃO ARMADO	BLOCO D > PISO 1 => 3A LAJE (LM 1.3D)	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => LAJES MACIÇAS EM BETÃO ARMADO OCULTO	FINALIZADA	C	25/10/2019	04/12/2019	DIANA AMARAL
#15 LAJES MACIÇAS EM BETÃO ARMADO	BLOCO D > PISO 1 => 3A LAJE (LM 2.3D)	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => LAJES MACIÇAS EM BETÃO ARMADO OCULTO	FINALIZADA	C	25/10/2019	10/12/2019	DIANA AMARAL

Anexo 5

Quadro NC “Dashboard” SICCO

QUADRO DE NÃO CONFORMIDADES DETETADAS

NÃO CONFORMIDADE	LOCAL/ELEMENTO	TAREFA	ESTADO	PRAZO RESOLUÇÃO	INÍCIO	FECHO	UTILIZADOR
#19 SEGREGAÇÃO DO BETÃO - P07A	BLOCO A > PISO -1 => P07A	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	RESOLVIDA	24/10/2019	23/10/2019	23/10/2019	DIANA AMARAL
#30 SEGREGAÇÃO DO BETÃO - P28A	BLOCO A > PISO -1 => P28A	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	MEDIDAS CORRETIVAS POR REALIZAR	01/01/2020	25/10/2019		DIANA AMARAL
#22 SEGREGAÇÃO DO BETÃO - PR3D	BLOCO A > PISO 0 => PR3D	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PAREDES EM BETÃO ARMADO	MEDIDAS CORRETIVAS POR REALIZAR		23/10/2019		DIANA AMARAL
#27 SEGREGAÇÃO DO BETÃO - P17A, P25A	BLOCO A > PISO -1 => P17A, P25A	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	RESOLVIDA	25/10/2019	25/10/2019	25/10/2019	DIANA AMARAL
#31 COTAS - P29A	BLOCO A > PISO -1 => P29A	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	RESOLVIDA	25/10/2019	25/10/2019	25/10/2019	DIANA AMARAL
#33 SEGREGAÇÃO DO BETÃO - P34A	BLOCO A > PISO -1 => P34A	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO => PILARES EM BETÃO ARMADO	MEDIDAS CORRETIVAS POR REALIZAR	27/12/2019	25/10/2019		DIANA AMARAL

OBSERVAÇÕES

--

Anexo 6

Exemplo FCC SICCO



FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ELEMENTOS DE BETÃO ARMADO

OBRA: JORDAO - Edifício Jordão

FC N°:

PRAZO

30-10-2019

ENTIDADE EXECUTANTE

COSTEIRA,SA / NVE, S.A.

TAREFA

PILARES EM BETÃO ARMADO

ELEMENTOS

P37D, P38D, P39D

ATRIBUÍDO A

Diana Amaral

INÍCIO DOS TRABALHOS

23-10-2019

ESPECIALIDADE

ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

LOCALIZAÇÃO

Bloco D > Piso 0

LOCALIZAÇÃO

LOTE

COTA/PISO

TIPO DE BETÃO

QUANTIDADE [M3]

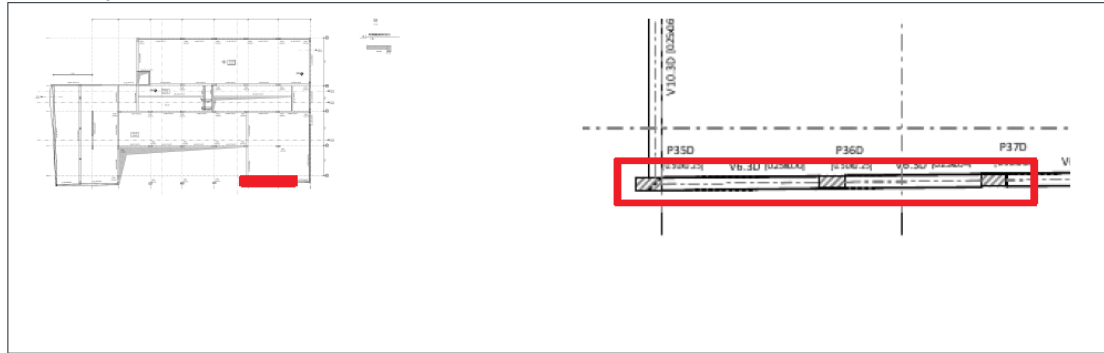
TRABALHABILIDADE REQUERIDA

FORNECEDOR/CENTRAL

LISTA DE PONTOS DE INSPEÇÃO

PONTOS DE INSPEÇÃO	CONFORMIDADE	REGISTO	OBSERVAÇÕES
COMPATIBILIDADE ENTRE PROJECTO E OBRA	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
GEOMETRIA DA PEÇA DE COFRAGEM	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
REGULARIDADE DA COFRAGEM	✓ 25-10-2019 Diana Amaral		
TIPO DE AÇO	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
Nº VARÕES	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
DIÂMETROS	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
ESPAÇAMENTO ENTRE ESTRIBOS	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
ESPAÇAMENTO DOS VARÕES	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
DISTÂNCIA DAS ARMADURAS À COFRAGEM	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
COMPRIMENTO DE AMARRAÇÃO	✓ 23-10-2019 Diana Amaral		
CARACTERÍSTICAS DO BETÃO	✓ 25-10-2019 Diana Amaral		
ENCHIMENTO DAS COFRAGENS E VIBRAÇÃO DO BETÃO	✓ 25-10-2019 Diana Amaral		
CURA DO BETÃO	✓ 25-10-2019 Diana Amaral		

LOCALIZAÇÃO NA PLANTA



ANEXOS



IMG_20191023_100827



IMG_20191023_100846



IMG_20191023_104429

