U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO *FMEA* NA IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS DE NÃO CONFORMIDADE

NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

Coorientador: Arq.ª Isabel Maria Lopes Ventura

Coorientador: Mestre Cláudia Filipa Resende Teixeira Pereira

JUNHO DE 2019

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2018/2019

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 *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2018/2019 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019*.

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.

O orientador reserva-se nos créditos sobre a autoria deste documento.

À minha Avó, à minha Mãe e à Catarina

"Success is not final, failure is not fatal. It is the courage to continue that counts"

Winston Churchill

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues, orientador desta dissertação, quero expressar os meus sinceros agradecimentos, que desde o início mostrou disponibilidade para me ajudar na elaboração deste trabalho. Os conhecimentos transmitidos, o seu apoio e paciência demonstrados ao longo destes meses foram uma mais valia para que fosse possível o concretizar de mais uma etapa.

À empresa LUSOCOL, pela oportunidade de participar no desenvolvimento dos trabalhos da empresa com o intuito de recolher os dados necessários para a elaboração deste trabalho.

À Arq.ª Isabel Ventura e à Eng. Cláudia Pereira pela disponibilidade e colaboração demostrados ao longo destes meses de trabalho.

A todos os meus amigos, que direta ou indiretamente me ajudaram no desenvolvimento desta dissertação, um muito obrigado.

À minha família, nomeadamente à minha avó, à minha mãe e à minha irmã que ao longo destes anos sempre acreditaram nas minhas capacidades e me deram a força necessária para que não desistisse de alcançar os meus objetivos pessoais. Sem elas não era possível a concretização desta etapa.

Por fim, à Catarina um agradecimento especial, por todo o carinho, incentivo e paciência ao longo destes anos. Sem o seu apoio não teria conseguido superar todas as dificuldades e adversidades que me foram ocorrendo ao longo da vida. A ela o meu profundo agradecimento por tudo o que tem feito por mim.

RESUMO

No vasto panorama do setor da construção civil, em que a concorrência entre empresas é cada vez maior, o controlo da qualidade implementado por estas tem ganho cada vez mais enfâse de modo a que todo o processo construtivo seja conduzido em Conformidade face ao definido no Projeto. É notório a existência de um esforço constante por parte das empresas nos últimos anos na aplicação de mecanismos de Gestão de Controlo e Qualidade com o intuito de prevenir o surgimento de potenciais falhas (Não Conformidades) que possam ocorrer em obra.

Sendo assim, cabe à equipa de fiscalização, representante do Dono de Obra, a responsabilidade de fazer uma análise técnica, implementando medidas de análise de gestão e controlo da qualidade durante o processo construtivo, de modo a verificar a conformidade de todas as exigências funcionais e/ou especificações técnicas relativas ao projeto bem como, favorecer a comunicação entres os diversos intervenientes em obra.

Esta análise é realizada com base no preenchimento de fichas técnicas, designadas por Fichas de Controlo de Conformidade (FCC) e Fichas de Controlo e Correção de Não Conformidade (FCCNC), sendo que as primeiras fichas sintetizam e planeiam as verificações essenciais a cada tarefa, sejam elas nos domínios de mão-de-obra, materiais, equipamentos e tecnologia adotada, e as segundas o registo e acompanhamento das várias intervenções de correção no caso de se identificarem situações de falha em obra.

O objetivo desta dissertação passa por abordar a metodologia *FMEA* (*Failure Modes and Effects Analysis),* método este de análise de risco indutivo que permite a avaliação do grau de risco a partir de um determinado modo de falha, sabendo as suas respetivas causas e consequências dos seus efeitos, assim como achar os meios de deteção e prevenção desses modos de falha para se proceder à sua eliminação/mitigação. Para auxiliar esta análise foi aplicado a metodologia *FTA* (*Fault Tree Analysis)*, que consiste em identificar de modo mais percetível, as causas que levam ao aparecimento de uma Não Conformidade. Com o intuito de se resolver eventuais situações de Não Conformidade em obra, apresentadas nas FCCNC, pretende-se com este método de análise extrair todas as suas potencialidades e possíveis melhorias para a identificação destas numa ocorrência futura, de modo a satisfazer o produto/utilizador final.

Posto isto e para se alcançar o objetivo desta dissertação, o autor acompanhou o desenvolvimento de três obras que serviram como casos de estudo para a obtenção de informações a partir da realização de um controlo de conformidade das obras e com o intuito das mesmas serem aplicadas nas metodologias em análise para a identificação dos riscos provenientes das Não Conformidades.

Os resultados obtidos após a implementação das metodologias *FMEA* e *FTA*, demonstraram que a principal razão para o surgimento das falhas no processo de construção deveu-se a negligências no processo construtivo por parte de erros humanos. No que diz respeito ao desempenho da implementação das metodologias, a metodologia *FMEA* revelou-se como um método moroso, uma vez que a sua análise necessita de informação pormenorizada. Por sua vez, a metodologia *FTA* permite uma análise mais intuitiva e eficaz na identificação das causas provenientes das Não Conformidades.

PALAVRAS-CHAVES: FMEA, Controlo da Qualidade, Fault Tree Analysis, Não Conformidades, Fiscalização

ABSTRACT

Within the vast working field of the construction sector, where the competition between companies is getting bigger, quality control implementation is becoming more prominent on the effective and efficient conduction of the whole constructive process of conformity with the main project. Over the last years, the application of mechanisms of quality control management is now commonly used to prevent the emergence of potential flaws (non-conformities) that may occur during the construction work.

Therefore, the designated inspection team is the one responsible to perform a technical analysis, implementing quality control measurements through the construction process. Guarantying all the functional demands and/or technical specification conformities and preventing at the same time the lack of communication between the parts involved in the project.

This analysis is based on the information filled on the conformance control sheet (CCS) and non-conformance control and correction sheet (NCCS). The first one summarizes and plans the needed verification points for each task on the workmanship domain, materials, equipment and adopted technology and the second one registers and follows the various corrective interventions in case of failure situations on the construction process.

The main goal of this dissertation is the approaching of the *FMEA* methodology (*Failure Modes and Effects Analysis*) on the civil construction domain, with a risk level evaluation of the probability and severity of the failure modes that may occur and their resulting effects. Intending to detect and prevent the failure modes, aiming to the satisfaction of the final client. In order to support this analysis another methodology was taken into count, the *FTA* methodology (*Fault Tree Analysis*), which helps to identify more easily the probable causes of the non-conformities.

The author followed the development of three construction projects used as case studies and the collected data, obtained through the NCCS's, allowed the application of the mentioned methodologies on the identification of the probable risks behind the non-conformities that were found.

The results obtained using the *FMEA* and *FTA* methodologies showed that the main reason for failure occurring on these construction processes was due to human errors. With regards to the implementation of the methodologies, the *FMEA* methodology revealed to be a long time consuming method and it needs big and detailed data in order to obtain a rigorous analysis. In other hand, the *FTA* method allows the inspection team to analyse the collected data on a more intuitive and effective way simplifying the identification of probable causes of the non-conformities.

KEYWORDS: FMEA, Fault Tree Analysis, Quality Control, Nonconformities, Inspection

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS I
RESUMO III
ABSTRACT V

1 INTRODUÇÃO 1

1.1. ENQUADRAMENTO 1
1.2. ABORDAGEM DA PROBLEMÁTICA 2
1.3. MOTIVAÇÃO 2
1.4. OBJETIVOS E ÂMBITO DO TRABALHO 3
1.5. METODOLOGIA 4
1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 5

2 SÍNTESE DO CONHECIMENTO 7

2.1. ENQUADRAMENTO 7
2.2. FISCALIZAÇÃO DE OBRAS 7
2.2.1. FASES E INTERVENIENTES NO PROCESSO CONSTRUTIVO 7
2.2.2. ENGENHARIA DE SERVIÇOS 9
2.2.3. ÁREAS FUNCIONAIS 9
2.2.4. ENQUADRAMENTO LEGAL 12
2.2.4.1. Revisão da Legislação Nacional 12
2.2.4.2. Garantias e Responsabilidades 13
2.2.4.3. Seguros 13
2.3. QUALIDADE 14
2.3.1. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE 14
2.3.2. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO 15
2.3.3. SISTEMA PORTUGUÊS DA QUALIDADE [14] 16
2.3.3.1. Metrologia [16] 17
2.3.3.2. Qualificação [16] 18
2.3.3.3. Normalização [16] 19
2.3.4. O PAPEL DO LNEC 19
2.3.5. CERTIFICAÇÃO DA MARCA DA QUALIDADE LNEC (MQ LNEC) PARA EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO [21] 20
2.3.6. MARCAÇÃO CE 22

2.3.7. IMPLEMENTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE SGQ DE EMPRESAS 23
2.3.7.1. Normas NP EN ISO [24] 23
2.3.7.2. Sistemas de Gestão da Qualidade 25
2.4. BIBLIOMETRIA 27
2.4.1. LISTA BIBLIOGRÁFICA 27
2.4.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 28
2.4.3. BIBLIOMETRIA ESPECÍFICA 34
2.4.4. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA 35

3 METODOLOGIA *FMEA* 37

3.1. ENQUADRAMENTO 37
3.2. *FMEA* - FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (ANÁLISE DE MODOS DE FALHAS E EFEITOS) 38
3.2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAS 38
3.2.2. CONCEITOS GERAIS DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA *FMEA [32]* 39
3.3. *FMEA* DE PROCESSO 42
3.4. BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA *FMEA* 47
3.5. RELACIONAMENTO DA METODOLOGIA *FMEA* À PRIORI COM A FERRAMENTA *FAULT TREE ANALYSIS* À POSTERIORI 48

4 CASO DE ESTUDO 53

4.1. LUSOCOL, SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, LDA. 53
4.2. CASO DE ESTUDO 54
4.2.1. ENQUADRAMENTO 54
4.2.2. OBRA Nº1 – CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO E ESTUDOS REGIANOS (VILA DO CONDE) 54
4.2.3. OBRA Nº2 – MUSEU DAS RENDAS DE BILROS (VILA DO CONDE) 57
4.2.4. OBRA Nº3 – IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS (PORTO) 60
4.3. MODELO DE CONTROLO DE QUALIDADE PRATICADO NOS CASOS DE ESTUDO 65
4.3.1. FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE (FCC) 66
4.3.1.1. Estrutura da Ficha de Controlo de Conformidade 68
4.3.2. FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES (FCCNC) 72
4.3.2.1. Estrutura da Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades 75
4.3.3. COMUNICAÇÃO / PEDIDOS DE INFORMAÇÃO 76
4.3.4. REGISTO DIÁRIO DE OBRA 78
4.3.5. REUNIÕES DE OBRA 78

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS 81

5.1. ENQUADRAMENTO 81

5.2. ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES IDENTIFICADAS NOS CASOS DE ESTUDO 81

5.2.1. NÃO CONFORMIDADES: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS 81

5.2.1.1. Não Conformidade Nº1 81

5.2.1.2. Não Conformidade Nº2 84

5.2.1.3. Não Conformidade Nº3 86

5.2.1.4. Não Conformidade Nº4 88

5.2.1.5. Não Conformidade Nº5 90

5.2.1.6. Não Conformidade Nº6 92

5.2.2. NÃO CONFORMIDADES: MUSEU DAS RENDAS DOS BILROS 94

5.2.2.1. Não Conformidade Nº1 94

5.2.2.2. Não Conformidade Nº2 96

5.2.2.3. Não Conformidade Nº3 98

5.2.2.4. Não Conformidade Nº4 100

5.2.3. NÃO CONFORMIDADES: IGREJA DE MASSARELOS 102

5.2.3.1. Não Conformidade Nº1 102

5.2.3.2. Não Conformidade Nº2 104

5.2.3.3. Não Conformidade Nº3 106

5.2.3.4. Não Conformidade Nº4 109

5.3. ANÁLISE GERAL DAS NÃO CONFORMIDADES IDENTIFICADAS 111

5.4. ANÁLISE DOS RISCOS DOS CASOS DE ESTUDO A PARTIR DA METODOLOGIA *FMEA* 114

5.4.1. CASO DE ESTUDO N°1 – CASA JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS 115

5.4.2. CASO DE ESTUDO N°2 – MUSEU DE RENDAS DOS BILROS 116

5.4.3. CASO DE ESTUDO N°3 – IGREJA DE MASSARELOS 117

6 CONCLUSÕES 119

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 119

6.2. PRINCIPAIS CONCLUSÕES 120

6.3. DIFICULDADES 120

6.4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 120

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 123

ANEXOS 127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Modelo do Sistema de Gestão da Qualidade da NP EM ISO 9001:2015 [1] 2
Figura 2.1 - Empreendimento da Construção [adaptado 3] 8
Figura 2.2 - Pirâmide da atuação preventiva [adaptado de 3] 9
Figura 2.3 - Áreas funcionais da Qualidade [3] 10
Figura 2.4- Organograma do Sistema Português da Qualidade [15] 17
Figura 2.5- Logótipo IPAC [18] 18
Figura 2.6- Exemplos de símbolos para Organismos de Certificação de Sistemas de Qualidade (APCER e SGS) [19] [20] 19
Figura 2.7 - Relação dos intervenientes na MQ LNEC [adaptado de 21] 21
Figura 2.8 - Categorias e Classes da Marca de Qualidade LNEC (MQ LNEC) [21] 22
Figura 2.9 - Logótipo da Marcação CE [23] 23
Figura 2.10 - Sete princípios da Gestão da Qualidade [24] 24
Figura 2.11 - Ciclo PDCA 26
Figura 2.12 – Artigos por Ano 35
Figura 2.13 - Número de artigos por tema 36
Figura 2.14 – Números de artigos por revista científica 36
Figura 3.1 - Fluxograma de implementação da metodologia FMEA 41
Figura 3.2 - Modelo do Formulário *FMEA* 43
Figura 3.3 - Exemplo de uma estrutura de Análise de Árvore de Causas 48
Figura 3.4 - Modelo da Árvore de Diagnóstico proposto para a Identificação das Não Conformidades (Origem/Causa) 49
Figura 3.5 - Modelo de Árvore de Diagnóstico proposto para a Identificação das Consequências das Não Conformidades 50
Figura 4.1 - Alçado Principal 54
Figura 4.2 - Pintura do teto e paredes interiores (Sala de Jantar - Piso 1) 55
Figura 4.3 - Pintura da caixilharia de madeira (Sala de Jantar - Piso 1) 56
Figura 4.4 - Montagem dos andaimes para a execução dos trabalhos a serem realizados no exterior 56
Figura 4.5 - Execução dos trabalhos relativos ao revestimento das paredes interiores 57
Figura 4.6 - Alçado Principal 58
Figura 4.7 - Montagem dos andaimes e respetivos trabalhos na cobertura 58
Figura 4.8 - Trabalhos relativos à caixilharia dos vãos envidraçados 59
Figura 4.9 - Exemplo de um vão envidraçado danificado (Perfil Metálico) 59
Figura 4.10 - Preparação do revestimento de uma parede exterior para a execução de pintura 60
Figura 4.11 - Vista superior da Igreja 61
Figura 4.12 - Remoção dos revestimentos de telha e rufos metálicos 62
Figura 4.13 - Colocação de rufos metálicos na cobertura 63

Figura 4.14 - Execução dos trabalhos relativos à reparação dos azulejos da fachada principal.....64
Figura 4.15 - Realização dos trabalhos de reparação e pintura da fachada lateral do edifício 65
Figura 4.16 - Modelo da Ficha de Controlo e Conformidade (FCC) 67
Figura 4.17 - Primeira Secção da FCC (Identificação da FCC) 68
Figura 4.18 -Segunda Secção da FCC (Identificação da Obra e Intervenientes).....68
Figura 4.19 - Terceira Secção da FCC (Procedimento/Operações; Quadro de Atos; Referências aos elementos de Projeto; Registo Fotográfico).....69
Figura 4.20 - Quarta Secção da FCC (Campo Base) 69
Figura 4.21 - Quita Secção da FCC (Mão-de-Obra; Equipamentos; EPI'S) 70
Figura 4.22 - Sexta Secção da FCC (Receção dos Materiais) 70
Figura 4.23 - Sétima Secção da FCC (Controlo da Execução de Tarefas) 71
Figura 4.24 - Oitava Secção da FCC (Observações; Autenticação).....71
Figura 4.25 - Nona Secção (Legenda).....72
Figura 4.26 - Exemplo de uma Não Conformidade (Museu dos Bilros - Vila do Conde).....72
Figura 4.27 - Modelo da Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidade (FCCNC).....73
Figura 4.28 - Procedimento da Identificação de uma Causa de Não Conformidade.....74
Figura 4.29 - Primeira Secção da FCCNC.....75
Figura 4.30 - Segunda Secção da FCCNC.....75
Figura 4.31 - Terceira Secção da FCCNC 76
Figura 4.32 - Quarta Secção da FCCNC 76
Figura 4.33 - Fluxograma relativo à comunicação dos intervenientes responsáveis pela Obra.....76
Figura 4.34 - Fluxograma relativo ao procedimento de comunicação via *e-mail*.....77
Figura 4.35 - Fluxograma do Registo Diário de Obra 78
Figura 4.36 - Fluxograma do Procedimento de uma Reunião de Obra 79
Figura 5.1 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_01.....82
Figura 5.2 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas) 83
Figura 5.3 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Consequências) 83
Figura 5.4 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_02.....84
Figura 5.5 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_02 (Origem e Causas) 85
Figura 5.6 - Árvore de diagnóstico: Ref.º_02 (Consequências).....85
Figura 5.7 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_03.....86
Figura 5.8 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Origem/Causa).....87
Figura 5.9 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Consequências) 87
Figura 5.10 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_04.....88
Figura 5.11 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas) 89
Figura 5.12 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Consequências) 89
Figura 5.13 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_05.....90
Figura 5.14 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_05 (Origem e Causas) 91
Figura 5.15 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_05 (Consequências) 91

Figura 5.16 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_06 92
Figura 5.17 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_06 (Origem/Causas) 93
Figura 5.18 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_06 (Consequências) 93
Figura 5.19 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_01 94
Figura 5.20 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas) 95
Figura 5.21 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Consequências) 95
Figura 5.22 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_02 96
Figura 5.23 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas) 97
Figura 5.24 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_02 (Consequências) 97
Figura 5.25 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_03 98
Figura 5.26 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas) 99
Figura 5.27 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Consequências) 100
Figura 5.28 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_04 100
Figura 5.29 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas) 101
Figura 5.30 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Consequências) 102
Figura 5.31 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_01 102
Figura 5.32 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas) 103
Figura 5.33 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Consequências) 104
Figura 5.34 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_02 (Origem/Causas) 104
Figura 5.35 - Árvore de Diagnóstico_ Ref.º_02 (Origem/Causas) 105
Figura 5.36 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_02 (Consequências) 106
Figura 5.37 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_03 107
Figura 5.38 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Origem/Causas) 108
Figura 5.39 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Consequências) 109
Figura 5.40 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_04 109
Figura 5.41 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas) 110
Figura 5.42 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Consequências) 110
Figura 5.43 - Origem das Não Conformidades 111
Figura 5.44 - Causas das Não Conformidades 112
Figura 5.45 - Consequências das Não Conformidades 113
Figura 5.46 - Grau de Risco das Não Conformidades Identificadas 114

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Tarefas a desenvolver pela Equipa de Fiscalização 10
Quadro 2.2 - Relação entre os princípios de gestão da qualidade e a ISO 9001:2015 [24] 25
Quadro 2.3 - Lista Bibliográfica 27
Quadro 3.1 - Índice de Severidade (S) [32] 44
Quadro 3.2 - Índices de Ocorrências (O) [32] 44
Quadro 3.3 - Índice da Deteção (D) [32] 45
Quadro 3.4 – RPN e Grau de Risco 46
Quadro 5.1 - Formulário *FMEA* (Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos) 115
Quadro 5.2 - Formulário *FMEA* (Museu das Rendas e dos Bilros) 116
Quadro 5.3 - Formulário *FMEA* (Igreja de Massarelos) 117

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

CEN – Comité Europeu de Normalização

DPC – Diretiva dos Produtos de Construção

EEE – Espaço Economico Europeu

FCC – Ficha de Controlo e Conformidades

FCCNC – Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades

FMEA – *Failure Modes and Effects Analysis*

FMECA – *Failure Modes, Effects and Critically Analysis*

FTA – *Fault Tree Analysis*

IPAC – Instituto Português de Acreditação

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO - *International Organization for Standardization*

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MQ LNEC – Marca de Qualidade do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

RPC – Regulamentação de Produtos de Construção

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SPQ – Sistema Português da Qualidade

UE – União Europeia

1 INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Num momento de particular importância para o Sector da Construção Civil, após um longo período de abrandamento do mercado em termos de obras públicas e privadas e das insolvências de empresas de construção face à situação económica que o país atravessou, tornou-se necessário elaborar um plano de reforma no sector da construção em simultâneo com a revisão da legislação portuguesa com o intuito de se fazer uma reflexão e transmissão de informação de todos os intervenientes envolvidos no sector, de modo a implementar medidas de Qualidade devidamente estruturadas para o alavancamento do sector.

Com o panorama acima descrito, percebe-se qua a Qualidade no Setor da Construção Civil, assume-se como um fator de destaque na referenciação entre empresas conduzindo a uma necessidade de intervenção e aplicação de mecanismos de controlo, de modo a tornar o seu desempenho de forma mais eficiente, perante os fatores relativos aos cumprimentos de prazos e de custos das empreitadas, assim como no controlo da qualidade do produto a rececionar pelo cliente.

Neste contexto das exigências impostas pelo mercado e da implementação de medidas de controlo por parte das empresas do setor, o papel da fiscalização revelou-se necessário, como forma de garantir um controlo de conformidade de todo o processo inerente à realização de uma obra e para tal esse controlo/mecanismo de apoio de fiscalização é suportado maioritariamente pela criação e preenchimento de *"check-lists"*, designadas por fichas de controlo, para as diversas atividades a fiscalizar durante o processo construtivo em curso, de maneira a possuir elementos informativos que sejam fiáveis e possam de algum modo orientar as várias tarefas a inspecionar durante o processo de construção. A criação e preenchimento destes elementos de auxílio, exige ao técnico fiscal um profundo conhecimento dos processos construtivos e dos elementos provenientes do projeto.

Neste contexto e com base na aplicação da metodologia principal proposta nesta dissertação, *FMEA - Failure Modes and Effects Analysis*, pretende-se inicialmente realizar o controlo de conformidade e se for o caso de se identificar alguma Não Conformidade, com o auxilio da ferramenta *FTA - Fault Tree Analysis* (Árvore de Diagnóstico de Falhas), aplicar a metodologia *FMEA* de modo a analisar o seu grau de risco perante as suas potenciais causas e consequências, da mesma forma sobre aqueles que possam surgir à posteriori nos processos de execução de obra, de modo a realizar as medidas necessárias de correção, sejam elas de mitigação ou de eliminação das falhas.

1.2. ABORDAGEM DA PROBLEMÁTICA

Com o aumento das exigências por parte do cliente, a respeito dos custos, prazos e qualidade do produto final, torna-se necessário por parte das empresas do Setor da Construção, em termos da gestão e coordenação entre os vários intervenientes, garantir a conformidade de todo o processo construtivo e para isso torna-se um desafio permanente para a equipa de fiscalização conseguir levar a "bom porto" essa mesma gestão, de modo a garantir a satisfação do cliente e a boa imagem da empresa.

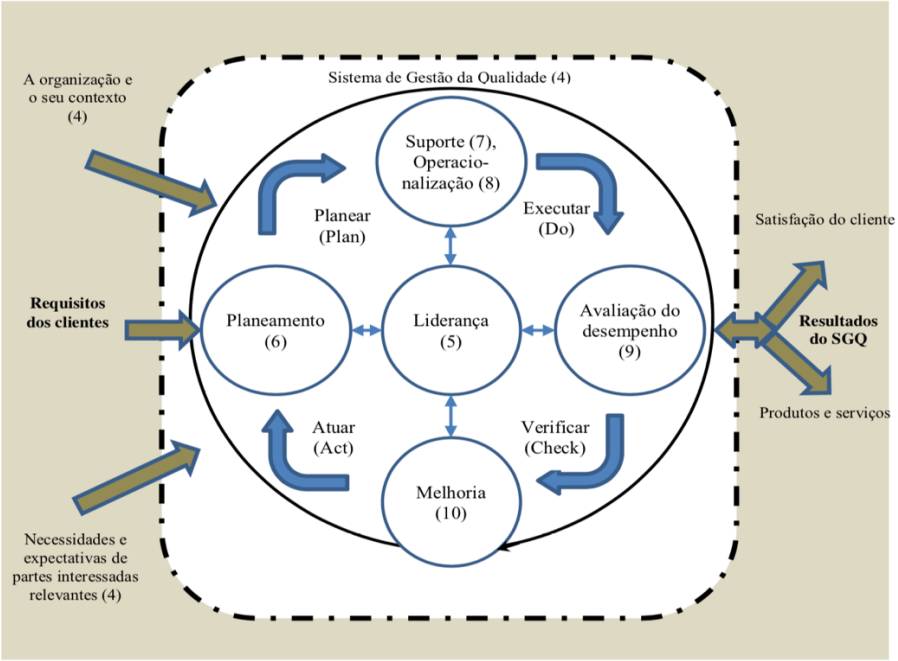


Figura 1.1 – Modelo do Sistema de Gestão da Qualidade da NP EM ISO 9001:2015 [1]

Posto isto, após as várias fases de obra, é importante que exista uma metodologia sistemática de apoio que acompanhe todas as possíveis situações de falhas no processo construtivo que possam surgir, de modo a determinar, a origem das respetivas causas e os efeitos que daí possam advir, para que se consiga executar de forma rápida e eficaz uma solução de correção e que no final se possa garantir a qualidade do processo construtivo da obra, a satisfação do cliente e principalmente que no futuro não se cometa o mesmo erro.

1.3. MOTIVAÇÃO

A motivação que está na origem da elaboração desta dissertação tendo em mente os contornos analisados e com base na importância e do interesse que a problemática da fiscalização e do controlo da qualidade têm sobre a área da Engenharia Civil, passa pela interação com o mundo da Construção Civil, ou seja, o contacto permanente na execução de obras, com o intuito de se produzir um método de análise que seja útil, para que todos os intervenientes na área da fiscalização possam de alguma forma ter um desempenho eficaz no que toca aos mecanismos de otimização do controlo de conformidade nas obras que estão envolvidos.

Deste modo e em semelhança ao estudado na disciplina de Fiscalização de Obras, na especialização de Construções do 5º ano do curso de Engenharia Civil, a importância e responsabilidade que a equipa de fiscalização tem, na garantia da qualidade dos empreendimentos ao qual estão inseridos, despertou a

curiosidade do autor, tornando claro que a função dos planos de controlo de conformidade e de não conformidade, têm um papel fundamental na identificação de possíveis erros, omissões ou até mesmo o aparecimento de incompatibilidades numa obra bem como as correções que devem ser feitas de modo a mitigar as falhas ocorridas.

Através da pesquisa e análise de informação relativa sobre esta matéria, com especial foco na implementação da metodologia *FMEA* na construção civil, apurou-se que é de algum modo escassa, originando um interesse no estudo da mesma, procurando avaliar de que modo este método pode ou não ser eficaz em termos de desempenho.

Atualmente com o surgimento e desenvolvimento de novas tecnologias, de novos materiais e novos métodos de aplicação construtiva, seria de se expectar, que a qualidade na Construção Civil estaria de algum modo assegurada, tal não se verificou, talvez muito por culpa da falta de conhecimento ou de formação destes novos métodos, o que de alguma forma, haja um sucessivo aparecimento de anomalias na fase de execução de projeto, gerando assim uma reflexão e um estudo aprofundado desta problemática, ou seja, a necessidade de se averiguar o "porquê" dessas falhas e qual o método corretivo mais eficaz a ser aplicado.

Visto que o setor da Construção Civil se encontra a um nível onde as exigências técnicas e de controlo são cada vez mais alvo de escrutínio, ou seja, cada vez mais elevadas, é fundamental desenvolver novas ferramentas de trabalho que possibilitem um melhor controlo da qualidade em obra. Posto isto, o desenvolvimento deste trabalho advém da possibilidade de o mesmo ter sido realizado em ambiente empresarial, o que permitiu de modo explicito, aplicar e analisar as vantagens da metodologia em causa, a um caso de estudo.

1.4. OBJETIVOS E ÂMBITO DO TRABALHO

Nos últimos anos, o Sector da Construção tem evoluído de um modo progressivo e com o aumento das exigências que os utentes definem ao nível da qualidade do conforto, da segurança e do desempenho dos empreendimentos, associadas de alguma maneira aos mais recentes processos construtivos aplicados, torna-se necessário por parte das empresas, um maior empenho no controlo da qualidade desde as fases, de conceção, de projeto e de execução. Contudo, na maioria das vezes, as empresas ligadas ao sector da construção optam por ter uma maior preocupação ao nível dos controlos de prazos e de custos em detrimento do controlo da qualidade, talvez muito por culpa da morosidade e aumento do grau de complexidade das obras de construção e da falta de formação dos operários sobre os novos processos construtivos.

Por conseguinte, é necessário que haja uma entidade, designada por equipa de fiscalização, que esteja habilitada, não só a limitar-se à verificação da conformidade entre o projeto e o que está a ser executado, mas também encarregar-se na ótica da qualidade. Deste modo, o desempenho da equipa de fiscalização, terá de ser sempre visto como uma cooperação, ou por outras palavras, como um auxílio em obra em que o objetivo primordial é o desenvolvimento do controlo da qualidade do empreendimento.

Assim sendo, o objetivo desta dissertação desenvolvida em ambiente empresarial na LUSOCOL – Sociedade Lusa de Construções, Lda., foi perceber qual o funcionamento do sistema de controlo de conformidade ao nível da qualidade implementado pela empresa nas obras em curso, de forma a perceber quais as facilidades e dificuldades existentes na empresa e assim tentar implementar medidas de prevenção e otimização no processo de controlo da qualidade.

Posto isto, o propósito deste caso de estudo, passa por aplicar uma proposta de desenvolvimento do Plano de Controlo de Conformidade, que permita delinear todo o processo de gestão e de avaliação bem

como a aplicação da metodologia *FMEA* para os casos de Não Conformidade encontrados nas obras. Este último, será o principal foco desta dissertação.

O plano de controlo efetuado na observação dos trabalhos desenvolvidos em obra, será auxiliado com o preenchimento de dois tipos de fichas, em que a primeira é relativa às Fichas de Controlo de Conformidade (FCC) e a segunda às Fichas de Controlo e Correção de Não Conformidades (FCCNC). A realização destas fichas são de aplicação expedita, sendo a base para um rápido e eficaz controlo de obra, permitindo estar inteirado com todo o processo construtivo em curso. O preenchimento das Fichas de Controlo de Conformidade será associado às diversas fases do desenvolvimento dos processos construtivos.

Relativamente ao registo das Fichas de Controlo e Correção das Não Conformidades, depois do seu preenchimento, estas serão alvo de análise por parte da metodologia *FMEA* e com o auxílio do *FTA*, em que basicamente as suas fases desenvolvimento são as seguintes [2]:

1. Análise e hierarquização do sistema;
2. Seleção do subsistema a analisar;
3. Estudo funcional e seleção de um estado de funcionamento;
4. Identificação de um modo potencial de falha;
5. Identificação dos efeitos possíveis do modo de falha;
6. Identificação das respetivas causas;
7. Identificação dos métodos de deteção e de prevenção.

Por fim, depois da implementação do método *FMEA* propõe-se realçar a importância da utilização deste método para a identificação do risco das Causas de Não Conformidade, uma vez que possa ser um auxílio eficaz na metodologia de conformidade dos trabalhos em curso na Construção Civil, com a finalidade de permitir ou até mesmo garantir uma reflexão fundamentada sobre os meios de deteção, prevenção e de eliminação das respetivas falhas.

1.5. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta dissertação, resolveu-se numa fase inicial, optar por uma metodologia de investigação, assente em conteúdos bibliográficos, tais como revistas científicas, livros, dissertações com uma abordagem semelhante ao caso de estudo e conteúdos de informação das unidades curriculares do 5º ano, da especialização de Construções, nomeadamente, Fiscalização de Obras e Qualidade na Construção. Esta investigação fez-se através de um processo de pesquisa e análise sobre os temas relacionados com a Fiscalização de Obras, Qualidade na Construção e a Metodologia *FMEA*.

Numa segunda fase, com base na pesquisa realizada, procedeu-se ao desenvolvimento de um plano de controlo de conformidades para as várias fases da obra, com base na criação e preenchimento de fichas de controlo da conformidade e de controlo e correção de não conformidades, desde a receção de materiais, à execução/aplicação dos mesmos, bem como o trabalho desenvolvido por todos intervenientes diretos ou indiretos em obra.

Numa terceira fase, com o objetivo de orientar e sistematizar os procedimentos relativos à fiscalização a partir da implementação da metodologia *FMEA* e com o auxilio da ferramenta *FTA*, procedeu-se à análise das causas de não conformidade, com o objetivo de iniciar um processo de prevenção de risco e modos de falha, desenvolvendo competências e mecanismos, na redução da sua probabilidade de ocorrência e consequentemente, criando um sistema de melhoria contínuo no desempenho da empresa.

Posteriormente e já numa fase final, depois de todos os dados analisados com o recurso à metodologia implementada, procedeu-se à conclusão do caso de estudo, bem como os possíveis desenvolvimentos futuros que a metodologia *FMEA* possa ter no sector da Construção Civil como forma de prevenção e mitigação de possíveis falhas.

1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura dos conteúdos desenvolvidos na presente dissertação é organizada em 6 capítulos, em que cada um deles é iniciado por uma breve descrição de conteúdos, para permitir ao leitor perceber os temas abordados em cada um deles.

- **Capítulo 1:** "Introdução", retrata o enquadramento geral do tema da dissertação, a abordagem da problemática em estudo e a motivação do autor para a elaboração desta dissertação. Inclui-se ainda neste capítulo, a metodologia adotada, os objetivos e o âmbito do trabalho que foram propostos para esta dissertação. Por fim, apresenta-se a organização dos conteúdos neste trabalho.
- **Capítulo 2:** "Síntese do Conhecimento", destina-se essencialmente, a dar uma perspetiva global e atual das metodologias de controlo de conformidade adotadas pelas entidades de fiscalização na indústria da construção em Portugal, anunciando também a sua organização e responsabilidades dos vários intervenientes que compõem a equipa, com o intuito de garantir a qualidade na execução dos trabalhos em obra.
- **Capítulo 3:** "Metodologia *FMEA*", destina-se à apresentação e análise do método e em que modos se pode implementá-lo na identificação de causas de Não Conformidades assim como a metodologia *FTA* como ferramenta de auxílio;
- **Capítulo 4:** "Caso de Estudo, apresenta uma breve descrição da empresa de construção assim como das obras em curso no qual foi aplicada a metodologia desenvolvida. São ainda descritos os processos construtivos que nestas tiveram lugar e por fim, as Fichas de Controlo de Conformidade (FCC) e Fichas de Correção e Controlo de Não Conformidade (FCCNC), onde são descritas tendo em conta a sua composição enquanto estrutura e de que forma foram aplicadas as fichas como procedimento de inspeção em obra, destinadas ao controlo de conformidade e gestão de qualidade;
- **Capítulo 5:** "Apresentação e Análise de Resultados", descreve os resultados obtidos a partir das Causas de Não Conformidade, como principal foco, tendo em conta o auxílio da metodologia como caso de estudo e posteriormente é realizada uma Análise de Risco para cada uma das causas devidamente fundamentada.
- **Capítulo 6:** "Conclusões", como o próprio título indica, apresenta as principais conclusões que são retiradas a partir dos objetivos propostos inicialmente bem como, das análises efetuadas da metodologia em estudo. São também enunciados neste capítulo, propostas para a aplicação desta metodologia no desenvolvimento de futuros trabalhos.

2
SÍNTESE DO CONHECIMENTO

2.1. ENQUADRAMENTO

Ao longo dos últimos anos, a Indústria da Construção tem vindo a fortalecer-se relativamente à temática da Qualidade em obra, com a implementação de medidas e procedimentos de controlo, de modo a terem um desempenho cada vez mais eficaz. Assim, as empresas para se destacarem investem na área da fiscalização como forma de garantir a exequibilidade da obra, a conformidade, a prevenção de ocorrência de eventuais problemas na execução e reduzir as situações que sejam inerentes aos desvios de prazos e custos de forma a garantir, a qualidade da obra perante as exigências impostas pelo Dono de Obra.

Perante este cenário, neste capítulo pretende-se enquadrar o leitor para uma melhor compreensão naquilo em que se baseia a atividade da Fiscalização na Indústria da Construção com vista à preparação do projeto e da promoção da qualidade da obra como produto final.

Ainda neste capítulo, será incluído de forma sucinta, toda a informação relevante sobre os objetivos principais da Fiscalização em Obra, como forma de garantir que os intervenientes envolvidos estejam em sintonia, com o intuito de garantir que a qualidade seja atingida. Por fim serão apresentados os conceitos de Qualidade e Controlo da Qualidade bem como as exigências/normas regulamentares impostas pelas instituições que controlam o Setor da Construção Civil em Portugal.

2.2. FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

2.2.1. FASES E INTERVENIENTES NO PROCESSO CONSTRUTIVO

O processo construtivo, divide-se em três fases, sendo que em cada uma delas estão relacionadas diferentes áreas de atividade:

- Na fase de **Conceção/Projeto**: são efetuados estudos técnico-económicos com o intuito de delinear e verificar a viabilidade do empreendimento. Ainda nesta fase estão inseridos, o planeamento e elaboração dos projetos relacionados à construção do mesmo;
- Na fase de **Execução**: estão incluídos todos os processos que se destinam à execução das obras do empreendimento, sendo que estes são realizados a partir dos estudos e planos definidos na fase de conceção;
- Na fase de **Exploração**: é realizada uma gestão da obra após a construção a partir da qual envolve os trabalhos de manutenção do empreendimento durante a vida útil do mesmo;

A intervenção na perspetiva, do controlo de qualidade na fase de execução da obra demonstra-se decisivo na qualidade final do empreendimento, isto porque, é nesta fase que se verifica a ocorrência de um maior número de falhas, podendo estas ser evitadas. Contudo, como se observa na Figura 2.1, esta supervisão não deve ser realizada única e exclusivamente nesta fase de execução de obra, mas sim, desempenhá-la desde a fase final de conceção atá à fase de manutenção e exploração do empreendimento.

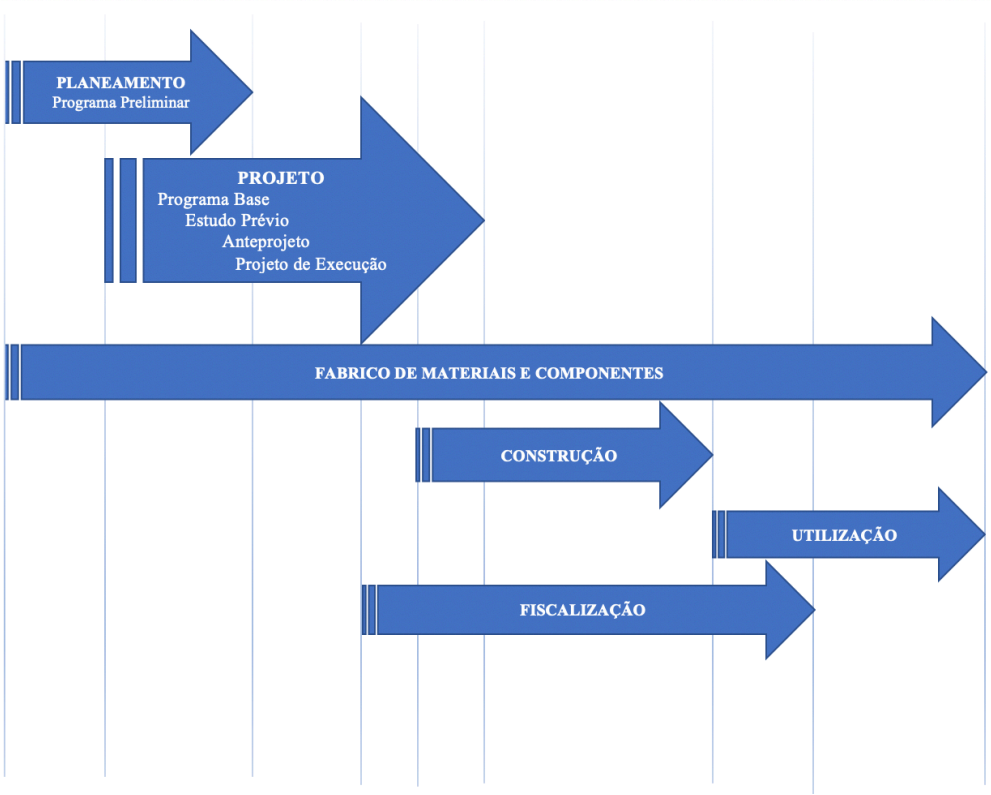


Figura 2.1 - Empreendimento da Construção [adaptado 3]

Ao assumir-se uma atitude preventiva desde o início do processo construtivo, pode vir a ser uma atitude sensata, uma vez que resulta de uma menor necessidade de correções de erros na fase de receção, minimizando assim a necessidade de intervenções nesta fase. A Figura 2.2 ilustra isso mesmo, no qual a base da pirâmide (Projeto), a necessitar de um maior empenho por parte dos intervenientes responsáveis em relação à conformidade, de modo a evitar erros, omissões e incoerências, etc. A última fase, o topo da pirâmide (Receção), apesar de se tomar uma adoção de atitude de prevenção, é a que necessita de um menor esforço, sendo basicamente uma formalização do começo do processo construtivo.

Figura 2.2 - Pirâmide da atuação preventiva [adaptado de 3]

No decurso do desenvolvimento de uma obra, existe uma série de entidades que atuam nas várias fases do processo construtivo, dos quais se destacam: o dono de obra, o projetista, o empreiteiro e as entidades licenciadoras, sendo que estes últimos possuem um papel interventivo algo reduzido. Todos estes intervenientes, muitas vezes possuem linhas de pensamento diferentes, criando situações de conflito, o que leva a criar uma metodologia que promova um relacionamento positivo entre entidades.

2.2.2. Engenharia de serviços

A atuação da fiscalização como engenharia de serviços no setor da construção, está relacionada com as atividades de consultadoria, assessoria e verificação de processos. Nestes domínios, esta área é definida como: "o conjunto de metodologias destinadas a otimizar a relação entre entidades intervenientes numa prestação de serviços". [3]

O conjunto de procedimentos de otimização nesta área, demostra em termos organizacionais, esclarecer e enquadrar a relação entre as entidades envolventes, com o auxílio e ferramentas que facilitem o acompanhamento dos processos, como por exemplo, os fluxogramas de procedimentos, organogramas dos intervenientes no projeto, mapas de equipas produtivas, fichas de controlo de conformidade e de correção de não conformidades.

Neste conjunto de processos, as atribuições que foram concedidas à entidade prestadora de serviços, têm em vista, a definição do articulado do serviço e a responsabilidade pelo seu cumprimento, o controlo das vertentes económicas e de prazos de serviço e por fim, uma gestão eficiente da informação que lhe está associada.

2.2.3. Áreas Funcionais

A atividade da fiscalização, enquanto ação para o desenvolvimento do processo da qualidade em obra e da sua conformidade, é uma prestação de serviços que pode ser dividida pelas seguintes áreas funcionais:

- **Conformidade**: Procura garantir que a execução da obra esteja em conformidade ao previsto em projeto;
- **Economia**: Trata das questões relacionadas com custos e faturação;
- **Planeamento**: Trata de questões relacionadas com prazos;
- **Informação**: Condução e registo de toda a informação;
- **Licenciamento**: Condução, registo e implementação de atos administrativos;

- **Segurança**: Motiva a implementação do Plano de Segurança e Saúde;
- **Qualidade**: Implementação de mecanismos de Garantia de Qualidade.

Figura 2.3 - Áreas funcionais da Qualidade [3]

Pode-se observar pela Figura 2.3, que a área funcional da conformidade assume uma posição central enquanto garantia da conformidade, estando interligada com as várias áreas acima descritas. No Quadro 2.1, pode-se perceber de modo pormenorizado, o desemprenho de cada uma destas Áreas Funcionais.

Quadro 2.1 – Tarefas a desenvolver pela Equipa de Fiscalização

Área Funcional	Tarefas a Desenvolver
CONFORMIDADE	• Efetuar uma revisão do Projeto; • Realizar reuniões de Preparação de Obra com os vários intervenientes: Empreiteiro, Fiscalização, Dono de Obra e Projetista; • Executar rotinas de inspeção dos trabalhos, com o auxílio de mapas de equipas produtivas e procedimentos de Controlo de conformidade; • Verificar e acompanhar a correção de eventuais anomalias detetadas; • Garantir que a obra é executada de acordo com o previsto em Projeto e a total execução do mesmo; • Efetuar Ensaios de Receção e Desempenho.

Área Funcional	Tarefas a Desenvolver
ECONOMIA	• Medição dos trabalhos efetuados; • Controlo orçamental: Autos, Desvios Mensais, Multas, Prémios e Adiantamentos; • Atualização: Conta Corrente da Obra, Trabalhos a mais, Trabalhos a menos e Revisão de Preços; • Verificar e Efetuar aprovações escritas de todas as alterações; • Atualizar a previsão do custo final de empreitada; • Elaborar a conta final da empreitada com a respetiva assinatura.
PLANEAMENTO	• Efetuar o controlo sobre o Plano de Trabalhos através de tarefas de Aceitação, Revisão e Acompanhamento dos Trabalhos; • Envio de pareceres ao Dono de Obra; • Avaliação e Aprovação do Plano de Trabalhos proposto pelo Empreiteiro e de eventuais reformulações; • Realização de Balizamentos Periódicos do Planeamento; • Efetuar previsões de prazos; • Contabilização de avanços e atrasos para atribuição de multas ou prémios ao Empreiteiro, funcionando como uma antecipação para a resolução de problemas de atrasos.
INFORMAÇÃO / PROJETO	• Garantir a condução e registo de todas as informações relacionadas com a obra; • Elaborar o arquivo de obra; • Promover a realização de reuniões e executar atas das mesmas; • Elaborar relatórios mensais da obra; • Atualizar a previsão do custo final da empreitada; • Registo e Gestão de Não Conformidades.
LICENCIAMENTO / CONTRATO	• Promoção e Garantia dos Atos de Contratação (Contrato, Assinatura, Aditamentos); • Garantia do cumprimento de Atos de Licenciamento: Licença de Obras, Vistorias Finais, Licença de Utilização; • Verificar o cumprimento de Atos Legais das Empreitadas: Adjudicação, Consignação, Autos de Multa, Prémios, Inquéritos e Suspensões, Receção Provisoria, Auto de Fecho de Contas e Receção Definitiva;
SEGURANÇA / AMBIENTE	• Verificar a Contratação da Segurança; • Proceder à verificação de todos os elementos de Segurança: Compilação Técnica, Plano de Segurança e Saúde, Coordenador de Segurança e Saúde; • Acompanhar a implementação da Segurança; • Registar Atos de Segurança, Acidente e de Não Conformidades; • Alertar para situações perigosas não previstas no Plano de Segurança e Saúde.
QUALIDADE	• Garantir a Qualidade dos Serviços de Fiscalização através de mecanismos de Gestão da Qualidade; • Coordenar ensaios executados em laboratórios exteriores; • Controlar a Receção de Materiais; • Controlar a Certificação da Mão de Obra; • Controlar a Receção de Equipamentos.

2.2.4. ENQUADRAMENTO LEGAL

2.2.4.1. Revisão da Legislação Nacional

Hoje em dia, o controlo da qualidade possui um papel bastante relevante no setor da construção, no que toca à intervenção das várias fases de um projeto, motivo pelo qual proporciona uma correta execução dos trabalhos e cumprimento dos prazos, exige que existam conhecimentos adquiridos, seja ao nível técnico bem como à versatilidade de adaptação das diversas situações que possam surgir em obra.

Para isso o Estado publica legislações, que além de definirem competências e responsabilidades dos intervenientes em obra, servem de ferramentas de trabalho às equipas destacadas para este fim. Os atuais documentos que fazem parte da legislação portuguesa e que se encontram em vigor, resumem-se em seguida.

No que se refere à organização/conformidade da montagem de estaleiros de construção, o **Decreto-Lei no 273/2003 de 29 de Outubro** [5], define as condições mínimas a serem aplicadas, no que se refere ao planeamento e organização de saúde e segurança no seu planeamento e organização, indicando o perfil dos técnicos especializados na coordenação inseridos nesta área, bem como as regras gerais de atuação. Uma das medidas impostas neste documento é a presença em obra dos técnicos e coordenadores especializados, podendo as equipas destinadas ao controlo de qualidade serem dispensadas de tal verificação, contudo têm a responsabilidade de alertar os técnicos e coordenadores de segurança quaisquer situações que sejam comprometedoras ao nível da segurança.

Relativamente ao **Decreto-Lei no 18/2008 de 29 de Janeiro** [6], este refere a homologação do Código dos Contratos Públicos, estabelecendo a matéria aplicável à contratação publica assim como o regime substantivo dos contratos públicos que revistam a natureza dos contratos administrativos. De acordo, com o artigo 384º é estabelecido que, o empreiteiro e o dono de obra, são partes integrantes do contrato de uma empreitada relativa às obras publicas, sendo este último representado por um diretor de fiscalização.

De salientar, que estas leis não acompanharam a evolução da construção uma vez que não contemplam o enquadramento do papel da equipa de fiscalização, no concerne a uma eficaz gestão técnica do desenvolvimento de um empreendimento.

Na **Portaria no 232/2008 de 11 de Marco** [7], permite esclarecer a importância da verificação da qualidade no setor da construção, reiterando o facto de que independentemente da complexidade técnica da obra e da sua dimensão, um dos principais elementos instrutores dos pedidos de execução de operações urbanísticas é o termo de responsabilidade assinado pelo diretor de fiscalização de obra. Devido à evolução da indústria da construção e aos recentes modelos de gestão e organização, o **Decreto-Lei n.º 31/2009 de 3 de Julho** [8], "*estabelece a qualificação profissional exigível aos técnicos responsáveis pela elaboração e subscrição de projetos, pela fiscalização de obra e pela direção de obra, que não esteja sujeita a legislação especial e os deveres que lhes são aplicáveis*". No capítulo III deste decreto-lei, são atribuídas aos principais intervenientes as responsabilidades civis e garantias.

O **Decreto-Lei n.º 26/2010 de 30 de Março** [9], estabelece que qualquer que seja a operação urbanística, fique sujeita a um acompanhamento administrativo (art.º 93). No entanto sem prejudicar as competências legalmente concedidas a outras entidades, este tipo de controlo passa a ser da inteira responsabilidade do presidente da câmara municipal ou da empresa de fiscalização contratada pelo próprio (art.º 94).

2.2.4.2. Garantias e Responsabilidades

Nos termos legais impostos pelo regime de garantias apresentados no **Decreto-Lei 18/2008 de 29 de Janeiro** referente ao Código dos Contratos Públicos, o artigo 397.º refere o seguinte [6]:

"*1 — Na data da assinatura do auto de receção provisória inicia -se o prazo de garantia, durante o qual o empreiteiro está obrigado a corrigir todos os defeitos da obra*."

"2 — O prazo de garantia varia de acordo com o defeito da obra, nos seguintes termos:

a) 10 anos, no caso de defeitos relativos a elementos construtivos estruturais;

b) 5 anos, no caso de defeitos relativos a elementos construtivos não estruturais ou a instalações técnicas;

c) 2 anos, no caso de defeitos relativos a equipamentos afetos à obra, mas dela autonomizáveis."

De referir que neste regulamento, o empreiteiro fica com a responsabilidade de prestar a garantia sobre todos os trabalhos efetuados, sendo que a única exceção, é relativa às soluções encontradas no projeto por parte do projetista, das quais não obtiveram consentimento por parte do empreiteiro.

Em termos de responsabilidade, caberá ao empreiteiro a coordenação de múltiplas ações no processo construtivo bem como na implementação de metodologias que possam garantir a qualidade e a conformidade entre o projeto e a obra. De referir que cabe ao empreiteiro garantir que todas as tarefas são executadas com os respetivos cuidados e não só as que são alvo de verificação por parte das entidades fiscalizadoras.

2.2.4.3. Seguros

Olhando para um panorama geral das indústrias existentes, a construção civil, é um dos sectores que maior risco apresenta em termos de segurança (acidentes de trabalho) e, por conseguinte, a aquisição de seguros é vista pelas empresas e profissionais, como uma forma destas se acautelarem dos incidentes que possam ocorrer durante todas as fases do processo construtivos.

Estes seguros são importantes na construção, pois transferem os riscos para outras entidades que não os agentes diretamente envolvidos no setor, funcionando até agora como garantia do empreiteiro para com o dono de obra.

Atualmente existe um variado conjunto de seguros à disposição, dos quais cinco deles são de caráter obrigatório para a indústria da construção: Seguro de Acidentes de Trabalho; Seguro Obras Públicas (caso o contrato assim o exija); Seguro de Responsabilidade Civil; Seguro de Caução e o Seguro de Responsabilidade Civil Automóvel.

Juntamente com estes seguros, o dono de obra pode anexar ao caderno de encargos, seguros relativos à execução da obra, com o intuito de precaver uma eventual tentativa de fuga de responsabilidades por parte do empreiteiro ou por outra entidade eu esteja envolvida na obra.

Os seguros considerados como obrigatórios para a indústria da construção são os seguintes:

- **Seguro de Acidentes de Trabalho** (artigo 283.º do **Decreto-Lei no 7/2009, de 12 de Fevereiro**) [10]: "*o empregador é obrigado a transferir a responsabilidade pela indemnização prevista (acidentes de trabalho e doenças profissionais) para entidades legalmente autorizadas a realizar este seguro*";

- **Seguro de Obras Públicas** (cláusula 40.ª da **Portaria no 959/2009, de 21 de Agosto**) [11]: *"(...) o empreiteiro obriga-se a manter as apólices de seguro válidas até á data de receção provisória da obra"*;
- **Seguro de Responsabilidade Civil** (artigo 24.º do **Decreto-Lei no 31/2009, de 3 de Julho**) [8]: *"Os técnicos responsáveis pela coordenação, elaboração e subscrição de projetos, pela fiscalização de obra pública e particular e pela direção de obra (...), estão obrigados a celebrar contrato de seguro de responsabilidade civil extracontratual (...)"*;
- **Seguro de Caução** (artigo 88.º do **Decreto-Lei no 18/2008, de 29 de Janeiro**) [6]: *"No caso de contratos que impliquem o pagamento de um preço pela entidade adjudicante, deve ser exigida ao adjudicatário a prestação de uma caução destinada a garantir a sua celebração, bem como o exato e pontual cumprimento de todas as obrigações legais e contratuais que assume com essa celebração."*
- **Seguro de Responsabilidade Civil Automóvel** (artigo 4.º do **Decreto-Lei no 291/2007, de 21 de Agosto**) [12]: *"Toda a pessoa que possa ser civilmente responsável pela reparação de danos corporais ou materiais causados a terceiros por um veículo terrestre a motor para cuja condução seja necessário um título específico e seus reboques, com estacionamento habitual em Portugal, deve, para que esses veículos possam circular, encontrar-se coberta por um seguro que garanta tal responsabilidade, nos termos do presente decreto-lei."*

2.3. QUALIDADE

2.3.1. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE

O termo "Qualidade" pode assumir diversas definições, fazendo com que não haja um consenso generalizado sobre este assunto, o que por conseguinte, pode ser analisado por inúmeras perspetivas dependendo do enquadramento ao qual está inserido. Contudo, o conceito da qualidade é geralmente associado à satisfação das necessidades do consumidor final.

Segundo o Instituto Português da Qualidade (IPQ) e o **Decreto-Lei nº. 71/2012** (substituído pelo **Decreto-Lei n.º 80/2014**), o termo "Qualidade" define-se pelo *"Conjunto de atributos e características de uma entidade ou produto que determinam a sua aptidão para satisfazer necessidades e expetativas da sociedade."* [13]

No domínio do setor da construção, e tendo por base a mesma linha de pensamento acima descrito, a norma British Standard 4778 define o conceito de "Qualidade" como, "*O conjunto de propriedades e características de um produto ou serviço relacionadas com a sua capacidade de satisfazer exigências expressas ou implícitas (...)*". As exigências expressas, são descritas como os requisitos especificados pelo cliente, não sendo obrigatório existir em todos os produtos ou serviços desse tipo que sejam produzidos. Já as exigências implícitas são de cariz obrigatório visto se tratar de requisitos associados as funções primárias que cada produto ou serviço têm de possuir.

A diferenciação entre exigências expressas e exigências implícitas leva a constatar que a obtenção de Qualidade, corresponde a um equilíbrio entre as características que um produto ou serviço possui - definidas pelo seu produtor - e as características procuradas pelos potencias clientes. Desse modo, não existem "produtos de qualidade" no sentido absoluto, o que existe são produtos cuja qualidade especificada pelo seu produtor encontra aceitação por uma faixa de mercado que garante a viabilidade económica da empresa produtora. Em certa medida, um produto de "qualidade" é um produto que possui clientes".

Posto isto, com a evolução dos produtos comerciais a nível internacional, fez com que fosse necessário atribuir um ramo industrial de mecanismos de aferição e controlo das características dos produtos, para que se possa assegurar os níveis de qualidade de produção pretendidos face às exigências dos potenciais clientes. Em Portugal, os mecanismos de aferição e controlo são definidos pelo Sistemas Português de Qualidade (SPQ).

Levando em conta o que foi escrito anteriormente, um conhecimento destes mecanismos será fundamental para que o produtor possa definir qual o nível de qualidade para o seu produto e por outro lado para que o consumidor seja capaz de o avaliar e escolher as diversas alternativas que vão ao encontro das suas exigências e objetivos.

2.3.2. Qualidade na Construção

Em comparação com as outras indústrias do sector empresarial, a Indústria da Construção é um caso particular, no que se refere ao cumprimento da qualidade enquanto fator preponderante para o sucesso do processo construtivo ao qual se propõe executar. Os setores relativos à indústria alimentar, automóvel e têxtil, são exemplos, onde é possível verificar a existência de processos e metodologias, como é o caso das linhas de produção em série, implementados pelos departamentos da qualidade destas empresas com o intuito de garantir a produtividade e eficiência do produto, desde a fase inicial da conceção até à fase do produto final, garantindo a qualidade pretendida do consumidor final.

Como tal, o setor da construção sendo diferente destas indústrias acima referidas e com o objetivo de acompanhar o mercado, analisou a necessidade de identificar as causas às quais tornam o setor da construção debilitado face aos outros. Posto isto, foi possível identificar um conjunto de particularidades as quais dificultam o controlo da qualidade estando essas relacionadas com:

- Falta de mão-de-obra qualificada;
- Dificuldade na implementação dos processos construtivos face a imprevistos que possam surgir durante o processo construtivo;
- A diversidade de materiais e componentes construtivos a serem aplicados em obra;
- Realização da produção de forma não sequencial;
- O difícil relacionamento entre as diversas especialidades envolvidas no processo;
- As inúmeras e diferentes tipos de obra a serem realizadas, muito devido aos requisitos impostos pelo Dono de Obra;
- Diferentes intervenientes nos inúmeros projetos.

Consequentemente, o conceito da Qualidade na Construção pode ser estabelecido face à caracterização das exigências impostas pelos vários intervenientes no processo construtivo, seja desde o Promotor de Obra, Projetista, Empreiteiro ou Entidades Reguladoras.

Neste contexto ainda convém referir, o facto de se poder distinguir dois conceitos relativos à Qualidade no setor da construção sendo estes os seguintes:

- **A Qualidade do Produto** – relacionado com a qualidade do material aplicado em obra, com a eficiência no manuseamento dos equipamentos e com a implementação das vastas tecnologias de construção numa atividade;
- **A Qualidade do Processo** – relacionado com a obtenção da qualidade na gestão do projeto, seja ao nível do Planeamento e Projeto de Execução, Execução de Obra e por fim, da Manutenção do Edifício.

Para se atingir esta "denominação" de Qualidade, é necessário compreender as práticas de como efetuar uma gestão de projeto eficaz. Esse papel cabe ao Diretor de Obra pela competência/profissionalismo e motivação que deve colocar no projeto, ao Gestor de Qualidade no que toca a assegurar o controlo das atividades cumprindo com os objetivos estratégicos iniciais ao nível da qualidade delineados em reunião de obra e por fim, ao Empreiteiro que para atingir esses níveis, deve delinear diariamente um plano de execução de trabalhos eficaz pra o projeto ao qual está inserido.

Em suma, cabe às empresas resolver este tipo de situações, implementando procedimentos e metodologias com base, em normas, regulamentos e especificações técnicas, para a implementação e certificação dos sistemas de gestão de qualidade nas empresas, assim como a conformidade através do controlo na obra com o intuito de obter uma maior eficiência nos seus processos construtivos.

As aplicações destas estratégias servem como um incentivo a uma possível mudança de mentalidade por parte de todos os intervenientes em obra, com o propósito de mudar a imagem da Indústria da Construção perante a sociedade, sendo fundamental o papel das entidades responsáveis pela fiscalização que deve possuir um vasto conhecimento dos principais mecanismos de apoio à promoção e implementação da qualidade na construção.

2.3.3. SISTEMA PORTUGUÊS DA QUALIDADE [14]

No setor da construção são postos em prática diversos procedimentos que contribuem para a implementação da garantia da qualidade ao longo de todo o processo construtivo, como por exemplo:

- A legislação e normalização de base que engloba os regulamentos e as diretivas comunitárias;
- A qualificação e certificação de empresas de projeto, construção e fabrico de produtos;
- A atividade de revisão de projetos;
- A homologação e certificação de sistemas e produtos da construção;
- A certificação de empreendimentos;
- A qualificação de técnicos e acreditação de laboratórios de ensaios.

O Sistema Português da Qualidade (SPQ) é o conjunto de entidades e organizações que, seguindo princípios, regras e procedimentos aceites internacionalmente, congrega esforços para a dinamização da qualidade em Portugal e assegura a coordenação dos três subsistemas: da **Normalização**, da **Qualificação** e da **Metrologia**, com o intuito de promover um desenvolvimento sustentado do País com a perspetiva de aumentar a qualidade de vida da sociedade, conforme se mostra na Figura 2.4.

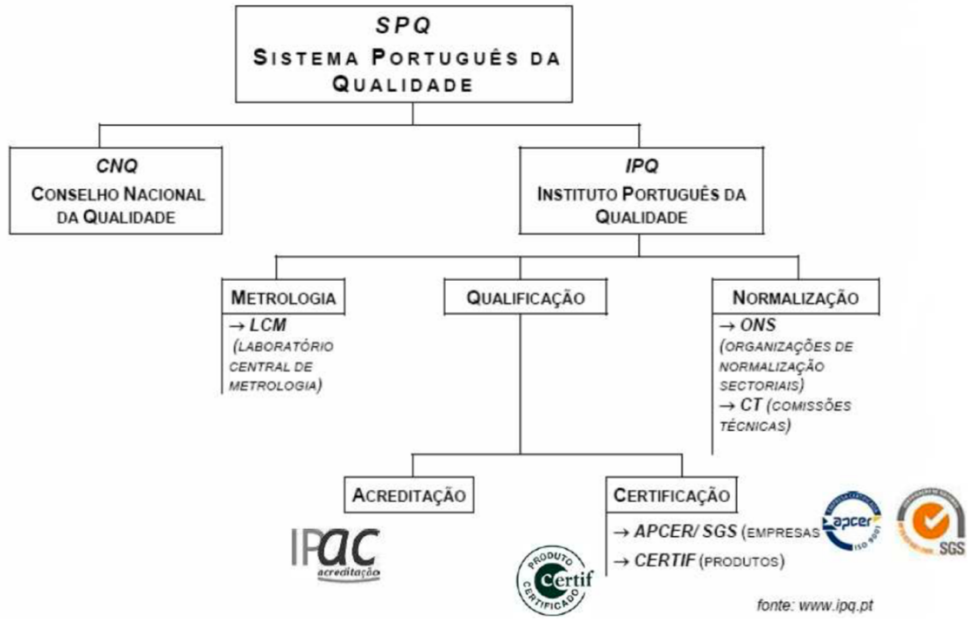


Figura 2.4- Organograma do Sistema Português da Qualidade [15]

O Instituto Português da Qualidade (IPQ) é um organismo público que tem como função, a coordenação do Sistema Português da Qualidade (SPQ) e de outros sistemas de qualificação regulamentares, aos quais lhe foram atribuídos pela lei, com o intuito de interligar todas as componentes que sejam de relevância, para uma melhoria da qualidade dos produtos, dos serviços e sistemas de qualidade, bem como da qualificação das pessoas.

O SPQ rege-se pelos seguintes princípios:

1. **Credibilidade e Transparência** - O desempenho do SPQ é baseado em regras e métodos reconhecidos a nível nacional ou estipulados por diretrizes internacionais, sendo supervisionados por entidades representativas para o efeito;
2. **Horizontalidade** - abrange todos os setores de atividade da sociedade;
3. **Universalidade** – pode englobar todo o tipo de atividade, agentes e resultados qualquer seja o setor;
4. **Transversalidade da dimensão de género** - O funcionamento do SPQ permite contribuir para uma igualdade entre homens e mulheres;
5. **Coexistência** - todos os sistemas sectoriais ou entidades podem aderir ao SPQ desde que, demonstrem o cumprimento das normas e exigências estabelecidas;
6. **Descentralização** – baseia-se perante a autonomia de atuação das entidades que integram o SPQ e no cumprimento da doutrina e ação do sistema na sua globalidade;
7. **Adesão livre e voluntária** - cada entidade pode decidir, se pretende aderir ao SPQ.

2.3.3.1. Metrologia [16]

Na qualidade de ciência da medição, a Metrologia, cuja função é analisar o rigor, a coerência e a comparabilidade dos resultados obtidos por instrumentos de medida, fornecendo o suporte material fiável ao sistema de medições, essencial nos setores da economia, da saúde, da segurança e do ambiente, constituindo uma infraestrutura tecnológica essencial nas sociedades de hoje em dia.

Nesta conjuntura, o Departamento de Metrologia sendo um subsistema do SPQ, tem como propósito, garantir o rigor e a capacidade de acompanhamento nas medições em território nacional, através de parâmetros de medida necessários às indústrias e à sociedade portuguesa em geral, com o intuito de contribuir para a construção de uma liderança metrológica europeia no panorama da economia mundial.

Assim sendo, os principais objetivos ao qual o departamento de metrologia se rege, são os seguintes [17]:

- *"Coordenar, desenvolver e manter os Padrões Nacionais de Medida, garantindo a sua rastreabilidade internacional;"*
- *"Organizar a cadeia hierarquizada dos padrões de referência das entidades integradas no Subsistema Nacional da Metrologia;"*
- *"Participar nas organizações internacionais de metrologia fundamental, aplicada e industrial;*
- *"Participar em ensaios internacionais de comparação inter-laboratorial;"*
- *"Apoiar o IPAC nas comparações nacionais dos padrões de referência dos laboratórios metrológicos acreditados;"*
- *"Apoiar tecnicamente as operações de controlo metrológico coordenadas pelo Serviço de Metrologia Legal;"*
- *"Cooperar com as universidades e centros de saber nacionais e internacionais para o desenvolvimento da metrologia nacional no contexto europeu."*

2.3.3.2. Qualificação [16]

A Qualificação, enquanto subsistema do SPQ, abrange duas funções principais, sendo qua a primeira enquadra as atividades da **Acreditação**, exercida pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC), no qual efetua um reconhecimento formal, por um organismo devidamente autorizado, ao nível da competência de uma entidade para que esta possa realizar uma determinadas atividades tais como, calibrações, ensaios, certificações e inspeções de acordo com referências internacionais.

Figura 2.5- Logótipo IPAC [18]

A segunda função é relativa à **Certificação**, que consiste em assegurar com credibilidade, uma conformidade de um determinado produto, processo ou serviço, com os requisitos especificados em documentos de referência. Atualmente existem vários organismos de certificação de sistemas de qualidade devidamente acreditados pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ) dos quais se destacam os seguintes:

- Bureau Veritas Quality International – BVQI;
- Associação para a Qualificação e Certificação na Construção – CERTICON;
- Det Norske Veritas Portugal – Classificação, certificação e serviços – DNV;
- Associação Portuguesa de Certificação – APCER;
- Quality Systems Certification Bureau - Q.S.C.B;
- Société Générale de Surveillance – SGS Portugal;
- Empresa Internacional de Certificação- EIC;

Figura 2.6- Exemplos de símbolos para Organismos de Certificação de Sistemas de Qualidade (APCER e SGS) [19] [20]

2.3.3.3. Normalização [16]

Relativamente ao subsistema da Normalização, este é referido como uma atividade que contribui para a obtenção de soluções para problemas de carácter repetitivo, no âmbito da ciência, da técnica e da economia, destinando-se à obtenção do grau ótimo de organização num dado domínio. Esta atividade consiste, na formação, edição e implementação de Normas. Tratando-se de documentos técnicos com caracter relevante, no setor da construção civil, as normas definem linhas de orientação, ou seja, regras que permitem facilitar, padronizar e especificar materiais, serviços e até, por exemplo, regras de cálculos para a conceção de estruturas.

Estes documentos, podem ser divididos em 3 níveis, sendo eles a nível internacional, nacional e regional como se pode verificar nos seguintes tópicos:

- **Internacional** – normas desenvolvidas com a colaboração e acordo de vários países;

  (Exemplo: ISO - Organização Internacional de Normalização)

- **Regional** – normas desenvolvidas com a colaboração de um reduzido número de países;

  (Exemplo: CEN – Comité Europeu de Normalização)

- **Nacional** – normas desenvolvidas ao nível do próprio país.

  (Exemplo: IPQ – Instituto Português da Qualidade)

A elaboração e aprovação das normas tem por finalidade a racionalização e a simplificação de processos, componentes, produtos e serviços. Permite uma maior facilidade de entendimento e visa o estabelecimento de parâmetros a utilizar na definição de fases de trabalho e em ações de avaliação da conformidade.

2.3.4. O Papel do LNEC

Com o aumento da qualidade nos vários domínios de atividades no qual o setor da construção está inserido, com particular atenção, aos diversos níveis dos processos globais quer seja na realização de obras publicas e empreendimentos de construção civil, surge a necessidade de criar um organismo de apoio, ao desenvolvimento e integração do sector da construção perante as exigências da evolução e adaptação do País na União Europeia. Posto isto, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), organismo tutelado pelo Ministério do Planeamento e das Infraestruturas, tem como principal objetivo promover e coordenar a investigação científica bem como o desenvolvimento tecnológico, tendo em vista o continuo aperfeiçoamento e a boa pratica da Engenharia Civil no País.

Com a competência de servir o interesse publico, através da prestação de serviços de Ciência e Tecnologia às entidades publicas e privadas, sejam a nível nacional ou estrangeira, faz desta instituição um parceiro ideal para a realização e adoção de procedimentos com base no apoio técnico às entidades responsáveis nos diversos setores, no que diz respeito à qualidade e segurança das obra, de pessoas e bens, na proteção e requalificação do património natural e construído e por fim na modernização e inovação de tecnologias no setor da construção civil.

2.3.5. Certificação da Marca da Qualidade LNEC (MQ LNEC) para Empreendimentos de Construção [21]

No panorama do sistema nacional de garantia da qualidade, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) encontra-se habilitado para o desenvolvimento de condições de certificação, designadamente dos produtos da construção, bem como na certificação dos empreendimentos de construção encarados como produtos finais de todo o processo construtivo, os princípios modernos conceitos de gestão e garantia da qualidade com o objetivo de valorizar o estado social, técnico e económico do setor da construção.

Assim sendo, foi publicado o **Decreto-Lei nº 310/90 de 1 de Outubro** [22], que apresenta as medidas necessárias a fornecer aos donos de obra para que estes possam implementar o processo de certificação da qualidade nos seus empreendimentos com o intuído de obter essa Marca de Qualidade (MQ LNEC). Uma vez que um empreendimento de construção resulta de um longo processo construtivo, a certificação da sua qualidade tem de cobrir as diferentes fases desse processo, desde a promoção e o projeto até à execução da obra, incluindo também os materiais, componentes e equipamentos de construção que nele venham a ser utilizados.

A Marca de Qualidade LNEC tem carácter voluntário e é facultada aos empreendimentos de construção públicos ou privados para os quais, no início do processo construtivo, os respetivos donos de obra requeiram a sua concessão. A concessão da Marca de Qualidade LNEC, tem como finalidade visar os seguintes objetivos presentes no decreto-lei acima mencionado (Artigo 2.º) [22]:

- *"A plena implementação de um plano geral de garantia de qualidade pré-estabelecido conducente ao cumprimento efetivo das disposições contratuais, legais e regulamentares aplicáveis e das especificações técnicas que contemplem devidamente a satisfação das exigências essenciais, bem como à pratica das boas regras da arte na realização dos empreendimentos.";*
- *"Níveis de satisfação acrescidos em relação ao conjunto de requisitos exigidos, em particular de funcionalidade, de durabilidade e de segurança.";*
- *"Condições propiciadoras da redução dos prémios de seguros de responsabilidade e/ou da construção que venham a ser utilizados.".*

Além das entidades intervenientes neste processo, LNEC e Donos de Obra, como entidades responsáveis e beneficiarias respetivamente, também são abrangidos neste processo de atribuição, empresas de gestão de empreendimentos qualificadas pelo LNEC, mencionadas como Gestores Gerais da Qualidade (GGQ), de acordo com os critérios definidos pelo **Decreto-Lei nº 310/90**. A Figura 2.7, ilustra a relação dos intervenientes no processo de certificação da qualidade.

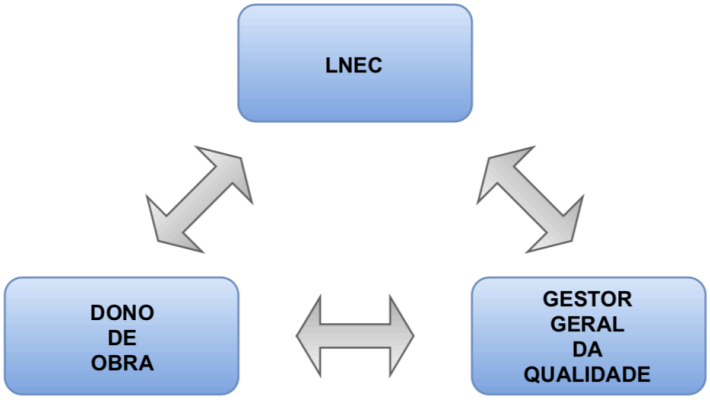


Figura 2.7 - Relação dos intervenientes na MQ LNEC [adaptado de 21]

Os requisitos necessários, para a concessão relativa ao processo de certificação da Marca de Qualidade LNEC de um empreendimento passa pelos seguintes pontos presentes no **Decreto-Lei 310/90** (Artigo 6º) [22]:

- *"Nomeação, em tempo oportuno, pelo dono de obra de uma entidade habilitada no âmbito da garantia de qualidade da construção, com atribuições contratuais de controlo global de qualidade do empreendimento, previamente inscrita no LNEC e qualificada por este organismo como gestor geral da qualidade de empreendimentos (GGQ) e cuja classificação se adeque ao empreendimento em causa"*;
- *"Elaboração pelo gestor geral da qualidade de empreendimentos de um plano geral de garantia de qualidade, incluindo todos os domínios inerentes à realização do empreendimento, tais como promoção, projeto, execução, materiais e componentes, subsistemas e equipamentos e sua aprovação pelo LNEC";*
- *"Declaração de conformidade, atestando o cumprimento das disposições contratuais, legais e regulamentares e de especificações técnicas que se reconheça garantirem a satisfação das exigências essenciais, bem como a prática das boas regras da arte na realização do empreendimento, passada pelo gestor geral da qualidade de empreendimentos no final da obra e devidamente homologada pelo LNEC."*

A qualificação exigida pelo LNEC, aos Gestores Gerais da Qualidade (GGQ) relativamente às categorias e classes de empreendimentos e perante as suas candidaturas são analisadas de acordo com a experiência e capacidade técnica e organizativa, assim como o histórico ao nível da gestão de empreendimentos de construção, no decorrer da sua atividade ao longo dos anos.

Foram estabelecidas 3 categorias de empreendimentos, para o qual cada uma tem oito classes de valor da obra [21]:

- Patrimónios e Edifícios construídos;
- Obras na área de vias de comunicação, de urbanização e de outras infraestruturas (incluindo as obras de saneamento);
- Obras hidráulicas - nas quais podem ser divididas por infraestruturas e superestruturas: obras fluviais e aproveitamentos hidráulicos, barragens e diques, obras de proteção costeira, obras portuárias, dragagens e emissários.

Categorias	Classes
1ª – Edifícios e Património Construído **2ª** – Vias de Comunicação, Obras de Urbanização e outras Infraestruturas (1) **3ª** – Obras Hidráulicas (2)	**4** – Até 2 656 000 Euros **5** – Até 5 312 000 Euros **6** – Até 10 624 000 Euros **7** – Até 16 600 000 Euros **8** – Acima de 16 600 000 Euros
1 – As obras de saneamento básico estão incluídas nesta Categoria. 2 – Esta Categoria engloba as seguintes obras: obras fluviais e aproveitamentos hidráulicos, obras portuárias, obras de proteção costeira, barragens e diques, dragagens e emissários.	

Figura 2.8 - Categorias e Classes da Marca de Qualidade LNEC (MQ LNEC) [21]

No presente ano, encontram-se na lista 42 empresas do sector da construção qualificadas, com vista ao exercício da atividade de Gestão da Qualidade. No âmbito das suas atribuições, o GGQ deverá estar encarregue desde a seleção e contratação da equipa projetista e do empreiteiro, assim como, também deve fazer o acompanhamento da gestão dos materiais e equipamentos necessários para a realização dos empreendimentos. A prestação deste só se deverá dar por concluído, após a fase de garantia com a conclusão do processo de certificação.

Neste modelo de gestão da Qualidade por parte do LNEC, a fiscalização surge num enquadramento mais clássico, associada ao controlo da qualidade na fase de execução, enquanto que o GGQ se assume como autoridade máxima do empreendimento no que se refere à garantia de qualidade.

2.3.6. MARCAÇÃO CE

A Comissão Europeia aplicou uma série de diretivas sobre os produtos fabricados e comercializados, com o intuito de garantir a segurança e a competitividade no mercado europeu. Estas diretivas visam legislar os requisitos necessários para que todo o material de construção dentro do Espaço Econômico Europeu (EEE) deva estar em conformidade com a Regulamentação de Produtos de Construção (RPC) da União Europeia (UE).

A marcação CE indica que o material está em conformidade com a regulamentação, o que não significa, que o material seja adequado a todas as finalidades a que se destina, mas estabelece que o produto é aprovado perante a sua declaração de desempenho, anunciada pelo fabricante. Um material de construção, com a marcação CE pode ser comercializado em todo o Espaço Economico Europeu (EEE), ou seja, permite a sua livre circulação no Espaço Europeu.

A marcação CE de produtos de construção rege-se atualmente pelo **Regulamento (UE) n.º 305/2011** do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2011, atualmente designado por Regulamento dos Produtos de Construção (RPC), cuja plena entrada em vigor ocorreu no dia 1 de julho de 2013. Este regulamento revogou a **Diretiva n.º 89/106/CEE** do Concelho, de 21 de dezembro de 1988, conhecida como Diretiva dos Produtos de Construção (DPC), que regia anteriormente a referida marcação.

No que diz respeito à ordem jurídica interna, o **Decreto-Lei 130/2013** que executa o **Regulamento (UE) n.º 305/2011**, estabelece as condições adequadas para a comercialização dos produtos de construção destinados para uma obra de construção perante o desempenho a que se destinam cumprindo os requisitos básicos. As características principais destes produtos de construção são estabelecidas nas especificações técnicas harmonizadas em função dos requisitos das obras de construção.

Sendo assim, para que os produtos possam ser colocados e estar aptos no mercado, estes devem abranger determinadas características essenciais de aplicação, tais como [23]:

- Resistência mecânica e estabilidade;

- Segurança em caso de incendio;
- Higiene, saúde e proteção do ambiente;
- Segurança na utilização;
- Proteção contra o ruido.

Nos meados do ano 2000, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) passou a disponibilizar no seu portal informação toda a legislação pormenorizada e atualizada e à marcação CE, o que se revelou útil para os diversos agentes do setor da construção tendo em conta as alterações de procedimentos por ela introduzidas relativamente à prática anterior. O meio técnico nacional foi igualmente adicionando informações relevantes sobre a matéria em resultado dum vasto conjunto de ações de divulgação promovidas por diversas entidades do setor ao longo dos anos.

Figura 2.9 - Logótipo da Marcação CE [23]

A marcação CE nos produtos nacionais para a construção civil tem vindo a crescer, uma vez que maior parte da produção existente é destinada à exportação para os vários mercados internacionais e com as exigências ao nível das regulamentações aplicadas em cada país, as empresas nacionais para que possam ser competitivas, aplicam as exigências relativas a esta marcação como base para a produção dos seus produtos, para além dos métodos de controlo da qualidade aplicado internamente.

Por fim, esta marcação assume de algum modo um relevo importante, no desempenho da área da Fiscalização, principalmente nos casos de controlo de receção e de desempenho dos materiais a aplicar em obra, uma vez que um produto com a Marcação CE reúne todas as garantias e exigências estabelecidas pelo o Regulamentação de Produtos de Construção (RPC), fazendo com que a entidade fiscalizadora esteja dispensada de fazer as verificações em termos das conformidades e qualidades impostas pelos regulamentos em vigor.

2.3.7. Implementação e Certificação de SGQ de Empresas

2.3.7.1. Normas NP EN ISO [24]

A Organização Mundial de Normalização (ISO), é a entidade mundial responsável pela gestão de políticas de qualidade a nível internacional. Oficialmente fundada no ano de 1947, em Genebra, sendo que esta organização tem como finalidade promover a normalização de produtos e serviços, implementando procedimentos, com o objetivo de assegurar uma melhoria continua da qualidade dos produtos. A ISO aprova normas internacionais em todos os campos técnicos, exceto eletricidade e eletrónica. Atualmente esta congrega cerca de 184 países, Portugal incluído, sendo que a sua representação é feita pelo IPQ.

A aplicação das normas lançadas por esta organização, tem vindo a crescer no setor da construção podendo-se encontrar no mercado diversos produtos e empresas com os certificados relativos à Qualidade, nomeadamente no grupo de normas NP EN ISO 9000. Este grupo são a referência base para

a implementação e certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), no qual se vai falar mais à frente neste capítulo.

As normas que visam a certificação do SGQ, podendo ser acreditada por uma entidade independente, Instituto Português de Qualidade (IPQ), são constituídas da seguinte maneira:

- **NP EN ISO 9000** (Fundamentos e Nomenclatura) – apresenta os fundamentos dos Sistemas de Gestão da Qualidade e especifica a nomenclatura que lhes é aplicável;
- **NP EN ISO 9001** (Requisitos) – apresenta os requisitos necessários para um Sistema de Gestão da Qualidade para que uma entidade os possa aplicar internamente, ou seja, tende a direcionar de modo eficaz a empresa a partir de um Sistema de Gestão da Qualidade, com o intuito de que cumpra com as exigências do cliente. Estes requisitos podem ser ao nível da conceção, desenvolvimento, produção, instalação e até da assistência pós-venda;
- **NP EN ISO 9004** (Gestão do sucesso sustentado de 1 organização) – tende a orientar as questões relativas à melhoria continua, ou seja, para o aumento do desempenho, da produtividade e da eficiência de uma empresa. Entretanto esta norma não se remete à certificação.

Assim sendo, com a implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade segundo a ISO 9001 por parte das empresas que assim o pretendam como estratégia organizacional interna, têm o objetivo de desempenhar um propósito específico e obter resultados. A empresa ao dispor-se perante a necessidade de satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes, aumentar os níveis de satisfação a partir da implementação de um SGQ e aperfeiçoar o seu desempenho global, a ISO 9001 contribui como pilar económico de sustentabilidade, permitindo às empresas ter a capacidade e os meios para outras iniciativas de sustentabilidade, bem como em termos de reputação no mercado ao qual estão inseridos, uma vez que, a competitividade do sector é elevada.

Posto isto, caso as empresas adotem este tipo de estratégia, podem submeter-se a uma auditoria externa regulada por uma entidade independente, devidamente reconhecida pelo IPQ, para a obtenção do certificado de qualidade perante os requisitos da ISO 9001 (Gestão da Qualidade). A NP EN ISO 9001:2015 é suportada por uma estrutura sustentada em 7 princípios da Gestão de Qualidade como se observa na Figura 12, correspondendo a uma revisão e atualização dos oito princípios de gestão da qualidade na edição de 2008.

Figura 2.10 - Sete princípios da Gestão da Qualidade [24]

Com a nova revisão da ISO 9001:2015, grande parte dos conceitos que surgiram na versão de 2000 e 2008 mantêm-se válidos. Os aspetos fundamentais da revisão de 2015 prendem-se com o seguinte aspeto, em que as organizações não são todas iguais e que lhes deve ser dada autonomia suficiente para decidir quais as áreas mais importantes para o seu negócio e o nível de detalhe da documentação de suporte dos diversos processos que deverá ser contemplado, no qual duas das críticas mais frequentes relativas ao modelo anterior, são referentes ao enorme peso administrativo e que todos os processos eram encarados com a mesma importância.

No Quadro 1, estão representados os sete princípios fundamentais da Gestão da Qualidade de acordo com a norma ISO 9001:2015.

Quadro 2.2 - Relação entre os princípios de gestão da qualidade e a ISO 9001:2015 [24]

Princípio	Descrição
Foco no Cliente	O foco principal da gestão da qualidade é a satisfação dos requisitos dos clientes e o esforço em exceder as suas expetativas.
Liderança	Os líderes estabelecem, a todos os níveis, unidades no propósito e direção e criam as condições para que as pessoas se comprometam em atingir os objetivos da Organização.
Comprometimento das Pessoas	Os resultados obtidos por parte das Organizações, são os resultados alcançados pelas pessoas de todos os níveis e funções na Organização. Para atingir os resultados desejados é preciso determinar as competências e conhecimentos necessários, assegurando que as pessoas os têm e que sabem exatamente aquilo que devem fazer para haja sucesso na organização. Os resultados obtidos devem ser comunicados e sempre que possível reconhecidos, potenciando a sua manutenção e melhoria.
Abordagem por Processos	Resultados consistentes e previsíveis são atingidos de modo mais eficiente quando as atividades são compreendidas e geridas como processos inter-relacionados que funcionam como um sistema lógico.
Melhoria	Uma melhoria permanente por parte da Organização dever ser um objetivo para atingir o sucesso, ou seja, resulta em fazer mais e melhor aumentando assim os resultados, melhorando o desempenho e a eficácia.
Tomada de Decisão Baseada em Evidencias	As tomadas de decisão são parte de um processo continuo do dia-a-dia das Organizações a vários níveis. É um processo que pode vir a ser complexo, isto porque, existem diversas fontes e tipos de informação, com diferentes qualidades e validade nas quais devem ser interpretadas podendo atingir diferentes graus de subjetividade. A decisão acaba por ser a mais objetiva e logo merecedora de maior confiança quando é tomada a partir de factos, evidencias e análise de dados o que permite produzir os resultados desejados.
Gestão de Relações	Uma Organização para obter um sucesso sustentado, deve gerir as suas relações com as partes interessadas (fornecedores), determinando os objetivos comuns que permitam assegurar a resposta aos riscos e oportunidades existentes e potenciar o sucesso de ambas as partes. A partilha de recursos e de competências bem como a gestão de riscos relacionado com a qualidade entre as partes interessadas aumenta a criação de valor para todos.

2.3.7.2. Sistemas de Gestão da Qualidade

Pela definição apresentada pela ISO, um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é o conjunto de compromissos e metodologias que, quando aplicados a uma organização, lhe confere conformidade com os requisitos aplicáveis da Norma de Gestão da Qualidade. Deste modo, um sistema de gestão

organizacional é desenvolvido para gerir e assegurar a qualidade de um produto/serviço, tendo sempre em vista a satisfação do cliente/consumidor. Este é direcionado a qualquer tipo de organização, independentemente do seu setor de atividade ou dimensão. [25]

Os princípios fundamentais e as condições para implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade estão estabelecidas na norma NP EN ISO 9001:2015, sendo esta designada, como norma de referência servindo de base para avaliação de conformidade aquando a requisição de certificação por parte de uma organização.

Atuando como um modelo para a Gestão da Qualidade, a norma NP EN ISO 9001:2015 vai de encontro, segundo o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Action*), ou seja, Planear-Executar-Verificar-Atuar. A principal preocupação desta metodologia é facilitar a organização da empresa em cada um dos processos independentemente do contexto ao qual está inserido. A partir dessa abordagem cada processo passa pelas seguintes etapas [25]:

- **Planear** – Etapa onde são estabelecidos os objetivos e processos fundamentais para a obtenção do produto ou serviço requisitado pelo cliente, levando em conta a política da organização;
- **Executar** – Implementação dos processos consoante o planeado na etapa anterior;
- **Verificar** – Monitorização e medição dos processos, com auxílio a ferramentas específicas, com o intuito de verificar os requisitos previamente estabelecidos;
- **Atuar** – Etapa que permite, após a verificação, implementar ações que permitam melhorar continuamente o desempenho dos processos.

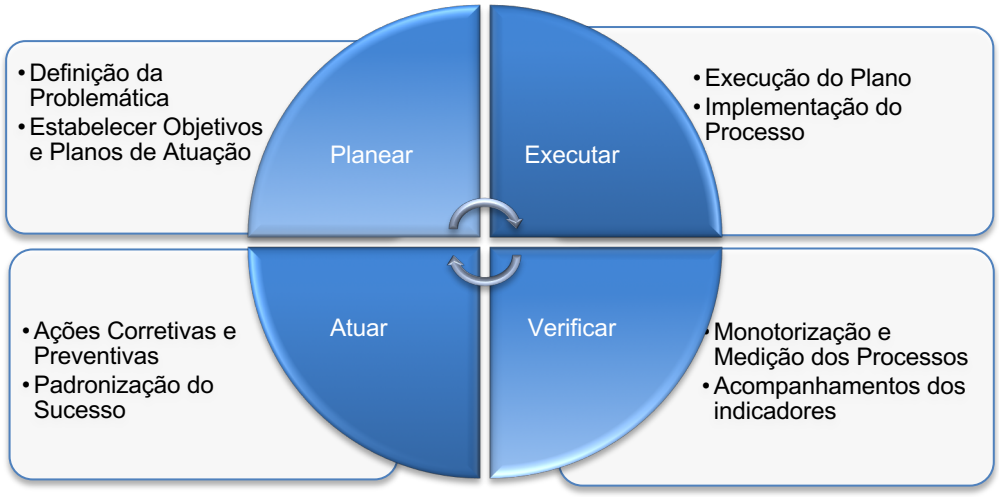


Figura 2.11 - Ciclo PDCA

As ferramentas necessárias para colocar em prática um SGQ destacam-se as seguintes [25]:

- **Plano da Qualidade** – documento que explica como a empresa pretende aplicar as políticas de qualidade que estabeleceu e define os objetivos e os modos de os atingir;
- **Manual da Qualidade** – documento que define a estrutura e estratégia de implementação do SGQ definido para cumprir o Plano da Qualidade;
- **Procedimentos do SGQ** – documentos que descrevem como determinadas atividades ou processos devem ser executados. Para além da indicação dos *inputs* e *outputs* deverá incluir uma descrição dos objetivos a atingir, responsáveis, recursos humanos e materiais associados e documentação a preencher;

- **Não Conformidades** – identificação de execução de atividades ou processos não correspondendo ao especificado no SGQ;
- **Auditorias** – avaliação periódica dos elementos e modo de utilização do SGQ com o intuito de verificar a satisfação dos requisitos definidos no Plano e Manual da Qualidade.

Para a elaboração de um SGQ, este deve ser devidamente documentado e formalizado a partir do Manual da Qualidade, no qual devem estar incluídos todos elementos que identifiquem os métodos de gestão implementados que tenham influência na qualidade final do produto ou serviço.

2.4. BIBLIOMETRIA

2.4.1. LISTA BIBLIOGRÁFICA

De modo a realizar a dissertação, foi fundamental efetuar uma pesquisa bibliográfica que, de alguma forma, sustente o tema abordado tendo como base documentações normativas que fundamentassem a certificação na área da Qualidade como por exemplo, livros, estudos e artigos científicos que caracterizassem a metodologia *FMEA*. Para se ter uma perceção do que consiste esta metodologia de modo a compreender a análise bibliográfica feita pelo autor, o método *Failure Modes and Effects Analysis* é um método teórico de análise de riscos qualitativos que permite a identificação do grau de risco dos possíveis modos de falhas e também estabelecer prioridades ao nível da aplicação das medidas corretivas a partir do grau de risco obtido para cada falha identificada de modo a mitigar ou até mesmo corrigir na sua totalidade essas mesmas falhas.

O Quadro 2.3 representa toda a pesquisa efetuada pelo autor, evidenciado aqueles títulos que mais se destacaram de acordo como o objetivo desta dissertação.

Quadro 2.3 - Lista Bibliográfica

Ano	Título	Ref.ª
1997	*Risk Analysis and Management in Construction*	[26]
1998	*Failure Modes & Effects Analysis – Risk Analysis and Risk Management*	[27]
1999	*ISO 9000 Quality Standards in Construction*	[28]
1999	*Technical Risk Analysis in Construction by Means of FMEA Methodology*	[29]
2001	*The Implementation of an ISO 9000 Quality System*	[30]
2002	*Role of surveyors under ISO 9000 in the Construction Industry*	[31]
2003	*Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*	[32]
2006	*FMEA Research for and Application to the Building Domain*	[33]
2009	*Implementing Quality Management Systems in Small and Medium Construction Companies: A Contribution to a Road Map for Success*	[34]
2010	*Risk Management Using Flexibility in Construction Engineering*	[35]
2010	*Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP*	[36]
2010	*FMEA applied to cladding systems – reducing the risk of failure*	[37]
2011	*Risk analysis method: FMEA/FMECA in the organizations*	[38]
2011	*Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies*	[39]

Ano	Título	Ref.ª
2011	*Software FMEA: A Learning Experience*	[40]
2011	*A Methodology for Evaluating Construction Innovation Constraints Through Project Stakeholder Competencies and FMEA*	[41]
2012	*Innovation and Improvements in Project Implementation and Management; Using FMEA Technique*	[42]
2012	*Implementation of Quality Management System ISO 9001 in the World and its Strategic Necessity*	[43]
2013	*Failure Mode and Effect Analysis as a Tool for a Risk Management in Construction Planning*	[44]
2013	*Risk Evaluation Approaches in Failure Mode and Effects Analysis: A literature review*	[45]
2014	*Best Project Management Practices in the Implementation of an ISO 9001 Quality Management System*	[46]
2015	*Quantitative Analysis of Supplier Quality Surveillance Practices in EPC Projects*	[47]
2015	*Project Risk Management Using the Project Risk FMEA*	[48]
2016	*The Quality Management System as a Key Factor for Sustainable Development of the Construction Companies*	[49]
2016	*Praxis of Rework Mitigation in Construction*	[50]

2.4.2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo pretende-se de uma forma sucinta, descrever os vários artigos científicos pesquisados bem como livros relacionados com o tema desta dissertação, baseado em palavras-chave tais como: Análise de Risco; FMEA; Norma ISO 9001; Qualidade na Construção; Fiscalização e Não Conformidades.

Assim sendo, para que o leitor tenha uma perceção dos assuntos retratados, com o intuito de compreender a pesquisa que o autor se propôs realizar, de modo a compreender as várias áreas que estão interligadas com o seu trabalho e por fim saber quais os objetivos a que os autores dos vários artigos científicos se propuseram, de acordo com os casos de estudo respetivos.

[26] – *"Risk Analysis and Management in Construction"*, artigo publicado no *International Journal of Project Management* de Akintola S. Akintoye e Malcom J. MacLeod, com base numa pesquisa a empresas de construção, tentaram compreender de que modo são efetuadas as práticas de gestão de projetos bem como, a perceção dos riscos que existem no setor da construção associado às medidas que são implementadas pelas próprias e por outro lado, quais as medidas que a industria tende a proceder, face às análises de risco e técnicas de gestão. Os autores concluíram que a realização de uma gestão de riscos é essencial, para que as atividades de construção consigam minimizar potenciais perdas e aumentar a sua rentabilidade. Afirmam também, que os riscos na construção estão ligados a fatores que acabam por influenciar os objetivos do projeto (custos; prazos; qualidade) e que a análise e a gestão de riscos na construção dependem em certa parte da avaliação efetuada e da experiência de a quem realiza. Em jeito de conclusão, os autores afirmam que as técnicas formais de análise e gestão de riscos são raramente utilizadas muito devido pela falta de conhecimento, bem como sobre o modo de implementação para as mais variadas atividades da indústria da construção.

[28] – *"ISO 9000 Quality Standards in Construction"*, publicado por Abdulaziz A. Bubshait e Twafiq H. Al-Atiq, apresenta a avaliação dos sistemas de qualidade de 15 empresas de construção na Arábia Saudita tendo em conta as normas *ISO 9000*. Os autores afirmam, que perante a existência dos riscos

que possam surgir nos projetos, o sistema de garantia de qualidade de uma empresa é essencial na prevenção e ressurgimento de problemas, assegurando uma maior qualidade do projeto, o que acaba por depois satisfazer o cliente de acordo com os seus interesses. É importante também referir que os autores deste artigo científico, chegam à conclusão de que os requisitos mais frequentes e utilizados pelas empresas em análise, são relativos à inspeção, à realização de testes de desempenho, à execução dos trabalhos, ao controlo das causas de não conformidade e da armazenagem e preservação dos materiais aplicados em obra. Por outro lado, os menos frequentes são relativos à formação dos operários, ao controlo do planeamento do projeto e à falta de auditorias internas.

[29] – "*Technical Risk Analysis in Construction by Means of FMEA Methodology"*, de Saverio Mecca e Marco Masera, relaciona o modo como é efetuada a análise de riscos provenientes do projeto em relação a determinados fatores tais como, os ambientais, organizacionais e técnicos, que afetam em certa medida os processos produtivos. Neste artigo foi implementado a metodologia *FMEA,* com o objetivo de analisar os fatores de risco na escolha de um material de revestimento. Com base na elaboração de uma tabela, tentaram perceber de que modo é possível realizar uma análise às não conformidades desse material perante a análise e o controlo de fatores relacionados com as características do material. Em suma, os autores compreenderam que uma análise de risco a partir da metodologia *FMEA* é um apoio à gestão de qualidade, como forma de implementação a uma série de medidas de prevenção para atingir os níveis de eficiência desejados.

[30] – "*The Implementation of an ISO 9000 Quality System"*, demonstra que as medidas provenientes da norma *ISO 9000* em empresas que as possuem no seu sistema interno de controlo de qualidade, são difíceis de serem implementadas comparativamente a medidas relacionadas com procedimentos operacionais tradicionais. O autor identificou as medidas que de certo modo são as mais fáceis e difíceis de implementar num sistrema de controlo de qualidade numa empresa e além disso verificou que as empresas que cumprem os requisitos da norma *ISO 9001*, relacionadas com a comercialização de produtos no espaço europeu ou ate mesmo fora deste, têm menos dificuldade em o fazer, do que as empresas que não possuem este tipo de requisitos.

[31] – *"Role of Surveyors under ISO 9000 in the Construction Industry"*, dos autores Steve Y. W. Lam e Conrad H. W. Tang, abordam a importância da norma *ISO 9000* como requisito significativo para a obtenção de qualidade de um produto. Referem ainda neste artigo cientifico, questões fundamentais que devem ser alvo de consideração tais como, ações de formação para os operários, inspeção e controlo da obra e também o facto de haver a necessidade e a importância de se realizarem auditorias internas por forma a haver um maior controlo dos planos de trabalho nomeadamente no que diz respeito ao plano de qualidade praticado.

[33] - *FMEA Research for and Application to the Building Domain"*, dos autores *A. Talon, J-L. Chevalier, J. Hans*, apresentam um documento relacionado com a metodologia *FMEA* no que diz respeito à pesquisa e implementação da mesma, na área da construção. Perante os objetivos, as abordagens e aplicações realizadas em projetos por parte das empresas ou por intervenientes especializados nos assuntos de *FMEA* e *FMECA*, os autores elaboraram uma compilação desses documentos informativos, com o intuito de que este documento ajude a determinar qual o tipo de abordagem deve ser adotado de modo a ser incorporado em outras áreas da construção. Os autores afirmam que estes documentos demonstram os benefícios da utilidade das metodologias *FMEA* ou *FMECA*, clarificando então a pesquisa efetuada e com o intuito de serem empregues em diferentes domínios da construção também em desenvolvimentos futuros sobre esta metodologia.

[34] – "*Implementing Quality Management Systems in Small and Medium Construction Companies: A Contribution to a Road Map for Success",* destaca de que modo podem ser implementados sistemas de

gestão de controlo de qualidade de acordo com a norma *ISO 9001:2000* em pequenas e médias empresas em Portugal. Este artigo, salienta as dificuldades e dúvidas que estas apresentam, uma vez que sabendo das vantagens que a norma apresenta, não conseguem perceber na sua plenitude, que tipo de medidas devem ser efetuadas. Assim sendo, o autor propõe-se com base em registos de medidas efetuadas noutras empresas do mesmo ramo e de outras indústrias mudar o paradigma, demonstrando soluções de modo a restruturar e modernizar as empresas de construção que ainda não possuem este modelo de qualidade.

[35] – "*Risk Management Using Flexibility in Construction Engineering"*, artigo desenvolvido por Jerzy Paslawski, reitera que a abordagem habitual de uma análise de gestão de risco na indústria de construção, é relativa à fase de projetos. Nesta situação, esta gestão é baseada por quatro fatores principais, sendo eles a identificação, classificação, análise e reação ao risco. Segundo o autor, estes fatores não facilitam a implementação dos procedimentos habituais de melhoria continua, o que o levou a estudar e propor uma solução de implementação que permita, gerir o risco ajustando os métodos de operação através de uma monitorização continua.

[36] – "*Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP"*, é um artigo científico que propõe um novo acréscimo na metodologia *FMEA,* no que diz respeito à gestão de riscos na indústria da construção. Os autores utilizaram um método de análise hierárquica por eles elaborado, para a construção do novo modelo. Em suma, a partir de um caso de estudo para validar este método desenvolvido, exploraram os conceitos de uma estrutura de ideias para mapear a relação entre o impacto (I), a probabilidade de ocorrência (O), a deteção (D) e o nível de criticidade de eventos de risco. Os resultados obtidos confirmaram a capacidade de se resolver várias limitações da tradicional metodologia *FMEA* e apoiar a equipa de gestão de projetos a estabelecer ações corretivas atempadamente.

[37] – *"FMEA Applied to Cladding Systems – Reducing the Risk of Failure"*, escrito por Jeremy Layzell e Stephen Ledbetter, apresenta como é efetuada a aplicação do método *FMEA*, na aplicação de sistemas de revestimento de fachadas nas construções. Com este método, os autores pretendem investigar os efeitos das potenciais falhas que possam surgir em obra, bem como fundamentar as possíveis causas relativas às não conformidades identificadas, seja ao nível do produto como do processo. Neste artigo podemos ainda observar a partir desta metodologia, de que modo podem ser efetuadas as tomadas de decisão perante a ocorrência da causa de uma falha e como isso pode influenciar, ao nível do planeamento e nos custos perante a solução pretendida.

No entanto os autores afirmam que o nível de conhecimento desta metodologia na industria da construção comparativamente a outras industrias é reduzido, o que impede o uso rigoroso desta técnica e por isso mesmo entendem que através de uma versão simplificada do método *FMEA* e através da recolha de informação proveniente dos resultados da pesquisa efetuada é possível estabelecer prioridades facilitando assim a inspeção no local e por conseguinte facilitar as tomadas de decisão.

[38] – *"Risk Analysis Method: FMEA/FMECA in the Organizations"*, de Lefayet Sultan Lipol e Jahirul Haq, é um relatório sobre a implementação do método de análise de risco, de acordo com as metodologias *FMEA* e *FMECA* na indústria que foi alvo de análise. Perante as investigações realizadas, os autores perceberam que a empresa estava familiarizada com o processo *FMEA* nomeadamente, nos casos do *FMEA* de projeto e do processo, utilizando o software *MS Excel* como suporte de apoio à implementação da metodologia. Referem que a empresa caso de estudo, colocou um patamar de RPN até 200 como limite, com o intuito de marcar a vermelho todos os valores que fossem superiores a este e ainda demonstraram que o software aplicado pela empresa, apresenta um gráfico relativo ao RPN das ações tomadas, antes e depois. Contudo no que diz respeito à metodologia *FMECA*, a empresa não estava familiarizada com o seu processo na totalidade, contudo utiliza uma parte qualitativa da análise de

criticidade com o auxílio de uma matriz, em que no eixo das ordenadas corresponde à gravidade e no eixo das abcissas corresponde à ocorrência.

[39] – *"Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies"*, de Kenneth T. Sullivan, publicado no *Journal of Management in Engineering*, apresenta uma análise e implementação de três metodologias na indústria da construção: *TQM, Lean Production e 6 Sigma,* de modo a perceber o sucesso e o fracasso destas, uma vez que para manter a competitividade e aumentar o desempenho, tem sido um objetivo presente nas indústrias no mercado global. Assim e apesar de muitas destas indústrias terem beneficiado com estes "programas" de gestão de qualidade, a indústria da construção não conseguiu de certa forma acompanhar esta progressão e por isso mesmo, o autor deste artigo sugere a implementação do *Best Value System* como alternativa para obter resultados mais vantajosos comparativamente às 3 metodologias acima descritas. A implementação do *Best Value System* tem como objetivo, melhorar a qualidade a partir da eliminação do desperdício de informação usando 2 métodos fundamentais, o primeiro relativo à redução do poder de decisão do cliente, orientando-o para a melhor escolha, no que diz respeito ao contrato dos serviços de acordo com as suas exigências, tendo como base indicadores ou informações de desempenho, e o segundo corresponde a reduzir as necessidades do cliente nas tomadas de decisão mais relevantes transferindo-as para o responsável que apresente um *know-how* para lidar com situações de riscos, responsabilizando pelos resultados alcançados à posterior. O autor salienta que a implementação acima descrita acaba por se tornar significativa em termos de estudo, uma vez que independentemente dos princípios que suportam os principais serviços de controlo de qualidade para os mercados a nível global, estes podem de algum modo não ser os mais adequados para uma determinada indústria como a da construção. Com base nas conclusões obtidas pelo autor, este propõe que a maioria dos programas de gestão do controlo de qualidade sejam concebidos pela empresa que presta o serviço, melhorando a sua capacidade de desempenho tornando-a mais competitiva perante outras empresas do mesmo setor.

[40] – *"Software FMEA: A Learning Experience"*, de Ajit Ashok Shenvi, permite tentar perceber se a metodologia *FMEA* pode ser implementada e transformada em diversos cenários como um *software,* com o objetivo de ajudar as várias indústrias a obter a qualidade e os resultados desejados sobre os seus serviços ou produtos perante as necessidades dos consumidores finais. O autor, perante uma série de questões que lhe mereceu ser alvo de apreciação, tentou de algum modo respondê-las, sendo estas baseadas no processo da metodologia *FMEA*, com o intuito de perceber até que ponto pode ser vantajoso utilizá-la em *softwares,* para obter os resultados e conclusões pretendidos.

[41] – "*A Methodology for Evaluating Construction Innovation Constraints Through Project Stakeholder Competencies and FMEA"*, teve como objetivo apresentar uma metodologia para obter informações sobre as restrições no âmbito da inovação em projetos de construção, através de competências de gestão dos principais intervenientes e da metodologia *FMEA*. Para tal foi elaborada uma pesquisa bibliográfica tendo como base, uma seleção das fases de contratação de projetos em comparação com os processos de inovação. Os autores recolheram informação de 30 casos de estudo utilizando a metodologia *FMEA*, tendo sido avaliados pela criticidade das restrições, em que depois foi selecionado um caso de estudo que serviu de base, para uma análise com maior detalhe. No fim, este estudo apresenta os benefícios da metodologia *FMEA* como uma ferramenta de analise de risco para futuras pesquisas relacionadas com a inovação na construção e produzindo um conjunto de dados das restrições relativas à inovação e que podem ser usadas como um referencial de *benchmarking* para futuras pesquisas.

[42] – *"Innovation and Improvements in Project Implementation and Management; Using FMEA Technique"*, como o próprio título o demonstra, os autores propuseram a implementação da metodologia *FMEA* como ferramenta para melhorar e inovar a gestão do controlo de qualidade de projetos, dando

como exemplo, um caso de estudo relativo ao colapso de uma escavação. Resumidamente, os autores pretenderam com esta metodologia, perante as várias etapas de execução dos trabalhos a realizar, sistematizar processos e reduzir os custos do projeto.

[43] – "*Implementation of Quality Management System ISO 9001 in the World and its Strategic Necessity"*, tem como propósito rever o processo e os tipos de estratégias de implementação do sistema de controlo de qualidade segundo a norma *ISO 9001* no mundo. Numa primeira fase, o autor apresenta o controlo de qualidade como principal razão da competitividade das economias através de relatórios da competitividade mundial e em segundo analisa a importância e os benefícios de uma estratégia dos sistemas de controlo de qualidade a partir das perspetivas da empresa. Por último, na terceira fase, o autor faz uma análise geral da conjuntura da implementação a nível global. Através da elaboração de gráficos estatísticos, o autor faz uma conclusão sobre o processo de implementação do sistema de gestão da qualidade a nível mundial, para verificar quais os países que aplicam esta norma como ferramenta de controlo de qualidade.

[44] – *"Failure Mode and Effect Analysis as a Tool for a Risk Management in Construction Planning"*, de Farah A. Wehbe e Farook R. Hamzeh, centra-se na metodologia *FMEA* interligado com o programa *Last Planner* (LPS) como uma ferramenta para executar uma análise de risco ao nível do planeamento de um projeto de construção e o seu impacto no fluxo de trabalhos e desempenhos. Os autores deste artigo, afirmam que apesar do uso desta metodologia na construção civil é de algum modo limitado sendo que a principal razão, o desconhecimento das empresas relativamente a esta metodologia e ao modo de realizar um plano de gestão de riscos. O modelo implementado pelos autores abrange uma série de critérios tais como, a identificação e análise de riscos, a monotorização dos riscos e planeamentos de contingência. Em suma, os autores pretenderam de um modo geral, contribuir e demonstrar uma maneira diferente de analisar um planeamento de uma obra de acordo com os critérios acima descritos.

[45] – "*Risk Evaluation Approaches in Failure Mode and Effects Analysis: A literature review"*, publicada pelos autores, Hu-Chen Liu, Long Liu, Nan Liu, ao qual se propuseram analisar 75 artigos de revistas internacionais, publicadas entre 1992 e 2012, relativos ao método *FMEA* e as abordagens aplicadas para superar as limitações do cálculo RPN (*Risk Priority Number*). A intenção dos autores nesta revisão, prende-se pelo facto de tentar perceber quais as deficiências que devem ser alvo de maior atenção, saber qual o tipo de abordagem empregue mais comum e se existe incoerências nas diversas abordagens. Perante estes argumentos, tentaram criar uma linha de orientação para perceber de que modo poderiam fazer as suas pesquisas, de acordo com as tendências atuais e também com a intenção de futuras pesquisas, a fim de abordar mais limitações associadas à metodologia *FMEA*.

[46] – *"Best Project Management Practices in the Implementation of an ISO 9001 Quality Management System"*, publicado por Helgi Thor Ingason, apresenta a implementação dos sistemas de controlo de qualidade de acordo com a norma ISO 9001 em 21 empresas, após uma análise efetuada após uma serie de entrevistas com os gestores de qualidade de cada uma das empresas. De um modo geral, o autor constatou que as empresas olham para a implementação deste sistema, como de um projeto se tratasse utilizando conceitos base de gestão de projetos, porém de modo diferente para determinados cenários. Constatou que a participação e o comprometimento dos intervenientes encarregues do controlo de qualidade das empresas, foram um fator chave para que a implementação deste sistema fosse bem-sucedida, bem como a participação dos seus funcionários fruto de formações contínuas de forma a atingir os objetivos pretendidos. O autor conclui que as empresas que planearam os custos internos para implementar os sistemas de controlo de qualidade, relativamente aos custos dos intervenientes diretos para o efeito, demoram menos tempo a implementá-las na empresa, ao contrário das empresas que não tiveram em consideração esse tipo de planeamento.

[47] – *"Quantitative Analysis of Supplier Quality Surveillance Practices in EPC Projects"*, artigo publicado no *Journal Construction and Enginnering Management,* dos autores Joshua Neuman**,** Thaís da C. L. Alves, Kenneth D. Walsh e Kim LaScola Needy, investigaram as práticas que podem ser implementadas de um modo eficaz em termos de rotina de inspeção, para aumentar a qualidade do produto final e também com o intuito de reduzir o retrabalho associado aos materiais a serem fornecidos. A motivação dos autores para a elaboração deste estudo, foi analisar de que forma é realizada a inspeção em determinadas fases do processo, desde a fase de produção até ao fornecimento e aplicação do produto, com o intuito de perceber de que maneira pode afetar a sua qualidade, tendo como fator preponderante, o número de causas de não conformidades. Assim sendo, a partir de análises estatísticas, conseguiram tirar conclusões que permitiram perceber em que fase é necessário um maior controlo de inspeção para que possa ser atingida a qualidade pretendida. Os resultados também demonstraram, que os fornecedores que detém o certificado de qualidade não apresentam melhorias significativas ao nível da qualidade.

[48] – *"Project Risk Management Using the Project Risk FMEA"*, apresenta uma interpretação de que a identificação e a mitigação dos riscos associados a um projeto, são etapas cruciais para uma gestão de projetos bem-sucedida. Neste artigo, os autores propõem complementar a metodologia *FMEA* para quantificar e analisar os riscos do projeto a partir de uma nova técnica/metodologia, o *RFMEA* (*Project Risk Failure Mode Effects Analysis*). Esta nova técnica, utilizando como formato base a metodologia *FMEA* ao nível de projetos, incide-se principalmente na modificação do parâmetro da deteção em termos de classificação. Esta abordagem é aplicada para um caso de estudo na área da eletrotecnia.

Ao adicionar o valor de deteção ao processo de quantificação de risco, é disponibilizada à equipa de projeto outra medida além da pontuação de risco típica. Em suma, os autores afirmam que a técnica *RFMEA* se for devidamente aplicada, traz benefícios ao nível de um maior controlo dos riscos iminentes, dando como prioridade o planeamento das contingências de risco, melhorando a participação da equipa encarregue da gestão de riscos e por outro lado, atuar como um recurso para projetos futuros em termos de gestão do conhecimento e lições aprendidas de outros projetos.

[49] – *"The Quality Management System as a Key Factor for Sustainable Development of the Construction Companies"*, dos autores Sergey Lukichev e Marina Romanovich, retrata a implementação do sistema de gestão de qualidade, como um marco importante para uma empresa de construção civil, sendo que o desenvolvimento sustentável e a competitividade da empresa, dependem diretamente do bom funcionamento do SGQ. Ainda neste artigo, abordam sobre a importância que a certificação do sistema de gestão da qualidade, de acordo com a *ISO 9001*, pode ajudar a que haja uma relação de confiança com os consumidores. O objetivo do estudo aos quais os autores se propuseram, foi considerar os problemas básicos de implementação do SGQ e escolher o tipo de certificação adequado a aplicar. Os resultados do estudo concluíram que é necessário desenvolver diretrizes para a implementação do SGQ e determinar os principais parâmetros da escolha dos organismos de certificação.

[50] – *"Praxis of Rework Mitigation in Construction"*, dos autores, P. E. D. Love, F. Ackermann, B. Carey, J. Morrison, M. Ward, A. Park, afirmam que o retrabalho é um problema persistente nas empresas de construção, sendo que estas têm receio de o admitir e que por sua vez, pode potencialmente prejudicar a sua reputação em termos de competitividade perante outras empresas. Assim sendo, procuraram investigar, a partir de uma abordagem de um caso de estudo como base de trabalho, comparar os aumentos de custos e prazos, com o aumento de acidentes de trabalho como possíveis fatores preponderantes para a realização do retrabalho. Assim e após efetuada a analise perante as investigações realizadas, os autores verificaram que o retrabalho poderia diminuir, se o espírito de liderança fosse reforçado para que haja uma melhoria continua nos projetos de construção. Ainda neste âmbito de investigação os autores concluíram que, perante a necessidade de se reduzir o retrabalho, ter-se-ia que

dar maior atenção às mudanças de comportamento, nomeadamente ao nível da motivação dos intervenientes do processo construtivo bem como incutir um modo de gestão mais eficaz ao nível do desempenho e da produtividade, tal que proporciona-se uma redução dos erros na industria da construção.

2.4.3. BIBLIOMETRIA ESPECÍFICA

Realizada a pesquisa e tendo em consideração a temática da dissertação, percebeu-se que os trabalhos com maior relevância e que contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação, foram relativos a dois livros publicados:

- *Failure Modes & Effects Analysis – Risk Analysis and Risk Management* [27];
- *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution* [32].

Ambos os livros publicados pelos autores, Paul Palady e D. H. Stamatis, respetivamente, demostram de que modo é efetuada uma análise de risco das falhas com base na metodologia *FMEA*, apresentando os principais princípios deste método teórico de análise de riscos qualitativos. Esta metodologia apresentada nos livros, permite a identificação dos riscos dos possíveis modos de falhas, sendo estes ao nível, do **Sistema**, do **Projeto**, do **Processo** e do **Serviço**, avaliando de seguida os riscos aos quais estão associados e identificar técnicas/procedimentos de aplicação que possam mitigar ou até mesmo eliminar as consequências dos modos de falha em observação.

Perante as obras acima enunciadas, estas demonstram que para se proceder a uma análise de riscos de acordo com a metodologia *FMEA* é necessário proceder da seguinte forma:

- Identificação do objeto/cenário em análise;
- Identificação das funções a que o objeto/cenário em análise se propõe realizar;
- Identificação das potenciais falhas que possam restringir a capacidade de desempenho das suas funções;
- Identificação dos potenciais efeitos que possam ocorrer durante cada falha do objetivo/cenário em estudo;
- Identificação das causas das falhas ocorridas;
- Identificação dos mecanismos de controlo e correção a implementar, para a mitigação ou eliminação dos riscos aos quais estão associadas as possíveis falhas do cenário em estudo;
- Estipular as prioridades dos mecanismos de controlo e correção conforme um conjunto de critérios formados.

Este último procedimento, é auxiliado pelo método/sistema RPN (*Risk Priority Number*), sendo o mais frequente para efetuar uma classificação da análise de risco do objeto/cenário em estudo. Este sistema estabelece prioridades assente numa análise quantitativa, segundo 3 variáveis: a **Severidade** (S) dos modos de falha, a probabilidade de **Ocorrência** (O) e a probabilidade de o mecanismo de controlo não efetuar a **Deteção** (D) da causa ou modo de falha.

$$RPN = S \times O \times D$$

Determinado o valor de RPN a partir das três variáveis que ajudam a determinar a prioridades dos mecanismos de controlo e correção é efetuada uma avaliação de risco qualitativo, podendo ser classificadas em 4 tipos de níveis (Baixo; Moderado; Elevado e Crítico).

Em suma, estes livros permitiram ao autor, compreender os conceitos e fundamentos da implementação da metodologia para os casos de estudos demonstrados no Capítulo 5.

2.4.4. Análise Bibliométrica

Após efetuada a pesquisa necessária para um melhor entendimento dos assuntos a considerar para o desenvolvimento da dissertação, procede-se à realização de análises descritivas, de forma a identificar a evolução e a relação dos assuntos abordados ao longo dos anos. Verifica-se que esta pesquisa teve um peso significativo na temática relacionada com a análise de risco a partir da implementação da metodologia FMEA associada ao controlo da qualidade na construção.

Na Figura 2.12, verifica-se que a partir do ano de 2010 houve uma maior abordagem no que respeita às temáticas acima enunciadas, face o aumento do grau de exigências de Qualidade ao nível do setor da construção assim como novas práticas de análise e gestão por parte das empresas de construção com o intuito de uma implementação de melhoria continua das atividades de forma a cumprir as metas estratégicas que influenciam de certa forma, o decorrer da organização da construção de uma obra perante os parâmetros de Qualidade.

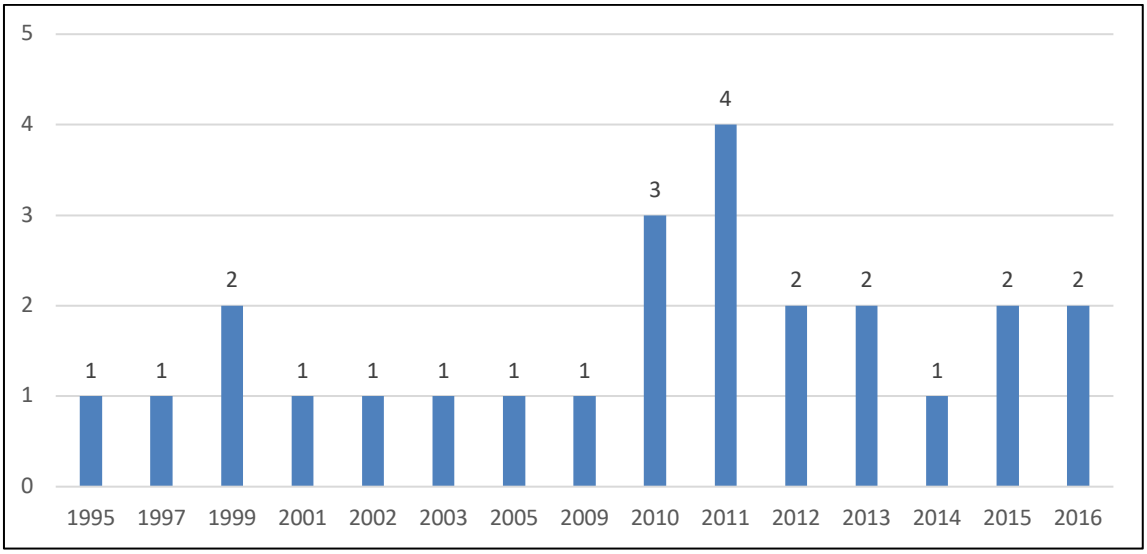


Figura 2.12 – Artigos por Ano

Através do gráfico da Figura 2.13, percebe-se que os conteúdos relativos à análise de risco associado à metodologia *FMEA* correlacionado com o controlo da qualidade face às normas ISO 9000, correspondem ao nível de representação, a maioria da bibliografia utilizada na elaboração do trabalho como foi dito anteriormente. Na pesquisa efetuada conseguiu-se perceber que existe bastante informação sobre esta metodologia, sendo esta abordada em vários setores das indústrias existentes.

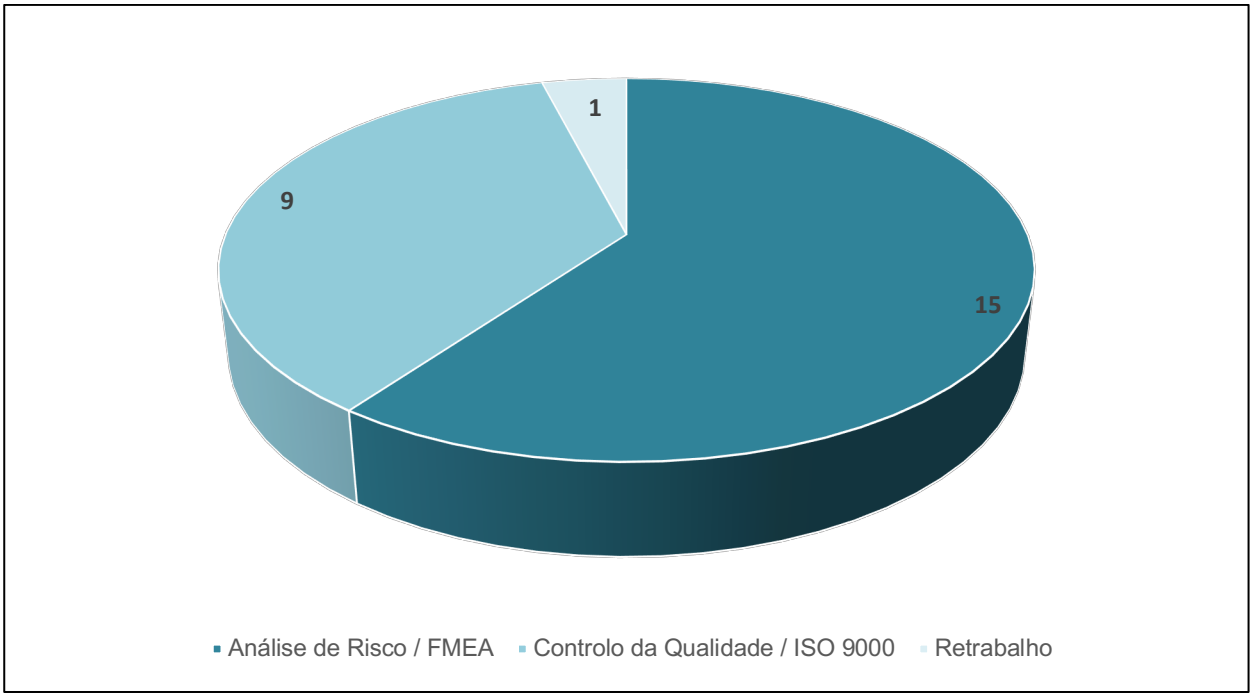


Figura 2.13 - Número de artigos por tema

A Figura 2.14, apresenta o número de artigos publicados nas diversas revistas pesquisadas, com o objetivo de se perceber, quais são as que divulgam os principais assuntos relacionados com o tema desta dissertação e as que suscitaram maior interesse por parte do autor.

Constatou-se que as revistas, *Procedia – Social and Behavioral Sciences, Journal of Construction Engineering and Management e Journal of Management in Engineering,* apresentam um maior número de artigos publicados tendo em conta a importância sobre os principais temas/assuntos abordados nesta dissertação.

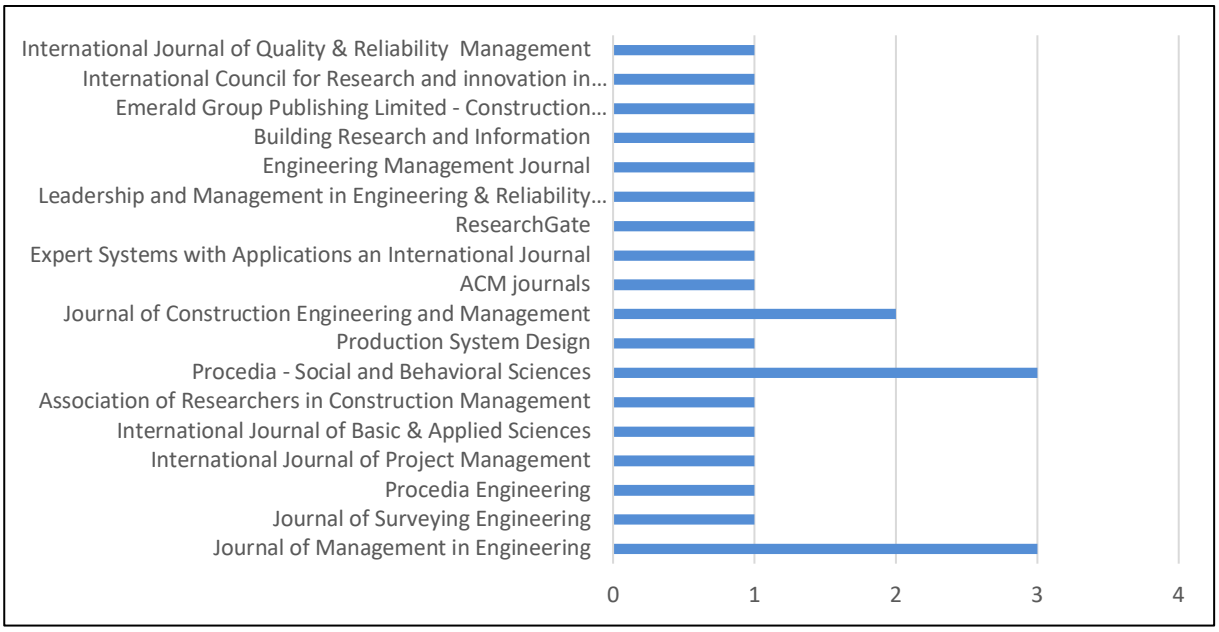


Figura 2.14 – Números de artigos por revista científica

3
METODOLOGIA *FMEA*

3.1. ENQUADRAMENTO

O setor da construção civil tem vindo a testemunhar nos últimos anos novos desafios no que diz respeito, à necessidade de implementação de novas práticas de construção face ao aparecimento de novos materiais e tecnologias construtivas, bem como a consciencialização em termos energéticos/ambientais muito devido às diretrizes de qualidade aplicadas na indústria. Perante estes fatores, as empresas procuram melhorar os seus desempenhos de forma mais eficiente possível com o intuito de aumentar a sua competitividade no mercado e de satisfazer as exigências do cliente final, uma vez que os pesos inerentes aos custos, prazos e à qualidade, têm sido cada vez mais, fatores preponderantes para o sucesso da empresa no concerne à execução do edifício.

Assim sendo, a conceção de novos projetos e edifícios cada vez mais complexos, tem levado ao aparecimento de várias dificuldades nomeadamente a mão-de-obra pouco qualificada, a subcontratação com insuficientes recursos, ao custo elevado de matéria prima e à falta de material de construção, originando assim riscos acrescidos ao nível dos prazos, dos custos e de qualidade da execução de uma obra.

Perante este cenário, a importância da análise e gestão de riscos para a minimização/mitigação dos erros provenientes dos processos construtivos é consensual por partes dos intervenientes envolvidos no setor da construção, apesar de que no geral, estes mantêm uma posição conservadora face à implementação de novas práticas de análise e gestão de riscos, optando por abordagens mais simples, seja por intuição ou por experiência obtida em projetos anteriores.

Face à elevada competitividade no contexto atual do setor já anteriormente anunciada e perante o paradigma existente em que na indústria da construção (em comparação com indústrias dotadas de processos contínuos mais eficazes ao nível tecnológico, de gestão e controlo e da qualidade em termos processos), as empresas entenderam que é necessário que o setor evolua no mesmo sentido de modo a garantir a qualidade e produtividade dos seus processos de construção, adotando medidas/ferramentas que possam ser úteis nas diversas fases de análise e gestão de riscos, tais como:

- **Identificação dos Riscos**: recolhas de informações históricas e/ou projetos anteriores, esquemas de diagramas de risco (causa e efeito) e diagramas de influência;
- **Avaliação dos Riscos**: classificação e avaliação da iminência dos riscos e diagrama de decisão;
- **Gestão dos Riscos**: reavaliação e análise dos riscos.

Com base na aplicação destas medidas/ferramentas atendendo ao enquadramento da indústria da construção, as empresas podem beneficiar e aperfeiçoar os seus processos de decisão segundo a Análise de Risco.

Neste capítulo, o autor propõe a iutilização da metodologia *FMEA* ao nível do Processo, com base em *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution* [32] de D. H. Stamatis e dos apontamentos da disciplina de Qualidade na Construção lecionada pelo Professor Jorge Moreira da Costa da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. A aplicação deste método tem como objetivo de ser uma ferramenta que seja útil para os casos de estudo enunciados no Capítulo 4, para a realização de uma Análise de Risco perante a identificação e avaliação das falhas/riscos (Não Conformidades) que surgissem ou pudessem vir a surgir em obra.

3.2. *FMEA* - FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (ANÁLISE DE MODOS DE FALHAS E EFEITOS)

3.2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAS

A metodologia *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) que em português significa, Análise de Modos de Falha e Efeitos, surgiu no final da década de 40, como consequência de um programa desenvolvido pelo exercito norte-americano com o intuito de identificar e determinar procedimentos de análises do modo de falha e seus efeitos e ao nível da criticidade das falhas dos seus sistemas e equipamentos militares, classificando-os consoante a influência e o êxito das missões/operações desempenhadas e também das garantias/condições de segurança dos militares e ao nível dos equipamentos utilizados.

Esta metodologia ressurgiu na década de 60, tendo sido adotada com algumas modificações, na indústria aeroespacial, nomeadamente no centro aeroespacial norte-americano (*NASA*), com o objetivo de investigar os modos de falha nos diversos sistemas e equipamentos após a sua utilização nos seus programas de lançamento de foguetões, avaliando de seguida as causas e consequências de cada uma dessas falhas, assegurando a fiabilidade do sistema e condições dos seus tripulantes nos futuros programas espaciais.

Mais tarde, na década de 70, uma empresa da indústria automóvel, a *Ford Motor Company* decidiu implementar esta metodologia para garantir padrões de performance/qualidade no desenvolvimento e construção dos seus veículos, uma vez que um dos seus modelos tinha problemas após situações de colisão, nomeadamente a deformação das portas do veículo, fazendo com que os ocupantes ficassem presos ao mesmo tempo que o depósito de combustível deflagrava. Com a implementação da metodologia *FMEA*, a *Ford* conseguiu tanto a nível interno, no desenvolvimento da produção dos seus veículos, como a nível externo perante os seus fornecedores de materiais e de componentes, aumentar os seus níveis de desempenho e de qualidade, assim como a sua competitividade na indústria automóvel, conquistando a sua credibilidade perante o público alvo.

Após o sucesso da *Ford*, outras empresas da indústria automóvel seguiram o seu exemplo, utilizando o mesmo método, nomeadamente a *General Motors Corporation* e a *Chrysler Corporation*, o que levou posteriormente a juntarem-se as três empresas, para a criação de uma equipa que desenvolvesse a norma QS 9000, com o objetivo de normalizar os sistemas de qualidade dos seus fornecedores, garantindo assim um sistema de gestão de qualidade eficaz.

Em suma, a metodologia *FMEA* é um exemplo de uma ferramenta vantajosa como forma de auxílio, para a realização de um sistema de gestão da qualidade numa empresa. No subcapítulo 3.3, explica-se com maior detalhe o conceito de implementação desta metodologia.

3.2.2. CONCEITOS GERAIS DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA *FMEA [32]*

Segundo D. H. Stamatis [32], a metodologia *FMEA* é uma técnica de engenharia que quando aplicada pretende definir, identificar e eliminar/mitigar as falhas ou potenciais falhas que possam vir a ocorrer, assim como deficiências, problemas, erros ou outro tipo de situações em que seja necessária a realização de uma análise riscos, seja ao nível do Sistema, do Projeto, do Processo ou do Sistema.

No geral, a metodologia *FMEA* pode ser analisada em 4 tipos diferentes dependendo do tipo de análise que se pretende realizar, sendo eles os seguintes:

- **FMEA de Sistema**: nesta categoria o objetivo passa por analisar determinados sistemas e subsistemas no decorrer das fases de conceção e de projeto, sendo que o foco principal passa por identificar os potenciais modos de falha no sistema relativamente às suas funcionalidades, provocados em certa medida pelas suas deficiências, através da relação/interação dos múltiplos sistemas e também dos elementos de um sistema na fase de conceção.
- **FMEA de Projeto**: nesta categoria o objetivo passa pela análise do projeto de um produto prestes a ser encaminhado para a produção. Este tipo de análise é efetuado com o propósito de averiguar os potenciais modos de falha do projeto, causados por diversos fatores, tais como procedimentos inadequados, seleção de materiais inadequados entre outras possíveis deficiências de projeto como consequências do mau desempenho do produto. Assim, a realização desta análise relaciona-se com o facto de o projeto vir a corresponder com os objetivos propostos inicialmente e de garantir que o produto tem as condições essenciais para ser produzido. Este tipo de método permite ser bastante útil, ao nível da clarificação de eventuais alterações do projeto relativamente ao produto a ser aplicado, assim como também permite estabelecer prioridades quanto às ações de melhoria, contribui para a execução de testes de desempenho e aprovação do produto. Por fim, permite identificar as particularidades críticas, bem como possíveis alternativas de projeto.
- **FMEA de Processo**: nesta categoria o objetivo passa por analisar o processo de execução/montagem de um sistema ou de um componente. Esta análise é efetuada com o propósito de averiguar potenciais modos de falha relacionados com as deficiências do processo de montagem. Pode-se ainda associar esta análise, ao desempenho de todo o processo tendo em conta o cumprimento dos objetivos no qual foram propostos no início de maneira a atingir a conformidade do produto final. Esta análise de *FMEA* permite definir as necessidades ou alterações que sejam essenciais no processo, assim como estipular prioridades para as possíveis ações de melhoria que sejam necessárias implementar, após as seguintes informações relativas à classificação obtida a partir do cálculo do *RPN*, contribuindo para o auxílio do plano de análise e gestão do processo de execução/montagem.
- **FMEA de Serviço**: nesta categoria o objetivo passa por fazer uma análise ao serviço antes de chegar ao cliente final. O foco desta análise passa por averiguar os potenciais modos de falha provocados pelas deficiências do sistema ou do processo.

No geral, o modo como são efetuados estes tipos de análise, são muito semelhantes, alterando apenas o objetivo da categoria em análise. Uma vez que esta metodologia foi desenvolvida para indústrias constituídas por linhas de produção contínuas e em grande escala, tendo como exemplo a indústria automóvel, anteriormente referido, a sua aplicação na indústria da construção é escassa, o que requer algumas modificações.

Como já foi referenciado no Capítulo 2, a análise de riscos de acordo com a metodologia *FMEA* procede-se da seguinte forma:

- Identificação do objeto/cenário em análise;
- Identificação das funções a que o objeto/cenário em análise se propõe realizar;
- Identificação das potenciais falhas que possam restringir a capacidade de desempenho das suas funções;
- Identificação dos potenciais efeitos que possam ocorrer durante cada falha do objetivo/cenário em estudo;
- Identificação das causas das falhas ocorridas;
- Identificação dos mecanismos de controlo e correção a implementar, para a mitigação ou eliminação dos riscos aos quais estão associadas as possíveis falhas do cenário em estudo;
- Estipular as prioridades dos mecanismos de controlo e correção conforme um conjunto de critérios formados.

Para se estipular as prioridades dos mecanismos relativos à aplicação de medidas corretivas estes são obtidos a partir do cálculo do *RPN* (*Risk Priority Number*). Este sistema resulta de uma análise quantitativa segundo 3 variáveis: a **Severidade** (S) dos modos de falha, a probabilidade de **Ocorrência** (O) e a probabilidade de o mecanismo de controlo não efetuar a **Deteção** (D) da causa ou modo de falha.

$$RPN = S \times O \times D$$

Após calculado o valor de *RPN* a partir das três variáveis que ajudam a determinar a prioridades dos mecanismos de controlo e correção, é efetuada uma avaliação de risco qualitativo:

- **Risco Baixo**: não necessita de qualquer intervenção;
- **Risco Moderado**: necessita de controlo/prevenção;
- **Risco Elevado**: necessita de intervenção;
- **Risco Crítico**: necessita de intervenção e torna-se necessário realizar modificações profundas relativamente aos quatro níveis sejam eles, o do **Sistema**, do **Projeto**, do **Processo** e por fim, do **Serviço**.

Na Figura 3.1 pode observar-se um esquema representativo, do procedimento desta análise de risco de acordo com a metodologia *FMEA*.

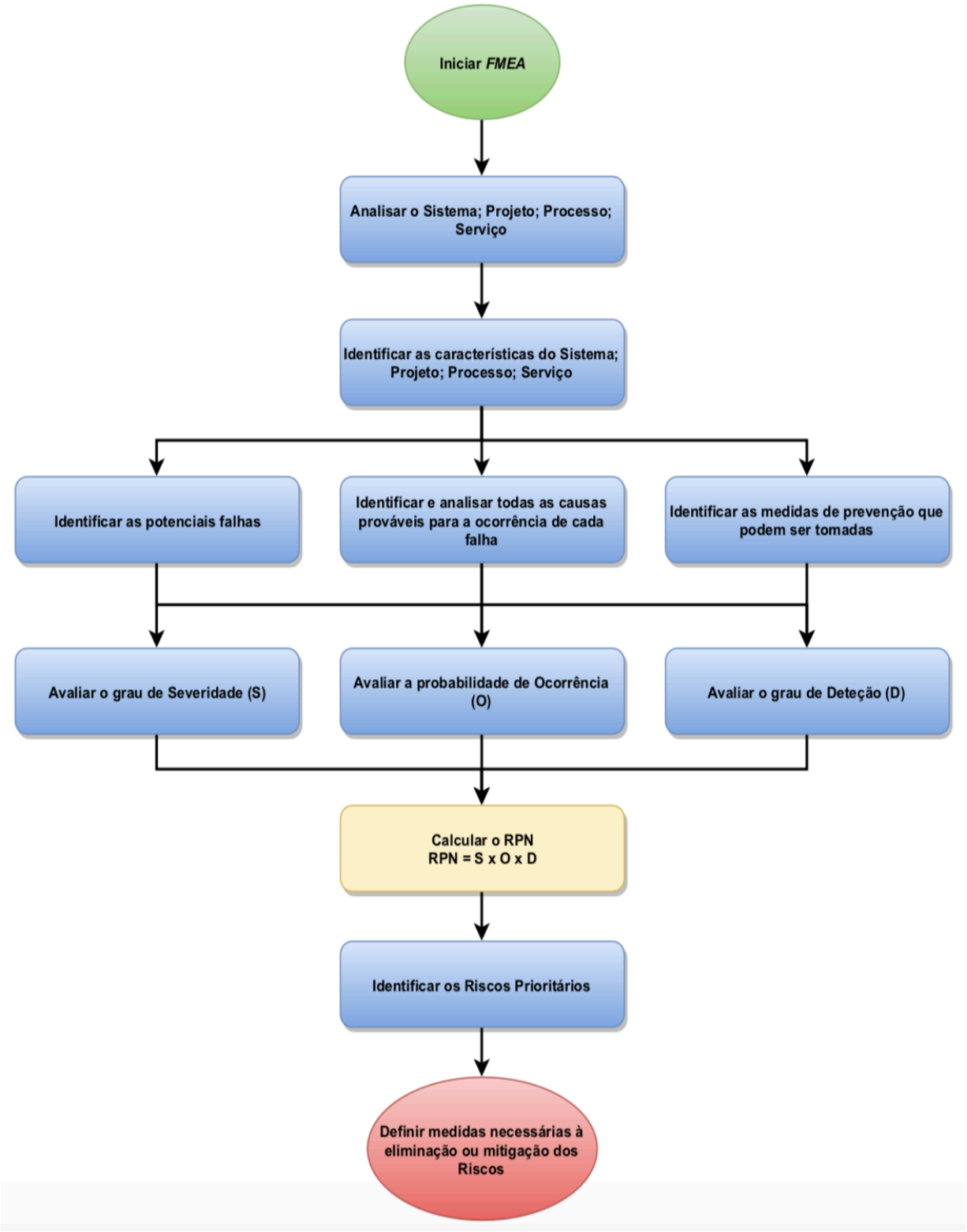


Figura 3.1 - Fluxograma de implementação da metodologia FMEA

3.3. *FMEA* DE PROCESSO

A análise de risco, *FMEA* de Processo, permite identificar os potenciais modos de falha ou mesmo os que já estão identificados como falha permitindo assim, um acompanhamento antes e durante a fase de execução e por outro lado, também possibilita a aplicação de medidas corretivas. A partir deste ponto, o cliente tem que ter todas as fases definidas e aprovadas, inerentes ao(s) processo(s), produto(s) e à sua execução e só em caso de alguma eventualidade, pode vir a tomar algum tipo de decisão pontual, ou em caso de dúvida, necessitar de algum tipo de esclarecimento.

O *FMEA* de Processo em regra geral, é uma análise realizada a partir de um conjunto de elementos que podem ser abrangidos ao nível da mão-de-obra, equipamentos, materiais, procedimentos, etc., sendo que cada um deles pode contribuir de forma independente ou em conjunto para o surgimento de uma falha ou potencial falha. Uma vez que se trata de um método, no qual tem como base de suporte a recolha de informação, o seu objetivo primordial é o de alcançar um resultado eficiente na execução das atividades (processos), minimizando os seus efeitos através das especificações técnicas do projeto e do conhecimento/experiência dos processos a realizar.

A realização das tarefas para uma determinada atividade, envolve uma série de elementos fundamentais sendo eles, a mão-de-obra, os materiais e equipamentos a utilizar, o tipo de procedimentos a desempenhar, as medições dos elementos provenientes do projeto e dos prazos e custos inerentes à realização das tarefas. Assim, o propósito destes elementos é realizar de modo eficaz, o processo garantindo a qualidade requerida no projeto.

O objetivo da análise do *FMEA* de Processo passa por determinar e ao mesmo tempo demonstrar, as potencialidades das soluções de engenharia perante os princípios da Produtividade, Qualidade, Prazos, Custos e Segurança, entre outros, apresentados pelo cliente e pela análise do *FMEA* de Projeto. É importante referir que um dos fundamentos principal desta análise passa por não dar demasiada importância a determinados elementos específicos menosprezando outros, isto porque, para se atingir um desempenho eficaz do processo em análise todos os elementos devem ser considerados fundamentais de modo a atingir o a máxima capacidade pretendida de cada um deles.

Posto isto, a melhor forma de se atingir o desemprenho pretendido é o de aplicar estratégias operacionais que vão ao encontro da posição da empresa no mercado. Este tipo de estratégias operacionais são as que definem e distinguem as empresas no setor perante os seus serviços e/ou produtos.

Assim, os requisitos para a realização de um *FMEA* de Processo devem ser baseados perante as exigências e necessidades do cliente sendo o seu resultado, um processo composto por uma configuração base com determinadas especificações técnicas funcionais que correspondam aos requisitos estabelecidos.

Para a realização deste *FMEA* de Processo podem ser alvo de consideração e até mesmo como forma de auxílio as seguintes questões:

- Quais são os objetivos e funções do produto?;
- Como e quais são as condições do processo quando interagido com outros?;
- Qual o desempenho do processo?;
- O processo em termos de custos é económico?;
- Quais a tarefas a realizar na atividade pretendida?;
- Quais os materiais e equipamentos utilizados neste processo?;
- Os requisitos especificados no projeto estão a ser cumpridos no processo?;

No momento da realização do *FMEA* de Processo, o Projeto já foi alvo de aprovação perante a otimização das especificações técnicas inseridas no mesmo, mas se não for o caso, é necessário realizar em simultâneo as duas análises, de Projeto e de Processo o que maioritariamente pode levar ao não cumprimento da sua função. Para tal, a única maneira de se solucionar o problema dando resposta ao *FMEA* de Projeto é atribuir no desenvolvimento do FMEA de Processo, as principais causas dos modos de falha no processo devem-se às especificações técnicas do projeto.

Para efetuar a análise de risco ao nível do Processo, é necessário a criação de um formulário que auxilie a implementação desta metodologia. Neste formulário, estão representados todos os campos necessários para realização da metodologia, assim como, os principais campos que permitem a obtenção do grau de risco da falha e estabelecer as medidas corretivas necessárias para a mitigação/eliminação das falhas. A Figura 3.2, apresenta a estrutura do formulário *FMEA*, que foi aplicada nas Não Conformidades detetadas nos casos de estudo enunciados no Capítulo 4.

Ref.ª:_____	**Formulário FMEA**				Logótipo
Data do FMEA:_____	Estrutura de Madeira ☐	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☐	Receção de Materiais ☐	
	Revestimento de Cobertura ☐	Alvenaria - Reboco ☐	Relógios e Sinos ☐		
Data de Revisão:_____	Caleiras e Tubos ☐	Alvenaria - Pintura ☐	Cruzes ☐		

Identificação		Rubrica
	Empreendimento:	
	Dono de Obra:	
	Obra/Empreitada	
	Empreiteiro:	
	Sub-Empreiteiro:	
	Fiscalização:	

Atividades	Tarefas	Modo de Falha Potencial	Potenciais Consequências da Falha	(S)	Potênciais Causas de Falhas	(O)	Medidas de Controlo	(D)	RPN	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais
(1º)	(2º)	(3º)	(4º)	(5º)	(6º)	(7º)	(8º)	(9º)	(10º)	(11º)	(12º)

Figura 3.2 - Modelo do Formulário *FMEA*

- **(1º) Atividades**: Este campo destina-se às atividades que vão ser alvo de análise;
- **(2º) Tarefas**: Este campo apresenta as diversas tarefas associadas a cada atividade que vai ser alvo de análise, sendo que o seu encadeamento em termos de fase de execução é um dos fatores mais importantes para se obter uma correta análise da atividade. O foco principal deste campo, consiste em analisar os encargos que cada trabalhador irá desempenhar no processo após definido a sequência de tarefas a realizar. De salientar que neste campo, pode estar associado um fluxograma dos processos ao qual identifica o "desenrolar" dos procedimentos relativos à mão-de-obra e aos equipamentos utilizados para a execução das tarefas.
- **(3º) Modo de Falha Potencial:** Neste campo deve-se identificar os potenciais modos de falha em termos de funcionalidade do processo, ou seja, uma falha específica. Quanto mais específica for essa falha, maiores serão as probabilidades de se identificarem os seus efeitos e causas. Quando surge uma falha ao nível do processo significa que o produto falha ao desempenhar as suas funções. Importa salientar que podem existir diversas falhas para cada tarefa.
- **(4º) Potenciais Consequências da Falha:** Neste campo devem ser assinaladas as consequências dos modos de falhas, seja ao nível do processo, do produto, da operação, do cliente e das diretrizes de regulamentação. Para analisar as potenciais consequências da falha deve-se refletir, de que modo a falha possa "afetar" o cliente ou quais a possíveis consequências do problema/falha. Para tal deve-se ter em conta elementos de informação que permitam facilitar a identificação destas, tais como: dados relativos a análises *FMEA's* (Projeto e Processo) realizadas anteriormente, reclamações provenientes de clientes, registos da garantia e informação de projetos e processos realizados no passado.
- **(5º) Severidade (S):** Neste campo representa-se a classificação da Severidade, ao qual é indicada a gravidade das potenciais consequências da falha, assim como também é aplicada em relação aos efeitos de uma falha, o que significa num relacionamento direto entre a severidade e os efeitos provenientes da falha. De modo a se perceber este assunto, basta pensar que uma vez que os efeitos não sejam considerados críticos, a classificação da Severidade será baixa e

vice-versa. No Quadro 3.1, a classificação da Severidade está associada a uma escala de cores tabelada, ao qual são demonstradas as preocupações da empresa em conjunto com o cliente.

Quadro 3.1 - Índice de Severidade (S) [32]

Índice	Escala Qualitativa	Severidade
1	Muito Baixa	O Modo de Falha não tem qualquer impacto real
2 a 3	Baixa	O Modo de Falha é quase insignificante
4 a 6	Moderada	O Modo de Falha apresenta alguma insatisfação
7 a 8	Elevada	O Modo de Falha tem um efeito direto na operação
9 a 10	Crítica	O Modo de Falha apresenta um impacto real

- **(6º) Potenciais Causas de Falha:** Neste campo são indicadas as deficiências/limitações do processo que acabam por resultar num modo de falha. No momento da realização desta análise deve-se ter em atenção a necessidade de perceber, a origem que levou ao surgimento da causa e não os indícios da falha, isto porque muitos dos intervenientes não conseguem compreender que a mesma falha pode ter várias causas. Assim sendo, para que sejam devidamente identificadas as potenciais causas da falha é necessário compreender ao detalhe o projeto e os processos de execução, visto que, quanto maior for a investigação do "porquê" da causa, melhor se compreende a razão do surgimento da falha, ou seja, é necessário pensar que tipo de circunstâncias podem provocar a falha ou perceber de que forma, pode o sistema permitir o incumprimento de uma função para o qual estava destinada. Por fim, é preciso entender de que maneira pode um modo de falha surgir: inadequada utilização dos processos de execução; ausência de processos e de controlo de qualidade; procedimentos de controlo inadequados e/ou ineficazes; má seleção dos materiais; ausência de sistemas de segurança; erro humano; más instruções de trabalho; alterações dos produtos/materiais de acordo com o projeto; interações com componentes de outros sistemas.
- **(7º) Ocorrência (O):** Neste campo representa-se a classificação da Ocorrência, na qual é indicado o número estimado de frequências e/ou o número acumulativo de falhas que possam ocorrer a partir de determinadas causas. A realização deste campo deve ser efetuada individualmente, ou seja, a atribuição do valor corresponde para uma única causa para uma determinada falha. No Quadro 3.2, a classificação da Ocorrência está associada a uma escala de cores tabelada, ao qual são demonstradas as probabilidades de ocorrência de falhas.

Quadro 3.2 - Índices de Ocorrências (O) [32]

Índice	Escala Qualitativa	Ocorrência / Frequência
1	Não Ocorre	Não é provável que o Modo de Falha ocorra
2	Muito Baixa	Muito pouco provável que o Modo de Falha ocorra
3	Baixa	Pouco provável que o Modo de Falha ocorra
4 a 6	Moderada	Moderada probabilidade de ocorrência do Modo de Falha
7 a 8	Elevada	Alta probabilidade de ocorrência do Modo de Falha
9 a 10	Muito Elevada	Muito alta a probabilidade de ocorrência do Modo de Falha

- **(8º) Medidas de Controlo:** Este campo representa a verificação, seja ao nível dos procedimentos a executar, de ensaios de desempenho, de análises de controlo, como métodos técnicos para detetar e/ou prevenir modos de falha num processo. Convém relembrar, que no *FMEA* de Processo, os únicos métodos de controlo que devem ser considerados, são aqueles que possibilitem uma avaliação da deteção, ou seja, métodos garantam a prevenção ou a redução de ocorrências devem ser considerados somente na análise das probabilidades de ocorrência (7º). Neste campo o objetivo passa por detetar antecipadamente os problemas/deficiências do processo, de modo a proporcionar um controlo da execução ou do produto ou dos dois em simultâneo. Os problemas/deficiências podem ser considerados como possíveis debilidades em analisar, demonstrar, detetar ou mitigar/eliminar problemas do processo.
  Por vezes é difícil identificar medidas de controlo eficazes o que acaba por tornar difícil, estimar o índice de deteção e nesses casos pode-se recorrer a informações de processos semelhantes ou de projetos/processos anteriormente realizados com forma de auxílio. Nos casos em que não é possível a aplicação de medidas de controlo, esta deve ser preenchida com o termo, "Medida de Controlo não definida até à data".
  Para os casos de estudo em análise, os métodos de controlo foram realizados com base em Fichas de Controlo e Conformidade (FCC), como forma de registar as informações provenientes da execução de trabalhos nas obras.
- **(9º) Deteção (D):** Neste campo representa-se a classificação da Deteção, correspondendo à probabilidade de as medidas de controlo existentes serem eficazes ao ponto de detetar antecipadamente as principais causas do acontecimento de um modo de falha. Para se determinar/obter o valor da deteção é necessário avaliar a capacidade de cada método de controlo para a deteção da falha antes que esta chegue ao cliente. No Quadro 3.3, a classificação da Deteção está associada a uma escala de cores tabelada, ao qual são demonstradas as probabilidades de as medidas de controlo detetarem a causa do modo de falha antes de esta ocorrer.

Quadro 3.3 - Índice da Deteção (D) [32]

Índice	Escala Qualitativa	Deteção
1	Muito Elevada	É quase certo que as ações de controlo irão detetar a existência da falha
2 a 5	Elevada	As Ações de controlo têm uma elevada probabilidade de detetar a existência da falha
6 a 8	Moderada	As Ações de Controlo podem vir a identificar a existência da falha
9	Baixa	As Ações de Controlo têm uma baixa probabilidade de detetar a existência da falha
10	Muito Baixa	As Ações de Controlo não irão detetar a existência da falha.

- **(10º) Número do Risco Prioritário (*RPN*):** Neste campo representa-se o resultado obtido por um cálculo matemático, sendo o produto da Severidade (S), da Ocorrência (O) e da Deteção (D). O valor obtido por este cálculo matemático permite definir a prioridade do risco da falha, com o intuito de se proceder atempadamente à sua correção, de forma a mitigar ou eliminar a falha no processo. Este valor permite unicamente determinar uma classificação das potenciais falhas do processo.

De referir que no caso do *FMEA* do processo, é necessário perceber que o objetivo passa por reduzir o valor do *RPN* e para tal acontecer é necessário reduzir a Severidade (S), da Ocorrência (O) e da Deteção (D). No caso da Severidade, o seu valor só pode ser reduzido a partir de uma alteração do projeto. No caso da Ocorrência (O), o seu valor pode ser reduzido com base em melhorias nos requisitos ou especificações técnicas no processo, com o intuito de reduzir a sua probabilidade ou causas. Por fim, no caso da Deteção (D) o seu valor pode ser reduzido, melhorando os procedimentos/técnicas de avaliação e de medidas de controlo, resultando num aumento da deteção antes desta ocorrer.

$$RPN = S \times O \times D$$

Quadro 3.4 – RPN e Grau de Risco

Índice	Definição do Grau de Risco	Medidas a Aplicar
RPN<50	Reduzido	Devem ser tomadas medidas
50<RPN<125	Moderado	Devem ser tomadas medidas com a maior brevidade possível
125<RPN<200	Elevado	Devem ser tomadas medidas de carácter urgente para a eliminação das causas de falha
RPN>200	Crítico	Requer uma ação imediata para a eliminação das causas de falha

- **(11º) Grau de Risco:** Neste campo representa-se o grau de risco, correspondendo a uma escala qualitativa através de intervalos dos valores obtidos do *RPN*. Geralmente, o grau de risco está associado a uma escala de cores tabelada, sendo que a correspondência pode ser feita da seguinte maneira: a Verde (Risco Menor/Secundário), a Amarelo (Risco Moderado), a Laranja (Risco Elevado) e por fim a Vermelho (Risco Crítico).
- **(12º) Medidas de Controlo Adicionais:** Neste campo são aplicadas recomendações de medidas de controlo adicionais que permitam mitigar ou eliminar os riscos provenientes das atividades alvo de análise, das quais nenhuma análise *FMEA* pode prescindir destas recomendações. Normalmente as recomendações mais comuns podem ser: "Nenhuma ação neste momento"; "Adicionar procedimentos de deteção" e "Recomendar alternativas no projeto".

Após o preenchimento completo do formulário, não significa que a análise FMEA possa estar completa ou concluída, isto porque no caso de o *RPN* corresponder a um valor reduzido, não significa que não seja prioritário e que as medidas a aplicar possam ou não interferir com outras tarefas. De referir que a execução desta análise é referente a um processo iterativo e que só se deve dar por concluída quando não existe a possibilidade de alterar os valores da Severidade (S), da Ocorrência (O), da Deteção (D), do correspondente valor do *RPN* e/ou quando não é possível em termos económicos a implementação de medidas.

3.4. BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA *FMEA*

Tal como foi mencionado anteriormente, a metodologia *FMEA*, reunindo os princípios de Gestão da Qualidade, consiste no desenvolvimento de criar uma hierarquização das informações relativas às falhas dos vários tipos de análise (Sistema; Projeto; Processo e Serviço), contribuindo à formação de um sistema de prioridades de possíveis melhorias seja qual for o âmbito de analise. Assim, a implementação desta metodologia apresenta benefícios como algumas limitações, o que leva a comunidade científica a interrogar-se se a aplicação desta ferramenta é de facto eficiente ao ponto de resolver os problemas ao nível da Gestão da Qualidade. De seguida são mencionados alguns dos benefícios e limitações desta metodologia.

Os **Benefícios** da metodologia *FMEA*:

- Maior confiança ao nível da Qualidade e Segurança ao nível dos 4 tipos sujeitos a análise (Sistema; Projeto; e Serviço);
- Identificação e eliminação/mitigação dos potenciais modos de falha num prazo reduzido;
- Uma maior satisfação do cliente final;
- Redução dos prazos e dos custos seja ao nível do desenvolvimento e execução do Sistema, Projeto, Processo e Serviço;
- Uma maior credibilidade e maior competitividade da empresa no seu setor;
- Proporciona um registo de informações das melhorias e ações corretivas a aplicar;
- Permite realizar um plano de manutenção eficiente e otimizado;
- Promove relações multifuncionais entre equipas;
- Contribui ao nível de auxílio para a analise dos processos de execução e montagem.
- Permite para ser aplicado nas análises dos modos de falha de sistemas complexos, sendo este constituídos por múltiplas funções/variantes. O auxílio da ferramenta *FTA* (*Fault Tree Analysis*) pode contribuir para que haja uma identificação mais objetiva dos modos de falha facilitando assim este tipo de análise;

As **Limitações** da metodologia *FMEA*:

- Trata-se de um método, que quando se pretende fazer uma análise das diversas informações ao detalhe, acaba por se tornar num procedimento moroso e desinteressante;
- Requer um conhecimento profundo sobre o caso de estudo em análise, bem como a aplicação da metodologia no mesmo, isto porque, mesmo que o caso de estudo possa vir a ser idêntico numa próxima vez, sendo efetuada a mesma análise é necessário ter em atenção as circunstâncias ao qual está inserido o caso em análise;
- O grau de experiência do individuo ou da equipa encarregue de realizar esta análise, depende muito do sucesso deste método;
- O cálculo do RPN é discutível, uma vez que é dependente das classificações dos índices, da Severidade (S), Ocorrência (O) e da Deteção (D), sendo que estas podem ser diferentes consoante o grau de experiência de cada individuo encarregue de o fazer;
- A influencia que os índices da Severidade (S), da Ocorrência (O) e da Deteção (D), podem ter ao corresponder para um mesmo valor de RPN, não significa que corresponda às mesmas consequências finais possíveis dos seus modos de falha, isto porque, apesar do resultado final

do RPN ser igual, o grau de risco de um dos índices pode ser diferente o que leva a tomar determinadas precauções em termos de análise e das medidas corretivas a aplicar;

- Os tipos de classificações/pontuações são diferentes para os três índices;

Na maioria das análises efetuadas a partir deste método, os resultados provenientes de erros humanos não são considerados, acabando por prejudicar no geral a veracidade da análise.

3.5. RELACIONAMENTO DA METODOLOGIA *FMEA* À PRIORI COM A FERRAMENTA *FAULT TREE ANALYSIS* À POSTERIORI

O procedimento desta ferramenta consiste em identificar à posteriori e de modo mais objetivo, as Causas que levam ao aparecimento de uma Não Conformidade. O intuito desta Análise da Árvore de Causas, é o de auxiliar a metodologia *FMEA*, nomeadamente em sistemas que sejam mais complexos em termos de análise, focando-se na identificação do percurso em forma de cadeia, das possíveis Causas e Ocorrências que possam ter levado ao surgimento da Não Conformidade. A elaboração em termos construtivos desta ferramenta, a partir de ramificações logicas, permite identificar de modo imediato as ocorrências/causas que levaram ao surgimento da Não Conformidade sendo que posteriormente possam ser recomendadas e realizadas medidas corretivas sejam elas de prevenção/mitigação ou de eliminação da(s) falha(s). Esta "árvore" pode ser interpretada da seguinte forma, a partir da Figura 3.3:

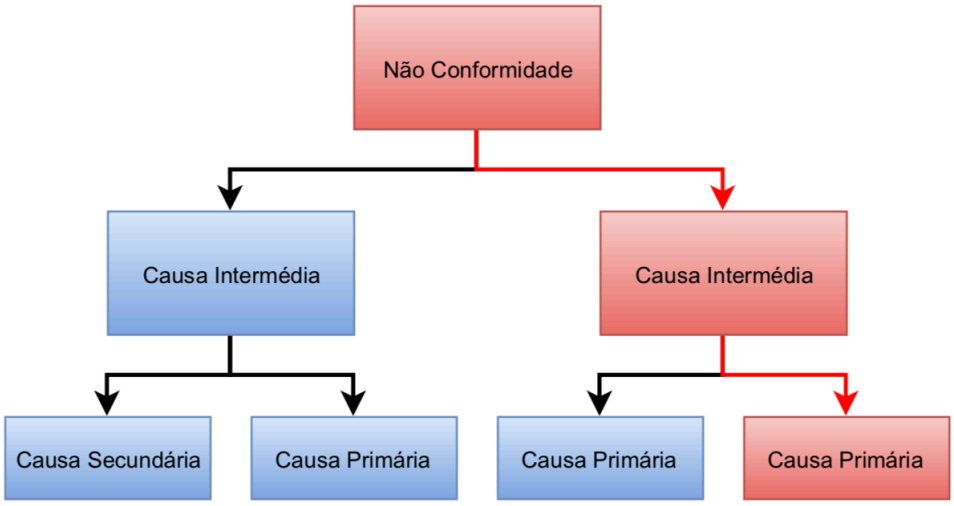


Figura 3.3 - Exemplo de uma estrutura de Análise de Árvore de Causas

A elaboração desta "árvore" deve ser assente em interpretações distintas, ou seja, por uma série de etapas, que permita perceber o surgimento da Não Conformidade e de que forma possa ser feita a sua construção. A Figura 3.4 e a Figura 3.5 representam respetivamente, o modelo proposto para a identificação da origem e das causas de falha e as consequências que provêm dessa falha.

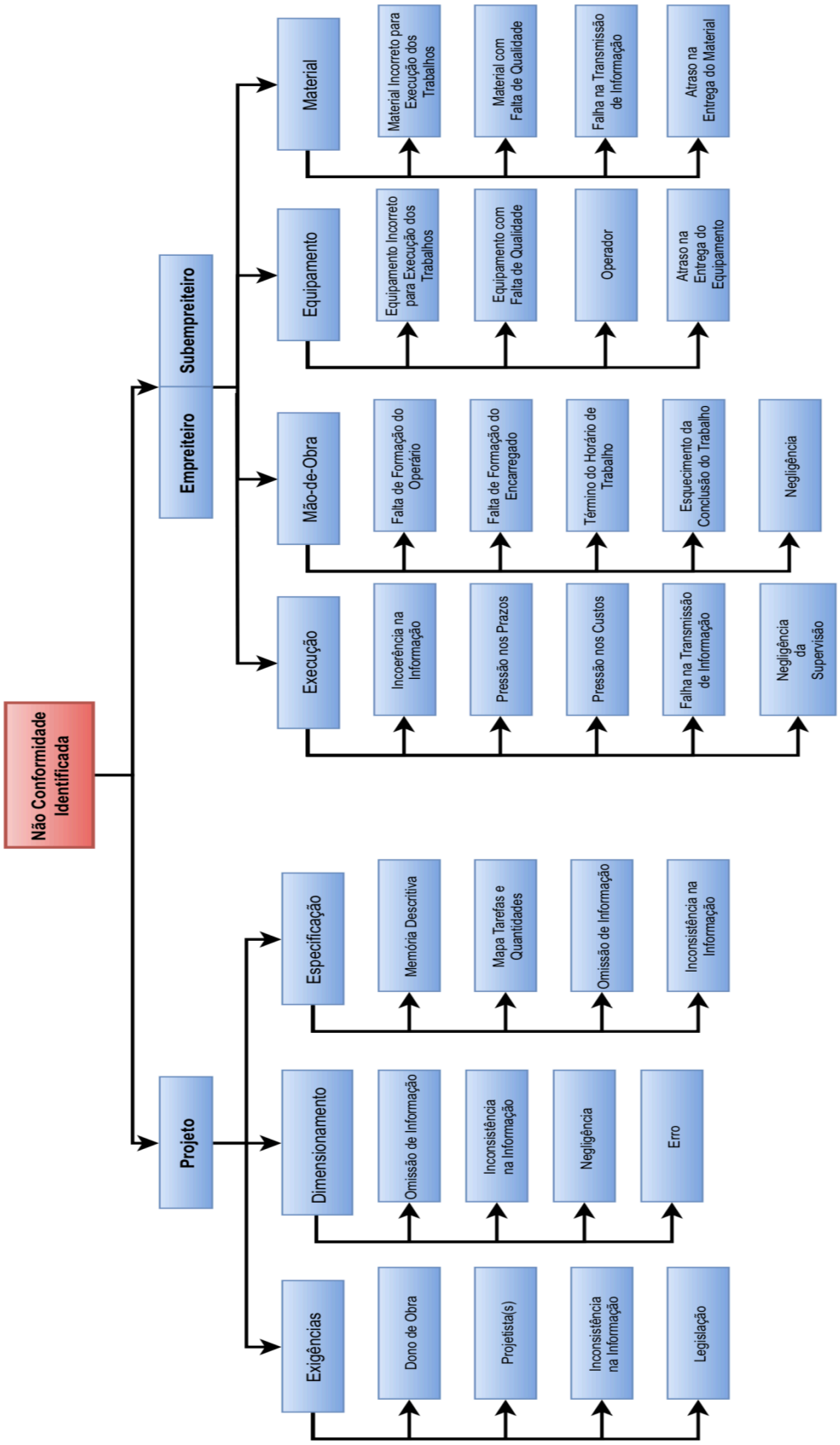


Figura 3.4 - Modelo da Árvore de Diagnóstico proposto para a Identificação das Não Conformidades (Origem/Causa)

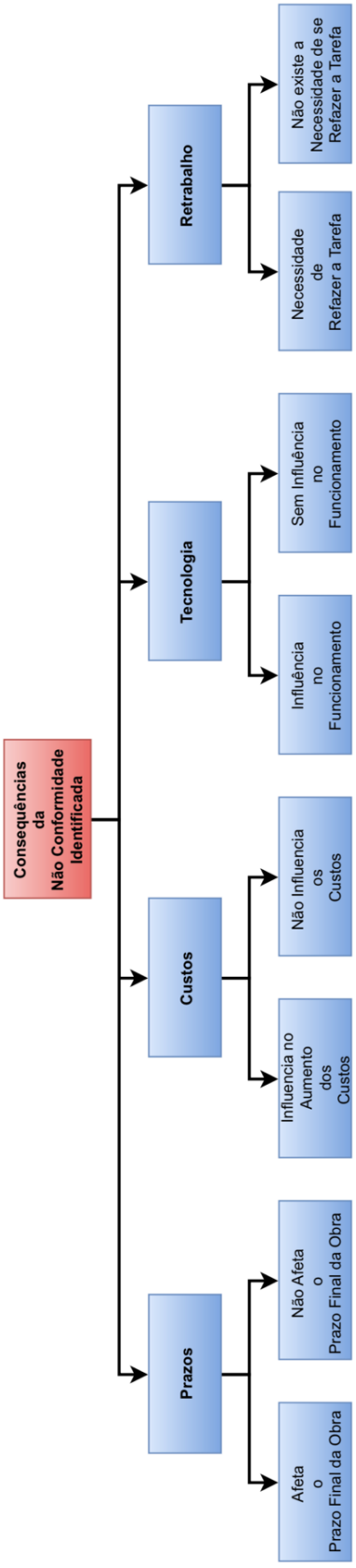


Figura 3.5 - Modelo de Árvore de Diagnóstico proposto para a Identificação das Consequências das Não Conformidades

Deste modo é necessário compreender de forma adequada, quais os procedimentos e análises a ter em conta perante a Não Conformidade identificada, como se pode observar de seguida:

- **1º Etapa**: Definir o sistema e as possíveis implicações a ser alvo de análise. Além disso, devem-se definir os princípios que constituem uma falha de modo a realização uma análise coerente;
- **2º Etapa**: Se for necessário, de modo a simplificar o método de análise do sistema, deve-se criar uma estrutura de árvore de causa (diagrama), de blocos simples compostos por entrada, interfaces e saída;
- **3º Etapa**: Identificar e enumerar os "casos de falha" de nível superior que são alvo de análise. Se necessário, deve-se desenvolver uma Árvore de Causas separada para cada causa de nível superior, tendo em atenção o modo como é definido a causa de nível superior e as suas características ou perante a envolvência do caso de estudo;
- **4ª Etapa**: Utilizando os ícones/símbolos representativos da Figura 4.1, identificar todas as causas possíveis que contribuem para o surgimento da Não Conformidade (nível superior);
- **5º Etapa**: A partir da identificação das causas da Etapa 4, como causas intermédias, prosseguir com a construção da árvore, usando o mesmo raciocínio, de modo a identificar as causas que possam influenciar o aparecimento das causas anteriores (intermédias);
- **6º Etapa**: Desenvolver a Árvore de Falhas com o menor detalhe possível, ou seja, assinalando com uma composição escrita simples, de modo a tornar-se mais intuito e simples em termos de análise/observação;
- **7º Etapa**: Terminado a elaboração da "árvore", esta deve ser alvo de análise, a fim de se compreender as relações entre as causas possíveis que levaram ao surgimento da falha principal (Não Conformidade);
- **8º Etapa**: Efetuada a análise, determinar a falha principal à qual devem ser aplicadas as medidas corretivas, eliminando todos os outros caminhos possíveis também com base em medidas corretivas de modo a chegar a uma "sentença" final;
- **9º Etapa**: Por fim, deve-se documentar o processo de análise efetuado e fazer o acompanhamento das medidas corretivas aprovadas a aplicar.

Em jeito de conclusão, podem-se afirmar que o benefício da utilização desta Análise da Árvore de Causas permite:

- Ajudar em termos visuais o modo como é feita a análise;
- Garantir confiança e credibilidade na elaboração da montagem;
- Ajuda a determinar a probabilidade de ocorrência para cada um dos caminhos das possíveis causas;
- Fornecer documentos de conformidade ao nível das informações encontradas na Árvore de Causas, cumprindo os requisitos de segurança;
- Avaliar o impacto das alterações no Sistema, no Produto, no Processo e no Serviço;
- Permite que o analista mantenha o foco numa causa de falha de cada vez;
- Fornecer ao analista uma visão geral do comportamento do "sistema";

- Isolar as causas de falha mais críticas;
- Identificar os caminhos potencialmente críticos de ocorrências de falhas.

4
CASO DE ESTUDO

4.1. LUSOCOL, SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, LDA.

A empresa LUSOCOL - Sociedade Lusa de Construções, Lda., fundada no dia 26 de Outubro de 1988, fez o seu registo na Conservatória do Registo Comercial do Porto e desde essa data, já lá vão 31 anos de uma vasta experiência no seu portfólio. O seu percurso tem sido marcado ao nível das obras de reabilitação e restauro de património edificado, sendo eles monumentos e imóveis histórico-artísticos com valor patrimonial relevante.

É uma empresa que à sua escala é muito competitiva, e principalmente para os dias que correm é estável a nível económico/financeiro, tendo como objetivos principais:

- Preservar e recuperar o património cultural e artístico, promovendo o seu estudo, salvaguardando e valorizando aquilo que é a base de memorias coletivas e individuais perante as fontes de investigação científicas;
- Apostar na diferenciação dos seus produtos/serviços satisfazendo as necessidade e expectativas dos clientes;
- Procurar a motivação de todos os colaboradores através do seu envolvimento nos objetivos da empresa;
- Apostar na mão-de-obra qualificada, necessária para este ramo de atividade, empenhando-se na sua formação;
- Por fim, apostar na melhoria continua ao nível da gestão de qualidade e na higiene e segurança no trabalho.

Perante estes critérios que se dispõe a aplicar ao nível interno e ao nível das obras a empresa LUSOCOL, ao longo do seu percurso durante estes anos, tem vindo a consolidar a sua posição no mercado, com o objetivo de dar continuidade à imagem de confiança e satisfação que tem vindo a prestar aos seus clientes.

A empresa detém o alvará de construção n.º 7733, sendo das mais relevantes a subcategoria de Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Reabilitação e Conservação de Edifícios – Classe 4 e a subcategoria 10ª de Restauro de Bens e Imóveis Histórico-Artísticos – Classe 4.

A LUSOCOL é sócia da Associação dos Industriais de Construção Civil e Obras Públicas do Norte (AICCOPN) e pertence à Bolsa de Empreiteiros da Porto Vivo, SRU.

4.2. Caso de Estudo

4.2.1. Enquadramento

Os seguintes casos de estudo, são relativos a obras de projetos de conservação e restauro tendo como objetivo, salvaguardar a integridade física e garantir o respeito pelo significado cultural, histórico e estético do edifício. Procurou-se de certa forma e sempre que possível uma conservação preventiva baseada na realização de intervenções que permitissem o retardamento da degradação e impedindo o desgaste pela criação de condições de otimizações para a conservação dos edifícios em estudo.

Como se pode observar mais à frente, foram apresentadas propostas de intervenção onde se procurou definir as técnicas de reabilitação que se caracterizaram por um nível baixo de intrusão e que apresentassem resultados eficientes, seja ao nível da estrutura ou da estética do edifício.

4.2.2. Obra nº1 – Casa de José Régio e Centro e Estudos Regianos (Vila do Conde)

Localizada na Avenida José Régio, a Casa de José Régio e o Centro de Estudos Regianos, ambos património da Câmara Municipal de Vila do Conde, são espaços dedicados à memoria do poeta português, sendo um símbolo notório desta cidade. A Casa de José Régio, agora utilizado como museu, é um espaço que retrata a vida do poeta português após se aposentar do ensino, profissão que abraçou durante 30 anos. Relativamente ao Centro de Estudos Regianos, foi um espaço construído à posteriori, com o intuito de criar um serviço de apoio à Casa de José Régio, fundamental para desenvolver de um modo mais aprofundado, o conhecimento da vida e obra do escritor, possibilitando aos investigadores organizar trabalhos científicos de grande importância.

Figura 4.1 - Alçado Principal

Nesta obra, os trabalhos que foram propostos pelo Dono de Obra e que são objeto de estudo nesta dissertação, refere-se ao restauro e conservação dos dois edifícios, tendo em vista a "reparação" de um conjunto de patologias que se apresentam em ambos, nomeadamente à:

- Pintura dos Vãos Exteriores – Janelas e Portas;
- Reparação de rebocos degradados das paredes interiores e exteriores, bem como à execução de trabalhos de pintura de todas as paredes e tetos interiores e paredes exteriores.

A primeira fase das obras de restauro e conservação, teve como objetivo os trabalhos relativos à Casa de José Régio, em que se procede à realização da montagem do estaleiro de apoio à execução dos trabalhos da empreitada, situado no rés-chão da casa (Sala de Pintura) e de seguida, efetuou-se os trabalhos relativos à proteção do mobiliário e de elementos de madeira ou pedras (pavimentos, portas, janelas, guarnições, roda-tetos e rodapés) para a execução da picagem de rebocos nas paredes interiores que se encontravam pulverizados ou em desagregação, em destaque ou com eflorescências, e consequentemente efetuar os trabalhos de pinturas dos tetos e paredes interiores, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos.

Figura 4.2 - Pintura do teto e paredes interiores (Sala de Jantar - Piso 1)

Após concluídos os trabalhos ao nível do espaço interior, procedeu-se à execução dos trabalhos exteriores, nomeadamente a pintura dos vãos exteriores, as portas que dão acesso ao exterior (jardim e ruas), as janelas, constituídas por caixilharias de madeira (faces interior e exterior), incluindo a preparação das superfícies a pintar com a decapagem da tinta existente lixagem e emassamento das mesmas, bem como aplicação de novas vedações nas juntas e por fim, a reparação e pintura dos rebocos em paredes exteriores do edifício com especial atenção nas zonas de aparelhos de iluminação embutidos no qual mostravam alguma degradação.

Figura 4.3 - Pintura da caixilharia de madeira (Sala de Jantar - Piso 1)

Para tal efetuou-se a montagem de andaimes para a execução desses mesmos trabalhos nas zonas mais elevadas do edifício, nomeadamente as fachadas e vãos envidraçados relativas ao 1º e 2º piso tal como nos muros. Por fim, procedeu-se à limpeza geral de todos os espaços interiores e exteriores do edifício.

Figura 4.4 - Montagem dos andaimes para a execução dos trabalhos a serem realizados no exterior

Numa segunda fase desta empreitada, procedeu-se à execução de trabalhos relativos ao Centro de Estudos Regianos, no que diz respeito ao interior do edifício, nomeadamente no revestimento e pintura

de paredes. Para os trabalhos a executar no revestimento de paredes procedeu-se à picagem de todos os rebocos que se encontravam pulverizados ou em desagregação (em destaque ou com eflorescências). De seguida fez-se a respetiva reposição com uma argamassa anti-eflorescência do tipo "barreira anti-salitre, com acabamento estanhado, incluindo a aplicação prévia de líquido anti-salitre e acabamento final.

Figura 4.5 - Execução dos trabalhos relativos ao revestimento das paredes interiores

4.2.3. Obra nº2 – Museu das Rendas de Bilros (Vila do Conde)

Situado na Rua de São Bento, o Museu das Rendas de Bilros, um dos patrimónios mais importantes da cidade de Vila do Conde, é um espaço dedicado não só à preservação de uma tradição cultural, como é a renda de bilros, mas também funciona como uma escola que tem como principal foco manter essa mesma tradição na comunidade ao longo dos anos.

Para esta obra os trabalhos que foram propostos pelo mesmo Dono de Obra do caso anterior (Obra Nº1), são referentes ao restauro e conservação do edifício, tendo em vista a "reparação" de um conjunto de patologias que se apresentam em ambos, nomeadamente:

- Pintura dos vãos exteriores – Portas, Janelas e Guarda Varandas;
- Reparação de rebocos degradados das paredes interiores e exteriores, bem como à execução de trabalhos de pintura de todas as paredes e tetos interiores e paredes exteriores;
- Levantamento/remoção dos pavimentos interiores (soalho) e sua substituição;
- Reparação da Cobertura.

Figura 4.6 - Alçado Principal

Numa primeira fase da obra, o objetivo traçado foi relativo à montagem do estaleiro de apoio à execução dos trabalhos da empreitada e dos andaimes, de modo a proceder à reparação da cobertura, a qual apresentava diversas deficiências, tanto ao nível dos elementos de remates de impermeabilizações assim como, do envelhecimento de materiais, dando origem a algumas infiltrações. As reparações delineadas de modo a cumprir as especificações do projeto e do caderno de encargos, abrangem a substituição integral da cobertura plana e coberturas inclinadas em telha cerâmica, uma vez que as reparações pontuais podem conduzir a incompatibilidades entre a telha existente e a nova, entre as caleiras e as rufagens das claraboias. Procedeu-se também à introdução de revestimentos em chapa zinco no terraço e paramentos verticais.

Figura 4.7 - Montagem dos andaimes e respetivos trabalhos na cobertura

Na segunda fase da obra, realizaram-se os trabalhos relativos aos vãos exteriores (portas, janelas e guarda varandas), em que a maioria são portas e janelas com caixilharias em madeira que apresentavam uma pintura envelhecida e, por conseguinte, foi necessário efetuar a preparação das superfícies a pintar com a decapagem da tinta existente, lixagem e emassamento das mesmas, para que de seguida se realizassem os trabalhos da vedação de juntas e pintura conforme o projeto e as especificações do caderno de encargos. Quanto aos vãos de perfis metálicos que demonstravam um estado de corrosão apreciável, ao qual é necessário sua reparação e substituição de elementos (nomeadamente os vidros partidos nas claraboias), bem como do tratamento anticorrosivo e pinturas respetivas.

Figura 4.8 - Trabalhos relativos à caixilharia dos vãos envidraçados

Figura 4.9 - Exemplo de um vão envidraçado danificado (Perfil Metálico)

Relativamente aos trabalhos das pinturas das paredes exteriores e tendo em atenção os rebocos existentes que se apresentavam em destaque, em particular nas zonas de dobragem de telas de pavimentos exteriores, foram removidos e repostos com argamassa armada constituída por uma rede de fibra de vidro e de seguida. Como preparação das superfícies das paredes a pintar, foi removida a tinta existente e foram reparadas as fissuras existentes com picagem de reboco em destaque com a respetiva reposição.

Figura 4.10 - Preparação do revestimento de uma parede exterior para a execução de pintura

Por fim, a terceira fase da obra, foi relativa aos trabalhos de execução de paredes e tetos interiores, uma vez que estes, encontravam-se em determinadas zonas com reboco pulverizado e eflorescências e sendo assim necessitavam de uma remoção e reposição de novos rebocos com tratamento anti-salitre. No que diz respeito aos trabalhos nos tetos, em particular no 2º andar devido à infiltração de água na cobertura, foi necessário remover integralmente o reboco danificado e repor um novo com o respetivo acabamento de acordo com o que foi estipulado no projeto e nas especificações do caderno de encargos.

4.2.4. Obra nº3 – Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos (Porto)

Construída em 1776, a igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos fica localizada no Largo do Adro, junto à Rua da Restauração, no Porto. Este edifício de estilo Barroco é constituído por uma Nave única, uma Capela-Mor com uma forma retangular, duas Torres Sineira, uma Sacristia e por fim uma Capela Mortuária. A Capela mortuária e a Sacristia constituem dois volumes contíguos à nave principal, à direita e à esquerda respetivamente, o da Sacristia com um único piso assente sobre um embasamento de rocha e o da Capela Mortuária dividindo-se em três diferentes volumes com pisos distintos através de um pátio

Tendo em conta que este edifício, que é património cultural da cidade de grande importância, a metodologia de intervenção aplicada, envolve uma cuidada programação ao nível da conservação e restauro. O projeto de conservação e restauro tem por objetivo salvaguardar a integridade física e garantir o respeito pelo significado cultural, histórico e estético do edifício.

Procura-se sempre que possível uma conservação preventiva baseada na realização de intervenções indiretas visando o retardamento da degradação e impedindo o desgaste pela criação de condições otimizadas para a conservação do edifício. Apresenta-se uma proposta de intervenção onde se procurou definir as técnicas de reabilitação que se caracterizam por um baixo nível de intrusão e que apresentam bons resultados de melhoria estética e estrutural do edifício.

Figura 4.11 - Vista superior da Igreja

Para esta obra, os trabalhos que foram propostos pelo Dono de Obra, que foram objeto de estudo nesta dissertação, são referentes ao restauro e conservação do edifício, tendo em vista a "reparação" de um conjunto de patologias, nomeadamente:

- Reparação da Estrutura/Cobertura;
- Revestimento – Azulejos;
- Reparação de rebocos degradados das paredes exteriores, bem como à execução de trabalhos de pintura dessas mesmas paredes;
- Fornecimento e colocação de Caleiros e Tubos de Queda para o novo sistema de drenagem de águas pluviais;

- Pintura dos vãos exteriores – Portas, Janelas e Vedações Exteriores;
- Reparação dos Pavimentos;
- Reparação dos Sinos, Relógios e Cruzes.

Numa primeira fase da obra, o objetivo traçado foi relativo à montagem do estaleiro de apoio à execução dos trabalhos da empreitada e dos andaimes. Ainda foi efetuada a colocação de vedações por meio de redes à volta do edifício para garantir a segurança das pessoas que por ali passam bem como dos trabalhadores.

De seguida procederam-se aos trabalhos no que toca à estrutura de madeira da nave principal da igreja, começando pela remoção faseada dos revestimentos de telha e rufos metálicos e consequente aspiração das estruturas de madeira com limpeza do forro e do extradorso dos tetos. Após a limpeza e remoções foi realizada uma análise rigorosa do estado de conservação dos madeiramentos e feito o mapeamento das anomalias, com o registo nomeadamente de podridões, empenos, peças partidas, ausência de elementos estruturais, existência de elementos disfuncionais e feito o estudo final de intervenção.

Figura 4.12 - Remoção dos revestimentos de telha e rufos metálicos

Logo depois, procedeu-se à reparação e eventual reforço das estruturas, que passou pela substituição ou reconstituição das zonas degradas dos vigamentos. Nas asnas a reparar, os nós foram devidamente reforçados com elementos metálicos de ligação e as chapas de aço tratadas, de modo ficarem protegidas contra a corrosão e serão pregadas ou aparafusadas às peças de madeira. Quando o estado de degradação

evidenciado pelos elementos de madeira era impossível de ser alvo de recuperação procedeu-se à sua substituição de forma a preservar o desenho da estrutura existente.

Figura 4.13 - Colocação de rufos metálicos na cobertura

A madeira existente e a aplicar teve de levar um tratamento químico adequado de forma a adquirir estanquidade e resistência. A operação de desinfestação dos madeiramentos procedeu-se com a aplicação por pincelagem e pulverização de produtos xilófagos. Foi também, realizada a injeção de produtos xilófagos nas extremidades dos barrotes, junto aos frechais, para criar uma barreira mais eficaz ao avanço das térmitas. Sobre os coroamentos das paredes aplicou-se uma calda termiticida com o mesmo objetivo. Por fim, após a consolidação da estrutura, o revestimento da cobertura, foi colocado com telhas do tipo Marselha.

Ainda nesta fase da obra, procedeu-se à limpeza e recuperação dos relógios incluindo a pintura com tinta de esmalte, à limpeza dos sinos, bem como á recuperação dos seus contrapesos e pintura com tinta de esmalte e por fim, aos trabalhos referentes às cruzes, remates e pinturas das mesmas.

Em simultâneo com a primeira fase, foram executados os trabalhos do revestimento dos azulejos. Nas paredes exteriores do edifício revestidas a azulejo preparou-se à recuperação dos azulejos através de raspagem, limpeza das juntas e betumação das juntas. Nas zonas onde não existiu e/ou não foi possível a sua recuperação levou-se a cabo o fornecimento e execução de revestimento em azulejo idêntico ao existente (réplica).

Figura 4.14 - Execução dos trabalhos relativos à reparação dos azulejos da fachada principal

Na segunda fase da obra procedeu-se à reparação dos rebocos degradados das paredes exteriores, bem como à execução dos respetivos trabalhos de pintura. Para as fachadas da capela mortuária e toda a fachada voltada ao rio, com paredes rebocadas que apenas apresentavam algumas fissuras e deslocamentos pontuais, interveio-se nas zonas referidas para posterior pintura em reboco areado com tinta para exteriores. A intervenção passou pela execução de raspagem, remoção de reboco degradado, correção de fendas e o fornecimento e execução de salpisco, emboço e reboco areado muito fino pronto a receber pintura. Ainda nesta fase, fez-se a reparação e consolidação das paredes laterais (em ambas as empenas) em alvenaria de granito, incluindo, fecho de juntas e fissuras.

Figura 4.15 - Realização dos trabalhos de reparação e pintura da fachada lateral do edifício

Depois da realização destes trabalhos realizaram-se os trabalhos referentes à pintura das caixilharias, de madeira e em ferro, em que tanto nas primeiras como nas segundas, procedeu-se à recuperação e recolocação de caixilharias com as medidas indicadas nos desenhos de pormenor (recuperação de puxadores, dobradiças existentes, vidros goteiras, guarnições, canais e vedações à cantaria), incluindo a pintura com tinta de esmalte. Ainda nesta fase, executou-se à reparação das grades inseridas nos vãos exteriores, nas quais as suas reparações incluíram a raspagem e de seguida a pintura das mesmas.

Por último, a terceira fase é composta pela execução de trabalhos relativos à colocação do novo sistema de drenagem de águas pluviais constituído por caleiros e tubos de queda em PVC, pintados de acordo com o com o que foi estipulado no projeto e nas especificações do caderno de encargos. De seguida, o último trabalho a ser executado neste edifício foi relativo à reparação das vedações exteriores que incluíram a raspagem, a substituição das peças irrecuperáveis, fixações e pintura com tinta de esmalte, assim como os remates necessários e todos os materiais e trabalhos inerentes de acordo com as especificações do caderno de encargos.

4.3. Modelo de Controlo de Qualidade Praticado nos Casos de Estudo

Neste subcapítulo, pretende-se descrever o modelo de controlo da conformidade praticado nos casos de estudo relativo ao modo como foram efetuados os principais processos de fiscalização relacionados com o controlo da qualidade, uma vez que se trata de um mecanismo fundamental para garantir a conformidade entre os elementos pormenorizados no projeto e o executado em obra. Através do auxílio de fluxogramas e da estrutura das FCC e FCCNC, irão permitir uma melhor compreensão ao leitor sobre os assuntos retratados com o intuito de se perceber a diversidade de procedimentos e das tarefas executadas em obra. Importa referir, que apesar da estrutura das fichas seguirem um modelo de organização objetiva dos pontos mais importantes a registar, a sua elaboração teve como base de sustentação, critérios da aprendizagem adquirida na disciplina de Fiscalização de Obras e também por

interpretação pessoal podendo ser pouco apelativas, ao ponto de serem implementadas em obra posteriormente pelos profissionais do setor, uma vez que estes possuíam outro tipo de metodologia de aplicação durante o seu exercício em termos de trabalho.

4.3.1. Ficha de Controlo de Conformidade (FCC)

Tal como foi referido anteriormente, o ato de executar o controlo da qualidade numa obra é um mecanismo essencial para que seja garantida a correta execução dos trabalhos em obra, de modo a garantir a correspondência entre o projeto e a execução dos trabalhos em obra.

A prévia obtenção de informação de forma sintetizada dos inícios dos trabalhos, proporciona ao fiscal uma melhor compreensão das atividades a inspecionar e a certificar-se da importância das mesmas no momento do registo de informação no decorrer da execução dos trabalhos em obra. Na prática, estes elementos devem ser realizados com antecedência de maneira a que no início dos trabalhos o fiscal tenha analisado todas as informações críticas do processo de execução em obra que devem ser alvo de inspeção o que de certa forma, faz com que garanta procedimentos de prevenção durante a sua atuação e que permita saber antecipadamente que tipo de trabalhos exigem um maior acompanhamento em obra.

Assim a aplicação das Fichas de Controlo de Conformidade, que na realidade não são mais que "*Checklists* de Controlo", são o suporte essencial para o acompanhamento da obra, nas quais são identificadas todas as informações relevantes a serem verificadas no decorrer de cada atividade, com o propósito de facilitar o ato de inspeção na obra. De salientar, que estas fichas devem apresentar uma estrutura que seja de fácil compreensão, ao qual seja referenciada toda a informação necessária de forma organizada e sintetizada para um fácil desempenho do controlo em obra.

Nas obras que foram alvo de estudo, o autor em conjunto com os vários representantes da empresa foi acompanhando as várias frentes de obra, registando todo o desenrolar dos trabalhos estipulados para controlo, munindo-se das fichas em formato de papel como também do telemóvel para efeitos de registo fotográfico. Depois de verificados todos os detalhes de inspeção, estas fichas são entregues ao diretor de obra que faz a validação da mesma. Se tudo estiver em conformidade, as Fichas de Controlo de Conformidade são anexadas em arquivo junto dos restantes documentos da obra. Na Figura 4.16, pode-se observar o modelo correspondente à ficha de controlo aplicadas nos casos de estudo.

Ref.ª	**FICHA DE CONTROLO DA CONFORMIDADE**				LOGÓTIPO
	Estrutura de Madeira ☐	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☐	Receção de Materiais ☐	
	Revestimento de Cobertura ☐	Alvenaria - Reboco ☐	Relógios e Sinos ☐		
	Caleiros e Tubos ☐	Alvenaria - Pintura ☐	Cruzes ☐		

Identificação	Empreendimento:		Rubrica
	Dono de Obra:		
	Obra/Empreitada		
	Empreiteiro:		
	Sub-Empreiteiro:		
	Fiscalização:		
Procedimentos / Operação		Registo Fotográfico:	
Quadro de Actos		I / II / III / IV	
	Início:		
	Fim:		
Referências de Projecto	Condições Técnicas:		
	Peças Desenhadas:		
	Caderno de Encargos:		
	Item M.T.Q.:		

ITEM	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	INSPECÇÕES (LOCAL / ATOS) — LOCAL / ATOS ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV	MEIOS DE CONTROLE (visual, documental, medição)	PARÂMETRO DE CONTROLE (Sim / Não / Certificado de Qualidade /Contagem / Ficha técnica de produto / Guia de transporte / FCC / Caderno de encargos)	REGISTOS E RESULTADOS
			C/NC/AC/NA | C/NC/AC/NA | C/NC/AC/NA | C/NC/AC/NA			
1.	**Mão-de Obra**					
2.	**Equipamento**					
3.	**Equipamento de Segurança (EPI'S)**					
4.	**Receção de Materiais**					
5.	**Execução da Tarefa**					
5.1	**Condições Ambientais**					
5.2	**Preparação do suporte**					
5.3	**Inspeção da Tinta na Lata**					
5.4	**Preparação da Tinta para aplicar**					
5.5	**Técnica de Aplicação da Tinta**					
5.6	**Esquema de Pintura**					
5.7	**Armazenamento**					
5.8	**Limpeza de ferramentas**					
5.8	**Falhas Frequentes**					
6.	**Observções**					
7.	**Autenticação**					

Data:		Rubrica
Hora:		
Fiscal:		
Arvorado:		

Legenda: C - Conforme; NC - Não conforme; AC - A corrigir; NA - Não aplicável

Figura 4.16 - Modelo da Ficha de Controlo e Conformidade (FCC)

4.3.1.1. Estrutura da Ficha de Controlo de Conformidade

Perante a dimensão e a vasta informação retratada na Ficha de Controlo de Conformidade, optou-se por apresentar a ficha por secções com o intuito de se perceber melhor cada uma delas seguida de uma descrição dos vários campos que as constituem. O exemplo que se analisa corresponde à Ficha de Controlo de Conformidade dos trabalhos relativos às Pinturas.

A primeira secção (Figura 4.17), é composta por quatro campos sendo eles referentes, à referência interna do procedimento da ficha (à esquerda), ao desígnio da ficha e das fases de trabalho a inspecionar (ao centro) e por fim, à identificação da entidade fiscalizadora (à direita).

Ref.ª	FICHA DE CONTROLO DA CONFORMIDADE				LOGÓTIPO
	Estrutura de Madeira ☐	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☐	Receção de Materiais ☐	
	Revestimento de Cobertura ☐	Alvenaria - Reboco ☐	Relógios e Sinos ☐		
	Caleiras e Tubos ☐	Alvenaria - Pintura ☐	Cruzes ☐		

Figura 4.17 - Primeira Secção da FCC (Identificação da FCC)

Na segunda seção (Figura 4.18), são representados os campos relativos à identificação dos vários intervenientes da empreitada, a começar pela identificação do empreendimento/obra, do Dono de Obra, da especificação de intervenção a ser efetuado no empreendimento e por fim os campos relativos ao empreiteiro (adjudicatário), ao subempreiteiro (se for o caso) e ao técnico responsável pela fiscalização da obra, assim como os respetivos campos de rubricas para se proceder à validação da FCC. De referir, que no caso de o representante da parte do empreiteiro (encarregado geral) não estar presente em obra, este possa ser substituído por outro interveniente com responsabilidade na empreitada, constando no organograma da obra e que tenha presença assídua no registo de assinaturas do Plano de Segurança e Saúde (PSS) perante o conhecimento dos responsáveis da equipa de fiscalização.

Identificação			
	Empreendimento:		Rubrica
	Dono de Obra:		
	Obra/Empreitada		
	Empreiteiro:		
	Sub-Empreiteiro:		
	Fiscalização:		

Figura 4.18 -Segunda Secção da FCC (Identificação da Obra e Intervenientes)

A terceira secção (Figura 4.19). é composta por quatro campos, sendo que os primeiros três (lado esquerdo) correspondem aos procedimentos/operações da execução da tarefa representados no mapa de tarefas e quantidades, a ser alvo de inspeção, o segundo representa o quadro de atos ao qual são representadas as datas de inspeção (inicio e fim) e o terceiro é composto pelas referencias de projeto, em particular, as condições técnicas, a identificação das peças desenhadas, pelo caderno de encargos e pelos itens do mapa de tarefas e quantidades referente à empreitada. O último campo a mencionar, é o do registo fotográfico (à direita) que possibilita documentar em termos visuais o progresso construtivo das fases a inspecionar com o intuito de garantir a conformidade das especificações técnicas estabelecidas no contrato da empreitada.

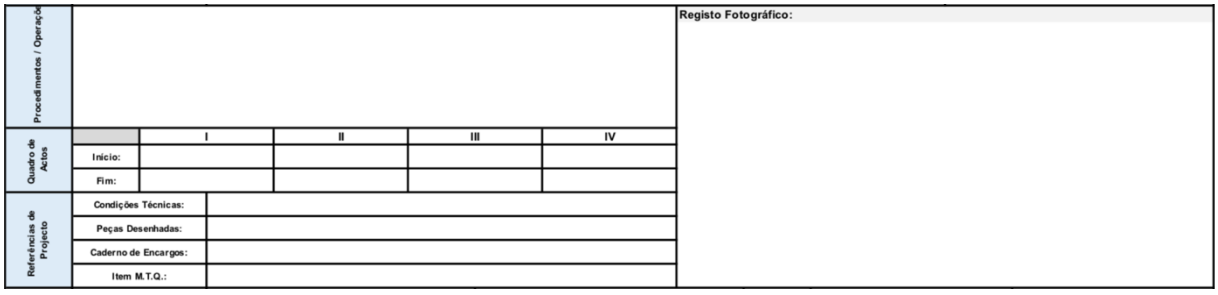


Figura 4.19 - Terceira Secção da FCC (Procedimento/Operações; Quadro de Atos; Referências aos elementos de Projeto; Registo Fotográfico)

A quarta secção (Figura 4.20), corresponde à secção com maior importância da FCC, uma vez que é neste ponto que efetivamente se inicia o controlo de conformidade da tarefa a ser inspecionada. Nesta secção são representados 5 campos e que são caracterizados da seguinte maneira:

- **Pontos de Controle**: identificam os elementos que são alvo de controlo;
- **Verificações**: identifica as especificações/regras a ter em conta em cada ponto de controle no momento da inspeção;
- **Inspeções (Local/Atos)**: identifica o local e o ato da realização da inspeção e o registo ao nível de conformidade ou não das especificações/regras a inspecionar;
- **Meios de Controle**: especifica o tipo de procedimento utilizado para a realização da inspeção podendo ser por meios visuais, com o auxílio de documentação e por medição.
- **Parâmetro de Controle**: permite efetuar um registo rápido da verificação das especificações/regras, selecionando o parâmetro mais indicado para o caso (Sim/ Não/ Certificado de Qualidade/ Contagem/ Ficha Técnica do Produto/ Guia de Transporte/ Caderno de Encargos);
- **Registos e Resultados**: permite registar comentários relativos à realização da inspeção em cada ponto de controle, assim como comentários/notas que sejam pertinentes a ter em conta.

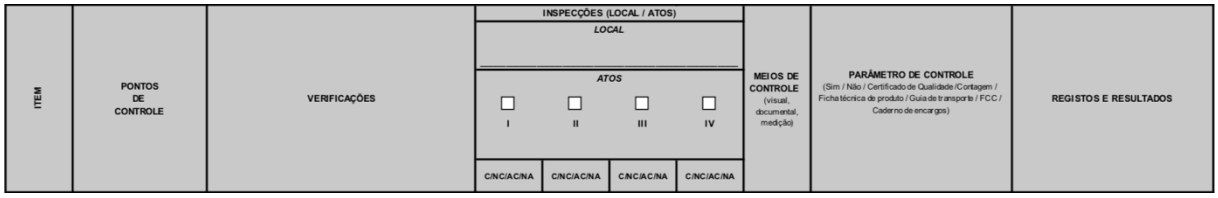


Figura 4.20 - Quarta Secção da FCC (Campo Base)

A quinta secção (Figura 4.21), é representada por 3 campos, dos quais, mão-de-obra, equipamento e EPI'S. No campo referente ao controlo de mão-de-obra, sendo este fulcral para a execução dos trabalhos, pretende-se verificar quantos trabalhadores encontram-se na frente de obra, de modo a cumprir com o planeamento de trabalhos para as diversas fases de intervenção da empreitada. Logo depois, temos o campo referente ao controle de equipamentos no qual se pretende verificar a existência do equipamento necessário que os trabalhadores devem possuir para uma correta execução dos trabalhos. Por último, o campo referente aos equipamentos de segurança (EPI'S) devem ser alvo de controlo, de modo a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores para um melhor desempenho das suas funções em obra, evitando assim o risco de acidentes de trabalho. De salientar que, a responsabilidade das verificações relativas a

estes três campos, e de acordo com as exigências apresentadas no Decreto-Lei nº273/03, estas são aplicadas num Plano de Segurança e Saúde que, perante o enquadramento atual do setor da construção, cabe ao Coordenador de Segurança e Saúde e aos técnicos de segurança em obra.

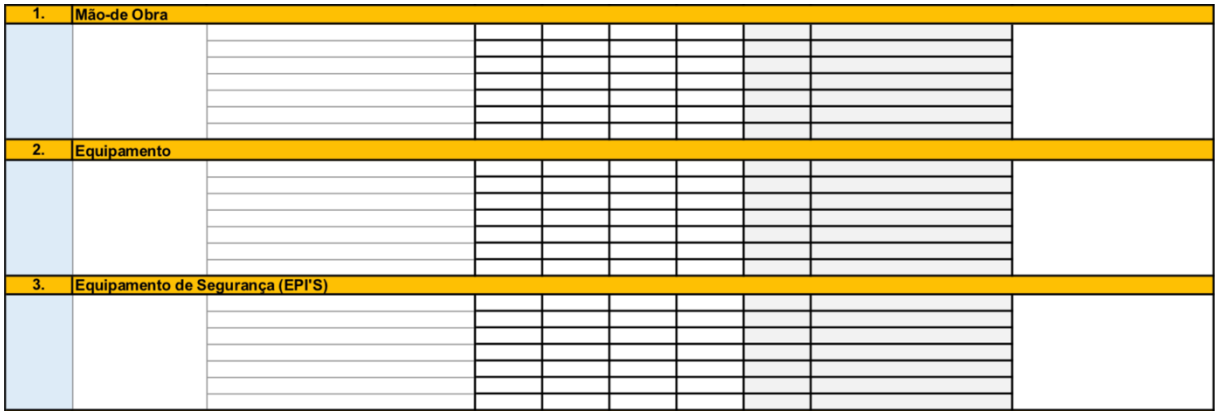


Figura 4.21 - Quita Secção da FCC (Mão-de-Obra; Equipamentos; EPI'S)

Relativamente à sexta secção (Figura 4.22), a receção de materiais, é detalhado o tipo de material necessário para a realização dos diversos trabalhos preliminares, de acordo com a descrição no mapa de tarefas e quantidades. Neste caso, uma vez que que não se trata de uma ficha de receção de materiais, a inserção dos materiais necessárias para a execução dos trabalhos é intuitiva, podendo-se fazer uma avaliação ao nível da conformidade a partir das fichas de receção de materiais. Contudo, é necessária a verificação por parte do técnico fiscal com o intuito de se perceber, a existência de falta de materiais em obra que não tenham sido previamente rececionadas.

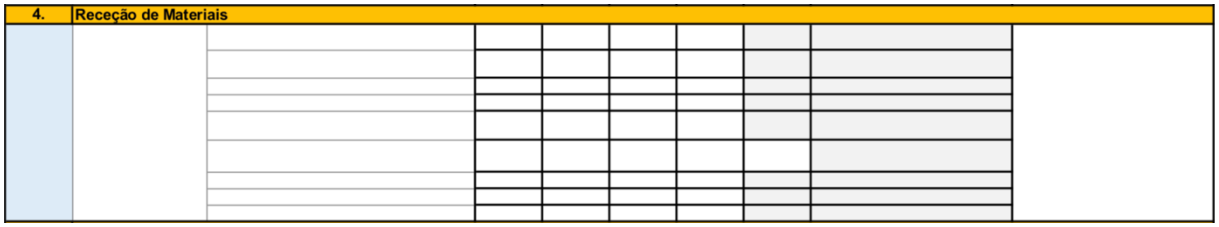


Figura 4.22 - Sexta Secção da FCC (Receção dos Materiais)

Na sétima secção (Figura 4.23), é representado o campo mais significativo e mais extenso da FCC. Trata-se do campo desenvolvido para a inspeção da execução da tarefa em obra. É neste campo que se deve ter em conta, as indicações a realizar de todas as tarefas a serem inspecionadas. Aqui são descritas de forma detalhada, todas as condições tecnológicas sendo elas, as condições prévias, as condições de execução e as condições posteriores a cada tarefa a ser executada. Desta forma, o objetivo pretendido pelo autor, é garantir que as execuções dos trabalhos vão de encontro com as regras de boa pratica, de modo a que seja garantida a qualidade da execução da tarefa.

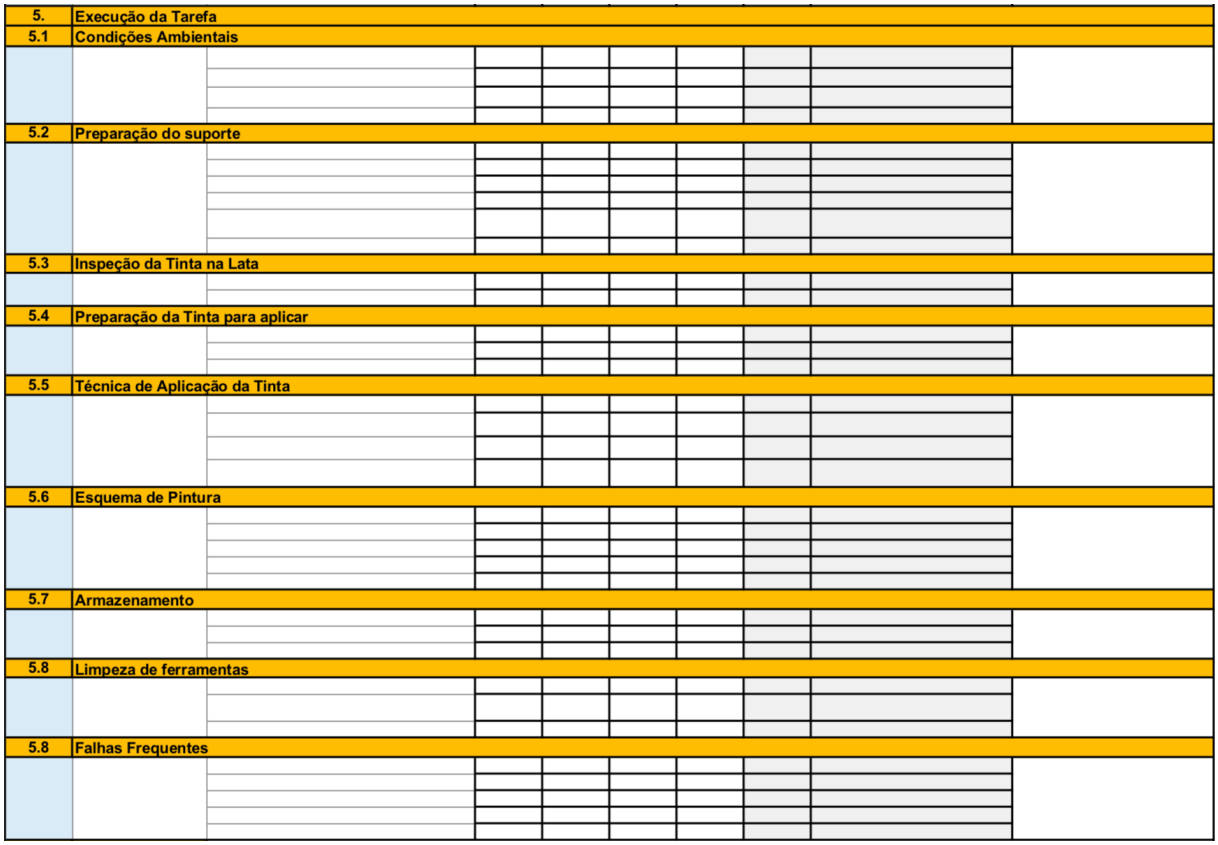


Figura 4.23 - Sétima Secção da FCC (Controlo da Execução de Tarefas)

Na oitava secção (Figura 4.24), são representados dois campos sendo que, o primeiro relativo às observações, para o caso de ser necessário registar algum tipo de informação proveniente da execução de tarefas durante a realização da inspeção. O segundo campo é relativo à autenticação, no qual serve para comprovar a realização da inspeção das tarefas a serem executadas em obra por parte do técnico fiscal procedido de uma assinatura como comprovativo do trabalho efetuado, assim como do representante da parte do empreiteiro, com o intuito de autenticar a intervenção da fiscalização na obra.

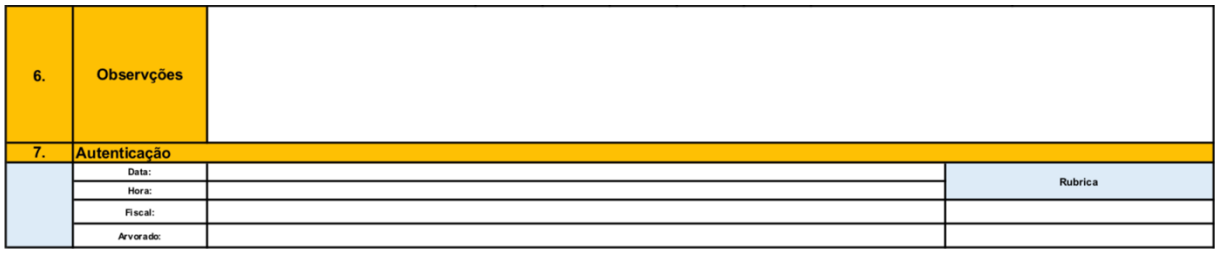


Figura 4.24 - Oitava Secção da FCC (Observações; Autenticação)

Por fim, a nona secção (Figura 4.25), corresponde à legenda da FCC, onde é descrito o significado de cada umas das abreviaturas utilizadas no preenchimento da ficha.

- **C – Conforme**: indica que a tarefa cumpre com os requisitos impostos nas verificações;

- **NC – Não Conforme**: indica que a tarefa não cumpre com os requisitos impostos perante as especificações/regras a si associadas. Numa situação deste tipo, deve ser descrito no campo de "Registos e Resultados" uma nota referente à não conformidade identificada e posteriormente fazer a abertura do registo de uma FCCNC. Após o preenchimento da FCCNC, a tarefa deve ser prontamente retificada com o intuito de prosseguir com o plano de trabalhos;
- **AC – A corrigir**: indica a necessidade de intervenção da tarefa alvo de inspeção. Nestas situações a resolução de intervenção é efetuada num curto espaço de tempo, sem que nada faça interferir com o desenvolvimento dos restantes trabalhos de modo o obter designação de conformidade;
- **NA – Não aplicável**: indica que a tarefa a ser inspecionada não necessita ser alvo de controlo.

Legenda: C - Conforme; NC - Não conforme; AC - A corrigir; NA - Não aplicável

Figura 4.25 - Nona Secção (Legenda)

4.3.2. Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades (FCCNC)

Durante as rotinas de inspeção, as identificações de Não Conformidade em obra podem estar relacionadas com vários aspetos/causas, podendo ser estes associados ao sistema de processos implementados em obra, à segurança, à receção de materiais, etc. Estas causas podem ser muito bem detetadas por qualquer trabalhador, sendo que o registo destas é na maior parte das vezes, da responsabilidade da entidade fiscalizadora se for o caso de haver uma empresa externa a fazer esse tipo de serviço, senão cabe ao diretor de obra delegar aos técnicos qualificados na área do controlo da qualidade da empresa esse tipo de funções, sempre de acordo com os requisitos impostos pelo dono de obra.

Figura 4.26 - Exemplo de uma Não Conformidade (Museu dos Bilros - Vila do Conde)

Durante a inspeção à obra e após a identificação das Não Conformidades, estas são alvo de registo no local, numa ficha de controlo apropriada para esse efeito. O técnico responsável pelo controlo da qualidade da obra, ao verificar que algo não está em conformidade, alerta o encarregado geral da obra sobre o problema, de modo a atuar imediatamente na sua correção e se este ficar resolvido, dá por finalizado o processo de vistoria relativamente a esse problema, senão é aberto um "processo" relativo a essa causa com o preenchimento da ficha de controlo e correção de não conformidade.

Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
	DONO DE OBRA:	OBRA:	
	EMPREITEIRO:	OBRA / EMPREITADA:	
	SUB-EMPREITEIRO:		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO):	LOCALIZAÇÃO:	

ELEMENTO/LOCAL:	REGISTO FOTOGRÁFICO:
ORGÃO / LOCAL :	
DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE:	
ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:	

DATA:	OBS:	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:
DESCRITO POR:	VERIFICADO POR:	RECEBIDO POR (LUSOCOL):

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)	
EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS:	
CORREÇÃO ATÉ:	PROPOSTO POR:

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER:		OBS:	
		CONFORME:	NÃO CONFORME:
RELATOR:	VISTO POR:	VERIFICADO POR:	

Figura 4.27 - Modelo da Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidade (FCCNC)

Entretanto se houver necessidade da elaboração de um relatório de não conformidade a justificar o "porquê" do surgimento do problema/falha, este também deve ser anexado, relativamente à especialização dos trabalhos em causa. Estes documentos de obra são depois arquivados na base de dados total da empresa, podendo à posteriori ser alvo de estudo dos erros das falhas observadas em todas as obras e com a análise dessa informação na revisão do sistema de gestão estabelecer-se ações de mitigação e prevenção, com o intuito de as mesmas não voltarem a aparecer caso se justifique.

Na Figura 4.28, pode-se observar de modo mais intuitivo, o procedimento relativo à constatação de uma Não Conformidade.

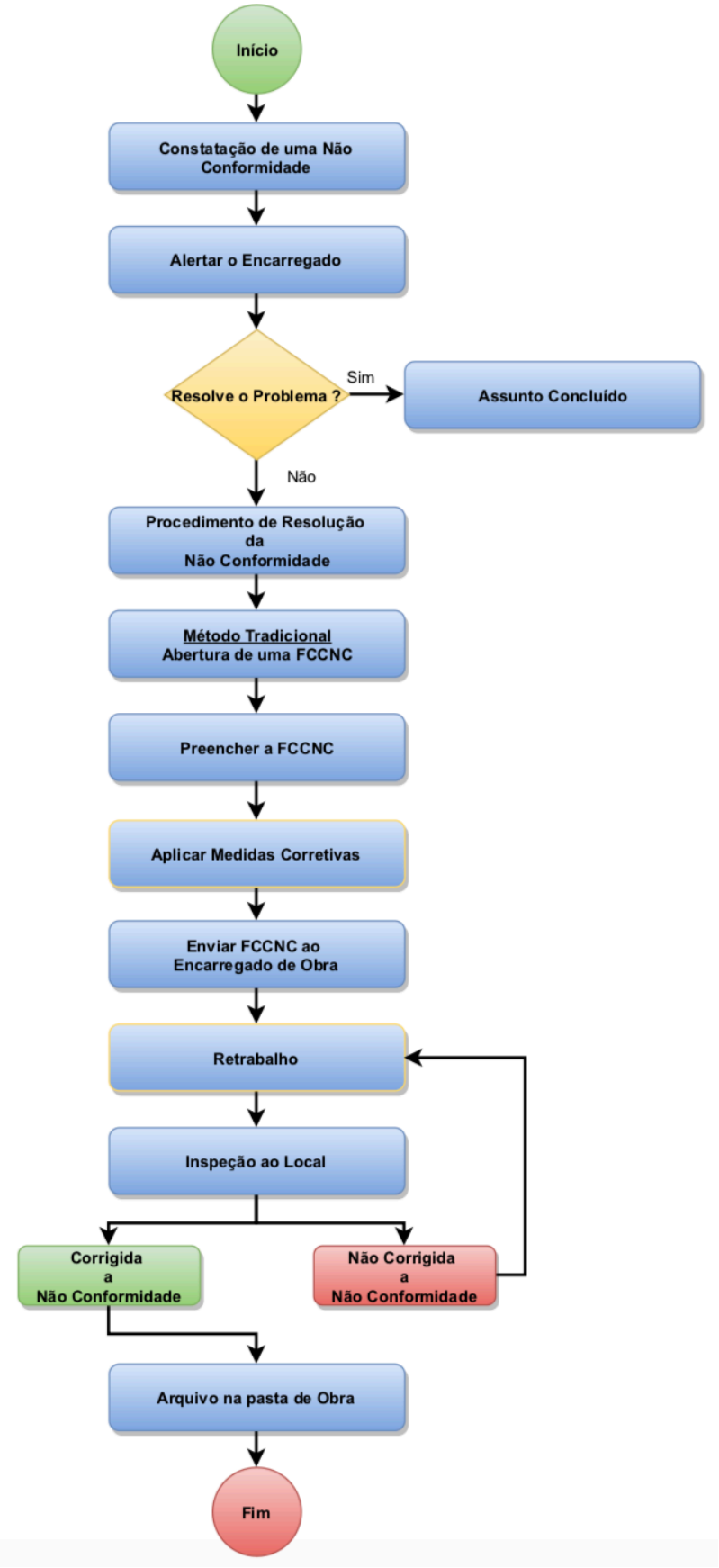


Figura 4.28 - Procedimento da Identificação de uma Causa de Não Conformidade

4.3.2.1. Estrutura da Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades

A utilização da FCCNC é mais intuitiva e de fácil compreensão comparativamente ao modelo da Ficha de Controlo e Conformidade (FCC). Ainda assim, decompõe-se a ficha em 4 campos de modo a descrever o que cada um retrata.

A primeira secção da ficha (Figura 4.29), é composta por quatro campos sendo eles referentes, à esquerda, a referência interna do procedimento da ficha, na centro estão representados as identificações dos vários intervenientes da empreitada, a começar pela identificação do Dono de Obra, do empreiteiro (adjudicatário), do subempreiteiro (se for o caso), e por fim, à identificação da entidade fiscalizadora/técnico. Ainda nesta área, estão identificados os campos relativos à obra em execução, à especificação de intervenção a ser efetuado na obra (empreitada) e por fim a localização da obra. À direita é representado o logótipo da empresa de fiscalização.

Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
	DONO DE OBRA:	OBRA:	
	EMPREITEIRO:	OBRA / EMPREITADA:	
	SUB-EMPREITEIRO:		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO):	LOCALIZAÇÃO:	

Figura 4.29 - Primeira Secção da FCCNC

Na segunda secção (Figura 4.30), é apresentado a descrição da Não Conformidade fazendo referência ao elemento/peça ao qual diz respeito ao local e à data do surgimento da falha. A identificação da Não Conformidade é sustenta pelo registo fotográfico como prova da ocorrência sucedida e também pela árvore de diagnósticos de modo a compreender as causas que levaram ao surgimento da Não Conformidade.

Por fim, o último campo corresponde às assinaturas destinadas à validação do técnico responsável pela fiscalização/identificação da Não Conformidade, do seu superior hierárquico que autentica a Não Conformidade identificada e por último, do empreiteiro (encarregado geral).

ELEMENTO / PEÇA:		REGISTO FOTOGRÁFICO:
ORGÃO / LOCAL :		
DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE:		
ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:		
DATA:	OBS:	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:
DESCRITO POR:	VERIFICADO POR:	RECEBIDO POR (LUSOCOL):

Figura 4.30 - Segunda Secção da FCCNC

A terceira secção (Figura 4.31), são descritas as propostas por parte do empreiteiro, para execução das medidas corretivas ou preventivas após ter sido identificada a Não Conformidade, assim como a data ao qual se propõe executá-las, assinando de seguida como forma de compromisso.

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)	
EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS:	
CORREÇÃO ATÉ:	PROPOSTO POR:

Figura 4.31 - Terceira Secção da FCCNC

Por fim, na quarta secção (Figura 4.32), estão representados dois campos ambos a ser preenchidos pelo técnico encarregue da fiscalização. O primeiro campo corresponde ao parecer da fiscalização, isto é, deve ser descrito de forma sucinta se "aprova" ou "não aprova" a(s) proposta(s) de correção ou de prevenção por parte do empreiteiro, da Não Conformidade identificada. O segundo campo destina-se à verificação do tratamento da Não Conformidade identificada, após a validação da proposta das ações corretivas ou preventivas a executar. Feita a verificação pelo fiscal de obra, este decide se os trabalhos executados estão em conformidade ou não. Se estiverem em conformidade "OK" e procede-se ao fecho da FCCNC, caso contrário "KO".

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER:		OBS:	
		CONFORME:	NÃO CONFORME:
RELATOR:	VISTO POR:	VERIFICADO POR:	

Figura 4.32 - Quarta Secção da FCCNC

4.3.3. Comunicação / Pedidos de Informação

No desenrolar da execução dos trabalhos de uma empreitada, é usual haver troca de informações por parte de todos os intervenientes, de modo a levar a frente de obra a "bom porto". Assim, cabe ao diretor de obra garantir esse estabelecimento de ligações de comunicação de forma clara e definida, para a divulgação e aprovação dos documentos exigidos contratualmente, tais como materiais, equipamentos a incorporar, subempreiteiros, alterações, planos e seus balizamentos, pedidos de esclarecimento, reclamações, aditamentos, autos de medição, etc.

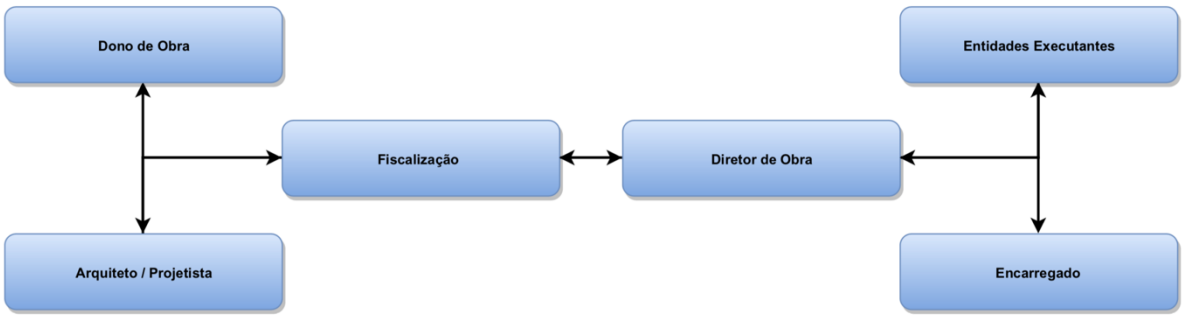


Figura 4.33 - Fluxograma relativo à comunicação dos intervenientes responsáveis pela Obra

Normalmente os pedidos de informação são realizados recorrendo a meios tradicionais nomeadamente, e-mails, chamadas telefónicas e por diálogo presencial. Como é sabido destes três métodos apenas um, o uso de e-mail, permite o registo da comunicação entre os intervenientes. Relativamente aos métodos que não permitem o registo, acabam por se tornar maior parte das vezes, a razão do aparecimento de erros de execução e por conseguinte, é responsável pelo surgimento da reformulação dos projetos e planos de trabalho nas obras de engenharia, tudo isto muitas das vezes por uma deficiente perceção ou transmissão de ideias.

Assim, e não se querendo menosprezar a comunicação verbal realizada do dia-a-dia na obra entre os intervenientes da obra, realizada para pequenos esclarecimentos ou mesmo para um problema de obra inesperado (sendo posteriormente formalizado), nesta obra, a partilha de informação formal necessária à sua devida gestão contratual entre os diversos intervenientes é recorrentemente realizada via *e-mail,* e no qual é confirmada na comunicação de obra onde as duas identidades assinam que tomaram registadas e validada por os respetivos intervenientes, como por exemplo atas de reunião assinadas, para que haja registo, quer de uma aprovação ou rejeição de materiais, equipamentos, ou resposta a pedidos de esclarecimentos, entre outros.

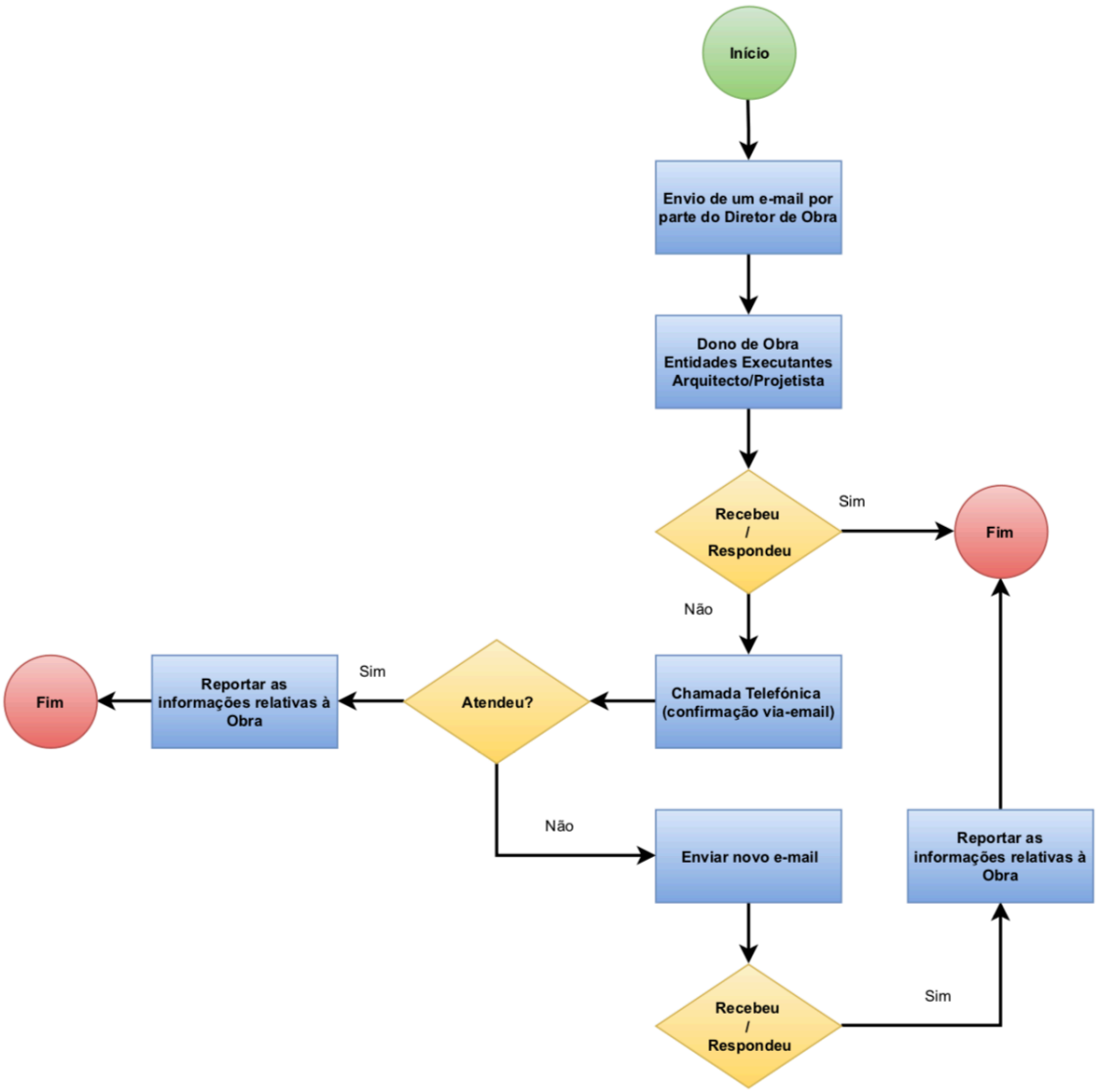


Figura 4.34 - Fluxograma relativo ao procedimento de comunicação via *e-mail*

4.3.4. Registo Diário de Obra

Após o término dos trabalhos delineados para um determinado dia, estes devem ser alvo de registo, nomeadamente, no Diário de Obra, por vezes designado por "Diário de Empreitada", com o propósito de descrever de forma pormenorizada, todas as atividades realizadas em obra. Este registo é composto pelos seguintes campos: Entidades Executantes, Tarefas em Execução, Equipamentos, Mão-de-Obra por Tarefa, Tarefas Finalizadas, Controlo de Presenças e Observações/ Ocorrências.

Este registo é realizado diariamente pelo Encarregado Geral de Obra, com o objetivo de perceber os trabalhos que estão a ser realizados, assim como aqueles que estão por realizar ou aqueles que já foram concluídos. Tudo isto, é realizado em parceria com o auxílio do mapa de trabalhos com a finalidade de se perceber, se a empreitada está ou não a cumprir os prazos a que se propôs. É importante referir, que o aparecimento de qualquer ocorrência que seja fora daquilo que foi planeado no mapa de trabalhos deve merecer o seu registo e avaliação.

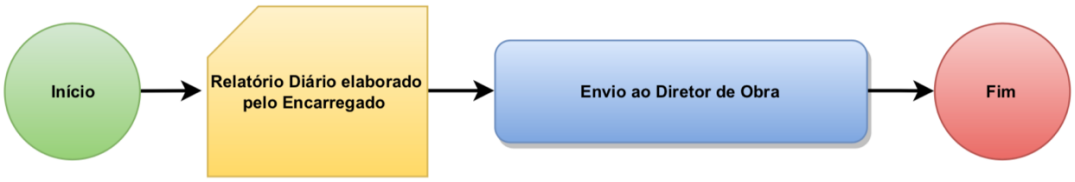


Figura 4.35 - Fluxograma do Registo Diário de Obra

4.3.5. Reuniões de Obra

As reuniões de obra têm como principal fundamento, o debate dos principais assuntos que dizem respeito a alterações ou aprovações do projeto, encontrar soluções para o aparecimento de causas de não conformidades, assim como a realização do planeamento de tarefas a serem executadas na seguinte semana. Deste modo, todos os assuntos anteriormente anunciados, são descritos e registados numa ata própria para o efeito, ata de reunião, no qual é preenchida numa plataforma/formato digital e posteriormente arquivada na pasta da obra.

Estas atas possuem diversos campos que devem ser preenchidos, dos quais, nome da obra, número da ata, data da reunião, tipo de reunião, presenças, local da reunião, registo dos assuntos abordados e tratados, assim como, da recolha de informação/assuntos que sejam necessários abordar numa próxima reunião e por fim a marcação de uma data para uma futura reunião.

De salientar que, se os intervenientes que detenham uma posição de importância na execução da obra não puderam comparecer à reunião, estes devem ser alertados, sendo-lhes enviada por correio eletrónico (e-mail), a ata de reunião desse dia bem como a data da convocatória da próxima reunião.

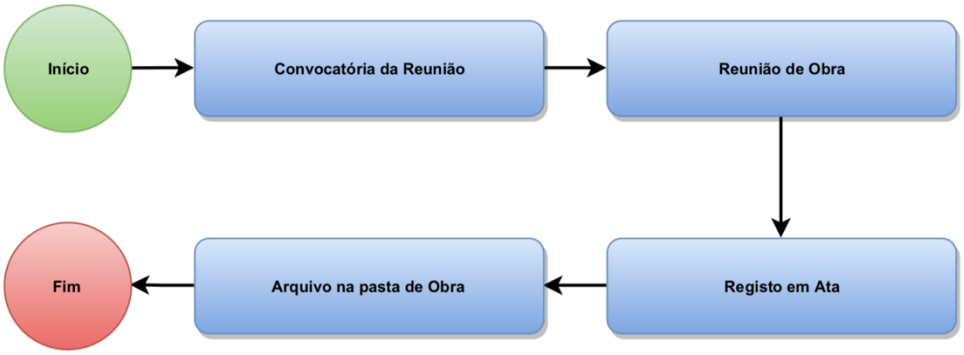


Figura 4.36 - Fluxograma do Procedimento de uma Reunião de Obra

Com esta metodologia abasteceu-se uma base de dados que permite utilizar o método *FMEA* para a identificação de causas de Não Conformidade.

5
APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

5.1. ENQUADRAMENTO

Este capítulo pretende demonstrar o trabalho que foi desenvolvido durante 3 meses pelo autor, nas três obras que foram caso de estudo, nomeadamente a Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos, o Museu das Rendas dos Bilros e na Igreja de Massarelos. As funções desempenhadas pelo autor consistiram em elaborar um plano de Controlo da Qualidade nas obras em que esteve inserido, com o auxílio de Fichas de Controlo e Conformidade (FCC), com o intuito de identificar, possíveis Não Conformidades durante o processo de execução dos trabalhos. Após identificação destas, foram elaboradas e preenchidas as Fichas de Controlo e Correção das Não Conformidades (FCCNC) de modo a determinar as causas e consequências de cada uma, para definir e propor as medidas de correção/prevenção necessárias.

O autor baseou-se na implementação da metodologia *Failure Mode and Effect Analysis* (*FMEA)*, para analisar os graus de risco provenientes de cada uma das Não Conformidades identificadas em obra, determinando os graus de Severidade (S), de Ocorrência (O) e de Deteção (D). A implementação desta metodologia teve como ferramenta de auxílio, *Fault Tree Analysis* (FTA), com o propósito de identificar de modo imediato o percurso das possíveis causas e ocorrências que levaram ao surgimento da Não Conformidade, sendo que posteriormente a partir da análise FMEA fossem recomendadas as medidas corretivas sejam elas de prevenção/mitigação ou de eliminação da(s) falha(s).

5.2. ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES IDENTIFICADAS NOS CASOS DE ESTUDO

5.2.1. NÃO CONFORMIDADES: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS

5.2.1.1. Não Conformidade Nº1

- **Ref.º: _01**
- **Identificação da Não Conformidade**: Fissuração do Teto Interior da Sala de Jantar;
- **Tarefa a Executar:** Execução de reparações de fissuras existentes com pasta de reparação (betume para madeiras) e posteriormente execução da pintura com tinta aquosa acrílica em cor, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Trabalho não executado relativamente à reparação de fissuras existentes no teto da Sala de Jantar;
- **Registo Fotográfico:** Figura 5.1
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências):** Figura 5.2. e Figura 5.3

Figura 5.1 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_01

- **Origem e Causas:** A partir da observação da Figura 5.2, constatou-se que a origem da NC identificada está associada a uma falha por parte do empreiteiro, não estando relacionada com o projeto. O surgimento desta NC após uma análise mais aprofundada, deveu-se ao facto de uma falha na transmissão de informação por parte do encarregado geral juntos dos seus operários, de acordo com os procedimentos das tarefas a realizar, o que traduziu numa negligência (desleixo), uma vez que o encarregado geral perante a conclusão dos trabalhos a realizar de acordo com o planeamento de obra e a especificação do caderno de encargos, não realizou uma vistoria aos trabalhos efetuados para que de seguida fosse registado toda a informação necessária no diário de obra a ser verificado pelo técnico fiscal.

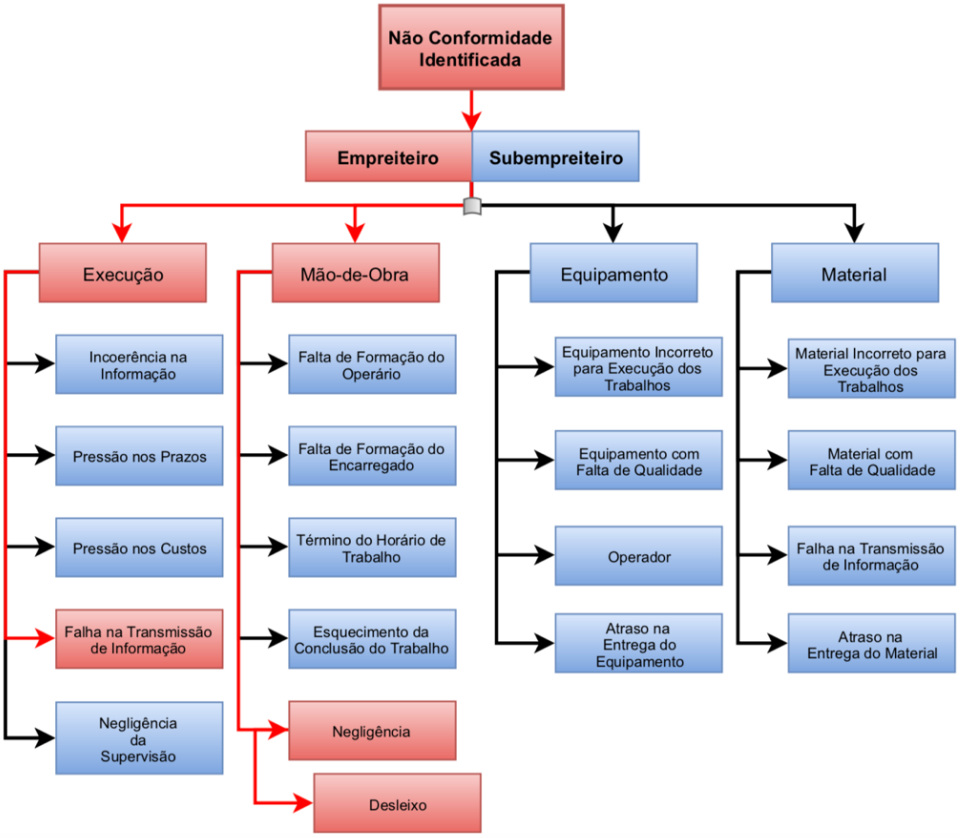


Figura 5.2 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.3, as consequências que levaram a uma aplicação da medida corretiva foram ao nível dos custos e do retrabalho da falha, não afetando os prazos finais, uma vez que se tratava de uma rápida intervenção. A nível tecnológico não influenciou em nada, a não ser a nível estético.

  - Prazo: Não teve influência no prazo final da obra, uma vez que a correção era de fácil execução;
  - Custo: Teve influência nos custos da empreitada, uma vez que foi necessário a intervenção de um operário para a correção da falha;
  - Tecnologia: Não teve influência em relação à tecnologia;
  - Retrabalho: Teve influência no retrabalho, tendo sido necessário a realização de medidas corretivas perante a falha identificada.

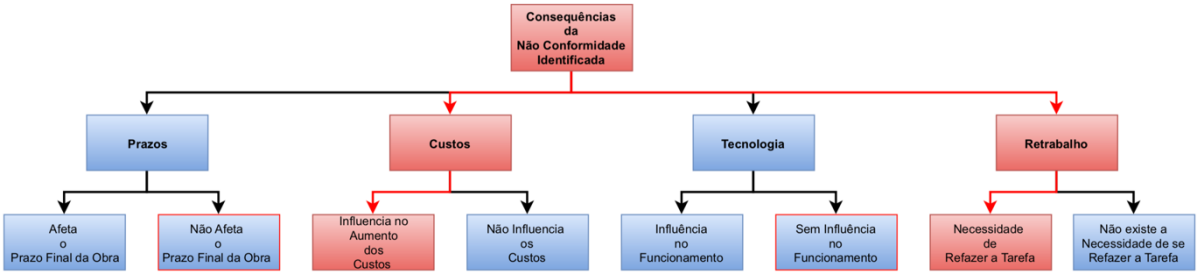


Figura 5.3 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Consequências)

5.2.1.2. Não Conformidade Nº2

- **Ref.º**: **_02**
- **Identificação da Não Conformidade**: Fissuração na Parede Interior da Sala de Jantar;
- **Tarefa a Executar:** Execução de reparações de fissuras existentes com pasta de reparação (betume para paredes) e posteriormente execução da pintura com tinta aquosa acrílica em cor, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Trabalho não executado relativamente à reparação de fissuras existentes na parede da Sala de Jantar;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.4
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.5 e Figura 5.6

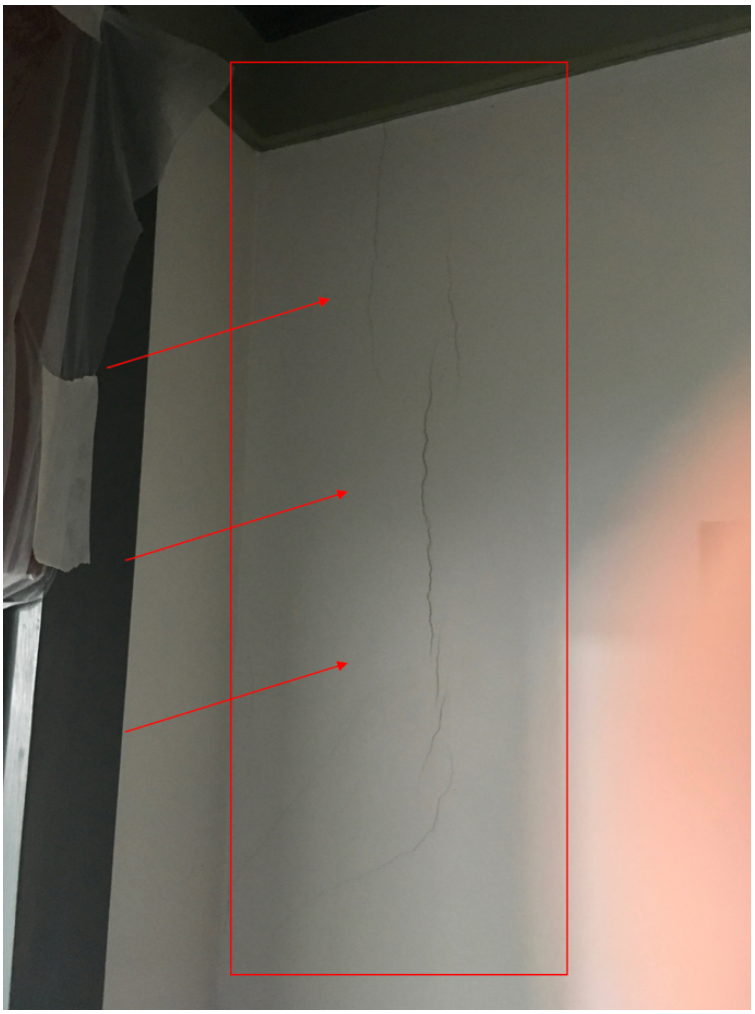


Figura 5.4 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_02

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.5, constatou-se que a origem da NC identificada está associada a uma falha por parte do empreiteiro, não estando relacionada com o projeto. As causas que levaram á constatação desta NC foram iguais à da NC – Ref.º_01.

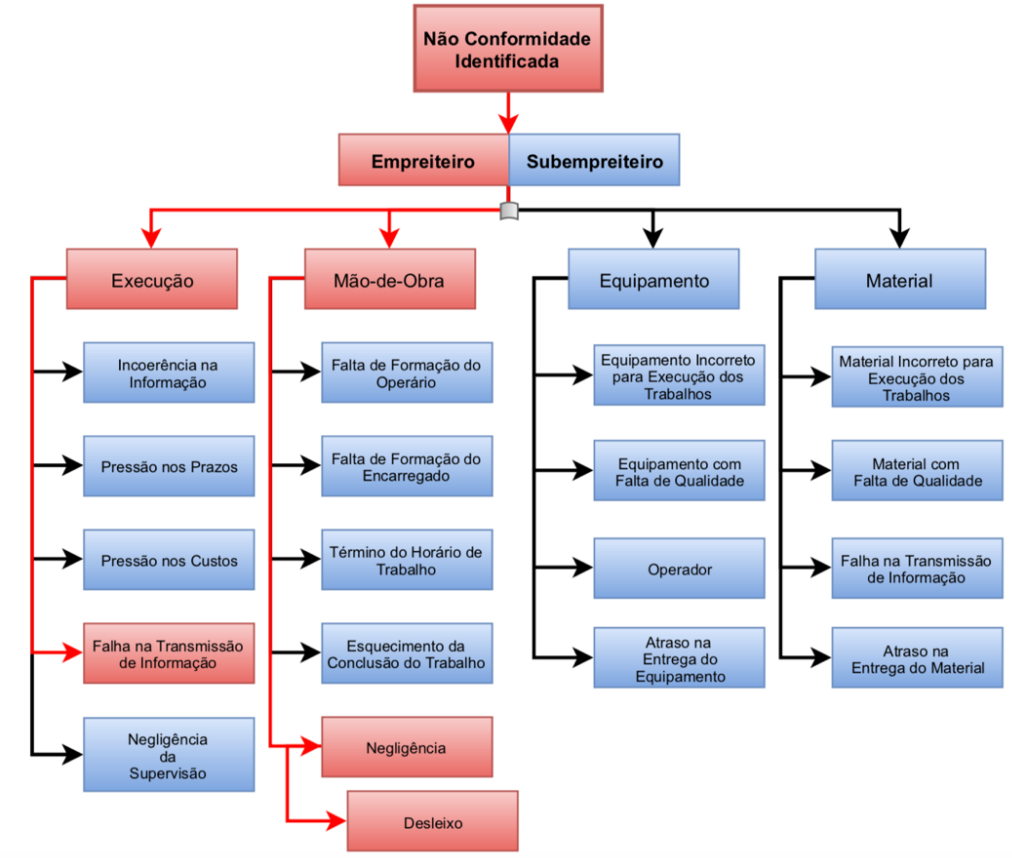


Figura 5.5 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_02 (Origem e Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.6, as consequências que levaram à realização da medida corretiva, foram ao nível do prazo, dos custos e do retrabalho. A nível tecnológico não influenciou em nada, a não ser a nível estético.

  - Prazo: Teve influência no prazo de obra, uma vez que a correção exigiu uma manhã de trabalho de um operário para realização da tarefa de correção, uma vez que lhe estava atribuída uma outra tarefa para realizar;
  - Custo: Teve influência nos custos da empreitada, uma vez que foi necessário a intervenção de um operário para a correção da falha;
  - Tecnologia: Não teve influência em relação à tecnologia;
  - Retrabalho: Teve influência no retrabalho, tendo sido necessário a realização de medidas corretivas perante a falha identificada.

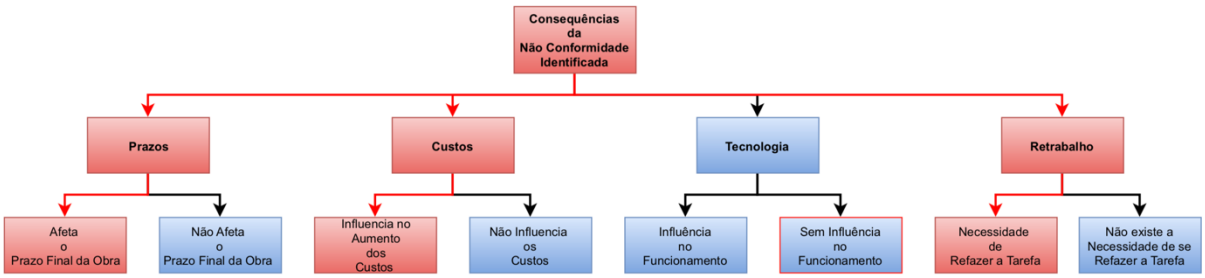


Figura 5.6 - Árvore de diagnóstico: Ref.º_02 (Consequências)

5.2.1.3. Não Conformidade Nº3

- **Ref.º**: **_03**
- **Identificação da Não Conformidade**: Ausência do Tubo de Queda;
- **Tarefa a Executar:** Execução da Montagem do Tubo de Queda para a drenagem de águas pluviais, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Atraso na entrega do material na data prevista;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.7
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.8 e Figura 5.9

Figura 5.7 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_03

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.8, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro devido a uma falha na receção do material, não estando relacionada com o projeto. O surgimento desta NC após uma análise mais aprofundada, deveu-se ao facto de um atraso na entrega do material na data prevista, o que traduziu no incumprimento dos trabalhos a realizar naquele dia.

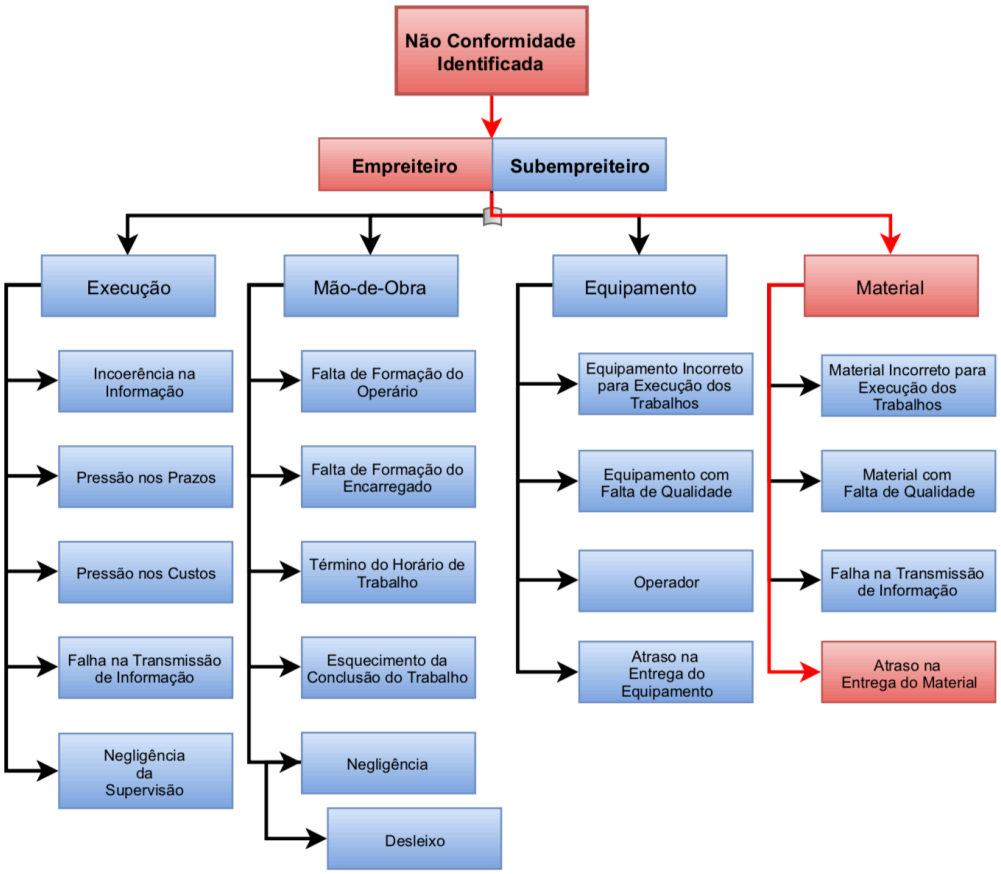


Figura 5.8 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Origem/Causa)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.9, as consequências foram ao nível da tecnologia, uma vez que em termos de funcionalidade da drenagem das água pluviais o seu desempenho é inexistente/defeituoso e ao nível do prazo, razão pela qual foi necessário colocar um operário a realizar esta tarefa, acabando por ter-se que abdicar dos seus serviços numa outra obra que lhe estava destinado.

-Prazo: Teve influência no prazo final da obra, uma vez que o prazo da conclusão dos trabalhos já tinha acabado;
-Custo: Não teve influência nos custos da empreitada;
-Tecnologia: Teve influência em relação à tecnologia, uma vez que não garantia o funcionamento correto na drenagem das águas pluviais;
-Retrabalho: Não teve influência no retrabalho.

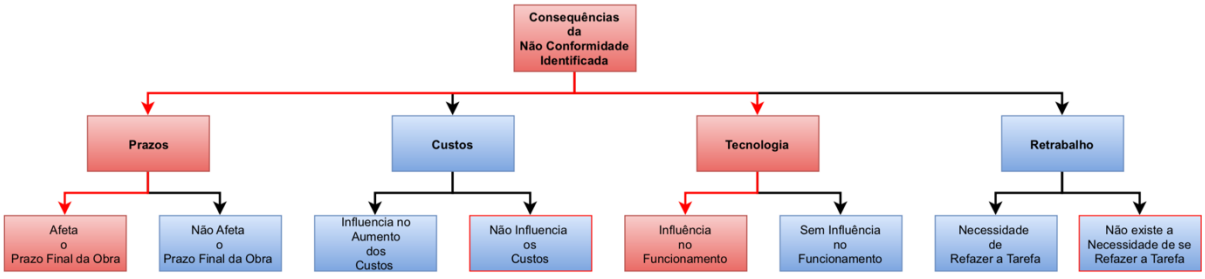


Figura 5.9 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Consequências)

5.2.1.4. Não Conformidade Nº4

- **Ref.º**: **_04**
- **Identificação da Não Conformidade**: Aplicação irregular do betume de alisamento na parede interior junto às escadas;
- **Tarefa a Executar:** Execução de novos rebocos com argamassa anti-eflorescência do tipo "barreira anti-salitre", de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Má execução do operário, na regularização do betume de alisamento na parede interior;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.10
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.11 e Figura 5.12

Figura 5.10 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_04

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.8, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro devido a uma negligência relativa à mão-de-obra, não estando relacionada com o projeto. O surgimento desta NC após uma análise mais aprofundada, deveu-se ao facto de um desleixo na realização da tarefa por parte do operário.

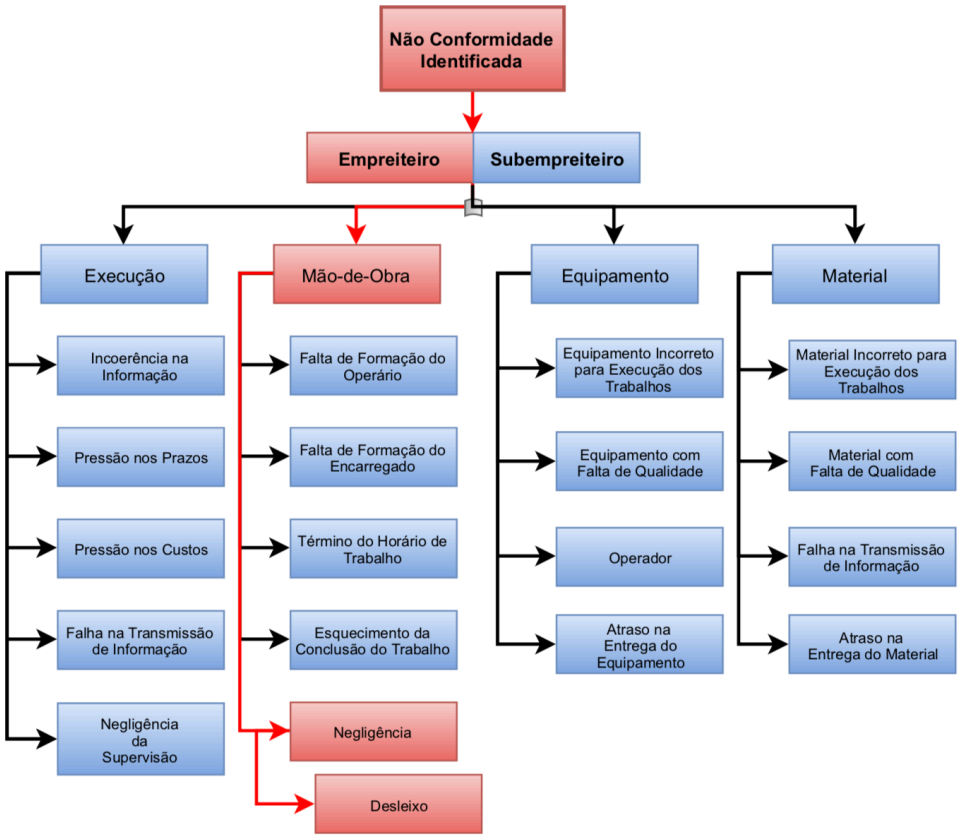


Figura 5.11 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.12, as consequências que levaram à realização da medida corretiva, foram ao nível dos custos e do retrabalho sendo necessária a regularização do betume de alisamento da parede.

-Prazo: Não teve influência no prazo final de obra, uma vez que a realização da tarefa de correção foi de rápida execução;
-Custo: Teve influência nos custos da empreitada, uma vez que foi necessário a intervenção de um operário para a correção da falha;
-Tecnologia: Não teve influência em relação à tecnologia;
-Retrabalho: Teve influência no retrabalho, tendo sido necessário a realização de medidas corretivas perante a falha identificada.

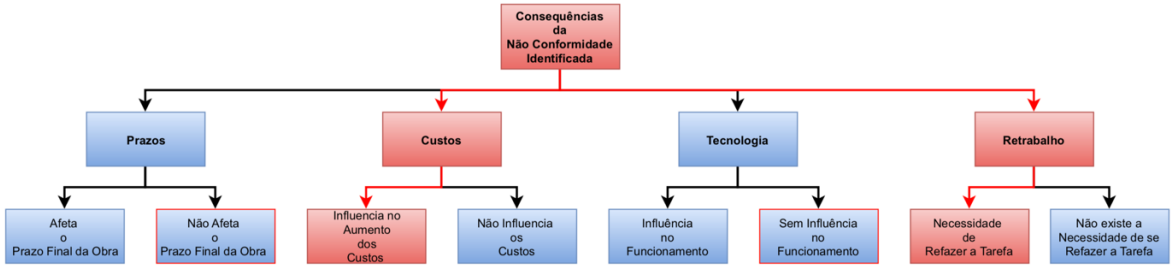


Figura 5.12 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Consequências)

5.2.1.5. Não Conformidade Nº5

- **Ref.º**: **_05**
- **Identificação da Não Conformidade**: Rebocos inacabados em parede exterior;
- **Tarefa a Executar:** Execução de reparação de rebocos e fissuras em paredes exteriores na zona dos aparelhos de iluminação embutidos, com argamassa pré-doseada à base de cal, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Trabalhos inacabados relativos à execução na regularização da parede exterior assim como a execução de reparações de fissuras existentes;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.13
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.14 e Figura 5.15

Figura 5.13 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_05

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.14, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro, não estando relacionada com o projeto. O surgimento desta NC após uma análise mais aprofundada a causa resultou do término do horário de trabalho assim como, de uma negligencia (desleixo) por parte do operário, relativo à correção das fissuras junto do aparelho de iluminação.

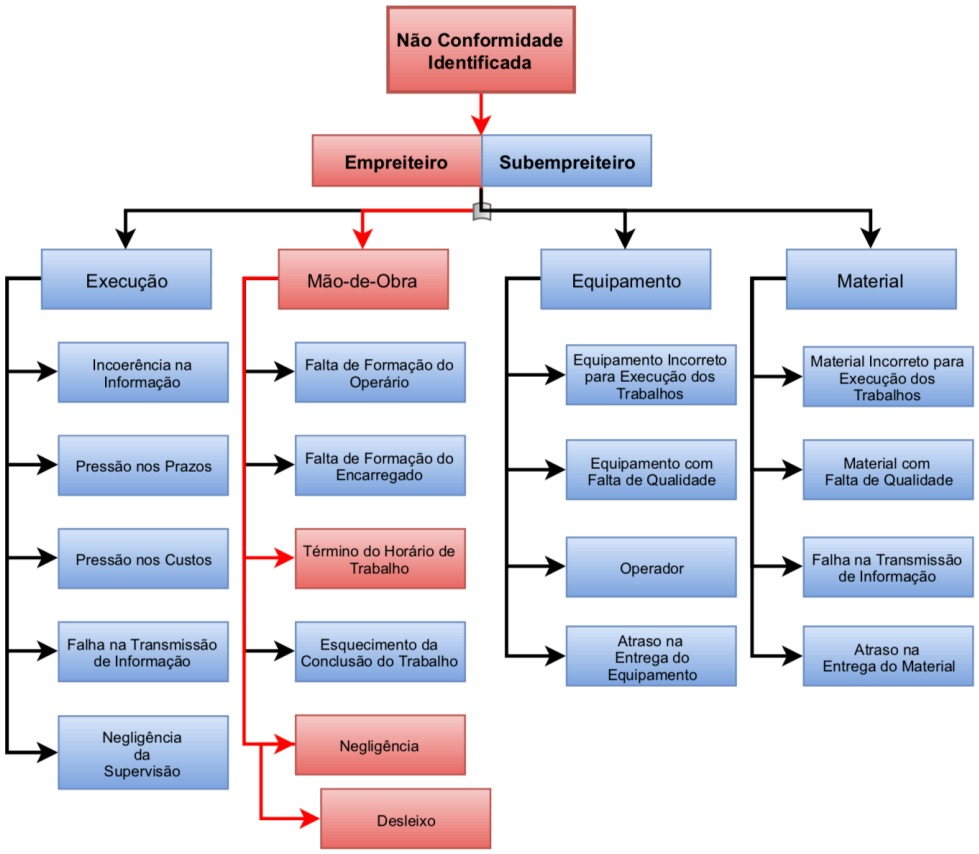


Figura 5.14 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_05 (Origem e Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.15, as consequências que levaram à realização das medidas corretivas, foram ao nível dos custos e do retrabalho sendo necessária nova reparação do reboco assim como das fissuras existentes.

  -Prazo: Não teve influência no prazo de obra, uma vez que a realização da tarefa de correção foi de rápida execução;
  -Custo: Teve influência nos custos da empreitada, uma vez que foi necessário a intervenção de um operário para a correção da falha;
  -Tecnologia: Não teve influência em relação a nível tecnológico;
  -Retrabalho: Teve influência no retrabalho, tendo sido necessário a realização de medidas corretivas perante as falhas identificadas.

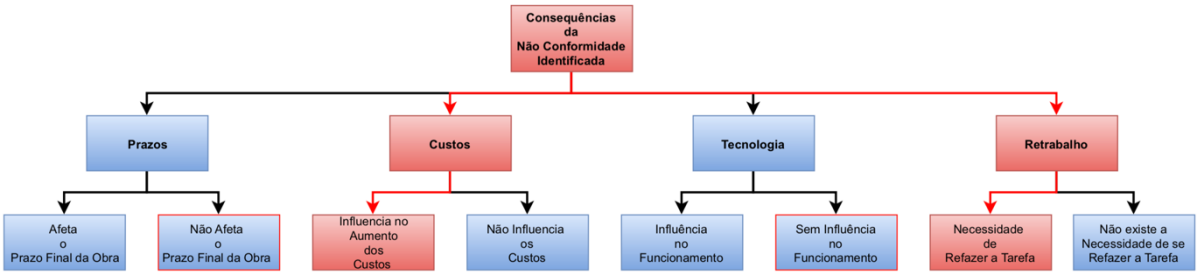


Figura 5.15 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_05 (Consequências)

5.2.1.6. Não Conformidade Nº6

- **Ref.º**: **_06**
- **Identificação da Não Conformidade**: Remoção de graffiti mal acabada em parede exterior;
- **Tarefa a Executar:** Execução da pintura de paredes exteriores com tinta aquosa acrílica em cor, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Má preparação da superfície para a execução de pintura da parede exterior;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.16
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.17 e Figura 5.18

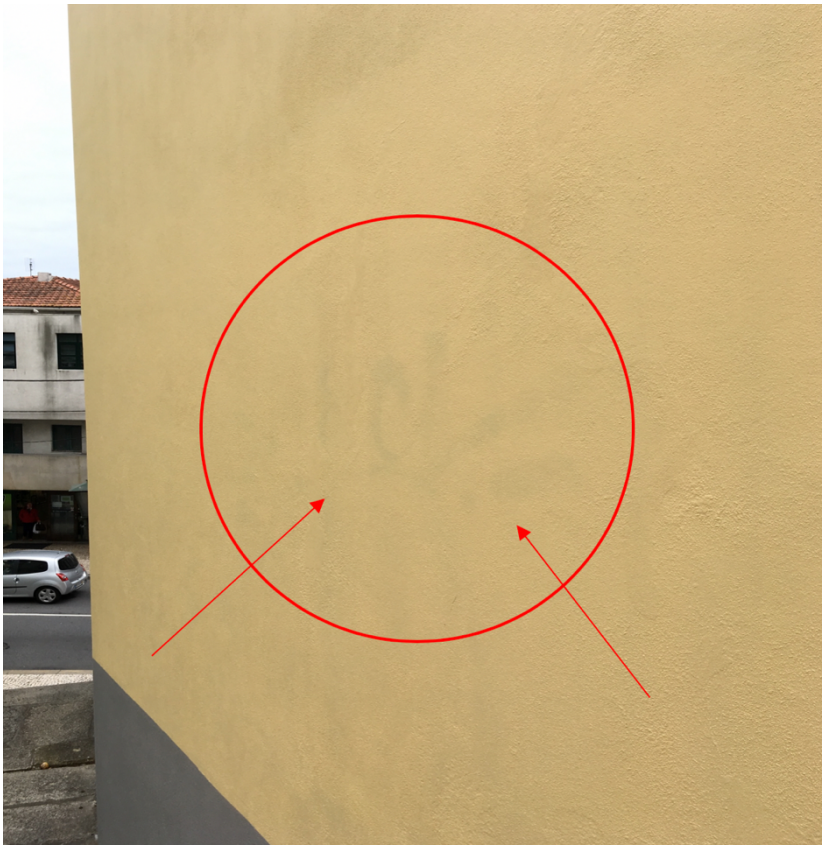


Figura 5.16 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_06

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.17, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro devido à aplicação do material de remoção do graffiti, uma vez que a qualidade do produto relativo à remoção do graffiti não foi eficaz ao ponto de remover a tinta.

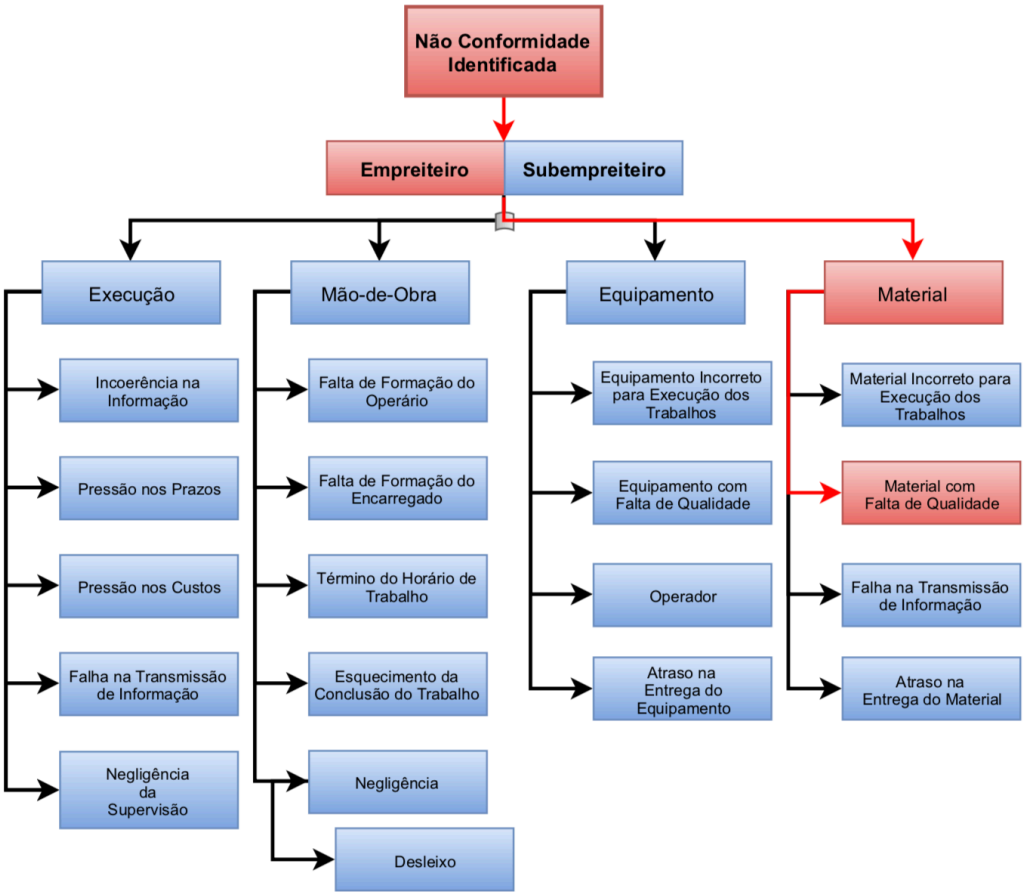


Figura 5.17 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_06 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.18, não houve consequências a reportar uma vez que o retrabalho iria ter custos associados à correção desta falha, sendo que o Dono de Obra preferiu não dar o avale para a realização de trabalhos adicionais.

  -Prazo: Não teve influência no prazo de obra;
  -Custo: Não teve influência nos custos da empreitada;
  -Tecnologia: Não teve influência em relação à tecnologia;
  -Retrabalho: Não teve influência no retrabalho;
  (- Qualidade: Aceitou-se a perda de qualidade).

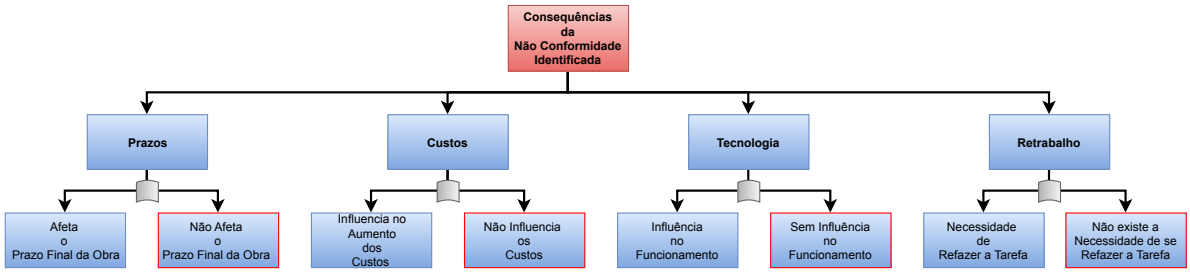


Figura 5.18 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_06 (Consequências)

5.2.2. NÃO CONFORMIDADES: MUSEU DAS RENDAS DOS BILROS

5.2.2.1. Não Conformidade Nº1

- **Ref.º**: **_01**
- **Identificação da Não Conformidade**: Escorrimento da argamassa em parede exterior;
- **Tarefa a Executar:** Execução de decapagem de tinta e reparação de fendas assim como a execução de picagem de rebocos em destaque para a execução de novo reboco com argamassa pré-doseada à base de cal na parede exterior, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: A execução de novo reboco na parede exterior apresentou irregularidades na zona central da parede.
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.19
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.20 e Figura 5.21

Figura 5.19 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_01

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.20, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro, uma vez que a causa resultante foi relativa à falta de formação do operário traduzindo-se depois numa negligência (desleixo). A aplicação da nova argamassa foi realizada numa superfície saturada o que por sua vez resultou no escorrimento de argamassa na zona central. A execução desta tarefa só deveria ter sido realizada, quando a superfície a ser intervencionada reunisse as condições ideais, isto é, dever-se-ia ter prolongado o tempo de secagem da superfície intervencionada.

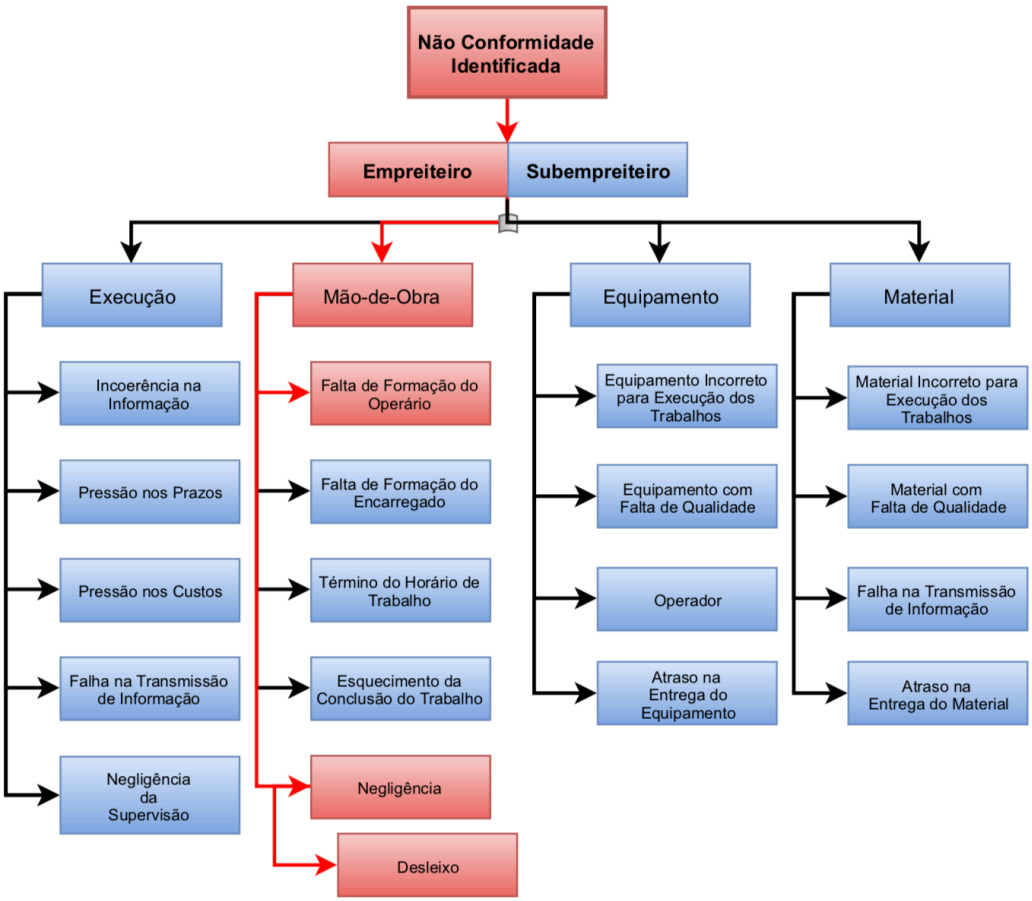


Figura 5.20 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.21, as consequências que levaram à realização da medida corretiva, foram ao nível dos custos e do retrabalho sendo necessária a regularização da superfície. Foi necessário retirar os excessos de argamassa na zona central da superfície para efetuar a regularização da zona afetada.

  -Prazo: Não teve influência no prazo de obra pois a medida corretiva era de rápida execução;
  -Custo: Teve influência nos custos da empreitada, uma vez que foi necessário o serviço do operário para a intervenção da correção da falha;
  -Tecnologia: Não teve influência em relação à tecnologia;
  -Retrabalho: Teve influência no retrabalho, uma vez que foi necessário regularizar a superfície.

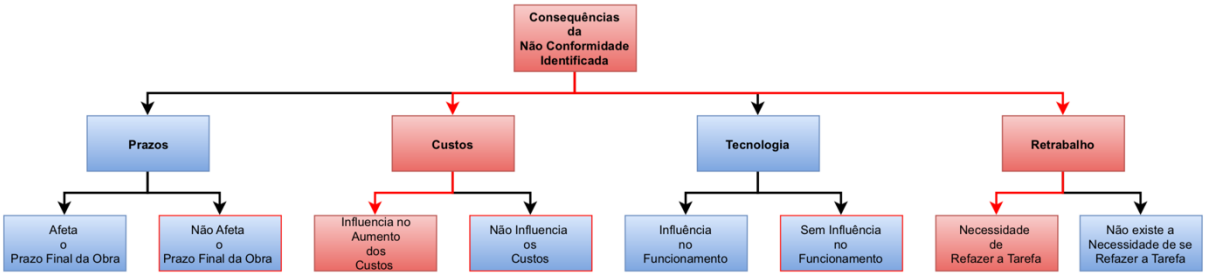


Figura 5.21 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Consequências)

5.2.2.2. Não Conformidade Nº2

- **Ref.º**: **_02**
- **Identificação da Não Conformidade**: Aplicação irregular e inacabada do reboco armado em parede exterior;
- **Tarefa a Executar:** Execução de reboco armado com fibra de vidro em parede exterior, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Má execução por parte do operário na aplicação do reboco armado e respetiva regularização da superfície intervencionada;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.22
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.23 e Figura 5.24

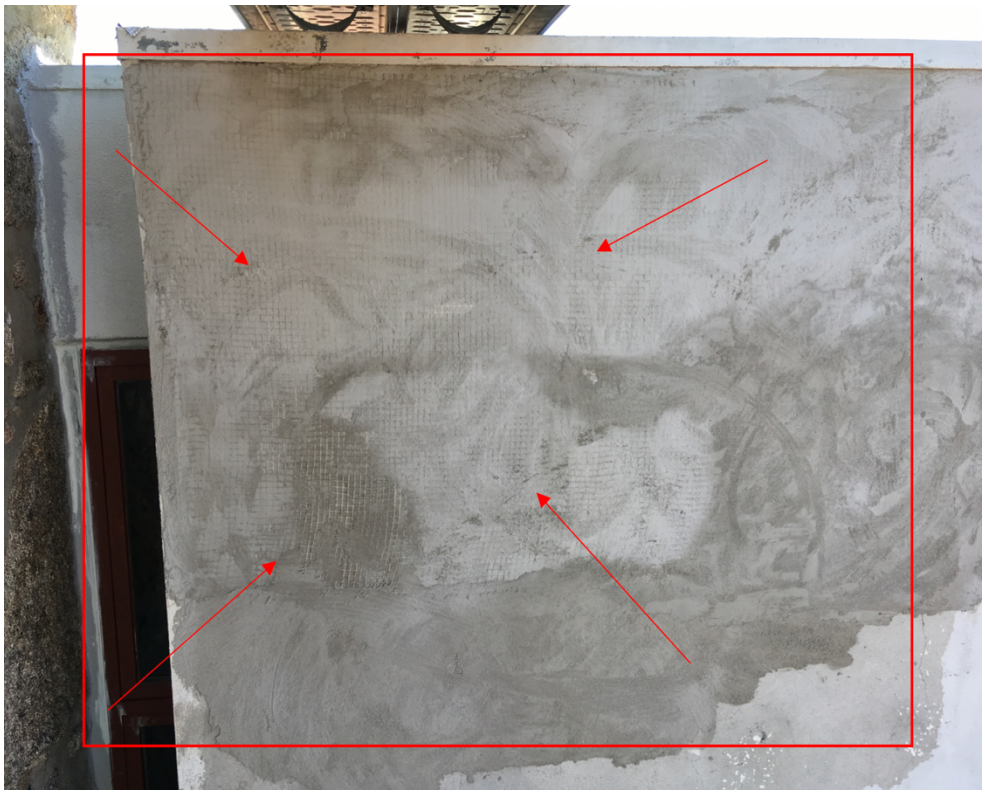


Figura 5.22 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_02

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.23, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro devido a uma negligência do operário na realização da tarefa que lhe foi atribuída. O surgimento desta NC após uma análise mais aprofundada, deveu-se ao facto de um desleixo na realização da tarefa por parte do operário uma vez que a tarefa ficou inacabada, apresentado irregularidades ao ponto de se conseguir observar a fibra de vidro. Outra das causas que levarão ao surgimento desta NC, esteve associada ao término do horário de trabalho.

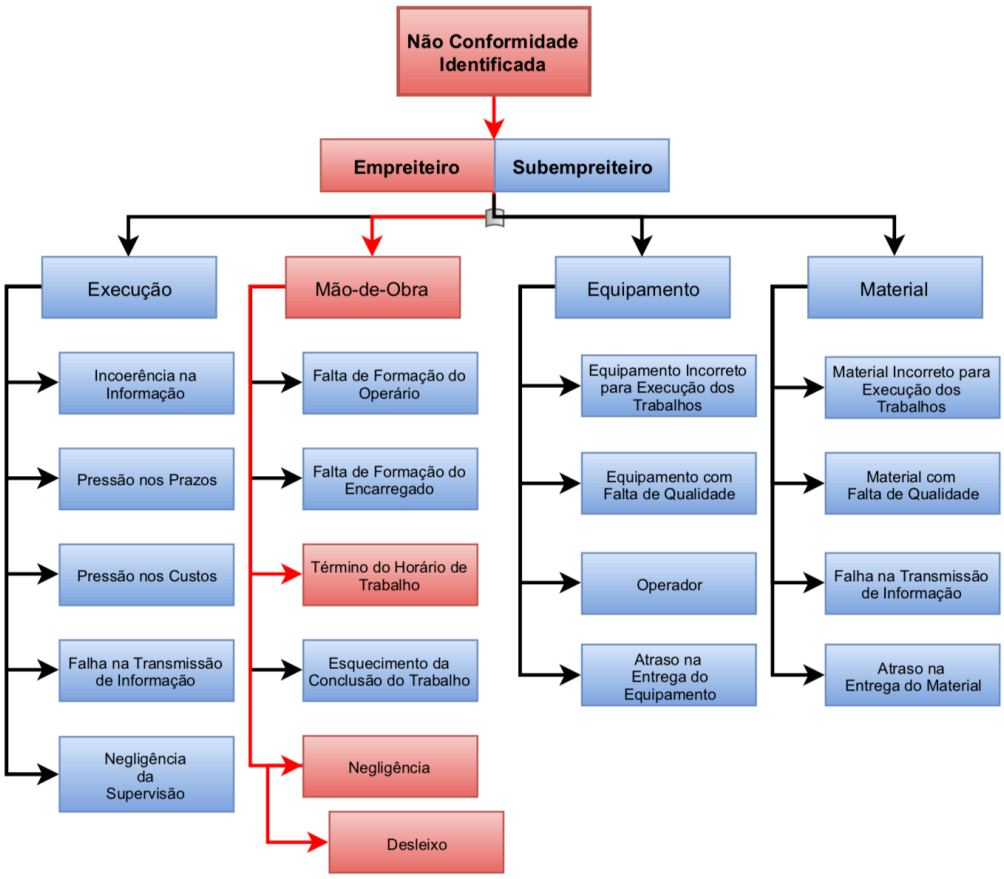


Figura 5.23 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.24, as consequências que levaram à realização da medida corretiva, foram ao nível dos custos, da tecnologia e do retrabalho sendo necessária a regularização da superfície.

  -Prazo: Não teve influência no prazo de obra;
  -Custo: Teve influência nos custos da empreitada, uma vez que foi necessário o serviço do operário para a intervenção da correção da falha;
  -Tecnologia: Teve influência em relação à junção de materiais de suportes diferentes (zona de terraço/dobragem de impermeabilização e platibandas);
  -Retrabalho: Teve influência no retrabalho, uma vez que foi necessário regularizar a superfície.

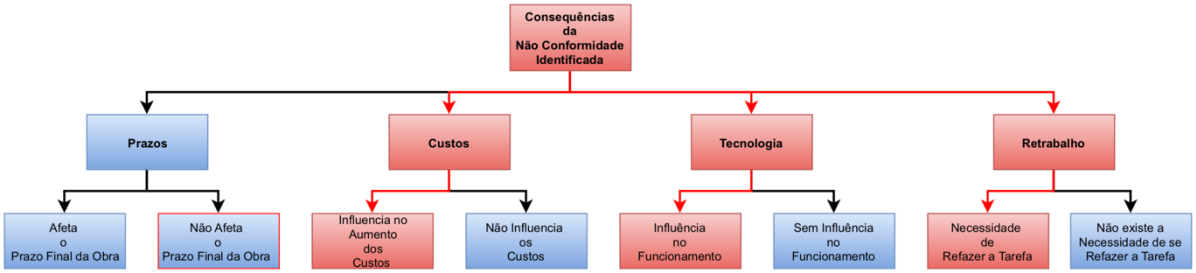


Figura 5.24 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_02 (Consequências)

5.2.2.3. Não Conformidade Nº3

- **Ref.º**: **_03**
- **Identificação da Não Conformidade**: Aplicação da tinta na superfície degradada devido a excesso de humidade;
- **Tarefa a Executar:** Execução da picagem de rebocos em paredes interiores que se encontram pulverizados ou em degradação e a respetiva pintura constituída uma demão de primário e duas demãos de tinta aquosa para interiores, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: A superfície não sofreu nenhuma intervenção ao nível do tratamento da zona degradada devido ao excesso de humidade antes da realização dos trabalhos de pintura, resultando num revestimento com superfície irregular;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.25
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.26 e Figura 5.27

Figura 5.25 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_03

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.26, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro, uma vez que a causa resultou numa negligência por parte do operário, pelo facto de não ter cumprido com os procedimentos adequados para a realizados na zona a intervir.

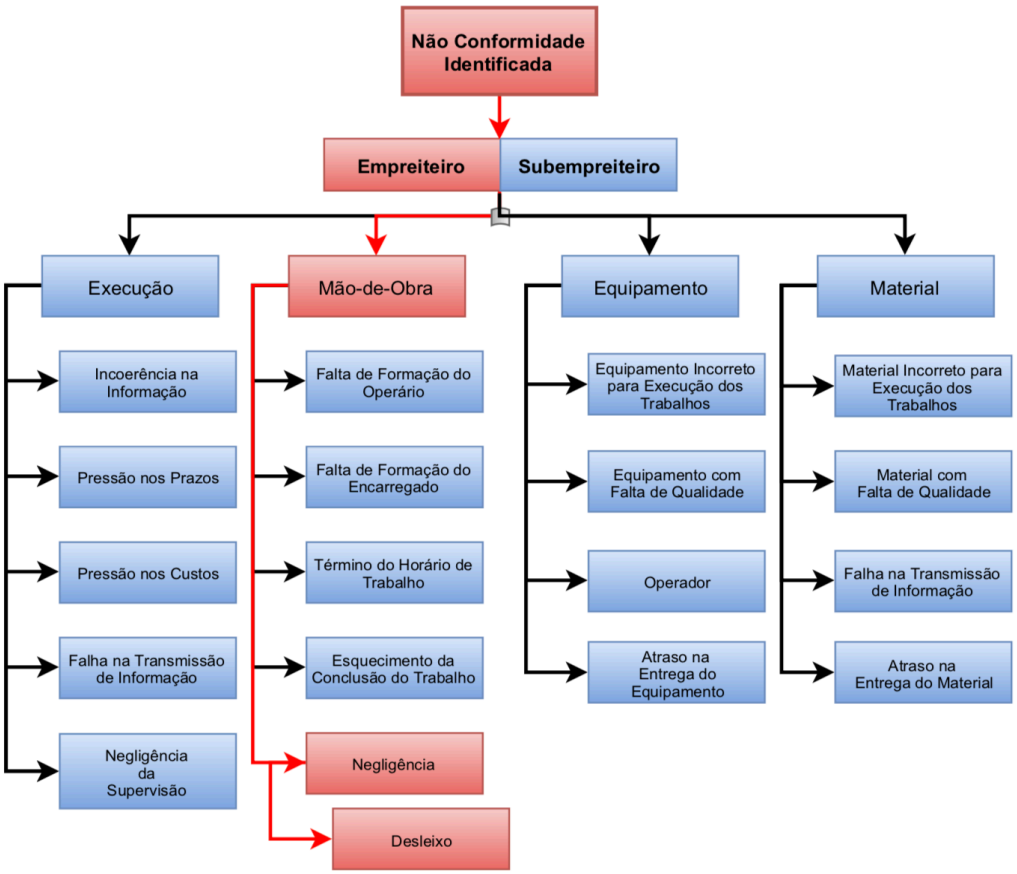


Figura 5.26 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.27, as consequências que levaram à realização da medida corretiva, foram ao nível dos custos, da tecnologia e do retrabalho sendo necessária a regularização da superfície. Foi necessário raspar com uma espátula toda a superfície degrada, com o intuito de se proceder à eliminação da humidade, incluindo a aplicação de um líquido anti-salitre para que no final seja aplicado novo reboco com argamassa anti-eflorescência.

-Prazo: Não teve influência no prazo de obra pois a medida corretiva era de rápida execução;
-Custo: Não teve influência nos custos da empreitada;
-Tecnologia: Teve influência em relação à tecnologia, uma vez que foi necessário o tratamento da superfície relativamente as eflorescências;
-Retrabalho: Teve influência no retrabalho, pois foi necessário regularizar e pintar a superfície.

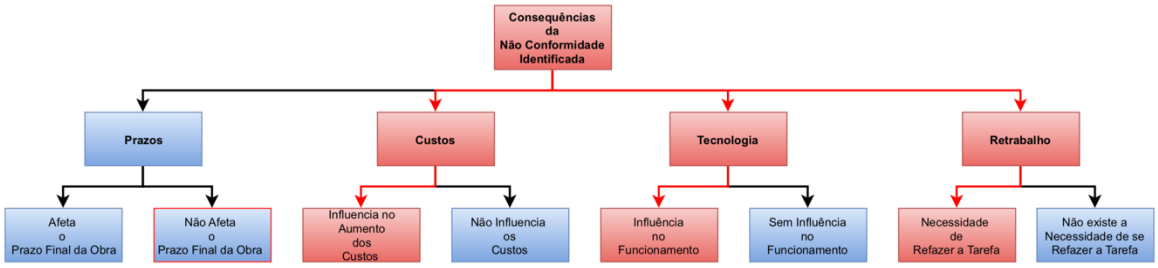


Figura 5.27 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Consequências)

5.2.2.4. Não Conformidade Nº4

- **Ref.º**: **_04**
- **Identificação da Não Conformidade**: Escorrimento de tinta em parede interior;
- **Tarefa a Executar:** Execução da picagem de rebocos em paredes interiores que se encontram pulverizados ou em degradação e a respetiva pintura constituída uma demão de primário e duas demãos de tinta aquosa para interiores, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Escorrimento de tinta após a realização dos trabalhos de pintura, resultando num revestimento com superfície irregular;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.28
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.29 e Figura 5.30

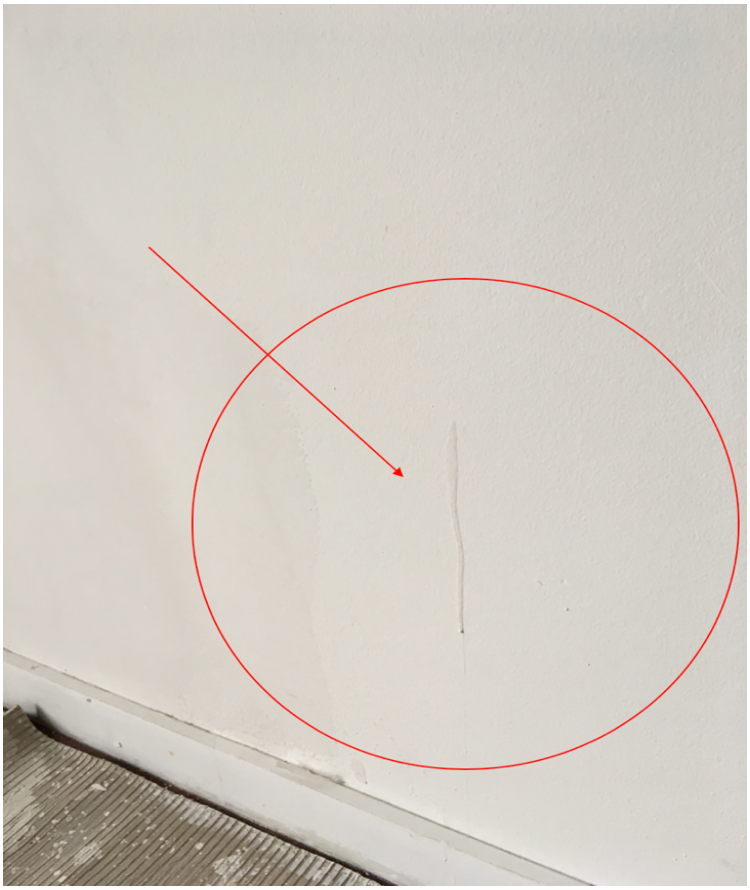


Figura 5.28 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_04

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.29, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro, uma vez que a causa resultou de uma negligencia (desleixo) por parte do operário relativo à pintura da parede interior. Na altura que se procediam aos trabalhos de pintura, o operário aplicou demasiada tinta no rolo acabando por pingar e atingir a superfície. Naquele momento se não aplicou mais nenhuma de mão para regularizar a superfície, acabando por secar e se registar esta falha. Existe também a possibilidade de ter sido acrescentado demasiado diluente à tinta acabando por tornar demasiado líquida sendo um fator a considerar para a ocorrência desta situação.

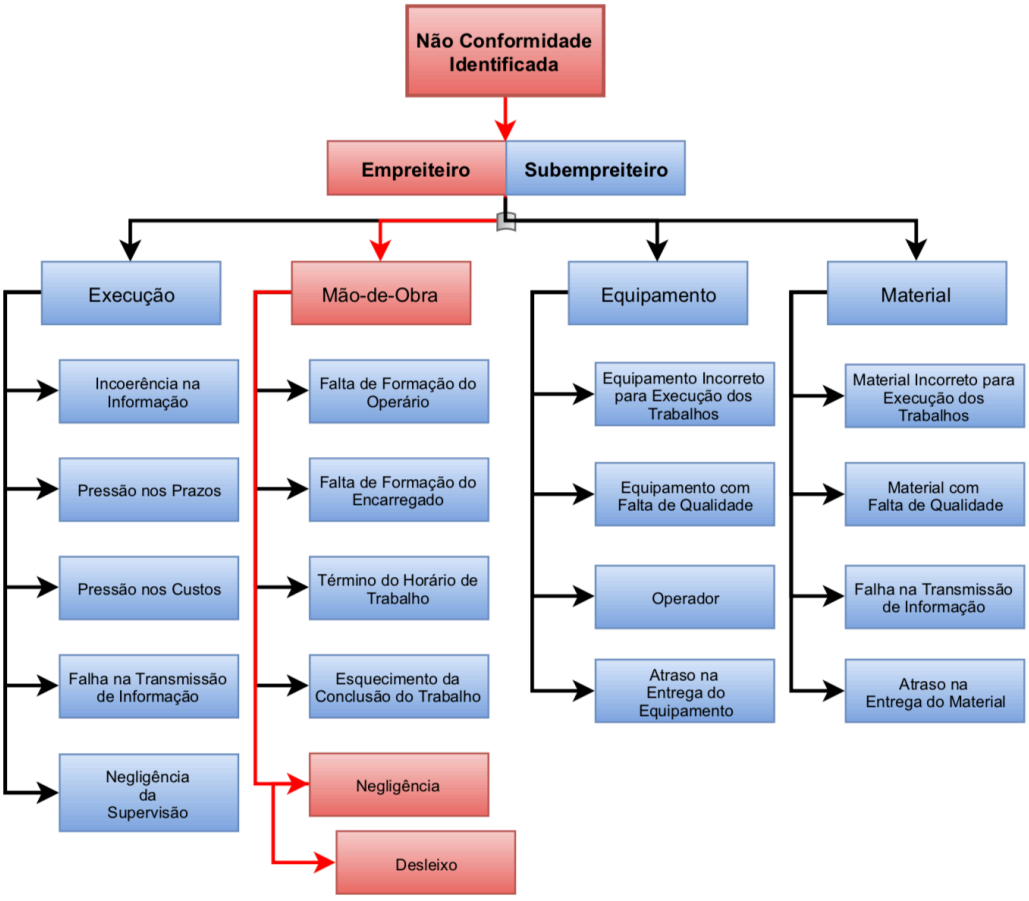


Figura 5.29 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.30, as consequências que levaram à realização da medida corretiva, foram ao nível dos custos, da tecnologia e do retrabalho sendo necessário a regularização da superfície. Uma vez que a tinta estava seca, procedeu-se à lixagem da superfície até ficar uniforme removendo-se de seguida o pó para se pintar novamente.

  -Prazo: Não teve influência no prazo de obra pois a medida corretiva era de rápida execução;
  -Custo: Teve influência nos custos da empreitada;
  -Tecnologia: Teve influência em relação à tecnologia, uma vez que foi necessário a regularização da superfície;
  -Retrabalho: Teve influência no retrabalho, uma vez que foi necessário regularizar a superfície.

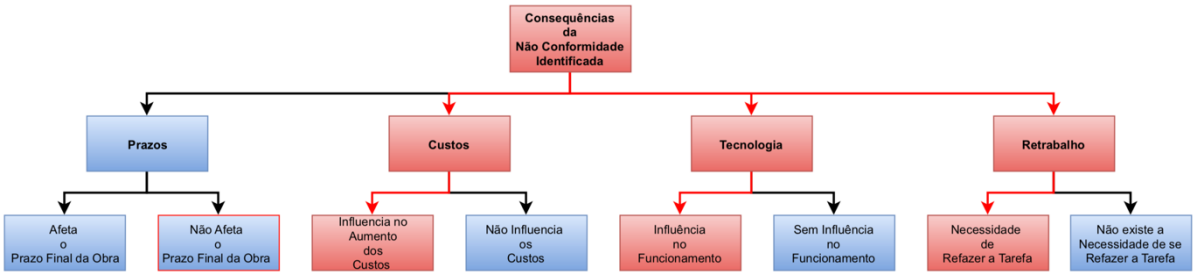


Figura 5.30 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Consequências)

5.2.3. Não Conformidades: Igreja de Massarelos

5.2.3.1. Não Conformidade Nº1

- **Ref.º**: **_01**
- **Identificação da Não Conformidade**: Limpeza do espaço exterior do edifício não efetuada;
- **Tarefa a Executar:** Execução da limpeza geral dos espaços exteriores do edifício após a realização dos trabalhos, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: A equipa de operários da empresa subcontratada para a realização da recuperação dos azulejos não procedeu à limpeza dos resíduos após o término dos trabalhos;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.31:
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.31 e Figura 5.32;

Figura 5.31 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_01

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.32, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao subempreiteiro devido à negligencia (desleixo) dos operários, uma vez que de acordo com as especificações do caderno de encargos, tinham o conhecimento que após a conclusão dos trabalhos é necessário proceder à limpeza dos resíduos.

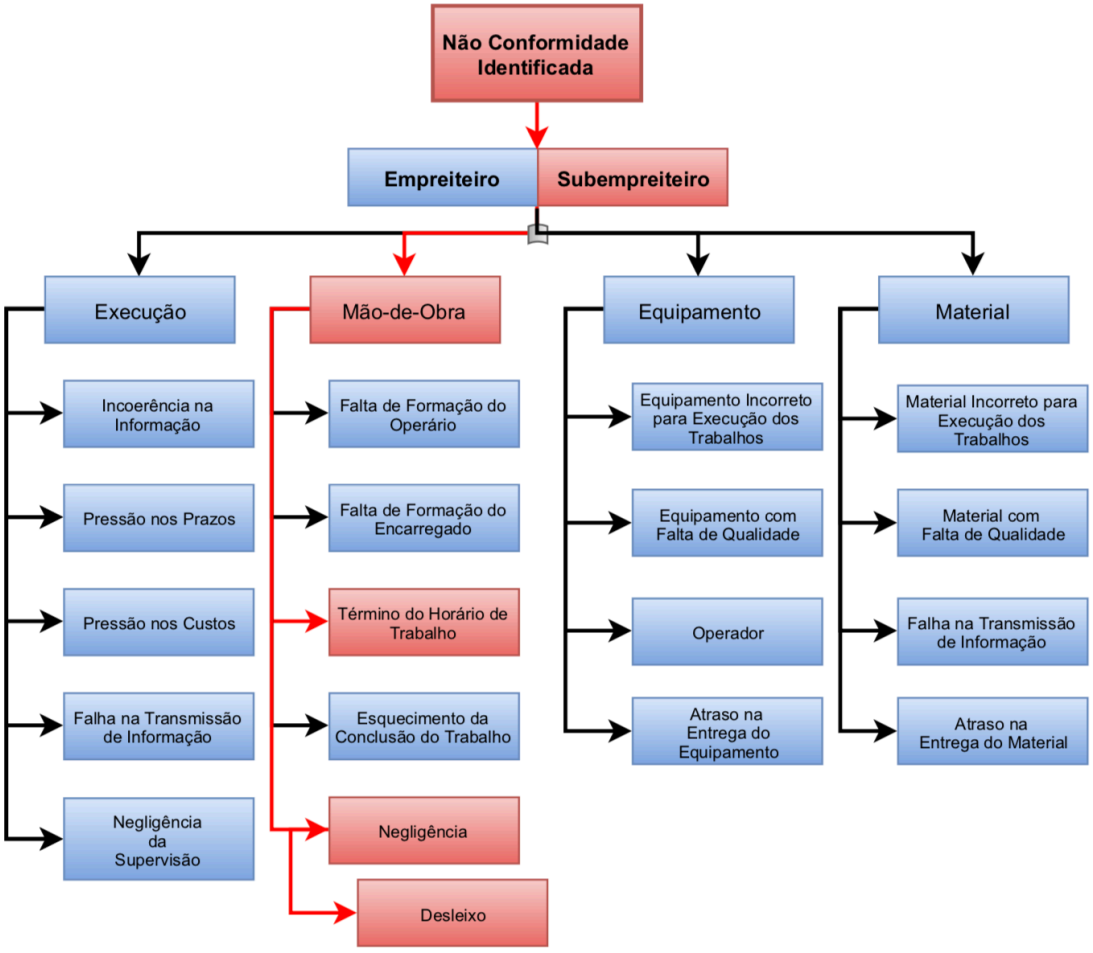


Figura 5.32 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.33, as consequências foram ao nível dos custos e do retrabalho, procedendo-se à limpeza dos espaços exteriores após uma chamada de atenção aos operários de modo a que a situação não voltasse a acontecer.

  -Prazo: Não teve influência no prazo final da obra;
  -Custo: Teve influência nos custos para o subempreiteiro;
  -Tecnologia: Não teve influência na tecnologia;
  -Retrabalho: Teve influência no retrabalho, uma vez que se procedeu à limpeza dos espaços exteriores sendo que se tratava de uma tarefa antecedente.

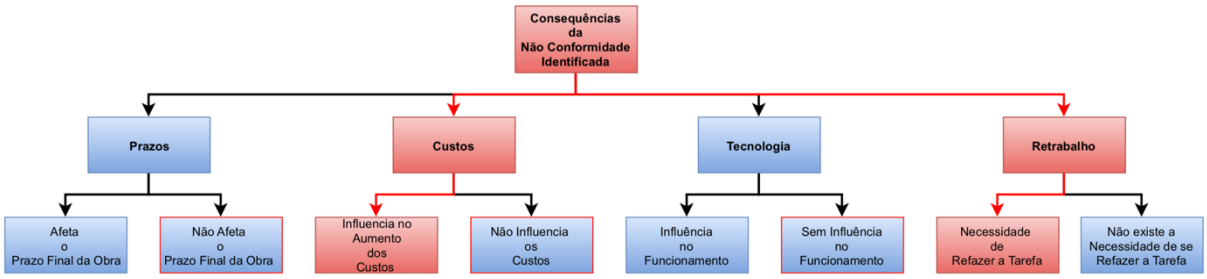


Figura 5.33 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_01 (Consequências)

5.2.3.2. Não Conformidade Nº2

- **Ref.º**: **_02**
- **Identificação da Não Conformidade**: Incorreta colocação dos azulejos;
- **Tarefa a Executar:** Recuperação dos azulejos através de raspagem, limpeza e betumação das juntas, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Incorreta colocação do revestimento cerâmico na fachada principal da igreja, não garantindo a métrica dos restantes cerâmicos envolventes;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.34
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.35 e Figura 5.36

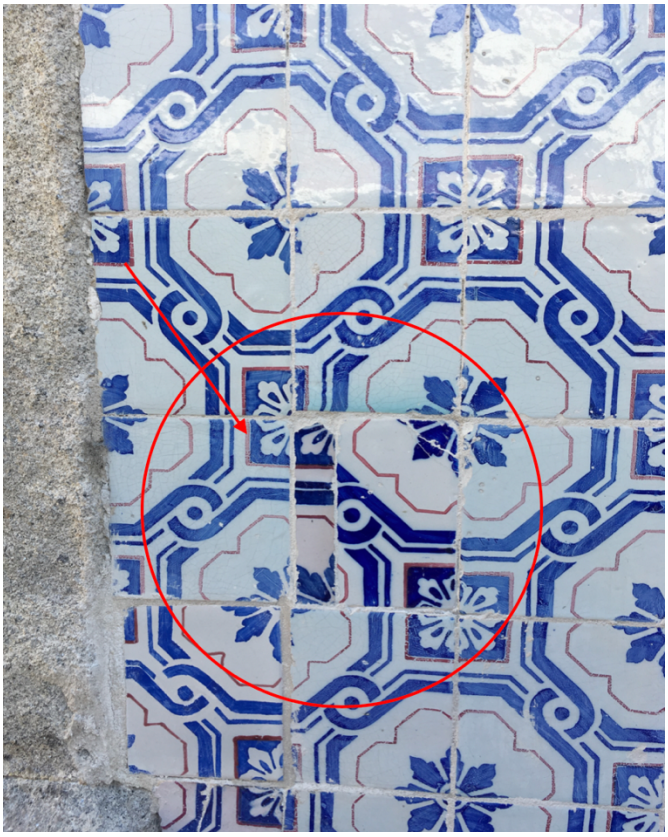


Figura 5.34 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_02 (Origem/Causas)

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.35, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao subempreiteiro, devido à execução e à mão-de-obra. O surgimento desta NC após uma análise mais aprofundada, deveu-se ao facto de o prazo final para a conclusão das tarefas aproximar-se do fim, uma vez que o prazo do aluguer dos andaimes estava a acabar. O aluguer dos andaimes foi realizado pelo empreiteiro que depois de ter tomado conhecimento dos atrasos constantes por parte a empresa subcontratada, comunicou que após o final do prazo de aluguer este teria que ser suportado pelo subempreiteiro, o que levou a um desleixo na realização dos trabalhos finais.

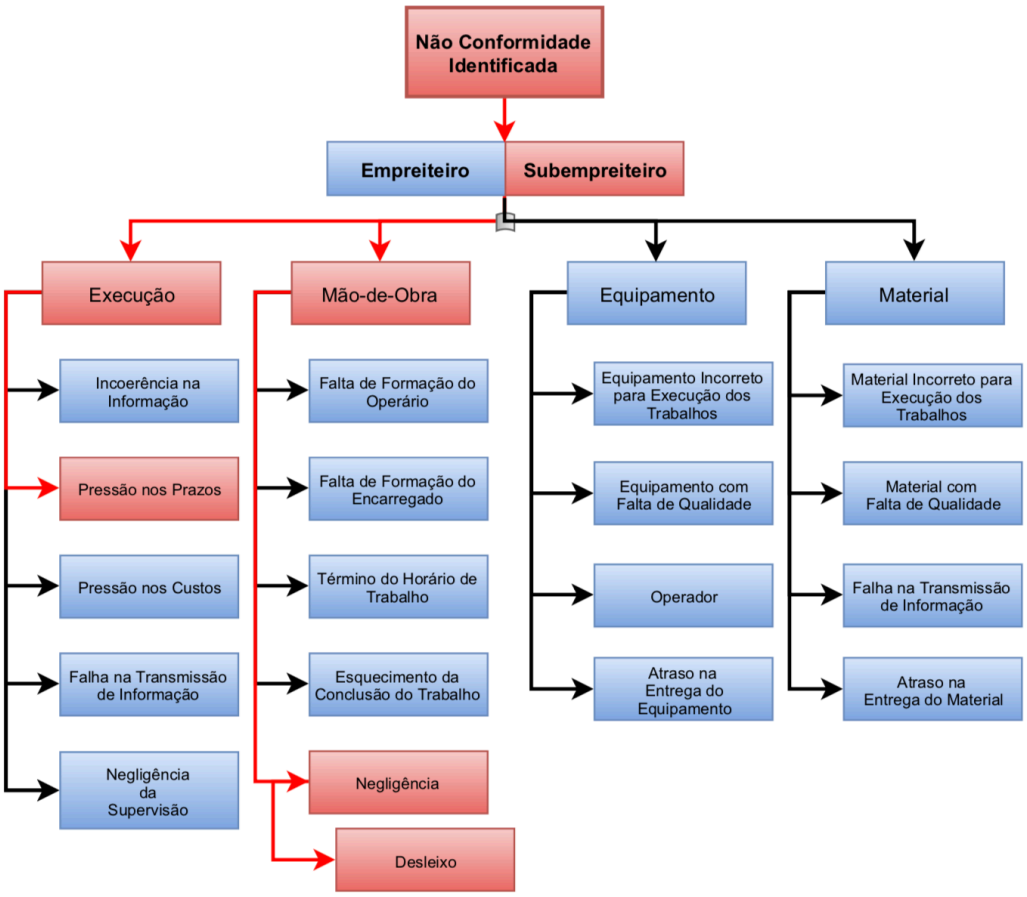


Figura 5.35 - Árvore de Diagnóstico_ Ref.º_02 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.36, as consequências foram gravíssimas em todos os campos, uma vez que foi necessário um retrabalho de todos os azulejos, que não garantiram com as especificações do caderno de encargos, nomeadamente todos aqueles que foram colocados de forma incorreta não garantindo a métrica desejada da colocação, o que acabou por envolver custos adicionais para o subempreiteiro e por conseguinte afetou o prazo final da obra.

  -Prazo: Teve influência no prazo final de obra, uma vez que a recuperação dos azulejos e do retrabalho das medidas de correção impostas pelo Dono de obra, levou mais tempo que o previsto.

-Custo: Teve influência nos custos da empresa responsável pela recuperação dos revestimentos cerâmicos. Foi necessário o aluguer de um andaime móvel para fazer as retificações necessárias dos azulejos que não estavam em conformidade;
-Tecnologia: Teve influência em relação à tecnologia, uma vez que a nível estético foram evidentes as imperfeiçoes ao nível da métrica após o trabalho realizado por parte dos operários da empresa subcontratada;
-Retrabalho: Teve influência no retrabalho, perante a necessidade de se realizar as medidas corretivas das falhas de modo a garantir a métrica.

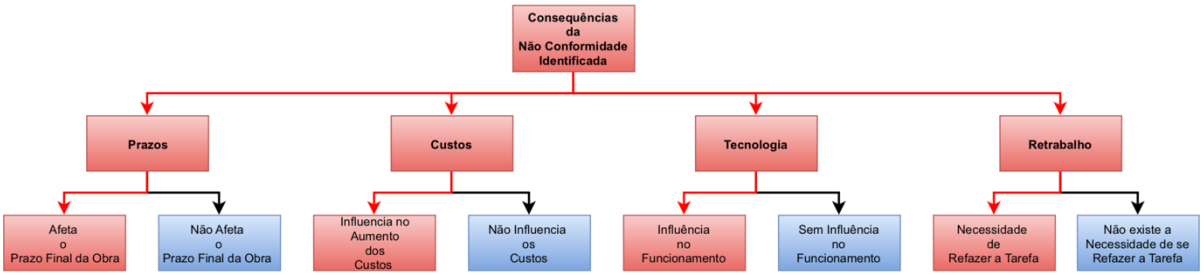


Figura 5.36 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_02 (Consequências)

5.2.3.3. Não Conformidade Nº3

- **Ref.º**: **_03**
- **Identificação da Não Conformidade**: Elemento metálico e estrutura de madeira não substituídos;
- **Tarefa a Executar:** Substituição dos suportes de apoio (estrutura de madeira), nomeadamente ripas e contra-ripas assim como, a colocação de rufos metálicos e todos os acessórios necessários à colocação das telhas, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: Não foi realizada a remoção do rufo metálico e dos elementos de madeira que servem como suportes de apoio nomeadamente as ripas e contra-ripas;
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.37
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.38 e Figura 5.39

Figura 5.37 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_03

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.38, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao empreiteiro sendo que a causa deveu se ao facto do encarregado geral achar que não era necessário a substituição dos suportes de apoio nomeadamente das ripas e contra-ripas por se encontrem razoavelmente bom estado de conservação. Outro fator que pesou nesta decisão relacionou-se com o fim do prazo para a conclusão dos trabalhos relativos à cobertura da igreja, de modo a dar continuidade com o restauro da cobertura da capela-mor. Este fator acabou por se tornar numa negligencia (desleixo) ao nível do discernimento na realização das tarefas de restauro da cobertura.

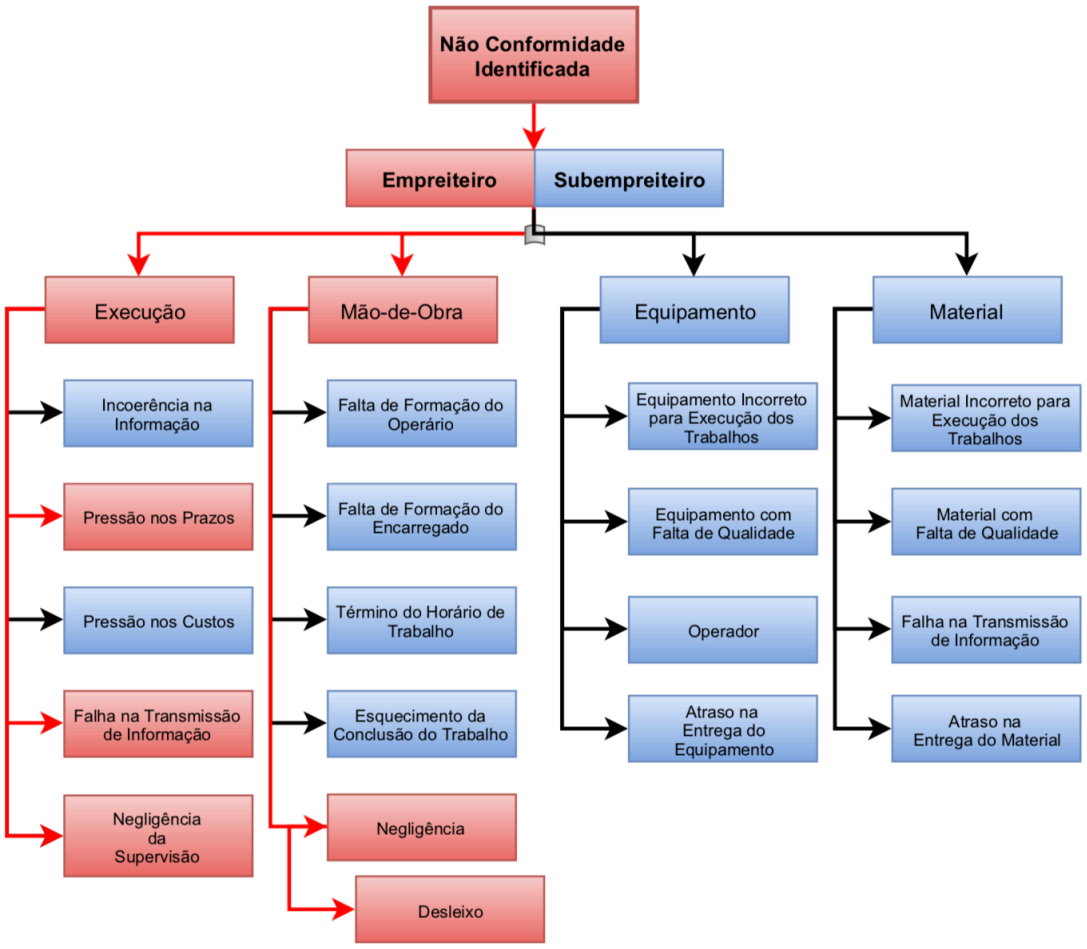


Figura 5.38 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.39, as principais consequências foram ao nível do prazo, do custo e do retrabalho. Foi necessário suspender outras tarefas planeadas à posteriori, para se realizar os trabalhos inacabados referentes à substituição dos suportes de apoio (estrutura de madeira), nomeadamente ripas e contra-ripas assim como, a substituição do rufo metálico.

  -Prazo: Teve influência no prazo final de obra, uma vez que que foi necessária a substituição do rufo metálico assim como das ripas e contra-ripas para realização da tarefa de correção;
  -Custo: Teve influência nos custos da empreitada;
  -Tecnologia: Não teve influência em relação à tecnologia, uma vez que se trata de um trabalho por realizar;
  -Retrabalho: Teve influência no retrabalho, perante as medidas corretivas necessárias a realizar na falha identificada.

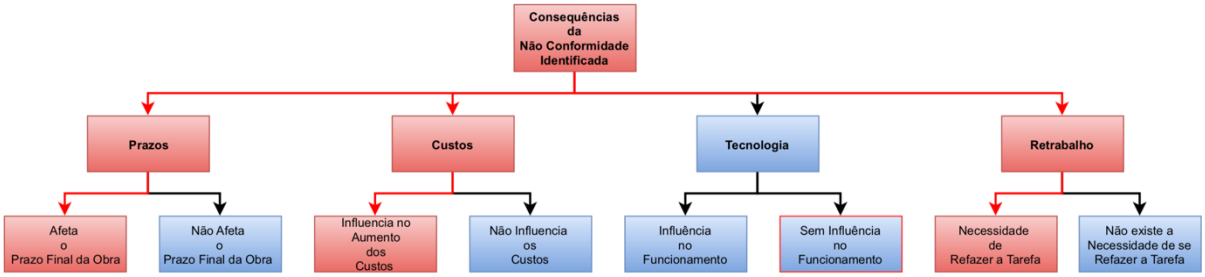


Figura 5.39 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_03 (Consequências)

5.2.3.4. Não Conformidade Nº4

- **Ref.º**: **_04**
- **Identificação da Não Conformidade**: Caixilharia em madeira em fraco estado de conservação;
- **Tarefa a Executar:** Recuperação e recolocação das caixilharias em madeira incluindo pintura com tinta de esmalte, remates e todos os materiais inerentes aos trabalhos a realizar, de acordo com o projeto e as especificações do caderno de encargos;
- **Descrição da Não Conformidade**: A caixilharia em madeira revela-se irrecuperável, apresentando-se em elevado estado de decomposição (podridão da madeira);
- **Registo Fotográfico**: Figura 5.40
- **Árvore de Diagnóstico (Origem/Causas/Consequências)**: Figura 5.41 e Figura 5.42

Figura 5.40 - Registo Fotográfico da Não Conformidade: Ref.º_04

- **Origem e Causas**: A partir da observação da Figura 5.41, constatou-se que a origem da NC identificada está associada ao projeto. O surgimento desta NC após uma análise mais aprofundada, deveu-se ao facto de uma omissão de informação no caderno de encargos para a plena substituição de caixilharias em madeiras no caso de não ser possível a sua recuperação.

Figura 5.41 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Origem/Causas)

- **Consequências:** Perante a NC identificada, de acordo com a Figura 5.42, as consequências foram ao nível do prazo e do custo, uma vez que não estava contabilizado no plano de trabalhos a tarefa relativa à remoção e substituição da caixilharia na sua totalidade e por fim à tecnologia, não apresentando as exigências funcionais necessárias para um correto desempenho ao nível da permeabilidade e estanquidade.

  -Prazo: Teve influência no prazo final de obra, uma vez que a montagem exigiu um operário para realização da tarefa de correção.
  -Custo: Teve influência nos custos da empreitada, isto porque a tarefa em causa não foi orçamentada;
  -Tecnologia: Teve influência em relação à tecnologia, uma vez que não é garantida a permeabilidade ao ar e à estanquidade à água;
  -Retrabalho: Não teve influência no retrabalho.

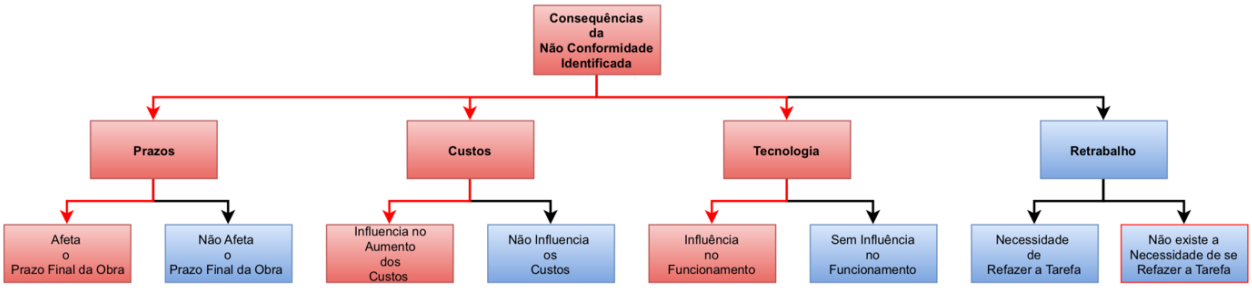


Figura 5.42 - Árvore de Diagnóstico: Ref.º_04 (Consequências)

5.3. ANÁLISE GERAL DAS NÃO CONFORMIDADES IDENTIFICADAS

Após feitas as análises com o auxílio da ferramenta *FTA* (*Fault Tree Anlaysis*), para determinar as causas e consequências das Não Conformidades identificadas em cada caso de estudo, considerou-se relevante proceder a uma análise geral, de modo a perceber quais foram os principais fundamentos/responsáveis que levaram às ocorrências das não conformidades detetadas em obra. Para tal, foram realizados três gráficos com o intuito de contabilizar e tornar mais percetível, todos os dados obtidos anteriormente. É importante referir que na contabilização destes dados, as Não Conformidades identificadas apresentam mais que uma causa e/ou consequência tendo sido na mesma contabilizados.

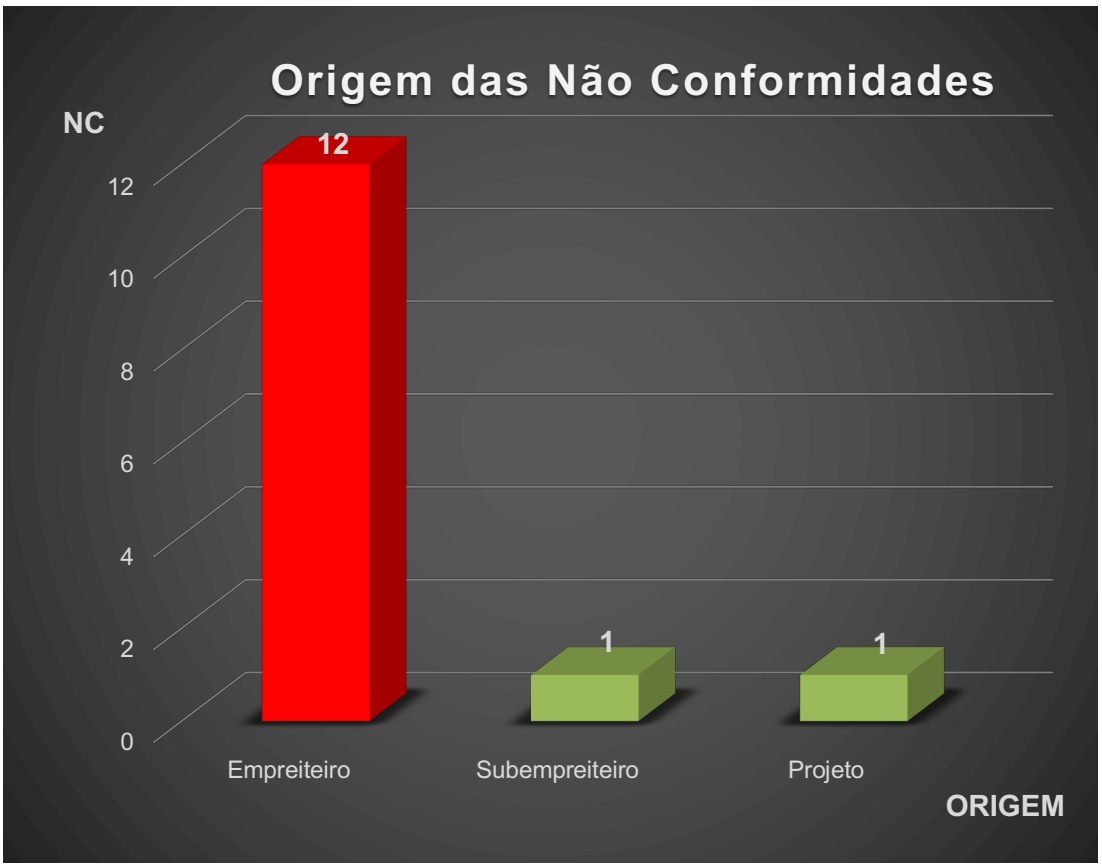


Figura 5.43 - Origem das Não Conformidades

Na Figura 5.43, a partir do gráfico correspondente às origens das Não Conformidades identificadas nos casos de estudo, verifica-se que a principal origem destas surge da responsabilidade do Empreiteiro, estando diretamente relacionado com o modo de como os seus operários (Mão-de-Obra) executaram as tarefas delineadas pelo Encarregado Geral. Contudo, não se deve desvalorizar a importância das outras origens, nomeadamente por parte do Subempreiteiro e ao nível do Projeto, uma vez que tiveram um peso significativo no que concerne, ao grau de risco que ambas obtiveram após a realização da análise *FMEA* e por outro, do tipo de medidas corretivas que tiveram que ser efetuadas.

Figura 5.44 - Causas das Não Conformidades

Na Figura 5.44, é possível perceber que a Negligência é a principal causa das Não Conformidades identificadas nos casos de estudo, estando estas diretamente relacionadas com a falta de cuidado (desleixo) e empenho por parte dos operários nas tarefas que lhes foram atribuídas. Desta forma, torna-se relevante que haja um *"modus operandi"* para este tipo de situações, de tal forma que seja possível obter um reduzido número de falhas em obra e consequentemente uma melhor qualidade na realização dos processos construtivos e no produto final.

Para tal é necessário a implementação de medidas de prevenção, nomeadamente em ações de formação antes da execução das tarefas a realizar, com o intuito de instruir o operário perante os procedimentos a ter em conta no momento da realização das tarefas. Outro tipo de medida a ter em conta, sendo esta mais rigorosa é a aplicação de punições ou chamadas de atenção mais severas, com o intuito de sensibilizar e/ou exigir aos operários um maior rigor/profissionalismo no modo como trabalham.

As restantes causas, nomeadamente a Negligência da Supervisão, Término do Horário do Trabalho e a Pressão nos prazos, também foram fatores preponderantes para o surgimento e identificação das Não Conformidades nos casos de estudo. No que diz respeito à última causa anunciada, esta também deve ser alvo de análise, uma vez que a estadia em obra permitiu concluir que a Negligência esteve relacionada com este fator, muito devido às falhas identificadas e consequentemente na atuação das medidas corretivas a aplicar, acarretando pressão nos operários de modo a cumprir com o planeamento inicial dos trabalhos a realizar.

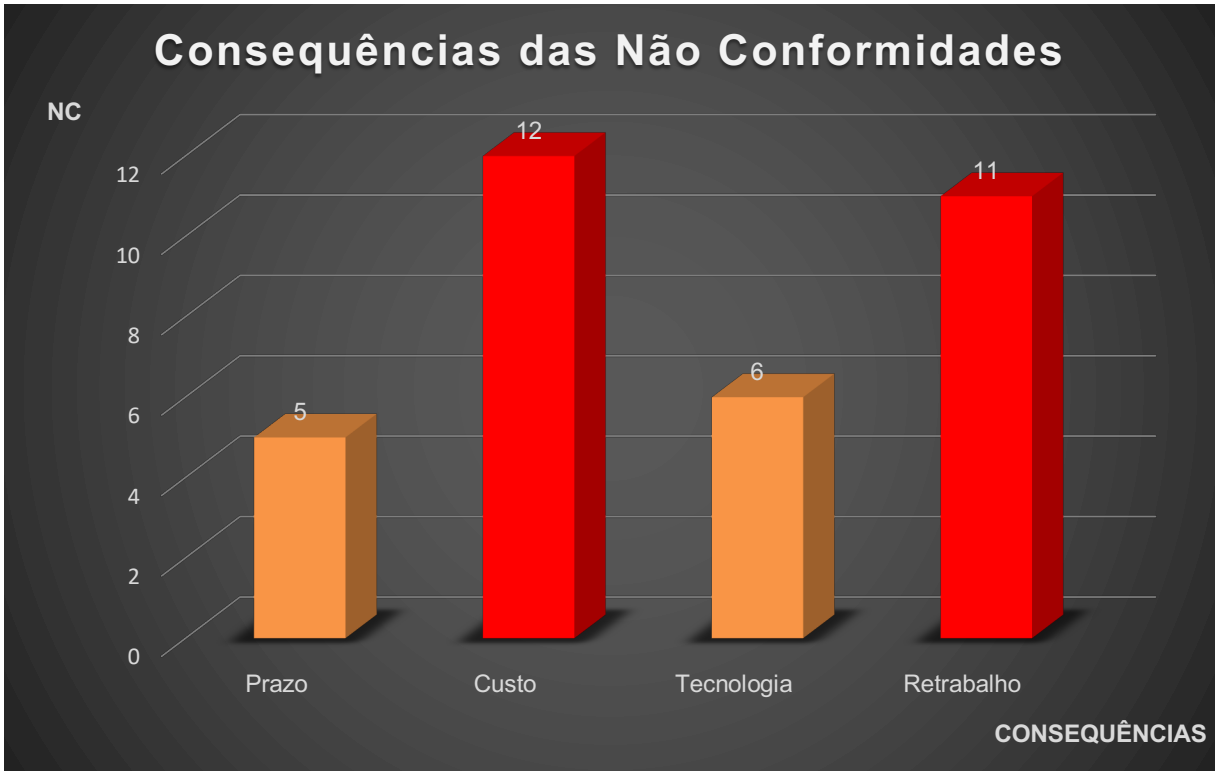


Figura 5.45 - Consequências das Não Conformidades

Como podemos constatar na Figura 5.45, as consequências relativas à influência do aumento dos Custos e da necessidade do Retrabalho das tarefas mal realizadas, foram fatores com um grande peso significativo nas Empreitadas. Conclui-se que a influência do aumento de Custos está diretamente relacionada com o Retrabalho e na maior parte das vezes como a Tecnologia aplicada, uma vez que esta implica a realização das medidas de correção após identificadas as falhas em obra, sendo necessário operários assim como, material e equipamento para a realização das mesmas envolvendo assim encargos financeiros acrescidos. Por outro lado, o Prazo foi uma consequência com um peso consideravelmente significativo, uma vez que o Retrabalho foi uma das principais consequências para o atraso do prazo final de entrega das obras.

5.4. ANÁLISE DOS RISCOS DOS CASOS DE ESTUDO A PARTIR DA METODOLOGIA *FMEA*

Uma vez posto em prática a ferramenta *FTA* (*Fault Tree Analysis*) como auxílio à realização da metodologia *FMEA*, procedeu-se ao preenchimento do seu formulário para determinar o Grau de Risco de cada Não Conformidade identificada, a partir da atribuição dos índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Deteção (D). Após determinado o Grau de Risco para cada uma destas falhas, sendo este constituído por quatro níveis de classificação (Reduzido; Moderado; Elevado; Crítico) procedeu-se à realização de uma análise gráfica, como se pode observar pela Figura 5.46, com o intuito de perceber a frequência dos Graus de Risco onde se encontram as Não Conformidades identificadas.

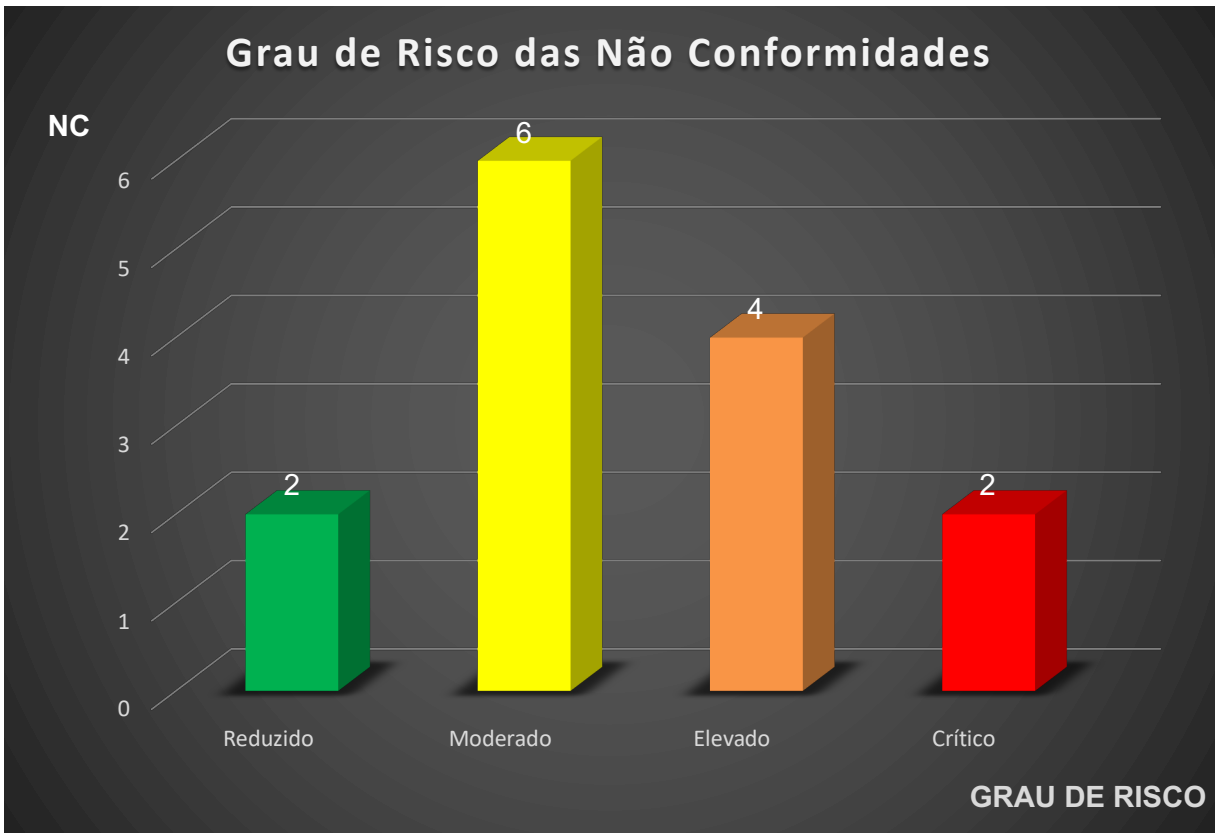


Figura 5.46 - Grau de Risco das Não Conformidades Identificadas

Na Figura 5.46, podemos verificar que o após a implementação da metodologia *FMEA* a partir do preenchimento dos seus formulários, as Não Conformidades identificadas apresentam na sua maioria um grau de risco que varia entre o moderado e o elevado.

5.4.1. Caso de Estudo N°1 – Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos

Quadro 5.1 - Formulário *FMEA* (Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos)

Ref.ª:_01 / _02 / _03 / _04 / _05 / _06	**Formulário FMEA**				Logótipo
Data do FMEA:_____	Estrutura de Madeira ☐	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☐	Receção de Materiais ☑	
	Revestimento de Cobertura ☐	Alvenaria - Reboco ☑	Relógios e Sinos ☐		
Data de Revisão:_____	Caleiras e Tubos ☑	Alvenaria - Pintura ☑	Tetos - Pintura ☑		

Identificação		
	Empreendimento:	Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos
	Dono de Obra:	Camâra Municipal de Vila do Conde
	Obra/Empreitada	Conservação e Restauro - Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos
	Empreiteiro:	LUSOCOL, Sociedade Lusa de Construções, Lda
	Sub-Empreiteiro:	
	Fiscalização:	Nuno Filipe Moreira Duarte Fernandes

Rubrica

Atividades	Tarefas	Modo de Falha Potencial	Potenciais Consequências da Falha	(S)	Potênciais Causas de Falhas	(O)	Medidas de Controlo	(D)	RPN	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais
Ref.º_01 Pintura de Tetos Interiores	- Execução de reparações de fissuras com pasta de reparação (betume para madeiras); - Execução de pintura com tinta aquosa acrílica em cor	Fissuração do Teto Interior	- Custos; - Retrabalho: Necessário o preenchimento a fissura;	5	- Execução: Falha na Transmissão de Informação; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	4	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	60	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_02 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução de picagem de rebocos em destaque; - Execução de pintura com tinta aquosa acrílica em cor	Fissuração na Parede Interior	- Prazo: Atraso no Prazo Final da Obra; - Custos; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da superfície)	8	- Execução: Falha na Transmissão de Informação; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	4	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Ficha de Receção de Materiais; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	96	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_03 Drenagens	- Execução da montagem do Tubo de Queda em falta	Ausência do Tubo de Queda	- Prazo: Atraso do Prazo Final da obra; - Tecnologia	10	- Material: Atraso na Entrega do Material	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	180	Elevado	
Ref.º_04 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução da picagem de rebocos que se encontrem pulverizados ou em degradação; - Execução de Pintura com tinta aquosa acrílica em cor	Aplicação Irregular do Betume de Alisamento na Parede Interior	- Custos; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da parede)	8	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	5	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	80	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_05 Revestimento e Pintura de Paredes Exteriores	- Execução da reparação de rebocos e fissuras em paredes exteriores junto aos aparelhos de iluminação embutidos	- Rebocos inacabado; - Fissuração no rodapé	- Custos; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da parede)	8	- Término do Trabalho; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	144	Elevado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_06 Pintura de Paredes Exteriores	- Remoção de Graffitis; - Execução de Pinturas Exteriores	- Remoção incompleta do graffiti	- Sem nehuma consequência a apontar	4	- Material: Falta de Qualidade do produto de Remoção de Graffitis	1	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Ficha de Receção de Materiais; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	5	20	Reduzido	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação

Legenda: S - Severidade; O - Ocorrência; D - Deteção; RPN - Ranking das potênciais deficiências do processo

A partir do Quadro 5.1, podemos verificar que existem duas Não Conformidades que apresentam um grau de risco elevado, nomeadamente a ausência do tubo de queda (Ref.º_03) e os trabalhos inacabados respetivos aos rebocos e fissuras no rodapé nas paredes exteriores (Ref.º_05), tendo sido o índice de Severidade (S) preponderante para serem tomadas, com um carater de urgência, as medidas corretivas necessárias para a eliminação das falhas respetivas.

As Não Conformidades que apresentam um grau de risco moderado, Ref.º_01/ Ref.º_02/ Ref.º_04, devem ser alvo de medidas corretivas com a maior brevidade possível, uma vez que as apresentam alguma insatisfação e até mesmo um efeito direto ao nível da qualidade.

5.4.2. CASO DE ESTUDO N°2 – MUSEU DE RENDAS DOS BILROS

Quadro 5.2 - Formulário *FMEA* (Museu das Rendas e dos Bilros)

Ref.ª:_01 / _02 / _03 / _04	**Formulário FMEA**				Logótipo
Data do FMEA:_____	Estrutura de Madeira ☑	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☑	Receção de Materiais ☐	
	Revestimento de Cobertura ☑	Alvenaria - Reboco ☐	Relógios e Sinos ☐		
Data de Revisão:_____	Caleiras e Tubos ☐	Alvenaria - Pintura ☐	Cruzes ☐		

Identificação			
	Empreendimento:	Museu das Rendas de Bilros	Rubrica
	Dono de Obra:	Camâra Municipal de Vila do Conde	
	Obra/Empreitada	Conservação e Restauro - Museu das Rendas de Bilros	
	Empreiteiro:	LUSOCOL, Sociedade Lusa de Construções, Lda	
	Sub-Empreiteiro:		
	Fiscalização:	Nuno Filipe Moreira Duarte Fernandes	

Atividades	Tarefas	Modo de Falha Potencial	Potenciais Consequências da Falha	(S)	Potênciais Causas de Falhas	(O)	Medidas de Controlo	(D)	RPN	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais
Ref.º_01 Revestimento de Paredes Exteriores	- Execução de decapagem de tinta e reparação de fendas; - Execução de picagem de rebocos em destaque; - Execução de novo reboco com argamassa	Escorrimento da argamssa	- Retrabalho: Necessário regularizar a superfice;	10	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo); - Mão-de-Obra: Falta de formação do operário; - Superfice saturada devido às condições climatéricas.	8	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	240	Crítico	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_02 Revestimentos de Paredes Exteriores	- Execução de picagem de rebocos em destaque; - Execução de reboco armado com fibra de vidro	Aplicação inacabada e irregular do reboco armado	- Custos; - Tecnologia: junção de materiais de suportes diferentes; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da superfície)	9	- Mão-de-Obra: Término do Horário de Trabalho; Negligência (Desleixo)	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	108	Elevado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_03 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução da picagem de rebocos que se encontrem pulverizados ou em degradação; - Tratamento da Superfície; - Execução de Pintura com tinta aquosa acrílica em cor	Aplicação da tinta na superfície degradada devido a excesso de humidade	- Custos; - Tecnologia: Tratamento da superfície; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização e pintura da parede)	9	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	5	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	90	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_04 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução da picagem de rebocos que se encontrem pulverizados ou em degradação; - Execução de Pintura com tinta aquosa acrílica em cor	Escorrimento de tinta em parede interior	- Custos; - Tecnologia: Tratamento da superfície; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da parede)	4	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	2	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	16	Reduzido	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação

Legenda: S - Severidade; O - Ocorrência; D - Deteção; RPN - Ranking das potênciais deficiências do processo

A partir do Quadro 5.2, podemos verificar que existem duas Não Conformidades que apresentam um grau de risco que requerem uma atenção especial no concerne a um modo de atuação rápido e eficaz, nomeadamente o escorrimento da argamassa (Ref.º_01) e da aplicação inacabada do reboco armado (Ref.º_02), uma vez que os índices de Severidade (S) e Ocorrência (O) foram preponderantes ao nível da prioridade de atuação de medidas de corretivas de forma a garantir a conformidade e qualidade do processo.

As Não Conformidades que apresentam um grau de risco moderado e reduzido, Ref.º_03/ Ref.º_04, respetivamente, devem ser alvo de medidas corretivas com a maior brevidade possível, apesar que a última se trata de uma falha quase insignificante, uma vez que a aplicação da medida corretiva é de rápida execução.

A Não Conformidade identificada relativa à aplicação de tinta na superfície degrada devido ao excesso de humidade (Ref.º_03), apresenta um grau de risco moderado, contudo o seu índice de Severidade (S), revela que a falha em questão apresenta um efeito direto na operação, manifestando assim uma relevância bastante acentuada no que consiste á aplicação de medidas corretivas com a maior brevidade possível.

5.4.3. CASO DE ESTUDO N°3 – IGREJA DE MASSARELOS

Quadro 5.3 - Formulário *FMEA* (Igreja de Massarelos)

Ref.ª:_01 / _02 / _03 / _04	**Formulário FMEA**				Logótipo
Data do FMEA:_____	Estrutura de Madeira ☑	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☑	Receção de Materiais ☐	
	Revestimento de Cobertura ☑	Alvenaria - Reboco ☐	Relógios e Sinos ☐		
Data de Revisão:_____	Caleiras e Tubos ☐	Alvenaria - Pintura ☐	Cruzes ☐		

Identificação	
Empreendimento:	Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos
Dono de Obra:	Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos
Obra/Empreitada	Conservação e Restauro - Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos
Empreiteiro:	LUSOCOL, Sociedade Lusa de Construções, Lda
Sub-Empreiteiro:	N - Restauros: Conservação e Restauro, Lda
Fiscalização:	Nuno Filipe Moreira Duarte Fernandes

Rubrica

Atividades	Tarefas	Modo de Falha Potencial	Potenciais Consequências da Falha	(S)	Potênciais Causas de Falhas	(O)	Medidas de Controlo	(D)	RPN	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais
Ref.º_01 Limpezas Gerais	Realização da limpeza dos resíduos após o término do horário de trabalho	Limpeza do espaço exterior não realizado	- Acumulução de resíduos; - Queda de resíduos provenientes dos pisos superiores; - Custos; - Retrabalho: Limpeza dos espaços exteriores	6	- Mão-de-Obra: Término do Horário de Trabalho; Negligência (Desleixo)	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	72	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_02 Revestimentos - Elementos Cerâmicos (Azulejos)	Recuperação dos azulejos através de raspagem, limpeza e betumação das juntas	Incorreta colocação dos azulejos, não garantindo a métrica dos restantes azulejos envolventes	- Prazo: Influência no prazo final de obra; - Custo: Os custos extra foram suportados pela empresa subcontrada; - Tecnologia: Imperfeições ao nível da métrica; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas para garantir a conformidade do projeto	8	- Execução: Pressão dos Prazos de Conclusão dos trabalhos; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	9	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	216	Crítico	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_03 Estrutura de Madeira	Substituição dos suportes de apoio (ripas e contra-ripas), colocação de rufos metálicos	Remoção não efetuada dos suportes de apoio (ripas e contra-ripas) e do rufo metálico	- Prazo: Influência no prazo final de obra; - Tecnologia: não garantido o correto funcionamento da drenagem, estanquidade e da segurança estrutural; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas	10	- Execução: Pressão nos prazos de conclusão dos trabalhos/ Falha na Transmissão de Informação/ Negligência da Supervisão; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	8	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	160	Elevado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_04 Caixilharias em Madeira	Recuperação das caixilharias de madeira	Caixilharia em madeira em fraco estado de conservção (Irrecuperável): Não foi realizada a sua substituição	- Prazo: Influência no prazo final de obra; - Custos: Influência no aumento dos custos; - Tecnologia: Não foi garantido a permeabilidade ao ar e à estanquidade à água	10	- Especificação (Projeto): Omissão de Informação na Memória Descritiva para a realização do restauro nestas condições	4	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	80	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação

Legenda: S - Severidade; O - Ocorrência; D - Deteção; RPN - Ranking das potênciais deficiências do processo

A partir do Quadro 5.3, podemos verificar que a Não Conformidade relativa à incorreta colocação dos revestimentos cerâmicos não garantindo a métrica dos restantes à sua volta (Ref.º_02), apresentou o grau de risco maior (Crítico) comparativamente com as outras que foram identificadas na mesma obra, o que por sua vez estabeleceu-se como prioridade máxima, a intervenção de medidas corretivas.

A Ref.º_03 merece também ela ser alvo de destaque, uma vez que os seus índices de Severidade (S) e Ocorrência (O) foram preponderantes para que obtivesse um grau de risco elevado e por conseguinte fosse necessária uma intervenção urgente de modo a garantir a segurança estrutural da cobertura bem como do correto funcionamento ao nível da drenagem das águas pluviais.

Relativamente às Não Conformidades que apresentam um grau de risco moderado não devem ser desprezadas, devendo ser alvo de intervenção com a maior brevidade possível.

6 CONCLUSÕES

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os objetivos para o desenvolvimento deste trabalho focaram-se inicialmente na identificação das Causas e das Consequências das Não Conformidade em obra, bem como nas suas medidas de correção e/ou prevenção. Para tal, tentou-se perceber qual o tipo de controlo de conformidade implementado pela empresa nas obras em curso e de que modo se poderia implementar medidas de otimização no processo do Controlo da Qualidade. Uma vez verificado a inexistência de um plano de Controlo de Conformidade ao nível da Qualidade, foi necessário o desenvolvimento de medidas de controlo que permitissem delinear todo um processo de gestão e de análise a partir de ações de fiscalização nas obras que foram alvo de estudo.

Com o auxílio da ferramenta *FTA*, foi implementado a metodologia *FMEA* com o propósito de se perceber as potenciais Causas e Consequências de cada modo de falha identificado nos casos de estudo, sejam ao nível do Prazo, do Custo, da Tecnologia e do Retrabalho e por fim perceber qual o Grau de Risco que cada modo de falha possui.

Assim, para que fosse possível aplicar na empresa, medidas de controlo de modo a implementar a metodologia *FMEA* já numa fase final, foi necessário realizar uma pesquisa aprofundada de modo a compreender que tipo de critérios de desempenho são praticados ao nível da fiscalização por parte das empresas do Setor da Construção.

Após a elaboração deste trabalho é possível retirar conclusões perante os assuntos retratados em cada capítulo.

No 1º Capítulo menciona-se a importância que a Qualidade tem no Setor da Construção, sendo necessário a intervenção e aplicação de mecanismos de controlo (ações de fiscalização) com o intuito de garantir a conformidade dos produtos.

No 2º Capítulo, verifica-se que os assuntos relacionados com a fiscalização e com o Controlo da Qualidade, são alvo de grande importância e de debate permitindo perceber que existem vários parâmetros/normas e decretos-lei que controlam de modo rigoroso todo um processo até se chegar a um produto final que garanta a existência de qualidade. Ainda neste capítulo, procedeu-se a uma pesquisa bastante extensiva no que diz respeito aos artigos científicos relacionados com a implementação da metodologia *FMEA* de maneira a compreender de que modo este tipo de ferramenta de análise de risco permite ao certo obter um Grau de Risco para um determinado modo de falha.

O 3º Capítulo, identifica de que forma é aplicado a metodologia *FMEA* para os casos de estudo anunciados no Capítulo 4. Uma vez que se trata de uma análise de risco ao nível do processo, esta permitiu perceber quais os parâmetros que devem ser envolvidos permitindo à posteriori uma análise detalhada das Não Conformidades identificadas, para permitir alcançar o Grau de Risco e posteriormente perceber quais os modos de falha prioritários para a aplicação de medidas corretivas e/ou preventivas.

Neste capítulo, é mencionada a ferramenta *FTA*, tendo sido fundamental na identificação das Origens, das Causas e das Consequências de cada Não Conformidade.

No 4º Capítulo, observa-se numa primeira fase os planos de trabalho a realizar nos três casos de estudo, no qual o autor esteve envolvido no âmbito do controlo de conformidade do processo construtivo durante os três meses no desenvolvimento desta dissertação, tendo-se verificado que esse mesmo controlo era praticamente inexistente, tendo sido necessário a elaboração de fichas de controlo para se proceder às ações de fiscalização em obra. Ainda neste capítulo, foram descritas as FCC E FCCNC com o intuito de perceber o que corresponde cada seção a ser preenchida pelo fiscal, assim como, são descritos os procedimentos relativos ao registo do diário de obra e do modo como são realizadas as reuniões de obra pela empresa.

Por último, no 5º Capítulo observa-se o modo como foi implementado a metodologia *FMEA*, com o auxílio da ferramenta *FTA,* para uma análise pormenorizada das Não Conformidades identificadas em cada caso de estudo. A junção destas metodologias permitiu analisar de um modo mais percetível as origens/causas e consequências que levaram ao aparecimento das Não Conformidades da mesma maneira, que permitiu obter os graus de risco respetivos de cada uma delas, com o intuito de estabelecer uma correspondência ao nível da prioridade de intervenção das medidas corretivas a aplicar.

6.2. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Assim sendo, o assunto principal desta dissertação, após as análises realizadas das Não Conformidades identificadas em cada caso de estudo a partir da ferramenta *FTA*, verificou-se que as Origens partiram do Empreiteiro, sendo a principal causa a Negligência por parte dos operários na execução das tarefas. Por conseguinte, as consequências provenientes destas causas e que acabaram por ter um maior impacto foram ao nível do Custo e do Retrabalho estando estas duas relacionadas uma com a outra.

Relativamente à classificação dos graus de risco de cada Não Conformidade identificada, verifica-se que estas se apresentam num intervalo de risco entre o Moderado e o Elevado, como já foi dito no 5º Capítulo. É importante referir que esta análise pode variar isto porque, depende muito do conhecimento e da experiência de quem está a aplicar este método, ou seja, podem existir vários tipos de interpretação no momento de elaboração desta análise de risco.

6.3. DIFICULDADES

Durante a elaboração deste trabalho, o autor deparou-se com algumas dificuldades, no diz respeito à identificação das Não Conformidades, uma vez que a realização dos trabalhos nas obras caso de estudo foram interrompidas durante algum tempo, devido às condições climatéricas. Durante o desenvolvimento desta dissertação, os trabalhos que foram alvo de ação de fiscalização por parte do autor foram maioritariamente a nível exterior o que acabou por se traduzir num reduzido número de Não Conformidades obtido, explicado pela causa referida anteriormente.

6.4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A implementação *FMEA* tem capacidades para que num futuro próximo, nomeadamente no setor da construção, permita desenvolver análises de risco com bastante rigor e de fácil execução, uma vez que basta a criação de folhas de cálculo para o preenchimento do seu formulário base, tornando-se assim mais intuitiva a sua implementação.

Contudo deve se ter em conta que, para a aplicação deste método exige-se uma equipa composta por elementos que possuam um elevado conhecimento e experiência em obra e principalmente na aplicação deste método. Para tal, se a equipa possuir uma base de dados que seja bem documentada para se se proceder à comparação dos dados obtidos em obra e posteriormente realizar a análise de risco, pode fazer com que haja uma melhoria significativa na eficácia dos processos. Para as empresas que já possuam um sistema de qualidade implementado, a aplicação desta metodologia pode ser o próximo passo a seguir.

Por fim, ao nível da atribuição dos valores em termos de classificação das três variáveis, da Severidade (S), da Ocorrência (O) e da Deteção (D) poderá ser alvo de reflexão, a criação de um intervalo de graduação mais ajustado, tendo em conta aqueles que foram demonstrados nesta dissertação e também perante as diversas atividades do processo construtivo permitindo assim uma menor discrepância no diz respeito à obtenção do Grau de Risco de cada modo de falha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] N. E. I. 9001 IPQ, Sistema de Gestão de Qualidade. 2015.

[2] Raposo, Sónia & Fonseca, M & Brito, Jorge - Metodologia FMEA e Sua Aplicação à Construção de Edifícios, 2006.

[3] Rodrigues, Rui Manuel Gonçalves Calejo - Metodologia de fiscalização de obras. Apontamentos para a unidade curricular de Fiscalização de Obras. FEUP, 2018.

[4] Claro, C. "*Metodologia de Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Estruturas Metálicas*". Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009.

[5] Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro, Ministérios da Segurança Social e do Trabalho, Diário da República, 2003.

[6] Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de Janeiro, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Diário da República, 2008.

[7] Portaria n.º 232/2008 de 11 de Março, Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Diário da República, 2008.

[8] Decreto-Lei n.º 31/2009, de 3 de Julho, Autoridade para as Condições de Trabalho, Diário da República, 2009.

[9] Decreto-Lei n.º 26/2010, de 30 de Março 2010, Presidência do Conselho de Ministros, Diário da República, 2010.

[10] Decreto-Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro, Assembleia da República, Diário da República, 2009.

[11] Portaria n.º 959/2009, de 21 de Agosto, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Diário da República, 2009.

[12] Decreto-Lei n.º 291/2007, Ministério das Finanças e da Administração Pública, Diário da República. 2007.

[13] Decreto-Lei n.º 71/2012, Ministério da Economia e do Emprego, Diário da República, 2012

[14] http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/Pages/IPQ.aspx, Abril de 2019.

[15] Costa, J. *Definição de Qualidade*. Apontamentos da disciplina de Qualidade na Construção, SCC, FEUP, 2018.

[16] Decreto-lei n.º 142/2007, Ministério da Economia e da Investigação, Diário da República, 2007.

[17] http://www1.ipq.pt/pt/metrologia/apresentacao/objetivos/Paginas/Objetivos, Abril de 2019.

[18] www.ipac.pt, Abril de 2019.

[19] https://www.apcergroup.com/pt, Abril de 2019.

[20] https://www.sgs.pt, Abril de 2019.

[21] http://www.lnec.pt/pt/servicos/marca-de-qualidade-lnec-mq-lnec/o-que-e-a-mq-lnec, Abril 2019.

[22] Decreto-Lei n.º 310/90, Ministério das Obras Publicas, Transportes e Comunicações, Diário da República, 1990.

[23] http://www1.ipq.pt/pt/assuntoseuropeus/marcacaoce/Pages/MarcacaoCE, Abril 2019.

[24] APCER. Guia Interpretativo NP EM ISO 9001:2015, Dezembro 2015.

[25] NP EN ISO 9001:2015, Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos.

[26] Akintoye, A.S. and M.J. MacLeod, *Risk analysis and management in construction.* International Journal of Project Management, 1997. **15**(1): p. 31-38.

[27] Palady, P., *Failure modes & effects analysis: risk analysis and risk management*. PAL Publications, USA, 1998.

[28] A. A. Bubshait and T. H. Al-Atiq, "ISO 9000 Quality Standards in Construction," *J. Manag. Eng.*, 1999.

[29] Bubshait, A.A. and T.H. Al-Atiq, *ISO 9000 Quality Standards in Construction.* Journal of Management in Engineering, 1999. **15**(6): p. 41-46.

[30] Yahya, S. and W.K. Goh, *The implementation of an ISO 9000 quality system.* International Journal of Quality & Reliability Management, 2001. **18**(9): p. 941-966.

[31] S. Y. W. Lam and C. H. W. Tang, "Role of Surveyors under ISO 9000 in the Construction Industry," *J. Surv. Eng.*, vol. 128, no. 4, pp. 187–199, 2002.

[32] Stamatis, D.H., *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. 2003: ASQ Quality press.

[33] Talon, A., Chevalier, J. L., and Hans, J., *Failure modes effects and criticality analysis research for and application to the building domain*, CIB Publication, 2006.

[34] Cachadinha, N.M., *Implementing Quality Management Systems in Small and Medium Construction Companies: A Contribution to a Road Map for Success.* Leadership and Management in Engineering, 2009. **9**(1): p. 32-39.

[35] Paslawski, J. *Risk management using flexibility in construction engineering*. in *Modern Building Materials, Structures and Techniques. Proceedings of the International Conference*. 2010. Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics

[36] Abdelgawad, M. and A.R. Fayek, *Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP.* Journal of Construction Engineering and Management, 2010. **136**(9): p. 1028-1036.

[37] Layzell, J. and S. Ledbetter, *FMEA applied to cladding systems - Reducing the risk of failure*. Vol. 26. 2010. 351-357.

[38] Lipol, L.S. and J. Haq, *Risk analysis method: Fmea/fmeca in the organizations*. Vol. 11. 2011. 74-82.

[39] Sullivan, K.T., *Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies.* Journal of Management in Engineering, 2011. **27**(4): p. 210-219.

[40] Shenvi, A.A., *Software FMEA: a learning experience*, in *Proceedings of the 4th India Software Engineering Conference*. 2011, ACM: Thiruvananthapuram, Kerala, India. p. 111-114.

[41] Murphy, M., G. Heaney, and S. Perera, *A methodology for evaluating construction innovation constraints through project stakeholder competencies and FMEA.* Construction Innovation, 2011. **11**(4): p. 416-440.

[42] Bahrami, M., D.H. Bazzaz, and S.M. Sajjadi, *Innovation and Improvements In Project Implementation and Management; Using FMEA Technique.* Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012. **41**: p. 418-425.

[43] Priede, J., *Implementation of Quality Management System ISO 9001 in the World and Its Strategic Necessity.* Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012. **58**: p. 1466-1475.

[44] Wehbe, F. and F. Hamzeh. *Failure mode and effect analysis as a tool for risk management in construction planning*. in *21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 2013.

[45] Liu, H.-C., L. Liu, and N. Liu, *Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review.* Expert Systems with Applications, 2013. **40**(2): p. 828-838.

[46] Ingason, H.T., *Best Project Management Practices in the Implementation of an ISO 9001 Quality Management System.* Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2015. **194**: p. 192-200.

[47] Neuman, Y., et al., *Quantitative Analysis of Supplier Quality Surveillance Practices in EPC Projects.* Journal of Construction Engineering and Management, 2015. **141**(11): p. 04015039.

[48] A. Carbone, T. and D. D. Tippett, *Project Risk Management Using the Project Risk FMEA*. Vol. 16. 2015.

[49] Lukichev, S. and M. Romanovich, *The Quality Management System as a Key Factor for Sustainable Development of the Construction Companies.* Procedia Engineering, 2016. **165**: p. 1717-1721.

[50] Love, P., et al., *The Praxis of Rework Mitigation in Construction*. Vol. 32. 2016.

ANEXOS
FICHAS DE NÃO CONFORMIDADE PREENCHIDAS

Casa de José Régio e Centro de Estudos Regianos		
Referência (Ref.º)	**Designação da FCCNC**	**Localização**
Ref.º_01	Fissuração do Teto Interior	Em CD
Ref.º_02	Fissuração da Parede Interior	Em CD
Ref.º_03	Ausência do Tubo de Queda	Em CD
Ref.º_04	Aplicação Irregular do Betume de Alisamento da Parede Interior Junto às Escadas	Em CD
Ref.º_05	Rebocos Inacabados em Parede Exterior	Em CD
Ref.º_06	Remoção Incompleta do Graffiti do Muro Exterior	Em CD

Museu das Rendas de Bilros		
Referência (Ref.º)	**Designação da FCCNC**	**Localização**
Ref.º_01	Escorrimento da Argamassa	Em CD
Ref.º_02	Aplicação Irregular e Inacabada do Reboco Armado	Em CD
Ref.º_03	Aplicação da Tinta na Superfície Degradada na Devido a Excesso de Humidade	Em CD
Ref.º_04	Escorrimento de Tinta	Em CD

Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos		
Referência (Ref.º)	**Designação da FCCNC**	**Localização**
Ref.º_01	Limpeza do Espaço Exterior do Edifício Não Efetuada	Em CD
Ref.º_02	Incorreta Colocação dos Azulejos	Em CD
Ref.º_03	Elemento Metálico e Estrutura de Madeira Não Substituídos	Em CD
Ref.º_04	Caixilharia em Madeira Em Fraco Estado de Conservação / Não Recuperável	Em CD

FICHAS DE ANÁLISE FMEA

Casa de José Régio e Centro de Estudos Regianos		
Referência (Ref.º)	**Designação da Análise *FMEA***	**Localização**
Ref.º_01 Ref.º_02 Ref.º_03 Ref.º_04 Ref.º_05 Ref.º_06	Formulário FMEA – Casa de José Régio e Centro de Estudos Regianos	Em CD
Museu das Rendas de Bilros		
Referência (Ref.º)	**Designação da Análise *FMEA***	**Localização**
Ref.º_01 Ref.º_02 Ref.º_03 Ref.º_04	Formulário FMEA – Museu das Rendas de Bilros	Em CD
Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos		
Referência (Ref.º)	**Designação da Análise *FMEA***	**Localização**
Ref.º_01 Ref.º_02 Ref.º_03 Ref.º_04	Formulário FMEA – Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos	Em CD

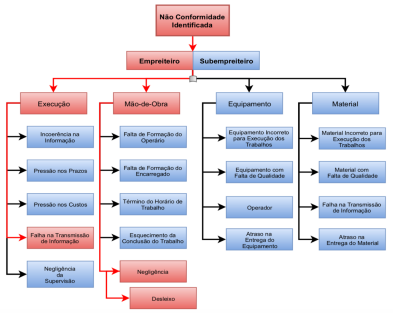
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_1	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR E INTERIOR DA CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): FISSURAÇÃO DO TETO INTERIOR

ORGÃO / LOCAL : SALA DE JANTAR - ZONA INTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: TRABALHO NÃO EXECUTADO RELATIVAMENTE À REPARAÇÃO DE FISSURAS NO TETO INTERIOR DA SALA DE JANTAR

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 11/3/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_1	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 11/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: EXECUÇÃO DA REPARAÇÃO DE FISSURAS EXISTENTES COM PASTA DE REPARAÇÃO (BETUME PARA MADEIRAS) , DE ACORDO COM, O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 12/3/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 11/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	

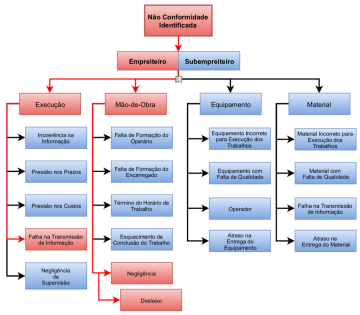
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_2	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR E INTERIOR DA CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): FISSURAÇÃO NA PAREDE INTERIOR

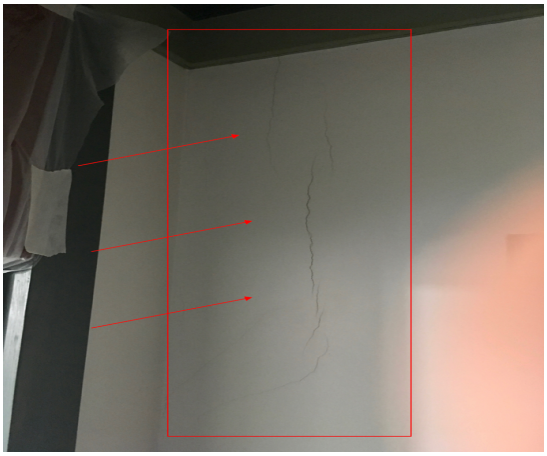
ORGÃO / LOCAL : SALA DE JANTAR - ZONA INTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: TRABALHO NÃO EXECUTADO RELATIVAMENTE À REPARAÇÃO DE FISSURAS EXISTENTES NA PAREDE INTERIOR DA SALA DE JANTAR

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:



DATA: 11/3/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 11/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: EXECUÇÃO DA REPARAÇÃO DE FISSURAS EXISTENTES COM PASTA DE REPARAÇÃO (BETUME PARA PAREDES INTERIORES), DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 11/3/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 11/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 11/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	

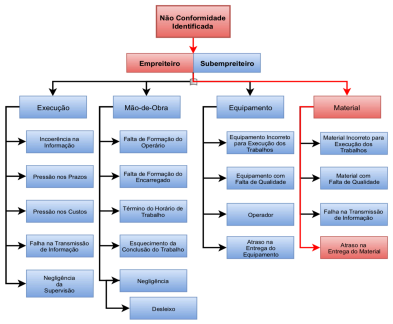
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_3	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR E INTERIOR DA CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): AUSÊNCIA DO TUBO DE QUEDA

ORGÃO / LOCAL : ZONA EXTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: ATRASO NA ENTREGA DO MATERIAL NA DATA PREVISTA

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 22/3/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 22/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 22/3/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 22/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: MONTAGEM DO TUBO DE QUEDA, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 26/3/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 22/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO	VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.	OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.
	CONFORME: OK / NÃO CONFORME:

RELATOR: NUNO FERNANDES 22/3/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 22/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 26/3/2019

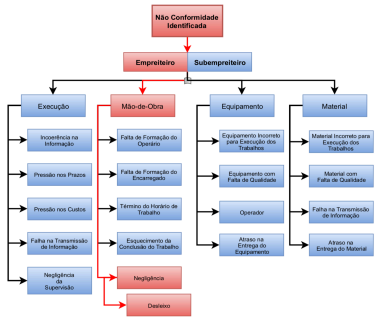
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_4	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR E INTERIOR DA CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): APLICAÇÃO IRREGULAR DO BETUME DE ALISAMENTO NA PAREDE INTERIOR JUNTO ÀS ESCADAS

ORGÃO / LOCAL : HALL DE ENTRADA - ESCADAS

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: MÁ EXECUÇÃO DO OPERÁRIO, NA REGULARIZAÇÃO DO BETUME DE ALISAMENTO NA PAREDE INTERIOR

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 14/3/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_4	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 14/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: REGULARIZAÇÃO DA PAREDE INTERIOR, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 15/3/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 14/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 19/3/2019	

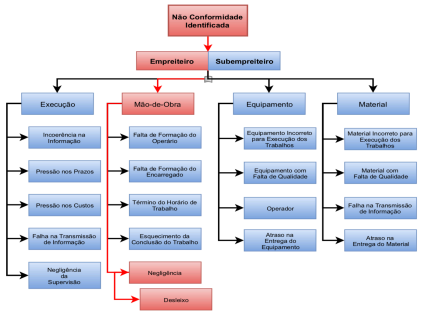
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_5	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR E INTERIOR DA CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): REBOCOS INACABADOS EM PAREDE EXTERIOR

ORGÃO / LOCAL : PAREDE EXTERIOR NA ZONA DE APARELHOS DE ILUMINAÇÃO EMBUTIDOS

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: TRABALHOS INACABADOS RELATIVOS À EXECUÇÃO NA REGULARIZAÇÃO DA PAREDE EXTERIOR, ASSIM COMO NA REPARAÇÃO DE FISSURAS EXISTENTES

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 14/3/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_5	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 14/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: REGULARIZAÇÃO DA PAREDE EXTERIOR, RODAPÉ E FISSURAS EXISTENTES, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 15/3/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 14/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 19/3/2019	

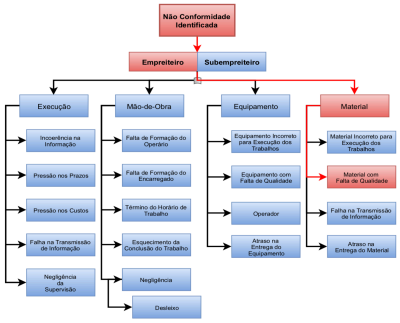
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_6	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR E INTERIOR DA CASA DE JOSÉ RÉGIO E CENTRO DE ESTUDOS REGIANOS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): REMOÇÃO INCOMPLETA DO GRAFFITI NO MURO EXTERIOR

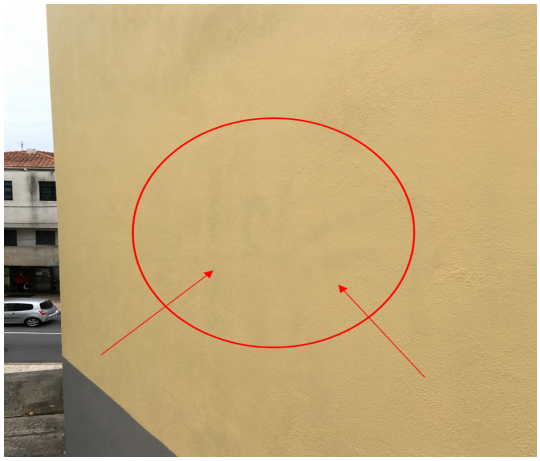
ORGÃO / LOCAL : MURO EXTERIOR JUNTO À VIA PUBLICA - ZONA EXTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: MÁ PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE PARA A EXECUÇÃO DE PINTURA NO MURO EXTERIOR

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:



DATA: 21/3/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_6	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 21/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 21/3/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 21/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: NÃO FORAM DADAS PROPOSTAS PARA MEDIDAS CORRETIVAS.

CORREÇÃO ATÉ: 21/3/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 21/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO	VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE
DESCRIÇÃO DO PARECER: NÃO FORAM DADAS PROPOSTAS PARA MEDIDAS CORRETIVAS, UMA VEZ QUE O DONO DE OBRA (ENGENHEIRO REPRESENTANTE) ENTENDEU NÃO SER NECESSÁRIO A REALIZAÇÃO DESTAS.	OBS: NÃO FOI NECESSÁRIO FAZER VERIFICAÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE
	CONFORME: OK / NÃO CONFORME:

RELATOR: NUNO FERNANDES 21/3/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 21/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 21/3/2019

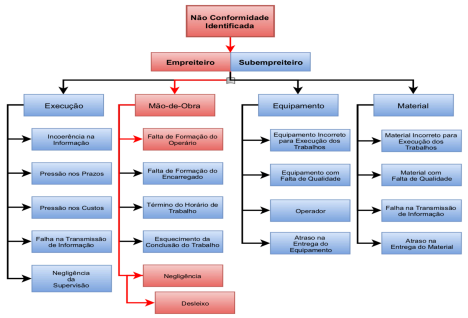
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_1	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): ESCORRIMENTO DA ARGAMASSA

ORGÃO / LOCAL : PAREDE EXTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: A EXECUÇÃO DO NOVO REBOCO NA PAREDE EXTERIOR APRESENTOU IRREGULARIDADES NA ZONA CENTRAL.

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 15/4/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_1	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 15/4/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: REGULARIZAÇÃO DA PAREDE EXTERIOR, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 16/4/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 15/4/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 17/4/2019	

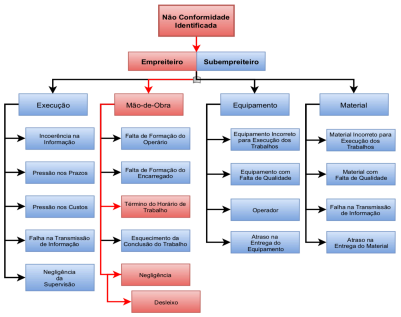
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_2	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): APLICAÇÃO IRREGULAR E INACABADA DO REBOCO ARMADO

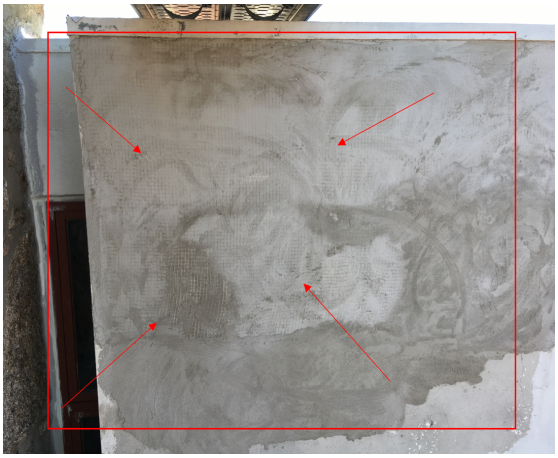
ORGÃO / LOCAL : PAREDE EXTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: MÁ EXECUÇÃO NA APLICAÇÃO DO REBOCO ARMADO E RESPETIVA REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE A SER INTERVENCIONADA

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:



DATA: 22/4/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 22/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 22/4/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 22/4/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: REGULARIZAÇÃO DA PAREDE EXTERIOR, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 23/4/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 22/4/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 22/4/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 22/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 24/4/2019	

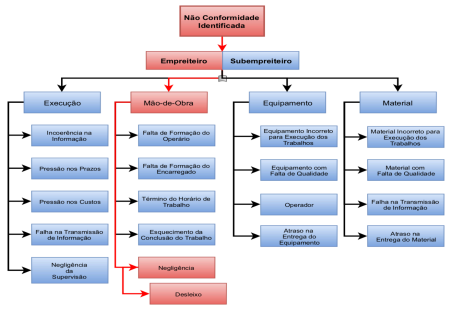
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_3	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): APLICAÇÃO DA TINTA NA SUPERFÍCIE DEGRADADA DEVIDO A EXCESSO DE HUMIDADE (CRIPTOEFLORESCÊNCIA)

ORGÃO / LOCAL : SALA DE TRABALHOS - PAREDE INTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: A SUPERFÍCIE NÃO SOFREU NEHUMA INTERVENÇÃO AO NÍVEL DO TRATAMENTO DA ZONA DEGRADADA DEVIDO AO EXCESSO DE HUMIDADE ANTES DA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE PINTURA

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 15/4/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 15/4/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: TRATAMENTO NA ZONA COM CRIPTOEFLORESCÊNCIA E REGULARIZAÇÃO DA PAREDE INTERIOR, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 17/4/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 15/4/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 17/4/2019	

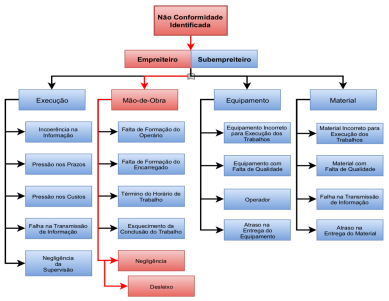
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_4	DONO DE OBRA: CAMÂRA MUNICIPAL DE VILA DO CONDE	OBRA: MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO MUSEU DAS RENDAS E DOS BILROS	
	SUB-EMPREITEIRO: ----------		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: VILA DO CONDE	

NC (ELEMENTO/PEÇA): ESCORRIMENTO DE TINTA

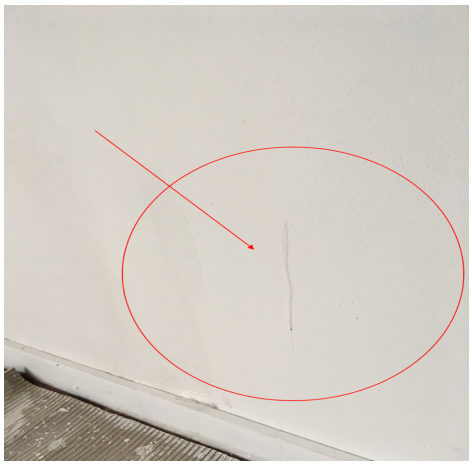
ORGÃO / LOCAL : SALA DE TRABALHOS - PAREDE INTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: ESCORRIMENTO DE TINTA APÓS A REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE PINTURA, APRESENTANDO UMA SUPERFICIE IRREGULAR

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:



DATA: 15/4/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_4	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL): ENCARREGADO DE OBRA 15/4/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: REGULARIZAÇÃO DA PAREDE INTERIOR, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 17/4/2019	PROPOSTO POR: ENCARREGADO DE OBRA 15/4/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 15/4/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 17/4/2019	

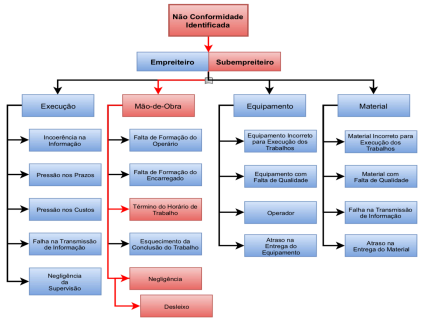
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_1	DONO DE OBRA: CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	OBRA: IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR DA IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	
	SUB-EMPREITEIRO: N-RESTAUROS: CONSERVAÇÃO E RESTAUROS, Lda		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: PORTO	

NC (ELEMENTO/PEÇA): LIMPEZA DO ESPAÇO EXTERIOR DO EDIFÍCIO NÃO EFETUADA

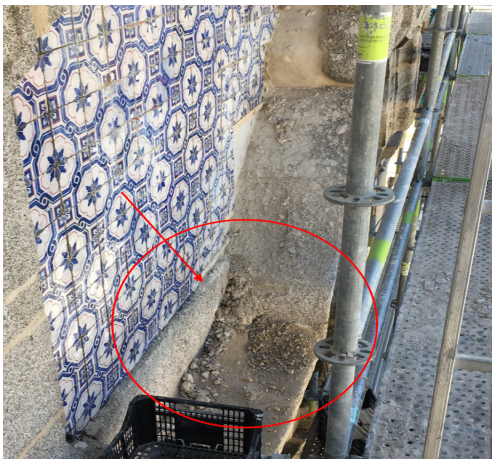
ORGÃO / LOCAL : FACHADA PRINCIPAL - ZONA EXTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: A EQUIPA DE OPERÁRIOS DA EMPRESA SUBCONTRATADA PARA A REALIZAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DOS AZULEJOS NÃO PROCEDEU À LIMPEZA DOS RESÍDUOS APÓS O TÉRMINO DOS TRABALHOS.

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:



DATA: 15/3/2019

OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_1

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019

VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019

RECEBIDO POR (LUSOCOL E N-RESTAUROS) : ENCARREGADO DE OBRA 14/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: LIMPEZA GERAL DOS ESPAÇOS EXTERIORES, DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS.

CORREÇÃO ATÉ: 15/3/2019

PROPOSTO POR: 14/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO

DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.

RELATOR: NUNO FERNANDES 14/3/2019

VISTO POR: NUNO FERNANDES 14/3/2019

VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE

OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.

CONFORME: OK

NÃO CONFORME:

VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 15/3/2019

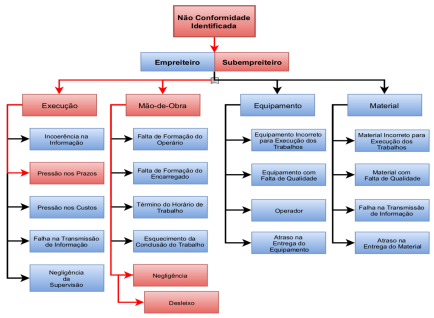
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_2	DONO DE OBRA: CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	OBRA: IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR DA IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	
	SUB-EMPREITEIRO: N-RESTAUROS: CONSERVAÇÃO E RESTAUROS, Lda		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: PORTO	

NC (ELEMENTO/PEÇA): INCORRETA COLOCAÇÃO DOS AZULEJOS

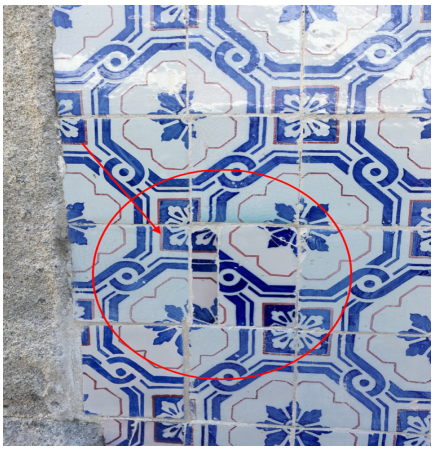
ORGÃO / LOCAL : FACHADA PRINCIPAL - ZONA EXTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: A EQUIPA DE OPERÁRIOS DA EMPRESA SUBCONTRATADA PARA A REALIZAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DOS AZULEJOS NÃO PROCEDEU DE FORMA INCORRETA NA COLOCAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO, NÃO GARANTINDO A MÉTRICA DOS RESTANTES CERÊMCICOSENVOLVENTES

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:



DATA: 27/3/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA
DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 27/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 27/3/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL E N-RESTAUROS) : ENCARREGADO DE OBRA 27/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: RETIFICAÇÃO DOS REVSTIMENTOS CERÂMICOS ATRAVÉS DE RASPAGEM, LIMPEZA E BETUMAÇÃO DAS JUNTAS, DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS

CORREÇÃO ATÉ: 4/4/2019	PROPOSTO POR: 27/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 27/3/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 27/3/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 4/4/2019	

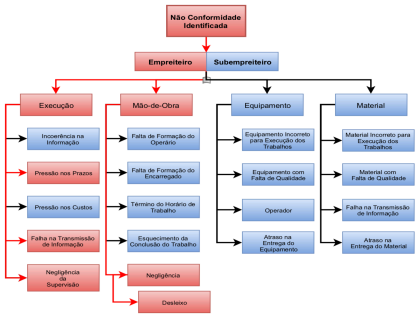
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_3	DONO DE OBRA: CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	OBRA: IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR DA IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	
	SUB-EMPREITEIRO: N-RESTAUROS: CONSERVAÇÃO E RESTAUROS, Lda		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: PORTO	

NC (ELEMENTO/PEÇA): ELEMENTO METÁLICO E ESTRUTURA DE MADEIRA NÃO SUBSTITUIDOS

ORGÃO / LOCAL : ESTRUTURA - COBERTURA

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: NÃO FOI REALIZADA A REMOÇÃO DO RUFO METÁLICO E DOS ELEMENTOS DE MADEIRA QUE SERVEM DE SUPORTE DE APOIO NOMEADAMENTE AS RIPAS E CONTRA-RIPAS

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 27/3/2019

OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_3

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 27/3/2019

VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 27/3/2019

RECEBIDO POR (LUSOCOL E N-RESTAUROS) : ENCARREGADO DE OBRA 27/3/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: SUBSTITUIÇÃO DOS SUPORTES DE APOIO (ESTRUTURA DE MADEIRA), NOMEADAMENTE RIPAS E CONTRA-RIPAS ASSIM COMO, A COLOCAÇÃO DE RUFOS METÁLICOS E TODOS OS ACESSÓRIOS NECESSÁRIOS À COLOCAÇÃO DAS TELHAS, DE ACORDO COMO O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS

CORREÇÃO ATÉ: 4/4/2019

PROPOSTO POR: 27/3/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO

DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.

RELATOR: NUNO FERNANDES 27/3/2019

VISTO POR: NUNO FERNANDES 27/3/2019

VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE

OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.

CONFORME: OK

NÃO CONFORME:

VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 4/4/2019

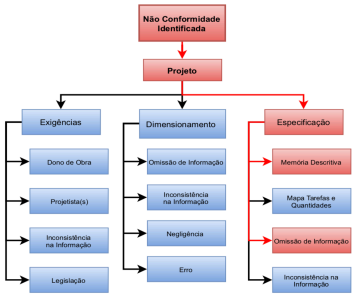
Ref.ª:	FICHA DE CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE		Logótipo
0_4	DONO DE OBRA: CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	OBRA: IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE	
	EMPREITEIRO: LUSOCOL - SOCIEDADE LUSA DE CONSTRUÇÕES, Lda	OBRA / EMPREITADA: CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO EXTERIOR DA IGREJA DA CONFRARIA DAS ALMAS DO CORPO SANTO DE MASSARELOS	
	SUB-EMPREITEIRO: N-RESTAUROS: CONSERVAÇÃO E RESTAUROS, Lda		
	FISCALIZAÇÃO (TÉCNICO): NUNO FILIPE MOREIRA DUARTE FERNANDES	LOCALIZAÇÃO: PORTO	

NC (ELEMENTO/PEÇA): CAIXILHARIA EM MADEIRA EM FRACO ESTADO DE CONSERVAÇÃO/ NÃO RECUPERÁVEL

ORGÃO / LOCAL : VÃO EXTERIOR - ZONA EXTERIOR/INTERIOR

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE: A CAIXILHARIA EM MADEIRA REVELA-SE IRRECUPERÁVEL, APRESENTANDO-SE EM ELEVADO ESTADO DE DECOMPOSIÇÃO.

ÁRVORES DE DIAGONÓSTICOS:



REGISTO FOTOGRÁFICO:

DATA: 12/6/2019	OBS: VER ANÁLISE DE RISCO (FMEA) - REF.º 0_4	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CADERNO DE ENCARGOS ; MAPA DE TRABALHOS E QUANTIDADES; FCC ; FICHA DE ANÁLISE DE RISCO FMEA

DESCRITO POR: NUNO FERNANDES 12/6/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 12/6/2019	RECEBIDO POR (LUSOCOL E N-RESTAUROS) : ENCARREGADO DE OBRA 12/6/2019

PROPOSTA DE AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS (LUSOCOL)

EXECUÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS/ PREVENTIVAS: SUBSTITUIÇÃO INTEGRAL DA CAIXILHARIA DE MADEIRA, INCLUIDO PINTURA COM TINTA DE ESMALTE, REMATES E TODOS OS MATERIAIS INERENTES AOS TRABALHOS A REALIZAR, DE ACORDO COMO O PROJETO E AS ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS

CORREÇÃO ATÉ: 18/6/2019	PROPOSTO POR: 12/6/2019

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
DESCRIÇÃO DO PARECER: A PROPOSTA DE EXECUÇÃO PARA A CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE VERIFICADA EM OBRA CUMPRE COM AS ESPECIFICAÇÕES , DE ACORDO COM O PROJETO E AS ESPECIFICAÇOES DO CADERNO DE ENCARGOS.		OBS: FOI FEITA A INSPEÇÃO NO LOCAL E VERIFICOU-SE QUE A EXECUÇÃO DOS TRABALHOS FORAM DE ACORDO COM A AÇÃO PROPOSTA. O TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE FOI CORRETAMENTE EXECUTADO.	
		CONFORME: OK	NÃO CONFORME:
RELATOR: NUNO FERNANDES 12/6/2019	VISTO POR: NUNO FERNANDES 12/6/2019	VERIFICADO POR: NUNO FERNANDES 18/6/2019	

Ref.ª:_01 / _02 / _03 / _04 / _05 / _06	Formulário FMEA			
Data do FMEA:_____	Estrutura de Madeira ☐	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☐	Receção de Materiais ☑
	Revestimento de Cobertura ☐	Alvenaria - Reboco ☑	Relógios e Sinos ☐	
Data de Revisão:_____	Caleiras e Tubos ☑	Alvenaria - Pintura ☑	Tetos - Pintura ☑	

Logótipo

Identificação		
	Empreendimento:	Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos
	Dono de Obra:	Camâra Municipal de Vila do Conde
	Obra/Empreitada	Conservação e Restauro - Casa José Régio e Centro de Estudos Regianos
	Empreiteiro:	LUSOCOL, Sociedade Lusa de Construções, Lda
	Sub-Empreiteiro:	
	Fiscalização:	Nuno Filipe Moreira Duarte Fernandes

Rubrica

Atividades	Tarefas	Modo de Falha Potencial	Potenciais Consequências da Falha	(S)	Potênciais Causas de Falhas	(O)	Medidas de Controlo	(D)	RPN	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais
Ref.º_01 Pintura de Tetos Interiores	- Execução de reparações de fissuras com pasta de reparação (betume para madeiras); - Execução de pintura com tinta aquosa acrilica em cor	Fissuração do Teto Interior	- Custos; - Retrabalho: Necessário o preenchimento a fissura;	5	- Execução: Falha na Transmissão de Informação; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	4	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	60	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_02 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução de picagem de rebocos em destaque; - Execução de pintura com tinta aquosa acrilíca em cor	Fissuração na Parede Interior	- Prazo: Atraso no Prazo Final da Obra; - Custos; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da superficie)	8	- Execução: Falha na Transmissão de Informação; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	4	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Ficha de Receção de Materiais; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	96	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_03 Drenagens	- Execução da montagem do Tubo de Queda em falta	Ausência do Tubo de Queda	- Prazo: Atraso do Prazo Final da obra; - Tecnologia	10	- Material: Atraso na Entrega do Material	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	180	Elevado	
Ref.º_04 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução da picagem de rebocos que se encontrem pulverizados ou em degradação; - Execução de Pintura com tinta aquosa acrilíca em cor	Aplicação Irregular do Betume de Alisamento na Parede Interior	- Custos; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da parede)	8	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	5	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	80	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_05 Revestimento e Pintura de Paredes Exteriores	- Execução da reparação de rebocos e fissuras em paredes exteriores junto aos aparelhos de iluminação embutidos	- Rebocos inacabado; - Fissuração no rodapé	- Custos; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da parede)	8	- Término do Trabalho; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	144	Elevado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_06 Pintura de Paredes Exteriores	- Remoção de Graffitis; - Execução de Pinturas Exteriores	- Remoção incompleta do graffiti	- Sem nehuma consequência a apontar	4	- Material: Falta de Qualidade do produto de Remoção de Graffitis	1	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Ficha de Receção de Materiais; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	5	20	Reduzido	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação

Legenda: S - Severidade; O - Ocorrência; D - Deteção; RPN - Ranking das potênciais deficiências do processo

Ref.ª:_01 / _02 / _03 / _04	Formulário FMEA				Logótipo
Data do FMEA:_____	Estrutura de Madeira ☑	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☑	Receção de Materiais ☐	
	Revestimento de Cobertura ☑	Alvenaria - Reboco ☐	Relógios e Sinos ☐		
Data de Revisão:_____	Caleiras e Tubos ☐	Alvenaria - Pintura ☐	Cruzes ☐		

Identificação		Rubrica
Empreendimento:	Museu das Rendas de Bilros	
Dono de Obra:	Camâra Municipal de Vila do Conde	
Obra/Empreitada	Conservação e Restauro - Museu das Rendas de Bilros	
Empreiteiro:	LUSOCOL, Sociedade Lusa de Construções, Lda	
Sub-Empreiteiro:		
Fiscalização:	Nuno Filipe Moreira Duarte Fernandes	

Atividades	Tarefas	Modo de Falha Potencial	Potenciais Consequências da Falha	(S)	Potênciais Causas de Falhas	(O)	Medidas de Controlo	(D)	RPN	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais
Ref.º_01 Revestimento de Paredes Exteriores	- Execução de decapagem de tinta e reparação de fendas; - Execução de picagem de rebocos em destaque; - Execução de novo reboco com argamassa	Escorrimento da argamssa	- Retrabalho: Necessário regularizar a superfice;	10	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo); - Mão-de-Obra: Falta de formação do operário; - Superfice saturada devido às condições climatéricas.	8	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	240	Crítico	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_02 Revestimentos de Paredes Exteriores	- Execução de picagem de rebocos em destaque; - Execução de reboco armado com fibra de vidro	Aplicação inacabada e irregular do reboco armado	- Custos; - Tecnologia: junção de materiais de suportes diferentes; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da superficie)	9	- Mão-de-Obra: Término do Horário de Trabalho; Negligência (Desleixo)	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	108	Elevado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_03 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução da picagem de rebocos que se encontrem pulverizados ou em degradação; - Tratamento da Superfície; - Execução de Pintura com tinta aquosa acrilíca em cor	Aplicação da tinta na superfície degradada devido a excesso de humidade	- Custos; - Tecnologia: Tratamento da superfície; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização e pintura da parede)	9	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	5	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	90	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_04 Revestimento e Pintura de Paredes Interiores	- Execução da picagem de rebocos que se encontrem pulverizados ou em degradação; - Execução de Pintura com tinta aquosa acrilíca em cor	Escorrimento de tinta em parede interior	- Custos; - Tecnologia: Tratamento da superfície; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas (regularização da parede)	4	- Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	2	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	16	Reduzido	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação

Legenda: S - Severidade; O - Ocorrência; D - Deteção; RPN - Ranking das potênciais deficiências do processo

Ref.ª:_01 / _02 / _03 / _04	Formulário FMEA				Logótipo
Data do FMEA:_____	Estrutura de Madeira ☑	Alvenaria - Granito ☐	Revestimentos - Azulejos ☑	Receção de Materiais ☐	
	Revestimento de Cobertura ☑	Alvenaria - Reboco ☐	Relógios e Sinos ☐		
Data de Revisão:_____	Caleiras e Tubos ☐	Alvenaria - Pintura ☐	Cruzes ☐		

Identificação		
	Empreendimento:	Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos
	Dono de Obra:	Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos
	Obra/Empreitada	Conservação e Restauro - Igreja da Confraria das Almas do Corpo Santo de Massarelos
	Empreiteiro:	LUSOCOL, Sociedade Lusa de Construções, Lda
	Sub-Empreiteiro:	N - Restauros: Conservação e Restauro, Lda
	Fiscalização:	Nuno Filipe Moreira Duarte Fernandes

Rubrica

Atividades	Tarefas	Modo de Falha Potencial	Potenciais Consequências da Falha	(S)	Potênciais Causas de Falhas	(O)	Medidas de Controlo	(D)	RPN	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais
Ref.º_01 Limpezas Gerais	Realização da limpeza dos resíduos após o término do horário de trabalho	Limpeza do espaço exterior não realizado	- Acumulução de resíduos; - Queda de resíduos provenientes dos pisos superiores; - Custos; - Retrabalho: Limpeza dos espaços exteriores	6	- Mão-de-Obra: Término do Horário de Trabalho; Negligência (Desleixo)	6	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	72	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_02 Revestimentos - Elementos Cerâmicos (Azulejos)	Recuperação dos azulejos através de raspagem, limpeza e betumação das juntas	Incorreta colocação dos azulejos, não garantindo a métrica dos restantes azulejos envolventes	- Prazo: Influência no prazo final de obra; - Custo: Os custos extra foram suportados pela empresa subcontrada; - Tecnologia: Imperfeições ao nível da métrica; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas para garantir a conformidade do projeto	8	- Execução: Pressão dos Prazos de Conclusão dos trabalhos; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	9	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	3	216	Crítico	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_03 Estrutura de Madeira	Substituição dos suportes de apoio (ripas e contra-ripas), colocação de rufos metálicos	Remoção não efetuada dos suportes de apoio (ripas e contra-ripas) e do rufo metálico	- Prazo: Influência no prazo final de obra; - Tecnologia: não garantido o correto funcionamento da drenagem, estanquidade e da segurança estrutural; - Retrabalho: Realização de medidas corretivas	10	- Execução: Pressão nos prazos de conclusão dos trabalhos/ Falha na Transmissão de Informação/ Negligência da Supervisão; - Mão-de-Obra: Negligência (Desleixo)	8	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	160	Elevado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação
Ref.º_04 Caixilharias em Madeira	Recuperação das caixilharias de madeira	Caixilharia em madeira em fraco estado de conservção (Irrecuperável): Não foi realizada a sua substituição	- Prazo: Influência no prazo final de obra; - Custos: Influência no aumento dos custos; - Tecnologia: Não foi garantido a permeabilidade ao ar e à estanquidade à água	10	- Especificação (Projeto): Omissão de Informação na Memória Descritiva para a realização do restauro nestas condições	4	- Implementação de sistemas de controlo da qualidade: FCC e FCCNC; - Inspeção à realização dos trabalhos; - Responsabilização do trabalhador e fiscal	2	80	Moderado	- Realização de mais ações de controlo à realização dos trabalhos; - Realização de ações de formação

Legenda: S - Severidade; O - Ocorrência; D - Deteção; RPN - Ranking das potênciais deficiências do processo