

## **Aplicação do “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)” na demolição, movimento de terras e execução da estrutura em edifícios**

Tese apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Jorge José de Magalhães Mendes, Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

## **Agradecimentos**

Ao Professor Doutor Jorge Mendes, pela sua disponibilidade e apoio na realização desta dissertação.

À Eng<sup>a</sup> Cristina Cardoso da AICCOPN, pela sua amabilidade e disponibilidade em esclarecer dúvidas, pelo seu empenho em procurar informações e contactos junto de associados da AICCOPN.

Ao Eng.º Sérgio Moura da CONDURIL - Engenharia, S. A., pelo fornecimento de toda a documentação e esclarecimentos necessários para desenvolver os casos práticos.

A todos os colegas e amigos, e em especial ao Daniel Madureira pelos seu apoio, esclarecimentos e fornecimento de documentação relativa a Segurança e Higiene no Trabalho.

À minha família pela paciência e apoio prestados até hoje.

**Palavras-chave** FMEA, edifícios, riscos, perigos, falhas

**Resumo** A evolução da indústria da construção conduziu a que exista um número significativo de métodos construtivos diferentes para realizar as mesmas tarefas. Ao mesmo tempo, raramente existem obras semelhantes, o que conduz a que cada obra seja encarada como um “protótipo”. Torna-se assim difícil definir processos e procedimentos ideais para executar as obras com a melhor qualidade possível ao preço desejado. É por isso fundamental, para garantir a qualidade, os custos e também a segurança de todos os intervenientes, avaliar os riscos associados à execução das tarefas na fase de execução de forma a evitar falhas/acidentes.

Propõe-se nesta dissertação aplicar o “failure mode and effect analysis (FMEA)”, um método de avaliação de risco ainda pouco utilizado em Portugal, com ênfase nas atividades onde as falhas possam ter um impacto significativo na qualidade e preço do produto e onde os intervenientes da obra estejam mais expostos a acidentes. Por consequência, definem-se como atividades relevantes, todas aquelas até à execução da estrutura (inclusive) dos edifícios.

**Keywords** FMEA, buildings, risks, hazards, failures

**Abstract** The evolution of the construction industry led to a significant number of different constructing methods to perform the same task. At the same time, there rarely are two similar building constructions, which leads us to the assumption that each construction should be seen as a “prototype”. It makes it hard to define ideal processes and procedures to execute buildings with the best quality possible at the desired cost. It is therefore crucial, to assure quality, costs and safety of all participants, to undertake a risk analysis associated to all the tasks performed throughout the execution phase, to prevent failures/accidents.

It is proposed in this paper to apply “failure mode and effect analysis (FMEA)”, a risk evaluating method still very uncommon in the Portuguese construction industry, with emphasis to the activities where the failures have more significant impact on quality, product cost and where the participants are more exposed to safety risks. Thus, it was determined that the relevant activities where all of those until the execution of the structure (including) of the buildings.

## Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. Introdução .....  | 1  |
| 1.1. Enquadramento.....  | 1  |
| 1.2. Objeto de Estudo.....   | 2  |
| 1.3. Justificação do Tema .....  | 2  |
| 1.4. Objetivos .....   | 3  |
| 1.5. Estrutura da Dissertação .....  | 4  |
| 2. Avaliação de Riscos.....  | 17 |
| 2.1. Conceitos .....   | 17 |
| 2.2. Análise de Risco.....   | 20 |
| 2.3. Valoração do Risco .....  | 21 |
| 2.4. Metodologias de Avaliação de Risco.....                                 | 21 |
| 2.4.1. Métodos de Avaliação Qualitativos (MAQl) .....                        | 23 |
| 2.4.2. Métodos de Avaliação Quantitativos (MAQt) .....                       | 24 |
| 2.4.3. Métodos de Avaliação Semi-quantitativos (MASQt).....                  | 24 |
| 3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....                              | 27 |
| 3.1. Introdução .....  | 27 |
| 3.2. Conceitos .....   | 28 |
| 3.3. FMEA de Processo .....  | 40 |
| 4. Demolição, Movimento de Terras e Execução da Estrutura em Edifícios ..... | 63 |
| 4.1. Enquadramento.....  | 63 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.2.   | Demolição .....  | 63  |
| 4.3.   | Movimento de Terras.....   | 64  |
| 4.4.   | Execução da Estrutura em Edifícios.....                                | 65  |
| 5.     | Acidentes de Trabalho .....  | 67  |
| 5.1.   | Introdução .....   | 67  |
| 5.2.   | Conceitos .....  | 69  |
| 5.3.   | Estatísticas .....   | 70  |
| 5.3.1. | Todas as Atividades Económicas .....                                   | 70  |
| 5.3.2. | Construção Civil.....  | 76  |
| 5.4.   | Severidade.....  | 86  |
| 5.5.   | Ocorrência .....   | 87  |
| 5.6.   | Deteção.....   | 97  |
| 5.7.   | Número de Prioridade do Risco (RPN) .....                              | 98  |
| 6.     | Casos de Estudo.....   | 101 |
| 6.1.   | Enquadramento.....   | 101 |
| 6.2.   | Caso de Estudo 1: Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes .....         | 102 |
| 6.2.1. | Descrição da Obra .....  | 102 |
| 6.2.2. | Descrição das Tarefas e Processos Construtivos.....                    | 103 |
| 6.3.   | Caso de Estudo 2: Centro de Assistência e Manutenção de Grândola ..... | 106 |
| 6.3.1. | Descrição da Obra .....  | 106 |
| 6.3.2. | Descrição das Tarefas e Processo Construtivos .....                    | 107 |

|   |     |
|---|-----|
| 7. Análise Crítica e Discussão dos Resultados ..... | 113 |
| 8. Conclusões e Perspetivas Futuras .....           | 121 |
| 8.1. Conclusões .....                               | 121 |
| 8.2. Perspetivas Futuras .....                      | 123 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Sistema de gestão do risco (adaptado de Roxo, 2003, in Carvalho, 2007) .....   | 20 |
| Figura 2 - Exemplo de um formulário de um FMEA (Costa e Silva, Fonseca, & de Brito, 2006).....  | 36 |
| Figura 3 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), em todas as atividades económicas e na construção (adaptado GEP/MSSS).....            | 76 |
| Figura 4 - Representação dos acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, da totalidade dos acidentes (adaptado GEP/MSSS)..... | 77 |
| Figura 5 - Acidentes de trabalho mortais em todas as atividades económicas e na construção (adaptado GEP/MSSS).....                             | 77 |
| Figura 6 - Representação dos acidentes mortais de trabalho, na construção, da totalidade dos acidentes (adaptado GEP/MSSS).....                 | 78 |
| Figura 7 - Percentagem de acidentes mortais na construção (adaptado GEP/MSSS).....  | 78 |
| Figura 8 – Distribuição dos acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o desvio em 2008 (adaptado GEP/MSSS).....     | 79 |
| Figura 9 – Distribuição dos acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o desvio em 2009 (adaptado GEP/MSSS).....     | 80 |
| Figura 10 – Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o desvio em 2008 (adaptado GEP/MSSS).....                    | 81 |
| Figura 11 - Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o desvio em 2009 (adaptado GEP/MSSS).....                    | 81 |
| Figura 12 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o contacto em 2008 (adaptado GEP/MSSS) .....                  | 82 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 13 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o contacto em 2009 (adaptado GEP/MSSS) .....                          | 83  |
| Figura 14 - Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o contacto 2008 (adaptado GEP/MSSS) .....                            | 84  |
| Figura 15 - Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o contacto 2009 (adaptado GEP/MSSS) .....                            | 84  |
| Figura 16 - Evolução da população ativa (PORDATA, 2012) .....   | 89  |
| Figura 17 - Curvas das médias das percentagens dos modos de falha potencial de todas as atividades económicas e da construção (adaptado GEP/MSSS) ..... | 96  |
| Figura 18 - Esquema da localização dos edifícios da E.S. Dr. Manuel Fernandes .....   | 102 |
| Figura 19 - Incidência por grau de risco da E.S. Dr. Manuel Fernandes .....   | 114 |
| Figura 20 - Incidência dos riscos por tipo de consequência da E.S. Dr. Manuel Fernandes .....   | 115 |
| Figura 21 - Incidência por grau de risco do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola.....  | 116 |
| Figura 22 - Incidência por tipo de consequência do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola .....  | 117 |
| Figura 23 - Incidência por grau de risco do Edifício da GNR da CAM de Grândola.....   | 118 |
| Figura 24 - Incidência por tipo de consequência do Edifício da GNR da CAM de Grândola .....   | 119 |
| Figura 25 - Planta de implantação da E.S. Dr. Manuel Fernandes.....   | 2   |
| Figura 26 - Execução da estrutura do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011) .....   | 3   |
| Figura 27 - Montagem da cofragem da laje do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011) .....                                    | 3   |

|  |   |
|--|---|
| Figura 28 - Montagem da cofragem da laje do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011) .....       | 4 |
| Figura 29 - Montagem das armaduras dos pilares do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011) ..... | 4 |
| Figura 30 - Montagem da cofragem da laje do Piso 2 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011) .....       | 5 |
| Figura 31 - Colocação das armaduras da laje do Piso 2 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011) .....    | 5 |
| Figura 32 - Planta de implantação do Centro de Assistência e Manutenção de Grândola ..                                     | 2 |
| Figura 33 - Terraplanagem e compactação do terreno da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011) .....                               | 3 |
| Figura 34 - Sapatas isoladas do Edifício de Sede e Controlo da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011) .....                      | 3 |
| Figura 35 - Montagem das armaduras da laje de pavimento do Edifício da GNR da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011) .....       | 4 |
| Figura 36 - Betonagem da laje de pavimento do Edifício da GNR da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011) .....                    | 4 |

## Índice de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Vantagens e Limitações associadas aos métodos de avaliação de risco (Carvalho, 2007) .....                               | 25 |
| Tabela 2 - Exemplo de casos extremos da classificação, causas da falha e intervenção (Stamatis, 2003).....                          | 34 |
| Tabela 3 - Formulário do FMEA .....   | 47 |
| Tabela 4 - Trabalhos de demolição.....  | 64 |
| Tabela 5 - Acidentes de trabalho total e por sector de atividade económica em Portugal (GEP/MSSS; PORDATA, 2012) .....              | 68 |
| Tabela 6 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) em todas as atividades económicas (GEP/MSSS).....                          | 70 |
| Tabela 7 - Acidentes de trabalho mortais em Portugal em todas as atividades económicas (GEP/MSSS).....                              | 70 |
| Tabela 8 - Número total de dias de trabalho perdidos em todas as atividades económicas (GEP/MSSS).....                              | 70 |
| Tabela 9 - Acidentes de trabalho não mortais, segundo o escalão de dias perdidos em todas as atividades económicas (GEP/MSSS) ..... | 71 |
| Tabela 10 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), segundo o desvio em todas as atividades económicas (GEP/MSSS).....       | 72 |
| Tabela 11 - Acidentes de trabalho mortais, segundo o desvio em todas as atividades económicas (GEP/MSSS) .....                      | 73 |
| Tabela 12 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), segundo o contacto em todas as atividades económicas (GEP/MSSS).....     | 74 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 13 - Acidentes de trabalho mortais, segundo o contacto em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)..... | 75 |
| Tabela 14 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) na construção (GEP/MSSS).                             | 76 |
| Tabela 15 - Acidentes de trabalho mortais na construção (GEP/MSSS) .....  | 77 |
| Tabela 16 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o desvio (GEP/MSSS) .....     | 79 |
| Tabela 17 - Acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o desvio (GEP/MSSS) .....                     | 80 |
| Tabela 18 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o contacto (GEP/MSSS).....    | 82 |
| Tabela 19 - Acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o contacto (GEP/MSSS) .....                   | 83 |
| Tabela 20 - Acidentes de trabalho, na construção, segundo a atividade física (GEP/MSSS) .....                   | 85 |
| Tabela 21 - Acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo a atividade física (GEP/MSSS) .....           | 85 |
| Tabela 22 - Índice de severidade para processos e/ou serviços (adaptado Stamatis, 2003)                         | 86 |
| Tabela 23 – Índice de severidade para efeitos de segurança no trabalho (Holt, 2001) .....                       | 86 |
| Tabela 24 - Índice de severidade (adaptado Stamatis, 2003; adaptado Holt, 2001).....                            | 87 |
| Tabela 25 - Índice de ocorrência para processos e/ou serviços (Stamatis, 2003) .....                            | 87 |
| Tabela 26 - Índice de ocorrência (adaptado Stamatis, 2003).....   | 88 |
| Tabela 27 - População ativa (PORDATA, 2012) .....   | 88 |
| Tabela 28 - Linguagem de correspondência dos riscos (adaptado GEP/MSSS) .....                                   | 90 |
| Tabela 29 - Número de acidentes segundo as causas em todas as atividades económicas (GEP/MSSS) .....            | 91 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 30 - Número de acidentes segundo as causas na construção (GEP/MSSS) .....   | 91  |
| Tabela 31 - Percentagem de ocorrência dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS).....                                       | 92  |
| Tabela 32 - Índice de ocorrência de acordo com a percentagem de ocorrência dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS) ..... | 93  |
| Tabela 33 - Percentagem das causas dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS).....  | 94  |
| Tabela 34 - Média das percentagens das causas dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS) .....                              | 95  |
| Tabela 35 - Percentagem das causas dos acidentes na construção (adaptado GEP/MSSS) .....   | 95  |
| Tabela 36 - Média das percentagens das causas dos acidentes na construção (adaptado GEP/MSSS) .....  | 96  |
| Tabela 37 - Índice de ocorrência (adaptado Stamatis, 2003).....  | 97  |
| Tabela 38 - Escala de deteção (Costa, 2008) .....  | 98  |
| Tabela 39 - Hierarquização do risco e das medidas a implementar (Rodrigues, 2008).....   | 99  |
| Tabela 40 - Escalas de valoração do RPN e medidas a implementar (adaptado Rodrigues, 2008; adaptado Ayyub, 2003; adaptado Stamatis, 2003) .....      | 99  |
| Tabela 41 - Número de casos por grau de risco da E.S. Dr. Manuel Fernandes .....   | 113 |
| Tabela 42 - Número de riscos por tipo de consequência da E.S. Dr. Manuel Fernandes.  | 114 |
| Tabela 43 - Número de casos por grau de risco do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola .....   | 115 |
| Tabela 44 - Número de riscos por tipo de consequência do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola.....                                      | 116 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 45 - Número de casos por grau de risco do Edifício da GNR da CAM de Grândola .....        | 118 |
| Tabela 46 - Número de riscos por tipo de consequência do Edifício da GNR da CAM de Grândola..... | 119 |

## Índice de Equações

|  |    |
|--|----|
| Equação 1 - Número de Prioridade do Risco (RPN - Risk Priority Number) ..... | 32 |
|--|----|

## Índice de Anexos

|  |      |
|--|------|
| ANEXO A - Planta de Implantação e Reportagem Fotográfica – Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes.....         | A. 1 |
| ANEXO B - Planta de Implantação e Reportagem Fotográfica – Centro de Assistência e Manutenção de Grândola..... | B. 1 |
| ANEXO C – Formulário do FMEA - Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes.....                                     | C. 1 |
| ANEXO D - Formulário do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola.....                             | D. 1 |

## Índice de Siglas

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

SST – Segurança e Saúde no Trabalho

NP – Norma Portuguesa

ISO - International Organization for Standardization

MIL-STD – United States Military Standard

MAQ1 – Métodos de Avaliação Qualitativos

MAQt – Métodos de Avaliação Quantitativos

MASQt – Métodos de Avaliação Semi-quantitativos

PHA – Preliminary Hazards Analysis

FTA – Fault Tree Analysis

ETA – Event Tree Analysis

QRA – Quantified Risk Assessment

FMECA – Failure Mode and Effects and Criticality Analysis

RPN – Risk Priority Number

QFD – Quality Function Deployment

DoE – Design of Experimentss

SPC – Statistic Process Control

I & D – Investigação e Desenvolvimento

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

PIB - Produto Interno Bruto

CAM – Centro de Assistência e Manutenção

## 1. Introdução

### 1.1. Enquadramento

A indústria da construção apresenta especificidades quando comparada com outras atividades de produção. Cada empreitada é única, nunca se repete o mesmo projeto. Tal facto conduz a que cada obra possa ser considerada como um protótipo. A mão-de-obra está sempre em renovação e nem sempre é especializada, o que leva a que as equipas de trabalho, de um projeto para o outro, sejam quase sempre diferentes. Existe um número significativo de métodos para realizar a mesma tarefa e cada um desses métodos apresenta complexidades diferentes. Torna-se assim difícil definir processos e procedimentos ideais para executar as obras com a melhor qualidade possível ao preço desejado.

É por isso fundamental, para garantir a qualidade, cumprir os prazos e os custos e também a segurança de todos os intervenientes, avaliar os riscos associados à execução das tarefas de forma a evitar falhas ou acidentes.

Para garantir a sua eficácia, a avaliação de riscos deve estar presente em todas as fases da obra, funcionando de uma forma preventiva na fase de projeto, sendo essas medidas posteriormente aplicadas e revistas na fase de execução.

Para proceder a essa avaliação, é fundamental recolher o máximo de informação possível sobre os vários riscos que podem conduzir a falhas ou acidentes, incluindo as causas que estão na sua origem e as consequências.

## 1.2. Objeto de Estudo

Propõe-se este trabalho aplicar o “failure mode and effect analysis (FMEA)”, um método de avaliação de risco ainda pouco utilizado em Portugal, com ênfase nas atividades onde as falhas possam ter um impacto significativo na qualidade e preço do produto e onde os intervenientes da obra estejam mais expostos a acidentes. Por consequência, definem-se como atividades relevantes todas até à execução da estrutura (inclusive) dos edifícios.

Dada a conjuntura económica do país, pela inexistência de obras no início da fase de execução na zona do Grande Porto, foi impossível fazer o acompanhamento de uma empreitada, pelo que, como alternativa, se decidiu ter como base para o desenvolvimento deste trabalho, duas empreitadas já realizadas.

## 1.3. Justificação do Tema

A escolha do tema desta dissertação é justificada pelo facto de se associar normalmente a avaliação de riscos na construção civil a empreitadas de grande dimensão, complexidade e onde, conseqüentemente, os valores globais são mais elevados. Exemplos dessas obras são pontes, viadutos e barragens. Em empreitadas de menor dimensão, como é exemplo a construção de edifícios, essa avaliação limita-se fundamentalmente à segurança dos intervenientes que nela trabalham. No que respeita a fatores que possam diminuir a qualidade do produto, as medidas preventivas são normalmente escassas. Por esse motivo, na maioria dos casos em que ocorre uma falha na fase de execução, a obra é interrompida para serem estudadas medidas corretivas. Esse facto conduz inevitavelmente a um aumento do custo da empreitada (ou diminuição do lucro) para as entidades que as executam.

Decidiu-se adotar como ferramenta para efetuar a avaliação de risco o “failure mode and effect analysis” (FMEA) pelo facto de ser uma ferramenta ainda muito pouco utilizada no nosso país.

Limitou-se este estudo até à execução da estrutura dos edifícios (inclusive), pelo facto de ser até esta atividade que ocorrem as falhas que têm maior impacto na qualidade e preço do produto e onde os intervenientes da obra estão mais expostos a acidentes.

### 1.4. Objetivos

Tendo sido definido o tema desta dissertação, *Aplicação do “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)” na demolição, movimento de terras e execução da estrutura em edifícios*, definiram-se como principais objetivos:

- Avaliação de risco em edifícios e sua implementação na indústria da construção
- Estudo e caracterização do FMEA
- Caracterização das atividades de demolição, movimentação de terras e estruturas de edifícios
- Aplicação prática do FMEA, incluindo a descrição das falhas associadas às atividades de demolição, movimentação de terras e execução de estruturas de edifícios utilizando dois casos práticos de empreitadas diferentes
- Apresentação de medidas adicionais que visem a redução ou eliminação dos riscos associados a cada tarefa

### 1.5. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação desenvolve-se da seguinte forma:

O capítulo 1, “Introdução”, compreende o enquadramento, o objeto de estudo, a justificação do tema, define os objetivos e apresenta a estrutura desta dissertação.

No capítulo 2, “Avaliação”, serão apresentados alguns conceitos importantes relacionados com avaliação de risco. Serão igualmente apresentadas algumas ferramentas de avaliação de risco.

No capítulo 3, “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)”, será exaustivamente explicada a ferramenta de avaliação de risco, FMEA.

No capítulo 4, “Demolição, Movimento de Terras e Execução da Estrutura em Edifícios”, serão descritas, de uma forma generalizada, as principais tarefas associadas à execução dessas atividades.

No capítulo 5, “Acidentes de Trabalho”, serão apresentados dados estatísticos relativos a falhas e acidentes de trabalho. Também serão justificados neste capítulo, índices que servirão para aplicar o FMEA nos casos práticos desenvolvidos no capítulo seguinte.

No capítulo 6, “Casos de Estudo”, serão apresentados dois casos práticos de empreitadas diferentes. Serão descritas todas as tarefas que compreendem as atividades demolição, movimento de terras e execução da estrutura de cada uma dessas empreitadas, bem como dos seus processos construtivos. Por último, serão apresentados os resultados do FMEA.

No capítulo 7, “Análise Crítica e Discussão dos Resultados”, serão apresentados e comparados os resultados dos casos práticos.

No capítulo 8, “Conclusões e Perspetivas Futuras”, serão apresentadas as conclusões desta dissertação, o cumprimento ou não dos requisitos propostos inicialmente, as dificuldades sentidas e as perspetivas futuras.



## 2. Avaliação de Riscos

### 2.1. Conceitos

As organizações têm o dever de, nos seus locais de trabalho, assegurarem a segurança e saúde dos seus colaboradores em todos os aspetos relacionados com o seu trabalho. Fazer uma avaliação dos riscos permite garantir que a organização toma as medidas necessárias para garantir a segurança e saúde dos seus colaboradores. Estas medidas incluem:

- Prevenção dos riscos do trabalho;
- Fornecimento de informação aos colaboradores;
- Fornecimento de ações de formação aos seus colaboradores;
- Organização e recursos para implementar essas medidas;

Apesar de uma das medidas ser a prevenção dos riscos no trabalho, e isto deve ser sempre um objetivo, na prática nem sempre é possível. Nas situações em que não seja possível eliminar o risco, então este deve ser reduzido e o risco residual controlado. (Comissão Europeia, 1996)

Para conseguir compreender melhor o significado de análise de risco, será conveniente definir o que se entende por risco. O conceito de risco varia bastante consoante o tema a que está associado. É visto frequentemente como algo negativo, o que não é sempre verdade, pois o risco pode ser uma oportunidade.

Segundo o Guia PMBOK, guia de gestão de projeto, o risco pode ser definido como “um evento ou uma condição incerta que, se ocorrer, tem efeito em pelo menos um objetivo do projeto. Os objetivos podem incluir escopo, cronograma, custo e qualidade. Um risco pode ter uma ou mais causas e, se ocorrer, pode ter um ou mais impactos. A causa pode ser um

requisito, uma premissa, uma restrição ou uma condição que crie a possibilidade de resultados negativos ou positivos.” (Guia PMBOK, 2008)

A ISO 31000:2009, norma que aborda a gestão de risco, define risco como sendo o impacto da incerteza nos objetivos. O impacto é um desvio do esperado, desvio esse que pode ter efeitos positivos ou negativos. Os objetivos podem ser financeiros, de segurança, ambientais, etc. (ISO 31000, 2009)

Em segurança confunde-se muitas vezes risco com perigo, embora sejam conceitos diferentes. Risco não é mais do que estar exposto a um perigo. Segundo a NP 4397:2008, norma que aborda os requisitos dos sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalho (SST), risco é a “combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento ou de exposições perigosas e da gravidade de lesões ou afeções da saúde que possam ser causadas pelo acontecimento ou pelas exposições.” (NP 4397:2008, 2008)

Tendo sido definido o risco, pode agora definir-se mais corretamente o significado de análise ou apreciação do risco no âmbito da segurança e saúde no trabalho. A NP 4397:2008 define apreciação de risco como sendo o “processo de gestão do risco resultante de perigos identificados, tendo em conta a adequabilidade dos controlos existentes, cujo resultado é a decisão da aceitabilidade ou não do risco.” (NP 4397:2008, 2008)

Interessa ainda apresentar algumas definições referidas nesse documento que se consideram importantes, para poder efetuar esta avaliação e que se apresentam em seguida:

- Perigo - Fonte, situação, ou ato com potencial para o dano em termos de lesão ou afeção da saúde, ou uma combinação destes;
- Identificação do perigo - Processo de reconhecer a existência do perigo e de definir as correspondentes características;

- Incidente - Acontecimentos relacionados com o trabalho em que ocorreu ou poderia ter ocorrido lesão, afeção da saúde (independentemente da gravidade) ou morte;
- Acidente - Incidente de que resultou lesão, afeção da saúde ou morte;
- Risco aceitável - Risco que foi reduzido a um nível que pode ser tolerado pela organização tomando em atenção as suas obrigações legais e a própria política da SST. (NP 4397:2008, 2008; MIL-STD-1472c, 1981)

Pode concluir-se que a avaliação de riscos é um estudo minucioso que deve ser realizado nos locais de trabalho e tem como objetivo detetar as fontes que possam originar incidentes e sua gravidade junto dos colaboradores da organização. Esse estudo deve fornecer informação suficiente para que a equipa de gestão da organização possa decidir que medidas de prevenção devem ser aplicadas para que os riscos sejam eliminados e quais os riscos que serão aceitáveis.

Segundo Roxo (2003) e Gadd et al. (2003), a avaliação de risco compreende duas fases:

- Análise de risco;
- Valoração do risco.

Como nota final, se for adicionado ao conjunto de processos que compõe a avaliação de risco, o processo de controlo do risco, teremos definido o sistema de gestão do risco.

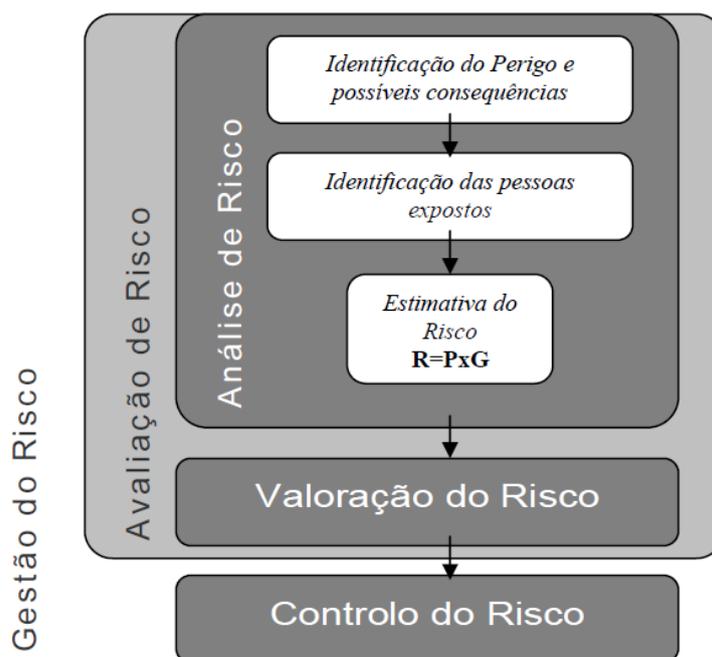


Figura 1 - Sistema de gestão do risco (adaptado de Roxo, 2003, in Carvalho, 2007)

## 2.2. Análise de Risco

A análise de risco pretende determinar a magnitude do risco. Compreende as seguintes etapas:

- Identificação dos perigos – significa identificar possíveis fontes de danos;
- Identificação dos riscos – significa identificar eventuais cenários de acidentes em que estes perigos realmente possam causar danos;
- Estimativa do risco – significa avaliar se foram tomadas as medidas suficientes para prevenir os acidentes e limitar os danos possíveis. (Biermans & Vansina, 2005) É contabilizada através do produto da probabilidade de ocorrência de um determinado dano (P) pela sua gravidade (G).

### **2.3. Valoração do Risco**

A valoração do risco visa avaliar o significado que o risco assume, isto é, comparar a magnitude do risco com os padrões de referência e estabelecer o grau de aceitabilidade do mesmo. (Carvalho, 2007) É um processo onde se faz a comparação entre o valor obtido na análise de risco e um referencial de risco aceitável. (Roxo, 2003)

Nesta fase deve reunir-se informação que permita:

- Avaliar as medidas de controlo implementadas;
- Priorizar as necessidades de implementação de medidas de controlo;
- Definir as acções de prevenção/correção a implementar. (Carvalho, 2007)

### **2.4. Metodologias de Avaliação de Risco**

Os métodos para efetuar a análise e valoração do risco podem ser qualificados de diversas formas. Quanto ao tipo de abordagem, podem ser:

- Pró-ativos - Visam a antecipação do risco;
- Reativos - Visam a correção de situações declaradas.

Quanto ao tipo de raciocínio, podem ser:

- Dedutivos – Parte-se da causa para o efeito, do princípio para a consequência, do geral para o particular;
- Indutivos – A partir da verificação de alguns casos particulares, formula-se uma lei que explique todos os casos da mesma espécie.

Não existem regras fixas na forma como deve ser feita a avaliação de risco. No entanto, há dois princípios que devem estar sempre presentes quando se faz essa avaliação:

- Estruturar a avaliação para garantir que todos os perigos e riscos relevantes sejam abordados;
- Quando um risco é identificado, iniciar a avaliação questionando sempre se o risco pode ser eliminado ou se o risco aceitável é necessário.

Podem ser adotadas várias abordagens para realizar a avaliação desde que incluam estes dois princípios. As abordagens que são vulgarmente utilizadas para realizar a avaliação de risco no local de trabalho compreendem:

- Condições do local de trabalho (por ex. acessos, estado do pavimento, segurança do equipamento, pó, fumos, etc.);
- Identificação das tarefas realizadas;
- Avaliação dos riscos das tarefas realizadas;
- Monitorização das tarefas realizadas (verificar que não surgem novos riscos);
- Análise dos padrões de execução das tarefas (para avaliar a exposição a riscos);
- Avaliar fatores externos que possam afetar o local de trabalho (por ex. clima);
- Analisar fatores psicológicos, sociais ou físicos que possam contribuir para o stress no trabalho, como interação entre si e com outros fatores no local de trabalho;
- Avaliar a organização para garantir as condições de trabalho. (adaptado de Comissão Europeia, 1996)

Em síntese, pensa-se que as metodologias de avaliação de risco devem ser eficientes e suficientemente detalhadas para possibilitar uma adequada hierarquização dos riscos e consequente controlo. (Carvalho, 2007)

As metodologias normalmente utilizadas são:

- Métodos de avaliação qualitativos (MAQI)

- Métodos de avaliação quantitativos (MAQt)
- Métodos de avaliação semi-quantitativos (MASQt)

### 2.4.1. Métodos de Avaliação Qualitativos (MAQl)

Os MAQl são métodos utilizados para riscos de simples identificação e são os mais recomendados para empresas de pequena dimensão. Consistem em exames sistemáticos onde são identificados os riscos que possam causar dano às pessoas no seu local de trabalho, para que possam ser tomadas decisões quanto às medidas preventivas existentes, verificar se as medidas de controlo são adequadas ou se mais medidas devem ser tomadas para eliminar esses riscos. (Gadd, Keeley, & Balmforth, 2003)

Recorre-se a uma avaliação de cenários individuais, estimando os diferentes riscos na base da resposta a questões do tipo “*o que acontecerá se....?*”.

Os MAQl referem-se a avaliações puramente qualitativas da *Severidade* e da *Probabilidade*, sem que haja qualquer registo numérico associado. (Carvalho, 2007)

Como exemplos deste tipo de avaliação temos:

- Análise preliminar do Risco (PHA - Preliminary Hazards Analysis);
- Listas de Verificação.

#### 2.4.2. Métodos de Avaliação Quantitativos (MAQt)

Os MAQt são métodos utilizados quando os riscos identificados são numerosos e complexos. Consistem na estimativa de valores numéricos que avaliem a probabilidade e consequência dos riscos identificados. (Gadd, Keeley, & Balmforth, 2003) Com estes valores pode ser calculada a magnitude dos riscos. Os riscos podem ser posteriormente hierarquizados para decisão de quais serão os que necessitam de ações imediatas. Também podem ser comparados com o risco aceitável definido pela organização para definir sobre quais os riscos em que se deve intervir. Devido à natureza do risco esta avaliação deve ser feita por especialistas.

São enumeradas, em seguida, algumas técnicas que se enquadram neste tipo de métodos de avaliação:

- Análise por Árvore de Falhas (FTA - Fault Tree Analysis);
- Análise da Árvore de Acontecimentos (ETA - Event Tree Analysis);
- Avaliação de Risco Quantificada (QRA - Quantified Risk Assessment)

#### 2.4.3. Métodos de Avaliação Semi-quantitativos (MASQt)

Nos casos intermédios em que os riscos não sejam nem em pequeno número e simples, nem numerosos e complexos, como por exemplo, se existirem riscos que necessitem de conhecimento especializado, como um processo ou técnica complexa, pode ser aconselhado complementar uma simples abordagem qualitativa com uma quantitativa. (Gadd, Keeley, & Balmforth, 2003)

Nos MASQt, na presença de um conjunto de riscos de maior complexidade, a avaliação qualitativa é complementada com a estimativa numérica da magnitude do risco, estimando a severidade das consequências do risco e a sua probabilidade de ocorrência.

Como exemplos deste tipo de avaliação temos:

- Método da Matriz de Risco;
- Failure Mode and Effects Analysis (FMEA);
- Failure Mode and Effects and Criticality Analysis (FMECA).

**Tabela 1 - Vantagens e Limitações associadas aos métodos de avaliação de risco (Carvalho, 2007)**

| Métodos      | Vantagens   | Limitações  |
|--------------|---|---|
| <b>MAQl</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos simples, que não requerem quantificação nem cálculos;</li> <li>• Não requerem identificação exata das consequências;</li> <li>• Tornam exequível o envolvimento dos diferentes elementos da organização.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• São subjetivos por natureza;</li> <li>• Dependem muito da experiência dos avaliadores;</li> <li>• Não permitem efetuar análises Custo/Benefício.</li> </ul>  |
| <b>MAQt</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitem resultados objetivos (mensuráveis);</li> <li>• Permitem a análise do efeito da implementação de medidas de controlo de risco;</li> <li>• Permitem efetuar análises Custo/Benefício;</li> <li>• Assumem linguagem objetiva (facilitando a sensibilização da administração).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentam complexidade e morosidade de cálculos;</li> <li>• Necessitam de metodologias estruturadas necessitam de dispor de base de dados experimentais ou históricos de adequada fiabilidade e representatividade;</li> <li>• São bastante onerosos requerem recursos humanos experientes e com formação adequada;</li> <li>• Requerem elevada quantidade e tipo de informação;</li> <li>• Revelam dificuldade na valoração quantitativa do peso da falha humana (erro de decisão, de comunicação, entre outros).</li> </ul> |
| <b>MASQt</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos relativamente simples;</li> <li>• Identificam as prioridades de intervenção através da identificação dos principais riscos;</li> <li>• Sensibilizam os diferentes elementos da organização.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentam subjetividade associada aos descritores utilizados nas escalas de avaliação;</li> <li>• São fortemente dependentes da experiência dos avaliadores.</li> </ul>   |



### 3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

#### 3.1. Introdução

O FMEA foi desenvolvido nos anos 50 por engenheiros de fiabilidade para determinar problemas que pudessem ter origem no mau funcionamento do sistema militar.

O FMEA é uma técnica de engenharia utilizada para definir, identificar e eliminar falhas reais e/ou potenciais, problemas, erros, etc. de um sistema, projeto, processo, e/ou serviço antes que este alcance o cliente. (ASQC, 1983; Omdahl, 1988; cit. por Stamatis, 2003)

O FMEA pode ser de quatro tipos:

- FMEA de Sistema – Utilizado para avaliar os sistemas e subsistemas numa fase embrionária de um projeto. Foca, essencialmente, as potenciais falhas entre as funções do sistema provocadas pelas suas deficiências, através de interações entre esses sistemas e os seus elementos;
- FMEA de Projeto – Utilizado para analisar produtos antes de serem produzidos. Foca modos de falha provocados por deficiências do projeto;
- FMEA de Processo – Utilizado para analisar os processos de produção e montagem. Foca deficiências dos processos de produção e montagem;
- FMEA de Serviço – Utilizado para analisar o serviço antes de alcançar o cliente. Foca os modos de falha provocados por deficiências provocadas pelo sistema ou processos. (Stamatis, 2003)

A forma como são realizados é muito semelhante, só mudando basicamente o objeto em análise. Como este método foi concebido para uma indústria com linhas de produção constantes e uniformes, como a indústria automóvel, a sua aplicação à indústria da construção civil, onde as linhas de produção nunca ou raramente são as mesmas, requer

algumas adaptações. Esta dissertação irá focar-se mais no FMEA de Processo que será aprofundado mais à frente. Para já será abordado o FMEA de uma forma generalizada que poderá servir como referência para qualquer um dos FMEA.

### 3.2. Conceitos

O FMEA pode ser conseguido de duas formas. Primeiro, utilizando dados históricos, poderão existir análises de dados semelhantes para produtos e/ou serviços semelhantes, dados obtidos através das garantias, queixas de clientes e qualquer outra informação disponível que seja apropriada para definir as falhas. Segundo, podem ser utilizadas técnicas como a estatística inferencial, modelação matemática, simulações, engenharia simultânea e engenharia de confiabilidade para identificar e definir as falhas.

Utilizar uma abordagem ou outra não significa que uma seja melhor do que a outra ou mais precisa do que a outra. Ambas podem ser eficientes, precisas e corretas se realizadas convenientemente e adequadamente. (Stamatis, 2003)

O FMEA fornece informação útil que pode reduzir o risco do sistema, projeto, processo ou serviço porque é um método lógico e progressivo de análise de potenciais falhas que permite que a tarefa seja desempenhada mais eficientemente. É uma das mais importantes ações preventivas de um sistema, projeto, processo ou serviço que irá prevenir que falhas ou erros ocorram. (Kececioglu, 1991)

Esta técnica preventiva fornece ao projetista uma forma metódica de estudar as causas e efeitos das falhas antes de o sistema, projeto, processo ou serviço ser finalizado. Na sua essência, o FMEA proporciona um método sistemático de examinar todas as formas em que possa ocorrer uma falha. Para cada falha, é feita uma estimativa dos efeitos que esta

possa ter no sistema, projeto, processo ou serviço, da sua gravidade, da frequência com que ocorre e sua detecção.

O FMEA irá identificar as ações corretivas necessárias para evitar que as falhas alcancem o cliente, garantindo por isso, a mais elevada durabilidade, qualidade e fiabilidade possível de um produto ou serviço.

Um bom FMEA:

- Identifica modos de falha conhecidos ou potenciais;
- Identifica as causas e efeitos de cada modo de falha;
- Dá prioridade aos modos de falha segundo o Número de Prioridade do Risco (RPN – Risk Priority Number) – produto da frequência da ocorrência, gravidade e detecção;
- Proporciona o acompanhamento e ação corretiva do problema.

Para atingir a satisfação do cliente, a qualidade dos produtos e serviços têm de ser a prioridade número um. O objetivo é melhorar a satisfação do cliente através da melhoria contínua (eliminando ou reduzindo falhas, erros, custo, etc.) da qualidade. Para sustentar esse objetivo, uma organização deve implementar várias medidas com vista à qualidade. Estas medidas (muitas vezes chamadas indicadores, características críticas ou significativas) são numerosas e em muitos casos pouco conhecidas.

A chave para selecionar estas características é a capacidade para detetar os indicadores da qualidade antes de o produto chegar às mãos do cliente ou da capacidade de medir a insatisfação do cliente relativamente ao produto ou serviço. A fase ideal para identificar estas características é a fase de projeto. As definições das características/indicadores utilizados no FMEA são as seguintes:

- Características críticas – as características que podem interferir com a regulamentação nacional, segurança do produto ou operação de serviço. Estas características devem ser identificadas nas plantas e procedimentos, assim como nos formulários do FMEA. Estas são normalmente definidas pelos:
  - Tribunais – através da responsabilização pelo produto;
  - Agências reguladoras – através de leis e regulamentos;
  - Normas industriais – através de práticas comuns aceites pela indústria;
  - Requisitos do cliente – através das suas necessidades e expectativas;
  - Requisitos técnicos específicos – através de dados históricos ou tecnologia de vanguarda ou experiência com o produto ou serviço.
- Características significativas – características da qualidade de um processo, produto ou serviço sobre as quais se deve recolher informação. Estas características são definidas por um consenso entre os requisitos do cliente e do fornecedor, bem como da equipa que vá efetuar o FMEA.

No caso de empresas que realizem o projeto para o cliente, é imperativo que a equipa de planeamento da qualidade da organização e o cliente definam as características internas do produto que possam afetar os requisitos da qualidade e expectativas do cliente.

- Características chave – indicadores mensuráveis que possam fornecer uma rápida resposta ao processo e que, desta forma, forneçam uma oportunidade para corrigir imediatamente questões relacionadas com a qualidade. Também proporcionam a definição do problema na sua origem, bem como de medidas quantitativas e qualitativas da insatisfação do cliente com a qualidade do produto.

Existem três tipos de características chave:

- Características principais – uma medida da qualidade que pode ser avaliada e analisada antes do envio ou entrega do produto ou serviço ao cliente;
  - Características intermédias - uma medida da qualidade que pode ser avaliada e analisada depois do envio ou entrega do produto ou serviço ao cliente, mas antes de o produto ou serviço ter sido executado ou produzido;
  - Características retardadas (atrasadas) - uma medida da qualidade que pode ser avaliada e analisada para medir a satisfação do cliente, depois de o produto ou serviço ter sido executado ou produzido e entregue ao cliente;
- (adaptado de Stamatis, 2003)

Como referido anteriormente, a essência do FMEA é identificar e prevenir que problemas conhecidos ou potenciais atinjam o cliente. Para o fazer é necessário fazer algumas suposições, uma das quais é que os problemas têm prioridades diferentes. Por conseguinte, verifica-se que a prioridade é importante e é o impulso desta metodologia.

Existem três índices que ajudam a determinar a prioridade das falhas:

- Ocorrência (O) – é a frequência da falha;
- Severidade (S) – é a gravidade (efeito) da falha;
- Detecção (D) – é a capacidade de detetar a falha antes que ela ocorra ou tenha impacto no cliente.

Existem muitas formas de definir o valor destes componentes. O mais comum é utilizar escalas numéricas (chamado Princípio Básico dos Critérios do Risco – Risk Criteria Guidelines). Estes parâmetros podem ser qualitativos e/ou quantitativos.

Se forem qualitativos, têm de seguir um comportamento teórico (esperado) do índice. Por exemplo, no caso da ocorrência, o comportamento esperado é o normal. Este

comportamento é esperado porque a frequência ao longo do tempo se comporta de uma forma normal.

Se forem quantitativos, devem ser específicos. Têm de se basear em informação real, processos estatísticos de controlo de dados, históricos da empresa e/ou dados semelhantes que suportem essa avaliação.

O ranking para este critério pode ter qualquer valor. Não existe uma escala padrão. No entanto, existem dois rankings vulgarmente utilizados na indústria em geral. Um ranking com escala de 1 a 5 e outro com escala de 1 a 10.

O primeiro, o com escala de 1 a 5, é bastante limitado por natureza, mas de fácil compreensão. Não oferece grande precisão relativamente a quantificações específicas porque reflete uma distribuição uniforme. O segundo, com escala de 1 a 10, é amplamente utilizado e, de facto, é altamente recomendado porque proporciona uma fácil compreensão, exatidão e precisão na quantificação do ranking.

A prioridade dos problemas é obtida através do Número de Prioridade do Risco (RPN - Risk Priority Number). Este valor é obtido através do produto da ocorrência, severidade e deteção. (adaptado Stamatis, 2003)

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

**Equação 1 - Número de Prioridade do Risco (RPN - Risk Priority Number)**

O RPN só deve ser utilizado para classificar a prioridade e preocupações com o sistema, projeto, produto, processo e serviço. Os RPN não têm qualquer outro valor ou significado. (Ford Motor Company, 1992, 2000; cit. Stamatis, 2003)

O valor mínimo do RPN a partir do qual se deve procurar falhas/problemas é igual ou superior a 50, baseado numa confiança de 95 por cento e numa escala de 1 a 10. Este valor

não é de forma alguma um valor padrão ou universal. Pode ser alterado se a escala for diferente ou se se pretender um intervalo de confiança diferente. Claro que não existe limite na perseguição de todas as falhas, se for esse o objetivo. As falhas/problemas devem ser resolvidos um de cada vez. O maior valor do RPN deverá ser analisado primeiro e só depois todos os outros por ordem decrescente, até terem sido todos resolvidos.

Depois de determinado o valor do RPN, a avaliação deve definir qualitativamente os riscos, utilizando intervalos entre esses valores.

- Risco menor ou secundário – não requerem nenhuma intervenção;
- Risco moderado – requerem alguma atenção;
- Risco elevado – requerem uma intervenção;
- Risco crítico – requerem uma intervenção e são necessárias alterações profundas ao sistema, projeto, produto, processo e/ou serviço.

Se existirem dois problemas com o mesmo RPN, então deve intervir-se primeiro no que tenha maior severidade, seguido do que tiver maior detecção. A severidade é abordada primeiro porque lida com os efeitos da falha. A detecção sobrepõe-se à ocorrência porque é dependente do cliente que é mais importante que a frequência da falha. (adaptado Stamatis, 2003)

Apresentam-se em seguida exemplos de casos extremos da avaliação:

Tabela 2 - Exemplo de casos extremos da classificação, causas da falha e intervenção (Stamatis, 2003)

| Classificação de um Projeto |    |    | Causas da Falha                     | Intervir      |
|-----------------------------|----|----|-------------------------------------|---------------|
| O                           | S  | D  |                                     |               |
| 1                           | 1  | 1  | Situação ideal (objetivo)           | Não           |
| 1                           | 1  | 10 | Domínio assegurado                  | Não           |
| 1                           | 10 | 1  | Falha não atinge o cliente          | Não           |
| 1                           | 10 | 10 | Falha atinge o cliente              | Sim           |
| 10                          | 1  | 1  | Falha frequente, detetável, onerosa | Sim           |
| 10                          | 1  | 10 | Falha frequente, atinge o cliente   | Sim           |
| 10                          | 10 | 1  | Falha frequente com grande impacto  | Sim           |
| 10                          | 10 | 10 | Problema!                           | Sim, Sim, Sim |

Para realizar o FMEA eficientemente, deve seguir-se uma abordagem sistemática. A abordagem recomendada é um método de oito etapas.

1. Escolher a equipa e realizar *brainstormings* – garantir que os indivíduos apropriados irão participar. A equipa deve ser multifuncional, multidisciplinada e com vontade de contribuir.

Depois de ter sido identificada a equipa e esta estar no seu local, deve tentar priorizar as oportunidades de melhoria. Estará o problema num sistema, projeto, produto, processo ou serviço? Que tipo de problemas existem e/ou quais é que são desencadeados por uma situação em particular? O cliente e a organização estão envolvidos ou a melhoria contínua é realizada de forma independente? Se o cliente e/ou a organização tiverem identificado falhas específicas, então a tarefa é muito mais simples porque já foram indicadas orientações. Por outro lado, se a melhoria contínua estiver a ser realizada de forma independente, o *brainstorming*, o diagrama de afinidade e/ou o diagrama de causa-efeito são as melhores ferramentas para identificar uma orientação.

2. Diagrama de bloco de funções e/ou fluxograma de processos – Para realizar o FMEA em sistemas ou projetos, o diagrama de bloco de funções é aplicável. Em processos e serviços, é aplicável o fluxograma de processos. A ideia é que toda a gente esteja em sintonia. Toda a gente compreende o sistema, projeto, processo e/ou serviço? Toda a gente compreende os problemas associados ao sistema, projeto, processo e/ou serviço? Ambas as ferramentas proporcionam uma perspetiva e modelo operacional das relações e interações dos sistemas, subsistemas, componentes, processos e/ou serviços e ajudam a compreender o sistema, projeto, produto, processo e/ou serviço.
  
3. Priorizar – Depois de a equipa ter compreendido o problema, começa a avaliação. As questões frequentes são: Que parte é importante? Onde é que a equipa deve começar?
  
4. Recolha de dados – Esta é a etapa onde a equipa deve começar a reunir informação sobre as falhas e as categoriza convenientemente. Neste ponto a equipa começa a preencher o formulário do FMEA. As falhas identificadas são os modos de falha do FMEA.

Apresenta-se em seguida um formulário tipo do FMEA.

| <b>Processo:</b><br>Ref./Modelo: _____<br>Fornecedores _____ Empresas afectadas: _____ |        |                         | Responsáveis pela equipa de trabalho |           | Área / Nome<br>_____<br>_____<br>_____ |            | Rubrica<br>_____<br>_____<br>_____ |         |     | Data do FMEA: _____<br>Data de revisão: _____<br>Data de lançamento: _____ |                    |                   |                       |  |
|--|--------|-------------------------|--------------------------------------|-----------|--|------------|------------------------------------|---------|-----|--|--------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Elemento   | Função | Modo de falha potencial | Efeito potencial da falha            | Gravidade | Causa potencial da falha               | Ocorrência | Medidas de controlo                | Deteção | NPR | Acções recomendadas  | Pessoa responsável | Data de conclusão | Resultados das acções |  |
|  |        |                         |                                      |           |  |            |                                    |         |     |  |                    |                   | Acções tomadas        |  |
|  |        |                         |                                      |           |  |            |                                    |         |     |  |                    |                   |                       |  |

Figura 2 - Exemplo de um formulário de um FMEA (Costa e Silva, Fonseca, & de Brito, 2006)

5. Análise – A informação é utilizada para uma resolução. Lembra-se que o fundamento da recolha de dados é obter informação utilizada para obter conhecimento que contribuirá para uma decisão.

A análise pode ser qualitativa ou quantitativa. Podem ser utilizadas ferramentas como o *brainstorming*, análise de causa-efeito, desdobramento da função qualidade (QFD – Quality Function Deployment), planeamento de experiências (DoE – Design of Experiments), controle estatístico de processos (SPC – Statistical Process Control), outro FMEA, modelação matemática, simulações, análise de fiabilidade e outros métodos que a equipa possa achar apropriado.

A informação desta etapa será utilizada para preencher o formulário do FMEA no que respeita aos efeitos das falhas e às medidas de controlo existentes para uma posterior estimativa dos índices de ocorrência, severidade e deteção.

6. Resultados – Baseado na análise, os dados são auferidos. A informação aqui recolhida será utilizada para quantificar os índices de ocorrência, severidade e deteção e posterior cálculo do RPN. Poderão ser preenchidas as colunas do formulário do FMEA correspondentes.

7. Confirmar/avaliar/medir – Depois de terem sido registados os resultados, é altura de confirmar, avaliar e medir o sucesso ou falha. Esta avaliação toma a forma de três questões:

- A situação é melhor do que a anterior?
- A situação é pior do que a anterior?

- A situação é a mesma que a anterior?

A informação desta etapa conduzirá à recomendação de ações que serão preenchidas no formulário do FMEA.

8. Repetir tudo outra vez – Independentemente das questões respondidas na etapa anterior, a equipa deve procurar melhorias, começando o processo do início, devido à filosofia fundamental do FMEA que é a melhoria contínua.

O objetivo a longo prazo é eliminar por completo todas as falhas. A curto prazo o objetivo é minimizar as falhas que não forem eliminadas. Claro que a perseverança para atingir esses objetivos tem de considerar as necessidades da organização, custos, clientes e concorrência.

Estima-se que 60 a 80 por cento do tempo despendido para realizar estas etapas é perdido nas três primeiras pelo que se poderá considerar que o mais difícil será que a equipa compreenda bem o sistema, projeto, produto, processo ou serviço da organização, bem como as necessidades específicas do cliente.

Tendo sido tomada a decisão de dar por completo o FMEA, a equipa deve, para encerrar o processo, seguir sete passos dos quais se destacam os primeiros cinco:

1. Rever o FMEA – Garantir que a função, propósito e objetivos foram cumpridos e que deu resposta a todos os pequenos detalhes, que a ação conveniente foi recomendada e implementada. Apresentam-se algumas questões que ajudam a saber se se pode dar essas garantias:

- A identificação do problema é específica?
  - Identificou-se a causa de raiz, o efeito ou o sintoma?
  - A medida corretiva é mensurável?
  - A medida corretiva é proativa?
  - A terminologia utilizada é corrente e consistente?
  - A medida corretiva é realística e sustentável?
2. Destacar as áreas de risco elevado - Uma inspeção às colunas mais críticas do formulário do FMEA, como a severidade e o RPN, é geralmente suficiente para destacar as áreas de maior risco. Numa escala de 1 a 10, uma severidade igual ou superior a 7 e um RPN igual ou superior a 100 indicam normalmente que se está perante uma área de risco elevado.
3. Identificar as características críticas e principais – Mais uma vez esta tarefa pode ser realizada através de uma inspeção às colunas mais críticas do formulário do FMEA. É necessário garantir que existe uma relação direta entre essa coluna e os efeitos da falha. Também é preciso ter cuidados na revisão do RPN pois este valor irá indicar se serão necessárias medidas corretivas.
4. Garantir que existe um plano de controlo e que está a ser seguido – Como foi anteriormente mencionado, a finalidade da realização de um FMEA é a de eliminar e/ou reduzir as falhas reais ou potenciais antes que estas alcancem o cliente. Nesta etapa é necessário garantir que todas as características críticas e principais têm um plano de controlo, melhoria e/ou tratamento documentado. O plano de controlo é o mapa que irá permitir realizar o produto e/ou serviço de uma forma aceitável para

o cliente. Apesar de o FMEA identificar os pontos vitais de um processo e/ou serviço, o plano de controlo monitoriza-os. No caso da indústria da construção civil, esse controlo é normalmente documentado nos Planos de Inspeção e Trabalhos.

5. Avaliar a capacidade dos processos – Depois de o plano de controlo estar implementado e de terem sido definidos os processos estatísticos de controlo, devem ser realizadas análises de capacidade dos processos. Estes estudos são de difícil implementação porque é difícil medir um processo quantitativamente. (adaptado de Stamatis, 2003)

Os dois últimos passos prendem-se com os resultados da avaliação dos processos. Como a sua quantificação pode ser uma tarefa complicada, decidiu-se não abordar esses dois parâmetros.

### **3.3. FMEA de Processo**

O FMEA de processo é um método disciplinado de identificar potenciais ou já identificados modos de falha, proporcionando o acompanhamento e medidas corretivas antes da fase de execução. Até este ponto, o cliente tem de ter definido e validado os processos, procedimentos, produto e sua execução. A partir deste momento, o cliente só estará envolvido para tomar alguma decisão pontual ou esclarecimento de alguma dúvida.

Este FMEA é geralmente realizado através de uma série de componentes que incluem a mão-de-obra, equipamento, metodologia utilizada, materiais, medições e fatores ambientais. Claro que cada um deles tem os seus próprios componentes que podem reagir individualmente ou interagir entre si para criar uma falha.

O FMEA de processo é um evolutivo/dinâmico. Envolve a aplicação de várias tecnologias e métodos para produzir um resultado eficaz dos processos. O objetivo é um produto sem defeitos ou informação que possa ser útil para a produção e montagem.

A escolha das tecnologias apropriadas pode incluir um pedido do cliente, a utilização de sistemas existentes, abordagens padronizadas e/ou procedimentos atualmente conhecidos ou propostos, resultados do FMEA de projeto ou uma combinação de todos estes fatores. (adaptado de Stamatis, 2003)

Um FMEA de processo eficaz é realizado basicamente através dos processos do projeto de engenharia, desenvolvimento do produto, I&D (Investigação e Desenvolvimento), garantia da qualidade, marketing, produção ou uma combinação destes todos. (Blanchard & Lowery, 1969; cit. Stamatis, 2003)

Assim, o objetivo do FMEA de processo é o de minimizar os efeitos das falhas dos processos de produção no sistema (processo), independentemente do nível de FMEA que esteja a ser realizado.

Isto pode ser realizado através da definição das especificações do projeto e de um bom conhecimento do que o processo pode fazer.

A produção envolve a utilização de seis componentes: mão-de-obra, equipamento, metodologia utilizada, materiais, medições e ambiente. O objetivo destes componentes é a produção de um produto final que corresponde ou excede as características de segurança e qualidade da documentação do projeto. É muito difícil realizar um FMEA de processo minucioso sem completar ou pelo menos recolher informação de um FMEA de projeto.

É no entanto uma realidade que é difícil avaliar toda a cadeia de produção numa fase inicial (iniciação da produção). Na maioria dos casos, a avaliação dos processos é desenvolvida com o tempo. Assim, o FMEA do processo está também em constante evolução para traduzir essas alterações.

Existem geralmente dois tipos de técnicas de avaliação de processos que são utilizadas na fase inicial da produção:

1. Realizar estudos de capacidade dos processos – Estes estudos são realizados para determinar a capacidade inerente de elementos específicos dos processos de produção. Exemplos incluem capacidade de aceitação de equipamento, estudos de potencial dos processos (capacidade a curto prazo) e estudos de capacidade a longo prazo.
  
2. Avaliação de processos obrigatórios – Como referido, é difícil avaliar todos os parâmetros dos processos. Por isso, cada organização estabelece pontos de verificação obrigatórios para variáveis específicas que sejam críticas para a operação e/ou cliente. Essas variáveis podem ser identificadas através de:
  - Requisitos do cliente;
  - Regulamentos governamentais;
  - Princípios específicos de engenharia;
  - FMEA de projeto;
  - Normas industriais;
  - Práticas comuns aceites;
  - Jurisprudência, através da responsabilização pelo produto.

Alguns pontos de avaliação podem ser:

- Certificação dos operadores – A certificação para técnicas críticas pode ser necessária (por exemplo, soldadores, operadores de guias, etc.);
- Comprovação/evidência de equipamento – Ferramentas e acessórios podem ser exigidos para validação;
- Processos críticos – A maioria dos processos definidos pela segurança, pelo cliente ou por regulação governamental necessitam de uma avaliação antes de uma aprovação;
- Operações de teste – As operações de teste mais complexas necessitam de revisão e aprovação para garantir a precisão.

O objetivo e finalidade do FMEA de processo é definir, demonstrar e maximizar soluções de engenharia face à qualidade, segurança, sustentabilidade, custo e produtividade, explicitados pelo FMEA de projeto e cliente. O ponto fundamental desta definição é que não se pode dar mais ênfase a um elemento em detrimento de outro. Todos eles têm de ser satisfeitos para que o processo possa atingir a sua máxima capacidade. A melhor situação para cada um destes elementos é uma definição operacional e pode ser definida na forma como a organização se situa no mercado. O modo como é feita esta definição é o que distingue fundamentalmente as organizações entre si no que respeita ao seu produto e/ou serviço. (adaptado de Stamatis, 2003)

Para cumprir este objetivo, o FMEA de processo deve basear os seus requisitos em sólidas necessidades, pretensões e expectativas do cliente. Como regra geral essa informação pode ser resultado do desenvolvimento da função qualidade (QFD – Quality Function Deployment), ou de uma necessidade interna de melhoria, ou dos resultados do FMEA de

projeto. Em todo o caso, um dos primeiros passos na realização do FMEA deve incluir estudos de viabilidade e/ou análises de risco-benefício direcionados para definir uma série de soluções para os problemas a que se pretende dar resposta. O objetivo desta fase inicial é maximizar a qualidade, segurança, custo, produtividade e sustentabilidade do sistema, independentemente do grau do FMEA que esteja a ser realizado. Isto pode ser alcançado através das seguintes considerações:

1. Transformar uma necessidade operacional numa descrição dos parâmetros de desempenho do processo e uma configuração do processo tão perfeita quanto possível através de um processo iterativo de análise funcional, otimização, definição, projeto, revisões do projeto, testes e avaliações.
2. Integrar parâmetros técnicos relacionados e garantir a compatibilidade de todas as interfaces físicas, funcionais e programáveis de forma a otimizar toda a definição do processo e produção.
3. Integrar a segurança – sustentabilidade, fatores humanos, segurança, integridade estrutural, produção e outras especificidades relacionadas no contexto da aplicação global da engenharia.

O resultado do FMEA de processo é um processo (pode ser alterado por nova informação ou informação alterada) com uma configuração base e especificações funcionais que traduzem os requisitos estabelecidos em características qualitativas e quantitativas do produto ou serviço e sua montagem. (adaptado de Stamatis, 2003)

Algumas questões específicas aquando da realização do FMEA de processo podem ser:

- Qual é o desempenho e efetividade do processo?
- Qual é o propósito e funções do produto?

- Os requisitos do processo especificados inicialmente são convenientes? Estão a ser cumpridos?
- Como é que o processo está a cumprir a sua função?
- Que matérias-primas e componentes são utilizados neste processo?
- Como e em que condições é que o processo se relaciona com outros?
- Que subprodutos são criados por este processo ou pela utilização deste processo?
- Como é utilizado, mantido, reparado e descartado este processo no fim do seu ciclo de vida?
- Quais são as etapas de execução na produção do produto?
- Quais as fontes de energia utilizadas e de que forma?
- Quem vai utilizar o processo e quais são as suas capacidades ou limitações?
- O processo é económico?

Assume-se, quando se vai realizar o FMEA de processo, que o projeto está otimizado. Quando o projeto não está otimizado, a equipa do FMEA vai andar a realizar o FMEA de processo e o de projeto em simultâneo e irá entrar num ciclo vicioso não conseguindo cumprir a sua função. A única forma de dar resposta ao FMEA de projeto no desenvolvimento de um FMEA de processo é quando as causas de raiz dos modos de falha nos processos são provocadas pelas especificações do projeto. (adaptado Stamatis, 2003)

A fase seguinte é definir o formulário do FMEA, isto é, os elementos que farão parte do formulário e as escalas dos seus parâmetros. Não existe um formulário específico para os vários tipos de FMEA. Este tema já foi abordado no capítulo anterior, mas irão ser agora aprofundados os elementos que farão parte do formulário. (adaptado de Stamatis, 2003)

Assim, para a execução desta dissertação, foi elaborado um formulário do FMEA que se apresenta na tabela seguinte:

Tabela 3 - Formulário do FMEA

| Identificação da obra: |         |                            | Responsáveis pela<br>equipa de trabalho |                | Área / Nome                      |                |                           | Rubrica     |      | Data do FMEA:    |                                |
|------------------------|---------|----------------------------|---|----------------|----------------------------------|----------------|---------------------------|-------------|------|------------------|--------------------------------|
| Ref./Modelo:           |         |                            |   |                |                                  |                |                           |             |      | Data de Revisão: |                                |
|                        |         |                            |   |                |                                  |                |                           |             |      |                  |                                |
|                        |         |                            |   |                |                                  |                |                           |             |      |                  |                                |
| Atividades             | Tarefas | Modo de Falha<br>Potencial | Potenciais<br>Consequências<br>da Falha | Severidade (S) | Potenciais<br>Causas da<br>Falha | Ocorrência (O) | Medidas<br>de<br>Controlo | Deteção (D) | RPN  | Grau de<br>Risco | Medidas de Controlo Adicionais |
| (1)                    | (2)     | (3)                        | (4)                                     | (5)            | (6)                              | (7)            | (8)                       | (9)         | (10) | (11)             | (12)                           |
|                        |         |                            |   |                |                                  |                |                           |             |      |                  |                                |

Este formulário pode incluir um cabeçalho com a identificação da obra, responsáveis, datas, etc.. Estes elementos serão a introdução do formulário. Não são obrigatórios, no entanto, podem acrescentar informação importante para esclarecer futuras dúvidas.

A área obrigatória será a numerada de 1 a 12. Estes campos definem o FMEA:

- Atividades (1)

Esta coluna será destinada às atividades que serão avaliadas. Nos casos práticos apresentados mais à frente, esta coluna será destinada às atividades relacionadas com demolição, movimentação de terras e execução da estrutura.

- Tarefas (2)

Nesta coluna serão apresentadas as tarefas associadas a cada atividade que serão posteriormente avaliadas. A sequência das tarefas é um fator bastante importante. Normalmente está associado a um fluxograma dos processos que inclui as operações sequenciadas seguido de uma análise das tarefas. O fluxograma dos processos identifica sequencialmente as operações de mão-de-obra, interação da mão-de-obra com outra de natureza diferente e com equipamento relevante. A análise das tarefas, pelo contrário, serve como base para a análise das cargas de trabalho, definindo a sequência de tarefas que cada pessoa no processo irá desempenhar. (adaptado Stamatis, 2003)

Esta etapa é importante porque uma ineficiente distribuição das cargas de trabalho pode resultar num aumento da falha humana e conseqüente falha de segurança ou problemas críticos. (Bass, 1991; cit. Stamatis, 2003)

A análise da tarefa e a identificação da tarefa não são a mesma coisa. Uma análise da tarefa define:

- O que inicia a tarefa;
- O equipamento necessário para realizar a tarefa;
- A resposta humana;
- O *feedback* da tarefa;
- Características da saída (*output*) da tarefa, incluindo requisitos de desempenho.

A identificação da tarefa define o trabalho segundo uma das seguintes técnicas:

- Análise do sistema
  - Diagrama de blocos funcional
  - Diagramas de decisão/ação
  - Alocação funcional
- Análises de tempo e movimentação
- Análises de segurança
- Diagrama sequencial de operações

Para a tarefa ser eficiente, deve ser identificada detalhadamente através de uma linguagem específica, concisa, exata e de fácil compreensão. (adaptado Stamatis, 2003)

- Modo de Falha Potencial (3)

O problema, a preocupação, a oportunidade de melhoria, a falha, a rejeição, o defeito. Quando se pensa nos potenciais modos de falha deve pensar-se na perda de funcionalidade do processo – uma falha específica. Quanto mais específica, maior será a possibilidade de identificar os efeitos e causas da falha. Uma falha de um processo ocorre quando um produto não protege adequadamente contra o risco de

lesões, quando falha a desempenhar as suas funções em segurança (como definido pelas especificações técnicas), ou falha em minimizar as consequências evitáveis na prevenção de um acidente.

De uma forma geral, existem quatro categorias de modos de falha de processos:

- Ensaaios e/ou inspeções
  - Aceitar ou rejeitar peças boas ou más, respetivamente
- Montagem
  - Peças desorientadas e/ou falta de peças
- Aceitação da inspeção
  - Porque é que a peça foi rejeitada?
- Execução
  - Características visuais
  - Dimensões erradas
  - Características de projeto

Para cada tarefa identificada devem ser listadas as correspondentes falhas. Pode haver mais do que uma falha para cada tarefa. O engenheiro deve antecipar estas falhas. Um grande contributo para o fazer pode ser rever registos de garantias, documentação histórica, queixas de clientes, FMEA de projeto e qualquer outra documentação aplicável. (adaptado Stamatis, 2003)

- Potenciais Consequências da Falha (4)

Nesta coluna dever-se-á indicar as consequências do modo de falha no processo, operação, produto, cliente e/ou regulação governamental. As perguntas que se devem fazer são:

- Como se reflete o modo de falha no cliente?
- Quais as consequências ou ramificações do problema ou falha?

Para identificar as potenciais consequências, alguns documentos a que se pode recorrer são:

- Dados históricos;
- Registos da garantia;
- Queixas de clientes;
- FMEAs semelhantes realizados no passado (de processo e de projeto).

Independentemente da identificação das potenciais consequências, as ramificações da perda de funcionalidade do processo devem ser determinadas. Deve ser considerado o próprio processo, outros processos, o produto, segurança, regulação governamental, equipamento e o cliente. (adaptado Stamatís, 2003)

- Severidade (5)

A severidade é uma classificação que indica a gravidade das potenciais consequências do modo de falha e aplica-se sempre ao efeito de uma falha. Na realidade, existe uma relação direta entre os efeitos e a severidade. Por exemplo, se os efeitos forem críticos, a severidade será alta. Se, por outro lado, os efeitos não forem críticos, a severidade será muito baixa.

A severidade é avaliada na perspetiva do sistema, projeto, outros sistemas, produto, cliente e/ou regulamentação governamental. Para ser estimada, existe normalmente uma escala tabelada, que reflete as preocupações da organização em conjugação com o cliente e/ou regulamentação governamental. (adaptado Stamatís, 2003)

No capítulo 5, será apresentada a forma como foi obtido este valor e uma tabela com as escalas de valoração.

- Potenciais Causas da Falha (6)

As causas de uma falha de um processo são as deficiências do processo que resultam num modo de falha. É preciso realçar que quando se analisa as causas é necessário focar a raiz das causas e não os sintomas das falhas.

Para identificar adequadamente as potenciais causas das falhas é necessário compreender o projeto e os processos e fazer as perguntas adequadas. A especificidade é essencial. Quanto mais se foca na raiz da causa, melhor se compreende a falha. Podem ser utilizadas algumas técnicas como *brainstorming*, análise por árvore de falhas, análise de causa-efeito, análise de diagramas de blocos, etc..

As perguntas que se devem fazer são:

- De que forma pode o sistema deixar de cumprir a função pretendida?
- Que circunstâncias podem provocar a falha?
- Como ou porque é que uma peça pode deixar de cumprir as especificações técnicas?

Um modo de falha pode ser provocado por:

- Má seleção dos componentes ou materiais;
- Má utilização dos processos;
- Procedimentos de controlo inadequados;
- Falta de processos e controlo da qualidade;
- Falta de sistemas de segurança;

- Utilização imprópria;
- Alteração do produto;
- Más instruções de trabalho;
- Erro humano;
- Interação com outros componentes;
- Interação com componentes de outros sistemas.

A relação entre os modos de falha e as causas não é linear, isto é, a mesma falha pode ter várias causas. (adaptado Stamatis, 2003)

- Ocorrência (7)

A ocorrência é o valor correspondente ao número estimado de frequências e/ou número cumulativo de falhas que poderiam ocorrer devido a uma dada causa, num universo de peças produzidas, com o controlo existente.

Este valor deve ser estimado considerando uma única causa para uma determinada falha. (adaptado Stamatis, 2003)

No capítulo 5, será apresentada a forma como foi obtido este valor e uma tabela com as escalas de valoração.

- Medidas de Controlo (8)

Um procedimento, teste, ensaio ou uma análise técnica. Estes são alguns dos métodos de detetar ou prevenir falhas num processo, parte do processo ou subsequentes operações e/ou cliente. Podem ser simples, como o caso de *brainstorming*, auditorias e amostras baseadas em técnicas estatísticas, ou muito técnicos e complexos, como o caso de análises de elementos finitos, simulações

informáticas e testes em laboratórios. Em ambos os casos, o foco é a eficiência do método/técnica de controlo antes de alcançar o cliente.

As únicas formas de controlo que devem ser consideradas no FMEA de processo, são as que contribuam para a estimativa da deteção. Controlos que permitam prevenir ou reduzir a ocorrência devem ser considerados na estimativa da ocorrência. (adaptado Stamatis, 2003)

O objetivo é detetar uma deficiência do processo o mais cedo possível para proporcionar um eficiente controlo da produção e/ou produto. Essa deficiência pode ser vista como uma debilidade em manifestar, detetar ou eliminar o problema do processo (Chien, 1985; cit. Stamatis, 2003)

Como o FMEA de processo é normalmente realizado numa fase embrionária, é muitas vezes difícil estimar o índice de deteção. Nestes casos, podem utilizar-se dados históricos ou informação semelhante de processos semelhantes e/ou componentes. Em alguns casos, é possível não existir nenhum método, teste, ensaio ou técnica para identificar a falha. Nesse caso, a entrada para esta coluna deverá ser algo como “Não identificada até à data”.

Outra forma de focar a deteção é realizar *brainstorming* para identificar novos métodos e testes à medida que estes se vão podendo aplicar. As duas perguntas principais que se deve fazer num *brainstorming* são:

- Como é que a falha pode ser encontrada?
- De que forma pode ser reconhecida a falha?

Algumas das mais eficientes formas de detetar uma falha são:

- Técnicas de simulação comprovadas;

- Modelação matemática;
- Testes em protótipos;
- Planeamento de experiências (DoE - Design of Experiments);
- Testes de verificação dos processos;
- Testes específicos do produto.

Os métodos de controlo podem ser:

- Modelação e testes probabilísticos, de confiança e estatísticos obrigatórios;
- Revisão do resultado de testes e ensaios, análise das margens de segurança, avaliação da seleção de materiais e realização de auditorias a processos de produção;
- *Checklists* para a integridade da documentação. Uma *checklist* pode proporcionar uma última verificação das funções, características, conformidade com as normas vigentes, rentabilidade e segurança dos processos de produção. (adaptado Stamatis, 2003)

Stamatis (2003) sugere que, no caso de falha humana, o método de deteção pode ser desenvolvido segundo a MIL-STD-1472c (1981) e a lista de Woodson (1981) segundo os seguintes critérios:

- Integração do controlo e sinalização
  - O controlo e sinalização devem estar juntos;
  - O controlo e sinalização com funções semelhantes devem ser agrupados;
  - A sinalização deve indicar a orientação do controlo.

- Sinalizações visuais
  - As sinalizações visuais devem fornecer exclusivamente a informação necessária para o funcionamento do sistema;
  - Sinalizações críticas devem ser localizadas no campo de visão do trabalhador;
  - As luzes dos indicadores devem seguir um código de cores padrão;
  - Os tamanhos das figuras devem ser definidos e baseados nas distâncias a que se encontram os trabalhadores.
- Sinalizações auditivas
  - A sinalização auditiva deve ser numa frequência e amplitude que possa ser ouvida no local de trabalho;
  - O sinal deve ser repetido com uma frequência (número) suficiente para ser entendida por toda a gente no local de trabalho.
- Controlo
  - O controlo deve obedecer a normas e deve ser adaptado ao equipamento que esteja a ser utilizado;
  - O controlo deve seguir uma ordem lógica;
  - Os códigos de cores padrão do controlo devem ser seguidos;
  - O controlo deve ser codificado por forma, cor, tamanho e localização.
- Avisos/Sinalização
  - Os avisos/sinalização devem ser legíveis e compreensíveis em previsíveis condições de trabalho pelos utilizadores;
  - Os avisos e sinalização em local apropriado, devem:
    1. Identificar a existência de um perigo;

2. Indicar o nível de risco;
  3. Indicar a probabilidade de o perigo resultar em danos pessoais;
  4. Explicar as medidas para evitar esse perigo;
  5. Descrever as consequências do perigo se os avisos não forem respeitados.
- Antropometria
    - O equipamento deve ser concebido para se ajustar aos potenciais utilizadores.
  - Critério da área de trabalho
    - Os controlos devem estar posicionados a uma distância alcançável pelo trabalhador;
    - Devem ser concebidos para o controlo poder ser feito sentado ou de pé.
  - Critério de processos ambientais
    - Estabelecer níveis de temperatura, ventilação e humidade para um desempenho seguro e eficiente do trabalho;
    - Iluminação apropriada;
    - Níveis de ruído apropriados;
    - Apropriados níveis de vibração e aceleração.
  - Critério de processos de sustentabilidade
    - Critérios de acessibilidade;
    - Limites de peso.
  - *Checklists*
    - *Checklists* específicas para funções específicas.

- Detecção (9)

A deteção é o valor correspondente à probabilidade de as medidas de controlo existentes detetarem a causa de raiz de um modo de falha antes que este acabe de ser produzido. Para determinar o valor da deteção, é preciso estimar a capacidade de cada método de controlo de detetar a falha antes que esta alcance o cliente.

Ao responder a questões relacionadas com a deteção no FMEA de processo, é importante não assumir que a deteção deve ser baixa só porque a ocorrência é baixa. As duas classificações podem ou não estar correlacionadas.

Se os métodos de controlo para detetar a falha forem desconhecidos ou a deteção não puder ser estimada, então deve ser considerada uma deteção com valor igual a 10. (adaptado Stamatis, 2003)

No capítulo 5, será apresentada a forma como foi obtido este valor e uma tabela com as escalas de valoração.

- RPN (10)

Como já foi referido, este valor será igual ao produto da severidade, ocorrência e deteção. O RPN define a prioridade da falha. Por si só o RPN não tem qualquer valor ou significado. Só serve para determinar a o *ranking* das potenciais deficiências do processo.

No FMEA de processo é preciso sempre ter em mente que o objetivo é reduzir o valor do RPN de uma forma específica. Essa forma específica é reduzindo:

- Severidade

- Ocorrência
- Detecção

A severidade só pode ser reduzida com uma alteração do projeto. Se isso for alcançável, então a falha é eliminada.

A ocorrência pode ser reduzida melhorando as especificações técnicas e/ou requisitos no processo, com a finalidade de prevenir as causas ou reduzir a sua frequência.

A detecção pode ser reduzida adicionando ou melhorando as técnicas de avaliação ou aumentando a amostra e/ou adicionando equipamento de controle. O resultado será o aumento da capacidade de detetar a falha antes que alcance o cliente.

(adaptado Stamatis, 2003)

- Grau de Risco (11)

O grau de risco é uma escala qualitativa do RPN. Como referido anteriormente, poderá ser menor/secundário, moderado, elevado ou crítico. Normalmente está associada uma escala de cores a esta avaliação:

- Verde - menor/secundário;
- Amarelo – moderado;
- Laranja – elevado;
- Vermelho – crítico.

Esta escala é obtida através de intervalos de valores do RPN. Esses intervalos são definidos pela organização.

- Medidas de Controlo Adicionais (12)

Medidas de controlo adicional são ações recomendadas para reduzir ou eliminar os riscos. Nenhum FMEA deve ser completado sem estas recomendações. Podem ser ações específicas ou estudos aprofundados.

As recomendações mais vulgares são:

- Nenhuma ação neste momento;
- Adicionar dispositivos de deteção;
- Propor alternativas ao projeto;
- Adicionar subsistema redundante. (adaptado Stamatis, 2003)

Tendo sido preenchida a tabela, não quer dizer que o FMEA esteja completo ou terminado. Mesmo que o RPN seja reduzido, não significa que seja suficiente e as ações tomadas podem interferir noutras tarefas. A execução do FMEA é um processo iterativo que só deverá acabar quando não seja mais possível alterar os valores da severidade, ocorrência, deteção e correspondente RPN ou quando deixar de ser economicamente viável implementar mais medidas.

Em síntese apresentam-se em seguida as saídas do FMEA de processo e as suas vantagens.

As saídas (*outputs*) do FMEA de processo são:

- Uma lista de modos de falha hierarquizados pelo RPN;
- Uma lista de características críticas e/ou significativas;
- Uma lista de ações corretivas para responder às características críticas e/ou significativas.

As vantagens do FMEA de processo são:

- Identifica as deficiências e apresenta medidas corretivas;
- Identifica as características críticas e/ou significativas e contribui para desenvolver planos de controle;
- Estabelece uma priorização das ações corretivas;
- Auxilia na análise dos processos de execução e montagem;
- Documenta as razões fundamentais para as alterações. (adaptado de Stamatis, 2003)



## 4. Demolição, Movimento de Terras e Execução da Estrutura em Edifícios

### 4.1. Enquadramento

No sentido de enquadrar a implementação do FMEA no âmbito desta dissertação, é conveniente descrever as atividades que serão avaliadas. Neste capítulo serão descritas genericamente essas atividades e as técnicas mais vulgares de execução de edifícios.

### 4.2. Demolição

A atividade de demolição é uma atividade perigosa pelo que requer alguns cuidados especiais. Deve ser executada cumprindo-se os requisitos da regulamentação em vigor, nomeadamente no que respeita à segurança e higiene no trabalho e às operações de gestão de resíduos. <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>

Os trabalhos de demolição compreendem, para além das operações destinadas à demolição total ou parcial de edifícios ou de elementos construtivos, a carga, transporte e descarga dos produtos resultantes das demolições. A gestão dos resíduos, incluindo a sua recolha, armazenagem, triagem, tratamento, valorização, e eliminação, terá de ser considerada.

<sup>(1)</sup>Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março:

O decreto -lei estabelece o regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, abreviadamente designados resíduos de construção e demolição ou RCD, compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação.

<sup>(2)</sup>Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro:

O decreto-lei estabelece o regime geral da gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Directiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro.

Assim, os trabalhos de demolição devem compreender genericamente as seguintes fases (Tabela 4):

**Tabela 4 - Trabalhos de demolição**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Trabalhos preparatórios   | Inspeção do local de demolição                                     |
|                           | Inspeção estrutural  |
| Fase de Projeto           | Plano de demolição   |
|                           | Remoção de material e resíduos perigosos                           |
|                           | Demolição  |
| Processo/Modo de Execução | Triagem e reciclagem   |
|                           | Transporte e descarga do material demolido para locais apropriados |

A demolição propriamente dita é vulgarmente feita manualmente com equipamento de corte e com máquinas com braço hidráulico.

### 4.3. Movimento de Terras

O movimento de terras engloba normalmente, numa fase inicial, a desmatagem, desflorestação e decapagem da terra vegetal e, posteriormente, a escavação propriamente dita e/ou trabalhos de aterro. As técnicas utilizadas dependem dos fatores geológicos do terreno, da cota do nível freático, da envolvente do terreno, do tipo de fundações que foi adotado no projeto de estruturas, etc.

Quando possível, recorre-se a equipamento pesado com braços hidráulicos e pás carregadoras. Se o terreno for do tipo rochoso, pode ser necessário recorrer a explosivos. Podem ser feitas escavações gerais onde se determina uma cota para toda a plataforma de implantação dos edifícios ou plataformas localizadas para um único edifício. Grande importância deve ser dada a estruturas de contenção de terras. Podem ser definitivas,

como o caso de muros de suporte em betão armado, muros de Berlim para escavações mais profundas, etc., ou estruturas provisórias de contenção, como o caso de entivações para contenção do terreno na escavação de valas.

A movimentação de terras pode ainda incluir o tratamento do terreno com depósito de solo de boas condições e compactação do terreno. Esta atividade só estará concluída depois de depositado o excesso de terreno em vazadouro apropriado.

#### **4.4. Execução da Estrutura em Edifícios**

As estruturas dos edifícios são compostas pelos elementos que garantem a sua estabilidade.

Quanto ao tipo de material podem ser em:

- Betão armado
- Metálicas
- Mistas
- Madeira.

Quanto ao processo de fabrico podem ser fabricadas “in situ” ou pré-fabricadas. As mais comuns são em betão armado.

Os elementos que compõem a estrutura dos edifícios são compostos por fundações, lajes, pilares, vigas e laje de cobertura. Existe um elevado número de técnicas e soluções que podem ser adotadas para cada um destes elementos. Em estruturas de betão armado, o processo de execução de qualquer um destes elementos é genericamente:

- Montagem das armaduras
- Montagem das cofragens

- Colocação das armaduras
- Betonagem
- Vibração do betão
- Cura do betão
- Descofragem

São inicialmente executadas as sapatas. Depois são amarrados os pilares às sapatas e é executada a laje de pavimento. Os pilares formarão posteriormente pórticos em ligação com as vigas que suportarão a laje de cobertura.

## 5. Acidentes de Trabalho

### 5.1. Introdução

Atualmente, o progresso tecnológico e profundas pressões competitivas resultaram em rápidas mudanças nas condições, processos e organização do trabalho. A legislação é essencial mas, por si só, insuficiente para responder a estas mudanças ou acompanhar o aparecimento de novos perigos e riscos. As organizações têm de ser capazes de enfrentar a segurança e saúde no trabalho continuamente e dar uma resposta eficaz através de estratégias de gestão dinâmicas. (OIT, 2001)

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) estima que todos os anos ocorrem no mundo cerca de 270 milhões de acidentes de trabalho e são registadas aproximadamente 160 milhões de doenças profissionais das quais resultam a morte de mais de 2 milhões de trabalhadores.

São enormes os custos económicos originados por esta situação, ultrapassando 4% do PIB mundial. Mas são incalculáveis os custos sociais e pessoais que representam a perda de milhões de vidas que provocam tanto sofrimento e dramas familiares. (CGTP-IN, 2005)

Em Portugal, julga-se que a realidade é semelhante, apesar de os números serem uma completa incógnita. A falta de estudos torna impossível saber que encargos representam, para as empresas e para o estado, os acidentes de trabalho.

Os números são claros. O setor secundário é onde ocorrem mais acidentes. As especificidades da indústria da construção civil, os riscos a que os trabalhadores deste setor estão expostos, conduzem a que uma grande fatia desses acidentes ocorra neste setor. É, por isso, necessário adotar medidas que ajudem a reduzir os números.

Tabela 5 - Acidentes de trabalho total e por sector de atividade económica em Portugal (GEP/MSSS; PORDATA, 2012)

| Sectores de atividade económica |          |          |            |                       |                            |            |           |  |                           |                          |
|---------------------------------|----------|----------|------------|-----------------------|----------------------------|------------|-----------|--|---------------------------|--------------------------|
| Anos                            | Total    | Primário | Secundário |                       |                            |            | Terciário |  |                           |                          |
|                                 |          | Total    | Total      | Indústrias extrativas | Indústrias transformadoras | Construção | Total     | Comércio por grosso e retalho, reparação de veículos automóveis e motociclos | Transportes e armazenagem | Alojamento e restauração |
| 2000                            | 234.192  | 8.881    | 141.418    | 2.475                 | 86.183                     | 51.561     | 76.850    | 32.095   | 9.416                     | 8.545                    |
| 2001                            | 244.936  | 8.416    | 152.634    | 2.948                 | 92.071                     | 56.401     | 81.966    | 34.067   | 9.767                     | 8.125                    |
| 2002                            | 248.097  | 9.147    | 150.518    | 2.854                 | 89.560                     | 57.083     | 86.728    | 36.009   | 10.395                    | 9.087                    |
| 2003                            | 237.222  | 9.263    | 140.022    | 2.449                 | 82.537                     | 53.978     | 85.216    | 35.171   | 10.293                    | 8.689                    |
| 2004                            | 234.109* | 9.316*   | 132.930*   | 2.328*                | 75.795*                    | 53.957*    | 89884*    | 35.599*  | 9.646*                    | 10.434*                  |
| 2005                            | 228.884  | 8.105    | 129.431    | 2.029                 | 74.593                     | 51.538     | 89.509    | 34.310   | 9.430                     | 9.896                    |
| 2006                            | 237.392  | 8.545    | 129.589    | 1.960                 | 74.698                     | 51.790     | 98.101    | 36.916   | 10.665                    | 11.496                   |
| 2007                            | 237.409  | 7.221    | 127.913    | 2.100                 | 77.423                     | 47.322     | 102.116   | 37.754   | 10.451                    | 11.882                   |
| 2008                            | 240.018* | 6.137*   | 128.622*   | 2.034*                | 76.184*                    | 47024*     | 105.074*  | 37.544*  | 10.794*                   | 11.893*                  |
| 2009                            | 217.393  | 7.670    | 107.657    | 1.407                 | 58.235                     | 45.118     | 100.837   | 34.867   | 10.163                    | 11.902                   |

\* Quebra de série

## 5.2. Conceitos

Os relatórios sobre acidentes de trabalho em Portugal são da responsabilidade do Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) que “garante o apoio técnico ao planeamento estratégico e operacional e à formulação de políticas internas e internacionais do Ministério da Solidariedade e da Segurança Social.” (GEP/MSSS)

Para contextualizar os dados estatísticos que serão apresentados nesta dissertação, é necessário compreender o significado dos seguintes conceitos:

- Acidente de trabalho - é uma ocorrência imprevista, durante o tempo de trabalho, que provoca dano físico ou mental.
- Acidente de trabalho mortal - um acidente de que resulte a morte da vítima num período de um ano após o dia da sua ocorrência.
- Dias de trabalho perdidos - são contabilizados os dias de ausência ao trabalho no mínimo de um dia (para além do primeiro dia) até um ano.
- Desvio - refere o que se passou de anormal, como, por exemplo, a perda, total ou parcial, de controlo de uma máquina, ou uma queda sobre ou a partir de alguma coisa.
- Contacto - modalidade da lesão: descreve a forma como a pessoa foi lesionada, a maneira através da qual o sinistrado entrou em contacto com qualquer coisa que causou a lesão.

### 5.3. Estatísticas

#### 5.3.1. Todas as Atividades Económicas

Em Portugal, entre 2000 e 2009, foram registados cerca de 1,9 milhões de acidentes dos quais cerca de 3000 foram mortais. Se a estes dados, ainda forem incluídos os dias perdidos de trabalho que rondarão os 70 milhões, podemos concluir que os acidentes representam enormes encargos, quer às empresas, quer ao estado. As tabelas seguintes comprovam estas estatísticas.

**Tabela 6 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)**

| 2000    | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 234.192 | 244.936 | 248.097 | 237.222 | 234.109 | 228.884 | 237.392 | 237.409 | 240.018 | 217.393 |

**Tabela 7 – Acidentes de trabalho mortais em Portugal em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)**

| 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 368  | 365  | 357  | 312  | 306  | 300  | 253  | 276  | 231  | 217  |

**Tabela 8 - Número total de dias de trabalho perdidos em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)**

| 2000      | 2001      | 2002      | 2003      | 2004      | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 6.483.382 | 7.738.981 | 7.624.893 | 6.304.316 | 6.730.952 | 6.811.505 | 7.082.066 | 7.068.416 | 7.156.003 | 6.643.227 |

Tabela 9 – Acidentes de trabalho não mortais, segundo o escalão de dias perdidos em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)

|                             | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009    |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Sem dias de ausência</b> | 54.279 | 57.885 | 71.213 | 65.561 | 63.072 | 62.242 | 64.118 | 63.546 | 64.871 | 56.503  |
| <b>1-3 dias</b>             | 8.767  | 9.883  | 15.767 | 14.906 | 9.666  | 9 363  | 10.388 | 9.116  | 13.379 | 9.309   |
| <b>4-6 dias</b>             | 13.527 | 14.727 | 14.284 | 13.846 | 14.490 | 13 270 | 14.313 | 14.223 | 14.291 | 12.949  |
| <b>7-13 dias</b>            | 42.116 | 48.255 | 44.213 | 42.872 | 44.322 | 42 590 | 44.017 | 44.096 | 42.925 | 39.677  |
| <b>14-20 dias</b>           | 32.563 | 32.734 | 29.131 | 29.539 | 29.667 | 28.609 | 29.234 | 29.565 | 28.184 | 26.603  |
| <b>21-29 dias</b>           | 26.395 | 23.891 | 19.618 | 20.429 | 20.132 | 19.636 | 20.319 | 20.371 | 19.738 | 18.907  |
| <b>30-90 dias</b>           | 41.770 | 37.767 | 33.212 | 32.880 | 34.331 | 34.030 | 35.166 | 36.199 | 35.494 |         |
| <b>91-180 dias</b>          | 8.544  | 9.762  | 10.219 | 10.209 | 10.610 | 11.009 | 11.331 | 11.948 | 12.330 | 53.228* |
| <b>181 e + dias</b>         | 6.231  | 10.032 | 10.440 | 6.980  | 7.819  | 8.135  | 8.506  | 8.069  | 8.575  |         |

\* Os relatórios estatísticos de 2009 consideram acidentes com perda entre 30 e 365 dias.

As causas dos acidentes são particularmente importantes, pois dão uma visão mais objetiva do que origina os acidentes. Através destes dados é possível identificar as causas de maior incidência do risco. As tabelas seguintes ilustram as causas e os números.

Tabela 10 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), segundo o desvio em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)

|   | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Total</b>  | 244.936 | 248.097 | 237.222 | 234.109 | 228.884 | 237.392 | 237.409 | 240.018 | 217.394 |
| <b>Problema elétrico, explosão, incêndio</b>  | 1.163   | 1.186   | 967     | 959     | 1.004   | 960     | 879     | 893     | 693     |
| <b>Transbordo, derrubamento, fuga, escoamento, vaporização, emissão</b>   | 24.445  | 24.780  | 23.883  | 24.047  | 21.637  | 22.351  | 22.062  | 23.620  | 19.126  |
| <b>Rutura, arrombamento, rebentamento, resvalamento, queda, desmoronamento de agente material</b>                                     | 18.379  | 14.556  | 12.348  | 10.632  | 11.726  | 12.087  | 12.509  | 10.602  | 12.555  |
| <b>Perda, total ou parcial, de controlo de máquina, meio de transporte - equipamento manuseado, ferramenta manual, objeto, animal</b> | 68.299  | 73.053  | 69.815  | 66.831  | 65.056  | 67.520  | 67.252  | 69.102  | 51.780  |
| <b>Escorregamento ou hesitação com queda de pessoa</b>  | 44.741  | 45.780  | 43.130  | 43.091  | 39.940  | 41.428  | 40.142  | 40.653  | 40.219  |
| <b>Movimento do corpo não sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão externa)</b>                                | 29.339  | 26.460  | 22.788  | 22.566  | 24.663  | 25.319  | 23.602  | 23.040  | 17.409  |
| <b>Movimento do corpo sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão interna)</b>                                    | 49.467  | 53.296  | 52.915  | 56.663  | 55.750  | 56.867  | 60.955  | 63.430  | 57.822  |
| <b>Surpresa, susto, violência agressão, ameaça, presença</b>  | 1.767   | 1.556   | 1.257   | 1.245   | 1.269   | 1.420   | 1.631   | 1.690   | 1.415   |
| <b>Outro desvio não referido nesta classificação</b>  | 357     | 445     | 601     | 646     | 767     | 590     | 670     | 775     | 721     |
| <b>Nenhuma informação, ignorado</b>   | 6.979   | 6.985   | 9.518   | 7.429   | 7.072   | 8.850   | 7.707   | 6.213   | 15.654  |

Tabela 11 - Acidentes de trabalho mortais, segundo o desvio em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)

|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Total</b>   | 365  | 357  | 312  | 306  | 300  | 253  | 276  | 231  | 217  |
| Problema elétrico, explosão, incêndio  | 26   | 15   | 15   | 13   | 28   | 12   | 12   | 10   | 12   |
| Transbordo, derrubamento, fuga, escoamento, vaporização, emissão   | -    | 6    | 11   | 5    | 5    | 2    | 6    | 2    | 2    |
| Rutura, arrombamento, rebentamento, resvalamento, queda, desmoronamento de agente material                                     | 44   | 40   | 31   | 36   | 31   | 25   | 48   | 35   | 44   |
| Perda, total ou parcial, de controlo de máquina, meio de transporte - equipamento manuseado, ferramenta manual, objeto, animal | 139  | 102  | 112  | 116  | 115  | 107  | 96   | 110  | 93   |
| Escorregamento ou hesitação com queda de pessoa  | 80   | 94   | 63   | 76   | 54   | 55   | 78   | 46   | 51   |
| Movimento do corpo não sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão externa)                                | 8    | 19   | 11   | 9    | 24   | 20   | 9    | 10   | 4    |
| Movimento do corpo sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão interna)                                    | 1    | 3    | 3    | 3    | -    | -    | 1    | 1    | -    |
| Surpresa, susto, violência agressão, ameaça, presença  | 16   | 5    | 2    | 7    | 11   | 6    | 6    | 10   | 9    |
| Outro desvio não referido nesta classificação  | 2    | -    | 7    | 8    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Nenhuma informação, ignorado   | 49   | 73   | 57   | 33   | 32   | 26   | 20   | 7    | 2    |

Tabela 12 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), segundo o contacto em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)

|   | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Total</b>  | 244.936 | 248.097 | 237.222 | 234.109 | 228.884 | 237.392 | 237.409 | 240.018 | 217.394 |
| <b>Contacto com corrente elétrica, temperatura, substância perigosa n.e.</b>        | 10.184  | 8.907   | 8.304   | 7.890   | 8.167   | 8.488   | 8.123   | 8.915   | 6.494   |
| <b>Afogamento, soterramento, envolvimento</b>                                       | 159     | 176     | 89      | 61      | 119     | 62      | 39      | 34      | 17      |
| <b>Esmagamento em movimento vertical ou horizontal sobre/contra objetos imóveis</b> | 53.123  | 61.142  | 58.639  | 59.324  | 56.188  | 59.318  | 57.217  | 57.198  | 53.459  |
| <b>Pancada por objeto em movimento, colisão n.e.</b>                                | 56.946  | 56.575  | 51.999  | 49.920  | 48.754  | 49.199  | 49.199  | 49.081  | 39.731  |
| <b>Contacto com agente material cortante, afiado, áspero</b>                        | 43.109  | 39.891  | 37.600  | 35.576  | 34.931  | 37.097  | 36.124  | 37.047  | 31.690  |
| <b>Entalão, esmagamento, etc.</b>   | 18.782  | 17.914  | 16.252  | 15.329  | 15.815  | 15.381  | 15.947  | 16.268  | 11.214  |
| <b>Constrangimento físico do corpo, constrangimento psíquico</b>                    | 54.228  | 55.218  | 53.717  | 57.308  | 56.651  | 58.209  | 61.842  | 64.125  | 58.424  |
| <b>Mordedura, pontapé, etc. (animal ou humano)</b>                                  | 1.155   | 1.296   | 1.158   | 1.340   | 1.330   | 1.495   | 1.597   | 1.483   | 1.468   |
| <b>Outro contacto - modalidade da lesão não referida nesta classificação</b>        | 50      | 28      | 16      | 20      | 88      | -       | 1       | -       | 11      |
| <b>Nenhuma informação, ignorado</b>   | 7.200   | 6.950   | 9.448   | 7.341   | 6.841   | 8.143   | 7.320   | 5.867   | 14.886  |

Tabela 13 - Acidentes de trabalho mortais, segundo o contacto em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)

|   | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Total</b>  | 365  | 357  | 312  | 306  | 300  | 253  | 276  | 231  | 217  |
| <b>Contacto com corrente elétrica, temperatura, substância perigosa n.e.</b>        | 29   | 21   | 12   | 16   | 32   | 14   | 14   | 12   | 14   |
| <b>Afogamento, soterramento, envolvimento</b>                                       | 23   | 13   | 17   | 22   | 14   | 20   | 17   | 19   | 11   |
| <b>Esmagamento em movimento vertical ou horizontal sobre/contra objetos imóveis</b> | 118  | 114  | 132  | 128  | 111  | 94   | 125  | 67   | 85   |
| <b>Pancada por objeto em movimento, colisão n.e.</b>                                | 81   | 74   | 51   | 57   | 66   | 59   | 51   | 86   | 53   |
| <b>Contacto com agente material cortante, afiado, áspero</b>                        | 3    | 3    | 3    | 5    | 4    | 7    | 3    | 2    | 1    |
| <b>Entalão, esmagamento, etc.</b>   | 37   | 30   | 25   | 30   | 32   | 22   | 30   | 26   | 39   |
| <b>Constrangimento físico do corpo, constrangimento psíquico</b>                    | 3    | 2    | 1    | 4    | -    | -    | 1    | 1    | -    |
| <b>Mordedura, pontapé, etc. (animal ou humano)</b>                                  | 2    | 2    | -    | 1    | 6    | 2    | 3    | 4    | 2    |
| <b>Outro contacto - modalidade da lesão não referida nesta classificação</b>        | -    | -    | 7    | -    | -    | -    | -    | -    | 3    |
| <b>Nenhuma informação, ignorado</b>   | 69   | 98   | 64   | 43   | 35   | 35   | 32   | 14   | 9    |

### 5.3.2. Construção Civil

Segundo dados de 2008 do Eurostat, na União Europeia foram registados 3.942.999 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> acidentes, cerca de 17% destes acidentes foram registados no setor da construção. Destes acidentes, 4.898 <sup>(1)</sup> são mortais, cerca de 28% foram registados no setor da construção. (Eurostat)

Em Portugal, dos 240.018 acidentes registados em 2008, cerca de 20% (47.024 acidentes) ocorreram na construção. Dos 231 acidentes mortais, 34% (78 acidentes) ocorreram na construção. Estes valores refletem bem o risco que está associado a esta profissão.

Tabela 14 – Acidentes de trabalho (mortais e não mortais) na construção (GEP/MSSS)

| 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 51.561 | 56.401 | 57.083 | 53.978 | 53.957 | 51.538 | 51.790 | 47.322 | 47.024 | 45.118 |

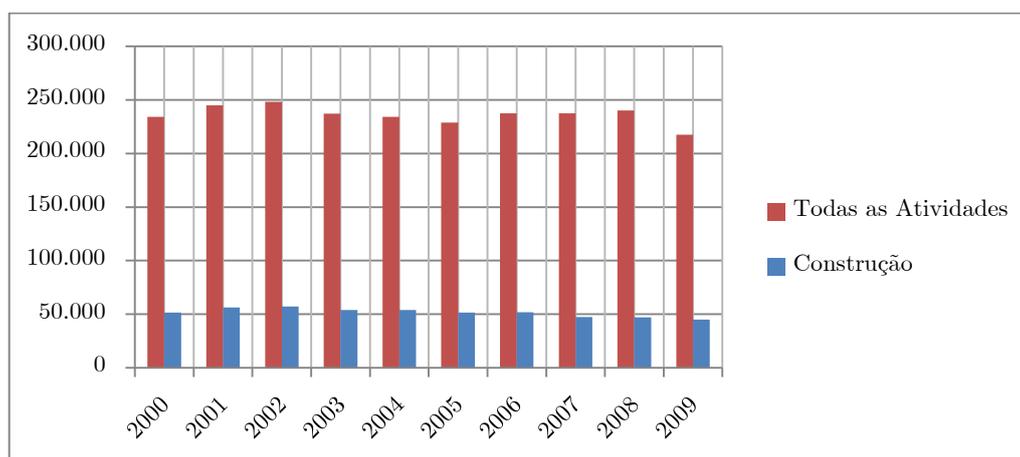


Figura 3 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), em todas as atividades económicas e na construção (adaptado GEP/MSSS)

<sup>(1)</sup> Estes dados não incluem a Grécia e a Irlanda do Norte. Os valores da Letónia, Polónia e Roménia estão subvalorizados.

<sup>(2)</sup> Só são considerados os acidentes três ou mais dias de perda de trabalho.

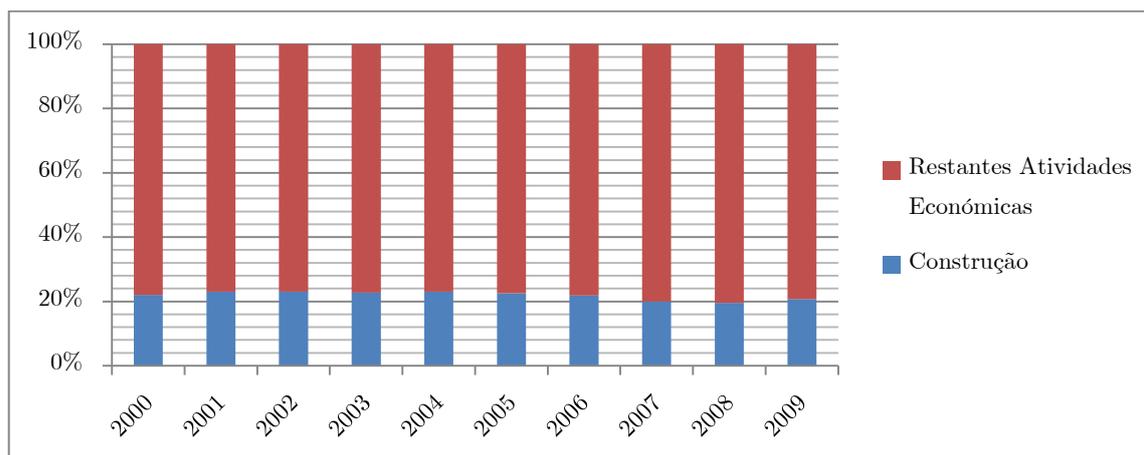


Figura 4 - Representação dos acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, da totalidade dos acidentes (adaptado GEP/MSSS)

Tabela 15 - Acidentes de trabalho mortais na construção (GEP/MSSS)

| 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 102  | 139  | 109  | 113  | 110  | 111  | 83   | 103  | 78   | 76   |

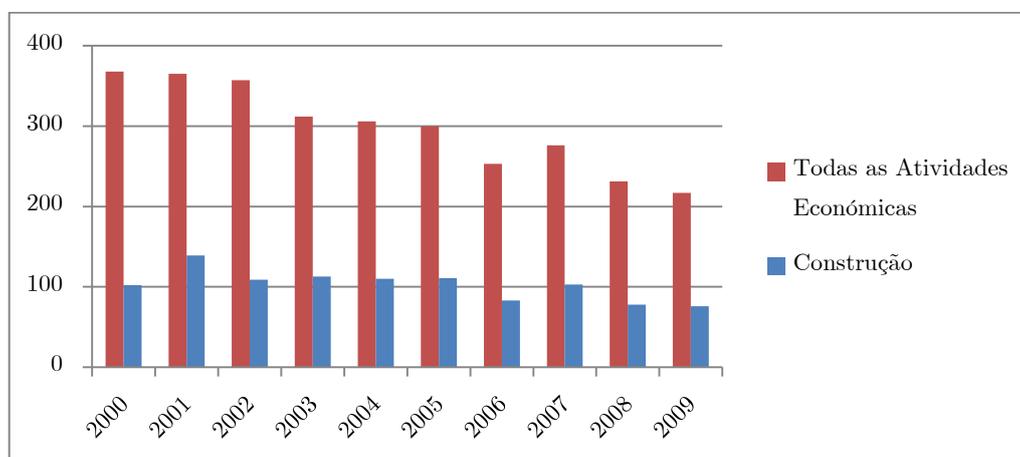


Figura 5 - Acidentes de trabalho mortais em todas as atividades económicas e na construção (adaptado GEP/MSSS)

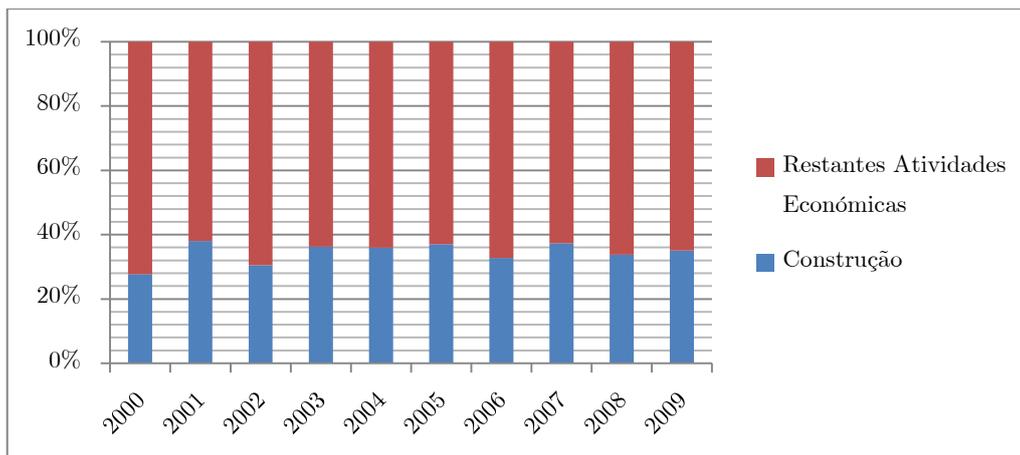


Figura 6 - Representação dos acidentes mortais de trabalho, na construção, da totalidade dos acidentes (adaptado GEP/MSSS)

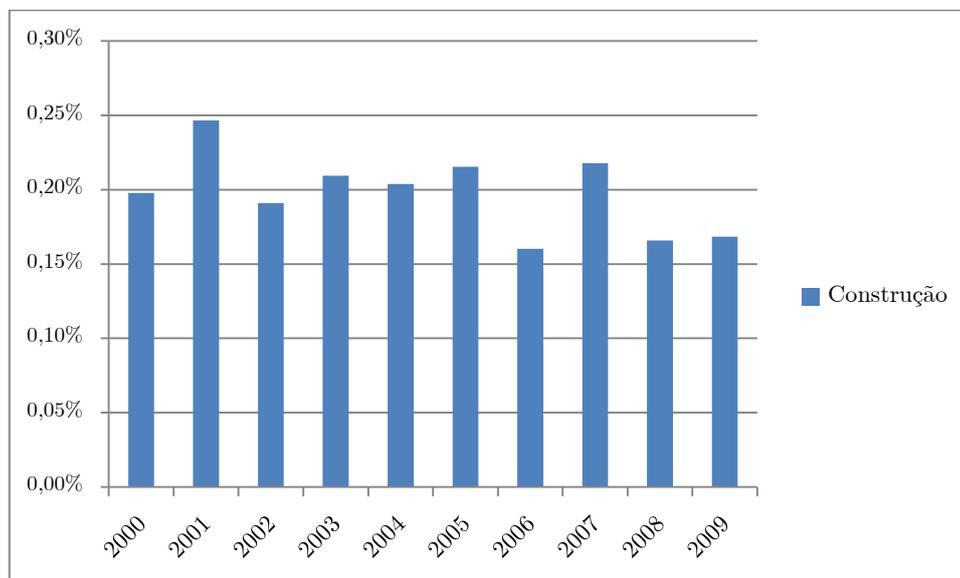


Figura 7 - Percentagem de acidentes mortais na construção (adaptado GEP/MSSS)

Através da figura 7 podemos concluir que na construção, a cada 1000 acidentes, cerca de 2 são mortais.

As causas dos acidentes são, mais uma vez, fundamentais para se perceber as atividades de maior risco. O GEP/MSSS só elabora estes dados desde 2008.

Tabela 16 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o desvio (GEP/MSSS)

|    |   | 2008   | 2009   |
|----|---|--------|--------|
|    | <b>Total</b>  | 47.024 | 45.118 |
| 1  | Problema eléctrico, explosão, incêndio  | 245    | 176    |
| 2  | Transbordo, derrubamento, fuga, escoamento, vaporização, emissão  | 4.930  | 4.540  |
| 3  | Ruptura, arrombamento, rebentamento, resvalamento, queda, desmoronamento de agente material                                     | 2.680  | 3.333  |
| 4  | Perda, total ou parcial, de controlo de máquina, meio de transporte - equipamento manuseado, ferramenta manual, objecto, animal | 12.184 | 10.399 |
| 5  | Escorregamento ou hesitação com queda de pessoa   | 9.455  | 9.514  |
| 6  | Movimento do corpo não sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão externa)                                 | 3.956  | 3.184  |
| 7  | Movimento do corpo sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão interna)                                     | 12.226 | 12.268 |
| 8  | Surpresa, susto, violência agressão, ameaça, presença   | 103    | 85     |
| 9  | Outro desvio não referido nesta classificação   | 59     | 50     |
| 10 | Nenhuma informação/Ignorado   | 1.186  | 1.569  |

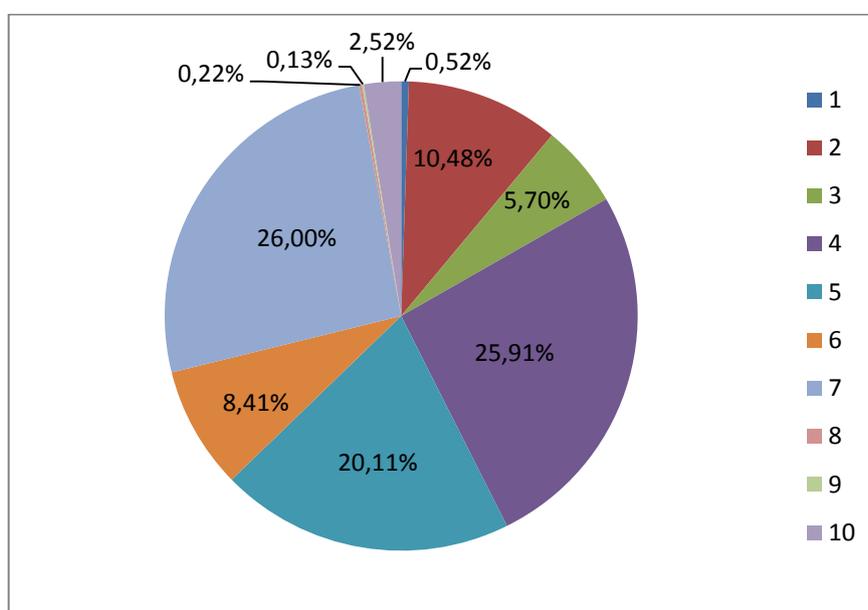


Figura 8 – Distribuição dos acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o desvio em 2008 (adaptado GEP/MSSS)

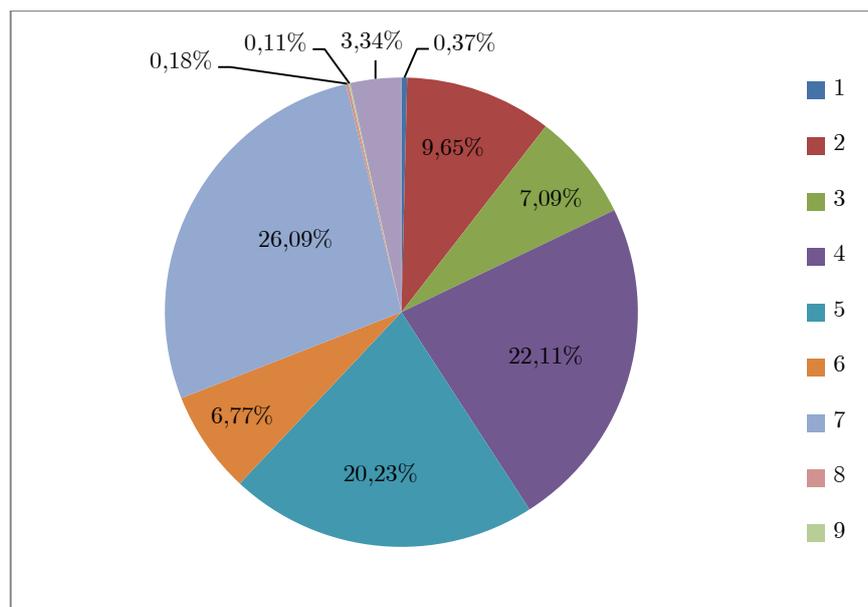


Figura 9 – Distribuição dos acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o desvio em 2009 (adaptado GEP/MSSS)

Tabela 17 - Acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o desvio (GEP/MSSS)

|   | 2008 | 2009 |
|---|------|------|
| <b>Total</b>  | 78   | 57   |
| 1 Problema eléctrico, explosão, incêndio  | 6    | 5    |
| 2 Transbordo, derrubamento, fuga, escoamento, vaporização, emissão  | 1    | -    |
| 3 Ruptura, arrombamento, rebentamento, resvalamento, queda, desmoronamento de agente material                                     | 14   | 17   |
| 4 Perda, total ou parcial, de controlo de máquina, meio de transporte - equipamento manuseado, ferramenta manual, objecto, animal | 21   | 12   |
| 5 Escorregamento ou hesitação com queda de pessoa   | 27   | 21   |
| 6 Movimento do corpo não sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão externa)                                 | 6    | 1    |
| 7 Movimento do corpo sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão interna)                                     | -    | -    |
| 8 Surpresa, susto, violência agressão, ameaça, presença   | 1    | 1    |
| 9 Outro desvio não referido nesta classificação   | -    | -    |
| 10 Nenhuma informação/Ignorado  | 2    | -    |

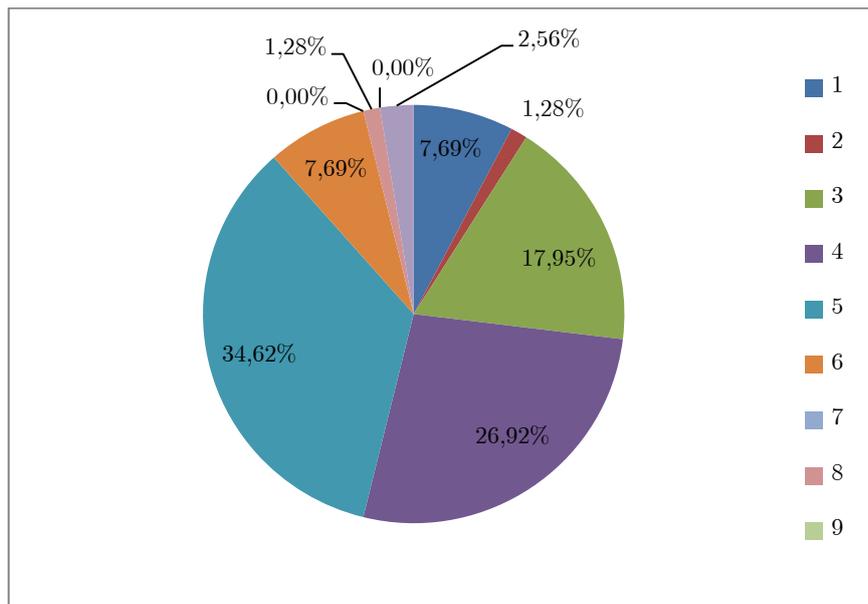


Figura 10 - Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o desvio em 2008 (adaptado GEP/MSSS)

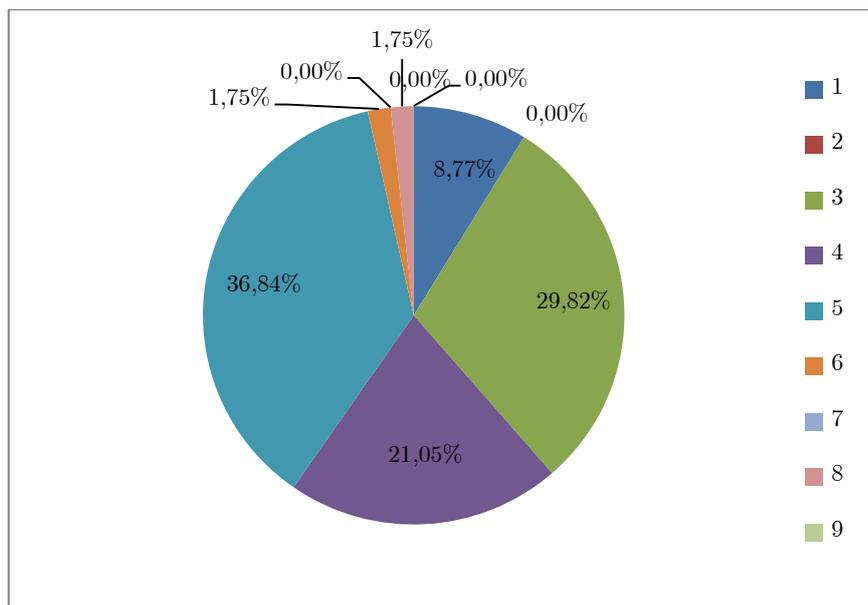


Figura 11 - Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o desvio em 2009 (adaptado GEP/MSSS)

Tabela 18 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o contacto (GEP/MSSS)

|   | 2008   | 2009   |
|---|--------|--------|
| <b>Total</b>  | 47.024 | 45.118 |
| 1 Contacto com corrente eléctrica, temperatura, substância perigosa n.e.        | 1.080  | 725    |
| 2 Afogamento, soterramento, envolvimento  | 12     | 3      |
| 3 Esmagamento em movimento vertical ou horizontal sobre/contra objectos imóveis | 12.537 | 11.977 |
| 4 Pancada por objecto em movimento, colisão n.e.                                | 11.629 | 10.627 |
| 5 Contacto com agente material cortante, afiado, áspero                         | 5.889  | 5.851  |
| 6 Entalão, esmagamento, etc.  | 2.413  | 2.153  |
| 7 Constrangimento físico do corpo, constrangimento psíquico                     | 12.263 | 12.296 |
| 8 Mordedura, pontapé, etc. (animal ou humano)                                   | 62     | 78     |
| 9 Outro contacto - modalidade da lesão não referida nesta classificação         | -      | 9      |
| 10 Nenhuma informação/Ignorado  | 1.139  | 1.399  |

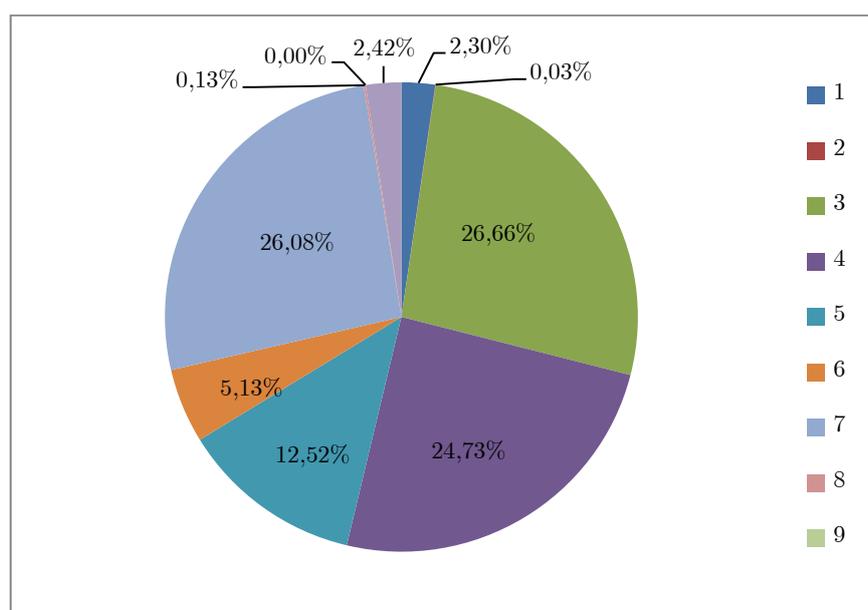


Figura 12 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o contacto em 2008 (adaptado GEP/MSSS)

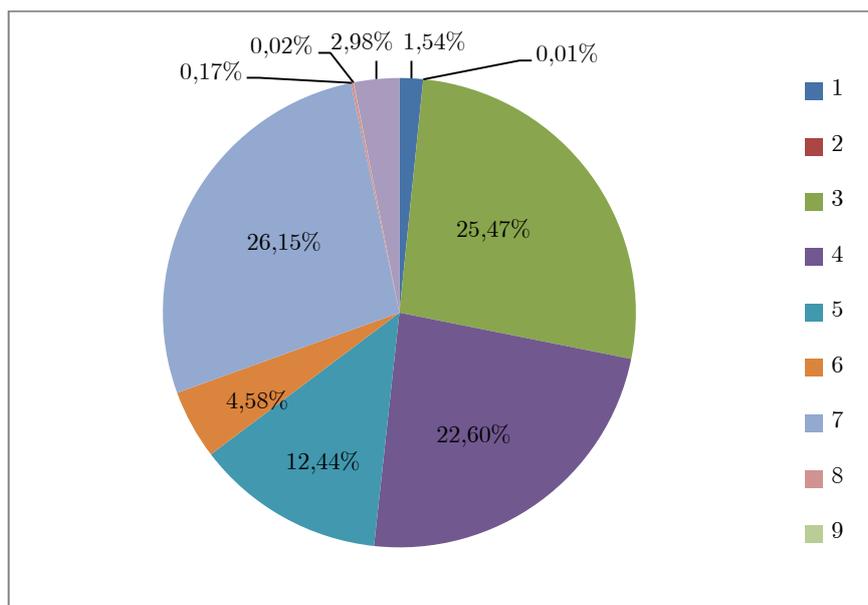


Figura 13 - Acidentes de trabalho (mortais e não mortais), na construção, segundo o contacto em 2009 (adaptado GEP/MSSS)

Tabela 19 - Acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o contacto (GEP/MSSS)

|   | 2008 | 2009 |
|---|------|------|
| <b>Total</b>  | 78   | 76   |
| 1 Contacto com corrente eléctrica, temperatura, substância perigosa n.e.        | 6    | 7    |
| 2 Afogamento, soterramento, envolvimento  | 7    | 3    |
| 3 Esmagamento em movimento vertical ou horizontal sobre/contra objectos imóveis | 28   | 33   |
| 4 Pancada por objecto em movimento, colisão n.e.                                | 29   | 18   |
| 5 Contacto com agente material cortante, afiado, áspero                         | -    | -    |
| 6 Entalão, esmagamento, etc.  | 6    | 11   |
| 7 Constrangimento físico do corpo, constrangimento psíquico                     | -    | -    |
| 8 Mordedura, pontapé, etc. (animal ou humano)                                   | -    | -    |
| 9 Outro contacto - modalidade da lesão não referida nesta classificação         | -    | 1    |
| 10 Nenhuma informação/Ignorado  | 2    | 3    |

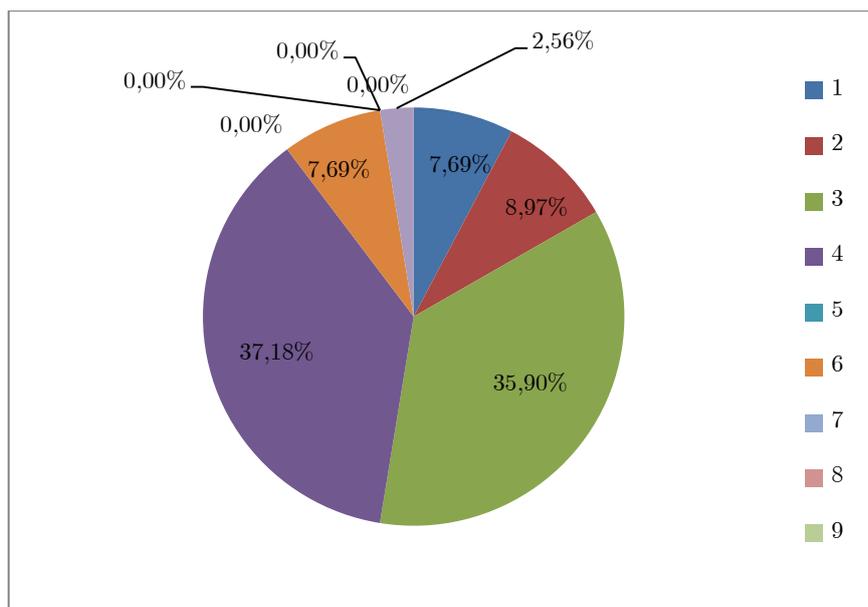


Figura 14 - Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o contacto 2008 (adaptado GEP/MSSS)

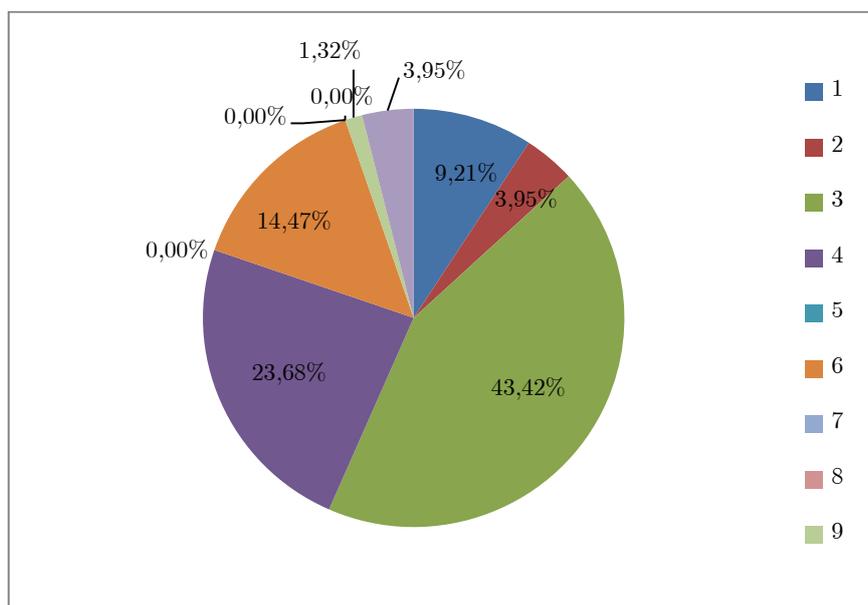


Figura 15 - Distribuição dos acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo o contacto 2009 (adaptado GEP/MSSS)

O GEP/MSSS tem ainda desde 2005 dados relativos à atividade física que os trabalhadores estavam a desempenhar na altura dos acidentes. Esses dados podem ser

interessantes para estabelecer medidas preventivas na execução de obras de construção civil. As tabelas seguintes ilustram esses valores.

**Tabela 20 - Acidentes de trabalho, na construção, segundo a atividade física (GEP/MSSS)**

|  | 2005    | 2006    | 2007    | 2008   | 2009   |
|--|---------|---------|---------|--------|--------|
| Total  | 228.884 | 237.392 | 237.409 | 47.024 | 45.118 |
| Operação de máquina  | 17.891  | 19.227  | 17.441  | 1.923  | 1.571  |
| Trabalho com ferramentas de mão                                    | 57.259  | 60.563  | 60.606  | 16.064 | 15.163 |
| Condução/presença a bordo de um meio de transporte                 | 6.853   | 7.116   | 7.414   | 851    | 557    |
| Manipulação de objetos   | 36.102  | 37.088  | 39.004  | 5.671  | 5.065  |
| Transporte manual  | 46.140  | 49.136  | 49.096  | 10.130 | 10.092 |
| Movimento  | 51.725  | 51.031  | 54.447  | 10.976 | 10.015 |
| Presença   | 1.806   | 1.086   | 2.421   | 366    | 433    |
| Outra atividade física específica não referida nesta classificação | 89      | 2       | -       | -      | 9      |
| Nenhuma informação/Ignorado  | 11.019  | 12.143  | 6.980   | 1.043  | 2.213  |

**Tabela 21 - Acidentes de trabalho mortais, na construção, segundo a atividade física (GEP/MSSS)**

|  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--|------|------|------|------|------|
| Total  | 300  | 253  | 276  | 78   | 76   |
| Operação de máquina  | 16   | 23   | 15   | 5    | 9    |
| Trabalho com ferramentas de mão                                    | 52   | 40   | 68   | 22   | 16   |
| Condução/presença a bordo de um meio de transporte                 | 96   | 77   | 79   | 4    | 8    |
| Manipulação de objetos   | 19   | 35   | 19   | 13   | 10   |
| Transporte manual  | 16   | 19   | 19   | 5    | 7    |
| Movimento  | 51   | 33   | 41   | 17   | 11   |
| Presença   | 23   | 7    | 10   | 4    | 7    |
| Outra atividade física específica não referida nesta classificação | -    | -    | -    | -    | -    |
| Nenhuma informação/Ignorado  | 27   | 19   | 25   | 8    | 8    |

Estas estatísticas são importantes para identificar os índices de severidade, ocorrência e detecção do FMEA que serão explicados em seguida.

#### 5.4. Severidade

Como foi dito anteriormente, a severidade é uma classificação que indica a gravidade das potenciais consequências do modo de falha.

Stamatis (2003) sugere para este índice os seguintes valores:

**Tabela 22 - Índice de severidade para processos e/ou serviços (adaptado Stamatis, 2003)**

| Índice | Escala Qualitativa | Potenciais Consequências da Falha             |
|--------|--------------------|---|
| 1      | Menor/Secundária   | Falha não tem impacto real                    |
| 2 - 3  | Baixa              | Falha quase insignificante                    |
| 4 - 6  | Moderada           | Falha apresenta algum incómodo e insatisfação |
| 7 e 8  | Elevada            | Falha tem efeito direto na operação           |
| 9 e 10 | Critica            | Falha com impacto real na segurança           |

O âmbito desta dissertação é segurança no trabalho, logo é necessário adaptar esta escala a uma escala correspondente. Uma dessas escalas, para um método alternativo ao FMEA, proposto por Holt (2001) é:

**Tabela 23 – Índice de severidade para efeitos de segurança no trabalho (Holt, 2001)**

| Índice | Potenciais Consequências da Falha    |
|--------|--------------------------------------|
| 3      | Primeiros socorros                   |
| 6      | Lesão com perda de tempo de trabalho |
| 9      | Lesão grave/incapacidade permanente  |
| 12     | Uma morte                            |
| 15     | Mais do que uma morte                |

Os valores destes índices poderiam ser adaptados para uma escala de 1 a 10 e as consequências para algo semelhante ao proposto por Stamatis (2003).

A escala que se propõe para esta dissertação é:

**Tabela 24 - Índice de severidade (adaptado Stamatis, 2003; adaptado Holt, 2001)**

| Índice | Escala Qualitativa | Potenciais Consequências da Falha    |
|--------|--------------------|--------------------------------------|
| 1      | Menor/Secundária   | Não tem Impacto                      |
| 2 a 3  | Baixa              | Primeiros Socorros                   |
| 4 a 6  | Moderada           | Lesão com perda de tempo de trabalho |
| 7 e 8  | Elevada            | Lesão grave/incapacidade permanente  |
| 9 e 10 | Crítica            | Morte                                |

### 5.5. Ocorrência

A ocorrência é o valor correspondente ao número estimado de frequências e/ou número cumulativo de falhas que poderiam ocorrer devido a uma dada causa, num universo de peças produzidas, com o controlo existente.

Stamatis (2003) sugere a seguinte escala para este índice:

**Tabela 25 - Índice de ocorrência para processos e/ou serviços (Stamatis, 2003)**

| Índice | Frequência   |
|--------|--|
| 1      | Não é provável que a falha ocorra (1 em 1.000.000)                         |
| 2      | Muito pouco provável que a falha ocorra (1 em 20.000)                      |
| 3      | Pouco provável que a falha ocorra (1 em 4.000)                             |
| 4 a 6  | Moderada probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 1.000 até 1 em 80) |
| 7 a 8  | Alta probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 40 até 1 em 20)        |
| 9 a 10 | Muito alta probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 10)              |

Esta tabela poderia ser adaptada para uma escala numérica de 1 a 10 com maior exatidão, da seguinte forma:

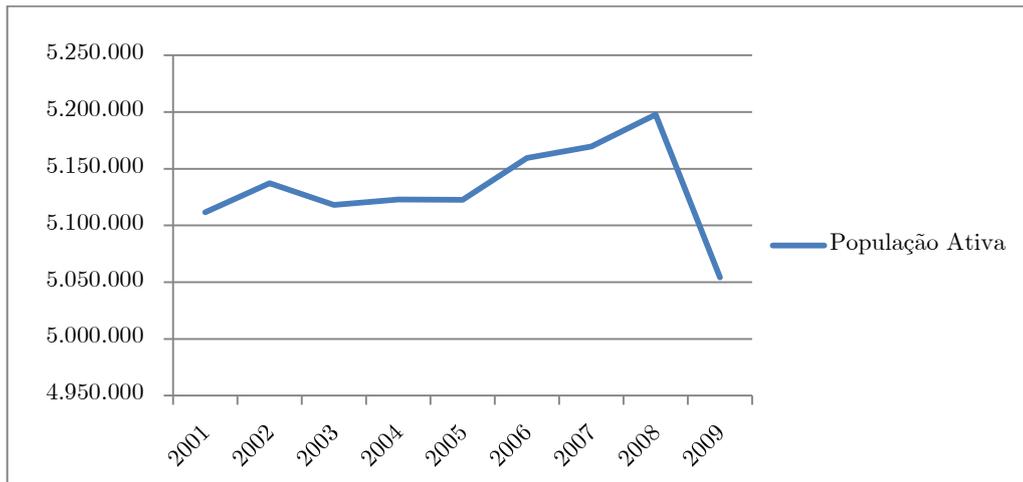
**Tabela 26 - Índice de ocorrência (adaptado Stamatís, 2003)**

| Índice | Frequência                               |                  |
|--------|--|------------------|
| 1      | $\leq 1$ em 1.000.000                    | 0 - 0,0001%      |
| 2      | $> 1$ em 1.000.000 e $\leq 1$ em 20.000  | 0,0001% - 0,005% |
| 3      | $> 1$ em 20.000 e $\leq 1$ em 4.000      | 0,005% - 0,025%  |
| 4      | $> 1$ em 4.000 e $\leq 1$ em 1.000       | 0,025% - 0,1%    |
| 5      | $> 1$ em 1.000 e $\leq 1$ em 150 (148,2) | 0,1% - 0,675%    |
| 6      | $> 1$ em 150 (148,2) e $\leq 1$ em 80    | 0,675% - 1,25%   |
| 7      | $> 1$ em 80 e $\leq 1$ em 40             | 1,25% - 2,5%     |
| 8      | $> 1$ em 40 e $\leq 1$ em 20             | 2,5% - 5%        |
| 9      | $> 1$ em 20 e $\leq 1$ em 10             | 5% - 10%         |
| 10     | $> 1$ em 10                              | $> 10\%$         |

Para determinar a escala deste índice, será necessário recorrer a uma análise estatística das causas dos acidentes, comparando-se esses valores com a população ativa e, por último, fazendo a comparação dos resultados. Os valores da população ativa são os seguintes (Tabela 27):

**Tabela 27 - População ativa (PORDATA, 2012)**

| 2001      | 2002      | 2003      | 2004      | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 5.111.700 | 5.137.300 | 5.118.000 | 5.122.800 | 5.122.600 | 5.159.500 | 5.169.700 | 5.197.800 | 5.054.100 |



**Figura 16 - Evolução da população ativa (PORDATA, 2012)**

Como foi demonstrado anteriormente, os acidentes podem ser segundo o desvio ou segundo o contacto. Será necessário estabelecer um critério para a utilização das estatísticas de um caso ou do outro. Estabeleceu-s, por isso, uma linguagem própria para ser utilizada no formulário do FMEA utilizando as causas que se consideraram mais relevantes na construção civil. Essa linguagem será utilizada para fazer a correspondência dos riscos com as suas causas.

Tabela 28 - Linguagem de correspondência dos riscos (adaptado GEP/MSSS)

| Modo de Falha Potencial   | Causas dos Acidentes (GEP/MSSS)  |
|---|--|
| Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | Escorregamento ou hesitação com queda de pessoa  |
| Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | Contacto com corrente elétrica, temperatura, substância perigosa   |
| Rotura ou queda da estrutura  | Rotura, arrombamento, rebentamento, resvalamento, queda, desmoronamento de agente material                                     |
| Cortes/Furos  | Contacto com agente material cortante, afiado, áspero  |
| Entalão ou esmagamento  | Entalão, esmagamento, etc.   |
| Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | Pancada por objeto em movimento, colisão com   |
| Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | Perda, total ou parcial, de controlo de máquina, meio de transporte - equipamento manuseado, ferramenta manual, objeto, animal |
| Movimento de corpo sujeito a lesão  | Movimento do corpo sujeito a constrangimento físico (conduzindo geralmente a lesão interna)                                    |
| Afogamento/Soterramento   | Afogamento, soterramento, envolvimento   |

Assim, utilizando esta nova linguagem, será preciso fazer a correspondência estatística dos dados atrás apresentados, para posterior estimativa do valor da ocorrência. Essa estimativa será feita inicialmente com os valores de todas as atividades económicas porque não existem dados relativos ao número de trabalhadores na construção civil.

Tabela 29 - Número de acidentes segundo as causas em todas as atividades económicas (GEP/MSSS)

| Modo de Falha Potencial   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 44.741 | 45.780 | 43.130 | 43.091 | 39.940 | 41.428 | 40.142 | 40.653 | 40.219 |
| Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 10.184 | 8.907  | 8.304  | 7.890  | 8.167  | 8.488  | 8.123  | 8.915  | 6.494  |
| Rotura ou queda da estrutura  | 18.379 | 14.556 | 12.348 | 10.632 | 11.726 | 12.087 | 12.509 | 10.602 | 12.555 |
| Cortes/Furos  | 43.109 | 39.891 | 37.600 | 35.576 | 34.931 | 37.097 | 36.124 | 37.047 | 31.690 |
| Entalão ou esmagamento  | 18.782 | 17.914 | 16.252 | 15.329 | 15.815 | 15.381 | 15.947 | 16.268 | 11.214 |
| Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | 56.946 | 56.575 | 51.999 | 49.920 | 48.754 | 49.199 | 49.199 | 49.081 | 39.731 |
| Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 68.299 | 73.053 | 69.815 | 66.831 | 65.056 | 67.520 | 67.252 | 69.102 | 51.780 |
| Movimento de corpo sujeito a lesão  | 49.467 | 53.296 | 52.915 | 56.663 | 55.750 | 56.867 | 60.955 | 63.430 | 57.822 |
| Afogamento/Soterramento   | 159    | 176    | 89     | 61     | 119    | 62     | 39     | 34     | 17     |

Tabela 30 - Número de acidentes segundo as causas na construção (GEP/MSSS)

| Modo de Falha Potencial   | 2008   | 2009   |
|---|--------|--------|
| Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 9.455  | 9.514  |
| Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 1.080  | 725    |
| Rotura ou queda da estrutura  | 2.680  | 3.333  |
| Cortes/Furos  | 5.889  | 5.851  |
| Entalão ou esmagamento  | 2.413  | 2.153  |
| Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | 11.629 | 10.627 |
| Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 12.184 | 10.399 |
| Movimento de corpo sujeito a lesão  | 12.226 | 12.268 |
| Afogamento/Soterramento   | 12     | 3      |

Dividindo o valor de cada modo de falha potencial da tabela 28, pela população ativa obtêm-se os seguintes valores (Tabela 31):

Tabela 31 - Percentagem de ocorrência dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS)

| Modo de Falha Potencial   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009    |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 0,875% | 0,891% | 0,843% | 0,841% | 0,780% | 0,803% | 0,776% | 0,782% | 0,796%  |
| Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 0,199% | 0,173% | 0,162% | 0,154% | 0,159% | 0,165% | 0,157% | 0,172% | 0,128%  |
| Rotura ou queda da estrutura  | 0,360% | 0,283% | 0,241% | 0,208% | 0,229% | 0,234% | 0,242% | 0,204% | 0,248%  |
| Cortes/Furos  | 0,843% | 0,776% | 0,735% | 0,694% | 0,682% | 0,719% | 0,699% | 0,713% | 0,627%  |
| Entalão ou esmagamento  | 0,367% | 0,349% | 0,318% | 0,299% | 0,309% | 0,298% | 0,308% | 0,313% | 0,222%  |
| Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | 1,114% | 1,101% | 1,016% | 0,974% | 0,952% | 0,954% | 0,952% | 0,944% | 0,786%  |
| Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 1,336% | 1,422% | 1,364% | 1,305% | 1,270% | 1,309% | 1,301% | 1,329% | 1,025%  |
| Movimento de corpo sujeito a lesão  | 0,968% | 1,037% | 1,034% | 1,106% | 1,088% | 1,102% | 1,179% | 1,220% | 1,144%  |
| Afogamento/Soterramento   | 0,003% | 0,003% | 0,002% | 0,001% | 0,002% | 0,001% | 0,001% | 0,001% | 0,0003% |

Se se fizer a média de cada modo de falha potencial, poderemos fazer uma correspondência direta destes valores com os da tabela 26 estimando o valor da ocorrência.

**Tabela 32 - Índice de ocorrência de acordo com a percentagem de ocorrência dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS)**

| Modo de Falha Potencial   | % Média | Ocorrência |
|---|---------|------------|
| Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 0,80%   | 6          |
| Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 0,16%   | 5          |
| Rotura ou queda da estrutura  | 0,24%   | 5          |
| Cortes/Furos  | 0,71%   | 6          |
| Entalão ou esmagamento  | 0,31%   | 5          |
| Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | 0,95%   | 6          |
| Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 1,31%   | 7          |
| Movimento de corpo sujeito a lesão  | 1,10%   | 6          |
| Afogamento/Soterramento   | 0,00%   | 3          |

Como referido anteriormente, não existem dados relativos ao número de trabalhadores na construção civil. Por esse motivo, considerou-se conveniente utilizar os dados de todas as atividades económicas, representados na tabela 29 e, através de comparações estatísticas, saber se poderão ou não ser utilizados os valores obtidos para a ocorrência em todas as atividades económicas (tabela 31) para a construção.

Assim, se se dividirem os valores dos acidentes da tabela 28 pelos correspondentes totais de acidentes para todas as atividades económicas apresentados na tabela 5 obtêm-se os seguintes valores (Tabela 33):

Tabela 33 - Percentagem das causas dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS)

| Modo de Falha Potencial   | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 18,266% | 18,452% | 18,181% | 18,406% | 17,450% | 17,451% | 16,908% | 16,937% | 18,501% |
| Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 4,158%  | 3,590%  | 3,501%  | 3,370%  | 3,568%  | 3,576%  | 3,422%  | 3,714%  | 2,987%  |
| Rotura ou queda da estrutura  | 7,504%  | 5,867%  | 5,205%  | 4,541%  | 5,123%  | 5,092%  | 5,269%  | 4,417%  | 5,775%  |
| Cortes/Furos  | 17,600% | 16,079% | 15,850% | 15,196% | 15,261% | 15,627% | 15,216% | 15,435% | 14,577% |
| Entalamento ou esmagamento  | 7,668%  | 7,221%  | 6,851%  | 6,548%  | 6,910%  | 6,479%  | 6,717%  | 6,778%  | 5,158%  |
| Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | 23,249% | 22,804% | 21,920% | 21,323% | 21,301% | 20,725% | 20,723% | 20,449% | 18,276% |
| Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 27,884% | 29,445% | 29,430% | 28,547% | 28,423% | 28,442% | 28,327% | 28,790% | 23,819% |
| Movimento de corpo sujeito a lesão  | 20,196% | 21,482% | 22,306% | 24,204% | 24,357% | 23,955% | 25,675% | 26,427% | 26,598% |
| Afogamento/Soterramento   | 0,065%  | 0,071%  | 0,038%  | 0,026%  | 0,052%  | 0,026%  | 0,016%  | 0,014%  | 0,008%  |

Fazendo a média para cada modo de falha potencial obtêm-se os seguintes valores (Tabela 34):

Tabela 34 - Média das percentagens das causas dos acidentes em todas as atividades económicas (adaptado GEP/MSSS)

|   | Modo de Falha Potencial   | % Média  |
|---|---|----------|
| 1 | Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 18,181%  |
| 2 | Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 3,568%   |
| 3 | Rotura ou queda da estrutura  | 5,205%   |
| 4 | Cortes/Furos  | 15,435%  |
| 5 | Entalamento ou esmagamento  | 6,778%   |
| 6 | Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, etc.)                                     | 21,301%  |
| 7 | Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 28,442%  |
| 8 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 24,204%  |
| 9 | Afogamento/Soterramento   | 0,02612% |

Fazendo o mesmo para a construção utilizando os valores dos acidentes da tabela 13:

Tabela 35 - Percentagem das causas dos acidentes na construção (adaptado GEP/MSSS)

| Modo de Falha Potencial   | 2008    | 2009    |
|---|---------|---------|
| Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 20,107% | 21,087% |
| Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 2,297%  | 1,607%  |
| Rotura ou queda da estrutura  | 5,699%  | 7,387%  |
| Cortes/Furos  | 12,523% | 12,968% |
| Entalamento ou esmagamento  | 5,131%  | 4,772%  |
| Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | 24,730% | 23,554% |
| Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 25,910% | 23,048% |
| Movimento de corpo sujeito a lesão  | 25,999% | 27,191% |
| Afogamento/Soterramento   | 0,026%  | 0,007%  |

Tabela 36 - Média das percentagens das causas dos acidentes na construção (adaptado GEP/MSSS)

|   | Modo de Falha Potencial   | % Média |
|---|---|---------|
| 1 | Queda de pessoas (em altura ou ao mesmo nível)  | 20,597% |
| 2 | Eletrização/Eletrocussão/ Exposição a substâncias perigosas                               | 1,952%  |
| 3 | Rotura ou queda da estrutura  | 6,543%  |
| 4 | Cortes/Furos  | 12,746% |
| 5 | Entalamento ou esmagamento  | 4,952%  |
| 6 | Pancada por objeto em movimento (Atropelamento, colisão com, etc.)                        | 24,142% |
| 7 | Perda de controlo de máquinas e equipamentos (Capotamento, colisão entre, queda de, etc.) | 24,479% |
| 8 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 26,595% |
| 9 | Afogamento/Soterramento   | 0,016%  |

Comparando as curvas das médias das percentagens de ambas os casos, todas as atividades e construção, podemos concluir que a ocorrência dos acidentes na construção é muito semelhante ao de todas as atividades económicas e, como tal, os valores da ocorrência obtidos na tabela 32 poderão ser utilizados para a construção.

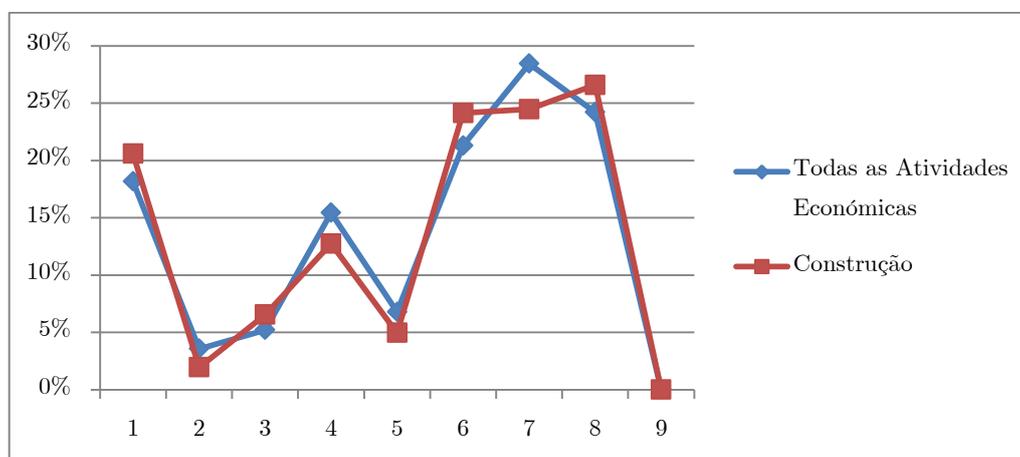


Figura 17 - Curvas das médias das percentagens dos modos de falha potencial de todas as atividades económicas e da construção (adaptado GEP/MSSS)

## 5.6. Detecção

A deteção é o valor correspondente à probabilidade de as medidas de controlo existentes detetarem a causa de raiz de um modo de falha antes que este acabe de ser produzido. Para determinar o valor da deteção, é preciso estimar a capacidade de cada método de controlo detetar a falha antes que esta alcance o cliente.

Este índice é talvez o mais difícil de se determinar pois não é fácil quantificar a eficácia das medidas de controlo. Na construção, na execução de uma determinada tarefa, o Plano de Inspeções e Trabalhos, elaborado para avaliar o produto quanto aos requisitos definidos pelo cliente e pela organização, estabelece os parâmetros de controlo dessa tarefa. Uma cota, a qualidade do betão, a qualidade das cofragens, etc. podem ser alguns desses parâmetros. Questões relacionadas com a segurança são normalmente implícitas, isto é, internas à organização. O cliente raramente estabelece parâmetros de controlo. A organização estabelece os requisitos, seguindo a legislação nacional e o controlo é o que julga ser adequado a cada situação. Em questões de segurança, esse controlo é maioritariamente visual, o que torna difícil quantificar a eficiência dessa avaliação.

Stamatis (2003) sugere a seguinte escala para a deteção (Tabela 37):

**Tabela 37 - Índice de ocorrência (adaptado Stamatis, 2003)**

| Índice | Escala Qualitativa | Deteção  |
|--------|--------------------|--|
| 1      | Muito elevada      | É quase certo que as medidas de controlo irão detetar a existência da falha          |
| 2 a 5  | Elevada            | As medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha |
| 6 a 8  | Moderada           | As medidas de controlo poderão detetar a existência da falha                         |
| 9      | Baixa              | As medidas de controlo têm uma baixa probabilidade de detetar a existência da falha  |
| 10     | Muito baixa        | É quase certo que as medidas de controlo não irão detetar a existência da falha      |

O Prof. Jorge Moreira da Costa (2008) sugere a seguinte escala para a deteção (Tabela 38):

Tabela 38 - Escala de deteção (Costa, 2008)

| Índice | Deteção              | Critério   |
|--------|----------------------|--|
| 1      | Certa                | Sistemas de inspeção totalmente automatizados.   |
| 2      | Alta                 | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. |
| 3      | Boa                  | Rastreabilidade do sistema, revisões do projeto formais, controlo de materiais.  |
| 4      | Moderada             | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador.                               |
| 5      | Média                | Sistema parcial de inspeção automático.  |
| 6      | Baixa                | Fases iniciais de sistemas de Gestão da Qualidade Total (TQM) implementadas.   |
| 7      | Pouco provável       | Implementação parcial de metodologias da qualidade. Planos de inspeção por amostragem.                                   |
| 8      | Muito pouco provável | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.  |
| 9      | Remota               | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.  |
| 10     | Impossível           | Sem sistema de deteção implementado, sem noção da garantia da qualidade, apoiado apenas na intuição.                     |

Os índices de deteção (Tabela 37) pretendem traduzir a eficácia das medidas de controlo. Neste trabalho, os índices de deteção propostos resultam de algumas reuniões com alguns dos técnicos envolvidos nas obras objeto de estudo.

Depois de terem sido definidos os índices do FMEA, resta apresentar as escalas do RPN.

### 5.7. Número de Prioridade do Risco (RPN)

O RPN, como já foi referido, é o resultado do produto da severidade, ocorrência e deteção. Por si só não tem qualquer significado, além de ser um indicador do grau de risco de determinado modo de falha. Está normalmente associada a este valor uma escala

qualitativa que varia consoante os autores, escala essa que indicará a prioridade dos modos de falha.

Rodrigues (2008) sugere a seguinte escala de valoração (Tabela 39):

**Tabela 39 - Hierarquização do risco e das medidas a implementar (Rodrigues, 2008)**

| Definição do Grau de Risco/Criticidade |                  | Grau de urgência das medidas   |
|--|------------------|--|
| RPN < 40                               | Menor/Secundário | Devem ser tomadas medidas de melhoria sem carácter de urgência   |
| $40 \leq \text{RPN} < 100$             | Moderado         | Devem ser tomadas medidas logo que possível para se diminuir a probabilidade de ocorrer maior degradação |
| $100 \leq \text{RPN} < 200$            | Elevado          | Devem ser tomadas medidas urgentes para se eliminarem as causas  |
| $\text{RPN} \geq 200$                  | Critico          | Requer acção imediata para se eliminarem as causas   |

Stamatis (2003) sugere que para um intervalo de confiança de 95%, o RPN a partir do qual se deve intervir é maior ou igual a 50. 95% do RPN máximo ( $S \times O \times D = 10 \times 10 \times 10 = 1000$ ) é igual a 950. Subtraindo 1000 por 950, obtém-se o valor de 50.

Ayyub (2003) sugere que qualquer valor do RPN superior a 125 ( $\text{RPN} = 5 \times 5 \times 5$ ) deve ser considerado sério.

Tendo em conta estas considerações como valores de referência para esta dissertação, será considerada a seguinte escala (Tabela 40):

**Tabela 40 - Escalas de valoração do RPN e medidas a implementar (adaptado Rodrigues, 2008; adaptado Ayyub, 2003; adaptado Stamatis, 2003)**

| Definição do Grau de Risco/Criticidade |                  | Grau de urgência das medidas                                    |
|--|------------------|---|
| RPN < 50                               | Menor/Secundário | Devem ser tomadas medidas de melhoria sem carácter de urgência  |
| $50 \leq \text{RPN} < 125$             | Moderado         | Devem ser tomadas medidas logo que possível                     |
| $125 \leq \text{RPN} < 200$            | Elevado          | Devem ser tomadas medidas urgentes para se eliminarem as causas |
| $\text{RPN} \geq 200$                  | Critico          | Requer acção imediata para se eliminarem as causas              |

Com a escala de valoração definida, resta aplicar estes índices em casos práticos.



## 6. Casos de Estudo

### 6.1. Enquadramento

No âmbito desta dissertação foram objeto de estudo dois casos práticos. O primeiro é relativo a uma obra da Parque Escolar e o segundo a uma obra que faz parte da Subconcessão da Autoestrada do Baixo Alentejo, mais concretamente um Centro de Assistência e Manutenção (CAM).

Em ambos os projetos só se consideraram os edifícios construídos de raiz, ou seja, excluíram-se os edifícios reabilitados. Desenvolveu-se a avaliação de riscos nas atividades de demolição, movimento de terras e execução da estrutura em edifícios.

Não tendo sido possível acompanhar a execução de uma obra na zona do Grande Porto, optou-se, neste estudo, pela utilização de informação de obras em fase de conclusão ou concluídas.

A execução de ambos os projetos foi da autoria da CONDURIL - Engenharia, S. A., sendo que no caso do Centro de Assistência e Manutenção, fazia parte de um consórcio. A CONDURIL - Engenharia, S. A. forneceu toda a informação necessária para a aplicação destes casos práticos.

## 6.2. Caso de Estudo 1: Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes

### 6.2.1. Descrição da Obra

Esta escola localiza-se na periferia Sul da cidade de Abrantes junto ao rio Tejo. Ocupa um lote com cerca de 13,5 ha de forte declive que contacta com o rio Tejo. Tem uma área de implantação com aproximadamente 5.976 m<sup>2</sup>.

Esta obra inclui diversos trabalhos, maioritariamente de reabilitação, mas também de execução de edifícios. No âmbito desta dissertação decidiu-se apenas abordar a execução de edifícios. Nesse sentido, nesta empreitada, o edifício E (Edifício Central) é o edifício com maior volume de construção. Os outros edifícios que serão executados não têm outra função que não a ligação entre blocos e, como tal, não serão aqui abordados.

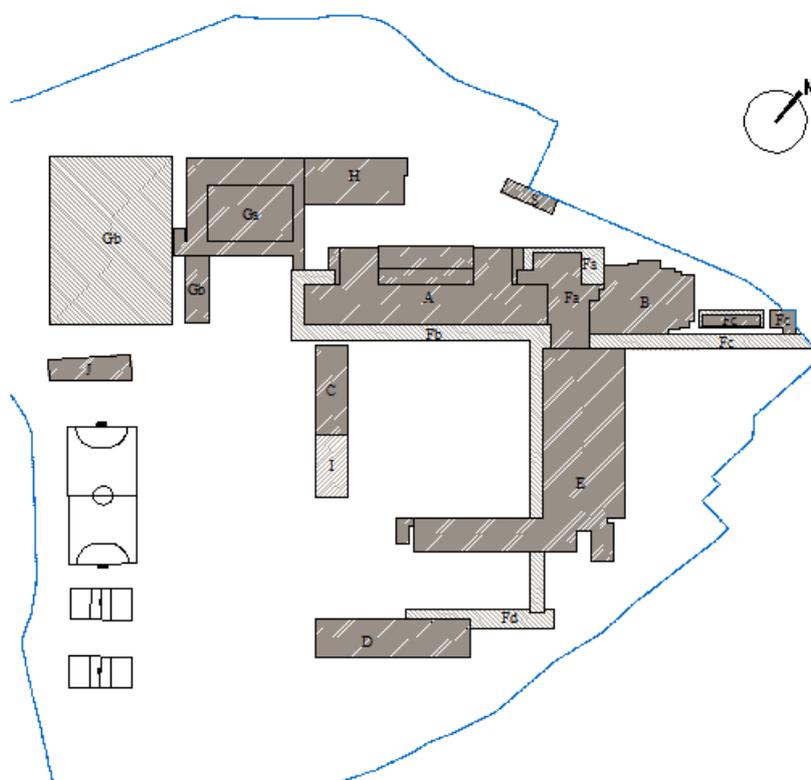


Figura 18 - Esquema da localização dos edifícios da E.S. Dr. Manuel Fernandes

A planta de implantação deste empreendimento pode ser encontrada no Anexo A.

Este edifício tem 3 pisos e é composto por dois volumes de construção dispostos em “L”. O piso térreo inclui o átrio da escola, biblioteca, loja do aluno e secretaria. O primeiro piso junto ao átrio com duplo pé direito, destina-se à área “pública” da escola, com gabinetes de atendimento e uma sala para grandes grupos de pessoas exteriores ao funcionamento da escola. Neste piso, também existe uma área dedicada à direção da escola e a sala de trabalho de professores. No segundo piso, encontram-se as salas de ciências. Perpendicularmente ao volume atrás descrito, existe um conjunto de 10 salas de aulas repartidas pelos pisos 1 e 2. O vazio ao nível do piso térreo criado pela elevação deste volume do solo, é destinado a um recreio coberto para os alunos. (adaptado João Paciência, Arquitecto, 2010)

### **6.2.2. Descrição das Tarefas e Processos Construtivos**

#### **a) Demolições:**

Na zona onde foi construído o edifício E, existem umas salas ao nível do Piso 0 que foram demolidas. Especial cuidado teve de ser dado à reciclagem do material demolido tendo, por isso, sido definido um faseamento da demolição por tipo de material demolido. As demolições foram feitas manualmente, através de equipamento de corte e com recurso a retroescavadoras com braço hidráulico. O material demolido foi posteriormente transportado para aterro ou vazadouro próprio para o efeito.

## b) Movimento de terras:

Apesar de a localização da obra ser numa zona ribeirinha, as sondagens efetuadas comprovaram que a cota das fundações deste edifício poderia ser igual ou inferior a 1,5 m, pelo que a escavação era de simples execução. Realizou-se a escavação e regularização do terreno à cota definida pelo projeto de estruturas em toda a extensão do edifício com recurso a retroescavadora. Compactou-se o terreno, demarcou-se a localização das fundações e realizou-se a posterior abertura dos caboucos, também com recurso a retroescavadora.

## c) Estrutura

Toda a estrutura é em betão armado. O betão utilizado foi produzido em fábrica e transportado para o local da obra em transporte apropriado. As armaduras foram previamente montadas em local próprio no estaleiro. Foram utilizadas cofragens metálicas para os pilares e cofragens tradicionais para as vigas e lajes, todas suportadas pelos comuns elementos de suporte. A face das cofragens em contacto com o betão foi coberta com um óleo descofrante antes da sua montagem. Nas zonas com o pé direito mais elevado foram utilizados prumos para garantir a verticalidade dos elementos. Depois de removidas e antes de serem reutilizadas, as cofragens foram devidamente limpas. O transporte das armaduras e dos painéis de cofragem e seus elementos foi feito através de uma grua.

Especial cuidado foi dado à qualidade do betão, tendo sido feitos ensaios para verificar a sua qualidade. A betonagem foi feita com recurso a bombagem. A betonagem foi acompanhada por vibração do betão.

i. Fundações

Inicialmente, foi depositada uma camada de betão de limpeza na base da fundação. Posteriormente, foi introduzida e posicionada a armadura no seu correto local, incluindo a armadura dos pilares que faria a ligação da estrutura à fundação. Por último, foi realizada a betonagem contra o terreno.

ii. Pilares

Depois de colocada a armadura do pilar no seu devido local, fez-se a amarração (ligação) da armadura ao pilar do andar imediatamente inferior ou à fundação. Colocaram-se os painéis de cofragem, humedeceram-se as juntas de betonagem e fez-se a betonagem. Concluída a cura do betão, foram retiradas as cofragens.

iii. Lajes, escadas e vigas

Ao nível do Piso 0 realizou-se uma laje maciça. Foram posicionadas armaduras, colocadas as cofragens no perímetro do edifício e feita a betonagem. Depois da cura do betão, foi retirada a cofragem.

Nos pisos seguintes, foram construídas lajes fungiformes maciças. Foi feita a marcação da localização da laje e das escadas nos pilares. Em seguida foi montada a cofragem e respetivos elementos de suporte, foram posicionados os negativos das aberturas para passagem de canalizações. As armaduras da laje, escadas e vigas foram transportadas e posicionadas na sua correta localização. Foi feita a amarração das armaduras das vigas aos pilares e das armaduras da laje e das escadas às armaduras das vigas. Em seguida, foi feita a betonagem. Após a cura do betão, foi removida a cofragem e respetivos elementos de suporte (adaptado de ENPESIN, 2010).

No Anexo A podem ser encontradas ilustrações de algumas fases do processo de execução da estrutura deste edifício.

### **6.3. Caso de Estudo 2: Centro de Assistência e Manutenção de Grândola**

#### **6.3.1. Descrição da Obra**

Este empreendimento localiza-se em Grândola e é constituído por três edifícios. Um edifício de Sede e Controlo, um edifício da Guarda Nacional Republicana e um edifício de Conservação e Manutenção. Este último, por ser essencialmente composto por um pequeno núcleo em betão armado e dois armazéns, um por uma estrutura metálica e outro por pré-fabricados de betão, entendeu-se que fugia do âmbito desta dissertação e, como tal, não será abordado. Assim, os restantes edifícios podem ser descritos da seguinte forma:

##### **a) Edifício de Sede e de Controlo**

Este edifício foi o construído para aí funcionar a Sede da Concessionária e da Operadora que irá gerir o lanço de autoestrada em que se localiza. Tem uma área de aproximadamente 835 m<sup>2</sup>.

É composto por um piso elevado, com áreas envidraçadas amplas para boa iluminação dos espaços interiores, contando também com palas de proteção, para redução da incidência solar. Dispõe de áreas técnicas na cobertura, para apoio ao funcionamento do edifício.

Este edifício alberga uma zona administrativa, constituída por gabinetes, salas de reuniões, secretariado e arquivo e a zona mais técnica de controlo da autoestrada. A sua entrada, praticamente central, permite o acesso imediato à zona de controlo e comunicações, para monitorização e controlo do tráfego, assim como à zona administrativa. Na zona central, encontra-se uma pequena copa de apoio aos funcionários, assim como as instalações

sanitárias adequadas. No extremo do edifício, irá localizar-se um pequeno auditório, com pé direito superior ao resto do edifício, apto a pequenas apresentações e formações internas ou externas.

b) Edifício da Guarda Nacional Republicana

Este edifício tem como objetivo apoiar o lanço da autoestrada em que se situa. Tem uma área de 90 m<sup>2</sup>.

É composto por um piso elevado, com envidraçados generosos e palas de proteção das intempéries e incidência solar.

Dispõe de gabinetes para atendimento ao público, um átrio de entrada e instalações sanitárias acessíveis, assim como uma pequena copa de apoio. Dispõe de um armazém integrado no edifício, com acesso interior e exterior. No canto existe uma área técnica para apoio ao funcionamento do edifício. (IDOM ENGENHARIA, EDGAR CARDOSO, & PROCESL, 2010).

A planta de implantação deste empreendimento pode ser encontrada no Anexo B.

### **6.3.2. Descrição das Tarefas e Processo Construtivos**

a) Movimentação de terras

Numa fase inicial da empreitada foi realizada a desmatação e decapagem do terreno com recurso a uma retroescavadora.

As sondagens efetuadas ao terreno onde foram construídos os edifícios demonstraram que o terreno não apresentava problemas de maior e, por esse motivo, foram realizadas

escavações gerais a partir da cota de terraplanagem geral de todo o CAM, até se atingirem as cotas das plataformas definidas no projeto. Como as cotas de escavação não eram profundas, não foi necessário executar qualquer tipo de estruturas de suporte de terras. A escavação geral foi realizada com um trator de rastos e a compactação do terreno foi feita com um rolo compactador.

Depois de compactado o terreno, demarcou-se a localização das fundações e realizou-se a posterior abertura dos caboucos e valas para a execução das fundações, com recurso a uma retroescavadora.

O terreno removido foi posteriormente utilizado como material de aterro ou transportado para vazadouro.

#### b) Estruturas

- Edifício de Sede e de Controlo

Este edifício apresenta uma estrutura de betão convencional executada 'in situ' (fundações, lajes, pilares e vigas), exceto na zona do auditório, onde a cobertura é composta por painéis de laje alveolar pré-fabricada e pré-esforçada.

##### 1. Edifício da Guarda Nacional Republicana

O edifício apresenta uma estrutura de betão convencional executada 'in situ' (fundações, lajes, pilares e vigas).

Nas estruturas de betão armado de todos os edifícios, as armaduras foram previamente montadas em local próprio no estaleiro. Foram utilizadas cofragens metálicas para os pilares e fundações e cofragens tradicionais para as vigas e lajes. Todas as cofragens foram suportadas pelos comuns elementos de suporte. A face das cofragens em contacto com o betão foi coberta com um óleo descofrante antes da sua montagem. Depois de removidas e

antes de serem reutilizadas, as cofragens foram devidamente limpas. O transporte das armaduras e dos painéis de cofragem e seus elementos foi feito através de uma grua.

Especial cuidado foi dado à qualidade do betão, tendo sido feitos ensaios para verificar a sua qualidade. A betonagem foi feita com recurso a bombagem. A betonagem foi acompanhada por vibração do betão.

### i. Fundações

As sondagens efetuadas ao terreno onde foram construídos os edifícios comprovam que as cotas das fundações poderiam ser a menos de 1,2 m de profundidade, em relação às cotas das plataformas dos edifícios definidas no projeto, não sendo, por isso, necessário realizar entivacões. No entanto, as sondagens também demonstraram a existência de um nível freático a cerca de 2 m de profundidade em relação a essas mesmas cotas das plataformas. No decurso dos trabalhos, foi necessário recorrer a bombas para remover a água das zonas de betonagem. Por esse motivo, especial cuidado teve de ser dado à impermeabilização das fundações.

Quanto ao tipo de fundações, optou-se pela execução de fundações diretas em betão armado. Todos os edifícios foram construídos com sapatas isoladas, com exceção do Edifício de Sede e de Controlo onde as sapatas foram ligadas por vigas de fundação e lintéis de travamento.

Para a sua execução, foi inicialmente depositada uma camada de betão de limpeza na base da fundação. Posteriormente foi introduzida e posicionada a armadura no seu correto local, montada a cofragem e, por último, foi realizada a betonagem, deixando descobertas as armaduras para fazer a ligação dos pilares às fundações.

## ii. Pilares em betão armado

Depois de colocada a armadura do pilar no seu devido local, fez-se a amarração (ligação) da armadura à fundação. Colocaram-se os painéis de cofragem, humedeceram-se as juntas de betonagem e fez-se a betonagem. Concluída a cura do betão, foram retiradas as cofragens.

## iii. Lajes maciças e vigas em betão armado

Antes de serem executadas, foi necessário impermeabilizar as lajes de pavimento com uma camada de enrocamento e filme em polietileno. Posteriormente, foram posicionadas as armaduras, montadas as cofragens no perímetro dos edifícios, posicionados os negativos das aberturas para passagem de canalizações e feita a betonagem. Depois da cura do betão, foi retirada a cofragem.

Para a execução das lajes de cobertura, foi inicialmente feita a marcação da localização das lajes nos pilares. Em seguida foi montada a cofragem e respetivos elementos de suporte. As armaduras da laje e das vigas foram transportadas e posicionadas na sua correta localização. Foi feita a amarração das armaduras das vigas aos pilares e das armaduras da laje às armaduras das vigas. Em seguida foi feita a betonagem da laje e das vigas. Após a cura do betão, foi removida a cofragem e respetivos elementos de suporte.

## iv. Lajes Pré-fabricadas e Pré-esforçadas e correspondentes vigas de suporte

No Edifício de Sede e de Controlo, a laje de cobertura do auditório será do tipo alveolar pré-fabricada e pré-esforçada. Para realizar a sua montagem, foi necessário, numa primeira fase, montar as cofragens e respetivos elementos de suporte. Depois foram colocadas as armaduras das vigas, incluindo as armaduras dos cachorros nas vigas perpendiculares à maior direção das lajes e as lajes alveolares em cima das cofragens. Foi feita a ligação

entre as lajes alveolares e as vigas. Foi colocada a armadura de compressão em cima da laje alveolar e, por último, foram betonados todos os elementos. Após a cura do betão, foi removida a cofragem e respetivos elementos de suporte.

No Anexo B encontram-se algumas ilustrações de fases desta obra.



## 7. Análise Crítica e Discussão dos Resultados

Após o preenchimento dos formulários, apresentados nos Anexos C e D, para cada um dos casos práticos, é possível fazer uma análise crítica dos resultados. O facto de as atividades e natureza das edificações serem bastante distintas, tornam qualquer tipo de comparação dos riscos dos diferentes edifícios totalmente inconsequentes. Apesar disso, podem ser tiradas conclusões individualmente.

### 2. E.S. Dr. Manuel Fernandes

Para o primeiro caso de estudo, foi possível identificar 253 riscos associados a diferentes atividades.

Tabela 41 – Número de casos por grau de risco da E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Definição do Grau de Risco/Criticidade | Número de Casos |
|--|-----------------|
| Menor                                  | 28              |
| Moderado                               | 49              |
| Elevado                                | 120             |
| Crítico                                | 56              |
| Total                                  | 253             |

A incidência dos riscos críticos e elevados é enorme, representa cerca de 69% dos casos de risco.

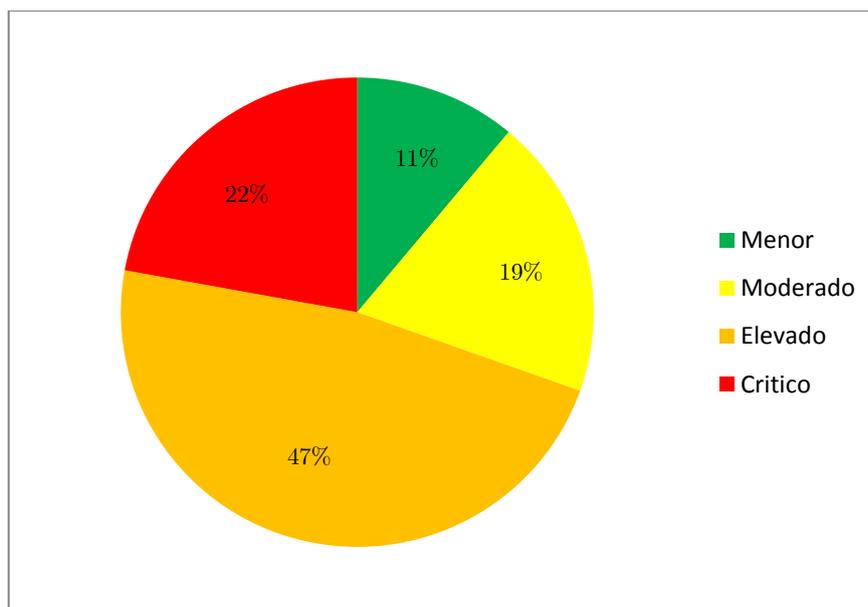


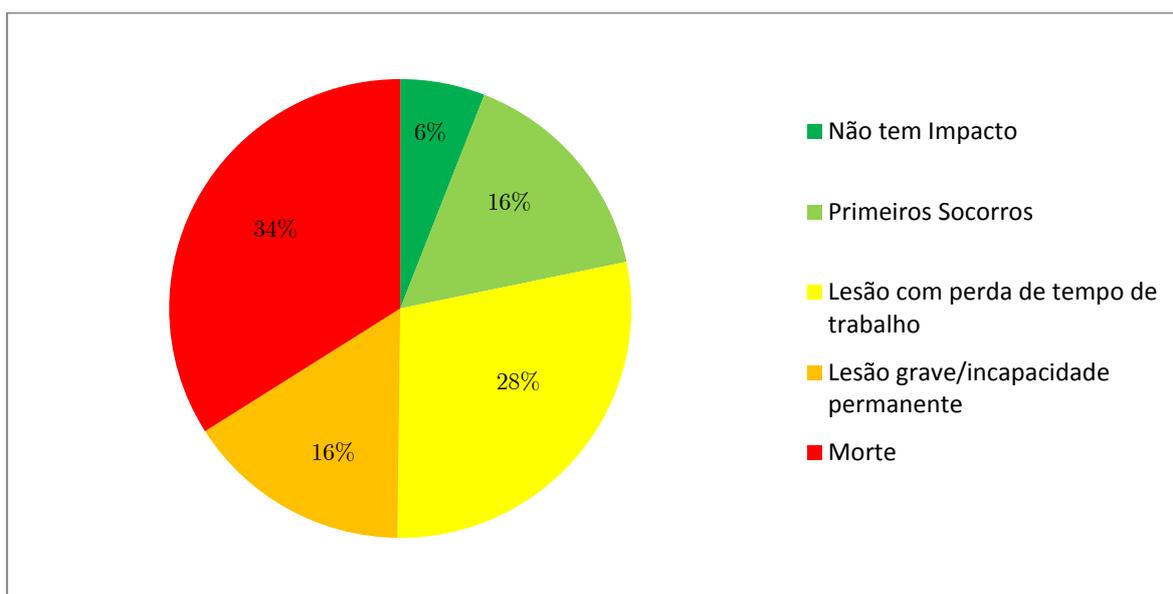
Figura 19 - Incidência por grau de risco da E.S. Dr. Manuel Fernandes

No que respeita à consequência dos riscos, os acidentes com maior severidade são 86 atividades com risco de morte, 40 com consequências graves com possibilidade de lesões permanentes e 72 com perda de tempo de trabalho.

Tabela 42 – Número de riscos por tipo de consequência da E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Consequência                         | Número de Casos |
|--------------------------------------|-----------------|
| Não tem Impacto                      | 15              |
| Primeiros Socorros                   | 40              |
| Lesão com perda de tempo de trabalho | 72              |
| Lesão grave/incapacidade permanente  | 40              |
| Morte                                | 86              |
| Total                                | 253             |

Estes valores representam cerca de 78% de todas as consequências. A sua ocorrência poderia resultar na paragem da obra.



**Figura 20 - Incidência dos riscos por tipo de consequência da E.S. Dr. Manuel Fernandes**

Como as consequências dos riscos são difíceis de eliminar sem alterar o projeto pode concluir-se que implementar mais e melhores medidas de controlo é a melhor forma de reduzir os riscos em obras deste tipo.

### 3. Centro de Assistência e Manutenção de Grândola – Edifício de Sede e Controlo

No segundo caso de estudo, no que respeita ao Edifício de Sede e Controlo, foram identificados 253 casos de risco crítico e elevado.

**Tabela 43 - Número de casos por grau de risco do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola**

| Definição do Grau de Risco/Criticidade | Número de Casos |
|--|-----------------|
| Menor                                  | 24              |
| Moderado                               | 51              |
| Elevado                                | 132             |
| Crítico                                | 51              |
| Total                                  | 258             |

Mais uma vez a incidência dos riscos críticos e elevados é enorme, representando cerca de 71% dos casos de risco.

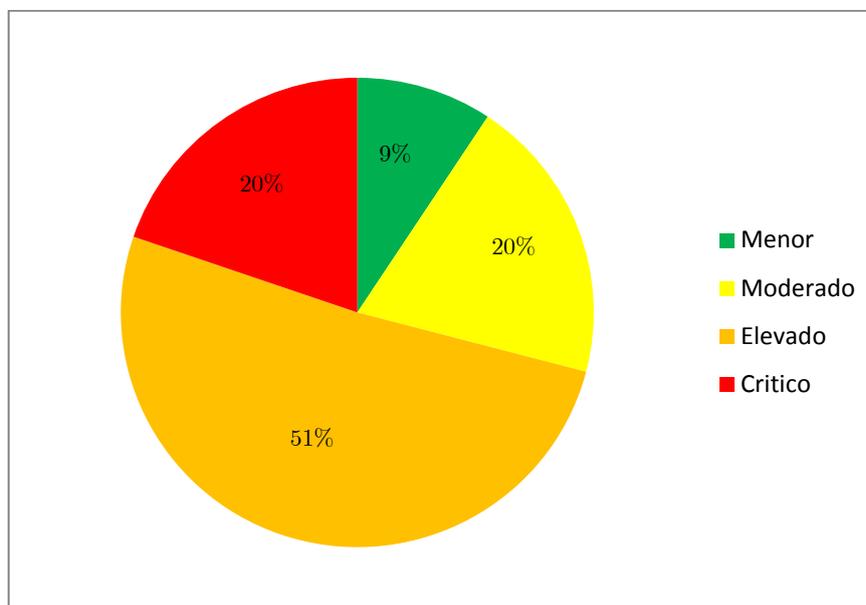


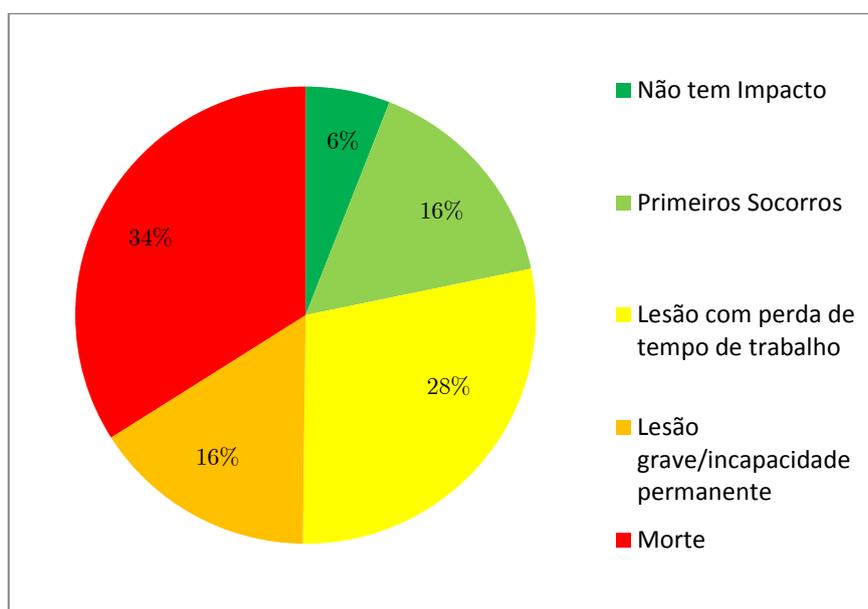
Figura 21 - Incidência por grau de risco do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola

As consequências indicam que 86 atividades podem resultar em morte, 40 em acidentes com consequências graves com possibilidade de lesões permanentes e 72 em lesões com perda de tempo de trabalho.

Tabela 44 - Número de riscos por tipo de consequência do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola

| Consequência                         | Número de Casos |
|--------------------------------------|-----------------|
| Não tem Impacto                      | 15              |
| Primeiros Socorros                   | 40              |
| Lesão com perda de tempo de trabalho | 72              |
| Lesão grave/incapacidade permanente  | 40              |
| Morte                                | 86              |
| Total                                | 253             |

A incidência desses valores representa cerca de 78% de todos os riscos.



**Figura 22 - Incidência por tipo de consequência do Edifício de Sede e de Controlo da CAM de Grândola**

Neste caso, a natureza do projeto teve um papel preponderante para reduzir os riscos, já que o edifício só tem um piso. A deteção ainda assim torna-se a melhor maneira de reduzir os riscos, pelo que se torna imperativo aumentar as medidas de controlo.

#### 4. Centro de Assistência e Manutenção de Grândola – Edifício da GNR

No caso do Edifício da GNR, foram identificados menos riscos, cerca de 212. Isso resulta do facto de a natureza do edifício e suas atividades ser a mesma que o do Edifício de Sede e Controlo, com exceção da construção da laje de cobertura alveolar. Aliás, essa conclusão foi feita durante o estudo do projeto e posterior descrição das atividades, resultando na decisão de não se sobrecarregar esta dissertação com mais tabelas de resultados, sendo

para o efeito só necessário retirar os riscos associados à execução da laje alveolar do Edifício de Sede e Controlo.

Tabela 45 - Número de casos por grau de risco do Edifício da GNR da CAM de Grândola

| Definição do Grau de Risco/Criticidade | Número de Casos |
|--|-----------------|
| Menor                                  | 22              |
| Moderado                               | 43              |
| Elevado                                | 103             |
| Crítico                                | 44              |
| Total                                  | 212             |

O número de riscos críticos e elevados é 147 e representa cerca de 57% dos riscos totais.

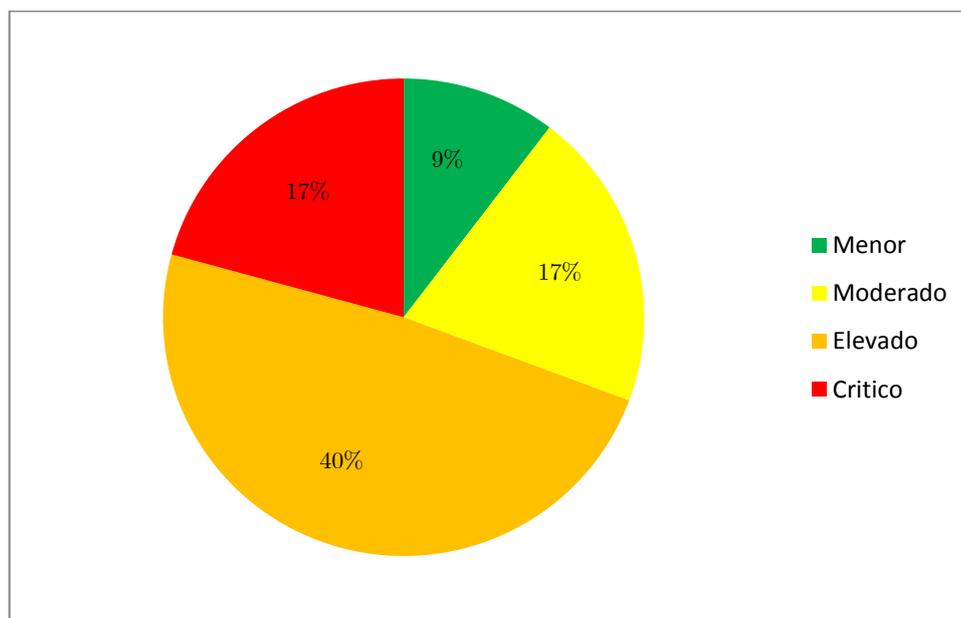


Figura 23 - Incidência por grau de risco do Edifício da GNR da CAM de Grândola

52 riscos podem resultar em morte, 44 em acidentes graves com possibilidade de lesões permanentes e 71 em lesões com perda de tempo de trabalho.

Tabela 46 - Número de riscos por tipo de consequência do Edifício da GNR da CAM de Grândola

| Consequência                         | Número de Casos |
|--------------------------------------|-----------------|
| Não tem Impacto                      | 11              |
| Primeiros Socorros                   | 34              |
| Lesão com perda de tempo de trabalho | 71              |
| Lesão grave/incapacidade permanente  | 44              |
| Morte                                | 52              |
| Total                                | 212             |

Esses números representam cerca de 83% dos riscos.

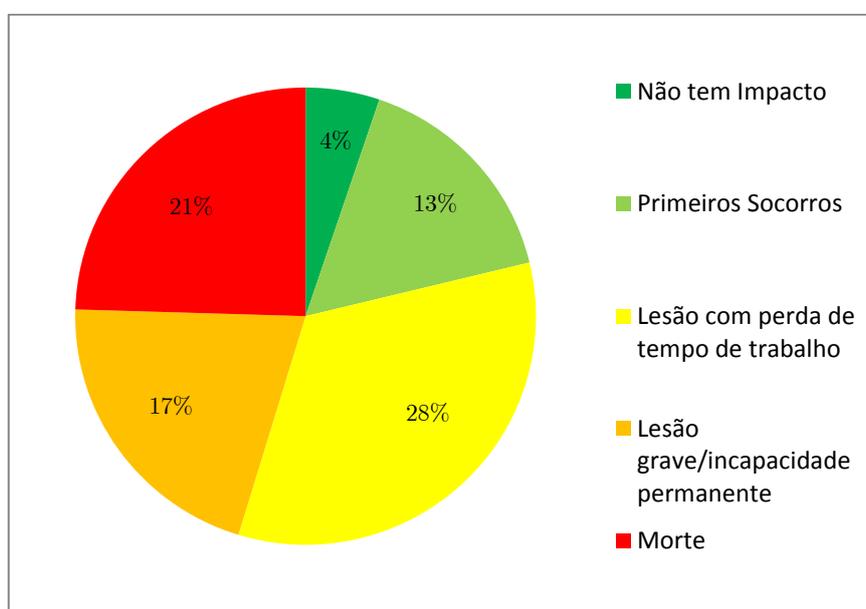


Figura 24 - Incidência por tipo de consequência do Edifício da GNR da CAM de Grândola

De facto, a natureza dos trabalhos realizados neste edifício torna-o muito menos perigoso do que os restantes estudados nesta dissertação. Também se pode verificar que a execução da laje alveolar comporta enormes riscos de segurança. Apesar de a seriedade dos efeitos dos riscos ser menor, garantir medidas eficazes de controlo é a melhor solução para aumentar a segurança dos intervenientes.



## 8. Conclusões e Perspetivas Futuras

### 8.1. Conclusões

No início desta dissertação propuseram-se objetivos que foram sendo cumpridos no decorrer da dissertação.

Começou por se fazer uma introdução à avaliação de risco, com a explicação dos seus diversos conceitos e métodos diferentes de avaliações e sua relação com a segurança e saúde no trabalho, tema amplamente relacionado com a atividade da construção. Como principais dificuldades na abordagem deste capítulo, sentiu-se alguma falta de publicações específicas que relacionem a avaliação de risco e a atividade da construção civil.

Continuou-se a dissertação com o estudo e caracterização do FMEA. Processo moroso, amplamente abordado, onde se fez a descrição geral do método, comum a todas as áreas, sejam sistemas, projeto, processo ou serviço. Posteriormente, foi dado mais ênfase ao FMEA de processo que se verificou ser o mais adequado ao âmbito deste trabalho. Sentiram-se também grandes dificuldades pela falta de bibliografia no que respeita a construção. A documentação encontrada demonstrava-se complexa demais para uma dissertação de mestrado e acabou por se fazer adaptações de publicações estrangeiras que, na realidade, estão mais direcionadas para a indústria automóvel e indústrias com grandes linhas de produção.

Já a caracterização das atividades de demolição, movimento de terras e estruturas de edifícios, teve o efeito contrário. São muitas as soluções e técnicas para fazer a mesma tarefa e, por isso, a grande dificuldade verificou-se ser a obrigatoriedade de abordar este tema de uma forma generalista para não exceder o limite de páginas definido nas regras da dissertação.

Em seguida, abordaram-se acidentes de trabalho e suas estatísticas, um processo relativamente demorado pois existe pouca informação disponível, exclusivamente relacionada com acidentes na construção civil. Ainda neste capítulo, foram abordados os índices do FMEA, nem todos fáceis de obter, especialmente o índice de deteção que tem de ser obrigatoriamente definido por alguém especialista na área da segurança.

Os casos práticos foram de difícil análise por serem estudos feitos após a conclusão das obras. Não é a mesma coisa observar-se a obra a decorrer, pois pode-se questionar a utilização de determinadas soluções e decisões enquanto elas estão a ocorrer, ou fazer uma investigação documental, onde se perde muito tempo a tentar compreender a linguagem interna, os registos e processos de uma empresa.

Depois de estudados os casos de estudo e obtidos os índices do FMEA, o processo de preenchimento do formulário foi de fácil execução, também porque se tinha programado uma folha de cálculo com as listagens das atividades, os modos de falha, etc., onde basicamente era apenas necessário escolher as tarefas e inserir os índices. Na mesma folha de cálculo foram apresentadas algumas medidas adicionais para reduzir a eliminação dos riscos, assim como na apresentação dos resultados.

Pode-se assim concluir que o FMEA é um método bastante útil para desenvolver avaliações de risco. Constatou-se que só uma equipa com grande experiência poderá obter melhorias do seu sistema de produção através da sua aplicação. Para realizar esta avaliação é ainda necessário um histórico de dados bem documentado para que a melhoria dos processos seja eficaz. Para uma empresa que tenha um sistema de qualidade implementado isso será talvez o passo seguinte, já, para uma empresa de menor dimensão, isso será uma tarefa árdua. Com a falta de documentação interna será necessário recorrer a estatísticas que, no caso da construção, ainda são escassas.

## **8.2. Perspetivas Futuras**

Propõe-se como perspetivas futuras a realização de inquéritos seletivos com vista a obtenção de dados estatísticos relevantes para a aplicação do FMEA (acidentes de trabalho na construção civil).

Sugere-se ainda uma fundamentação estatística que evidencie o método de cálculo do número e incidência por tipo de consequência.

Por último, pelos motivos referidos na conclusão seria importante a aplicação do FMEA em obras em execução.

## Bibliografia

- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (s.d.). *Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho*. Obtido em 1 de Outubro de 2012, de <http://osha.europa.eu/>
- American Society for Quality Control - Statistics Division. (1983). *Glossary and tables for statistical quality control* (2nd ed.). Milwaukee, USA: ASQC Quality Press.
- Ayyub, B. M. (2003). *Risk Analysis in Engineering and Economics*. New York, USA: Chapman & Hall/CRC.
- Bass, L. (1991). *Cumulative supplement to Products liability: Design and manufacturing defects*. Colorado Springs, Colorado, USA: Shepard's/McGraw Hill.
- Biermans, K., & Vansina, P. (2005). *PLANOP - A method for performing loss of containment analyses*. Bruxelas, Bélgica: FPS Employment, Labour and Social Dialogue,.
- Blanchard, B. S., & Lowery, E. E. (1969). *Maintainability - Principles and practices*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Carvalho, F. (2007). *Avaliação de Risco: Estudo comparativo entre diferentes métodos de Avaliação de Risco, em situação real de trabalho*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana.
- CGTP-IN. (27 de Abril de 2005). *FENPROF*. Obtido em 5 de Outubro de 10, de <http://www.fenprof.pt/>
- Chien, J. (1985, August). Detailed tests show how well industrial local network performs. *Data Communications* 14, 119-131.

Comissão Europeia. (1996). *Guidance on risk assessment at work*. Luxemburgo, Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities.

CONDURIL - ENGENHARIA, S. A. (2011). Programa de Modernização da Parque Escolar - Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes - Abrantes. *Reportagem Fotográfica*. Abrantes, Portugal.

Costa e Silva, S. R., Fonseca, M., & de Brito, J. (2006). Metodologia FMEA e sua aplicação à construção de edifícios. *QIC2006 - Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção* (p. 12). Lisboa: LNEC.

Costa, J. M. (2008). Slides da disciplina de Gestão de Operações Imobiliárias. Porto, Portugal: Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

ENPESIN - Projectos e Gestão de Obras, Lda. (Outubro de 2010). Programa de Modernização da Parque Escolar - Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes - Abrantes. *Memória Descritiva do Projecto de Estruturas*. Lisboa, Portugal.

Eurostat. (s.d.). *Eurostat*. Obtido em 10 de Outubro de 2012, de <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>

Ford Motor Company. (1992). *FMEA handbook*. Dearborn, Michigan, USA: Ford Motor Company, Engineering Materials and Standards.

Ford Motor Company. (2000). *FMEA handbook with robustness linkages*. Dearborn, Michigan, USA: Ford Motor Company, Ford Design Institute.

Gadd, S., Keeley, D., & Balmforth, H. (2003). *Good Practice and Pitfalls in Risk Assessment*. Sheffield, UK: Health & Safety Executive.

GEP/MSSS. (s.d.). *Gabinete de Estratégia e Planeamento*. Obtido em 19 de Outubro de 2012, de <http://www.gep.msss.gov.pt/>

Guia PMBOK. (2008). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)* (4ª ed.). Pennsylvania, EUA: Project Management Institute Inc.

Holt, A. S. (2001). *Principles of Construction Safety*. London, United Kingdom: Blackwell Science.

IDOM ENGENHARIA, S., EDGAR CARDOSO, L., & PROCESL. (23 de Setembro de 2010). Subconcessão da Auto-Estrada do Baixo Alentejo - Lanço I - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola. *Memória Descritiva do Projecto de Execução de Arquitectura*. Lisboa, Portugal.

ISO 31000. (2009). *ISO 31000 - Risk management - Principles and guidelines*. Genebra, Suíça: International Organization for Standardization.

João Paciência, Arquitecto. (30 de Setembro de 2010). Programa de Modernização da Parque Escolar - Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes - Abrantes. *Memória Descritiva do Projecto de Execução de Arquitectura*. Lisboa, Portugal.

Kececioglu, D. (1991). *Reliability engineering handbook* (Vol. 1 and 2). Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.

MIL-STD-1472c. (1981, May 2). Washington, DC, USA: Department of Defense.

NP 4397:2008. (2008). *Sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalho - Requisitos*. Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

OIT. (2001). *Guidelines on occupational safety and health management systems*. Genebra, Suíça: International Labour Office.

Omdahl, T. P. (1988). *Reliability, availability and maintainability dictionary*. Milwaukee, USA: ASQC Quality Press.

PORDATA. (6 de Julho de 2012). *PORDATA: Base de Dados Portugal Contemporâneo*. Obtido em 21 de Outubro de 2012, de <http://www.pordata.pt/>

Rodrigues, M. d. (2008). *Estado de Conservação de Edifícios de Habitação a Custos Controlados (Tese de Doutoramento)*. Aveiro, Portugal: Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.

Roxo, M. (2003). *Segurança e saúde do trabalho: Avaliação e controlo de riscos* (1 ed.). Coimbra: Almedina.

Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA from Theory to Execution* (2nd ed.). Milwaukee, USA: ASQ Quality Press.

Woodson, W. E. (1981). *Human Factors Design Handbook*. New York, New York, USA: McGraw-Hill.

Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março de 2008, Diário da República, 1.ª série, N.º 51

Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro de 2006, Diário da República, 1.ª série, N.º 171



# Anexo A

## Planta de Implantação e Reportagem Fotográfica

Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes

Caso de Estudo 1

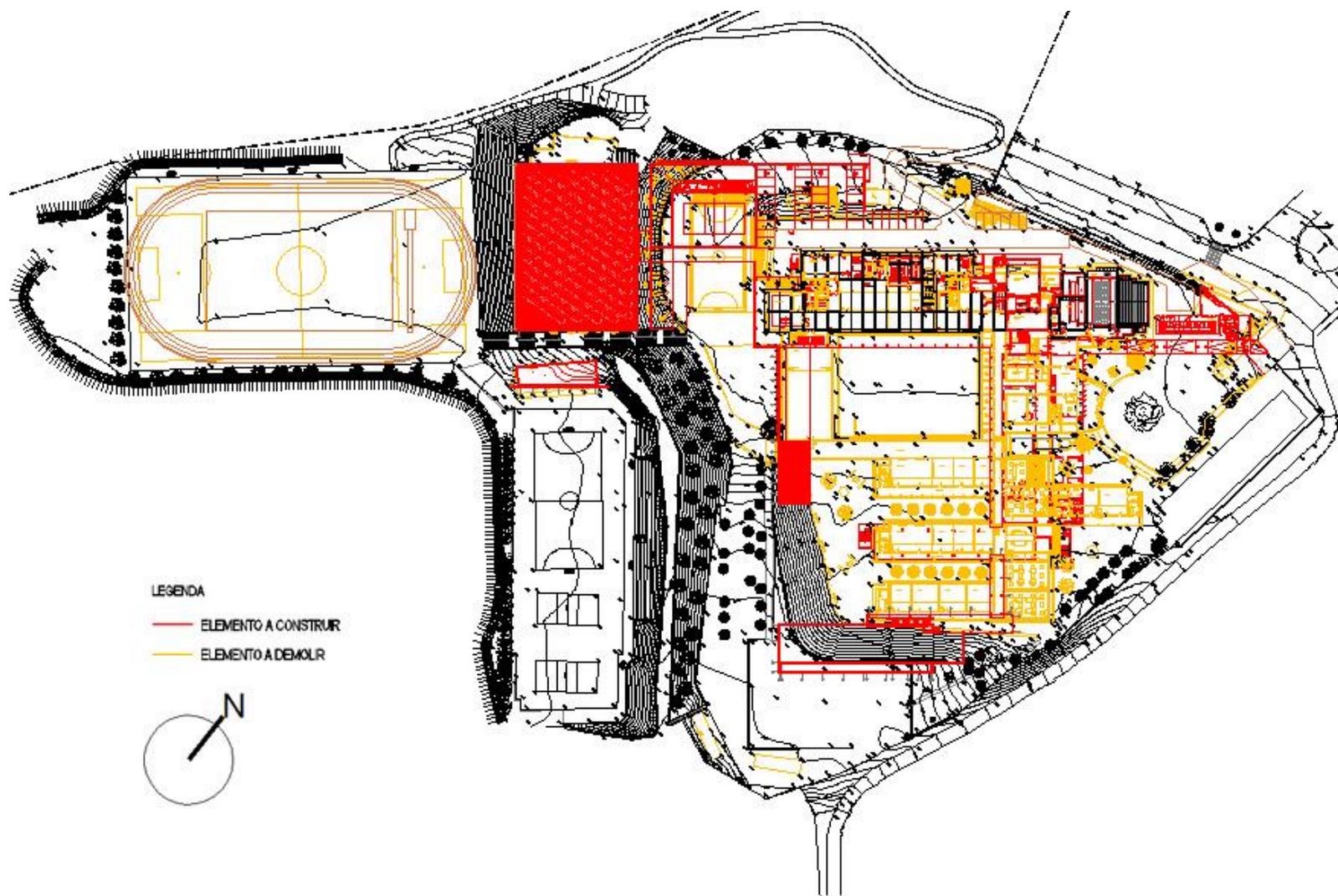


Figura 25 - Planta de implantação da E.S. Dr. Manuel Fernandes



Figura 26 - Execução da estrutura do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011)



Figura 27 - Montagem da cofragem da laje do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011)



Figura 28 - Montagem da cofragem da laje do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011)



Figura 29 - Montagem das armaduras dos pilares do Piso 1 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011)



Figura 30 - Montagem da cofragem da laje do Piso 2 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011)



Figura 31 - Colocação das armaduras da laje do Piso 2 do edifício E da E.S. Dr. Manuel Fernandes (CONDURIL, 2011)



# Anexo B

Planta de Implantação e Reportagem Fotográfica

Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

Caso de Estudo 2

- LEGENDA:**
- 
- ÁREA TOTAL DO C.A.M. = 9036.0 m2
- 
- ÁREA BRUTA DOS EDIFÍCIOS:
- A - EDIFÍCIO SEDE E DE CONTROLE = 755.0 m2  
(SEDE DA CONCESSIONÁRIA E DA OPERADORA)
  - B - CENTRO DE CONSERVAÇÃO E ARMAZENAGEM = 1000.0 m2
  - C - EDIFÍCIO DA GUARDA NACIONAL REPUBLICANA = 80.00 m2
- 
- D - PARQUE DE MATERIAIS = 1420.0 m2
- 
- ESTACIONAMENTO - 50 lugares (3 lugares reservados a mobilidade condicionada)

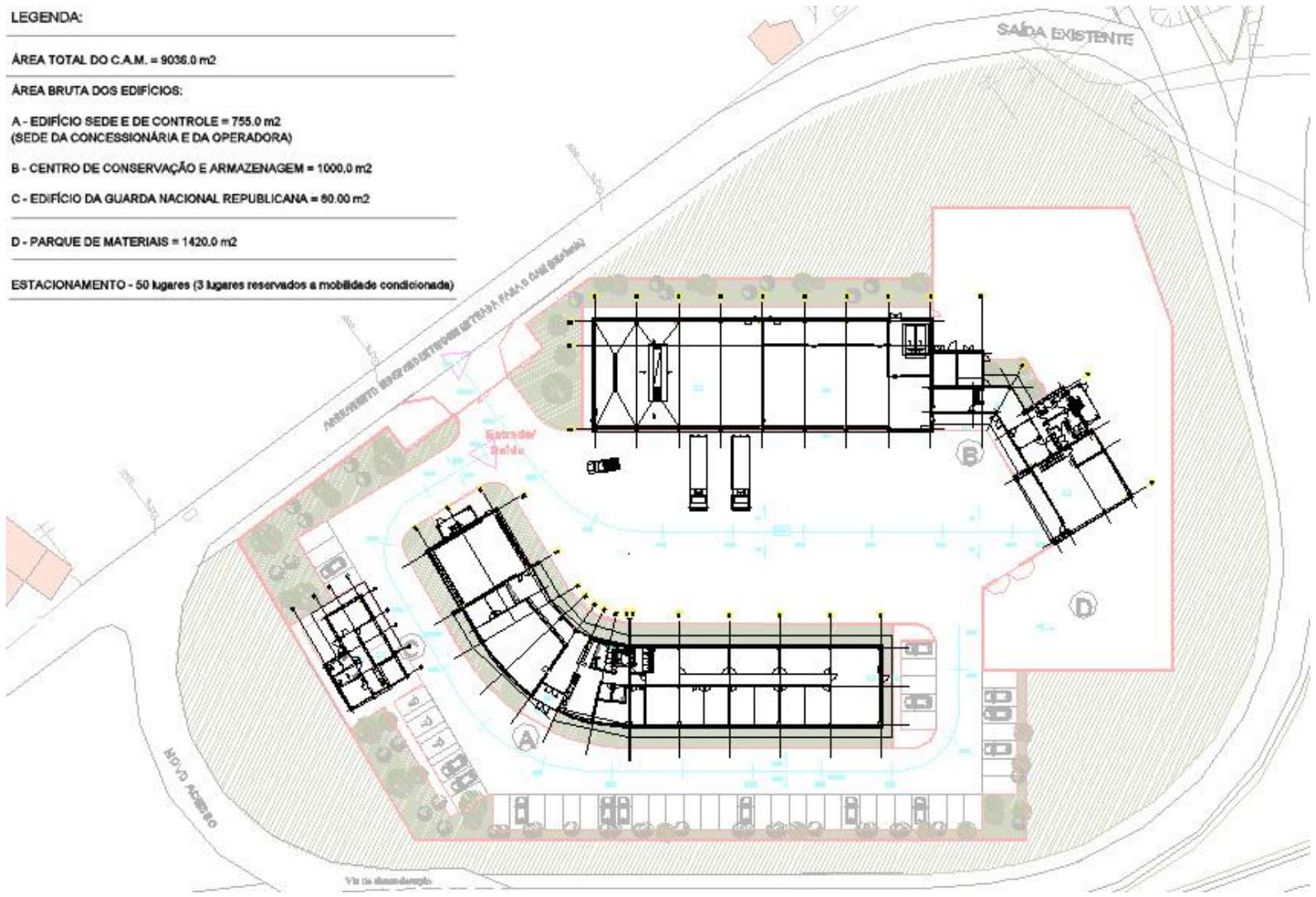


Figura 32 - Planta de implantação do Centro de Assistência e Manutenção de Grândola



Figura 33 - Terraplanagem e compactação do terreno da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011)



Figura 34 - Sapatas isoladas do Edifício de Sede e Controlo da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011)



Figura 35 - Montagem das armaduras da laje de pavimento do Edifício da GNR da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011)



Figura 36 - Betonagem da laje de pavimento do Edifício da GNR da CAM de Grândola (CONDURIL, 2011)

# Anexo C

## Formulário do FMEA

Escola Secundária Dr. Manuel Fernandes

Caso de Estudo 1

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                                   | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
| Demolições | Remoção de materiais e resíduos perigosos | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão    | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            |   | Utilização de equipamentos de corte   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas            | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S)         | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|--------------------|---|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|---|-------------|-------------|--|---|
|            |                    | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                     | 1                      | Exposição a substâncias perigosas   | 5   | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor  | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |                    | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8                      | Queda de materiais e/ou equipamento | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação. |
|            | Primeiros Socorros |   | 3                                   | Queda ao mesmo nível   | 6                                   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 72          | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |   |
|            | Morte              |   | 10                                  | Entalão ou esmagamento | 5                                   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 200         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S)                  | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD)   | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|---|---------------|--|
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                               | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144   | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                               | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144   | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         |                         | Demolição                            | Execução de trabalhos em altura | Morte                              | 10             | Queda em altura   | 6           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4             | 240  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |                                       | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |         |                                       | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.  |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão            | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.                 | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial             | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas       | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                                     |                                      |                |                                   |                |  |             |             |               | de ações de formação.  |
|            |         | Utilização de equipamentos de corte | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                      | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.  | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            |         | Exposição a substâncias perigosas   | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.  | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Movimentação de máquinas            | Morte                                | 10             | Atropelamento                     | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                |  |             |             |               | de formação.   |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.       |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível               | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                          | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                  |                                 |                                     |                |                                     |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de trabalho;<br>Realização de ações de formação.   |
|            |                                  | Sequência de operações          | Morte                               | 10             | Rotura ou queda da estrutura        | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.                 | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação.                            |
|            |                                  | Execução de trabalhos em altura | Morte                               | 10             | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 240         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            | Triagem e Reciclagem de resíduos |                                 | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 192         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Lesão com perda de tempo de trabalho        |                                     | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                     | 1              | Exposição a substâncias perigosas   | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e   | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                | verificado.<br>Responsabilização do operador.   |             |             |               | Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas   | Modo de Falha Potencial   | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|---------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            | Transporte e descarga do material demolido em aterro ou vazadouro | Movimentação de máquinas  | Morte                             | 10             | Atropelamento                       | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |   |                           | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |   |                           | Morte                             | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |   | Movimentação de materiais | Lesão grave/incapacidade          | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade   | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | e/ou equipamentos       | permanente                           |                |                             |                | implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                                  |             |             |               | a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |         |                         | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades          | Tarefas   | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|---------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|                     |   |                          | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.   |
| Movimento de Terras | Desmatção e decapagem ou remoção de terra vegetal | Movimentação de máquinas | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|                     |   |                          | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas             | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|                     |   |                          | Morte                                | 10             | Capotamento                        | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em  | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores.          |             |             |               | a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação.                                     |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.         |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do           | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                    |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas         | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                 |                          |                                      |                |                                    |                | operador.   |             |             |               |  |
|            |                 |                          | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.          |
|            |                 |                          | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.   |
|            | Escavação Geral | Movimentação de máquinas | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.       |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e  | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                | verificado.<br>Responsabilização do operador.   |             |             |               | Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                       | Modo de Falha Potencial   | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            | Abertura de caboucos ou valas | Movimentação de máquinas  | Morte                             | 10             | Atropelamento                       | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |                               |                           | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |                               |                           | Morte                             | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |                               | Movimentação de materiais | Lesão grave/incapacidade          | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade   | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | e/ou equipamentos       | permanente                           |                |                             |                | implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                                  |             |             |               | a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |         |                         | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                                      | Tarefas                  | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S)         | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais   |
|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---|---|-------------|-------------|--|--|
|   |                          |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                      | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
| Limpeza, regularização e compactação do terreno | Movimentação de máquinas | Morte                   | 10                                   | Atropelamento          | 6                                  | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2   | 120         | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |  |
|   |                          | Primeiros Socorros      | 3                                    | Colisão entre máquinas | 7                                  | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2   | 42          | Menor       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |  |
|   |                          | Morte                   | 10                                   | Capotamento            | 7                                  | Sistema de qualidade estabilizado e em  | 2   | 140         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos   |  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores.          |             |             |               | a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação.                                     |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.         |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do           | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                    |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas   | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|--------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |   |                          |                                      |                |                                    |                | operador.   |             |             |               |  |
|            |   |                          | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.          |
|            |   |                          | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.   |
|            | Transporte e descarga do material demolido em aterro ou vazadouro | Movimentação de máquinas | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.       |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e  | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                | verificado.<br>Responsabilização do operador.   |             |             |               | Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                       | Modo de Falha Potencial   | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
| Fundações  | Colocação de betão de limpeza | Movimentação de máquinas  | Morte                             | 10             | Atropelamento                       | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |                               |                           | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |                               |                           | Morte                             | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |                               | Movimentação de materiais | Lesão grave/incapacidade          | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade   | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | e/ou equipamentos       | permanente                           |                |                             |                | implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                                  |             |             |               | a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |         |                         | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                        | Tarefas                                     | Modo de Falha Potencial             | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas                                       | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD)   | Grau de Risco   | Medidas de Controlo Adicionais   |
|-----------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|-------------|---|---|--|
|                                   |   |                                     | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                   | Movimento de corpo sujeito a lesão                                | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144   | Elevado   | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
| Exposição a substâncias perigosas | Não tem Impacto                             | 1                                   | Exposição a substâncias perigosas    | 5                                   | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção. | 9   | 45  | Menor       | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |   |  |
| Colocação das Armaduras           | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8                                    | Queda de materiais e/ou equipamento | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 192         | Elevado   | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação. |  |
|                                   |   | Primeiros Socorros                  | 3                                    | Queda ao mesmo nível                | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 72          | Moderado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos     |  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                |   |             |             |               | de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                       | Tarefas                  | Modo de Falha Potencial          | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)         | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O)   | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais   |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|--|--|-------------|-------------|--|--|
|                                  |                          | Incorrecta montagem da estrutura | Morte                             | 10                     | Rotura ou queda da estrutura | 5  | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado   | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |
| Betonagem e compactação do betão | Movimentação de máquinas | Morte                            | 10                                | Atropelamento          | 6                            | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2  | 120         | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |  |
|                                  |                          | Primeiros Socorros               | 3                                 | Colisão entre máquinas | 7                            | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2  | 42          | Menor       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |  |
|                                  |                          | Morte                            | 10                                | Capotamento            | 7                            | Sistema de qualidade estabilizado e em   | 2  | 140         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos   |  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores.          |             |             |               | a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.  |
|            |         |   | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.         |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do           | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                    |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                | operador.   |             |             |               |  |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Projecção do betão      | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                 | Utilização de equipamentos eléctricos       | Morte                               | 10             | Eletrização/Eletrocussão            | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.              | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            | Impermeabilização das fundações | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |                                 |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                |   |             |             |               | de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                                    | Tarefas                  | Modo de Falha Potencial           | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)         | Potenciais Causas da Falhas       | Ocorrência (O)   | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais                                  |
|---|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--|---|-------------|-------------|--|---|
|   |                          | Exposição a substâncias perigosas | Não tem Impacto                   | 1                      | Exposição a substâncias perigosas | 5  | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção. | 9           | 45          | Menor  | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
| Reposição de terras ou aterro para enchimento | Movimentação de máquinas | Morte                             | 10                                | Atropelamento          | 6                                 | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2   | 120         | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |   |
|   |                          | Primeiros Socorros                | 3                                 | Colisão entre máquinas | 7                                 | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2   | 42          | Menor       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |   |
|   |                          | Morte                             | 10                                | Capotamento            | 7                                 | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória                 | 2   | 140         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação;                                  |   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas            | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S)         | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|--------------------|---|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|---|-------------|-------------|--|---|
|            |                    |   |                                     |                        |                                     |   | dos operadores.   |             |             |  | Realização de ações de formação.  |
|            |                    | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8                      | Queda de materiais e/ou equipamento | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação. |
|            | Primeiros Socorros |   | 3                                   | Queda ao mesmo nível   | 6                                   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 72          | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |   |
|            | Morte              |   | 10                                  | Entalão ou esmagamento | 5                                   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 200         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                             | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                     |                                 | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |                                     |                                 | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.                                   |
| Pilares    | Colocação e amarração das armaduras | Execução de trabalhos em altura | Morte                                | 10             | Queda em altura                    | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 240         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |   | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura      | Morte                                | 10             | Rotura ou queda da estrutura | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Utilização de equipamentos de corte   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                 | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.  | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão     | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.  | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento;   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                                    | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)   | Medidas de Controlo | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco   | Medidas de Controlo Adicionais |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--|---------------------|-------------|-------------|---|--------------------------------|
|   |                                 |                                      |                                   |                                     |                             |  |                     |             |             |   |                                |
| Montagem das cofragens e respetivos elementos | Execução de trabalhos em altura | Morte                                | 10                                | Queda em altura                     | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4                   | 240         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |                                |
|   |                                 | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |                                |
|   |                                 | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                           | Sistema de garantia da qualidade   | 4                   | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos  |                                |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                                  |             |             |               | a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do           | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial          | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |                                  |                                      |                |                                    |                | operador.   |             |             |               |   |
|            |         |                                  | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |         |                                  | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.        |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura | Morte                                | 10             | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                       | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|-------------|-------------|--|--------------------------------|
| Betoneira e compactação do betão | Execução de trabalhos em altura | Morte                                | 10                                | Queda em altura                     | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 240         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |                                |
|                                  |                                 | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.  |                                |
|                                  |                                 | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.                                   |                                |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                                     | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais |
|------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|-------------|-------------|--|--------------------------------|
|            | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |                                |
|            |   | Primeiros Socorros                   | 3                                 | Queda ao mesmo nível                | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 72          | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |                                |
|            |   | Morte                                | 10                                | Entalão ou esmagamento              | 5                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 200         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |                                |
|            |   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Cortes/Furos                        | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4                   | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's  |                                |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|--------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                          |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         |                          | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.   |
|            |         |                          |                                      |                |                                    |                |   |             |             |               |  |
|            |         | Movimentação de máquinas | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         |                          | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas             | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas       | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                                       | Morte                             | 10             | Capotamento                       | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Projecção do betão                    | Não tem Impacto                   | 1              | Exposição a substâncias perigosas | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                             | 10             | Eletrização/Eletrocussão          | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.  | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades  | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial             | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O)   | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco   | Medidas de Controlo Adicionais   |
|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|--|-------------|-------------|---|--|
|             |                                 |                                     |                                   |                                     |                              |  |  |             |             |   |  |
|             |                                 | Incorrecta montagem da estrutura    | Morte                             | 10                                  | Rotura ou queda da estrutura | 5  | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |
| Descofragem | Execução de trabalhos em altura | Morte                               | 10                                | Queda em altura                     | 6                            | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4  | 240         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |  |
|             |                                 | Lesão grave/incapacidade permanente | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                            | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do           | 4  | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização  |  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                     |                | operador.   |             |             |               | de ações de formação.  |
|            |         |   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         |   | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial           | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                                   | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                                   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                                   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Exposição a substâncias perigosas | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                         | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|-------------|-------------|--|--------------------------------|
| Reparação de defeitos superficiais | Execução de trabalhos em altura | Morte                                | 10                                | Queda em altura                     | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 240         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |                                |
|                                    |                                 | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.  |                                |
|                                    |                                 | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.                                   |                                |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades        | Tarefas           | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|-------------------|-------------------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|                   |                   | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                     | 1              | Exposição a substâncias perigosas   | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                          | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |
| Laje de Pavimento | Impermeabilização | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.         |
|                   |                   |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|                   |                   |   | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                    |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                                       | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |   |   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |   |   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |   |   | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            | Montagem das cofragens e respetivos elementos | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas            | Modo de Falha Potencial             | Potenciais Consequências da Falha           | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O)                                  | Medidas de Controlo  | Deteção (D)  | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|--------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------|---|--|--|-------------|--|--|
|            |                    | Incorrecta montagem da estrutura    | Morte                                       | 10                                  | Rotura ou queda da estrutura | 5   | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2  | 100         | Moderado   | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |
|            |                    | Colocação e amarração das armaduras | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8                            | Queda de materiais e/ou equipamento             | 6  | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 192  | Elevado  |
|            | Primeiros Socorros |                                     |   | 3                                   | Queda ao mesmo nível         | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador.                               | 4  | 72          | Moderado   | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação.       |
|            | Morte              |                                     | 10  | Entalão ou esmagamento              | 5                            | Sistema de garantia da qualidade implementado e | 4  | 200  | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; |  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial          | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |                                  |                                      |                |                                    |                | verificado.<br>Responsabilização do operador.   |             |             |               | Definição de caminhos de circulação.  |
|            |         |                                  | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |         |                                  | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.        |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura | Morte                                | 10             | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Utilização de equipamentos de corte   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão    | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                          | Tarefas                   | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)   | Medidas de Controlo | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--|---------------------|-------------|-------------|--|--------------------------------|
| Betoneamento e compactação do betão | Movimentação de máquinas  | Morte                    | 10                                | Atropelamento                       | 6                           | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2                   | 120         | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |                                |
|                                     |                           | Primeiros Socorros       | 3                                 | Colisão entre máquinas              | 7                           | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2                   | 42          | Menor       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |                                |
|                                     |                           | Morte                    | 10                                | Capotamento                         | 7                           | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2                   | 140         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |                                |
|                                     | Movimentação de materiais | Lesão grave/incapacidade | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade   | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos   |                                |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | e/ou equipamentos       | permanente                           |                |                             |                | implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                                  |             |             |               | a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |         |                         | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |                                       | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.  |
|            |         | Projecção do betão                    | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão           | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.   | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades  | Tarefas                                     | Modo de Falha Potencial             | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O)   | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais   |
|-------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|--|-------------|-------------|--|--|
|             |   |                                     |                                   |                                     |                              |  |  |             |             |  |  |
|             |   |                                     |                                   |                                     |                              |  |  |             |             |  | de ações de formação.  |
|             |   | Incorrecta montagem da estrutura    | Morte                             | 10                                  | Rotura ou queda da estrutura | 5  | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado   | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |
| Descofragem | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                            | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4  | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.         |  |
|             |   | Primeiros Socorros                  | 3                                 | Queda ao mesmo nível                | 6                            | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4  | 72          | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial           | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                                   | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                                   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                                   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Exposição a substâncias perigosas | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                                  | Tarefas                            | Modo de Falha Potencial           | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|   | Reparação de defeitos superficiais | Exposição a substâncias perigosas | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas   | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |
| Lajes de Piso ou Cobertura, escadas e vigas | Marcação                           | Execução de trabalhos em altura   | Morte                                | 10             | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 240         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|   |                                    |                                   | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.  |
|   |                                    |                                   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades                                    | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo            | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais                   |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------|-------------|-------------|--|--|
|   |                                 |                                      |                                   |                                     |                             |   |                                |             |             |  |  |
|   |                                 |                                      |                                   |                                     |                             |   | Responsabilização do operador. |             |             |  | de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
| Montagem das cofragens e respetivos elementos | Execução de trabalhos em altura | Morte                                | 10                                | Queda em altura                     | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                              | 240         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |  |
|   |                                 | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                              | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.  |  |
|   |                                 | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do           | 4                              | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;   |  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | operador.   |             |             |               | Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                             | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)               | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---|---|-------------|-------------|--|---|
|            |                                     | Lesão com perda de tempo de trabalho |                                   | 6                            | Cortes/Furos                       | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |                                     |                                      |                                   |                              |                                    |   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. |             |             |  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.        |
|            |                                     | Lesão com perda de tempo de trabalho |                                   | 6                            | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |
|            | Incorrecta montagem da estrutura    | Morte                                | 10                                | Rotura ou queda da estrutura | 5                                  | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2   | 100         | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; |   |
|            | Colocação e amarração das armaduras | Execução de trabalhos em altura      | Morte                             | 10                           | Queda em altura                    | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e   | 4           | 240         | Critico  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                     |                | verificado.<br>Responsabilização do operador.   |             |             |               | Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação.                           |
|            |         |   | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                             |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         |                         | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial             | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |                                     | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.  |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura    | Morte                                | 10             | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação.                                     |
|            |         | Utilização de equipamentos de corte | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.   | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                          | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                  |                                       |                                   |                |                             |                |  |             |             |               | adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |                                  | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                             | 10             | Eletrização/Eletrocussão    | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.              | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            | Betonagem e compactação do betão | Execução de trabalhos em altura       | Morte                             | 10             | Queda em altura             | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador. | 4           | 240         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação.  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|--------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                          | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.          |
|            |         |                          | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de máquinas | Morte                                | 10             | Atropelamento                       | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         |                          | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.   | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | Atualização constante e formação obrigatória dos operadores.  |             |             |               | Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação.   |
|            |         |   | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.          |
|            |         |   | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos              |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                |                                    |                |   |             |             |               | de circulação.   |
|            |         |                         | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                   |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas       | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Projecção do betão                    | Não tem Impacto                   | 1              | Exposição a substâncias perigosas | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                             | 10             | Eletrização/Eletrocussão          | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.  | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura      | Morte                             | 10             | Rotura ou queda da estrutura      | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 100         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades  | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|-------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|             |                                 |                         |                                      |                |                                     |                |   |             |             |               |  |
| Descofragem | Execução de trabalhos em altura |                         | Morte                                | 10             | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 240         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|             |                                 |                         | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.  |
|             |                                 |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações  |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas            | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S)         | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|--------------------|---|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|---|-------------|-------------|--|---|
|            |                    |   |                                     |                        |                                     |   |   |             |             |  | de formação.  |
|            |                    | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8                      | Queda de materiais e/ou equipamento | 6   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado  | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação. |
|            | Primeiros Socorros |   | 3                                   | Queda ao mesmo nível   | 6                                   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 72          | Moderado    | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |   |
|            | Morte              |   | 10                                  | Entalão ou esmagamento | 5                                   | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 200         | Critico     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Definição de caminhos de circulação.                                       |   |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas                            | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |                                    | Lesão com perda de tempo de trabalho | Cortes/Furos                      | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            |                                    |                                      |                                   |                |                                    |                |   |             |             |               |   |
|            |                                    | Exposição a substâncias perigosas    | Não tem Impacto                   | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            | Reparação de defeitos superficiais | Execução de trabalhos em altura      | Morte                             | 10             | Queda em altura                    | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 240         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do                |

Aplicação Prática do FMEA – E.S. Dr. Manuel Fernandes

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S)  | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O)                    | Medidas de Controlo   | Deteção (D)   | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|-------------|---------------|--|
|            |         |                         |                                      |                 |                                     |                                   |   |   |             |               | espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação.  |
|            |         |                         | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8               | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                                 | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.        |
|            |         |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6               | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                                 | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4   | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         |                         | Exposição a substâncias perigosas    | Não tem Impacto | 1                                   | Exposição a substâncias perigosas | 5   | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção. | 9           | 45            | Menor  |

# Anexo D

## Formulário do FMEA

Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

Caso de Estudo 2

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades          | Tarefas   | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|---------------------|---|--------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|--|
| Movimento de Terras | Desmatção e decapagem ou remoção de terra vegetal | Movimentação de máquinas | Morte                             | 10             | Atropelamento               | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|                     |   | Movimentação de máquinas | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas      | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|                     |   | Movimentação de máquinas | Morte                             | 10             | Capotamento                 | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas         | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|-----------------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                 | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |                 | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            | Escavação Geral | Movimentação de máquinas                    | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Primeiros Socorros                  | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                    | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|-------------------------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
| Abertura de caboucos ou valas |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|                               |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |
|                               |         | Movimentação de máquinas                    | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas             | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                                      | Tarefas                  | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|--|
| Limpeza, regularização e compactação do terreno | Movimentação de máquinas |                         | Morte                             | 10             | Atropelamento               | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|   | Movimentação de máquinas |                         | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas      | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|   | Movimentação de máquinas |                         | Morte                             | 10             | Capotamento                 | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas   | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |   | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |   | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            | Transporte e descarga do material demolido em aterro ou vazadouro | Movimentação de máquinas                    | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Primeiros Socorros                  | 3              | Colisão entre máquinas              | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                       | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|-------------------------------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
| Fundações  | Colocação de betão de limpeza | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |                               | Movimentação de máquinas                    | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |
|            |                               | Movimentação de máquinas                    | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas             | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4            | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4            | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de                                       | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades              | Tarefas                                     | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|-------------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|                         |   |                         |                                     |                |                                     |                |   | inspeção.   |             |               |   |
| Colocação das Armaduras | Movimentação de materiais e/ou equipamentos |                         | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|                         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos |                         | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|                         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos |                         | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do           | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | operador.   |             |             |               | circulação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                     | Tarefas | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|--------------------------------|---------|--------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
| Betagem e compactação do betão |         |                          |                                   |                |                             |                | operadores.   |             |             |               | trabalhos; Realização de ações de formação.  |
|                                |         | Movimentação de máquinas | Morte                             | 10             | Atropelamento               | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|                                |         | Movimentação de máquinas | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas      | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|                                |         | Movimentação de máquinas | Morte                             | 10             | Capotamento                 | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos             | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | operadores.   |             |             |               | de ações de formação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de caminhos de circulação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Projecção do betão                          | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos | 2           | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                 |   |                                     |                |                                     |                | operadores.   |             |             |               |  |
|            |                                 | Utilização de equipamentos eléctricos       | Morte                               | 10             | Eletrização/Eletrocussão            | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.                 | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação. |
|            | Impermeabilização das fundações | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Realização de ações de formação.  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                                       | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |   | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |   | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.   | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |
|            | Reposição de terras ou aterro para enchimento | Movimentação de máquinas                    | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |
|            |   | Movimentação de máquinas                    | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas             | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação                             | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | obrigatória dos operadores.   |             |             |               | circulação; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.       |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,                                 |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                |   |             |             |               | Definição de caminhos de circulação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações    |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                             | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |                                     |                                 |                                      |                |                                     |                |   |             |             |               | de formação.  |
| Pilares    | Colocação e amarração das armaduras | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|            |                                     | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|            |                                     | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de caminhos de circulação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                                       |                                      |                |                             |                | operadores.   |             |             |               | trabalhos; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Utilização de equipamentos de corte   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão    | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                                       | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
| Atividades |   |                                 |                                      |                |                                     |                |   |             |             |               | equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |
|            | Montagem das cofragens e respetivos elementos | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |   | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Realização de ações de formação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Execução de trabalhos em altura             | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                          | Modo de Falha Potencial          | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo  | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--|-------------|-------------|---------------|---|
|            |                                  | Incorrecta montagem da estrutura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura        | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente. Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação.                      |
|            | Betonagem e compactação do betão | Execução de trabalhos em altura  | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|            |                                  | Execução de trabalhos em altura  | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado. Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Execução de trabalhos em altura             | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial  | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas       | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detecção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|--------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de máquinas | Morte                             | 10             | Atropelamento                     | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de máquinas | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas            | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de máquinas | Morte                             | 10             | Capotamento                       | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            |         | Projeção do betão        | Não tem Impacto                   | 1              | Exposição a substâncias perigosas | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.   | 2            | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                                       |                                     |                |                              |                | Atualização constante e formação obrigatória dos operadores.  |             |             |               | de formação.   |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                               | 10             | Eletrização/Eletrocussão     | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.   | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura      | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Rotura ou queda da estrutura | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades  | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|-------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
|             |                                 |                         |                                      |                |                                     |                |   |              |             |               |   |
| Descofragem | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|             | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|             | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de caminhos de circulação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                         | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
| Reparação de defeitos superficiais | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|                                    | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|                                    | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.                                |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades        | Tarefas           | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|-------------------|-------------------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|                   |                   | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                     | 1              | Exposição a substâncias perigosas   | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.  |
| Laje de Pavimento | Impermeabilização | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Realização de ações de formação.         |
|                   |                   | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|                   |                   | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                                       | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |   |   |                                      |                |                                     |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de caminhos de circulação.   |
|            |   | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |   | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            | Montagem das cofragens e respetivos elementos | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações                        |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                             |                |   |             |             |               | de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do           | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados;  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                             | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                     |   |                                      |                |                                     |                | operador.   |             |             |               | Realização de ações de formação.   |
|            |                                     | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |                                     | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura        | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |
|            | Colocação e amarração das armaduras | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.   | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
|            |         |   |                                      |                |                             |                | Responsabilização do operador.  |              |             |               | de EPC's adequados; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do           | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados;   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | operador.   |              |             |               | Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Utilização de equipamentos de corte   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão    | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;                                     |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                       | Tarefas                  | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|                                  |                          |                         |                                   |                |                             |                |   |             |             |               |  |
| Betonagem e compactação do betão | Movimentação de máquinas |                         | Morte                             | 10             | Atropelamento               | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|                                  | Movimentação de máquinas |                         | Primeiros Socorros                | 3              | Colisão entre máquinas      | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|                                  | Movimentação de máquinas |                         | Morte                             | 10             | Capotamento                 | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação                             | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | obrigatória dos operadores.   |             |             |               | circulação; Realização de ações de formação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de caminhos de circulação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Projecção do betão                          | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos | 2           | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                               | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detecção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|--|
|            |                                       |                         |                                     |                |                              |                | operadores.   |              |             |               |  |
|            | Utilização de equipamentos eléctricos |                         | Morte                               | 10             | Eletrização/Eletrocussão     | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.   | 8            | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação. |
|            | Incorrecta montagem da estrutura      |                         | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Rotura ou queda da estrutura | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2            | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação.   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas     | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|-------------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            | Descobragem | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |             | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |             | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                            | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                    | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |                                    | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |                                    | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |
|            | Reparação de defeitos superficiais | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                                  | Tarefas  | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|---|----------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
| Lajes de Piso ou Cobertura, escadas e vigas | Marcação | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|   |          | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|   |          | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.                                |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                                    | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
| Montagem das cofragens e respetivos elementos | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|   | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|   | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.                                |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                          | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
| Colocação e amarração das armaduras | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|                                     | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|                                     | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.                                |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Utilização de equipamentos de corte   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão    | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;                                     |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                          | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
| Atividades |                                  |                                 |                                      |                |                                     |                |   |              |             |               | Realização de ações de formação.  |
|            | Betonagem e compactação do betão | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|            |                                  | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de máquinas        | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |
|            |         | Movimentação de máquinas        | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas             | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 42          | Menor         | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                               | 10             | Capotamento                         | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detecção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento             | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                      |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Projeção do betão                           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.                                   | 2            | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |                                       |                                     |                |                              |                | Atualização constante e formação obrigatória dos operadores.  |             |             |               | de formação.   |
|            |         | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                               | 10             | Eletrização/Eletrocussão     | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.   | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;<br>Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura      | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Rotura ou queda da estrutura | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades  | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|-------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
|             |                                 |                         |                                      |                |                                     |                |   |              |             |               |   |
| Descofragem | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|             | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|             | Execução de trabalhos em altura |                         | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         |   |                                     |                |                                     |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de caminhos de circulação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9           | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades                         | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
| Reparação de defeitos superficiais | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|                                    | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|                                    | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades   | Tarefas                                       | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|--|---|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
| Lajes Alveolares Pré-fabricadas e Pré-esforçadas e vigas | Montagem das cofragens e respetivos elementos | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                     | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |
|  |   | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |
|  |   | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.                                |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades  | Tarefas                         | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco   | Medidas de Controlo Adicionais |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|-------------|-------------|---|--------------------------------|
| Colocação e amarração das armaduras dos cachorros, vigas, lajes alveolares e armadura de compressão | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Queda em altura                     | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Organização do espaço de trabalho; Realização de ações de formação. |                                |
|   | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.                                    |                                |
|   | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Diminuição das cargas de trabalho; Realização de ações de formação.                                |                                |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha   | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---------|---|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.            |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                  | 3              | Queda ao mesmo nível                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho, Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                               | 10             | Entalão ou esmagamento              | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.                                       |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                       | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.               |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.     |
|            |         | Incorrecta montagem da estrutura            | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura       | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas   | Modo de Falha Potencial               | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |   | Utilização de equipamentos de corte   | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 288         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |   | Utilização de equipamentos eléctricos | Morte                                | 10             | Eletrização/Eletrocussão    | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade. | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Verificação do estado do equipamento; Utilização de equipamentos com corte de corrente; Utilização de EPI's adequados; Realização de ações de formação. |
|            | Betonagem complementar nas zonas de ligação à estrutura | Execução de trabalhos em altura       | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura             | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                   | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                                     | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo            | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------|-------------|-------------|--|---|
|            |   |                                      |                                   |                                     |                             |   | Responsabilização do operador. |             |             |  | de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            | Execução de trabalhos em altura             | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                              | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Realização de ações de formação.        |   |
|            | Execução de trabalhos em altura             | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                              | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |   |
|            | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.                                   | 4                              | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização  |   |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                             |                | Responsabilização do operador.  |             |             |               | de EPC's adequados; Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do           | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados;  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         |   |                                      |                |                                    |                | operador.   |             |             |               | Realização de ações de formação.   |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Morte                                | 10             | Atropelamento                      | 6              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 120         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação.     |
|            |         | Movimentação de máquinas                    | Primeiros Socorros                   | 3              | Colisão entre máquinas             | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação                             | 2           | 42          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de  |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                               | Modo de Falha Potencial | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas       | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |                                       |                         |                                   |                |                                   |                | obrigatória dos operadores.   |             |             |               | circulação; Realização de ações de formação.   |
|            | Movimentação de máquinas              |                         | Morte                             | 10             | Capotamento                       | 7              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 140         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação; Realização de ações de formação. |
|            | Projecção do betão                    |                         | Não tem Impacto                   | 1              | Exposição a substâncias perigosas | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 10          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |
|            | Utilização de equipamentos eléctricos |                         | Morte                             | 10             | Eletrização/Eletrocussão          | 5              | Inspeção pelo operador. Sem noção ou sistema formal da garantia da qualidade.   | 8           | 400         | Critico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Verificação do estado do equipamento;                              |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas     | Modo de Falha Potencial          | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas  | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|---|
|            |             |                                  |                                      |                |                              |                |   |             |             |               | Utilização de equipamentos com corte de corrente;<br>Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.   |
|            |             | Incorrecta montagem da estrutura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Rotura ou queda da estrutura | 5              | Sistema de qualidade estabilizado e em utilização corrente.<br>Atualização constante e formação obrigatória dos operadores. | 2           | 80          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Correta definição da sequência de trabalhos; Realização de ações de formação.                            |
|            | Descofragem | Execução de trabalhos em altura  | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura              | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador.                               | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                                     | Modo de Falha Potencial              | Potenciais Consequências da Falha | Severidade (S)                      | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O)  | Medidas de Controlo | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco  | Medidas de Controlo Adicionais |
|------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|-------------|-------------|--|--------------------------------|
|            | Execução de trabalhos em altura             | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.           |                                |
|            | Execução de trabalhos em altura             | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6                                 | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 144         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |                                |
|            | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8                                 | Queda de materiais e/ou equipamento | 6                           | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4                   | 192         | Elevado     | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.           |                                |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Deteção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Primeiros Socorros                   | 3              | Queda ao mesmo nível        | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 72          | Moderado      | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Organização do espaço de trabalho,<br>Definição de caminhos de circulação. |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Morte                                | 10             | Entalão ou esmagamento      | 5              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 200         | Crítico       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Definição de caminhos de circulação.  |
|            |         | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Cortes/Furos                | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.            |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas                            | Modo de Falha Potencial                     | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas        | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegção (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais  |
|------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---|--------------|-------------|---------------|---|
|            |                                    | Movimentação de materiais e/ou equipamentos | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação.                                |
|            |                                    | Exposição a substâncias perigosas           | Não tem Impacto                      | 1              | Exposição a substâncias perigosas  | 5              | Totalmente reativa aos problemas. Sem sistema formal de inspeção.                             | 9            | 45          | Menor         | Utilização de EPI's adequados;<br>Realização de ações de formação.  |
|            | Reparação de defeitos superficiais | Execução de trabalhos em altura             | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Queda em altura                    | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4            | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados;<br>Organização do espaço de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |

Aplicação Prática do FMEA - Centro de Assistência e Manutenção de Grândola

| Atividades | Tarefas | Modo de Falha Potencial         | Potenciais Consequências da Falha    | Severidade (S) | Potenciais Causas da Falhas         | Ocorrência (O) | Medidas de Controlo   | Detegão (D) | RPN (SxOxD) | Grau de Risco | Medidas de Controlo Adicionais   |
|------------|---------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|---|-------------|-------------|---------------|--|
|            |         | Execução de trabalhos em altura | Lesão grave/incapacidade permanente  | 8              | Queda de materiais e/ou equipamento | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 192         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados; Utilização de EPC's adequados; Realização de ações de formação.           |
|            |         | Execução de trabalhos em altura | Lesão com perda de tempo de trabalho | 6              | Movimento de corpo sujeito a lesão  | 6              | Sistema de garantia da qualidade implementado e verificado.<br>Responsabilização do operador. | 4           | 144         | Elevado       | Mais ações de controlo dos trabalhos a serem realizados;<br>Diminuição das cargas de trabalho;<br>Realização de ações de formação. |