



Relatório de Estágio

Mestrado em Gestão

***Aplicação das Árvores de Falhas no Processo de
Produção de Paletes***

Sandra Filipa Martins Gonçalves

Leiria, março de 2018



Relatório de Estágio

Mestrado em Gestão

Aplicação das Árvores de Falhas no Processo de Produção de Paletes

Sandra Filipa Martins Gonçalves

Relatório de Estágio de Mestrado realizado sob a orientação do Doutor Carlos Manuel Gomes da Silva e coorientação da Doutora Paula Marisa Nunes Simões, ambos Professores da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, março de 2018

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Dedicatória

À Minha Família

Pai, Mãe, Mano e Marinho.

“Só se pode alcançar um grande êxito
quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”

Friedrich Nietzsche

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Quero fazer um grande agradecimento aos meus pais, José Manuel Gonçalves e Maria de Lurdes Teresa Martins, pelos valores que me transmitiram e todo o esforço que tiveram ao longo da sua vida para que eu e o meu irmão pudéssemos alcançar os nossos objetivos e ambições.

Ao meu irmão, Marco Filipe Gonçalves Martins e ao meu marido Marinho Alves Cordeiro por todo o apoio, motivação e inspiração.

Cabe-me ainda agradecer a todos aqueles que durante estes meses me têm motivado para realização deste relatório, que com as suas palavras me incentivaram a não desistir.

Agradeço também em especial ao meu orientador Doutor Carlos Silva e à coorientadora Doutora Paula Simões pela sua total disponibilidade, sugestões, dedicação e empenho que demonstraram ao longo desta jornada, assim como à coordenadora do Mestrado Doutora Lúcia Febra.

Ao grupo Martos e a todos os seus colaboradores, em especial ao Doutor Leonel Marto pela oportunidade que me deu para a realização do estágio, ao Tiago Rodrigues e Júlio Marto por toda a ajuda e disponibilidade e à Engenheira Cláudia Sousa e Engenheiro Bruno Duro por toda a simpatia e apoio.

Agradeço ainda, aos professores da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria que tive o prazer de conhecer pelos conhecimentos que transmitiram ao longo deste Mestrado.

A todos, muito obrigada.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

O presente relatório refere-se ao estágio curricular realizado no âmbito da Unidade Curricular de Estágio inserida no Mestrado em Gestão da Escola Superior de Tecnologia e Gestão pertencente ao Instituto Politécnico de Leiria.

O estágio teve a duração de aproximadamente quatro meses e foi realizado na Martos & Cia, Lda. A Martos é um grupo de empresas que atuam na área da transformação de madeira e seus derivados, sendo os seus principais produtos paletes e *pellets*.

Face a um mundo empresarial cada vez mais competitivo e desenvolvido em termos tecnológicos e de conhecimento, torna-se crucial que as empresas se tornem o mais eficientes possível, não só para manterem a sua posição no mercado, mas também para conseguirem crescer de forma contínua e sustentável.

Para que a Martos consiga manter-se competitiva é importante que as paletes, a sua principal fonte de receitas, sejam cada vez mais rentáveis. Para tal, é importante que a produção se processe de modo que se observe o mínimo de defeitos no produto final, as chamadas não conformidades.

Neste relatório investigam-se as causas que podem estar na origem das não conformidades das paletes, para que a empresa possa atuar de forma a desenvolver ações preventivas e diminuir a produção não conforme.

Para a análise das causas que estão na origem de paletes não conformes foi utilizada a metodologia das árvores de falhas. Através da sua construção e posterior análise, consegue-se chegar às suas causas e saber com exatidão onde atuar na sua prevenção.

Palavras-chave: Paletes, Produção, Árvores de Falhas.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

This report relates to the curricular internship carried out within the scope of the Internship Curriculum Unit incorporated in the Business Management Master's Degree from Escola Superior de Tecnologia e Gestão (Technology and Business Management School) which belongs to Instituto Politécnico de Leiria.

The internship took place at Martos & Cia, Lda and lasted for approximately four months.

Martos is a group of companies that do business related to the processing of wood and its by-products, where their main products are pallets and pellets.

In light of a more competitive and developed business world in terms of technology and knowledge, it has become crucial for companies to be as efficient as possible, not only in order to maintain their position within the market, but also to be able to grow in a continuous and sustainable manner.

For Martos to remain competitive, its main revenue source – pallets – must be increasingly profitable. For this purpose, it is important for production to take place with as few faults as possible in terms of the end product – the so-called nonconformities.

Hence, I was challenged to investigate what causes may have been at the origin of pallet nonconformities so that the company may act in order to carry out preventive actions and decrease the amount of non-compliant products.

The fault tree analysis was used in order to analyse the causes leading to non-compliant pallets. Their construction and later analysis will lead to the causes, so that we may precisely ascertain where to act in order to prevent nonconformities.

Key words: Pallets, Production, Fault Tree.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de figuras

Figura 1: Criação das empresas do grupo Martos	4
Figura 2: Organigrama da Martos & Cia, Lda.....	6
Figura 3: Fluxograma Produtivo da Martos & Cia, Lda.....	8
Figura 4: Exemplo de Árvore de Falhas.....	17
Figura 5: Exemplo de Árvore de Falhas para Cortes Mínimos	21
Figura 6: Palete de duas entradas	24
Figura 7: Palete de duas entradas reforçada	24
Figura 8: Palete de quatro entradas.....	24
Figura 9: Linha de Produção 2.....	26
Figura 10: Linha de Produção 3.....	26
Figura 11: Máquina de Pregar Tacos Linha 1	27
Figura 12: Linha de Produção 1.....	27
Figura 13: Linha de Produção Cinco.....	28
Figura 14: Linha de Produção Quatro	28
Figura 15: Carimbo de Tratamento HT	29
Figura 16: O carimbo de tratamento HT não está perceptível.....	31
Figura 17: Falha de Pregagem	31
Figura 18: Falha de Corte de Canto.....	32
Figura 19: Árvore de Falhas Principal das Paletes Não Conformes	34
Figura 20: Árvore de Falhas Madeira com Bolor.....	35
Figura 21: Árvore de Falhas Madeira Húmida.....	35
Figura 22: Árvore de Falhas Defeito na Marcação de Carimbos	36
Figura 23: Árvore de Falhas Defeito no Corte de Cantos.....	36
Figura 24: Árvore de Falhas Defeito de Pregagem	37
Figura 25: Árvore de Falhas Medidas Fora da Especificação	37

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de tabelas

Tabela 1: Empresas e atividades do grupo Martos	5
Tabela 2: Eventos.....	19
Tabela 3: Portas Lógicas	20
Tabela 4: Número de Repetições de cada Tipo de Falha	41

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de siglas

AAF – Análise de Árvores de Falhas

AF – Árvore de Falhas

BNI - Business Network International

ISO - International Organization for Standardization

SGQ - Sistema de Gestão da Qualidade

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE SIGLAS	XV
ÍNDICE	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTÁGIO NA MARTOS & CIA, LDA	3
2.1. Descrição da Empresa	3
2.2. Atividades Desenvolvidas	9
2.2.1. Atividades de Acolhimento	9
2.2.2. Atividades de apoio à Gestão	10
2.2.3. Atividades de garantia e controlo da qualidade	11
2.2.4. Atividades de acompanhamento de processos produtivos	12
2.2.5. Atividades de <i>Networking</i>	12
3. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	15
3.1. Árvores de Falhas	15
3.2. Conceitos Básicos	18
3.2.1. Eventos	18
3.2.2. Portas Lógicas	20
	xvii

3.2.3. Conjunto de Cortes Mínimos	21
3.2.4. Análise Qualitativa e Quantitativa	22
4. APLICAÇÃO DA ÁRVORE DE FALHAS NA PRODUÇÃO DE PALETES	23
4.1. Paletes	23
4.2. Produção de Paletes	25
4.3. Não Conformidades das Paletes	29
4.4. Árvore de Falhas na Produção de Paletes	33
4.4.1. Análise das Árvores de Falha	38
4.4.2. Conjunto de Cortes Mínimos	41
4.4.3. Propostas de Melhoria	42
5. CONCLUSÃO	45
Bibliografia	47

1. Introdução

O presente relatório enquadra-se no âmbito da Unidade Curricular Estágio do Mestrado em Gestão lecionado na Escola Superior de Tecnologia e Gestão pertencente ao Instituto Politécnico de Leiria.

A Unidade Curricular Estágio tem como principais objetivos pôr em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do Mestrado, preparar e elucidar o estudante do que é o contexto real das organizações. O Estágio decorreu entre 18 de setembro de 2017 e 1 de fevereiro de 2018 na Martos & Cia, Lda., com sede nas Colmeias, Leiria. A Martos & Cia, Lda., é uma empresa que atua na área da transformação de madeira e seus derivados sendo o seu principal produto a palete.

O mundo empresarial é cada vez mais caracterizado pela competitividade e desenvolvimento em termos tecnológicos e de conhecimentos. Para que uma empresa consiga crescer de forma contínua e sustentável, mantendo ao mesmo tempo a sua posição no mercado, é crucial que se torne o mais eficiente possível.

Para que a Martos consiga tornar a venda de paletes mais rentável, é essencial que os desperdícios associados a paletes não conformes sejam reduzidos para evitar custos de produção que depois possam não ter retorno. Assim sendo, o objetivo do relatório consiste em identificar as não conformidades nas paletes e analisar as respetivas causas.

Para a análise dos fatores que podem originar não conformidades nas paletes, recorreu-se a uma ferramenta de fácil esquematização e análise, a árvore de falhas.

A árvore de falhas permite realizar uma avaliação sistemática e padronizada das possíveis causas que resultam numa falha ou acontecimento indesejado, permitindo assim que a empresa adote medidas preventivas ou corretivas em certos procedimentos do seu processo produtivo. A sua estrutura com um formato de fluxograma também permite observar as relações entre os vários fenómenos que, em conjunto ou isoladamente, levam ao evento não desejado, neste caso as não conformidades nas paletes produzidas pela Martos.

O relatório está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo corresponde à introdução. No segundo capítulo descreve-se o estágio realizado, onde é feita uma apresentação da empresa com a sua constituição, evolução, atividades, estrutura organizacional e processo produtivo genérico. É ainda neste capítulo que se encontra uma exposição e crítica às atividades desenvolvidas no período de estágio.

No capítulo três é feito o enquadramento teórico sobre a metodologia das árvores de falhas. São nele abordados, conceitos fundamentais que irão ajudar na compreensão de todo o seu funcionamento, objetivos da sua aplicação e o tipo análises que se podem realizar através delas.

O quarto capítulo reporta-se à produção de paletes pela Martos. Nele está exposto o conceito de palete, as tipologias que a Martos produz e todo o seu processo produtivo. É ainda neste capítulo que são apresentadas as não conformidades associadas às paletes, as árvores de falhas juntamente com a sua análise e, por fim, são apresentadas medidas para que a Martos possa continuar o seu processo de melhoria contínua associado à produção de paletes e diminuição de reclamações relativamente à sua principal fonte de receitas, as paletes.

No capítulo cinco é apresentada a conclusão deste relatório.

2. Estágio na Martos & Cia, Lda

Este estágio teve como foco a identificação e estudo das causas que estão na origem de não conformidades das paletes produzidas pela Martos.

Um dos principais objetivos da Martos é a melhoria contínua em todos os seus processos. Nesse âmbito, um objetivo de curto prazo é a diminuição das reclamações de clientes.

O produto que tem um maior peso na totalidade de reclamações recebidas é a palete, uma vez que é o produto mais vendido e representa o valor mais elevado das receitas da empresa.

Devido ao facto das paletes serem o seu principal produto oferecido ao mercado, é da máxima importância que a Martos consiga identificar e analisar todos os fatores que estão associados às falhas no seu processo de preparação da madeira e posterior produção das paletes. Uma vez definidos todos os fatores, torna-se mais fácil saber onde intervir para minimizar as falhas que dão origem ao produto final com defeitos.

O meu desafio foi estudar todo o processo de preparação de madeira e de produção de paletes, com o objetivo de, através do método de análise de falhas, identificar os fatores que podem estar na causa das não conformidades nas paletes, que resultam em posteriores reclamações de clientes.

2.1. Descrição da Empresa

A Martos & Companhia, Lda, é uma empresa certificada pela norma ISO 9001:2015 e atua na área do comércio e transformação de madeira de pinho e seus subprodutos.

Constituída em junho de 1981, a Martos iniciou a sua atividade nas instalações da firma Carpalhoso & Filhos, Lda. em Eira Velha, Colmeias. Seis anos mais tarde, em 1987, passou a ter as suas próprias e atuais instalações no Parque Industrial de Areias, também nas Colmeias.

Em fase de crescimento, na década de 1990, efetuou diversas ampliações e automatizações nas linhas de produção de madeira serrada para construção, carpintaria e paletes.

Com o objetivo de se expandir noutros ramos de atividade ligados ao seu setor, a Martos criou em 1998 a Colpinus – Madeiras e Derivados, Lda com o propósito de gerir e valorizar os recursos florestais. Em 2002 foi constituída a Martosfrota – Transporte de Mercadorias, Lda dotada de Alvará para Transportes Públicos de Mercadorias e passados dois anos foi criada a Nelsimar – Valorização de Madeiras, Lda. para realizar trabalhos de carpintaria. Como forma de integrar verticalmente a recuperação dos subprodutos gerados pelas unidades do grupo, em 2012 foi criada a Omnipellets – Energia Natural, Lda. produtora de biocombustível 100% natural, os *pellets*. Em 2016 iniciou-se a fusão da Colpinus na Martos.

Na Figura 1 está representado um esquema com a evolução do Grupo Martos, onde se pode verificar as várias empresas e o seu respetivo ano de constituição.

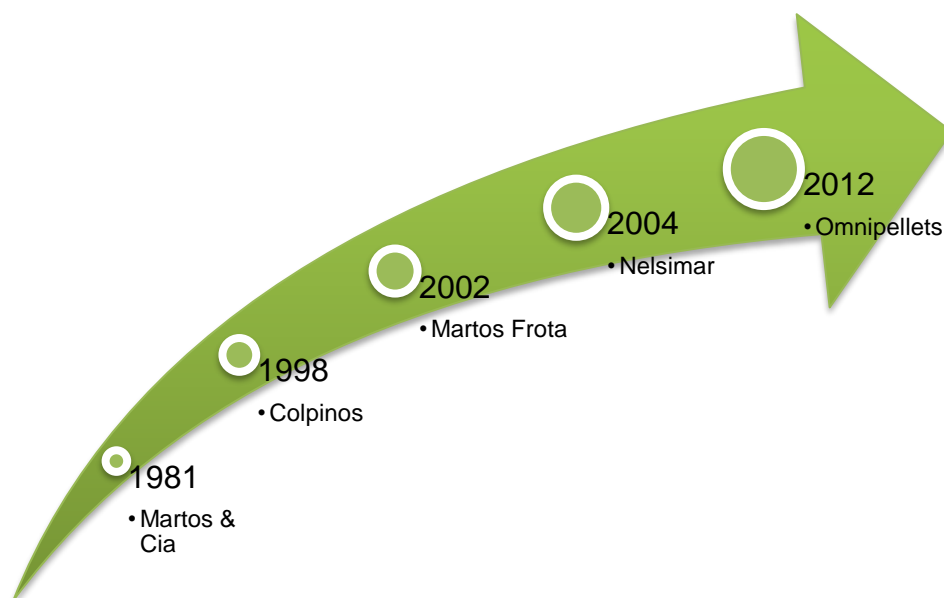


Figura 1: Criação das empresas do grupo Martos

O Grupo Martos abrange toda a cadeia de valor desde as operações florestais até à valorização dos subprodutos resultantes da produção de paletes e outros produtos em madeira.

Na Tabela 1 estão representadas as várias empresas pertencentes ao grupo Martos, assim como as suas atividades.






	- Atividades de exploração florestal
	- Atividades na área da logística
	- Serração e processamento de madeiras, produção de paletes
	- Atividades de carpintaria
	- Produção de <i>pellets</i> para aquecimento

Tabela 1: Empresas e atividades do grupo Martos

O Grupo conta com 85 colaboradores nos seus quadros de pessoal. Em 2016 registou uma faturação de 11 milhões de euros, processou cerca de 45 000 toneladas de madeira, produziu 655 000 paletes, valorizou 180 000 m³ de subprodutos florestais, nomeadamente pela sua transformação em *pellets* para aquecimento.

O compromisso com uma política de qualidade, responsabilidade e de compromisso para com a sociedade e o meio ambiente tem também levado ao investimento em diversas certificações, aplicadas a algumas das suas unidades nomeadamente, Forest Stewardship Council (FSC), Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC), Qualidade da gestão pela ISO 9001, 2015 e sistema ENplus.

O conhecimento acumulado ao longo do tempo, aliado ao investimento em tecnologias de ponta, tem levado a que a Martos se afirme como uma empresa moderna, sustentável, bem como ambiental e socialmente responsável nomeadamente no que se refere à gestão dos recursos florestais.

Estrutura Organizacional

A Martos & Cia está dividida em cinco departamentos (Departamento de Produção, Departamento de Manutenção, Departamento Comercial, Marketing e Relações Públicas, Departamento Administrativo e Financeiro e o Departamento de Qualidade). Num nível hierárquico superior a estes departamentos, estão ainda a Administração e o Diretor Geral, conforme se pode verificar no organigrama da empresa.

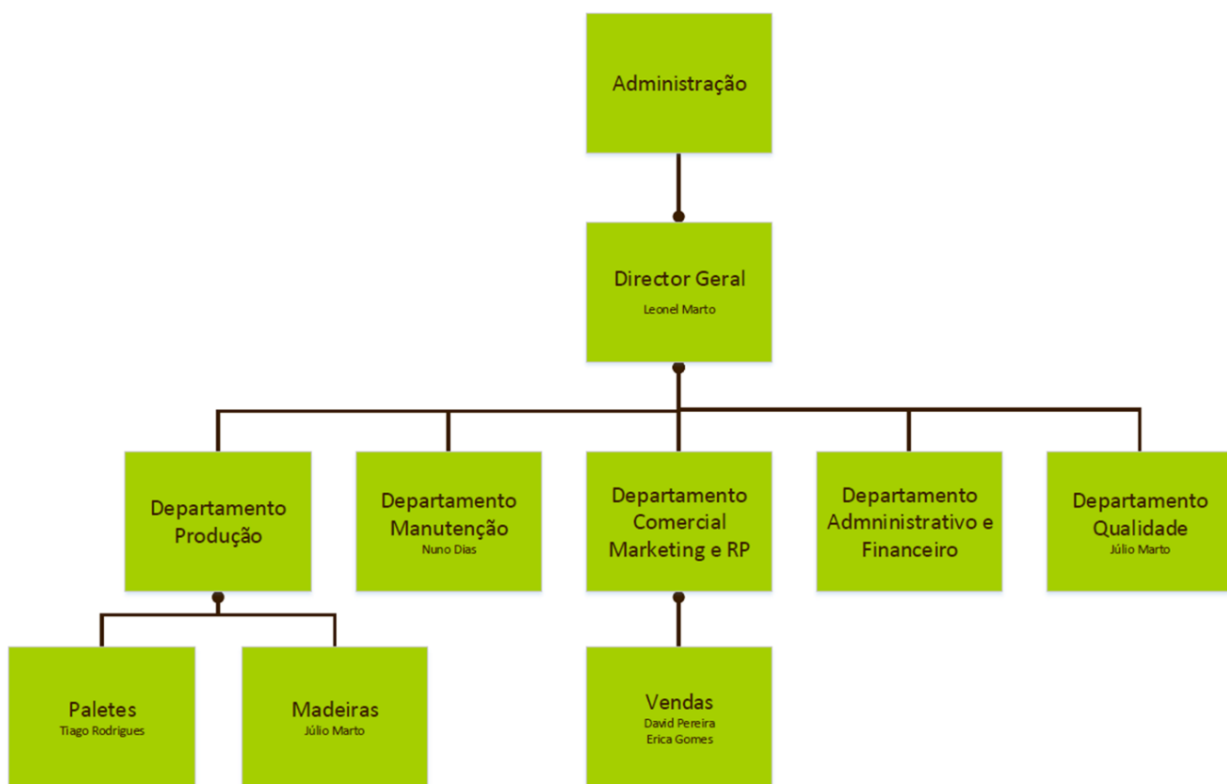


Figura 2: Organigrama da Martos & Cia, Lda.

Processo Produtivo

A empresa dedica-se à transformação de madeiras, em que cerca de 80% do seu produto final se refere a paletes de madeira para a indústria. Tem também uma produção, em menor percentagem, de tábuas e barrotes para a indústria, estilha e serrim, que fornece como matéria-prima à sua associada Martos *Pellets* ou Omnipellets.

A produção da Martos engloba, como qualquer outro processo produtivo, um conjunto de secções e etapas pelas quais a matéria-prima passa e sofre as alterações necessárias para se transforme nos produtos finais pretendidos.

O processo inicia-se na receção da matéria-prima (toros de pinho e outros), que é armazenada no armazém de matéria-prima.

A primeira transformação da matéria-prima acontece na Descascadeira onde são retiradas as cascas dos toros e separados consoante o diâmetro. Os toros que tenham um diâmetro superior a 220 mm seguem para os Charriots. Existem três Charriots, cujo propósito é o de cortar cada toro em tábuas e barrotes de diferentes espessuras.

As tábuas e barrotes seguem para a Alinhadeira e a Multiserra onde são cortados na largura, comprimento e espessura, consoante a finalidade a que se destinam e, no caso de serem para a produção de paletes, o tipo de palete a produzir.

Após estes processos, os subprodutos obtidos são armazenados para entrarem no processo de fabrico de embalagens de madeira e paletes, processo este que é bastante automatizado.

Importa também referir que todo o desperdício que resulta dos processos de corte é aproveitado. Alguns barrotes e tábuas são escolhidos para sofrerem mais alterações e seguem para a venda e as outras componentes, que não podem ser aproveitadas seguem, tal como a serradura resultante dos processos de corte, para a Estilhadeira onde são triturados para dar origem à estilha, matéria-prima utilizada na produção de *pellets* por outra empresa do grupo.

No fluxograma seguinte está a representação esquemática de todo o processo descrito, onde se consegue ter uma melhor perceção de todo o processo e das relações entre todas as secções.

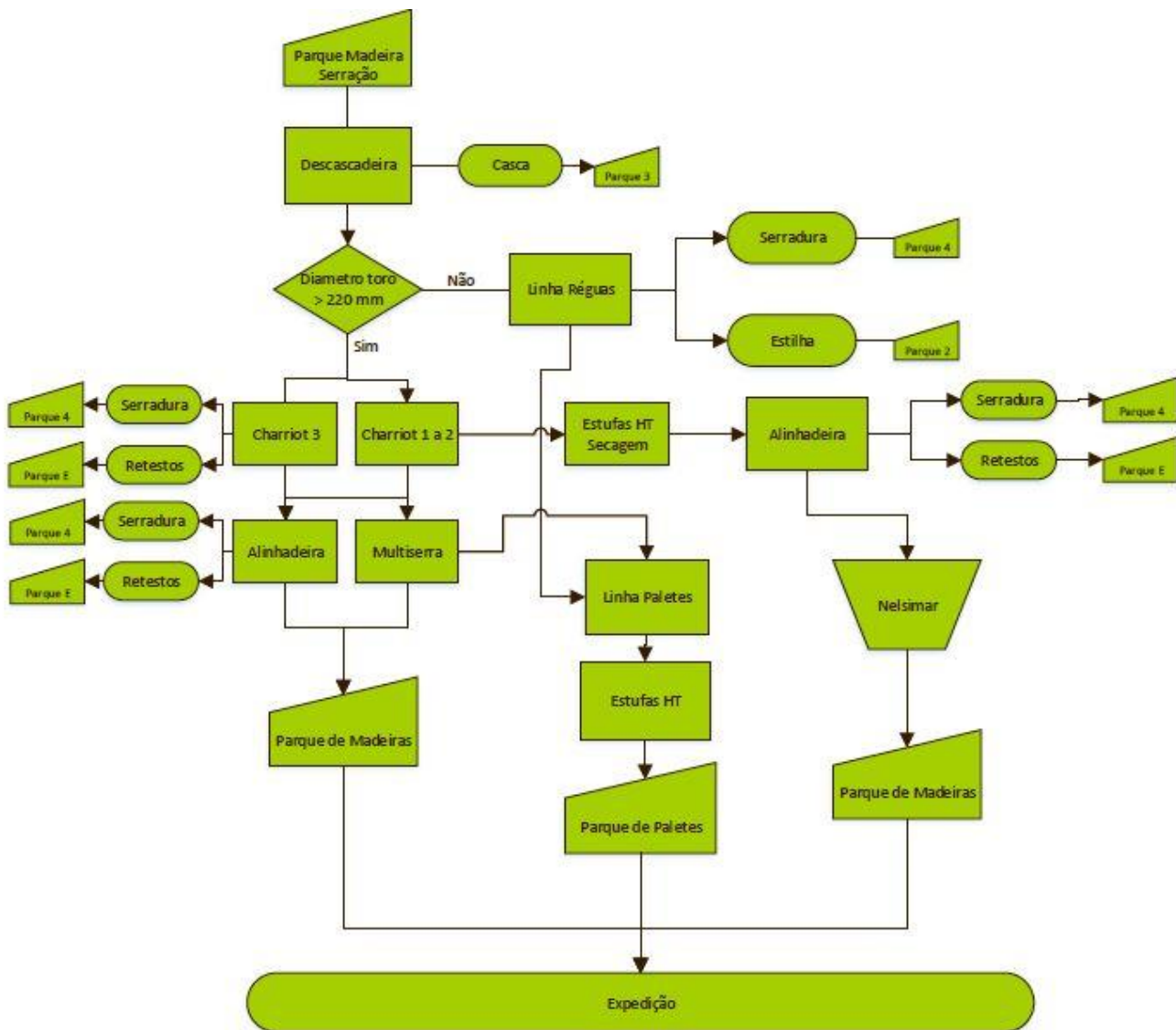


Figura 3: Fluxograma produtivo da Martos & Cia, Lda.

2.2. Atividades Desenvolvidas

Ao longo dos quatro meses de estágio, realizei e experienciei uma diversidade de atividades que me permitiram adquirir conhecimentos e experiências que se irão revelar mais-valias para o meu futuro, quer a nível profissional, quer a nível pessoal.

De seguida, faço uma apresentação e explicação das principais e mais relevantes, atividades que desenvolvi durante o período de estágio. As atividades foram variadas, tais como conhecimento do funcionamento das empresas pertencentes ao grupo Martos, passagem pelos vários departamentos da empresa, conhecimento do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da Martos, conhecimento das práticas e processos associados à certificação pela norma ENplus A1 da Omnipellets e acompanhamento de auditoria, aquisição de conhecimentos sobre todo o processo produtivo de paletes, estrados, embalagens de madeira e outros artigos em madeira, auxílio à Manutenção no desenvolvimento de planos de manutenção para diversos equipamentos e participação em reuniões do Business Network International (BNI) Team e BNI Collippo.

Todas as atividades realizadas dotaram-me de experiências e capacidades que me irão ser muito úteis e diferenciadoras na vida profissional.

2.2.1. Atividades de Acolhimento

Como seria de esperar, conhecer as empresas que fazem parte do grupo foi das primeiras atividades na Martos.

Para conhecer cada empresa, foi-me disponibilizada informação sobre as suas atividades, os seus principais clientes e fornecedores, como se processam as suas atividades diárias e as inter-relações entre as empresas do grupo. Perceber as inter-relações entre as várias empresas é fundamental para entender boa parte do funcionamento de cada empresa, uma vez que todas as empresas têm uma intervenção na cadeia de valor da Martos, seja a montante ou a jusante.

2.2.2. Atividades de apoio à Gestão

O grupo Martos é constituído por várias empresas, contudo, toda a gestão e atividades, tanto a nível operacional, como administrativo são feitas no mesmo local. Este facto permitiu que em todos os departamentos conseguisse tratar de assuntos referentes às várias empresas.

Na passagem pelos departamentos realizei atividades diárias tão variadas como dar entrada de todo o correio recebido, lançar a produção da Omnipellets, lançar guias de remessa de fornecedores de matérias-primas e respetivo arquivo acompanhado de cópias dos Manifestos de Exploração Florestal, elaborar relatórios de tratamento térmico, realizar contactos de resposta a orçamentos de *pellets* e vendas de *pellets* ao balcão.

Uma outra atividade que desenvolvi, e achei muito interessante e desafiadora, foi a criação de uma base de dados relativa a empresas que fazem a preparação de cortiça. A base de dados foi construída através de um boletim anual do setor da cortiça. Realizei também, um estudo de mercado, onde consegui contactar quarenta e oito das sessenta e nove empresas preparadoras de cortiça para saber que tipo de combustível utilizam e se estariam disponíveis para receber mais informações sobre os *pellets* como combustível alternativo ao que atualmente gastam. A finalidade da base de dados foi recolher informação para uma posterior análise dos potenciais clientes deste setor e da área geográfica que se inserem.

Quando estive no departamento de produção, deparei-me com a falta de registo e controlo de procedimentos que, não colocando em causa o funcionamento operacional diário, proporcionavam dados para efetuar um controlo de gestão. Ao averiguar e questionar o porquê de não serem feitos registos de determinados procedimentos, foi-me dito que em tempos já teriam sido feitos mas devido ao facto de ter existido bastante rotatividade nos postos de trabalho na produção e do aumento da carga de trabalho foram sido deixados de parte.

Após ter sido autorizada a trabalhar em ficheiros de formato *Excel*, que já tinham sido criados, mas não eram utilizados, realizei algumas adaptações e criei outros da minha autoria que hoje em dia são utilizados diariamente. Alguns exemplos mais relevantes são os ficheiros de controlo *stocks* e trocas de discos, controlo de quantidades e referências de discos que cada fornecedor leva para afiar que depois serve para verificar o que é entregue e faturado, registo informático de atribuição de equipamentos de proteção individual aos trabalhadores, um ficheiro onde são registados os tempos de paragem das máquinas

devido a avarias, o tipo de avaria e descrição, saídas de componentes para a resolução dessas avarias e quem realizou a reparação. Foi criado também um ficheiro para controlar entradas e saídas de componentes de manutenção para depois ser utilizado num outro que ainda estou a desenvolver para gerir o inventário da oficina.

Ao longo do período de estágio, também realizei contactos a clientes com faturas por liquidar, participei em reuniões para discutir alterações a realizar no *website* do grupo, acompanhei as alterações do *website*, através da deteção e registo de falhas que iam surgindo para notificar os técnicos responsáveis para posterior resolução e participei em formações sobre Marketing Digital.

2.2.3. Atividades de garantia e controlo da qualidade

Para aprofundar o conhecimento relativo ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), participei, durante vários meses, em várias formações sobre noções e normas da qualidade, a norma ISO 9001:2015, gestão por processos e monitorização e medição dos processos, realizadas pela Associação Empresarial da Região de Leiria (NERLEI). Paralelamente, fui conhecendo o SGQ da Martos e todos os procedimentos e processos a ele associados.

Ao conhecer melhor os processos operacionais, verifiquei que dois impressos, “Saídas de Óleos” e “Lista de Material Requisitado”, que eram diariamente utilizados na Produção não estavam inseridos nos modelos do SGQ com o respetivo código de impresso. Após informar o responsável pela qualidade, foi-me autorizado que adicionasse esses dois impressos.

A auditoria anual à Omnipellets coincidiu com a minha passagem pela empresa e deu-me a oportunidade e acompanhar de perto, pela primeira vez, todo o processo de uma auditoria. Para que no dia da auditoria soubesse das circunstâncias a auditar, nos três dias anteriores realizei um estudo de todo o processo de fabrico de *pellets* e de todos os requisitos da norma.

Este processo de preparação para a auditoria permitiu perceber de forma mais pormenorizada todo o processo de produção dos *pellets* e todas as implicações que envolve o controlo da sua qualidade.

2.2.4. Atividades de acompanhamento de processos produtivos

Com o objetivo de recolher o máximo de informação possível sobre todo o processo associado à produção de paletes, estrados, embalagens de madeira e outros artigos em madeira fui acompanhar de perto todo o processo.

O processo começa muito antes da construção das paletes nas respetivas linhas de produção, com a preparação da madeira que vai ser utilizada. Assim, durante uma semana, acompanhei todas as etapas que a madeira percorre até chegar às cinco linhas de produção de paletes, cada uma com as suas especificidades e funcionamento.

Este acompanhamento foi fundamental para perceber todos os processos e transformações da matéria-prima, para ser empregue na produção das paletes, estrados, embalagens de madeira e outros artigos em madeira, assim como toda a maquinaria e equipamentos envolvidos.

Na minha passagem pela produção verifiquei que os vários equipamentos careciam de planos para serem realizadas ações de prevenção. A minha tarefa foi ajudar o responsável de Manutenção (Eng.º Bruno Duro) a terminar planos já iniciados e a criar novos para o resto dos equipamentos e, posteriormente, proceder à sua implementação.

Com a criação dos planos de manutenção fiquei a saber com maior precisão o funcionamento das máquinas e as diversas componentes facilitando, assim, na identificação de possíveis falhas que possam originar defeitos nas paletes.

2.2.5. Atividades de *Networking*

Ao longo dos seis meses de estágio tive a oportunidade de participar em várias reuniões como visitante e como representante no *Business Network International* (BNI). O BNI é uma organização internacional de referências de negócios, cujo objetivo é a troca e angariação de contactos entre os membros. Os membros referenciam-se uns aos outros com o objetivo de ajudar nos seus negócios, seja pela angariação de novos clientes, fornecedores ou promoção das suas empresas. O BNI é constituído por vários grupos, formados por representantes de empresas. Em cada grupo, só pode existir uma empresa de cada atividade empresarial.

Durante o decorrer do estágio, participei em reuniões do BNI Collippo e BNI *Team*. Estas atividades foram muito aliciantes e deram-me a oportunidade de conhecer diversas pessoas dos mais variados setores de atividade da região e alargar a minha rede de contactos.

De todas as atividades que tive a oportunidade de realizar, as que eu achei mais desafiadoras foram a criação de uma base de dados de potenciais clientes, vendas de *pellets* ao balcão, acompanhamento de uma auditoria à Omnipellets e a participação em reuniões do *Business Network International*. De todo o percurso de estágio, estas foram as atividades que considero como pontos fortes, uma vez que me permitiram o desenvolvimento de competências técnicas e interpessoais.

3. Enquadramento Teórico

Como já referido, um dos objetivos da Martos no curto prazo é melhorar o processo produtivo das paletes, em particular a redução das reclamações, o que requer um estudo das não conformidades. Para tal, foi utilizada a metodologia da árvore de falhas (AF).

Para perceber a metodologia associada às AF foi necessário realizar uma revisão de literatura, onde se estudaram os conceitos, as regras de construção de AF, os tipos de análises e a avaliação de resultados.

Este capítulo está dividido em duas secções, na primeira é apresentado o conceito e a metodologia de AF e de seguida, são abordados os conceitos fundamentais que permitem perceber todo o seu funcionamento.

3.1. Árvores de Falhas

O método de análise através de AF foi criado por H. A Watson, em meados de 1962 quando este trabalhava na Bell Telephone Laboratories, com o objetivo de avaliar o sistema de controlo de segurança de um míssil balístico. Três anos mais tarde, em 1965, o método foi aperfeiçoado por Watson e Haasl quando ambos trabalhavam na *Boeing Corporation* (Javadi et al. 2011).

A AF é uma técnica analítica que identifica, esquematiza e avalia as inter-relações entre os eventos que levam a uma falha ou um acontecimento indesejado num determinado processo ou sistema. Segundo Ericson II (1999), a AF é uma ferramenta que permite avaliar sistemas complexos e identificar eventos que podem causar um evento não desejado. De forma idêntica, Stamatelatos (2002) refere que a AF é um modelo qualitativo de fácil e rápida análise que fornece informação sobre as causas que resultaram no evento indesejado e ajuda na tomada de decisão, na identificação de fraquezas, na prevenção de comportamentos, no diagnóstico de causas e possíveis medidas corretivas para uma falha observada no sistema.

As AF são compostas por diagramas de lógica que refletem o estado de um determinado sistema em análise (Javadi et al. 2011) e são construídas através de um esquema lógico com os eventos e as relações necessárias e suficientes (causas) para originar o evento não desejado ou o evento superior (Stamatelatos 2002). A AF constitui assim um modelo gráfico das várias combinações paralelas e sequenciais de falhas ou causas que resultarão na ocorrência do evento indesejado.

As falhas analisadas podem derivar de falhas de componentes, falhas de *hardware*, erros humanos, erros de *software*, erros em equipamentos, causas ambientais, ou quaisquer outros eventos que possam levar à ocorrência do evento indesejado (Javadi et al. 2011). Para a sua construção é necessário que o analista tenha um conhecimento aprofundado de todo o funcionamento do sistema a que o evento em análise pertence. A identificação de todas as causas, a análise das relações e a influência dos eventos envolvidos são a base para a construção da árvore e para que as primeiras análises de falhas possam ser realizadas (Andrews 2012).

A estrutura da AF é formada por dois tipos de componentes, as portas lógicas e os eventos (Stamatelatos 2002).

Assim que o analista tenha identificado a falha ou acontecimento indesejado, a AF é construída através da sequência de eventos que originam o evento de topo.

As sequências de eventos são construídas através de portas lógicas que permitem ou inibem a passagem de eventos intermediários. Terminada a sua construção, as sequências dão origem às falhas primárias ou básicas, representadas por círculos, que indicam o limite de construção da árvore e permitem estimar a probabilidade de ocorrência do evento de topo (Nascimento e Oliveira 2016).

Após a construção de uma AF, as análises podem ser realizadas a um nível qualitativo e um nível quantitativo. A análise qualitativa geralmente é realizada através da redução de AF para conjuntos de corte mínimos, que consistem nas combinações de eventos básicos que são necessárias e suficientes para causar o evento superior. Já a análise quantitativa diz respeito à probabilidade de ocorrência dos eventos (Kabir 2017)

Na Figura 4 está representado um exemplo de uma árvore de falhas.

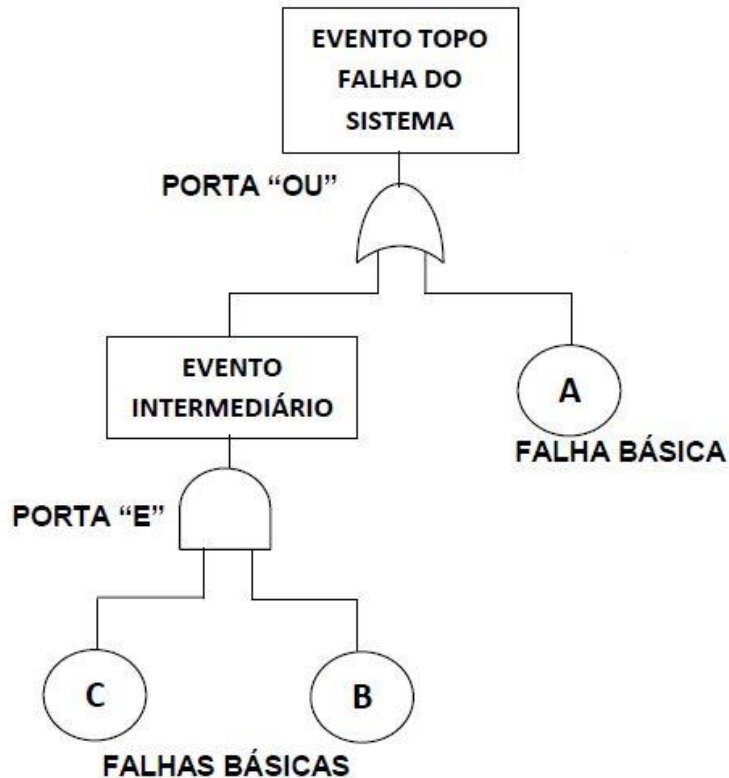


Figura 4: Exemplo de árvore de falhas

Como se pode verificar no exemplo da Figura 4, o evento que se pretende analisar fica no topo da árvore. Ao se descer um nível na análise, verifica-se a existência de uma porta "OU", o que significa que a ocorrência do evento de topo está condicionada por um evento intermediário ou pela falha básica A.

Ao existir um evento intermediário, significa que o sistema ainda tem mais componentes para analisar. Assim, segue-se para a análise do evento intermediário que, para se vir a verificar, as falhas básicas B e C têm de ocorrer obrigatoriamente, uma vez que estão sujeitos a uma porta "E".

A análise da árvore dá-se assim como terminada uma vez que na sua base apenas se encontram falhas básicas que representam os eventos base da árvore e o fim da análise.

3.2. Conceitos Básicos

Como já foi referido, a AF organiza e esquematiza todos os eventos, causas ou acontecimentos que possam contribuir para a ocorrência do evento em análise.

Tal como refere Ericson II (1999), uma AF pode ser descrita como um modelo visual que indica as relações causa-efeito de um sistema. Elas constroem-se a partir de um raciocínio dedutivo, em que começam com um evento superior geral ou evento de saída e desenvolvem-se através dos ramos para eventos de entrada específicos que devem ocorrer para que a saída seja gerada (Javadi et al. 2011).

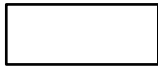
As AF são chamadas de árvores porque a sua estrutura se assemelha a uma árvore, estreita na parte superior com um único símbolo de evento e depois vai-se ramificando à medida que a árvore é desenvolvida. A estrutura é formada por dois tipos de componentes, os eventos e as portas lógicas que vão servir para esquematizar e representar um determinado sistema.

3.2.1. Eventos

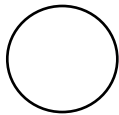
No processo de construção da AF, utilizam-se símbolos específicos para a caracterização dos diversos eventos, auxiliar na determinação da causa e na verificação da ligação entre as causas da falha.

A estrutura da árvore começa na principal falha do sistema que se quer analisar, o chamado evento de topo, que progride pelos ramos abaixo e identifica os eventos primários, intermédios e de transferência (Andrews 2012).

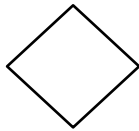
Javadi et al. (2011) explicaram o significado de cada evento e seguindo as suas definições, na tabela seguinte, estão representados os símbolos e significados associados aos eventos que fazem parte das árvores de falhas.



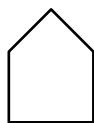
Evento de Topo ou Intermediário: Representa o evento em análise que está no topo da árvore e também representa os outros eventos que estão na origem do evento de topo e daí também ser propício o desdobramento da sua análise pelos ramos inferiores.



Evento Básico: Representa o evento base da árvore e o limite da análise. É composto pelas falhas básicas e abaixo dele não existem mais eventos ou portas. Permite estimar a probabilidade de ocorrência do evento de topo.



Evento Não Desenvolvido: Representa um evento que não vai ser mais desenvolvido, seja porque não há mais informação sobre ele ou porque não existe interesse em continuar com a sua análise.



Evento Externo: Representa um evento que se espera que se verifique sempre, a não ser numa situação limite da análise.



Evento Condicionado: Representa uma situação especial em que o evento só pode ocorrer caso se verifiquem certas circunstâncias.



Evento de Transferência: Representa a transferência de um ramo da árvore para outro local dentro da árvore que vai representar uma ligação entre um evento ou uma porta.

Tabela 2: Eventos

3.2.2. Portas Lógicas

As portas lógicas têm como função permitir ou inibir a passagem do seguimento lógico entre os ramos da árvore.

Os principais tipos de portas são a porta E e a porta OU, contudo, existem ainda as portas inibidoras e as portas OU Exclusivo e E Prioridade.

Javadi et al. (2011) explicaram o significado de cada porta lógica e seguindo as suas definições, na Tabela 3 estão representados os símbolos e significados associados a cada porta.

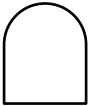

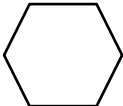


	Porta E: Representa a condição em que todos os eventos mostrados no ramo de baixo (eventos de entrada) têm de estar associados à ocorrência do evento mostrado acima da porta (eventos de saída). Ou seja, o evento de saída ocorrerá somente se todos os eventos de entrada ocorrerem simultaneamente.
	Porta OU: Representa a condição em que qualquer um dos eventos mostrados abaixo da porta levará à ocorrência do evento identificado acima da porta. Ou seja, para ocorrer o evento basta que uma das condições se verifique.
	Porta INIBIDORA: Representa a obrigatoriedade de existir uma determinada condição satisfeita para que seja permitida a passagem da lógica para o evento superior.
	Porta E PRIORIDADE: Significa que o evento de saída só ocorre se os eventos de entrada ocorrerem com uma determinada ordem específica.
	Porta OU EXCLUSIVO: Significa que a ocorrência do evento de saída está dependente da ocorrência obrigatória de um dos eventos de entrada.

Tabela 3: Portas Lógicas

3.2.3. Conjunto de Cortes Mínimos

Um conjunto de corte mínimo é a combinação de eventos básicos que são suficientes para ocorrer o evento superior e é usado como base para a análise quantitativa (Purba 2014). A ordem de um conjunto de corte mínimo representa o número de eventos básicos no conjunto. Por exemplo, um conjunto de corte mínimo de ordem três, tem três eventos básicos diferentes. Quanto menor for a ordem de um conjunto de corte mínimo, mais crítico é o conjunto (Purba et al. 2017).

Também Stamatelatos (2002), defende que o conjunto de cortes mínimos indica os conjuntos mínimos de eventos básicos que têm de ser prevenidos para garantir que o evento superior não ocorra. O mesmo autor refere que ao conjunto de cortes mínimos se pode dar também o nome "conjuntos mínimos de prevenção ", uma vez que indicam como evitar a ocorrência do evento superior.

A AF que está representada na Figura 5, mostra as inter-relações entre os eventos intermediários A e B e o evento de topo T. Através das portas lógicas estão estabelecidas as condições a que os eventos básicos 1, 2, 3 e 4 têm de obedecer para ocorrerem os eventos intermediários A e B e a condição em que os eventos A e B têm de obedecer para se verificar o evento de topo T.

No exemplo, os conjuntos de corte mínimos são dados pelos eventos 1 + 2 + 3 e 1 + 2 + 4, onde basta uma destas condições ocorrer para que o evento de topo T se verifique.

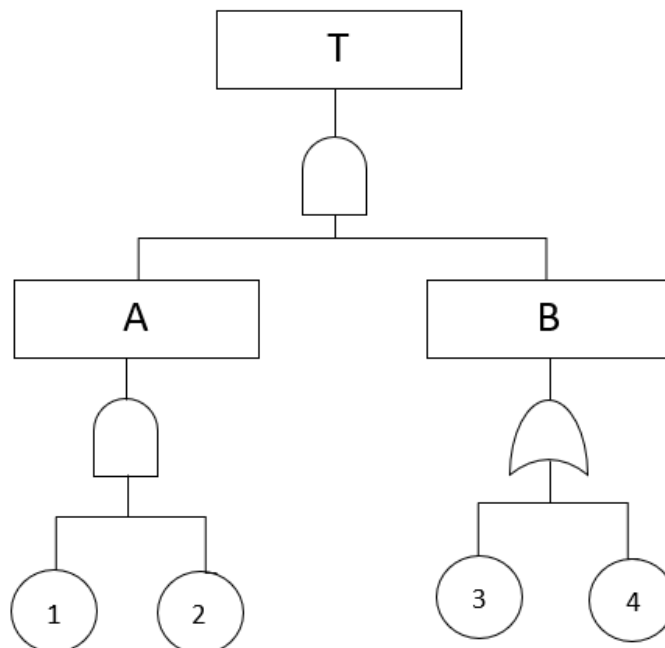


Figura 5: Exemplo de árvore de falhas para cortes mínimos

3.2.4. Análise Qualitativa e Quantitativa

A elaboração da AF consiste num processo determinístico, onde é realizada uma análise da relação entre as causas e os efeitos entre os elementos que compõem o sistema em análise. Após a sua construção, podem ser realizadas dois tipos de análise, qualitativa e quantitativa.

Em cada evento a ser analisado, há duas perguntas a fazer obrigatoriamente, que são: “Como é que isto acontece?” e “Quais as razões para isto acontecer?”. Ao responder a estas perguntas, as causas primárias e como elas interagem para produzir um evento indesejável são identificadas. A este processo chama-se análise qualitativa (Javadi et al. 2011).

Na análise qualitativa os principais resultados obtidos são os conjuntos de cortes mínimos do evento superior (Stamatelatos 2002). Como já foi explicado na secção anterior, esse conjunto de cortes traduz a combinação dos eventos básicos que estarão na causa do evento principal e relacionam o evento superior diretamente com as suas causas básicas.

As análises quantitativas consistem na determinação das principais probabilidades de ocorrência do evento. As AF são na sua maioria quantificadas através do cálculo da probabilidade de cada conjunto de corte mínimo onde se soma todas as probabilidades do corte. A classificação dos cortes é feita pelo seu valor da probabilidade, onde os que apresentam um maior valor probabilístico para a ocorrência do evento principal, são chamados de cortes dominantes (Stamatelatos 2002).

Javadi et al. (2011) explicam que, embora o foco da análise quantitativa seja o apuramento da probabilidade do evento superior, as probabilidades dos eventos intermediários também podem ser determinadas. Consoante a análise e aplicação que se pretenda, vários tipos de probabilidades podem ser calculados. A relevância dos eventos básicos, intermediários e dos conjuntos mínimos de corte também pode ser determinada.

Os resultados da análise quantitativa fornecem indicações sobre as relações do sistema e também ajudam na determinação das componentes ou partes do sistema que são mais críticos, possibilitando assim, colocar-lhes mais ênfase e tomar as medidas necessárias para prevenir a sua ocorrência (Kabir 2017)

4. Aplicação da Árvore de Falhas na Produção de Paletes

Como já foi referido, as paletes são a principal fonte de receitas da Martos representando cerca de sessenta por cento da faturação anual, o que as torna no foco principal de todo o processo produtivo. Para que a venda de paletes se torne mais rentável, é essencial que os desperdícios associados a paletes não conformes sejam reduzidos.

Com a identificação dos fatores que levam à produção de paletes não conformes, sabe-se onde atuar para evitar a ocorrência de não conformidades ou, caso a sua ocorrência não possa ser evitada, sabe-se em que aspetos se devem concentrar as atenções para que o produto não siga com defeitos para os clientes. Assim, o objetivo deste capítulo é dar a conhecer as paletes e todo o processo associado à sua produção com vista à obtenção de informação que ajude na identificação de fatores que levam à existência de não conformidades das paletes. A análise desses fatores vai ser feita com o auxílio a árvores de falha que vão desempenhar um papel facilitador no diagnóstico e ajuda na proposta de eventuais medidas corretivas para evitar paletes não conformes.

4.1. Paletes

A paleta pode ser definida como um estrado de madeira constituído por medidas e dimensões standardizadas conforme o produto e espaço necessário. As paletes têm como principais funções auxiliar na armazenagem e movimentação de produtos.

Existem de paletes de duas entradas e de quatro entradas. As paletes de duas entradas são constituídas por réguas, barrotes e pregos. Permitem ao porta-paletes e empilhador a introdução dos garfos por dois lados, são versáteis, leves e por levarem pouca quantidade de madeira têm um baixo custo de produção e conseqüentemente um preço de venda mais baixo comparado com as paletes de quatro entradas.

Nas Figuras 6 e 7, são apresentados dois exemplos de paletes de duas entradas.



Figura 6: Paleta de duas entradas



Figura 7: Paleta de duas entradas reforçada

No caso das paletes de quatro entradas, a composição é feita por réguas, tacos e pregos. Permitem ao porta-paletes e empilhador a introdução dos garfos nos quatro lados. Comparada com a de dupla entrada, é mais pesada, resistente e de maior durabilidade e conseqüentemente têm um preço mais elevado. São indicadas para cargas com maior peso e armazenamentos de longa duração.



Figura 8: Paleta de quatro entradas

Para além dos modelos de duas e quatro entradas, existem outros mais complexos como é o caso das paletes perimétricas, paletes reversíveis e as paletes com rebordo.

No mercado das paletes, pode-se comercializar paletes que são produzidas consoante os requisitos do cliente e paletes que estão sujeitas a requisitos obrigatórios e legais por se destinarem a indústrias específicas.

No caso das paletes que se destinam a indústrias específicas, é necessário que as empresas produtoras detenham licenças para a sua produção. A Martos detém licença para produzir paletes do tipo EPAL (palete certificada pela União Europeia), VMF e ANIF, destinadas à indústria vidreira e CP, destinada à indústria química.

4.2. Produção de Paletes

A produção de paletes envolve um processo que, ao longo dos anos tem sofrido investimentos regulares da Martos sendo hoje bastante automatizado. Atualmente existem cinco linhas de produção que apresentam uma média produtiva de três mil e quinhentas paletes por dia.

Em três das linhas de produção, a mão-de-obra centra-se no abastecimento das máquinas com os materiais necessários (patins, barrotes, tacos, réguas e pregos). O resto do processo produtivo é feito através de processos automatizados, onde os operacionais só têm contacto com as paletes após elas serem retiradas da linha por um empilhador. Os operacionais realizam uma verificação e caso necessário, procedem a alguns retoques.

A linha com maior nível de automatização e conseqüentemente com maior capacidade produtiva é a Linha 2. O processo inicia-se na máquina chamada Corta Tacos, onde os barrotes são cortados para a obtenção de tacos. Posteriormente, os tacos são colocados manualmente nos moldes, que se ajustam consoante as dimensões da paleta que se está a produzir. De seguida, é construída a parte de cima da paleta, onde as réguas são colocadas por cima dos tacos e seguem na linha para a secção de pregagem, onde as réguas são pregadas aos tacos através de ar comprimido. Após a pregagem, a paleta é virada e o processo é muito idêntico ao anterior, são colocadas réguas para formar a parte de baixo e depois são pregadas. Após a paleta estar formada de ambos os lados, segue para a secção dos carimbos, onde é carimbada a fogo através de resistências e carimbos em cobre. O carimbo grava o símbolo do código de tratamento HT e logótipo do cliente.

A etapa seguinte da produção é na secção de corte onde existem quatro discos de corte, os chamados corta cantos, que, como o próprio nome indica, cortam os quatro cantos da paleta. Após o corte dos cantos, as paletes são viradas ao contrário e seguem para o elevador de paletes que as vai empilhando até formar uma torre com vinte e três unidades. Assim que a torre está formada, segue até ao final da linha onde é retirada com um empilhador.



Figura 9: Linha de Produção 2

A Linha 3 é considerada uma linha manual pois o processo de fabrico só é automatizado na produção de patins. Nela são produzidos patins, constituídos por três tacos e uma régua, paletes de duas e quatro entradas, estrados, caixotes e outros tipos de produtos com especificidades.

Como se pode verificar na Figura 10, a produção de patins começa no Corta Tacos, onde os barrotes são cortados em tacos, e a sua construção é feita na máquina de pregar tacos. Nela são colocados três tacos nos moldes e em cima é posta uma régua e para a sua finalização são pregados por pistolas de ar comprimido.

A produção de paletes, estrados, caixotes e outros tipos de produtos com certas especificidades é feita de forma manual no chão.



Figura 10: Linha de Produção 3

A Linha 1 é idêntica à Linha 3 em termos de em termos de maquinismo e produtos, mas com equipamentos para a produção de paletes. A produção dos patins é feita de forma semelhante à Linha 3.

Ao lado das máquinas de produção de patins, existe uma pequena linha de paletes, cujo funcionamento é diferente do das outras linhas. A montagem e pregagem das paletes é feita manualmente, existem moldes onde são colocados os patins e depois as régua. A pregagem é feita pelo operacional com uma pistola de ar comprimido. Após a paleta estar constituída, segue para os processos automatizados da linha, os carimbos e corta cantos e a partir daí o processamento é igual ao das outras linhas.



Figura 11: Máquina de pregar tacos Linha 1



Figura 12: Linha de Produção 1

As Linhas 4 e 5 têm um processo produtivo igual, a única diferença é que a Linha 4 está preparada para produzir apenas paletes de dupla entrada, enquanto a Linha 5, produz também de quatro entradas.

Os seus processos de fabrico são ligeiramente diferentes do processo da Linha 2. O processo inicia-se com a formação da parte inferior da paleta, com colocação de barrotes nos moldes. De seguida, uma máquina deposita as réguas e prega. Após a pregagem das tábuas aos barrotes, a paleta é virada para ser formada a parte superior. São depositadas as réguas e pregadas pela mesma máquina que construiu a parte de baixo. Após a paleta estar completamente formada, segue na linha para ser carimbada nos carimbos a fogo, passa nos corta cantos e por fim segue para o elevador de paletes para a formação da torre. Assim que a torre esteja formada, segue até ao final da linha onde é retirada com um empilhador.



Figura 14: Linha de Produção Cinco



Figura 13: Linha de Produção Quatro

Uma pessoa está encarregue de supervisionar todos os trabalhos, detetar problemas, verificar o estado dos carimbos a fogo, verificar e mudar discos nas cinco linhas de produção.

Depois de saírem das linhas de produção, as paletes são sujeitas a dois tipos de tratamentos, o tratamento antifúngico e o tratamento térmico.

O tratamento antifúngico Froschtal SH é feito através de um banho da madeira em tanques e tem como objetivo impedir o aparecimento de fungos. Já o tratamento térmico (HT), é feito em quatro câmaras de tratamento onde a madeira sofre um choque térmico para eliminar o nemátodo da madeira de pinheiro.



Figura 15: Carimbo de tratamento HT

No caso das paletes consideradas não conformes estarem carimbadas com o logótipo do cliente, são feitas as alterações necessárias para as tornar conformes. Caso não seja possível, são desmontadas, retirados os pregos e seguem para a Estilhadeira para serem transformadas em estilha. As paletes que apenas tenham o carimbo do tratamento de HT, são postas de parte e armazenadas para serem vendidas a outros clientes.

4.3. Não Conformidades das Paletes

Para uma paleta ser considerada não conforme, existe um conjunto de fatores que se têm de verificar seja isoladamente ou em conjunto. A possibilidade de existir mais do que um fator de não conformidade é diminuta uma vez que, por norma, as paletes que são identificadas como não conformes apenas apresentam um tipo de defeito.

Uma não conformidade pode derivar da existência de réguas ou tacos com bolor, presença de uma percentagem de humidade superior à recomendada ou requerida pelo cliente, existência de imperfeições na marcação de carimbos e no corte dos cantos, defeitos na pregagem das várias componentes que formam a paleta e medidas das componentes fora dos parâmetros estabelecidos para o tipo de paleta a produzir.

A madeira com bolor resulta do desenvolvimento de fungos que vão provocando o apodrecimento da madeira ao longo do tempo. Para fazer face ao desenvolvimento desses mesmos fungos, é realizado um tratamento à madeira através de um banho tal como já referido anteriormente.

Existem empresas que, devido ao setor que se inserem, são obrigadas a cumprir certos requisitos, como é caso das empresas do setor alimentar. Na produção de paletes para este setor, o processo de banhar a madeira não pode ser realizado, uma vez que iria significar a presença de químicos nas paletes. Nestes casos, para evitar o aparecimento de fungos, como alternativa ao banho, as paletes são sujeitas a secagem nas câmaras de tratamento. Para substituir o tratamento é necessário que a madeira tenha uma percentagem de humidade inferior a vinte e dois por cento.

A não conformidade associada à falta de tratamento da madeira só se vai verificar com o decorrer do tempo, com o aparecimento do bolor na madeira. Já para a madeira que não possa ser banhada e tenha sido seca, a não conformidade pode ser detetada no momento com um teste de medição da humidade através de um Higrómetro.

A presença de uma determinada percentagem de humidade na madeira, pode ser uma exigência dos clientes. Caso não respeite o requisito, o cliente pode assumir as paletes como não conformes e proceder à sua devolução.

Como já foi referido, outro tratamento que se realiza à madeira, é o tratamento térmico. Para a identificação da madeira que já tenha sido tratada, é obrigatória a colocação do carimbo de tratamento HT. O carimbo pode ser colocado através de tinta ou através da queima (carimbo a fogo).

Os carimbos a fogo são feitos através de resistências que aquecem o molde do carimbo e depois marcam a madeira. Como a identificação do tratamento HT é obrigatória, é fundamental que as marcas feitas pelo carimbo sejam bem perceptíveis, caso contrário vai originar um defeito na paleta e torná-la não conforme.

Os carimbos também são utilizados para marcar o nome ou logótipo do cliente e, nestes casos, as marcas também têm de estar bem perceptíveis.



Figura 16: O carimbo de tratamento HT não está perceptível

As não conformidades verificadas com maior frequência são relativas à pregagem. Pregos salientes e réguas por fixar são as principais falhas na pregagem e origem de não conformidades.

Para que o prego consiga manter as réguas fixas aos barrotes ou tacos, este tem de abranger um terço da régua e dois terços do barrote ou taco. Muitas vezes acontece o prego ser de um tamanho mais pequeno do que o indicado, não conseguindo assim ter a abrangência correta para conseguir manter a fixação e as réguas despregam-se dos barrotes ou tacos.

A saliência dos pregos pode causar danos nos produtos, como riscos e rotura de embalagens mais sensíveis.



Figura 17: Falha de pregagem

O corte dos cantos das paletes não é um requisito obrigatório em todas as paletes produzidas. O corte dos cantos é requerido por empresas que no armazenamento e transporte dos seus produtos, precisem de colocar filme estirável a envolver a paleta. O filme estirável é um material flexível e transparente que serve para acondicionar, proteger e estabilizar a carga.

As não conformidades associadas a este tipo de procedimento passam pelo corte nulo ou mal acabado após as paletes passarem nos corta cantos, ficando a paleta com os cantos em esquina em vez de arredondados. Quando detetadas através de uma inspeção visual, as paletes com os cantos por cortar ou com defeitos no corte do canto, são postas de parte para os cantos serem cortados ou acabados de cortar posteriormente.



Figura 18: Falha no corte de canto

Uma não conformidade que não é tão usual é as medidas da paleta ou dos seus componentes não estarem de acordo com as especificações. Todas as paletes são projetadas e desenhadas com medidas específicas para garantir a estabilidade do tipo de produto a que se destina.

Como já foi referido antes, as paletes podem ser feitas consoante as exigências do cliente ou requisitos legais. Em ambos os casos, existem medidas definidas para a espessura, comprimento e largura das réguas, barrotes e tacos que constituem a paleta.

Em alguns casos, devido a fatores que na secção seguinte se vão analisar, as paletes não são produzidas com as devidas especificações, dando assim origem a paletes não conformes.

Todas estas não conformidades vão ser analisadas com maior detalhe na secção seguinte, com o objetivo de identificar as suas causas e proporcionar um melhor conhecimento de todos os processos dos quais resultam paletes não conformes. Todas as conclusões que se possam retirar, vão permitir à Martos desenvolver medidas que evitem a sua ocorrência.

4.4. Árvore de Falhas na Produção de Paletes

Esta secção tem o propósito de expor e analisar as AF construídas para esquematizar os eventos e respetivas causas da ocorrência de não conformidades nas paletes produzidas pela Martos.

Através do seu aspeto esquemático, as AF fornecem uma visão mais abrangente de todos os fatores que influenciam o desenvolvimento de determinada ocorrência ajudando assim, a obter mais informações sobre as suas causas.

As AF que se vão apresentar, foram construídas através do *software* Isograph Reliability Workbench 13.0 numa versão temporária de teste disponibilizada no próprio website (<https://www.isograph.com>).

Ao construir as árvores no *software*, ele atribui automaticamente numeração aos eventos e às portas lógicas. Assim, as siglas ao longo das árvores (TP1, GT e EV) correspondem ao evento de topo, portas lógicas e eventos, respetivamente.

Ao avaliar todo o processo produtivo e ao analisar informações que já existiam sobre reclamações de paletes, foram definidos seis eventos intermediários que com a sua ocorrência individual ou em conjunto com outros, irão resultar no evento de topo, a paleta não conforme.

A árvore que esquematiza o evento de topo e os eventos intermediários está representada na Figura 19. Ao analisarmos a árvore verificamos que o evento de topo “Paleta Não Conforme” pode derivar dos eventos intermediários “Madeira com Bolor” ou “Madeira Húmida”, “Defeito na Marcação de Carimbos”, “Defeito de Pregagem”, “Defeito no Corte de Cantos” e “Medidas Fora da Especificação”. Todos os eventos intermediários estão sujeitos a uma porta-lógica OU, o que significa que basta a ocorrência de um deles para que uma paleta seja considerada não conforme.

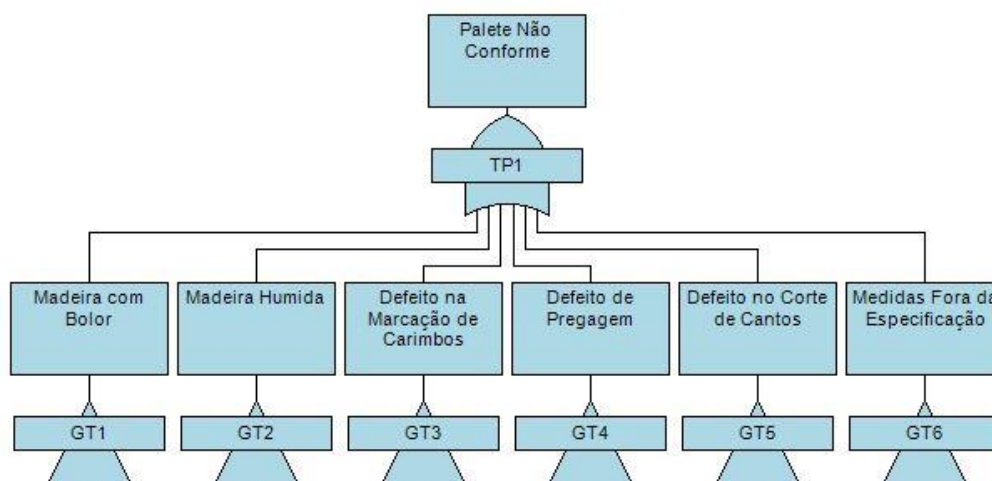


Figura 19: Árvore de falhas principal das paletes não conformes

Como se pode verificar, a árvore apresenta eventos de transferência, o que significa que a árvore está subdividida em mais seis árvores de falhas que se vão desenvolver através de novas ramificações para pormenorizar cada tipo de não conformidade.

De seguida, serão apresentadas e analisadas as árvores referentes à madeira com bolor, madeira húmida, defeitos de marcação de carimbos, defeitos de pregagem, defeitos no corte dos cantos e medidas fora da especificação.

Ao percorrer as árvores verifica-se que a falha humana é o tipo de falha mais comum e está presente em todas as árvores. Assim, facilmente se conclui que a forma como as pessoas se comportam perante as tarefas que têm de efetuar é decisiva na materialização das falhas que originam defeitos nas paletes.

Identifica-se, ainda, a ocorrência de falhas causadas por avarias elétricas e mecânicas. Neste tipo de falhas a análise deve ser esmiuçada para que seja identificada a origem da falha que nem sempre é de fácil deteção.

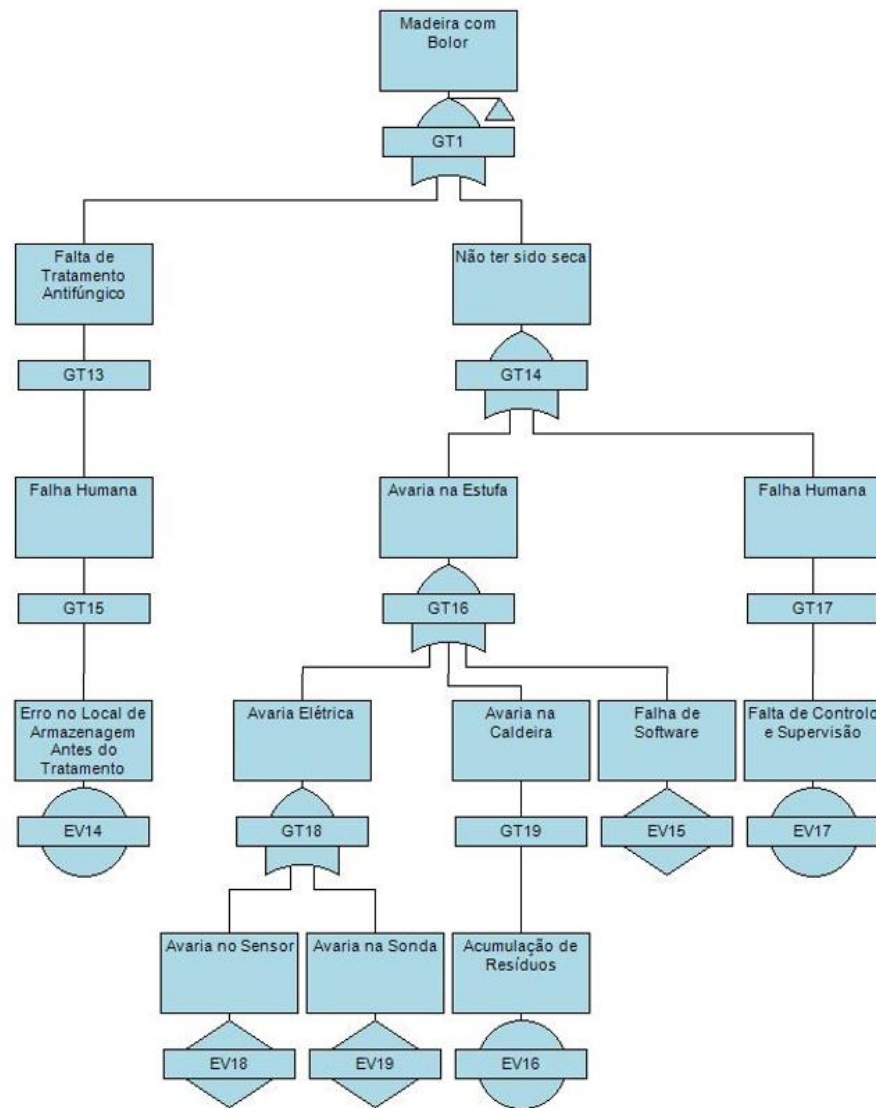


Figura 20: Árvore de falhas madeira com bolor

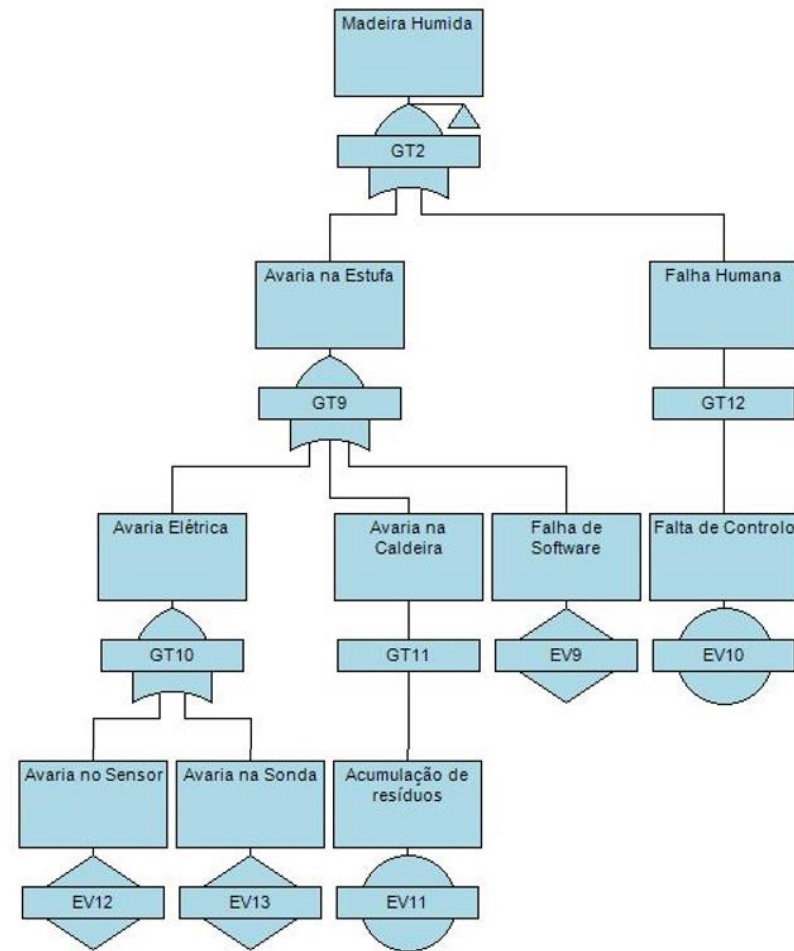


Figura 21: Árvore de falhas madeira húmida

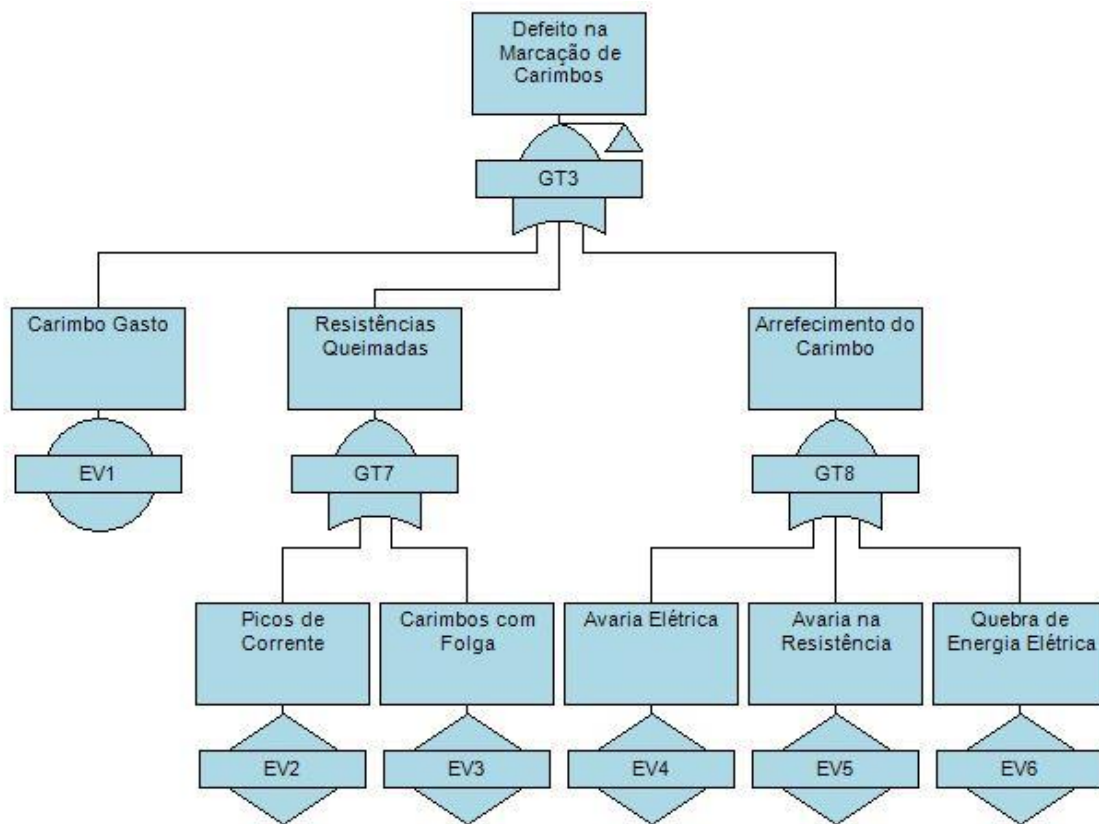


Figura 22: Árvore de falhas defeito na marcação de carimbos

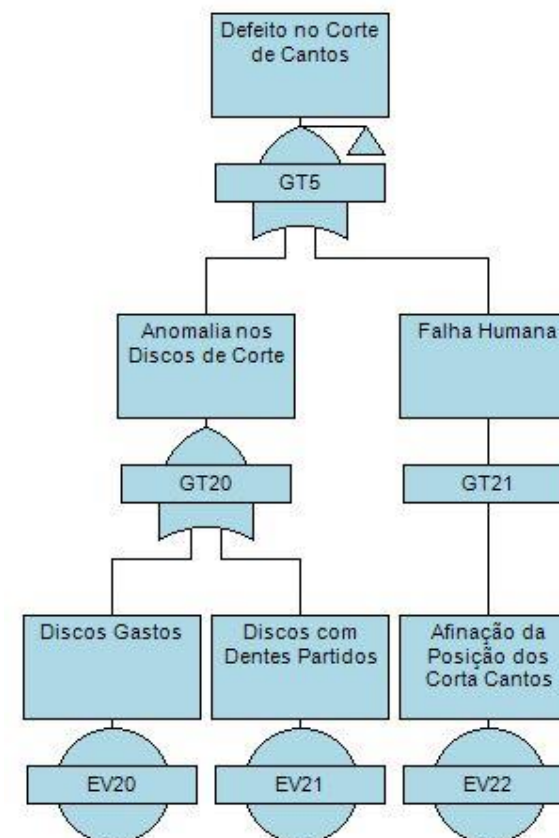


Figura 23: Árvore de falhas defeito no corte de cantos

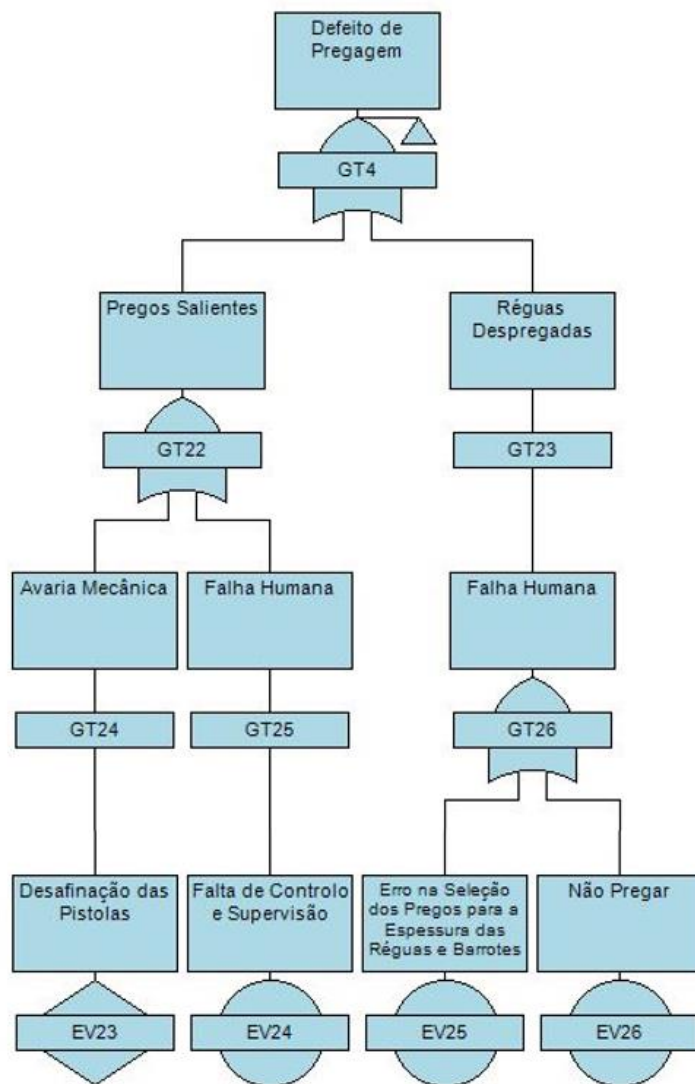


Figura 24: Árvore de falhas defeito de pregagem

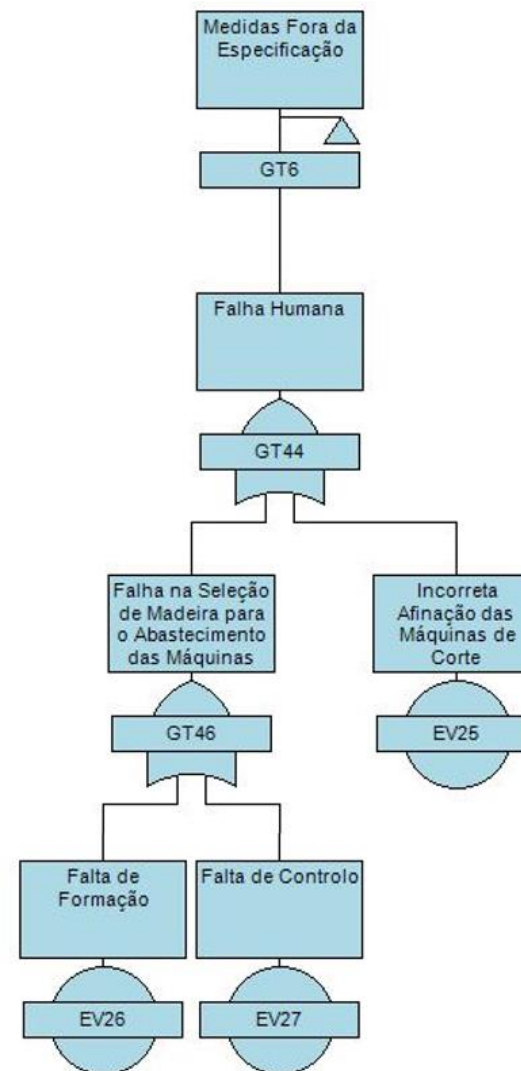


Figura 25: Árvore de falhas medidas fora da especificação

4.4.1. Análise das Árvores de Falha

O aspeto das árvores é muito idêntico, divergindo apenas no grau de complexidade de cada uma. Quanto mais complexa for a árvore, mais ramos a constituem e conseqüentemente, maior o seu tamanho.

O desenvolvimento de bolor nas réguas, barrotes e tacos das paletes pode resultar da falta de tratamento antifúngico ou, em vez disso, a madeira não ter sido devidamente seca.

Por norma, para evitar o desenvolvimento de fungos, a madeira é submetida a um banho com um aditivo antifúngico Froschtal SH. No entanto, existem clientes que fazem parte do setor alimentar e nesse caso, não é admitido o tratamento antifúngico. Como alternativa ao banho existe a secagem da madeira nas estufas. A secagem é um processo mais demorado e dispendioso, sendo assim utilizado só nos casos obrigatórios ou como último recurso.

Ao verificar a árvore da Figura 20, constata-se que o desenvolvimento de bolor por falta de tratamento antifúngico é causado por falha humana. Esta falha resulta dos operadores de empilhadores, que são quem faz a movimentação de produtos acabados, não colocarem as torres de paletes nos locais apropriados. Para armazenamento de paletes, existem espaços próprios para colocar as paletes que já tenham sido banhadas e espaço para as paletes que estejam em parque à espera de levar tratamento. O que acontece é a colocação de paletes não tratadas nos espaços identificados para paletes tratadas sendo estas, depois assumidas, erradamente, como tratadas.

No caso das paletes que tenham de ser submetidas obrigatoriamente à secagem na estufa, para que sejam consideradas tratadas, no que diz respeito aos fungos, têm de apresentar uma percentagem de humidade inferior a vinte e dois por cento. O não alcance desta percentagem pode derivar de uma avaria na estufa ou de falha humana.

Uma avaria na estufa ou câmara pode estar relacionada com uma avaria elétrica, avaria na caldeira ou uma falha de *software*. Em termos elétricos, as avarias frequentes são associadas a anomalias nos sensores de temperatura ambiente da estufa, que têm a função de monitorizar a temperatura do ar na câmara e a avaria nas sondas da temperatura da madeira. A falha de *software*, pode provocar a desprogramação da câmara numa diversidade de aspetos, tais como a temperatura ou ciclo em que o tratamento se encontra.

A caldeira que desempenha a função de aquecedor da estufa, pode por vezes apresentar falhas no aquecimento. Por norma, as falhas são derivadas a acumulação de resíduos que com o uso se vão formando.

A falha humana está associada à falta de controlo e supervisão uma vez que através do acompanhamento e verificação constante do estado das estufas, consegue-se atempadamente detetar o problema e resolvê-lo antes de o tratamento se dar como concluído.

Uma não conformidade das paletes associada à humidade da madeira (Figura 21), deriva de a madeira apresentar uma percentagem de humidade superior à exigida pelo cliente ou por termos legais. A humidade em excesso na madeira pode ser resultado de uma avaria na estufa e de falha humana. No caso da avaria na estufa, esta tem as mesmas características que estão referidas na não conformidade da madeira com bolor. Já a falha humana, neste caso prende-se com a falta de controlo na medição da humidade das paletes, que pode ser feita através de um Higrómetro antes da sua expedição.

Na Figura 22 está representada a AF dos defeitos na marcação de carimbos. Como já foi referido, a madeira com tratamento HT tem de estar obrigatoriamente carimbada, podendo ser através de um carimbo de tinta ou a fogo. A análise apenas é feita para os carimbos a fogo uma vez que é deles que resultam as não conformidades de carimbação.

Analisando a sua AF, são apresentados os eventos que originam uma marcação de carimbo deficiente. O carimbo gasto faz com que a marcação não fique bem perceptível na paleta e uma vez que a sua causa é o desgaste associado ao uso é considerado um evento básico. Como eventos intermediários, estão representados o arrefecimento do carimbo e as resistências queimadas.

O arrefecimento do carimbo pode resultar de uma avaria elétrica, avaria na resistência ou de uma quebra de energia elétrica. O evento intermediário, resistências queimadas, é causado por picos de corrente ou folga nos carimbos. Ambos provocam a queima da resistência e conseqüentemente exigem a substituição por uma nova. É de evitar ao máximo este tipo de eventos uma vez que o custo de cada resistência é avultado.

A não conformidade derivada de defeitos no corte de cantos está esquematizada na árvore da Figura 23. Os cantos por cortar ou mal cortados podem ser provocados por anomalias nos discos que cortam os cantos ou por, mais uma vez, falha humana.

As anomalias que os discos podem apresentar são o desgaste associado ao uso que os torna em discos gastos ou discos com dentes partidos. A presença destas duas anomalias nos discos faz com que eles fiquem sem capacidade de realizar um bom corte ou de não cortarem algum, ou até mesmo nenhum dos cantos. Neste caso, contrastando com as falhas humanas referidas anteriormente, a falha na componente humana não ocorre devido à falta de controle, mas sim por incorreta afinação da posição dos discos aquando da mudança de produção para um tipo de palete com dimensões diferentes.

O defeito na pregagem é o que aparece com maior frequência nas não conformidades das paletes. Com a árvore da Figura 24 é fácil perceber que os defeitos de pregagem estão associados a pregos salientes, ou seja, pregos que não estão completamente pregados, e réguas despregadas.

No que diz respeito aos pregos salientes, as causas para a sua ocorrência são a avaria mecânica e a falha humana. A avaria mecânica diz respeito à desafinação das pistolas de pregagem que com o tempo vão ganhando folga e desafinam. A falha humana está ligada à falta de controle e de supervisão, uma vez que a saliência de pregos é bem visível graças ao contraste da cor da madeira com o aço do prego. Permitir o avanço na linha de uma paleta com saliência nos pregos revela falta de cuidado e de controle na linha de produção.

As réguas despregadas são mais frequentes nas linhas de produção manual e a sua origem resulta de uma falha humana. As falhas apontadas estão na seleção incorreta do tamanho do prego para a espessura das réguas, barrotes ou tacos que constituem a paleta e o esquecimento de pregar alguma parte.

A última AF (Figura 25) é referente às medidas fora da especificação, que são apenas resultado de falha humana. Os erros que dão origem a esta não conformidade dizem respeito à colocação de madeira incorreta nas máquinas que constroem as paletes e da incorreta afinação das máquinas de corte, os corta tacos. Ao abastecer as máquinas com réguas cujo tamanho não corresponde ao tamanho específico da paleta que se está a produzir, vão ser produzidas paletes com réguas de espessura ou tamanho incorretos. Já na afinação dos corta tacos, na Linha 2, os tacos são cortados e colocados na linha de produção à medida que se vai produzindo. No caso da máquina de corte não estar bem afinada, os tacos vão seguir para a linha com as medidas incorretas, originando no final paletes não conformes.

4.4.2. Conjunto de Cortes Mínimos

Através do conjunto de cortes mínimos consegue-se identificar as falhas básicas que desencadeiam a ocorrência do evento de topo. O objetivo é perceber quais são os pontos críticos do sistema em análise.

Evento	Número de Repetições
Falha Humana	
Falta de Controle e Supervisão	3
Afinação da posição dos carimbos	1
Afinação da posição dos corta cantos	1
Não pregar	1
Erro na seleção de pregos para a espessura de réguas e barrotes	1
Erro no local de armazenamento	1
Falha na seleção de madeira para o abastecimento das máquinas	1
Incorreta afinação das máquinas de corte	1
Avaria Mecânica	
Desafinação das Pistolas	1
Resistências Queimadas	
Picos de corrente	1
Carimbos com folga	1
Arrefecimento do carimbo	
Avaria elétrica	1
Avaria na resistência	1
Quebra de energia elétrica	1
Anomalia nos Discos de Corte	
Discos gastos	1
Discos com dentes partidos	1
Avaria na Estufa	
Avaria no sensor	2
Avaria na sonda	2
Acumulação de resíduos na caldeira	2
Falha de <i>software</i>	2

Tabela 4: Número de repetições de cada tipo de falha

Uma vez que todas as árvores apresentadas são constituídas por portas OU qualquer ocorrência de um dos eventos básicos dá origem a uma paleta não conforme. Os conjuntos de corte relativos à AF principal das paletes não conformes estão expostos na Tabela 4.

Como se pode verificar através do número de repetições, poucos são os eventos que se repetem. A razão para as poucas repetições deve-se à independência dos processos produtivos.

Como já seria de esperar, a falha humana é a que apresenta mais falhas básicas. A falta de controlo e supervisão é o evento que se repete mais vezes em todas as árvores. No que diz respeito às falhas básicas que originam uma avaria na estufa repetem-se por duas vezes uma vez que a sua ocorrência despoleta os eventos intermédios “Madeira com Bolor” e “Madeira Húmida”.

Para fazer face aos eventos básicos que foram identificados, na secção seguinte são apresentadas propostas de melhoria que irão diminuir ou eliminar a sua ocorrência.

4.4.3. Propostas de Melhoria

Com a identificação dos fatores críticos presentes no processo produtivo de paletes que dão origem a não conformidades, é mais fácil saber onde intervir e que medidas devem ser definidas para diminuir ou eliminar certos tipos de não conformidades.

As AF ajudaram a ter uma visão mais clara de onde se devem centrar os esforços para a mudança e as ações que devem ser implementadas.

Através da análise realizada às AF, constata-se que a falha humana é a falha que mais vezes está associada à origem de não conformidades nas paletes, representando assim um ponto crítico que carece de uma análise mais detalhada.

De seguida, são propostas várias medidas que poderão ser tomadas para fazer face às não conformidades. As medidas propostas não requerem grandes investimentos, sendo na sua maioria ações que resultam apenas de mudanças em procedimentos.

- **Formação em matérias diversificadas aos trabalhadores**

Da análise que realizei e pelo que tenho a oportunidade de verificar diariamente no terreno, as falhas humanas são na sua maioria provenientes de falta de preparação e conhecimento das tarefas que cada trabalhador executa.

Todos os trabalhadores deviam ser consciencializados e sensibilizados da importância da função no processo produtivo e sentirem que seja qual for a sua tarefa, ela é determinante para que sejam obtidos bons resultados em termos produtivos e de qualidade.

Indo ao encontro das falhas identificadas nas árvores, ao dar formações aos trabalhadores acerca de todo o processo de produção de paletes, em pregagem, nomeadamente na correta seleção dos pregos a usar consoante as espessuras e sensibilização para as consequências de uma má pregagem, formação acerca dos tratamentos que as paletes são sujeitas e especialmente no caso dos manobreadores de empilhadores, formação em termos de armazenagem do material com e sem tratamento.

- **Criar tarefas de execução semanal**

A implementação de tarefas rotineiras é uma boa aposta para ser garantido um bom funcionamento dos equipamentos.

Ao serem realizadas verificações periódicas, poderão ser identificados equipamentos que necessitem de afinações ou substituições. A identificação atempada, resultaria na resolução de pequenos detalhes antes de resultarem numa avaria ou numa não conformidade nas paletes.

Questões com a desafinação das pistolas de pregagem, os discos apresentarem muito desgaste ou dentes partidos, avarias na caldeira e folgas nos carimbos estariam sob controlo.

- **Implementação de sistemas de controle**

Para criar o hábito nos trabalhadores de controle de produto, o preenchimento de check list's é uma boa sugestão. Com a obrigatoriedade do seu preenchimento, os operacionais vão estar mais atentos à qualidade daquilo que produzem não estando só focados na quantidade a produzir.

Criar um impresso do tipo check list de produto conforme ao sair da linha, em que uma pessoa ficasse responsável pelo seu preenchimento consoante a vistoria que se realizasse às torres antes de seguirem para as estufas. Tal procedimento, tornaria o controle da conformidade do produto final uma obrigatoriedade e assim seriam mais facilmente detetados possíveis os defeitos. A mesma check list também poderia ser preenchida antes de as paletes serem expedidas para os clientes, o que iria permitir um reforço do controle.

Uma técnica idêntica também podia ser usada na verificação de afinação das máquinas, onde as primeiras três paletes produzidas, após a mudança de medidas, seriam medidas e registadas essas medições. O mesmo se aplica ao corte dos tacos.

Os três tipos de medidas apresentadas englobam a realização de mudanças e ajustamentos que mesmo sendo consideradas simples e de fácil concretização, irão originar com facilidade e num curto espaço de tempo melhorias significativas e com o tempo irão revelar-se solucionadoras das falhas que se consegue ter sob controle.

No que toca às avarias em que a sua ocorrência não depende, pelo menos, diretamente, dos procedimentos que aqui são sugeridos, como avarias mecânicas, avarias e falhas elétricas, avarias de resistências, avarias de sensores, avarias nas sondas e avarias na caldeira, estas irão ser resolvidas mais prontamente e o tempo de paragem no processo produtivo vai ser menor contribuindo também para uma maior eficiência de todo o processo.

Com a implementação das medidas apresentadas, é expectável que a Martos obtenha melhores resultados no que toca a reclamações de clientes e em eficiência produtiva.

5. Conclusão

Os objetivos deste relatório foram dar a conhecer as atividades desenvolvidas durante o período de estágio na Martos, entidade que se disponibilizou a acolher-me, e analisar o processo de produção de paletes com o intuito de contribuir para a sua melhoria.

Através da metodologia de árvores de falhas foram estudadas as causas que originam paletes não conformes. Com a construção de árvores tornou-se mais perceptível todo o processo de transformação que as paletes sofrem durante a sua produção e uma vez que se trata de um processo pouco complexo, foi possível realizar uma análise qualitativa.

A análise qualitativa identificou quais os eventos básicos que estão na origem do evento de topo e assim foi possível proceder à elaboração de propostas de melhoria com medidas para a sua minimização ou eliminação, contribuindo deste modo para uma maior eficiência produtiva.

A falha que mais contribui para a origem de paletes não conformes é a falha humana que está presente em todas as fases da produção. Para a diminuição da sua ocorrência é proposta a formação aos trabalhadores e a implementação de sistemas de controlo.

Neste relatório foi também feita uma exposição e crítica das diversas atividades desenvolvidas e dos contributos que deixei durante o meu período de estágio.

Este estágio possibilitou-me conhecer o Grupo Martos, os seus colaboradores e os seus processos de gestão. Terminado o estágio tive o prazer de aceitar continuar a fazer parte do grupo e contribuir também para o seu desenvolvimento e crescimento.

Uma vez que deste trabalho resultaram propostas de mudanças simples e não muito dispendiosas, na minha passagem pela Martos, vou propor a implementação das medidas aqui identificadas e verificar se este estudo contribuiu efetivamente para a redução das não conformidades e das reclamações de clientes.

Bibliografia

- Andrews, John. (2012). *Introduction to Fault Tree Analysis*. s.l. Annual Reliability and Maintainability Symposium.
- Ericson II, Clifton. (1999). *Fault Tree Analysis - A History*. s.l. 17 th International System Safety Conference.
- Javadi, Mohammad Sadegh, Azim Nobakht, Ali Meskarbashee, & Mahshahr Branch. (2011). *Fault Tree Analysis Approach in Reliability Assessment of Power System*. s.l. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, v. 2, n.6.
- Kabir, Sohag. (2017). *An overview of fault tree analysis and its application in model based dependability analysis*. *Expert Systems With Applications*. s.l. Elsevier.
- Martos & Cia, Lda. 2017. Sistema de Gestão da Qualidade. Leiria.
- Nascimento, R. S., & Oliveira, R. (2016). *Avaliação de Risco*. Aula proferida na Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande. Universidade Estadual da Paraíba.
- NP 4487 2012. (2012). *Madeira e embalagens de madeiras Resinosas Tratamento fitossanitário pelo calor para eliminação do nemátodo da madeira do pinheiro (Bursaphelenchus xylophilus) e outros organismos prejudiciais*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN ISO 9001:2015. (2015). *Sistema de Gestão da Qualidade Requisitos*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- Omnipellets. 2016. Manual de Acolhimento. Leiria.
- Purba, Julwan Hendry. (2014). *Fuzzy Probability on Reliability Study of Nuclear Power Plant Probabilistic Safety Assessment. A review*. *Prog. Nucl. Energy* 76, 73–80. s.l. Elsevier.
- Purba, Julwan Hendry, D T Sony Tjahyani, Surip Widodo, & Hendro Tjahjono. (2017). *Annals of Nuclear Energy a -Cut method based importance measure for criticality analysis in fuzzy probability*. *Annals of Nuclear Energy*. s.l. Elsevier.
- Stamatelatos, Michael (2002). *Fault Tree Hand book with Aerospace Applications*. s.l. Fault Tree Hand book with Aerospace Applications, v. 1.1.
- Decreto-Lei n.º 95/2011 de 8 de agosto. Diário da República nº151/8 - I Série. Lisboa. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco