

REDUÇÃO DOS TEMPOS DE PARAGEM NÃO PROGRAMADA NUMA LINHA DE MAQUINAÇÃO

Vítor Hugo Vinhas Gomes



Mestrado em Engenharia Mecânica, Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica, Gestão Industrial

Candidato: Vítor Hugo Vinhas Gomes, Nº 1100090, 1100090@isep.ipp.pt

Orientação científica: Doutor Manuel Pereira Lopes, mpl@isep.ipp.pt



Mestrado em Engenharia Mecânica

Área de Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

19 de Novembro de 2012

Agradecimentos

A todos os colaboradores da empresa onde decorreu este estudo pela disponibilidade demonstrada e conhecimentos transmitidos para melhor conhecimento dos processos bem como todas as dicas fundamentais para a melhoria do processo.

A todos os docentes que leccionaram no Mestrado em Engenharia Mecânica e que directa ou indirectamente contribuíram para o desenvolvimento do espírito crítico necessário para a elaboração da dissertação, e em especial ao Eng.º Manuel Pereira Lopes pelo apoio técnico sobre toda a matéria abordada na dissertação.

Dedico este trabalho de forma especial à minha família por todo o incentivo dado ao longo da minha vida.

Resumo

A Dissertação que se pretende desenvolver decorre em ambiente industrial numa empresa, em que as principais áreas de actuação dizem respeito à injeção e maquinação de alumínio. Os componentes aí injectados e maquinados, são componentes que servirão posteriormente a indústria automóvel num vasto leque de aplicações, desde componentes para sistemas hidráulicos de travagem e componentes para sistemas de lubrificação.

Nesta dissertação foi abordada a temática da redução do tempo de paragem não planeada numa linha de maquinação, pelo que se elencaram as principais causas que originavam essas paragens. Recorrendo à metodologia SMED, e a um vasto conjunto de técnicas auxiliares de determinação de causas como os 5 WHY's, diagrama de Ishikawa, 5S e Kaizen, foram propostas diversas melhorias para a optimização do procedimento de troca de modelo, incluindo um conjunto de regras que visam a sustentabilidade do processo a médio e longo prazo.

Com as melhorias adoptadas, verificou-se uma redução de 27,9% no tempo total de troca de modelo comparativamente com o tempo registado antes da implementação da metodologia SMED. Destaca-se a redução de 75% no tempo de montagem e desmontagem dos dispositivos no 3º Processo da linha em estudo. Revelou-se também crucial que para a implementação da técnica SMED ser bem sucedida em termos de eficiência e sustentabilidade, devem ser adoptadas um conjunto de diversas ferramentas “*Lean Management*” e de normalização do trabalho.

Palavras-Chave

Maquinação, Centro CNC, Paragem Não Planeada, Paragem Planeada, SMED; Dispositivo e Poka-Yoke.

Abstract

The thesis to be developed due to the industrial environment in a company where the main areas of activity relate to the injection and machining aluminum. The components that there are injected and machined, are subsequently used in the automotive industry in a wide range of applications from components for hydraulic braking systems and hydraulic lubricating systems.

This dissertation addressed the issue of reducing unplanned downtime in a machining line, having identified the main causes that originated these stops. Using the methodology SMED, and a wide range of technical aids determination of causes such as 5 WHY's Ishikawa diagram, 5S and Kaizen, several improvements were proposed to optimize the procedure for exchanging model including a rule set aimed at the sustainability of the process medium and long term.

With improvements adopted, there was a 27.9% reduction in total time of exchanging model compared to the time recorded before implementing the methodology SMED. We highlight the 75% reduction in the time of assembly and disassembly of the machining devices on the 3rd Process, of the line under study. Has also proved crucial to the implementation of SMED technique to be successful in terms of efficiency and sustainability should be adopted a set of different tools "Lean Management" and standardization of work.

Keywords

Machining, *CNC* Center, Unplanned Stop, Planned Stop, SMED, Jig, Poka-Yoke.

“Eu vivo no presente, para construir o futuro, com a experiência do passado.”

Soichiro Honda

Fundador Honda Motor Co.Ltd

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XV
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	XVI
GLOSSÁRIO	XVIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ESTRUTURA.....	2
1.2. MOTIVAÇÃO.....	3
1.3. CONTRIBUIÇÃO	4
2. DESCRIÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO PRODUTIVO	5
2.1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO	5
2.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	6
2.3. DESCRIÇÃO DE UMA LINHA DE MAQUINAÇÃO	8
2.3.1. Centro de Maquinação <i>CNC</i>	8
2.3.2. Centros <i>CNC</i> – Tipologias	9
2.3.3. Sistemas para redução do tempo de <i>Setup</i> – Dispositivos de Fixação	9
3. CASO DE ESTUDO – IDENTIFICAÇÃO, SELECÇÃO E ANÁLISE DO PROBLEMA	12
3.1. SELECÇÃO DOS PRODUTOS/PROCESSOS	13
3.1.1. Indicadores de produção.....	14
3.1.2. Tempo improdutivo: Paragens Planeadas e Não Planeadas.....	15
3.1.3. Causas do tempo improdutivo	17
3.2. SELECÇÃO DA LINHA DE MAQUINAÇÃO PARA ESTUDO	20
3.3. ESTUDO DAS PARAGENS NÃO PLANEADAS DA LINHA 6	22
3.3.1. Linha 6 - Processo Produtivo.....	22
4. ESTADO DA ARTE	26
5. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SMED	35
5.1. DIAGRAMA ISHIKAWA – CAUSA TROCA DE MODELO	38

5.2.	PROCEDIMENTO INICIAL PARA TROCA DE MODELO	39
5.2.1.	Fluxo de Informação.....	39
5.3.	IMPLEMENTAÇÃO DA TÉCNICA SMED À LINHA 6	41
5.3.1.	FASE 0 – Análise do procedimento Actual	41
5.3.2.	FASE 1- Separar Operações Internas de Operações Externas.....	53
5.3.3.	FASE 2 – Transformar Operações Internas em Operações Externas.....	56
5.3.4.	FASE 3 – Melhoria das operações internas e operações Externas	61
5.3.5.	Implementação Sugestões de Melhoria.....	64
6.	ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MELHORIAS	65
6.1.	MELHORIA Nº1 E Nº2 - IMPLEMENTAÇÃO DE 5S	66
6.1.1.	Melhoria Nº1 e Nº2 – Fase “Seleccionar” – 5S	67
6.1.1.1.	Implementação da fase “Seleccionar” – 5S	70
6.1.2.	Melhoria Nº3 e Nº4 - Sistematizar e Standardizar – 5S.....	74
6.1.3.	Melhoria Nº1 e Nº2 - Polir e Standardizar – 5S	77
6.1.4.	Melhoria Nº1 e Nº2 - Sustentar.....	77
6.2.	NORMALIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS – TPO PARA TROCA DE MODELO	78
6.3.	MELHORIA Nº5 - OPTIMIZAÇÃO DE PERCURSO	79
6.4.	MELHORIA Nº7 E Nº8 - UTILIZAÇÃO DE APARAFUSADORA ELÉCTRICA E CHAVE DE ROQUETE.....	80
6.4.1.	Melhoria Nº7 e Nº8 - Análise de resultados	82
6.5.	5 WHY’S – VALIDAÇÃO.....	83
6.6.	ANÁLISE DE VIABILIDADE.....	85
7.	CONCLUSÕES	89
	BIBLIOGRAFIA.....	93
	WEBGRAFIA.....	96
	ANEXO A. - IDENTIFICAÇÃO DAS ACTIVIDADES.....	97
	ANEXO B. – TABELA PADRÃO DE OPERAÇÃO	100
	ANEXO C. ETIQUETAS PARA IDENTIFICAÇÃO.....	101
	ANEXO D. LIMPEZA/MANUTENÇÃO/ARMAZENAMENTO	102
	ANEXO E. – DESLOCAÇÃO / MOVIMENTO – PERCURSO INICIAL E PERCURSO PROPOSTO PELA TPO	103
	ANEXO F. - TEMPO PROCEDIMENTO OP30 (3ºPROCESSO).....	105
	ANEXO G. – DIMENSÕES DO KIT TROCA DE MODELO.....	106
	ANEXO H. – COTAÇÃO PLACA DE NYLON.....	107
	ANEXO I. FICHA TÉCNICA APARAFUSADORA ELÉCTRICA.....	108

Índice de Figuras

Figura 1 – Exemplo de compressor com “Cylinder Head” Ref:1219.....	6
Figura 2- Macro processos de fabrico.....	7
Figura 3 - Vantagens/Desvantagens. (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo, 2007)	9
Figura 4 - Tipologias de Centros – CNC.,(Seiki 2012) e (Company 2012)	9
Figura 5 - Sistema de montagem rápida de dispositivos. (Limited 2012).....	11
Figura 6 - Sequência dos Processos/Equipamentos da linha 6.....	23
Figura 7 - Dispositivo para fixação peça em (OP10-1ºPROCESSO) - (Máq.#6).....	23
Figura 8 - Dispositivo para fixação Ref.VGL em OP30 (3ºPROCESSO) (Máq.#33 e #37)	25
Figura 9 - Lean Manufacturing Methods – SMED <i>adaptado de</i> .(Kusar, Berlec <i>et al.</i> 2010)	28
Figura 10 – Nº de regras por Categoria e elementos que afectam o desempenho do Operador, <i>adaptado de</i> .(Van Goubergen and Lockhart 2005)	32
Figura 11 – Código de cores para identificação da actividade.....	38
Figura 12 - Diagrama ISHIKAWA – Causa Troca de Modelo	39
Figura 13 - Fluxo de informação para Troca de Modelo	40
Figura 14 - 5 WHY’s - 2.Procedimento de Desmontagem.....	51
Figura 15 - 5 WHY’s- 3.Procedimento de Montagem.....	52
Figura 16 – Implementação Sugestões de Melhoria	64
Figura 17 – Implementação do Serii/Sort/Seleccionar – Zona dos Dispositivos/Poka-Yoke	70
Figura 18 – 1ªAcção – Remoção e Identificação	71
Figura 19 – 2ªAcção – Segregação e Identificação (Etiqueta Verde e Amarela).....	72
Figura 20 – 3ªAcção – Zona para Kits Troca de Modelo e Equipamentos de troca	72
Figura 21 – 4ªAcção – Registo Troca de Modelo – Antes 5S	73
Figura 22 - 4ªFase – Registo Troca de Modelo – Após 5S.....	73
Figura 23 – Kit Proposto para Troca de Modelo Ref: VGN→VPP.....	77
Figura 24 – Procedimento Proposto – Utilização Ferramenta Eléctrica – (OP10-1ºPROCESSO).....	81
Figura 25 – Procedimento Proposto – Utilização Ferramenta Eléctrica – OP30 (3ºPROCESSO)	81
Figura 26 – 2.Procedimento de Desmontagem – 5 WHY’s – Resultados.....	83
Figura 27 - 3.Procedimento de Montagem – 5 WHY’s – Resultados	84

Figura 28 – Etiquetas para Identificação	101
Figura 29 – Procedimento de Limpeza/Manutenção/Armazenamento.....	102
Figura 30 – Percursos Iniciais	103
Figura 31 - Percurso Proposto na Tabela Padrão de Operação	104
Figura 32 – Registo de tempo de actividade – OP30 (3ºPROCESSO).....	105
Figura 33 - Dimensões do Kit Troca de Modelo.....	106
Figura 34 – Cotação para placa de <i>Nylon</i>	107
Figura 35 - Ficha Técnica – Aparafusadora eléctrica PSR 14,4 LI-2 (BOSH 2012) adapt	108

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – un/mês produzidas por linha e por mês	15
Gráfico 2 – Tempo improdutivo por linha/Mês	16
Gráfico 3 – Paragens Planeadas / Não Planeadas – Total de Paragens	16
Gráfico 4 – Diagrama PARETO – Causas tempos improdutivos – Paragens Planeadas e não Planeadas.....	18
Gráfico 5 – Causas das paragens Não Planeadas por linha/Mês.....	19
Gráfico 6 - Diagrama PARETO – Causas de Paragem Não Planeada	20
Gráfico 7 – Diagrama de Pareto - linha 6	22
Gráfico 8 – Sustentabilidade do tempo de <i>setup</i> - <i>adaptado de</i> .(Cakmakci and Karasu 2006; Cakmakci and Karasu 2007)	30
Gráfico 9 – Tempo Total/Actividade – Estado Inicial.....	45
Gráfico 10 – Tempo Total / Tipo de Acção (min)	45
Gráfico 11 – Tempo total(s) de troca de modelo por Processo.....	46
Gráfico 12 - %Tempo Tipo de Acção/Processo de Maquinação	47
Gráfico 13 – Tempo Total(s) – Actividade Externa e Acção – 2.Procedimento de Desmontagem	48
Gráfico 14 – Tempos Totais(s)/Actividade Externa – 3.Procedimento de Montagem.....	50
Gráfico 15 – Impacto da Acção “Identificação”	56
Gráfico 16 – Troca de Modelo/linha.....	67
Gráfico 17 – Qt.de Trocas(un) da Ref(x) para Ref(y) / linha.....	68
Gráfico 18 – Qt. De Trocas(un) da Ref(x) para Ref(y).....	69
Gráfico 19 – Qt. de trocas(un) da REF(x) para REF(y).....	69
Gráfico 20 – Modelo mais produzido(un) nos 6 meses em estudo (Nov-2011 a Abril-2012)	88
Gráfico 21 – Sustentabilidade do tempo de troca	91

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Correspondência linhas/Modelo.....	13
Tabela 2 - Composição de um dispositivo (OP10-1ºPROCESSO) - (#6).....	24
Tabela 3 – Composição de um dispositivo (OP30-3ºPROCESSO) (#33 e #37).....	25
Tabela 4 – Fase 0 – Análise do procedimento actual – Parte 0.....	42
Tabela 5 – Fase 0 – Análise do procedimento – Parte 1.....	43
Tabela 6 – Fase 0 – Análise do procedimento – Parte 2.....	44
Tabela 7 – Fase 1 – Separação das Operações Internas em Operações Externa – Parte 1 ..	53
Tabela 8 - Fase 1 – Separação das Operações Internas em Operações Externa – Parte 2...	54
Tabela 9 - Fase 1 – Separação das Operações Internas em Operações Externa – Parte 3...	55
Tabela 10 – Fase 2 – Transformar Operações Internas em Operações Externas – Parte 1 ..	58
Tabela 11 - Fase 2 – Transformar Operações Internas em Operações Externas – Parte 1 ..	59
Tabela 12 - Fase 2 – Transformar Operações Internas em Operações Externas – Parte 2..	60
Tabela 13 – Fase 3 – Melhoria das Operações Internas e Operações Externas	62
Tabela 14 – Melhoria N°3 e N°4 – Análise do procedimento	75
Tabela 15 – Componentes do Kit Troca de Modelo linha6 – Ref:VGN→VPP.....	76
Tabela 16 – Distância dos Percursos Realizados durante a Operação Troca de Modelo (T.TR.MOD).....	79
Tabela 17 – Resultados da Implementação das Melhorias N°7 e N°8 (Ferramenta Eléctrica)	82
Tabela 18 – Investimento Inicial.....	86
Tabela 19 – Ganhos previstos no número de peças c/ implementação da técnica SMED ..	86

Índice de Abreviaturas

T.REF.INT – Tempo de refeição e intervalo

T:LIMP:MÁ – Tempo de limpeza de máquina

T.REU.DIÁ – Tempo de reunião diária

T.TES.MAQ – Tempo para testes de maquinação

T.MAN.PER – Tempo de manutenção preventiva

T.TR.MOD - Tempo de paragem para troca de modelo

T.A.REP - Tempo paragem por motivo de avaria/Reparação

T.OUTRO - Tempo paragem por motivo não previsto (Falta de energia, Mudança de layout...)

T.TR.FERR - Tempo paragem para troca de ferramenta

T.AC.MEDI - Tempo paragem para acerto medidas

T.F.PE.P.AN - Tempo paragem por falta de peças processo anterior

T.F.OPE - Tempo paragem por falta operador

T.F.PE.F.AC - Tempo paragem por falta de peças Fundição/Acabamento

T.CÍR.Q - Tempo paragem para círculos da qualidade

T.ACI.TRAB - Tempo paragem por ocorrência de acidente trabalho

CNC – Computer Numerical Control

SMED – Single Minute Exchange Die

HSS – High Speed Steel

MQF – Mínima Quantidade de Fluido

OEE – (*Overall Equipment Efficiency*) - é uma taxa que avalia a eficiência geral de um equipamento, sendo que esta taxa é obtida pela multiplicação de três factores Disponibilidade, Qualidade e Performance. (*Oechsner, Pfeffer et al. 2002*)

TPO – Tabela Padrão de Operação

FIFO – *First In, First Out*

Glossário

Dispositivo – Equipamento desenvolvido para a fixação do componente, de modo a permitir a fixação do componente que vai ser maquinado.

Paragem Não Planeada – tempo que um recurso tinha previsto para operação, mas que não produziu por motivos de manutenção, reparação ou preparação (Management 2008)

Paragem planeada – Tempo que um recurso tinha previsto estar em paragem por motivos de manutenção preventiva, paragem de produção, preparação de máquina, refeição, intervalos.(Management 2008)

Poka-Yoke – São sistemas designados “anti-erro” e que procuram prevenir a falta de algum processo, ou seja, impedem que um produto avance no processo se tiver algum processo em falta anteriormente, previne erros de operador e falhas mecânicas da máquina.
Adaptado de.(Management 2008)

1. INTRODUÇÃO

Todos os dias as empresas debatem-se com desafios ao nível da optimização dos seus processos visando o aumento de produtividade e redução de custos adjacentes às suas actividades. Actualmente, e dada a concorrência em todos os sectores industriais a implementação de técnicas que permitam reduzir o custo unitário sem interferir no valor adicionado a um produto torna-se vital para a sustentabilidade das empresas. Um dos sectores onde a implementação de práticas de gestão que visam a redução do desperdício é tornada realidade, é o sector automóvel, sector este que de acordo com (Portugal 2012) caracteriza-se por:

- ❖ Sector horizontal integrador de tecnologias numa lógica de produto;
- ❖ Plataforma de desenvolvimento tecnológico e industrial;
- ❖ Promotor de cadeias de fornecimento de elevado valor acrescentado;
- ❖ Indutor de efeitos multiplicadores e de arrastamento sobre a globalidade do tecido empresarial;
- ❖ Indústria de média-alta intensidade tecnológica indutora de novas dinâmicas de produtividade;

Como se depreende, este é um sector com um papel chave nas economias, sendo uma das actividades mais importantes do mundo, alavancando um variado conjunto de sectores industriais. Para além disso, foi no seio da indústria automóvel que se viram reflectidas

grandes eras do desenvolvimento industrial, desde a produção em massa até à “produção magra” (*Lean Production*), não esquecendo no entanto práticas de gestão como a Gestão pela Qualidade Total.

Em (Inteli 2005).o automóvel é considerado um produto de uma indústria global, com uma cadeia de valor estruturada, embora não rigidamente hierarquizada.

Dada a importância deste sector para as economias e sectores adjacentes, torna-se claro que os processos de combate ao desperdício devem ser um objectivo contínuo das organizações.

A presente Dissertação decorreu em ambiente industrial numa empresa fornecedora da indústria automóvel em que as principais actividades industriais são a fundição injectada e maquinação.

A presente dissertação insere-se no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, Ramo Gestão Industrial, tendo como principal objectivo a redução do tempo de paragem não programada de uma linha de maquinação.

1.1. ESTRUTURA

No capítulo 1 e de modo atingir o objectivo proposto efectuou-se um estudo inicial para a caracterização produtiva das diversas linhas de maquinação. O estudo inicial abrangeu a recolha de dados no próprio local de trabalho recorrendo a conversas informais com os operadores, sub-líderes e líderes do sector de maquinação, recolha através de registo em vídeo e registo escrito dos procedimentos diários desses mesmos intervenientes, colecta de dados de produção proporcionados pelo Departamento de Controlo de Produção. Os dados disponibilizados pelo Departamento de Controlo de Produção, permitiram definir o período de tempo sobre o qual iria ser realizado o estudo e definir os indicadores de produção que seriam necessários para identificar qual a linha de maquinação a estudar. Após análise desses dados definiu-se que o estudo compreenderia uma duração de seis meses com início em Novembro de 2011 e fim em Abril de 2012.

No capítulo 2 é apresentada a descrição de todo o processo produtivo desde a fundição até ao Despacho¹. Apresenta-se também uma pequena descrição sobre a finalidade de uma

¹ Na empresa é empregue o termo “Despacho” para designar a actividade de expedição.

linha de maquinação, bem como quais as principais características, nomeadamente ao nível da diversidade dos equipamentos (Tipologias), processos envolvidos e características técnicas.

No capítulo 3, procedeu-se à selecção do produto/processo para estudo. É indicada qual a metodologia adoptada para identificar qual a linha com maior tempo de paragem não programada e desenvolve-se o estudo para determinar qual o motivo que mais contribui para a ocorrência dessas mesmas paragens.

Relativamente ao capítulo 4, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre trabalhos de investigação desenvolvidos na área em estudo, particularmente na área da implementação da técnica SMED.

O capítulo 5 procede à aplicação da ferramenta SMED de acordo com as 4 Fases que o compõem. Através da técnica dos 5 WHY's, procura-se conhecer e compreender as razões que levam a que se utilizem os actuais métodos. Apresentam-se também neste capítulo, as respectivas sugestões de melhoria propostas na FASE 3 do SMED.

O capítulo 6 descreve a implementação do plano de melhorias e análise da viabilidade das alterações pretendidas tendo em atenção aspectos, como o número de trocas modelo que ocorreram nos 6 meses em estudo, a produtividade média da linha, o custo médio de cada componente produzido e o investimento necessário para a implementação das propostas.

No capítulo 7 apresentam-se as conclusões finais do estudo comparando a eficiência do processo da linha de maquinação antes de serem implementadas as medidas e após a sua implementação, bem como um conjunto de propostas que poderiam ser alvo de estudo em trabalhos posteriores. Realça também diversos aspectos relacionados com a eficiência e sustentabilidade das propostas implementadas

1.2. MOTIVAÇÃO

É possível constatar em ambiente industrial, que todo o tipo de actividades que decorrem na organização têm um propósito, isto é, procura-se que na organização não existam actividades desnecessárias, ou que não gerem algum tipo de proveito para a mesma. Em indústrias de extrema competitividade e rigoroso controlo de custos de produção como é a indústria automóvel, eliminar as paragens não programadas revela-se como uma solução para incrementar a rentabilidade através do aumento da disponibilidade do equipamento.

Sendo esta empresa, uma fornecedora de componentes para a indústria automóvel, existe uma procura contínua em maximizar o tempo de funcionamento dos seus equipamentos, no entanto, existem situações como no caso de avarias ou alternância entre referências de componentes que não são previsíveis de contemplar na previsão do tipo de paragens de cada equipamento. Contudo, não sendo possível eliminar este tipo de paragens não planeadas, é possível mitigar o impacto das mesmas, e nesse sentido, este trabalho procura colmatar a falta de estratégias de combate a este tipo de paragens não planeadas no sector de Maquinação da organização onde decorreu este estudo.

1.3. CONTRIBUIÇÃO

A contribuição geral deste trabalho está associada ao desenvolvimento e teste de possíveis técnicas ou ferramentas de “*Lean Management*” e normalização do trabalho. O trabalho abordou a implementação da técnica SMED a uma linha de maquinaria, pelo que se procurou que o estudo fosse o mais detalhado possível sobre o procedimento em estudo. Pretende-se que com este trabalho, se compreenda que tipo de técnicas podem ser adoptadas e a forma como elas se relacionam aquando a implementação de um processo de melhoria contínua.

Realça-se, que este trabalho, mesmo sendo direccionado para estudo das paragens não programadas, não invalida, que o seu procedimento, possa em parte ser extrapolado para analisar qualquer processo de melhoria contínua em contexto industrial.

2. DESCRIÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO PRODUTIVO

Neste capítulo faz-se a uma breve apresentação do produto e descreve-se o respectivo processo produtivo. Essencialmente, procurar-se-á descrever o processo relativo ao fabrico do produto do tipo “*Cylinder Head*”.

2.1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O componente que se pretende estudar é um componente constituinte dos compressores de ar condicionado para automóveis. O componente seleccionado para o estudo é um componente em que as linhas revelam maior tempo de paragem.

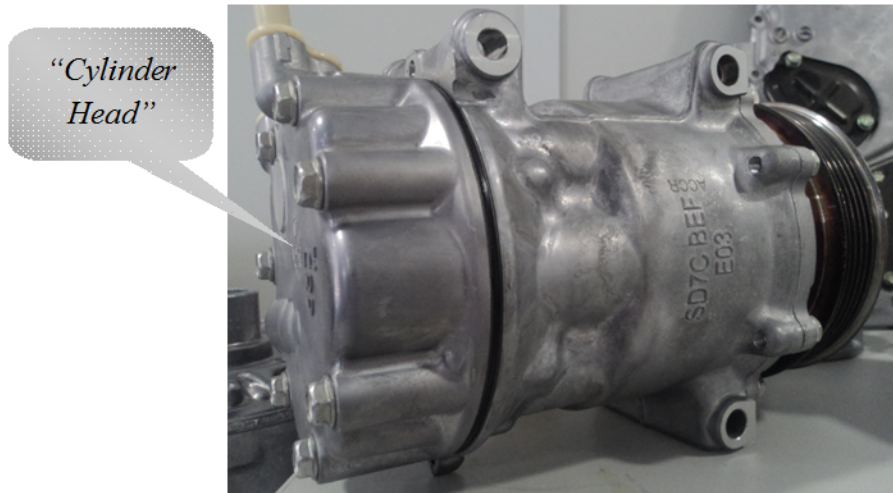


Figura 1 – Exemplo de compressor com “Cylinder Head” Ref:CRP

2.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

A finalidade da uma linha de maquinação é efectuar o processo de maquinação aos componentes após o processo de fundição e acabamento. Deve salientar-se que uma linha de maquinação, nomeadamente as linhas em estudo, não se limitam a efectuar processos de fresagem e torneamento de componentes. Na indústria automóvel e devido às elevadas cadências de produção e níveis de qualidade exigidos, as linhas de maquinação desempenham um papel fulcral ao nível da inspecção dos defeitos que podem surgir durante os diversos processos de fundição e maquinação. Por motivos de confidencialidade não é possível apresentar os respectivos desenhos de fundição e maquinação do componente que é produzido nestas linhas, para melhor compreensão das áreas da peça que necessitam de processo de maquinação

De seguida mostra-se um esquema simplificado dos processos anteriores e posteriores à Maquinação:

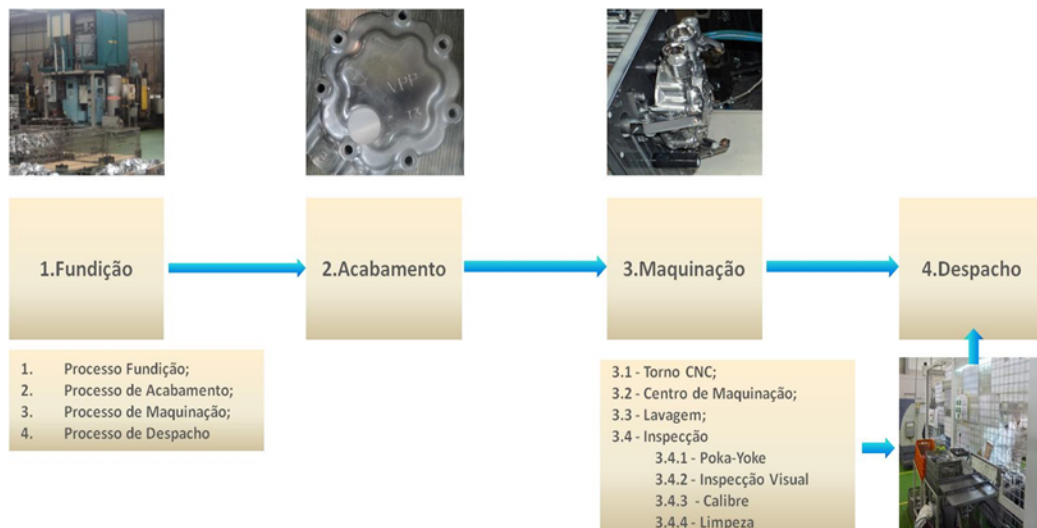


Figura 2- Macro processos de fabrico

Todos os componentes da empresa, iniciam processo no sector da Fundição, de seguida passam para o sector do acabamento para efectuar uma primeira remoção de defeitos de fundição como por exemplo a eliminação de película de alumínio, remoção de picos de alumínio, escareamento de furos e remoção de rebarba do datador. De seguida no processo de maquinação, o componente inicia o processo no torno, para maquinar a base, segue para os centros *CNC* para maquinar os restantes processo que variam consoante o tipo de componente, passam para a lavagem para desengordurar a peça e remover a limalha, e seguem para a inspeção através da colocação no *Poka-Yoke*. Na inspeção é realizada uma inspeção visual que procura identificar defeitos de maquinação como faltas de processo, processos inacabados, marcas de pressão, marcas de operação, rebarba, medidas fora de especificação, e de defeitos de fundição como poros, partidas e faltas de alumínio. A utilização de calibres tem o intuito de facilitar a verificação de algumas medidas sem ser necessário recorrer à medição da peça.

Como se pode ver, a operação inspecção é a última da gama operatória antes do despacho, assumindo desse modo vital importância para a manutenção dos padrões de qualidade, isto porque os componentes saem directamente da área de inspecção para os contentores que serão utilizados para o despacho. Na empresa o termo utilizado para a expedição da mercadoria é de “Despacho”, inclusive, na consulta do plano de produção, é indicado o desvio do número de peças relativamente ao número de peças do “Despacho” e não da “Expedição”.

Com o decorrer do estudo, será exaustivamente detalhado o processo relativo à produção dos componentes para a linha que for identificada para efectuar o estudo da redução dos tempos de paragem não programada.

2.3. DESCRIÇÃO DE UMA LINHA DE MAQUINAÇÃO

2.3.1. CENTRO DE MAQUINAÇÃO *CNC*

Um Centro de maquinação *CNC* permite efectuar diversos tipos de operações como por exemplo: torneamento, fresagem, rectificação, roscagem e furação, no entanto os equipamentos do tipo *CNC* têm uma aplicação muito vasta incluindo robôs de soldadura, prensas e até quinadoras.

Os centros de Maquinação *CNC* distinguem-se pelo facto de permitirem um controlo automático do equipamento envolvendo todos os parâmetros, desde os parâmetros de corte, trocas de ferramentas, caudal fluido de corte, movimentação da ferramenta, movimentação da peça, etc. Este tipo de equipamento automatizado possui as seguintes vantagens/desvantagens:

Vantagens/Desvantagens - CNC	
Vantagens; <ul style="list-style-type: none"> ❖ Grande precisão de Produção; ❖ Reduzido tempo de Produção; ❖ Permite maquinar contornos (3 a 5 Eixos); ❖ Incrementos flexibilidade de fabrico. 	Desvantagens; <ul style="list-style-type: none"> ❖ Custo Elevado; ❖ Manutenção; ❖ Necessita Operador Qualificado

Figura 3 - Vantagens/Desvantagens. (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo 2007) (University of Buffalo, 2007)

2.3.2. CENTROS CNC – TIPOLOGIAS

De seguida apresentam-se as principais tipologias de equipamentos do tipo CNC para maquinação e torneamento:



Figura 4 - Tipologias de Centros – CNC.,(Seiki 2012) e (Company 2012)

2.3.3. SISTEMAS PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* – DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO

Actualmente uma das principais preocupações das empresas dedicadas à maquinação de peças é estudar a forma de como reduzir o tempo de paragem do equipamento. Dado o

nível de automatização que os centros de maquinação possuem, em regra, as paragens de produção apenas ocorrem por avaria ou montagem de novo dispositivo.

A necessidade de montagem de novo dispositivo é devida à alteração do tipo de peça a produzir e pode ocorrer em qualquer momento da produção.

Nos casos de paragem para troca de dispositivo, é possível hoje em dia tornar as linhas de maquinação para produção em massa em linhas mais flexíveis. A flexibilidade de produção conjugada com a tipologia de implantação assume grande importância na eficiência da gestão da produção pois permite adaptar a produção à procura real.

Existem empresas especializadas em desenvolver sistemas de fixação rápida adaptadas a cada tipologia de equipamento de maquinação. Estes dispositivos apresentam as seguintes características:

- ❖ Elevada precisão de posicionamento;
- ❖ Alta capacidade de repetibilidade e exactidão de montagem;
- ❖ Possuem mecanismos que facilitam o movimento de elevação e deslizamento;

Este tipo de sistemas, é desenvolvido com o objectivo de reduzir os tempos de paragem para preparação dos dispositivos de fixação da peça a produzir, torna a linha de produção mais flexível permitindo produzir apenas a quantidade necessária e no momento necessário, reduz a necessidade de possuir stock e elimina a necessidade de gruas ou equipamentos de elevação para montagem e posicionamento dos dispositivos de fixação. Apresenta-se de seguida um exemplo de dispositivo desenvolvido para aplicação num centro de maquinação vertical:

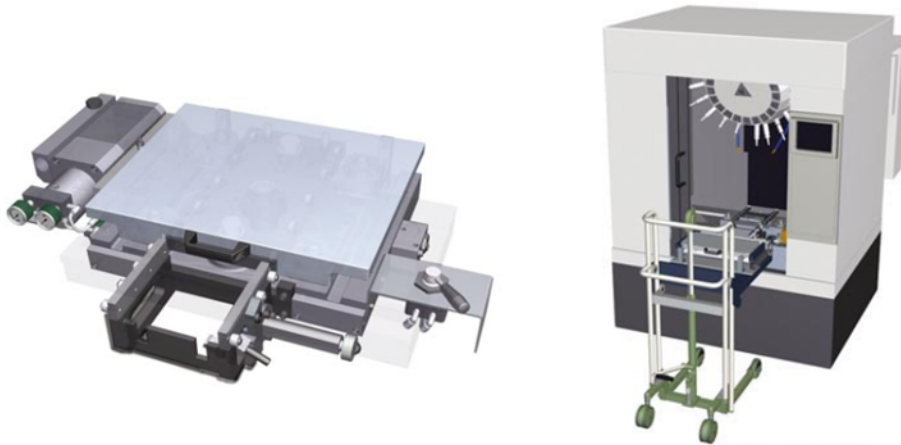


Figura 5 - Sistema de montagem rápida de dispositivos. (Limited 2012)

No sistema anterior, o dispositivo é montado numa base de transporte, e aquando da montagem no centro *CNC*, deixa de ser necessário colocar de forma manual o dispositivo no interior da máquina, pois este equipamento possui um sistema pneumático que eleva ligeiramente o dispositivo, permitindo que apenas seja necessário empurrar o mesmo, reduzindo assim o esforço necessário para o colocar no interior. Estes sistemas têm a vantagem que como a base é *standard*, deixa de ser necessário posicionar o dispositivo. Esta etapa desaparece pois no momento em que o dispositivo é empurrado para o interior, a posição final garante que o mesmo se encontra alinhado.

3. CASO DE ESTUDO – IDENTIFICAÇÃO, SELECÇÃO E ANÁLISE DO PROBLEMA

Neste mesmo capítulo, ir-se-á proceder à identificação, selecção e análise do problema, através da análise de diversos indicadores de produção que permitam identificar qual a linha com maior tempo de paragem não programada. É de igual forma desenvolvido um estudo para determinar quais os motivos que mais contribuem para a ocorrência dessas mesmas paragens.

3.1. SELECÇÃO DOS PRODUTOS/PROCESSOS

Dado que a empresa onde se desenrola este estudo, fabrica componentes para diversos clientes, este incidirá particularmente sobre um único tipo de modelo, designado por “*Cylinder Head*”, dado ser este o componente produzido em maior quantidade e ao qual existe a afectação de maior número de linhas de maquinação dedicadas, pois todas as linhas que maquinam “*Cylinder Head*”, não maquinam mais nenhuma família de componentes fabricados na empresa. Este modelo possui várias versões, sendo que durante o intervalo de tempo (6 meses) do qual se está a analisar os dados, terem sido produzidos 8 versões distintas num total de 11 referências que actualmente podem ser produzidas. Estes modelos estão repartidos pelas seguintes linhas de maquinação como indicado na tabela seguinte:

Tabela 1 - Correspondência linhas/Modelo

# Linha Maquinação	Modelos "Cylinder Head"	Código #linha Maquinação
#46#63#14#17	REF VGT REF 1341 REF VED REF VGL	1
#32#36#41	REF VGT REF 1341 REF VED REF VGL	2
#52#16#40#51	REF 1362 REF VPP REF VED REF 1317	3
#7#12#34#50;	REF VED REF 1317	4
#9#29#31#5#54;	REF VGR REF VGT REF VGH	5
#6#Haas#33#37;	REF VGN REF VPP REF VPR REF VGL	6

Todas as linhas podem produzir os modelos indicados na tabela, contudo as linhas podem diferir de umas para as outras apenas no número de centros *CNC*, isto é, em todas elas apenas existe um torno *CNC*. Por exemplo, a linha 3 possui 3 centros *CNC*, no entanto a linha 1 possui 5 centros *CNC* pois está mais balanceada para os modelos que são mencionados na Tabela 1.

De modo a ser possível efectuar um estudo mais aprofundado das causas que estão na origem das paragens não programadas de uma linha de maquinaria, optou-se, dado o elevado número de linhas existentes, por identificar as linhas com o maior tempo improdutivo provocado por paragens não programadas e daí efectuar todo o estudo de melhoria para essa linha. Assume-se este procedimento pois sendo este modelo em estudo, comum a todas as linhas de maquinaria, essencialmente o que varia para as outras versões são: o número de processos de maquinaria e duração de cada processo, possuindo todas as versões e gamas operatórias muito semelhantes.

Para obtenção do objectivo deste presente estudo, a fase de identificação dos Produtos/processos a otimizar seguirá os seguintes passos:

- ❖ Identificação das linhas de maior/menor volume de produção;
- ❖ Identificação das linhas com maior/menor tempo de paragem;
- ❖ Identificação das principais causas de paragem programada e não programada (6 Meses).

3.1.1. INDICADORES DE PRODUÇÃO

De acordo com a Tabela 1 apresenta-se de seguida um Gráfico para representar um dos principais indicadores de capacidade produção relacionando o número de unidades (un) /mês de acordo com o intervalo de tempo de 6 meses:

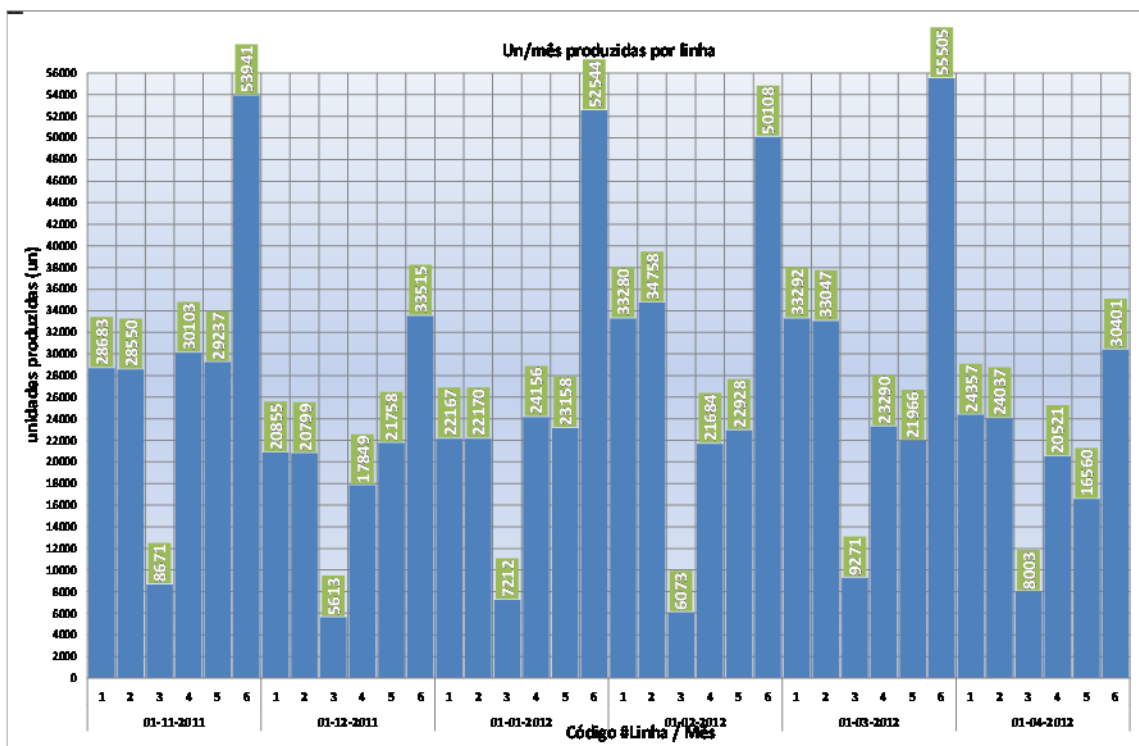


Gráfico 1 – un/mês produzidas por linha e por mês

Analisando o Gráfico 1 é possível identificar que as linhas de maquinação com maior volume de produção são a linha com Código 6 e a linha com Código 1 (Ver Tabela 1 para converter para a linha Maquinação). Quanto à linha de menor volume de produção encontra-se a linha com Código 3 com uma produção total de apenas 44.843un. A linha 6 destaca-se como a linha com maior volume de produção devido ao facto de as referências por ela produzidas serem as referências com menor tempo de ciclo.

3.1.2. TEMPO IMPRODUTIVO: PARAGENS PLANEADAS E NÃO PLANEADAS

Um indicador directamente relacionado com a capacidade produtiva, é o tempo não produtivo dos equipamentos, nesse sentido mostra-se de seguida qual o perfil dos tempos de paragem (Paragens planeadas e paragens não planeadas) das diversas linhas nos últimos 6 meses:

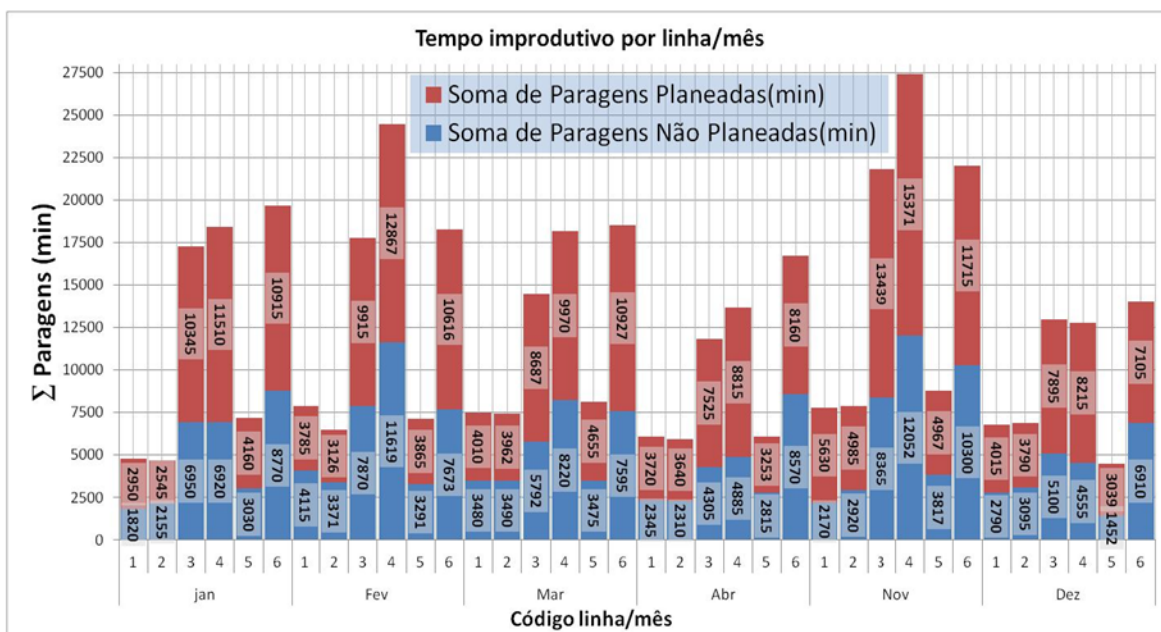


Gráfico 2 – Tempo improdutivo por linha/Mês

Do Gráfico 2 pode-se inferir acerca do total de tempo improdutivo por linha de maquinação em função do mês, para além disso, é possível quantificar a proporção do tempo sujeito a paragens não programadas relativamente ao total de tempo improdutivo da linha. De acordo com o Gráfico 3 as linhas que registaram maior tempo improdutivo foram as linhas com Código 4, 6 e 3. A medida de tempo improdutivo apresentada no Gráfico é a soma do tempo improdutivo por paragem planeada e por paragem não planeada, quer isto dizer que se deve quantificar o tempo de cada tipo de paragem, no total de tempo de paragem da linha, pelo que se mostra de seguida os respectivos valores:

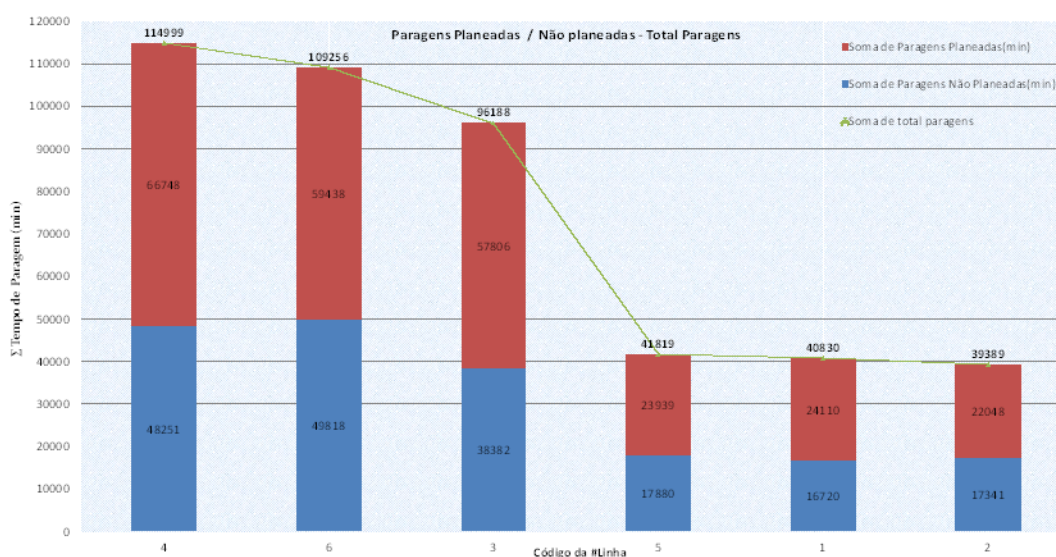


Gráfico 3 – Paragens Planeadas / Não Planeadas – Total de Paragens

Do Gráfico 3 pode-se concluir que apesar de existirem linhas que na realidade estão mais tempo paradas que outras, não significa que sejam estas as linhas que necessitem de intervenção de melhoria, porque na realidade essa paragem estava contemplada ou planeada pelo que em termos de produção não apresenta prejuízo no global da sua capacidade produtiva. No entanto quando um equipamento tem uma paragem não planeada, o seu tempo de paragem irá afectar a sua capacidade de produção pois a sua produção para aquele dia não tinha em conta que o equipamento iria parar. Mesmo que no OEE (*Overall Equipment Efficiency*) o factor da componente disponibilidade e produção estejam contemplados, estes são sempre valores aproximados. Por exemplo, no Gráfico 3 é possível ver que a linha 4 é a que possui maior tempo de paragem total, no entanto é a linha 6 que possui maior tempo de paragem não planeada totalizando 45,6% do tempo total de paragem ao invés de 41,9% relativamente à linha 4, portanto, será a linha 6 a que contribuiu mais para o desvio negativo relativamente à produção prevista.

A diferença registada com as paragens planeadas entre as diversas linhas prende-se com as necessidades de produção e a disponibilidade de recursos humanos, isto é, é frequente no período de almoço, as operadoras serem deslocadas de uma linha para outra de modo a que esta última não pare enquanto a operadora que se encontrava alocada vai almoçar. Isto acontece, devido à necessidade que por vezes existe em suprir encomendas de determinadas referências com data mais próxima de despacho permitindo assim aumento o tempo útil de funcionamento daquela linha.

3.1.3. CAUSAS DO TEMPO IMPRODUTIVO

Apesar de o Gráfico anterior permitir ter uma leitura quantitativa do tempo de paragem e do tipo de paragem (Planeada ou não Planeada por linha), torna-se fulcral ir mais longe e identificar as causas do tempo improdutivo, assim sendo deve-se proceder à elaboração de um Diagrama PARETO como indicado no Gráfico seguinte, pois este tipo de análise permite inferir sobre as 20% de causas que provocam 80% dos tempo improdutivos ou paragens de produção; assim fica:

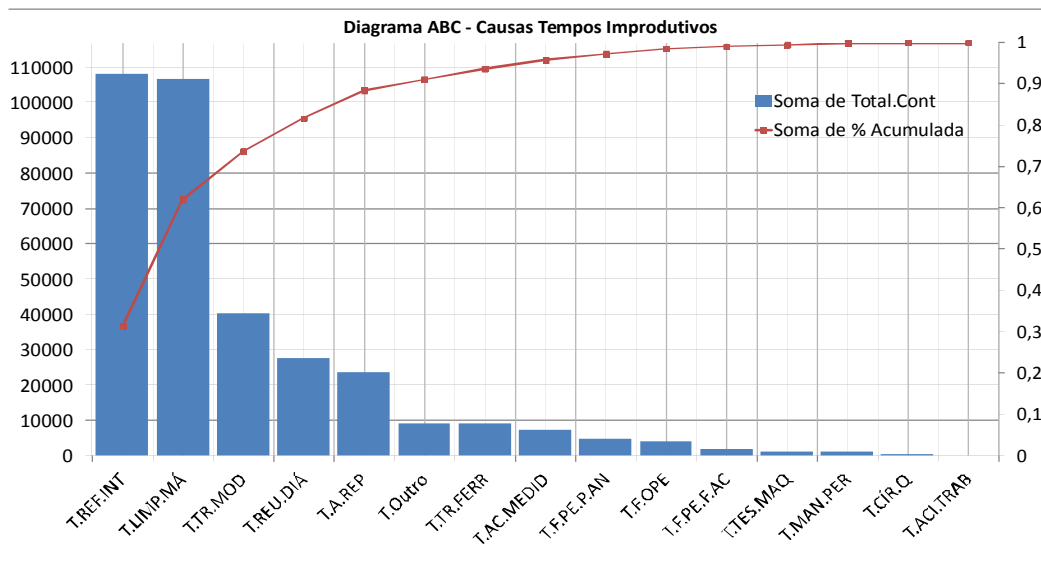


Gráfico 4 – Diagrama PARETO – Causas tempos improdutivo – Paragens Planeadas e não Planeadas

No Gráfico 4, estavam contempladas as causas que estavam na origem das paragens planeadas e das paragens não planeadas, no entanto e no sentido estudar as causas não planeadas apresenta-se no Gráfico 5 o impacto das causas das paragens não programadas por linha em função do Mês. De modo a facilitar a interpretação do Gráfico5, aconselha-se a consulta do *Índice de Abreviaturas* relativa às abreviaturas das respectivas paragens não planeadas. As paragens planeadas são: T.REF.IN, T.LIMP.MÁ., T.MAN.PER. e T.REU.DIÁ.

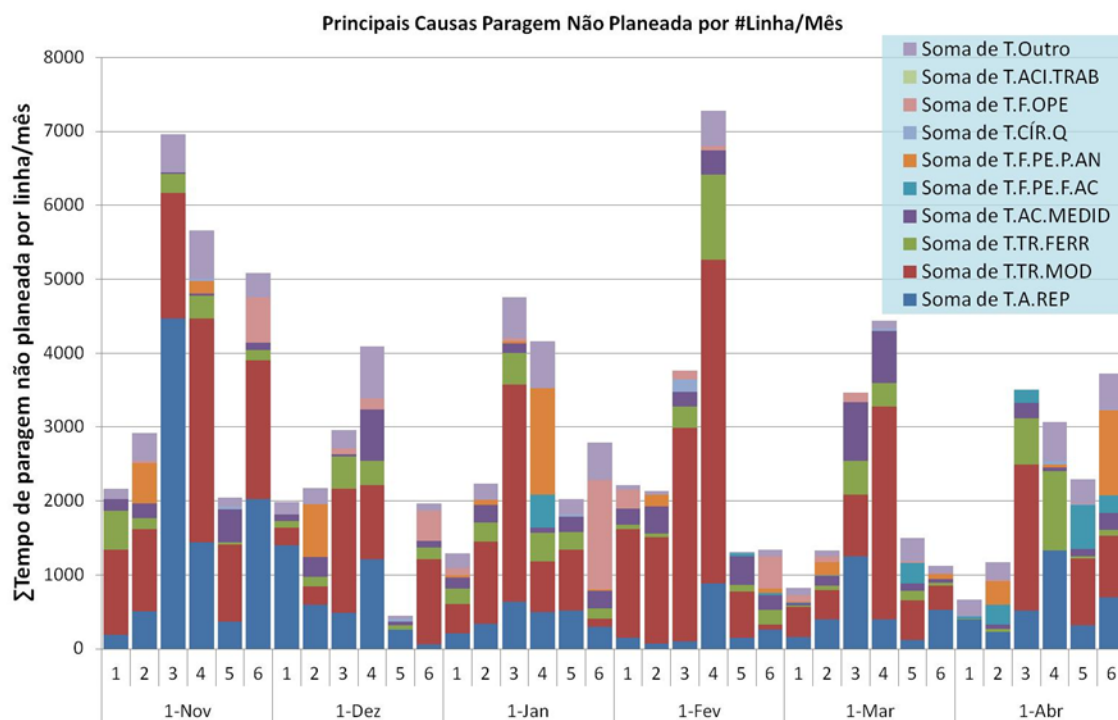


Gráfico 5 – Causas das paragens Não Planeadas por linha/Mês

No estudo das causas não planeadas achou-se importante realçar, que estas ocorrem de forma constante, não sendo por isso acontecimentos esporádicos, justificando assim a necessidade de combater estes desperdícios de tempo que se traduzem em quebras de produtividade significativas. Como se pode comprovar na análise do Gráfico 5, em todos os meses que este estudo incidiu, o mesmo tipo de paragens não programadas ocorreram sempre, variando apenas no somatório do tempo de paragem.

Conhecendo as causas principais de paragem não planeada através da consulta do Gráfico 5, avança-se para a identificação das mesmas recorrendo novamente ao diagrama PARETO:

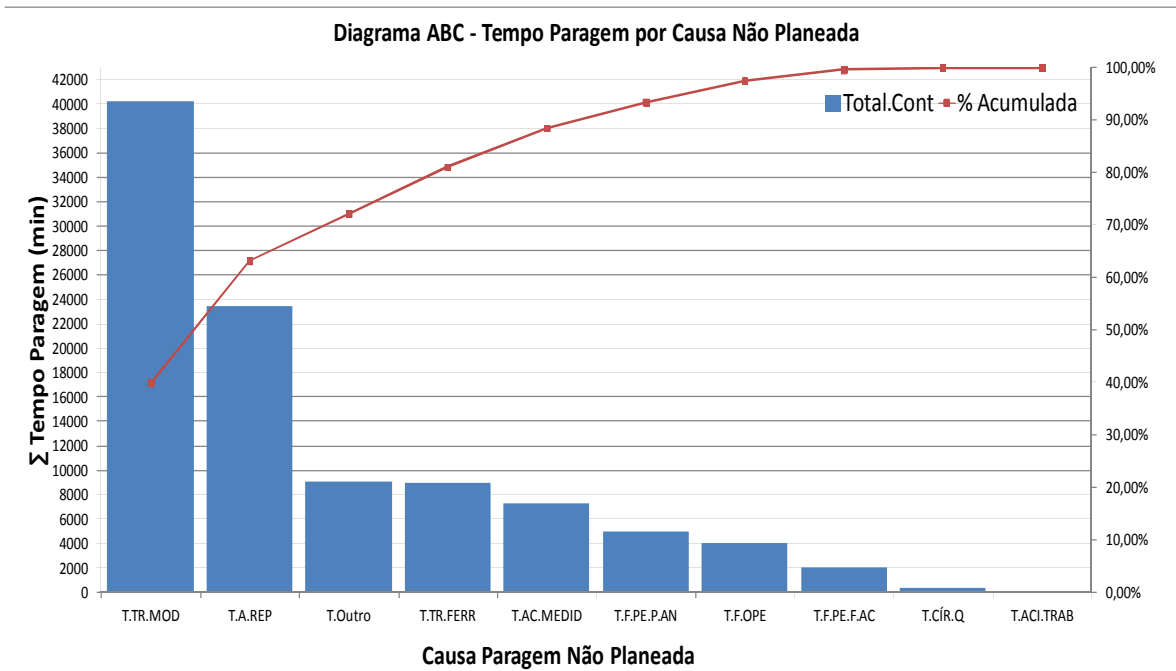


Gráfico 6 - Diagrama PARETO – Causas de Paragem Não Planeada

De acordo com o Gráfico 6, as causas T.TR.MOD e T.A.REP, representam 80% do tempo total de tempo de paragem não planeada relativa a totalidade das 6 linhas analisadas.

3.2. SELECÇÃO DA LINHA DE MAQUINAÇÃO PARA ESTUDO

A escolha da linha para estudo assentou na aplicação essencialmente de um critério, que é o total de tempo de paragem não planeada. Com base nesta linha de maquinação, serão trabalhados procedimentos que permitam reduzir o tempo de paragem não planeada, de modo a incrementar a capacidade produtiva nesta linha. Após exposição e tratamento dos dados relativos ao fabrico do modelo “*Cylinder Head*”, para o período de Novembro de 2011 a Abril de 2012, e com base nos indicadores de produção mencionados na metodologia de selecção apresentado, a linha que seria alvo do estudo será a que tem o Código de linha 6.

Como se verifica no Gráfico 5, todas as linhas possuem diversas causas de paragem não programada sendo que algumas dessas paragens são acontecimentos crónicos e permanentes, onde se destacam as paragens para troca de modelo que de acordo com o Gráfico 6, as paragens para troca de modelo e as paragens por avaria/reparação representam aproximadamente 80% do tempo total de paragem não programada, seguem-

se as paragens por outros motivos, que neste caso se incluem paragens por falta de energia e movimentações para reorganização de layout.

3.3. ESTUDO DAS PARAGENS NÃO PLANEADAS DA LINHA 6

A linha 6 caracteriza-se por produzir quatro modelos (Ver Tabela 1) e que relativamente ao período em estudo apresenta como principais causas de paragem não planeada as seguintes:

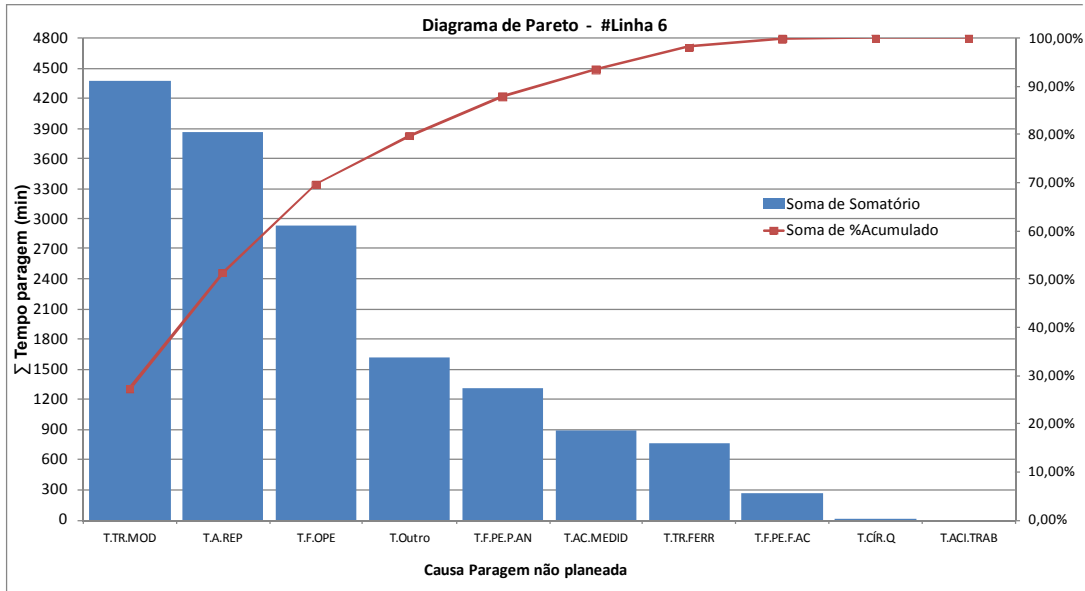


Gráfico 7 – Diagrama de Pareto - linha 6

De acordo com o Gráfico 7, as principais causas de paragem não planeada na linha 6 são a Troca de modelo e as paragens por avaria/reparação. Com base nesta análise, estas seriam as causas nas quais se deveriam implementar melhorias, no entanto e por restrições tecnológicas, humanas e operacionais nem sempre se consegue otimizar um determinado processo da forma pretendida. Procurar-se-á então, otimizar em primeiro lugar todo o procedimento de troca de modelo, pois esta causa representa aproximadamente 90% do tempo total de paragem não programada.

3.3.1. LINHA 6 - PROCESSO PRODUTIVO

Dado que na linha 6 são produzidas quatro referências do modelo “*Cylinder Head*”, automaticamente, o tempo disponível para produção do equipamento será fortemente condicionado pelo tempo necessário para troca de modelo. Dado que todos os modelos produzidos nesta linha utilizam quatro equipamentos, uma troca de modelo implica substituir quatro dispositivos. De seguida apresenta-se a sequência completa das operações bem como o equipamento onde essa operação é efectuada:

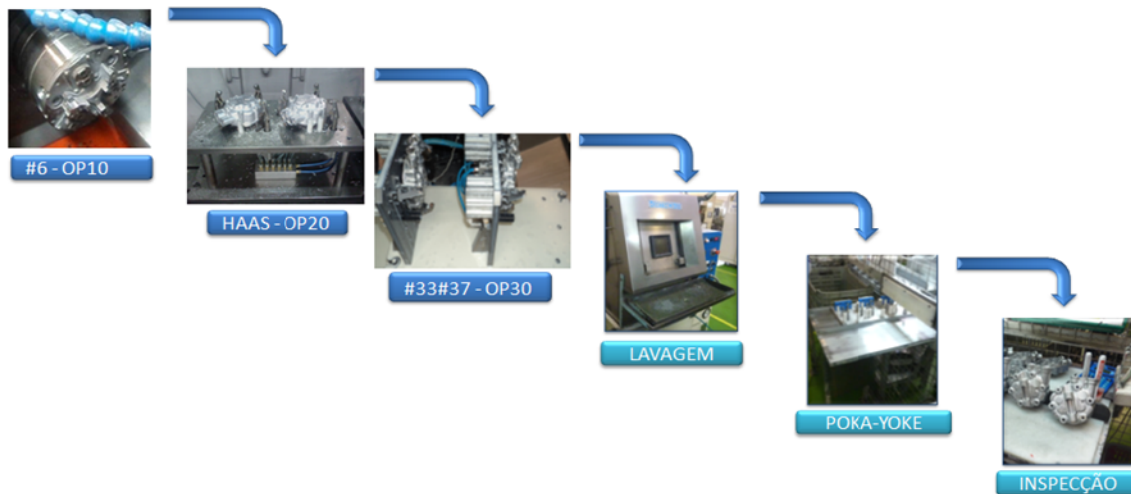


Figura 6 - Sequência dos Processos/Equipamentos da linha 6

No estudo que será desenvolvido nos próximos capítulos será dado especial destaque ao processo de troca de modelo nas fases que envolvem (OP10-1ºPROCESSO) e (OP30-3ºPROCESSO), devido às características técnicas inerentes a estes processos. Desse modo segue-se uma breve descrição da composição destes dois processos de modo a facilitar a compreensão do trabalho desenvolvido posteriormente. Relativamente a (OP10-1ºPROCESSO), a composição do dispositivo de fixação do componente para maquinação é a seguinte:

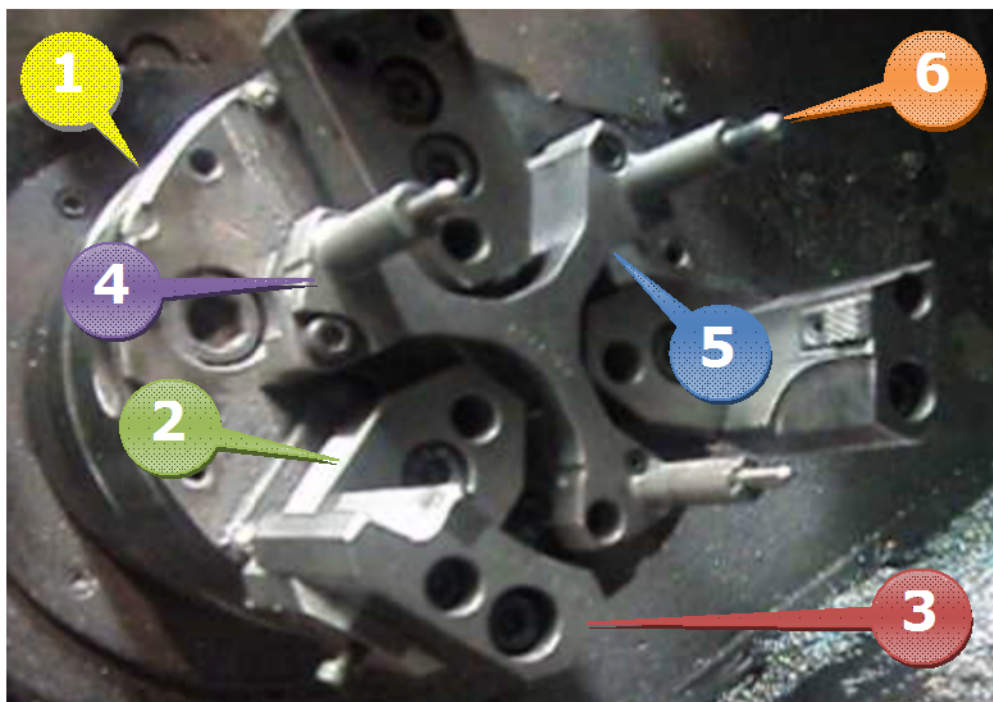


Figura 7 - Dispositivo para fixação peça em (OP10-1ºPROCESSO) - (Máq.#6)

Na figura anterior pretende-se mostrar a composição típica de um dispositivo de maquinação aplicado em torno *CNC*, neste caso é o dispositivo correspondente ao modelo VPP. Recorrendo à tabela seguinte, será possível identificar qual a função de cada componente do dispositivo:

Tabela 2 - Composição de um dispositivo (OP10-1ºPROCESSO) - (#6)

Nº	Designação	Descrição
1	Bucha	Componente rotativo do torno onde é montado todo o dispositivo de fixação da peça.
2	Base do Mordente	Este componente visa a fixação a montagem dos mordentes fixando-os à bucha.
3	Mordente	Estes componentes fixam o componente, estando aparafusados à base do mordente(Nº2).
4	Base dos sensores de Ar	Componente com duas funções:Fixação dos pinos de posicionamento da peça e inclui o sistema de detecção da colocação da peça.
5	O´ Rings	Estes componentes são montados entre a bucha e a base dos sensores de ar (N4) vedando o interface destes componentes.(não se encontra visível na figura anterio)
6	Pinos Posicionament o	São utilizados para a o posicionamento da peça a maquinar.

Relativamente a (OP30-3ºPROCESSO) e sendo este processo mais lento que (OP10-1ºPROCESSO) e (OP20-2ºPROCESSO), necessita de duas máquinas de modo a manter a produção balanceada, no entanto os dispositivos são exactamente iguais, pelo que a composição dos dispositivos de fixação é a seguinte:

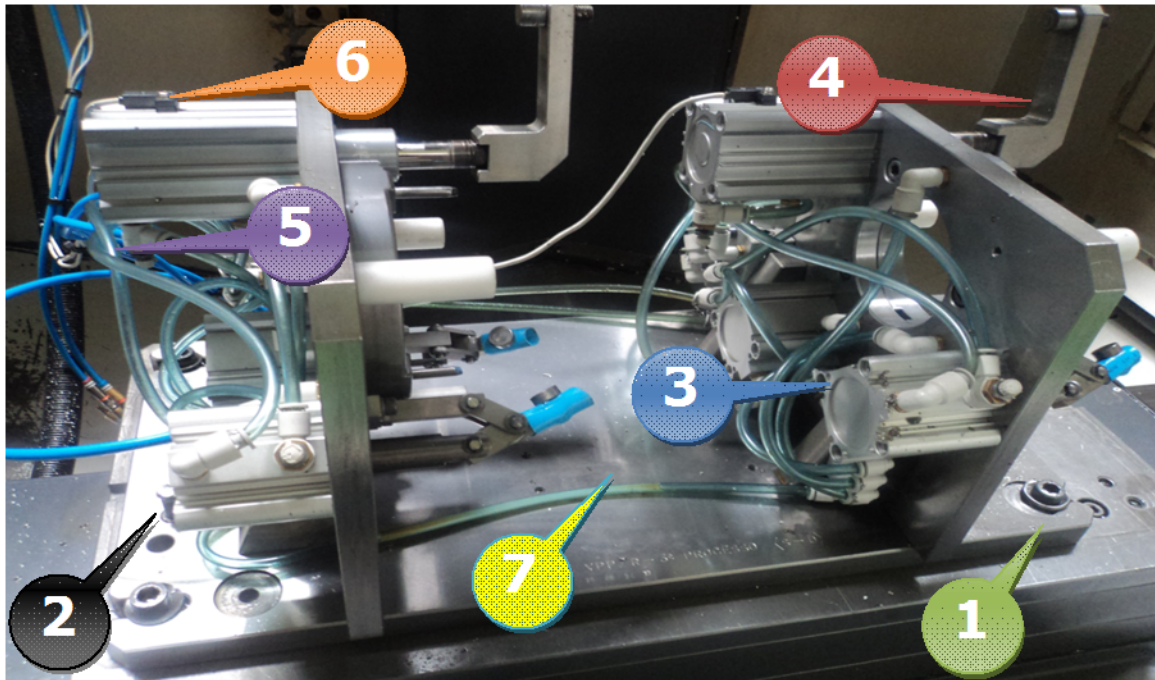


Figura 8 - Dispositivo para fixação Ref.VGL em OP30 (3ºPROCESSO) (Máq.#33 e #37)

Na figura anterior pretende-se mostrar a composição típica de um dispositivo de maquinação, neste caso é o dispositivo correspondente ao modelo VGL. Recorrendo à tabela seguinte, será possível identificar qual a função de cada componente do dispositivo:

Tabela 3 – Composição de um dispositivo (OP30-3ºPROCESSO) (#33 e #37)

Nº	Designação	Descrição
1	Parafuso de fixação	4 Parafusos M8x50 para fixação do componente Placa Base (Nº7) à mesa do centro CNC.
2	Pino Posicionamento	Este componente visa garantir que o dispositivo apenas possui apenas uma posição de ser montado.
3	Cilindro Pneumático	6 Cilindros Pneumáticos para actuação dos grampos.
4	Grampo	6 Grampos que são actuados pelos cilindros fixando a peça ao dispositivo durante o processo de maquinação.
5	Tubos de ar comprimido	Conduzem o ar comprimido até aos cilindros de modo a permitir a actuação de duplo efeito (abertura e Fecho)
6	Detector Magnético	Os detectores são utilizados para limitar o curso de movimento de fecho dos grampos
7	Placa Base	Suporta todos os componentes do dispositivo permitindo a sua fixação à mesa do centro CNC.

4. ESTADO DA ARTE

Durante a última década a necessidade de redução dos tempos de preparação foi um tema transversal a muitas indústrias, dado a transformação verificada no mercado devido a alteração dos hábitos de procura o que introduziu a necessidade de flexibilidade por parte do produtor. A evolução do paradigma da procura induziu a uma redução do tamanho das encomendas e da dimensão das mesmas. Actualmente os consumidores, independentemente do produto, valorizam reduzidos tempos de entrega e maior fiabilidade.

Os autores Cakmaki (2009) e Kusar, Berlec *et al.*(2010) indicam que de modo a reduzir os tempos de entrega deve-se reduzir os lead-times do produto, pelo que a forma mais eficiente de o fazer é através da redução dos tamanhos de lote e para isso é necessário aumentar a flexibilidade ao invés de produzir stock que fica retido em armazém à espera de consumidor. Segundo SHINGO (1985) a diferenciação do produto deve ser obtida através da qualidade e rapidez de entrega e a um preço razoável. Através desta afirmação, percebe-se que Shigeo Shingo compreendeu que a prontidão e flexibilidade são a chave para o sucesso. É portanto na melhoria contínua de processo, através das diversas ferramentas que compõem o “*Lean Manufacturing*” que é realizada uma aproximação sistemática ao estudo de processo de modo a adaptar a produção à procura do mercado, isto é, reduzindo sistematicamente o desperdício, quer seja em excesso de matéria-prima em curso ou produto acabado.

A técnica SMED foi desenvolvida por Shigeo Shingo SHINGO (1985) sendo esta uma metodologia utilizada e amplamente desenvolvida no âmbito do *Just-in-Time*. Spann, M.Rahman *et al.* (1999)

SHINGO (1985) define o conceito SMED descrevendo-o em 4 fases conceptuais e que são:

- ❖ FASE 0 – Procedimentos Internos e Externos não são distinguidos – Condição Inicial;
- ❖ FASE 1 - Separação das actividades Internas e Externas;
- ❖ FASE 2 -Converter Actividades Internas em Externas;
- ❖ FASE 3 - Optimizar todos os aspectos do procedimento de preparação.

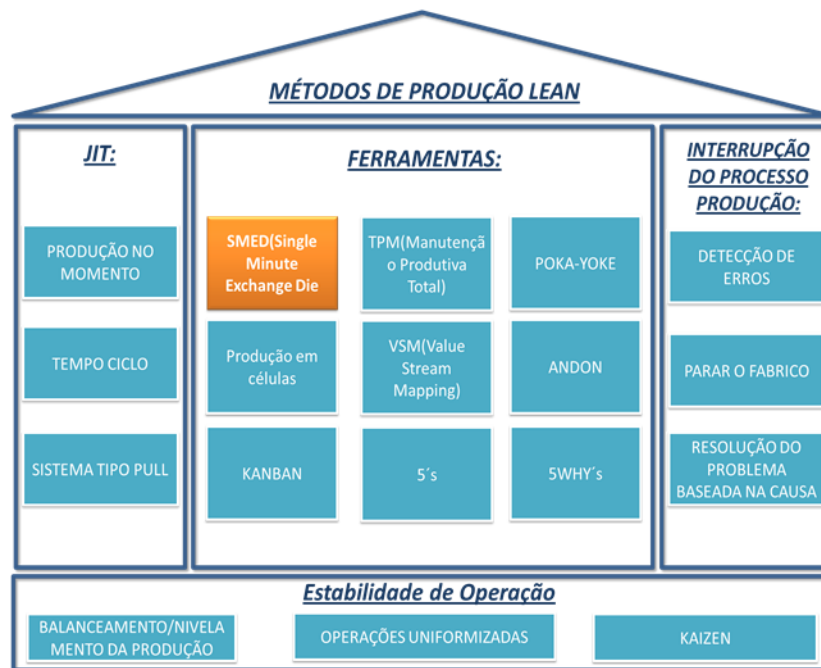


Figura 9 - Lean Manufacturing Methods – SMED *adaptado de*.(Kusar, Berlec et al. 2010)

Para além da definição de *Single Minute Exchange Die* está o acrónimo SMED que de acordo com SHINGO (1985), “‘SMED’ is an scientific approach to set-up time reduction that can be applied in any factory to any machine”. Mencionando Esrock (1985), SMED também pode ser descrito com o simples objectivo de que o tempo de *setup* seria inferior a 10 minutos.

McIntosh, Culley *et al.* (1996) no seu trabalho mencionam que vários autores já mostraram reservas relativamente ao termo SMED, mas reconhecem que o mesmo está enraizado na percepção académica e industrial como sendo uma actividade de melhoria rápida e que segundo Oliver (1989) tem sido descrito com uma nova definição –“SMED – Para minimizar tempo de preparação”. Segundo Van Goubergen, D. *et al* (2002), é muito importante reduzir o tempo de preparação de uma máquina durante a implementação de um processo de optimização contínua de processo, pois este tempo de preparação tem um impacto muito grande nos custos de produção devido à actual redução dos tamanhos das encomendas.

Holweg (2005) revela que a técnica SMED é essencial em ambientes de produção em massa mas ainda mais, em contextos de produção pouco repetitivos, caracterizados por produtos altamente diferenciados e adaptados à necessidade cada utilizador, logo por consequência existe uma grande variedade de produtos e baixos volumes de produção

individualmente, sendo a sua opinião reforçada por Jina, Bhattacharya *et al.* (1997). A qualidade do tempo de preparação de uma máquina é definido com base em 3 parâmetros de acordo com Goubergen and Landeghem (2002):

- O método utilizado para preparação da máquina (Como?);
- Organização das tarefas para a preparação da Máquina (Quem?, O quê? e Como?);
- Aspectos técnicos das ferramentas e dispositivos.

As técnicas de mudança rápida de ferramenta podem também ser designadas de *quick changeover* Pinto, C.Neto *et al.* (2009). *Quick Changeover* é também uma das seis áreas principais da técnica TPM (*Total Productive Maintenance*). McIntosh, Culley *et al.* (2000).

Severson (1988) define *Changeover* como o tempo decorrido entre o último produto bom do ciclo anterior e o primeiro produto bom do ciclo seguinte. Para McIntosh, Culley *et al.* (1996) *Changeover* é a soma do tempo de *setup*, ou seja, o período de paragem entre as produções durante a troca de produto, com o tempo de arranque, que é o tempo gasto para estabilizar a produção no que diz respeito à taxa de produção e à qualidade requeridas.

Para Ohno (1997), a redução do tempo de mudança permite obter um grande número de vantagens: produção de lotes mais reduzidos; redução do *lead time*; redução de *stocks*; aumento da qualidade; redução de desperdício e retrabalho; aumento da flexibilidade e aumento de produtividade. A redução dos tempos de preparação de máquina deve ser obtida através de uma metodologia que assegure a sustentabilidade e a estabilidade do processo ao longo do tempo, quer isto dizer que para avaliar a performance de uma melhoria adoptada para reduzir o tempo de preparação, deve-se avaliar a estabilidade do tempo de preparação ao longo de várias preparações do equipamento de modo a determinar se o tempo de preparação aumenta, ou diminui. Após um trabalho de optimização desenvolvido por Cakmakci and Karasu (2007) numa empresa de fabrico de jantes para camiões reparou que existia troca frequente de moldes para ajustar a produção ao tamanho de jantes e ao tipo de furação das mesmas. Posto isto, o mesmo autor, no mesmo trabalho, verificou que existia variabilidade nos tempos de troca de ferramenta, isto é, entre o tempo que era utilizado actualmente na troca de molde, o tempo que inicialmente era gasto e o tempo de duração da troca mais rápida que tinha sido registada existiam diferenças significativas, demonstrando dificuldade na sustentabilidade do procedimento, como se pode ver no gráfico seguinte:

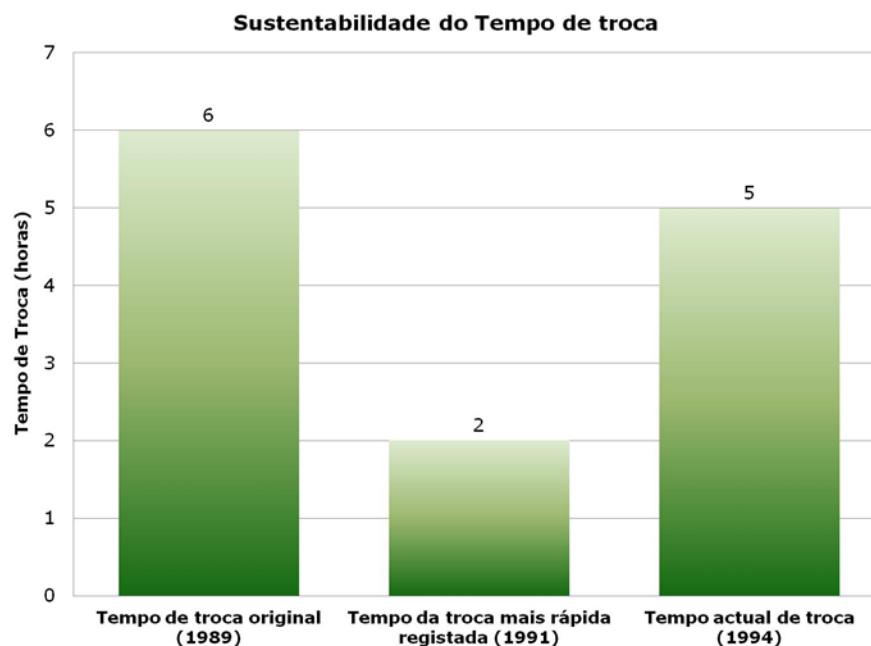


Gráfico 8 – Sustentabilidade do tempo de *setup* - *adaptado de*.(Cakmakci and Karasu 2006; Cakmakci and Karasu 2007)

Por outro lado, quando se dimensiona ou projecta uma alteração no aspecto técnico, esta pode ser mais dispendiosa, mas terá um funcionamento sempre estável, enquanto, que, quando se procura alterar rotinas ou metodologias, estas podem ser mais baratas, mas são menos sustentáveis a longo prazo, a não ser que sejam controladas. É possível visualizar a relação entre o custo e o tempo de troca, que podem ser obtidos e qual seu limite teórico de acordo a estratégia de melhoria adoptada, consultando Cakmakci and Karasu (2007) e Cakmakci and Karasu (2006).

É neste domínio que entra o aspecto humano, procurando-se efectuar uma melhoria à técnica SMED, nos aspectos onde esta falha, nomeadamente na criação de metodologias para alcançar de um modo mais eficiente, uma rotina normalizada, sendo a normalização das rotinas a melhor forma de alcançar estabilidade no processo de *changeover*. Goubergen and Landeghem (2002).

A normalização de um procedimento consiste em duas fases. A primeira fase consiste em determinar qual a sequência lógica dos procedimentos de modo a reduzir o tempo de *setup*, tendo a técnica SMED impacto neste aspecto, e a segunda fase é orientada para o “movimento do corpo”, ou seja optimização dos movimentos corporais eliminando movimentos desnecessários e simplificando outros.

Na segunda fase, é necessário recorrer ao estudo MTS (*Motion Time Study*). Cakmakci and Karasu (2006); Cakmaki and Karasu (2009). O MTS é uma técnica de estudo do tempo designada MTM (*Methods-Time Measurement*), sendo que esta técnica procura descrever uma tarefa ou procedimento recorrendo à caracterização da mesma baseada em 7 movimentos básicos do corpo humano tendo estes, um tempo de execução específico, é portanto um sistema de tempo predeterminado.

Segundo Di Gironimo, Di Martino *et al.* (2012) o MTM (*Methods Time Measuremen*) foi desenvolvido em 1940s nos EUA sendo o primeiro método amplamente divulgado de PMTS (*Predetermined Methods Time System*). O primeiro nível de MTM chama-se MTM-1, sendo este um processo bastante demorado mesmo recorrendo à ajuda de um computador. Uma das ferramentas mais conhecidas para trabalhar este tipo de dados é o software Jack by Siemens-UGS. Diversas variantes do sistema MTM (MTM-2 e MTM-3) surgiram durante as décadas de 1950's e 1960's com o mesmo objectivo de analisar os movimento humanos básicos e reduzir o tempo de análise.

De acordo com Di Gironimo, Di Martino *et al.* (2012) surgiram outras variantes de alto nível como é o caso do MOST (*Maynard Operation Sequence Technique*) o SAM (*Sequence Activity Method*) e o UAS (*Universal Analyzing System*). O modelo UAS foi criado com o intuito de reduzir o tempo de análise, eliminar os defeitos encontrados no MTM-2 e MTM-3 e ir ao encontro da necessidade que os produtores tinham em aumentar a produtividade na área da produção em lotes.

De acordo com Di Gironimo, Di Martino *et al.* (2012) o sistema MTM-UAS é amplamente utilizado na indústria automóvel para analisar operações com duração entre 1min e 3min para além de contribuírem para a análise do balanceamento de linhas de produção. Atentando a Dempsey and Mathiassen (2006), Laring, Forsman *et al.* (2002) e Cimino, Longo *et al.* (2009) existem estudos recentes, que indicam que este sistema pode ser adaptado para incluir informação acerca da ergonomia servindo como ponto de partida para avaliações ergonómicas.

Di Gironimo, Di Martino *et al.* (2012) e o Grupo ELASIS (*Research Center of FIAT Group*), demonstraram que MTM-UAS não é a abordagem mais indicada para medir o tempo de operacionalidade de um procedimento pelo facto de não ter em consideração os factores ergonómicos. Segundo Cakmakci and Karasu (2006); Cakmaki and Karasu (2009)

é utilizado para um ambiente de produção em massa com um fluxo de trabalho definido e com um tempo de produção associado. As características típicas do ambiente de produção em massa onde estes sistemas podem ser aplicados possuem:

- ❖ Trabalhadores Experientes;
- ❖ Tarefas de trabalho bem definidas;
- ❖ Elevada organização de trabalho;
- ❖ Fluxo produtivo bem definido;
- ❖ Tarefas Semelhantes.

Como já se viu pela quantidade de técnicas existentes para análise do movimento do operador não se pode colocar de parte o factor humano para obtenção de sustentabilidade e estabilidade dos procedimentos de *setup*. O desempenho de uma intervenção depende do número de factores que afectam o desempenho humano pelo que segundo Van Goubergen and Lockhart (2005) estas dividem-se em Ambiente, Operador e Máquina.

De acordo com Van Goubergen and Lockhart (2005) existem 9 Categorias e 52 regras que devem ser tidas em conta aquando do desenvolvimento de um modelo/equipamento e segundo o mesmo autor, existem também elementos que influenciam o desempenho do operador como indicado pela figura seguinte:

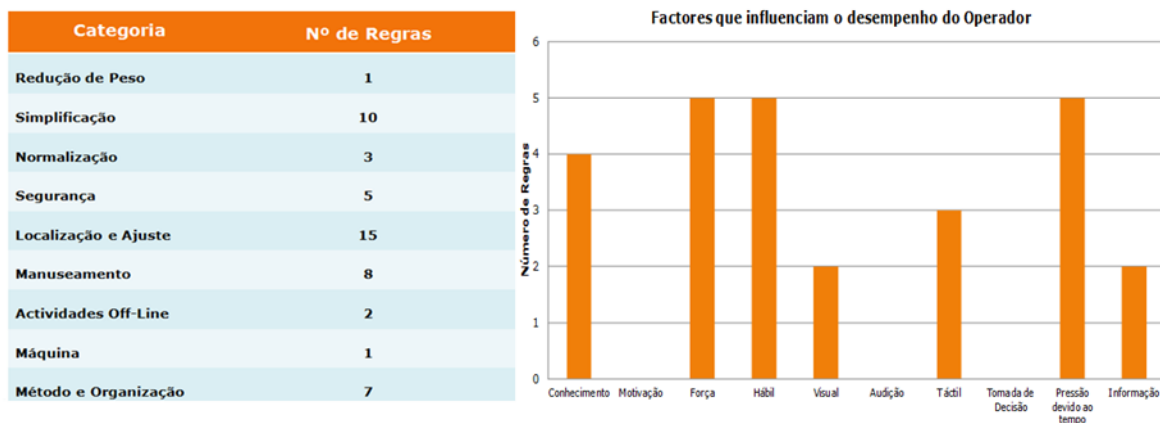


Figura 10 – N° de regras por Categoria e elementos que afectam o desempenho do Operador, *adaptado de*.(Van Goubergen and Lockhart 2005)

Como já se percebeu pela diversidade de factores que influenciam o desempenho humano, a seguinte citação adquire relevância: “*It is clear from the foregoing discussion that generic opportunities for changeover improvement might be classified under the '4Ps' of People, Practice, Process and Products*” Reik, McIntosh *et al.* (2006) e Owen, Culley *et al.* (2007).

Reik, McIntosh *et al.* (2006), Owen, Culley *et al.* (2007) indicam que actualmente o maior foco de melhoria reside na melhoria das categorias Pessoas e Prática, que como já referido anteriormente, não se pode desprezar o efeito do factor humano. No entanto e segundo os mesmos autores, as categorias Produto e Processo podem ser melhorados. No categoria da melhoria do processo, é possível actuar nos equipamentos através da implementação de metodologias de desenvolvimento de equipamentos baseado em diversas características que são DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*), DFS (*Design for service*) e DFV (*Product Platform Design - Design for Variety, Adaptability and Modularity*).

Contudo e de acordo com McIntosh, Culley *et al.* (1996); McIntosh, Culley *et al.* (2000), não é necessário recorrer a alterações muito significativas ao *design* do equipamento, pois em muitos casos, não é o design que se encontra errado, mas sim a qualidade do equipamento, pois foi verificado em diversas operações de troca que havia componentes que se danificavam durante a operação, ou já se encontravam danificados. McIntosh, Culley *et al.* (2000) também menciona que em muitos casos as ferramentas utilizadas eram desadequadas e havia falta de prática no manuseamento das mesmas, para além disso referenciava que a manutenção preventiva dos equipamentos contribuía para um melhor desempenho. Ao analisar-se o trabalho apresentado por Ulutas (2011), este confirma a opinião de autores já mencionados anteriormente, em que a segurança e ergonomia têm influência durante as operações de preparação. Neste mesmo trabalho, é sugerido que em estudos posteriores, sejam adoptadas as técnicas 5S e Kaizen para melhoria das operações internas e indica que a adopção destas técnicas visa também garantir a sustentabilidade das soluções implementadas. LLA (2012) descreve a técnica 5S, como estando assente na execução de 5 etapas que são: Seiri/Sort/Seleccionar; Seiton/Stabilize/Sistematizar, Seiso/Shine/Polir; Seiketstu/Standardize/Standardizar; Shitsuke/Sustain/Sustentar;

Relativamente à técnica KAIZEN, e segundo Palmer (2001), esta é uma filosofia japonesa que significa melhoria contínua. Segundo o mesmo autor, esta filosofia quando é aplicada no local de trabalho deve envolver a gestão de modo a permitir às mesmas reduzir todos os “*Mudas*” ou desperdícios. Estes desperdícios são designados por: desperdícios por excesso de produção; desperdícios de tempo; desperdícios devido a transportes; desperdícios por movimentos desnecessários, desperdícios por produção de componentes defeituosos e desperdícios por retrabalho. Alguns dos desperdícios indicados anteriormente encontram-

se claramente identificados ao longo do estudo efectuado ao longo deste trabalho, justificando plenamente a adopção desta técnica ao processo de optimização.

5. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SMED

Nos tópicos anteriores apresentaram-se quais as variáveis envolvidas e que são contabilizadas para o tempo de troca de modelo. Como já se viu, existem diversas metodologias que podem ser utilizadas para optimização do processo de troca de modelo, no entanto e de acordo com o caso de estudo não se adoptará nenhum dos sistemas mencionados como sendo sistemas PTS, nomeadamente o sistema MTM-UAS, pois de acordo com Di Gironimo, Di Martino *et al.* (2012), este sistema não tem em atenção aspectos ergonómicos. A questão da ergonomia é de extrema importância pois a tarefa de troca de modelo envolve o manuseamento de equipamentos com massa considerável, além de que os equipamentos não foram desenvolvidos tendo em conta a facilidade de manuseamento dos seus componentes, como por exemplo se poderá ver no torno #6 onde o espaço se revela exíguo.

Após análise das diversas metodologias, optou-se pela aplicação da técnica SMED, que segundo o próprio Shingo mencionado por Mota (2007), o “SMED é a abordagem científica para redução do tempo de troca, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e em qualquer máquina”. Aplicaremos então as 4 FASES indicadas por Shingo.

Na FASE 0, Shingo indica que nesta fase se deve observar a metodologia existente, dialogar com os operadores e efectuar o seu registo em vídeo aplicando-lhes a técnica de cronometragem. Na FASE 1, e segundo Shingo, se nesta fase “... for feito um esforço científico para realizar o máximo possível das operações de troca como externas, então, o tempo necessário para troca pode ser reduzido entre 30% e 50%” SHINGO (1985). Esta fase corresponde à organização das operações segundo operações Internas e Externas. Na FASE 2 da metodologia, deve fazer-se uma nova análise de todas as operações e verificar se não foram alocadas de forma incorrecta fazendo um esforço para converter operações internas em externas. (Sugai, MacIntosh et al. 2007)

SHINGO (1985) aponta para uma melhoria após implementação, que varia entre 10% e 30% no tempo total das operações internas resultantes da fase anterior.

Relativamente à FASE 3, esta procura reduzir o tempo necessário para realizar as operações internas e de ajuste. Esta técnica designada de SMED, é apenas uma metodologia, pelo que em cada FASE existem, ou podem ser aplicadas diversas técnicas com o intuito de potenciar os resultados. As técnicas indicadas de seguida, foram aplicadas

sempre que se justificavam e se mostravam úteis ao longo do trabalho aqui desenvolvido e segundo Simões (2010):

Na FASE 1 podem ser implementadas

1. Lista de Verificação (*checklists*) – Deve listar tudo aquilo que é necessário para proceder à troca de ferramenta;
2. Lista de Verificação das condições de funcionamento (*Function Checks*) – deve conter a verificação de todos os equipamentos necessários para a troca de modelo de modo a despistar eventuais defeitos ou anomalias pelo que deve ser feito com antecedência relativamente à operação de troca;
3. Melhorar o transporte de componentes e ferramentas – os componentes e equipamentos devem ser previamente colocados junto da máquina, enquanto esta ainda está a funcionar. As ferramentas e componentes que já não forem necessárias apenas serão retirados e transportados após a máquina estar em funcionamento.

NA FASE 2 as técnicas que podem auxiliar na conversão das operações internas em externas são:

1. Preparação antecipada das condições operacionais – Condições como temperatura, pressão, posicionamento de peças, pré-aquecimento de moldes, entre outros, deverão ser sempre que possível preparadas externamente, ou seja, com o equipamento a produzir.
2. Normalização das operações de troca – significa manter determinados aspectos iguais de uma operação para a outra.
3. Procurar utilizar variantes da técnica SMED que permitam obter resultados satisfatórios e estáveis no procedimento de troca de modelo.

No desenvolvimento deste trabalho procurar-se-á orientar a aplicação da metodologia SMED de forma mais intensa para a optimização de processo e não tanto no foco de projectar novos equipamentos, ou seja, procurar otimizar o processo com o menor custo possível. Mesmo sendo possível desenvolver novos dispositivos de fixação rápida, por motivos económicos esta não será a opção primordial, não quer no entanto dizer que a

técnica se torna inviável, pois durante a análise do respectivo procedimento foi possível identificar diversos procedimentos que podem ser alvo de melhorias.

Na implementação da técnica, e para melhor identificação das actividades internas em actividades externas procedeu-se à identificação das mesmas segundo um código de cores, que se apresenta de seguida:

Cor	Actividade
	Internas
	Externas
	Externas c/Actividades Parciais

Figura 11 – Código de cores para identificação da actividade

A cor azul é referente a actividades externas parciais, estas, dizem respeito a actividades cujo o tempo de operação engloba vários tipos de acção, pelo que de modo a contabilizar parcialmente o tempo dessa actividade, tornou-se necessário incluir mais uma cor para distinguir a mesma. Uma ds situações que se identificou com cor azul foi o movimento de “ir buscar mordente nº1”, dado que neste movimento, ele teria de identificar no saco onde os mordentes se encontravam armazenados, qual o mordente que correspondia à posição Nº1.

5.1. DIAGRAMA ISHIKAWA – CAUSA TROCA DE MODELO

Tendo sido identificado no Capítulo 3 qual a principal causa de paragem não planeada, torna-se necessário conhecer as razões que podem estar na origem dessa paragem, pelo que nesse sentido recorreu-se ao Diagrama Causa/Efeito ou de Ishikawa como se mostra de seguida:

DIAGRAMA DE ISHIKAWA – CAUSA TROCA DE MODELO

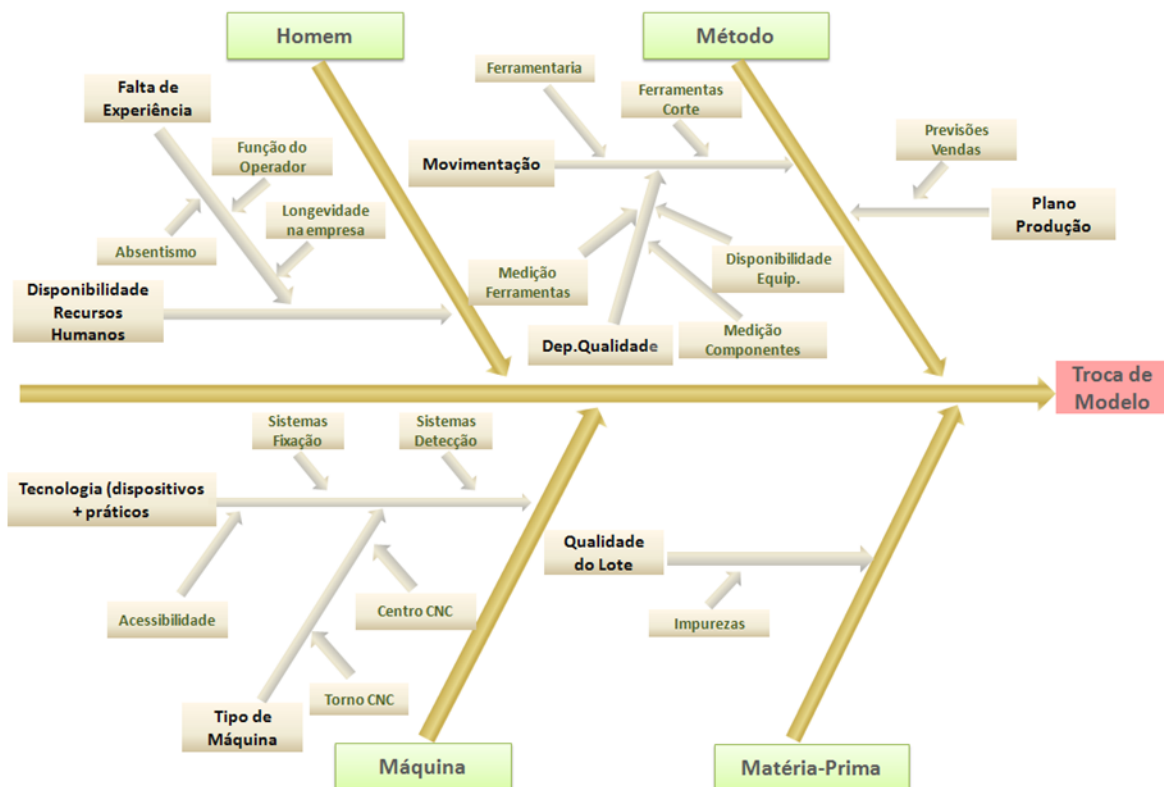


Figura 12 - Diagrama ISHIKAWA – Causa Troca de Modelo

De acordo com o Diagrama de Ishikawa elaborado para a paragem não planeada - Causa Troca de Modelo, os principais factores que contribuem para que o tempo de paragem seja elevado são: Movimentações, Dep. Qualidade, Plano de Produção, Falta de Experiência, Disponibilidade de Recurso Humanos, Tecnologias empregues e Qualidade do Lote.

De seguida apresentar-se-á um estudo detalhado da causa troca de Modelo procurando enumerar as respectivas etapas que envolvem o procedimento de Troca de Modelo.

5.2. PROCEDIMENTO INICIAL PARA TROCA DE MODELO

5.2.1. FLUXO DE INFORMAÇÃO

Quando ocorre uma troca de modelo, existe um processo que é inicialmente desencadeado pelo documento “*Planeamento Controlo Produção*”. Com base neste documento é que são tomadas as medidas necessárias para que a troca decorra, assim sendo apresenta-se de seguida, o fluxo de informação necessário para dar início a uma troca de modelo

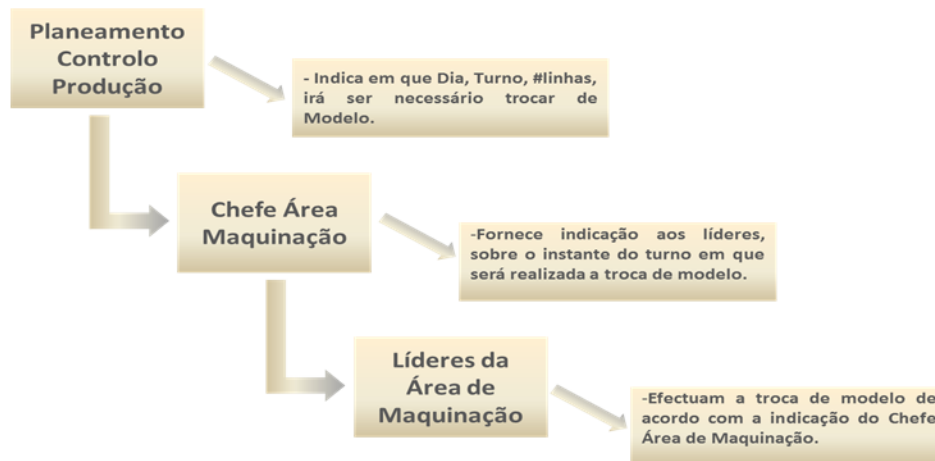


Figura 13 - Fluxo de informação para Troca de Modelo

Quando se efectua uma troca de Modelo numa linha, deve-se levar em consideração todo um conjunto de actividades que contribuem indirectamente para a instalação de um dispositivo. De modo a sistematizar o estudo do procedimento para troca de modelo, procurou-se, com o intuito de estabelecer e quantificar alguma relação que possa existir entre os factores Movimentação, Dep.Qualidade, Ferramentas de Corte, Ferramentaria e Tecnologia, utilizar a seguinte metodologia:

- ❖ Identificar quais os procedimentos actualmente utilizados para realizar uma troca;
- ❖ A sequência da realização desses procedimentos;
- ❖ O tempo necessário para cada procedimento;
- ❖ A distância percorrida (quando aplicável);
- ❖ As ferramentas necessárias.

Nesse sentido foi criado um documento de registo que se encontra em anexo (Ver Anexo F – Registo de OP30-3ºProcesso) neste caso foi para o registo de dados do 3ºProcesso, e que servirá de base para o desenvolvimento e aplicação da técnica SMED bem como o registo através de vídeo do respectivo procedimento de troca de modelo que se revelou essencial para alcançar o detalhe pretendido para a análise dos procedimentos.

5.3. IMPLEMENTAÇÃO DA TÉCNICA SMED À LINHA 6

5.3.1. FASE 0 – ANÁLISE DO PROCEDIMENTO ACTUAL

Após análise dos procedimentos necessários para a troca de modelo através de diversos meios (vídeo, registo em papel...), para a linha em questão (linha 6) verificou-se que o tempo necessário para transformação do modelo Ref: VGN para Ref: VPR era de aproximadamente 89.48min. Estudou-se esta troca em particular, pois esta troca é representativa da troca mais demorada, pois estes modelos são designados de 6C (Ref:VGN) e 7C (Ref.VPR) pelo que as dimensões ao serem diferentes, obriga a que todos os dispositivos sejam trocados. Embora existam 11 referências de *Cylinder Head* todas se inserem nestas duas categorias, pelo que estudar esta troca, valida a troca de todos os modelos de 6C para 7C e vice-versa que sejam produzidos nesta linha. As trocas de dispositivos registadas, foram sempre executadas por apenas um operador, o que libertava o segundo operador para a assistência aos outros equipamentos. Assim sendo, o tempo é obtido segundo situações quase ideais, ou seja, não estão contabilizadas pequenas paragens para dar assistência em outras linhas.

Em caso de contabilização das pequenas interrupções seria fácil ultrapassar os 95min de tempo de paragem. Para a execução da FASE 1 da técnica SMED, foram listadas todas as actividades envolvidas, pelo que estas foram distribuídas como sendo actividades do Procedimento de Desmontagem, actividades do Procedimento de Montagem e actividades de Arranque de Máquina. Foram também categorizadas de acordo com o tipo de acção, ou seja (Operação, Deslocação; Localização, Movimento, Movimento/Identificação. (Ver Anexo A – Identificação das Actividades).

Tabela 4 – Fase 0 – Análise do procedimento actual – Parte 0

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS														
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS								ACTIVIDADES EXTERNAS 5.Actividades Finais	TEMPO TOTAL (min)		
	1.Actividades INICIO	2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM	3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM				4.ARRANQUE DA MÁQUINA							
Duração da actividade (min)	0,00		35,70				29,97				23,82		0	89,49
Actividade - Micro Procedimentos			PREMIR BOTÃO EMG		5	VERIFICAR ESTADO O´ RINGS		35	TESTAR SENSORES DE AR - Posicionamento da peça		21			
			IR BUSCAR CARRO		40	COLOCAR NOVOS PINOS DOS SENSORES AR		15	ALTERAR PROGRAMA		20			
			TRANSPORTAR CARRO ATÉ AOS DISPOSITIVOS		35	IR BUSCAR PARAFUSO M8x35		9						
			PROCURAR DISPOSITIVOS OP20		106	IR BUSCAR PARAFUSO (ANTERIOR ESTAVA MOÍDO)		72						
			COLOCAR DISPOSITIVOS NO CARRO		50	APERTAR 1ºPARAFUSO DOS PINOS		19						
			TRANSPORTAR DISPOSITIVOS ATÉ CAIXA FERRAMENTA		65	IR BUSCAR 2º PARAFUSO		69						
			TRANSPORTAR DISPOSITIVOS E CAIXA FERRAMENTA ATÉ À LINHA		25	APERTAR 2º PARAFUSO		9						
			IR BUSCAR CHAVE M8 E M10		7	IR BUSCAR 3ºPARAFUSO		8						
			DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (2un/6un)		42	APERTAR 3º PARAFUSO		8						
			REMOVER MORDENTE Nº1		7	VERIFICAR APERTO FINAL DOS PINOS		44						
			DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)		23	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº1		68						
			REMOVER MORDENTE Nº2		11	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº1		8						
			DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)		28	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(2UN/6UN)		16						
			REMOVER MORDENTE Nº3		8	APERTAR BASE Nº1		28						
			BASE DOS MORDENTES-DESAPERTAR PARAFUSOS M8X35(6UN)		193	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº2		45						

Tabela 5 – Fase 0 – Análise do procedimento – Parte 1

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS												
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS								ACTIVIDADES EXTERNAS	TEMPO TOTAL (min)
	1.Actividades INICIO		2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM			3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM			4.ARRANQUE DA MÁQUINA		5.Actividades Finais	
Duração da actividade (min)	0,00		35,70			29,97			23,82		0	89,49
Actividade - Micro Procedimentos			POUSAR BASE DOSMORDENTES		21	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº2		8				
			DESAPERTAR PINOS DOS SENSORES DE AR - M6X15(3UN)		30	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(4UN/6UN)		12				
			POUSAR PINO DOS SENSORES DE AR		7	APERTAR BASE Nº2		44				
			LIMPEZA DA BASE(AR COMPRIMIDO)		27	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº3		65				
			PROCURAR SACO COM NOVOS GRAMPOS PARA O NOVO MODELO		45	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº3		7				
			TRANSPORTAR DISPOSITIVOS OP20 E GRAMPOS PARA A LINHA		50	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(6UN/6UN)		12				
			IR BUSCAR ÁLCOOL		40	APERTAR BASE Nº3		36				
			IR BUSCAR ÓLEO LUBRIFICANTE		82	IR BUSCAR MORDENTE Nº1		116				
						POSICIONAR MORDENTE Nº1		16				
						IR BUSCAR PARAFUSOS M10(2UN/6UN)		12				
						APERTAR PARAFUSOS (2UN/4UN))		85				
						IR BUSCAR MORDENTE Nº2		45				
						POSICIONAR MORDENTE Nº2		11				
						IR BUSCAR PARAFUSOS M10(4UN/6UN)		8				
					APERTAR PARAFUSOS (4UN/6UN))		46					

Tabela 6 – Fase 0 – Análise do procedimento – Parte 2

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS								
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS				ACTIVIDADES EXTERNAS 5.Actividades Finais	TEMPO TOTAL (min)
	1.Actividades INICIO	2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM	3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM	4.ARRANQUE DA MÁQUINA				
Duração da actividade (min)	0,00	35,70	29,97	23,82		0	89,49	
Actividade - Micro Procedimentos			IR BUSCAR MORDENTE Nº3	42				
			POSICIONAR MORDENTE Nº3	8				
			IR BUSCAR PARAFUSOS M10(6UN/6UN)	5				
			APERTAR PARAFUSOS (6UN/6UN))	23				
		PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	5	LIMPEZA DISPOSITIVO (Ar comprimido)	40	ALTERAR PROGRAMA	20	
		PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	15	POSICIONAR DISPOSITIVO	136	ALTERAR PROGRAMA	40	
		IR BUSCAR CHAVE M10	14	IR BUSCAR CHAVE M10 E PARAFUSOS M10X50(4UN)	54			
		DESAPERTAR PARAFUSOS M10X50(4UN)	336	APERTAR PARAFUSOS	250			
		DESLIGAR 2 TUBOS DE AR COMPRIMIDO	30	LIGAR 2TUBOS DE AR COMPRIMIDO	24			
		DESLIGAR SENSORES MAGNÉTICOS	330	IR BUSCAR POKA-YOKE	115			
		REMOVER DISPOSITIVOS PARA A MESA ELEVATÓRIA	20	MONTAR POKA-YOKE	125			
		LIMPAR BASE-ELIMINAR LIMALHA DESENGORDURAR-LUBRIFICAR	410					
		REMOVER POKA-YOKE	35			IR BUSCAR PEÇA AO CESTO	7	
						COLCOAR PEÇA EM OP10	6	
						MAQUINAR PEÇA EM OP10	23	
						REMOVER PEÇA EM OP10	6	
						TRANSPORTAR PEÇA PAR OP20	2	
						COLOCAR PEÇA EM OP20	6	
						MAQUINAR PEÇA OP20	22	
						REMOVER PEÇA EM OP20	6	
						TRANSPORTAR PEÇA PAR OP30	2	
						COLCOAR PEÇA EM OP30	6	
						MAQUINAR PEÇA OP30	98	
						REMOVER PEÇA EM OP30	6	
						LIMPAR PEÇA	25	
						PASSAR CALIBRE	3	
					TRANSPORTAR À QUALIDADE	75		
					MEDIR PEÇA	900		
					REGISTO DA TROCA DE MODELO	120		
					INFORMAR LÍDER	15		

Nesta primeira fase coloca-se especial ênfase na distinção do tipo de actividade em que actualmente se inserem as acções para troca de modelo. Desta forma será mais fácil identificar quais as actividades que consomem mais tempo relativamente a cada um dos tipos de procedimento. Através da análise dos dados apresenta-se o Gráfico 9:

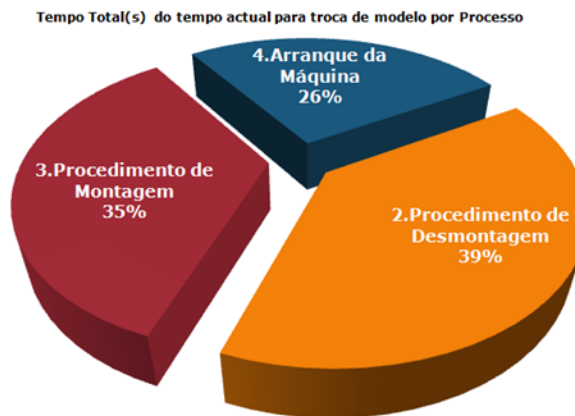


Gráfico 9 – Tempo Total/Actividade – Estado Inicial

Analisando o Gráfico 9, percebe-se que a Actividade Externa “2.Actividade desmontagem” representa aproximadamente 39% do tempo total de paragem, seguido da “3.Actividade Montagem” com 35% e por fim o “4.Arranque da Máquina” com 26%.

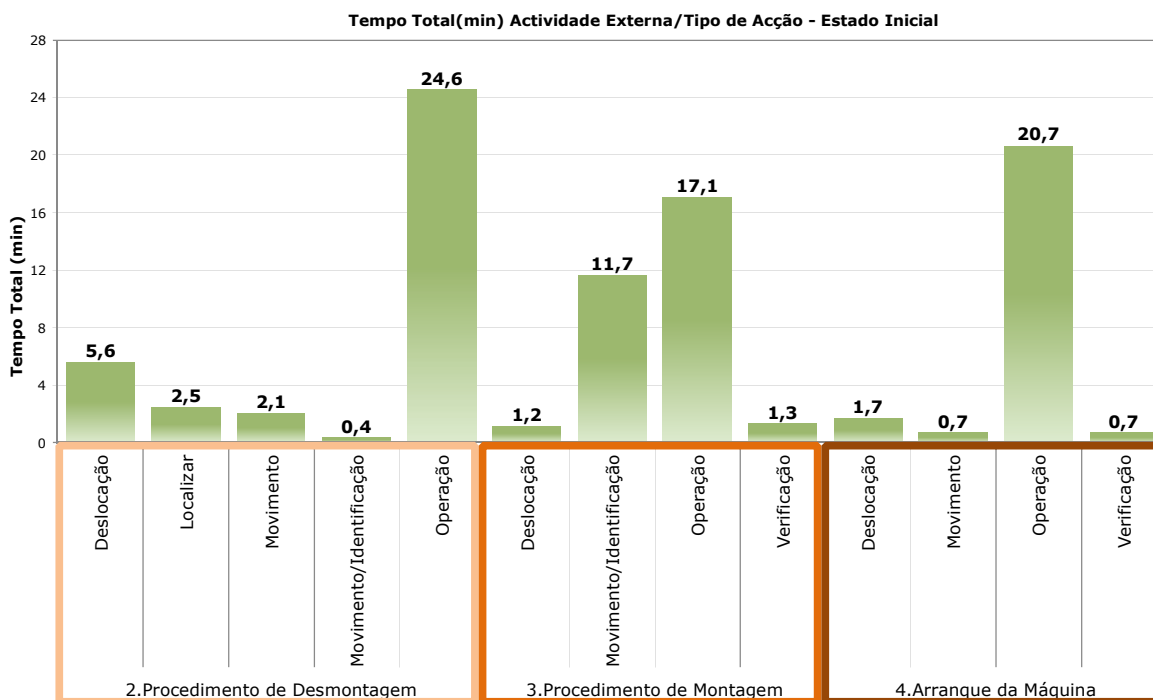


Gráfico 10 – Tempo Total / Tipo de Acção (min)

Analisando o Gráfico 10, verifica-se que a acção “Operação” representa nos 3 tipos de actividade maior parcela de tempo necessário, portanto, revela-se essencial reduzir o nº total de operações e ao mesmo tempo procurar reduzir o tempo necessário para realizar as mesmas. É também importante salientar, que os tempos de deslocação são a 2ª causa de tempo desperdiçado em “2.Procedimento de Desmontagem” e em “4.Arranque da Máquina”. Na actividade “3.Procedimento de Montagem”, a acção “Movimento/Identificação” é 2ª causa de perda de tempo representando 37.4% do tempo total da actividade externa. Em todas as “Actividades Externas” o Tipo de acção “Operação” é a principal causa da duração da paragem. Anteriormente foi apresentado o “Tipo de Acção” que influencia mais em cada actividade, assim sendo, e não menos importante, será conhecer qual o processo que necessita de maior quantidade de tempo para realizar a transformação de um modelo para outro, pelo que como se pode inferir pelo seguinte Gráfico, o 1ºProcesso (#6) é o processo crítico, seguido do 3ºProcesso (#33#37) e posteriormente pela etapa de validação.

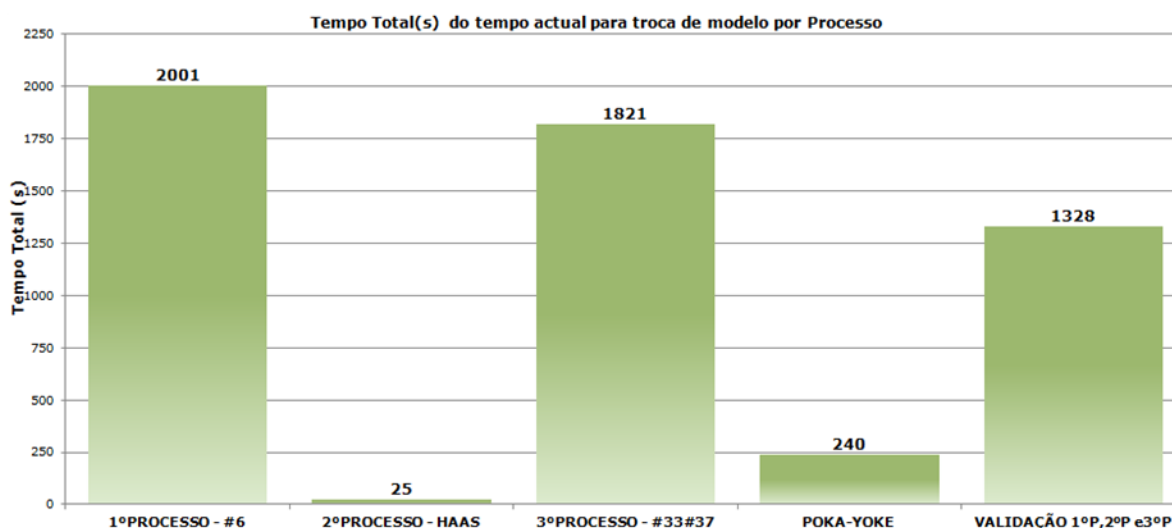


Gráfico 11 – Tempo total(s) de troca de modelo por Processo

No seguimento da análise anterior, revelou-se essencial conhecer o impacto que cada “Tipo de Acção” tem no tempo total de cada processo, e de modo a facilitar a compreensão apresenta-se os seguintes dados:

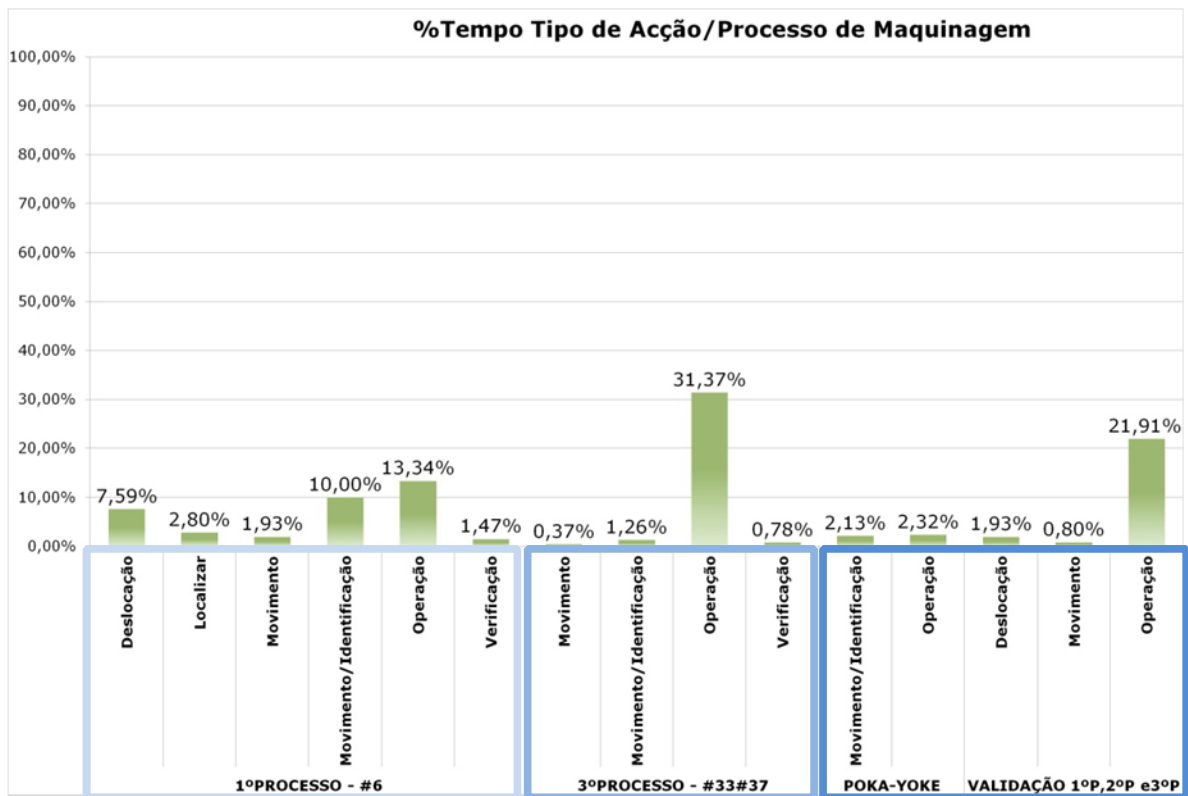


Gráfico 12 - %Tempo Tipo de Acção/Processo de Maquinagem

Relativamente ao Gráfico 12 não surge identificado no eixo xx's a operação "Alterar Programa" no 2ºProcesso pois, o tempo envolvido corresponde a apenas 0,37% do tempo total e neste equipamento apenas se efectua esta operação. Como se pode ver pelo Gráfico 12, no 1ºProcesso, são as acções de Operação e Movimento/Identificação, que apresentam maior necessidade de melhoria, totalizando 23,34% do tempo necessário.

Tanto no "3ºProcesso - #33#37" como em "Validação 1ºP,2ºP e 3ºP", os tempos de Operação também representam as principais parcelas de consumo de tempo, contudo, nesta última não se poderá eliminar ou reduzir esta parcela, pois corresponde a tempo efectivo de operação de maquinagem. A melhoria do tipo de acção Operação no "3.Processo - #33#37" deve ser tida em conta, pois uma intervenção aqui implica otimizar o mesmo procedimento em dois equipamentos diferentes. Tendo sido então realizada uma macro-análise dos tempos e acções envolvidas em cada processo avançou-se de seguida para uma análise mais detalhada, assim sendo apresentar-se-á no Gráfico 12, Gráfico 13 e Gráfico 14 a unidade de tempo em segundos (s), pois o detalhe descritivo das operações incita à utilização de uma escala de maior precisão.

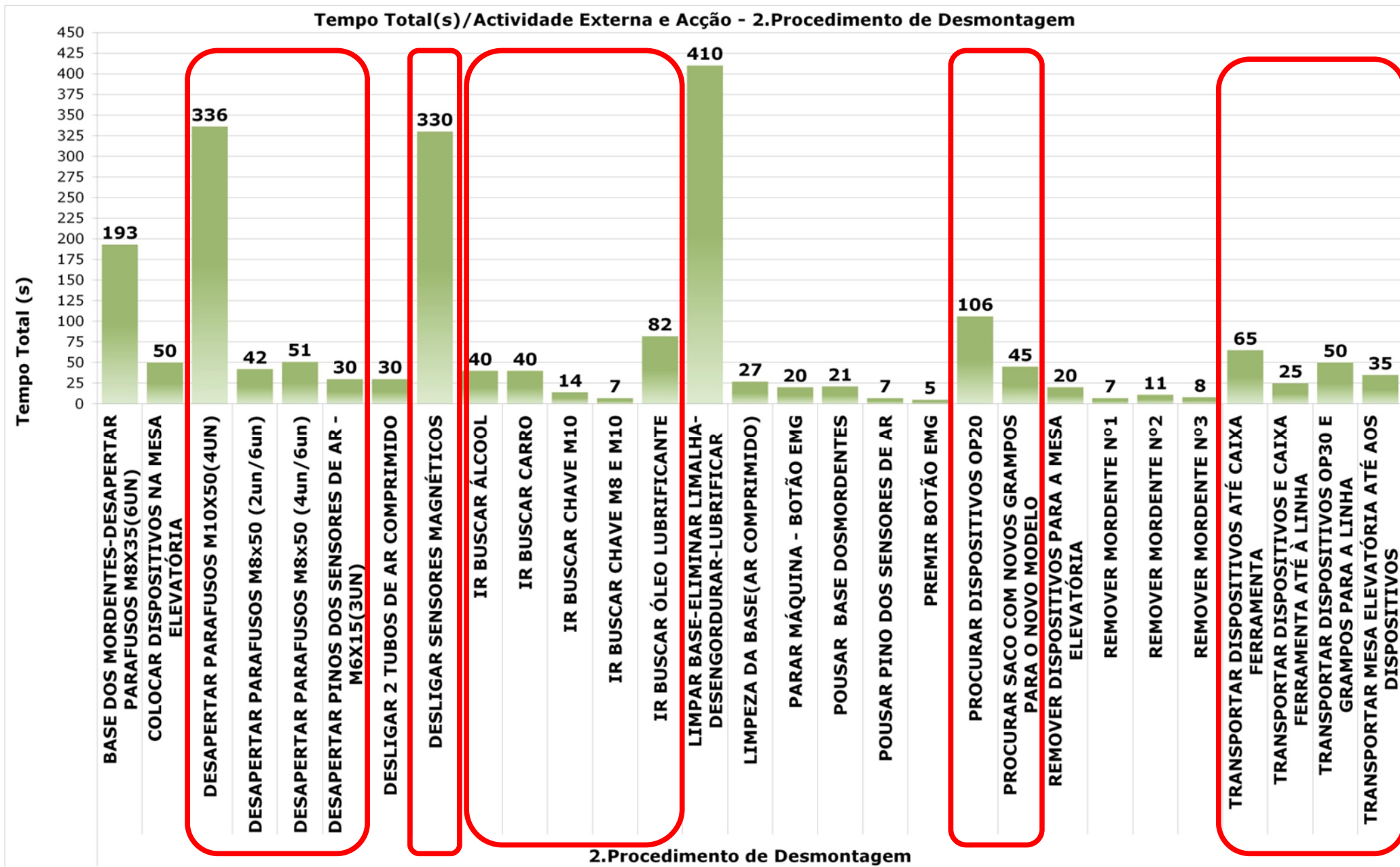


Gráfico 13 – Tempo Total(s) – Actividade Externa e Acção – 2.Procedimento de Desmontagem

Verifica-se que em “2.Procedimento de Desmontagem” o somatório do total de tempo dispendido na operação “Desapertar” corresponde a 21.8% do tempo total.

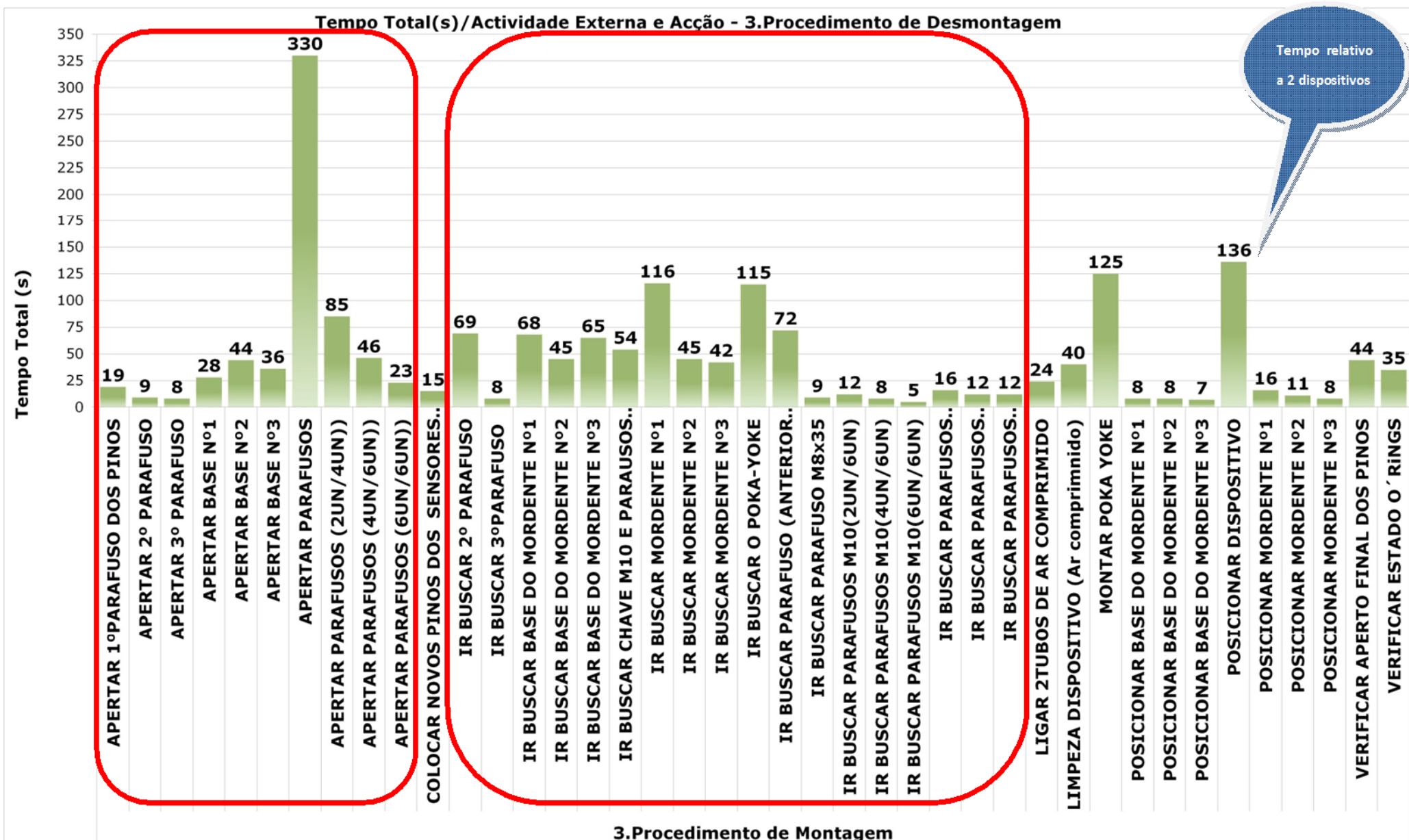


Gráfico 14 – Tempos Totais(s)/Atividade Externa – 3.Procedimento de Montagem

O mesmo tipo de análise realizou-se para a actividade externa “3.Procedimento de Montagem”, onde se pode agrupar as acções de “Apertar” e “Ir Buscar”, ou seja, acções do tipo Operação e Movimentação. Relativamente às acções de “Apertar” e “Ir buscar” estas correspondem a 33,4% e 41,2% respectivamente do tempo total despendido, significa por isso, que estas duas acções devem ser alvo de análise de modo a determinar a causa raiz.

Mais importante do que fazer uma abordagem de análise por processo, achou-se mais correcto proceder a uma análise sobre quais os procedimentos, ou actividades que consomem mais tempo durante uma troca de modelo, ou seja, tentou-se abordar o estudo de uma forma global e não apenas focada no processo mais demorado.

Procedeu-se então à análise da causa raiz que contribuía de forma mais significativa para a duração do tempo total de cada actividade externa através da ferramenta dos 5 *WHY*'s.



Figura 14 - 5 WHY's - 2.Procedimento de Desmontagem

Comparando a análise das técnicas dos 5 WHY's entre a Acção “2.Procedimento de Desmontagem” e a Acção de “3.Procedimento de Montagem” verifica-se que os processos são praticamente semelhantes pelo que as diferenças residem essencialmente em tarefas específicas do modelo que estava a ser produzido como é o caso da acção “Desligar sensores magnéticos” que no caso dos modelos VPP/VPR, não necessitam de ligação.



Figura 15 - 5 WHY's- 3.Procedimento de Montagem

5.3.2. FASE 1- SEPARAR OPERAÇÕES INTERNAS DE OPERAÇÕES EXTERNAS

Tabela 7 – Fase 1 – Separação das Operações Internas em Operações Externa – Parte 1

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS												
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS							ACTIVIDADES EXTERNAS		TEMPO TOTAL (min)
	1.Actividades INICIO		2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM		3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM			4.ARRANQUE DA MÁQUINA		5.Actividades Finais		
Duração da actividade (min)	0,00		35,70		29,97			23,82		0		89,48
Actividade - Micro Procedimentos			PREMIR BOTÃO EMG	5	VERIFICAR ESTADO O ´ RINGS	35	TESTAR SENSORES DE AR - Posicionamento da peça	21				
			IR BUSCAR CARRO	40	COLOCAR NOVOS PINOS DOS SENSORES AR	15	ALTERAR PROGRAMA	20				
			TRANSPORTAR CARRO ATÉ AOS DISPOSITIVOS	35	IR BUSCAR PARAFUSO M8x35	9						
			PROCURAR DISPOSITIVOS OP20	106	IR BUSCAR PARAFUSO (ANTERIOR ESTAVA MOÍDO)	72						
			COLOCAR DISPOSITIVOS NO CARRO	50	APERTAR 1ºPARAFUSO DOS PINOS	19						
			TRANSPORTAR DISPOSITIVOS ATÉ CAIXA FERRAMENTA	65	IR BUSCAR 2º PARAFUSO	69						
			TRANSPORTAR DISPOSITIVOS E CAIXA FERRAMENTA ATÉ À LINHA	25	APERTAR 2º PARAFUSO	9						
			IR BUSCAR CHAVE M8 E M10	7	IR BUSCAR 3ºPARAFUSO	8						
			DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (2un/6un)	42	APERTAR 3º PARAFUSO	8						
			REMOVER MORDENTE Nº1	7	VERIFICAR APERTO FINAL DOS PINOS	44						
			DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)	23	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº1	68						
			REMOVER MORDENTE Nº2	11	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº1	8						
			DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)	28	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(2UN/6UN)	16						
			REMOVER MORDENTE Nº3	8	APERTAR BASE Nº1	28						
			BASE DOS MORDENTES-DESAPERTAR PARAFUSOS	193	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº2	45						
			POUSAR BASE DOSMORDENTES	21	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº2	8						
			DESAPERTAR PINOS DOS SENSORES DE AR - M6X15(3UN)	30	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(4UN/6UN)	12						
		POUSAR PINO DOS SENSORES DE AR	7	APERTAR BASE Nº2	44							
		LIMPEZA DA BASE(AR COMPRIMIDO)	27	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº3	65							

Tabela 8 - Fase 1 – Separação das Operações Internas em Operações Externa – Parte 2

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS												
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS							ACTIVIDADES EXTERNAS		TEMPO TOTAL (min)
	1.Actividades INICIO		2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM		3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM			4.ARRANQUE DA MÁQUINA		5.Actividades Finais		
Duração da actividade (min)	0,00		35,70		29,97			23,82		0		89,48
Actividade - Micro Procedimentos		PROCURAR SACO COM NOVOS GRAMPOS PARA O NOVO MODELO		45	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº3		7					
		TRANSPORTAR DISPOSITIVOS OP20 E GRAMPOS PARA A LINHA		50	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(6UN/6UN)		12					
		IR BUSCAR ÁLCOOL		40	APERTAR BASE Nº3		36					
		IR BUSCAR ÓLEO LUBRIFICANTE		82	IR BUSCAR MORDENTE Nº1		116					
					POSICIONAR MORDENTE Nº1		16					
					IR BUSCAR PARAFUSOS M10(2UN/6UN)		12					
					APERTAR PARAFUSOS (2UN/4UN))		85					
					IR BUSCAR MORDENTE Nº2		45					
					POSICIONAR MORDENTE Nº2		11					
					IR BUSCAR PARAFUSOS M10(4UN/6UN)		8					
					APERTAR PARAFUSOS (4UN/6UN))		46					
					IR BUSCAR MORDENTE Nº3		42					
					POSICIONAR MORDENTE Nº3		8					
					IR BUSCAR PARAFUSOS M10(6UN/6UN)		5					
					APERTAR PARAFUSOS (6UN/6UN))		23					
			PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG		5	LIMPEZA DISPOSITIVO (Ar comprimido)		40	ALTERAR PROGRAMA		20	
			PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG		15	POSICIONAR DISPOSITIVO		136	ALTERAR PROGRAMA		40	
			IR BUSCAR CHAVE M10		14	IR BUSCAR CHAVE M10 E PARAUSOS M10X50(4UN)		54				
			DESAPERTAR PARAFUSOS M10X50(4UN)		336	APERTAR PARAFUSOS		250				
			DESLIGAR 2 TUBOS DE AR COMPRIMIDO		30	LIGAR 2TUBOS DE AR COMPRIMIDO		24				
		DESLIGAR SENSORES MAGNÉTICOS		330	IR BUSCAR POKA-YOKE		115					

Tabela 9 - Fase 1 – Separação das Operações Internas em Operações Externa – Parte 3

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS												
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS							ACTIVIDADES EXTERNAS	TEMPO TOTAL (min)	
	1.Actividades INICIO		2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM		3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM			4.ARRANQUE DA MÁQUINA		5.Actividades Finais		
Duração da actividade (min)	0,00		35,70		29,97			23,82		0	89,48	
Actividade - Micro Procedimentos			LIMPAR BASE-ELIMINAR LIMALHA-DESENGORDURAR-LUBRIFICAR	410								
			REMOVER POKA-YOKE	35					IR BUSCAR PEÇA AO CESTO	7		
									COLCOAR PEÇA EM OP10	6		
									MAQUINAR PEÇA EM OP10	23		
									REMOVER PEÇA EM OP10	6		
									TRANSPORTAR PEÇA PAR OP20	2		
									COLOCAR PEÇA EM OP20	6		
									MAQUINAR PEÇA OP20	22		
									REMOVER PEÇA EM OP20	6		
									TRANSPORTAR PEÇA PAR OP30	2		
									COLCOAR PEÇA EM OP30	6		
									MAQUINAR PEÇA OP30	98		
									REMOVER PEÇA EM OP30	6		
									LIMPAR PEÇA	25		
									PASSAR CALIBRE	3		
									TRANSPORTAR À QUALIDADE	75		
									MEDIR PEÇA	900		
								REGISTO DA TROCA DE MODELO	120			
								INFORMAR LÍDER	15			
DURAÇÃO DOS ELEMENTO EXTERNOS(min)	0,00		9,38		1,20			2,00		0,00	12,58	
DURAÇÃO DOS ELEMENTO INTERNO(min)	0,00		25,73		24,77			21,82		0,00	72,32	

A tabela anterior, referente à FASE 1, efectua uma triagem das actividades que podem, ou não, ser realizadas com o equipamento em funcionamento, estas estão assinaladas com a cor verde (Consultar código de cores na Fig.-10). Neste grupo de tarefas incluíram-se todas as tarefas que implicassem deslocações e movimentação para fora da zona onde estava a decorrer a troca de modelo. Havia contudo operações, que para além de serem movimentações, incluíam também uma componente de identificação. Esta situação ocorria em quase todas as acções de recolha de um componente, pois devido à desorganização dos componentes, obrigava a que o operador tivesse de identificar o componente correcto antes de o montar no dispositivo. Procurou-se portanto, e de acordo com o indicado pela metodologia, proceder na FASE 2 a uma confirmação das actividades internas e externas, bem como, quantificar o tempo consumido pela acção Identificação.

5.3.3. FASE 2 – TRANSFORMAR OPERAÇÕES INTERNAS EM OPERAÇÕES EXTERNAS

De modo a estimar a quantidade de tempo que se espera reduzir em termos de identificação dos componentes e assim caracterizar de forma mais específica as actividades internas e actividades externas, procurou-se conhecer qual a influência do tempo de Identificação no Tipo de Acção “Movimentação/Identificação”, pelo que se apresenta o seguinte Gráfico:

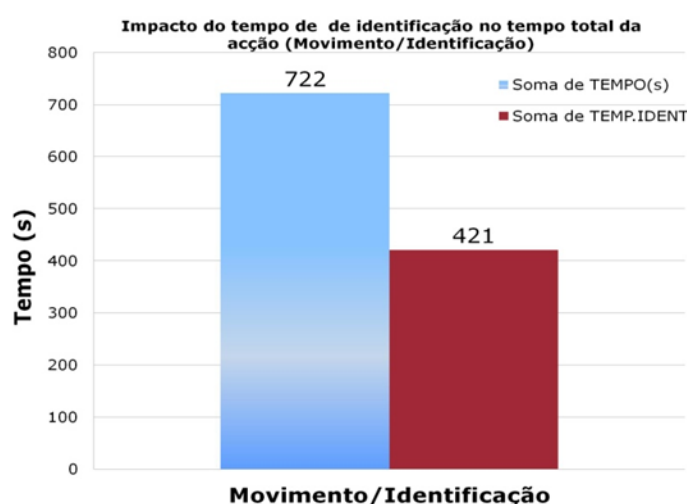


Gráfico 15 – Impacto da Acção “Identificação”

Os dados aqui apresentados foram obtidos após análise dos diversos registos de video obtidos durante o estudo dos procedimentos. Verifica-se portanto que no Tipo de Acção

“Movimentação/Identificação”, a acção “Identificação” representa cerca de 58.3% do tempo total, no entanto, este valor pode ser ainda um pouco superior, dado que existem algumas reverificações que não são consideradas. Este é um ponto muito importante em termos de melhoria pelo que nesta fase de implementação da técnica procurar-se-á estimar qual o ganho em termos de redução de tempo, transformando a acção Identificação numa actividade externa e implementando diversos procedimentos para acelerar a identificação e que serão descritos no plano de melhorias. Na tabela seguinte, afectou-se o Tipo de Acção “Movimento/Identificação” do valor 58,3% pelo que o valor que aparecerá na coluna das Actividades-INICIO corresponderá apenas à redução devido à eliminação da componente Identificação. As operações que estão associadas a estas acções encontram-se indicadas com a cor azul.

Tabela 10 – Fase 2 – Transformar Operações Internas em Operações Externas – Parte 1

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS										
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS						ACTIVIDADES EXTERNAS	TEMPO TOTAL (min)
	1.Actividades INICIO		2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM		3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM		4.ARRANQUE DA MÁQUINA		5.Actividades Finais	
Duração da actividade (min)	16,00		26,32		23,35		21,82		2,00	89,49
Actividade - Micro Procedimentos	PREMIR BOTÃO EMG	5			VERIFICAR ESTADO O´RINGS	35	TESTAR SENSORES DE AR - Posicionamento da peça	21		
	IR BUSCAR CARRO	40			COLOCAR NOVOS PINOS DOS SENSORES AR	15	ALTERAR PROGRAMA	20		
	TRANSPORTAR CARRO ATÉ AOS DISPOSITIVOS	35			IR BUSCAR PARAFUSO M8x35	9				
	IR BUSCAR PARAFUSO (ANTERIOR ESTAVA MOÍDO)	72			IR BUSCAR PARAFUSO (ANTERIOR ESTAVA MOÍDO)					
	PROCURAR DISPOSITIVOS OP20	106			APERTAR 1ºPARAFUSO DOS PINOS	19				
	COLOCAR DISPOSITIVOS NO CARRO	50			IR BUSCAR 2º PARAFUSO	33				
	TRANSPORTAR DISPOSITIVOS ATÉ CAIXA FERRAMENTA	65			APERTAR 2º PARAFUSO	9				
	TRANSPORTAR DISPOSITIVOS E CAIXA FERRAMENTA ATÉ À LINHA	25	IR BUSCAR CHAVE M8 E M10	7	IR BUSCAR 3ºPARAFUSO	8				
			DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (2un/6un)	42	APERTAR 3º PARAFUSO	8				
	IR BUSCAR 2º PARAFUSO_IDE	35,604	REMOVER MORDENTE Nº1	7	VERIFICAR APERTO FINAL DOS PINOS	44				
	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº1 - IDE	35	DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)	23	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº1	33				
	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(2UN/6UN) - IDE	8	REMOVER MORDENTE Nº2	11	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº1	8				
	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº2 - IDE	23	DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)	28	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(2UN/6UN)	8				
	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(4UN/6UN) - IDE	6	REMOVER MORDENTE Nº3	8	APERTAR BASE Nº1	28				
	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº3 - IDE	34	BASE DOS MORDENTES-DESAPERTAR PARAFUSOS M8X35(6UN)	193	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº2	22				
			POUSAR BASES DOS MORDENTES	21	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº2	8				
			DESAPERTAR PINOS DOS SENSORES DE AR - M6X15(3UN)	30	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(4UN/6UN)	6				
		POUSAR PINO DOS SENSORES DE AR	7	APERTAR BASE Nº2	44					
		LIMPEZA DA BASE(AR COMPRIMIDO)	27	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº3	31					

Tabela 11 - Fase 2 – Transformar Operações Internas em Operações Externas – Parte 1

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS										
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS				ACTIVIDADES EXTERNAS	TEMPO TOTAL (min)		
	1.Actividades INICIO		2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM		3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM		4.ARRANQUE DA MÁQUINA		5.Actividades Finais	
Duração da actividade (min)	16,00		26,32		23,35		21,82		2,00	89,49
Actividade - Micro Procedimentos	PROCURAR SACO COM NOVOS GRAMPOS PARA O NOVO MODELO	45			POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº3	7				
	TRANSPORTAR DISPOSITIVOS OP20 E GRAMPOS PARA A LINHA	50			IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(6UN/6UN)	6				
	IR BUSCAR ÁLCOOL	40			APERTAR BASE Nº3	36				
	IR BUSCAR ÓLEO LUBRIFICANTE	82			IR BUSCAR MORDENTE Nº1	56				
					POSICIONAR MORDENTE Nº1	16				
	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(6UN/6UN) - IDE	6			IR BUSCAR PARAFUSOS M10(2UN/6UN)	6				
	IR BUSCAR MORDENTE Nº1 - IDE	60			APERTAR PARAFUSOS (2UN/4UN))	85				
	IR BUSCAR PARAFUSOS M10(2UN/6UN) - IDE	6			IR BUSCAR MORDENTE Nº2	22				
	IR BUSCAR MORDENTE Nº2 - IDE	23			POSICIONAR MORDENTE Nº2	11				
	IR BUSCAR PARAFUSOS M10(4UN/6UN) - IDE	4			IR BUSCAR PARAFUSOS M10(4UN/6UN)	4				
	IR BUSCAR MORDENTE Nº3 - IDE	22			APERTAR PARAFUSOS (4UN/6UN))	46				
	IR BUSCAR PARAFUSOS M10(6UN/6UN) - IDE	3			IR BUSCAR MORDENTE Nº3	20				
					POSICIONAR MORDENTE Nº3	8				
					IR BUSCAR PARAFUSOS M10(6UN/6UN)	2				
					APERTAR PARAFUSOS (6UN/6UN))	23				
	PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	5			LIMPEZA DISPOSITIVO (Ar comprimido)	40	ALTERAR PROGRAMA	20		
	PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	15			POSICIONAR DISPOSITIVO	136	ALTERAR PROGRAMA	40		
			IR BUSCAR CHAVE M10	14	IR BUSCAR CHAVE M10 E PARAFUSOS M10X50(4UN)	54				
			DESAPERTAR PARAFUSOS M10X50(4UN)	336	APERTAR PARAFUSOS	250				
			DESLIGAR 2 TUBOS DE AR COMPRIMIDO	30	LIGAR 2TUBOS DE AR COMPRIMIDO	24				

Tabela 12 - Fase 2 – Transformar Operações Internas em Operações Externas – Parte 2

Cartão de Análise - SEPARAÇÃO ACTIVIDADES INTERNAS de ACTIVIDADES EXTERNAS											
Preparação de SETUP da Máquina	ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS						ACTIVIDADES EXTERNAS	TEMPO TOTAL (min)	
	1.Actividades INICIO		2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM		3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM		4.ARRANQUE DA MÁQUINA		5.Actividades Finais		
Duração da actividade (min)	16,00		26,32		23,35		21,82		2,00	89,49	
Actividade - Micro Procedimentos	IR BUSCAR POKA-YOKE	59,34	DESLIGAR SENSORES MAGNÉTICOS	330	IR BUSCAR POKA-YOKE	56					
			REMOVER DISPOSITIVOS PARA A MESA ELEVATÓRIA	20	MONTAR POKA-YOKE	125					
			LIMPAR BASE-ELIMINAR LIMALHA-DESENGORDURAR-LUBRIFICAR	410							
			REMOVER POKA-YOKE	35			IR BUSCAR PEÇA AO CESTO	7			
							COLOCAR PEÇA EM OP10	6			
							MAQUINAR PEÇA EM OP10	23			
							REMOVER PEÇA EM OP10	6			
							TRANSPORTAR PEÇA PARA OP20	2			
							COLOCAR PEÇA EM OP20	6			
							MAQUINAR PEÇA OP20	22			
							REMOVER PEÇA EM OP20	6			
							TRANSPORTAR PEÇA PAR OP30	2			
							COLOCAR PEÇA EM OP30	6			
							MAQUINAR PEÇA OP30	98			
							REMOVER PEÇA EM OP30	6			
							LIMPAR PEÇA	25			
							PASSAR CALIBRE	3			
							TRANSPORTAR À QUALIDADE	75			
							MEDIR PEÇA	900			
									REGISTO DA TROCA DE MODELO	120	
						INFORMAR LÍDER	15				

Nesta FASE 2 verificou-se que tal como Shingo enunciava, obteve-se uma redução de 20,0% no tempo total das operações internas, o que corresponde a uma redução de 18,70min, ou seja, é possível realizar estas operações com o equipamento em funcionamento.

5.3.4. FASE 3 – MELHORIA DAS OPERAÇÕES INTERNAS E OPERAÇÕES EXTERNAS

Na fase anterior transformaram-se as operações internas em operações externas com o intuito de perceber quais as operações que podem ser realizadas com o equipamento a funcionar, bem como as operações que necessitam obrigatoriamente de ser realizadas com o equipamento parado. No sentido de melhorar essas operações apresenta-se a tabela seguinte propondo melhorias que reduzam ou eliminem a duração de cada operação.

Tabela 13 – Fase 3 – Melhoria das Operações Internas e Operações Externas

DURAÇÃO DOS ELEMENTO EXTERNOS(min)	16,00	0,00	0,00	0,00	2,00	18,00	
DURAÇÃO DOS ELEMENTO INTERNO(min)	0,00	26,32	23,35	21,82	0,00	71,48	
Sugestões de Melhoria	Redução do tempo de procura dos dispositivos - Aplicação da Técnica 5´ s (95%)	-143					
	Eliminar paragem no caminho da caixa de ferramenta	-20					
	Reduzir (90%) tempo de Procura/Deslocação para substituição de componentes danificados(Ex:Parafus	64,8	Redução do tempo de desaperto em OP10 através da utilização de equipamento eléctrico.(65%)	-205,4	Redução do tempo de Aperto em OP30 através da utilização de equipamento eléctrico.(75%)	-187,5	
	Reduzir tempo de procura do saco com componentes OP10(Saco Plástico) - KIT - Implementação 5´ s	-45	Redução do tempo de Desaperto em OP30 através da utilização de equipamento eléctrico.(75%)	-247,5			
	Reduzir tempo de transportar dispositivos OP20,grampos,álcool e óleo para a linha.(Optimização do percurso e KIT)	-167					
	Redução do tempo de identificação dos Poka-Yoke(30%) - Implementação 5´ s	-42					
	Reduzir Tempo de Identificação corresponde a 58,4% do tempo de Movimento Identificação	-265,74			Redução do tempo de Aperto em OP10 através da utilização de equipamento eléctrico.(65%) - Esta operação permitia efectuar a verificação do aperto dos parafusos	-198,9	
REDUÇÃO DE TEMPO (min)	-10,30	-7,55	-6,44	0,00	0,00	-24,29	
DESEMPENHO PREVISTO(min)	5,70	18,77	16,91	21,82	2,00	65,20	

Após identificação e separação das operações internas em externas nas fases anteriores, procedeu-se a uma análise das eventuais melhorias que se poderiam aplicar ao processo, tendo sido propostas as melhorias indicadas na tabela anterior. É de realçar que as melhorias propostas assentam essencialmente na adopção de actividades simples como por exemplo a identificação dos parafusos na placa do *kit* de troca de modelo, facilitando a procura e de modo a minimizar o tempo necessário de identificação do parafuso correcto, que como já ficou demonstrado, a acção de identificação corresponde a mais de 50% do tempo perdido do tipo de acção “Movimento/Identificação”.

Na Figura 16, pretende-se mostrar de forma mais esclarecedora quantas melhorias foram propostas, bem como o resultado Antes e Após implementação da metodologia SMED relativa a cada melhoria.

5.3.5. IMPLEMENTAÇÃO SUGESTÕES DE MELHORIA

1.ACTIVIDADES INICIO			2.PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM e 3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM			3.PROCEDIMENTO DE MONTAGEM			
MELHORIA Nº:	ANTES SMED	APÓS SMED	MELHORIA Nº:	ANTES SMED	APÓS SMED	MELHORIA Nº:	ANTES SMED	3	
Sugestões de Melhoria	1	Redução do tempo de procura dos dispositivos - Aplicação da Técnica 5's (95%)							
	2	Eliminação do tempo de Movimento/Identificação do Poka-Yoke	Desenvolver montagem de acordo com o procedimento estabelecido na TPO.	Implementação da Técnica 5's à zona dos dispositivos e Poka-Yoke.					
	3	Reduzir (90%) tempo de Procura/Deslocação para substituição de componentes danificados(Ex:Parafusos)		7	Redução do tempo de desaperto e Aperto em OP10 através da utilização de equipamento eléctrico.(65%)		9	Redução do tempo de Aperto em OP30 através da utilização de equipamento eléctrico.(75%)	
	4	Reduzir tempo de procura do saco com componentes OP10(Saco Plástico) - KIT - Implementação 5's		8	Redução do tempo de Desaperto e Aperto em OP30 através da utilização de equipamento eléctrico.(75%)				
	5	Reduzir tempo de transportar dispositivos OP20,grampos,álcool e óleo para a linha.(Alteração de percurso e KIT)							
	6	Reduzir Tempo de Identificação corresponde a 58,4% do tempo de Movimento Identificação						10	Esta operação permite efectuar a verificação do aperto dos parafusos.

Figura 16 – Implementação Sugestões de Melhoria

6. ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MELHORIAS

No capítulo que se segue serão expostos os procedimentos adoptados para implementação do plano de melhorias proposto após exaustiva análise do processo e aplicação da técnica SMED , procurando adequar as medidas propostas à realidade em que se inserem para que as mesmas sejam de fácil execução. De modo de facilitar a compreensão das acções implementadas, separaram-se as melhorias por:

- ❖ Melhorias ao nível da implementação 5S onde a quantificação directa dos ganhos em termos de redução de tempo é mais subjectiva, devendo estas ser analisadas de acordo com o desempenho global;
- ❖ Melhorias onde é possível obter e quantificar directamente os resultados, após a implementação das propostas de melhorias, sendo que, estas melhorias podem estar associadas a acções e procedimentos desenvolvidas no âmbito dos 5S.

Nesta fase de implementação são tidas em consideração todas as restrições, quer sejam de cariz técnico ou humana

6.1. MELHORIA Nº1 E Nº2 - IMPLEMENTAÇÃO DE 5S

A implementação da técnica 5S na área dos dispositivos e Poka-Yoke, visou acelerar a identificação da posição dos dispositivos reduzindo deste modo o tempo de procura e a possibilidade errar na identificação do dispositivo correcto. Esta acção de Identificação é de extrema importância na eficiência do processo pois no caso de o dispositivo ou Poka-Yoke estar errado, implica fazer nova deslocação da linha até à zona de armazenamento dos dispositivos e conseqüente regresso à linha, para além de todas as movimentações relacionadas com o processo de arrumação e colocação na mesa elevatória.

Para aplicação dos 5S deve-se ter em consideração que sempre que existe troca de modelo, obrigatoriamente existe troca de Poka-Yoke, à excepção de alguns modelos que partilham o mesmo Poka-Yoke dada a sua semelhança, como é o caso dos Modelos Ref: VGN/VGL e Ref: VPP/VPR. Este conhecimento é essencial, pois no ponto seguinte procurar-se-á identificar quais os modelos que possuem trocas mais frequentes, pelo que desse modo também se conhecerá quais os Poka-Yoke que também se trocam frequentemente, permitindo fazer um armazenamento mais coerente e eficiente de todos os equipamentos.

6.1.1. MELHORIA Nº1 E Nº2 – FASE “SELECCIONAR” – 5S

Neste primeiro passo procedeu-se à identificação dos dispositivos e Poka-Yoke tendo por base o cumprimento dos seguintes critérios:

- ❖ Identificação de todos os dispositivos e Poka-Yoke com utilização nos últimos 6 meses;
- ❖ Quais os dispositivos e Poka-Yoke com maior frequência de troca;
- ❖ Quais os dispositivos e Poka-Yoke que se sabe não virem a ser utilizados no futuro devido a descontinuidade de modelos ou alteração das linhas de maquinação onde estes eram produzidos;

Para implementação deste passo procedeu-se ao estudo do histórico relativo ao intervalo de tempo de Novembro 2011 a Abril de 2012, bem como o levantamento dos dispositivos existentes na zona de armazenamento. Em primeiro lugar identificou-se qual a linha em que ocorreram mais trocas de modelo, pelo que se apresenta o seguinte Gráfico:

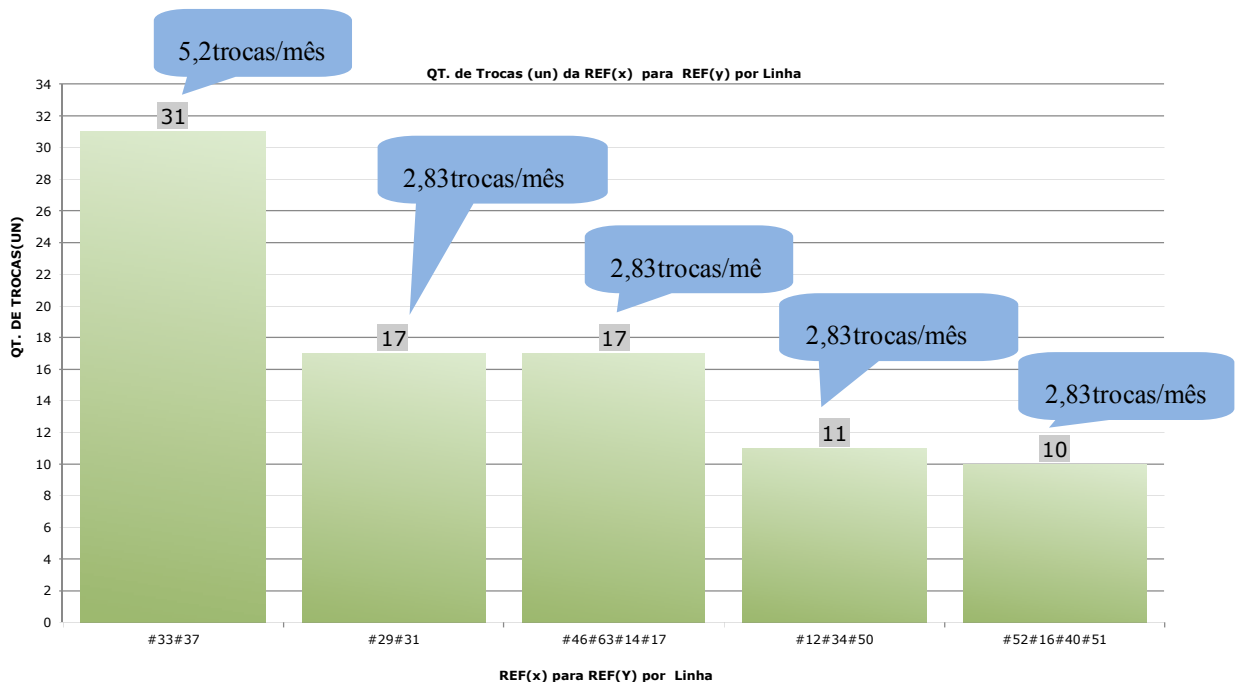


Gráfico 16 – Troca de Modelo/linha

Como se pode verificar pela análise do Gráfico 16, verifica-se que a linha onde ocorrem mais trocas é na linha dos equipamentos #33#37. Outro indicador importante é conhecer qual o modelo que estava em produção e qual o modelo para o qual mudou, no entanto este

Gráfico 18 – Qt. De Trocas(un) da Ref(x) para Ref(y)

Nos Gráficos anteriores é possível compreender quais as referências que são alvo de maior número de trocas e em que linha é que estas ocorrem, no entanto e após análise dos dados verificou-se que ocorrem várias trocas simétricas, ou seja, invertem o sentido da troca do modelo, o que em termos práticos resulta numa troca exactamente igual. Deste modo, com aglomeração das trocas incluindo as trocas “simétricas” as trocas mais frequentes ocorrem nas seguintes referências:

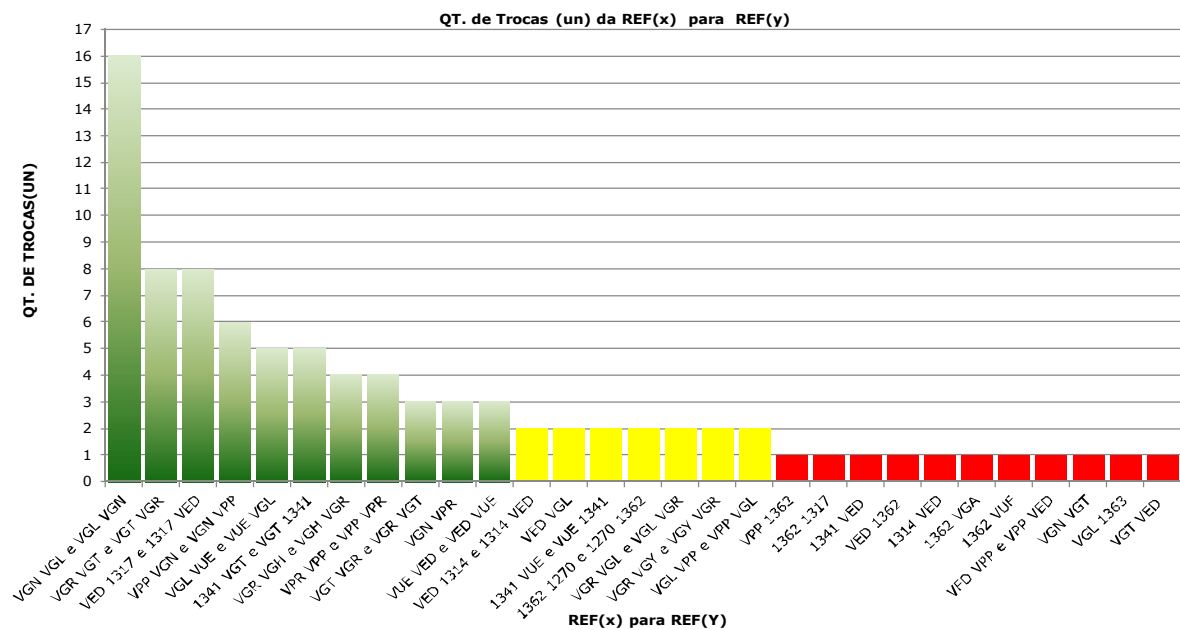


Gráfico 19 – Qt. de trocas(un) da REF(x) para REF(y)

A partir do Gráfico anterior identificam-se todos os dispositivos que foram utilizados nos 6 meses de análise. De acordo com estes dados procedeu-se a uma organização de toda a zona dos dispositivos de acordo com a frequência com que estes são utilizados, procurando situá-los na zona de arrumação na prateleira de melhor acessibilidade. Para identificação dos dispositivos e Poka-Yoke que deveriam ocupar essa prateleira elaboraram-se etiquetas (Ver Anexo C – Etiquetas) de acordo com a frequência de utilização. Consideraram-se apenas os modelos que necessitam que se troque pelo menos o Poka-Yoke ou pelo menos um dos dispositivos. Todas as trocas que ocorreram apenas 2 vezes foram categorizadas com etiqueta Amarela – (Itens de utilização Média =2x), As trocas que ocorreram apenas 1 vez foram categorizadas com etiqueta vermelha – (Itens de utilização Baixa =1x). Todas as trocas realizadas mais de 3 vezes foram etiquetadas com etiqueta Verde - (Itens de utilização Alta $\geq 3x$).

6.1.1.1. IMPLEMENTAÇÃO DA FASE “SELECCIONAR” – 5S

Até à implementação do 5S a zona de armazenamento dos dispositivos apresentava-se do seguinte modo:

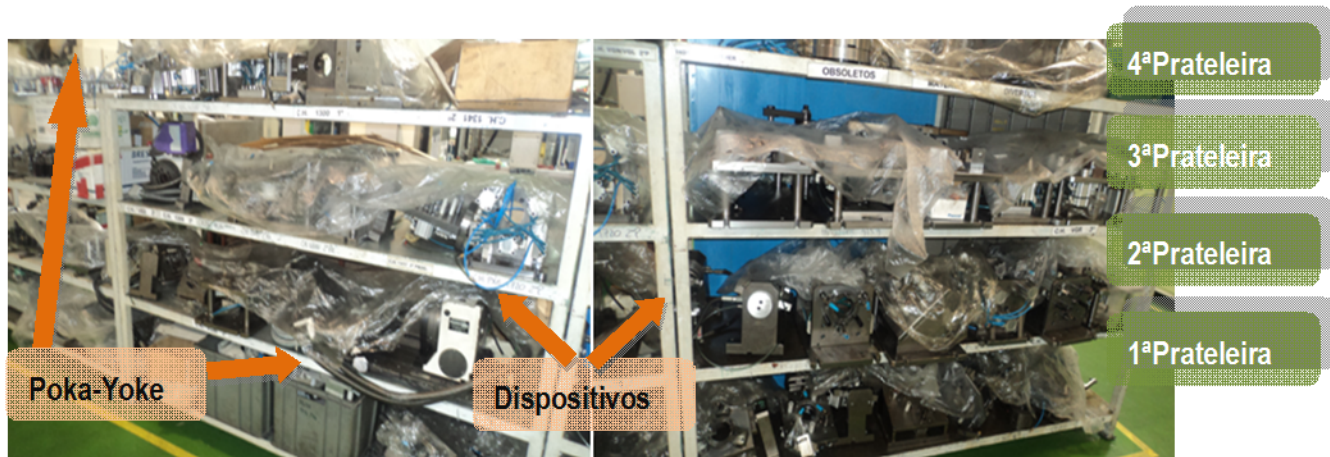


Figura 17 – Implementação do Serri/Sort/Seleccionar – Zona dos Dispositivos/Poka-Yoke

Dado que o espaço ocupado pelos dispositivos é substancialmente superior ao espaço ocupado pelos Poka-Yoke, determinou-se que no caso de os dispositivos pertencentes a uma das classes do tipo Média/Baixa ou Baixa, não caberem todos na mesma prateleira, ficariam colocados na estante seguinte, no entanto continuariam ao mesmo nível, ou seja 1ª Prateleira. Isto visa garantir que a 2ª e 3ª prateleira se encontra sempre livre para colocação dos dispositivos e Poka-Yoke. Outra restrição imposta e que foi detectada com análise dos Gráficos, é que possivelmente se presenciaria um aumento do espaço disponível nas prateleiras, pois existiam muitas trocas frequentes, o que indica que estes dispositivos estariam muitas vezes montados nas linhas. As regras adoptadas consoante a prateleira são definidas de seguida:

- ❖ (Itens de utilização Baixa = 1x) – 1ª Prateleira
- ❖ (Itens de utilização Média = 2x) – 4ª Prateleira
- ❖ (Itens de utilização Alta $\geq 3x$) – 2ª e 3ª Prateleira
- ❖ (Itens Comuns – Adaptadores para Index) – 1ª Prateleira

De acordo com as regras anteriores, a zona de armazenamento após 5's passou a estar organizada com uma disposição diferente, isto é: inicialmente as prateleiras encontravam-se a par como indicado na figura anterior, mas actualmente passaram a estar dispostas de

costas uma para outra, permitindo economizar espaço em termos de comprimento. A segunda acção e dado que foram identificados mais 5 referências do modelo *Cylinder Head* (1308;1309;1310;1350 e VGW) e uma referência que devido a ausência de espaço na zona de armazenamento original também aqui se encontrava (Ref: Inverter Cover). Através da análise dos dados disponíveis de produção, não foram detectadas como tendo sido utilizadas durante os 6 meses de análise as 5 novas referências indicadas anteriormente, pelo que, decidiu-se que uma das estantes teria de albergar estas novas referências enquanto a outra estante ficaria com as referências normalmente utilizadas e adoptando a regra proposta. A implementação decorreu em 4 acções;

- ❖ 1ªAcção: Remoção das referências indicadas (1308;1309;1310;1350 e VGW) que se encontrava na estante e movê-las para a estante que se encontrava atrás, bem como identificação com a etiqueta vermelha (itens de baixa utilização).



Figura 18 – 1ªAcção – Remoção e Identificação

- ❖ 2ªAcção – Colocação de todos os dispositivos indicados no Gráfico e que não se encontrassem montados na linha, na respectiva prateleira de acordo com a regra da frequência de utilização (Etiqueta Verde e Amarela) e identificação com a respectiva etiqueta;



Figura 19 – 2ªAcção – Segregação e Identificação (Etiqueta Verde e Amarela)

- ❖ 3ªAcção – Preparação de uma zona livre para armazenamento dos kits de troca de modelo e para colocação do aparafusadora e chave de roquete;



Figura 20 – 3ªAcção – Zona para Kits Troca de Modelo e Equipamentos de troca

- ❖ 4ªAcção – Inclusão dos campos de verificação da limpeza; estado dos pinos e data de substituição no documento Registo de Troca de Modelo que actualmente já existe e que se exemplifica de seguida:

									Sector/Processo Area/Process Maquinagem		
Linha	Modelo Anterior	Novo Modelo	Confirmações					Observações (caso algum dos itens a serem confirmados não estejam ok deve registar a alteração que efectuou)	Data	Turno	Trocado por:
			Dispositivo	Programa de maquinagem	Sensores de ar	Poka-yoke	Deteção de dupla maquinagem				
#7#14#31	FH1355	FH1921	OK	OK	OK	OK	Não tem		02-07-2012	1T	António
#1#28	FH1334	FH1810	OK	OK	OK	OK	Não tem		03-07-2012	1T	António
#2#25	FH1334	FH1810	OK	OK	OK	OK	Não tem		03-07-2012	1T	António
#7#14#31	FH1921	FH1355	OK	OK	OK	OK	Não tem		03-07-2012	1T	António
#54#18#57	CH VGL	CH VGN	OK	OK	OK	OK	Não tem		10-07-2012	3ºT	Rui Almeida
#9#29#41	CH VGT	CH VGR	ok	ok	ok	ok	Não tem		15-07-2012	3ºT	Rui Almeida
#30#18#57	CH VGN	CH VGL	OK	OK	OK	OK	Não Tem		16-07-2012	2T	Alves
#5#27	FH 1330	FH 1334	OK	OK	OK	OK	Não Tem		19-07-2012	2ºT	Alves
#5#27	FH1334	FH1810	OK	OK	OK	OK	Não tem		23-07-2012	2T	Alves
#6#33 #37	1808	1815	OK	OK	OK	OK	Não tem		23-07-2012	2T	Alves
#46#38#8#55#5	VUE	CEC	OK	OK	OK	OK	OK		26-06-2012	3T	Avelino
#36	VUE	CEC	OK	OK	OK	OK	OK		26-07-2012	1º T	Vitor
#16#51#40	CEB	VGT	OK	OK	OK	OK	OK		26-07-2012	1º T	Vitor / Manuel

Figura 21 – 4ªAcção – Registo Troca de Modelo – Antes 5S

Neste registo, são indicados os pontos fulcrais que validam uma troca de modelo, actual, ou seja, quando o operador termina a troca, dirige-se ao sistema informático, e ao preencher esta *Check-List* deverá indicar ou “Confirmar” se valida os pontos indicados na figura anterior. Este preenchimento permite evitar possíveis “esquecimentos” de verificações importantes como é o caso do funcionamento dos sensores de ar. O responsável pela troca deve reportar neste documento, eventuais anomalias detectadas nos equipamentos.

									Sector/Processo Area/Process Maquinagem					
Linha	Modelo Anterior	Novo Modelo	Confirmações					Limpeza Remoção de Limalha	Manutenção		Observações (caso algum dos itens a serem confirmados não estejam ok deve registar a alteração que efectuou)	Data	Turno	Trocado por:
			Dispositivo	Programa de maquinagem	Sensor de ar	Poka-yoke	Deteção de dupla maquinagem		Pinos (DESGASTE)	Pinos (APERTO)				
#6#33#37	VPP	VPR	ok	ok	ok	ok	nao tem				23-08-2012	1T	António	
#6#33#37	VPP	VPR	ok	ok	ok	ok	nao tem				23-08-2012	2t	Jorge	
#7#14#31	FH 1921	FH1355	ok	ok	ok	ok	nao tem				24-08-2012	1ºT	Vitor	

Figura 22 - 4ªFase – Registo Troca de Modelo – Após 5S

Ressalta-se mais uma vez o facto de que o 5S não foi uma ferramenta aplicada de forma individual a apenas a uma área específica, como é o caso da área de armazenamento dos dispositivos, pois a correcta adopção dos 5S envolve a melhoria dos processos associados aquela área, nomeadamente ao nível da capacidade de controlo das medidas adoptadas,

sendo por isso tão importante o registo em formato informático, pelo que em cada fase da técnica, envolve abordagens diferentes.

Para incremento da capacidade de controlo do sistema de etiquetas e arrumação dos dispositivos e *Poka-Yoke*, bem como garantir a sua estabilidade e utilidade a longo prazo, implementou-se o já mencionado registo informático (Registo Troca de Modelo). A inclusão destes campos na *Check-List* não representará incremento significativo no tempo de preenchimento, mas adicionará valor na qualidade da manutenção de um dispositivo, possibilitando que este se encontre sempre nas melhores condições de serviço.

6.1.2. MELHORIA Nº3 E Nº4 - SISTEMATIZAR E STANDARDIZAR – 5S

A aplicação da técnica 5S neste ponto incide intensamente na melhoria da identificação dos diversos componentes, sejam eles, dispositivos simples (OP30-3ºPROCESSO) ou dispositivos compostos por vários componentes como é o caso dos dispositivos de (OP10-1ºPROCESSO) e também facilitar a identificação dos *Poka-Yoke*. Para a implementação deste passo revelou-se de particular interesse, o desenvolvimento de uma placa que permita posicionar todos os componentes de um dispositivo (OP10-1ºPROCESSO) procurando desse modo reduzir o tempo de identificação dos componentes que o constituem, e incluindo outros itens que foram considerados necessários.

Durante a recolha dos dados do tempo de troca de modelo, ocorreram situações peculiares, mas extremamente penalizadoras para a eficiência do procedimento de troca como por exemplo, um dos parafusos que vinha em um dos conjuntos de mordentes que se iria montar encontrava-se com a rosca danificada, pelo que não se conseguia montar, obrigando o operador a ter que se ausentar e procurar um parafuso semelhante em diversos compartimentos de ferramentas, pois também não existiam parafusos suplentes em local pré-definido. Uma outra situação registada decorreu durante a colocação dos mordentes, pois para sua fixação utilizam-se parafusos M6 e M8, sendo que não existe nenhuma referência ou ordem pela qual estes devem ser montados, o que somando ao desconhecimento do operador, obriga a que este efectue uma montagem por tentativa e erro. Este tipo de situações, encontra-se mencionado por diversos autores como já referido na revisão bibliográfica, pelo que fica aqui reforçada a noção do quanto é imprevisível o ambiente industrial, bem como a necessidade que há em normalizar e prever

acontecimentos e inesperados como é o caso de componentes e ferramentas danificados, ou mesmo falta de experiência ou conhecimento do método mais eficiente.

Esta situação, levou a que fosse realizada uma análise a alguns deste factos ocorridos procurando preveni-los ou mesmo erradicá-los de forma sustentada, do qual resultaram as seguintes conclusões:

Tabela 14 – Melhoria N°3 e N°4 – Análise do procedimento

<u>Constatação</u>	<u>Causa</u>	<u>Consequência</u>	<u>Contra Medida</u>	<u>Objectivos Gerais</u>
Parafusos Danificados	-Binário de aperto excessivo; -Ferramenta não adequada; -Ferramenta com desgaste/danificada(Vértices encontravam-se com rebordo);	-Dificuldade na remoção dos parafusos – Incrementa o tempo do procedimento;	-Inclusão dos componentes de substituição junto da área onde está a ocorrer a troca de modelo;	✓ Encontrar de modo mais célere os componentes do modelo que vai entrar para produção;
Mistura de componentes de outras referências	-Descuido no método de armazenamento; -Não existe um procedimento de preparação para a arrumação dos componentes após utilização;	-Operações de Montagem e desmontagem desnecessários;	-Organização e separação dos componentes relativos a cada modelo que pode ser montado na respectiva linha de maquinação de acordo com a sua ordem de montagem em cada equipamento;	✓ Conhecer qual a ordem com que deveria executar esses mesmos procedimentos; ✓ Evitar deslocações desnecessárias e procedimentos que variam de pessoa para pessoa;
Falta de chaves Sextavadas M6 e M8	-Desconhecimento por parte do operador da existência de parafusos de diâmetros diferentes; -Não existe um procedimento de preparação para a actividade Troca de modelo;	-Está dependente da habilidade e capacidade/consciência de organização do operador;	-Incluir as ferramentas necessárias ao procedimento junto da área onde está a ocorrer a troca de modelo;	✓ Ter acesso rápido a ferramentas;
O´rings – Risco de queda	-Limpeza da zona de encaixe do componente relativo aos pinos de posicionamento dos sensores de ar.	-Dada a dimensão do O´ring, no caso de este sair da caixa, cai no tapete, e como este se encontra em movimento e com limalha, torna-se complicado a sua reposição	-Inclusão dos O´rings de substituição junto da área onde está a ocorrer a troca de modelo;	✓ Ter acesso rápido a componentes substituição; ✓ Permitir a identificação visual do estado dos componentes e ferramentas, bem como as quantidades disponíveis em stock;
Dificuldade de Identificação dos componentes	-Método de identificação de alguns componentes pouco claro;	-Como já foi demonstrado a identificação representa em média aprox.58% do tempo total da acção Movimento/Identificação ;	-Adopção de codificação do posicionamento dos componentes no OP10 por cores e não por marcas	
Deslocações	-Todas as causas anteriores;	-Enorme quantidade de tempo dispendido em tarefas de procura de componentes de substituição e ferramentas fora da zona de trabalho; -Imprevisibilidade da duração do procedimento de troca de modelo;	-Reorganização do percurso efectuado através da elaboração de um Procedimento Normalizado;	✓ Reduzir a variabilidade do tempo necessário para o procedimento de troca de modelo;

Após a análise do procedimento, constataram-se sucessivos acontecimentos que prejudicam o tempo de troca de modelo e que se encontram descritos na tabela anterior, pelo que na tentativa de ir ao encontro dos “Objectivos Gerais” aí indicados, surge como opção, o desenvolvimento de um “Kit Troca de Modelo”, permitindo esse Kit, incluir todos os componentes e ferramentas que se constatou poderem faltar. Na tabela encontram-se definidas outras constatações nomeadamente ao nível das deslocações, pois estas constatações foram realizadas durante o registo de todo o procedimento, pelo que a adopção do kit, está também associada à implementação de uma Tabela Padrão Operação (ANEXO B – Tabela Padrão de Operação). De acordo com as constatações e após análise do tipo de componentes que o kit deveria possuir de modo a minimizar as deslocações e a facilitar o rigoroso cumprimento da Tabela Padrão de Operação, optou-se por incluir no kit o seguinte equipamento:

Tabela 15 – Componentes do Kit Troca de Modelo linha6 – Ref:VGN→VPP

OP - 10			OP - 30					
#6			#33			#37		
Material	QT(un)	Sub.	Material	QT(un)	Sub.	Material	QT(un)	Sub.
Base para Mordentes	3	N/A	Dispositivo OP30	1	N/A	Dispositivo OP30	1	N/A
Mordentes	3	N/A	Parafusos M10x50	4	N/A	Parafusos M10x50	4	N/A
Pinos Sensores de Ar	1	N/A						
Parafusos M8x20	3	2						
Paraf.(Base) M10x15	6	3						
Paraf.(Mordentes) M10x50	4	3**						
Paraf. (Mordentes) M8x50	2	2						
O`Rings (φ7.5x1.0)	3	5	Óleo lubrificante *	1	0	N/A	N/A	N/A
			Álcool *	1	1	N/A	N/A	N/A
Chave M8 (Berbequim)	1	1	Chave M12 (Berbequim)	1	1	N/A	N/A	N/A
Chave M10 (Berbequim)	1	1	Chave UmbrakoM12 (L)	1	1	N/A	N/A	N/A
Chave UmbrakoM8 (L)	1	1						
Chave UmbrakoM10 (L)	1	1						

** As duas embalagens passarão a estar armazenadas na Inspeção.

*** Os 3 Parafusos suplentes podem ser utilizados em OP30.

Apresenta-se de seguida o respectivo Kit proposto para fazer a arrumação de todos os componentes que serão montados em (OP10-1ºPROCESSO) , neste caso é para a referência *Cylinder Head VPP (1808)*.

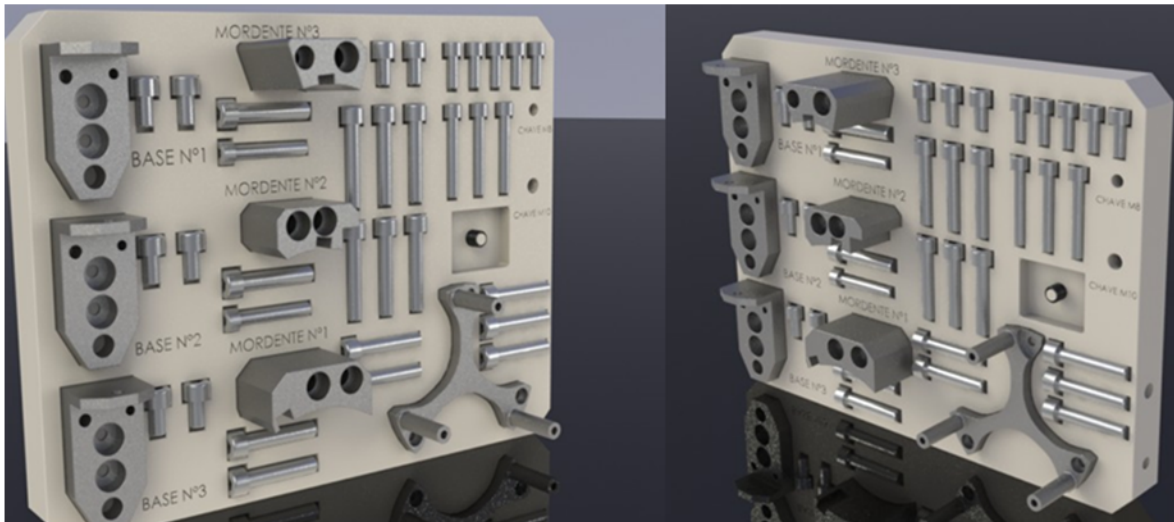


Figura 23 – Kit Proposto para Troca de Modelo Ref: VGN→VPP

Destaca-se que a disposição dos diversos componentes que se encontram no kit, correspondem à ordem pela qual estes devem ser montados quer no 1º Processo (OP10-1º PROCESSO), quer os parafusos do 3º Processo (OP30-3º PROCESSO).

Para além do Kit e seguindo a indicação da Tabela Padrão de Operação, deve também estar preparada a Aparafusadora eléctrica (Bateria carregada), chave de roquete, extensor de 150mm, ponteira de encaixe do extensor à aparafusadora. As ponteiras sextavadas M6 e M8 e as chaves Umbrako M6 e M8 em L suplentes já se encontram no Kit. As dimensões do kit podem ser consultadas no ANEXO G – Kit Troca de Modelo.

6.1.3. MELHORIA Nº1 E Nº2 - POLIR E STANDARDIZAR – 5S

Este ponto engloba duas das cinco etapas da implementação dos 5S, onde neste caso se destaca a elaboração de instruções de trabalho (Standardizar) adequadas ao objecto de estudo, que neste ponto são os dispositivos. Para a sua implementação foi elaborada um procedimento que visa abordar quais os cuidados que se deve ter no manuseamento, arrumação e manutenção de todos os dispositivos e Poka-Yoke utilizados bem como equipamentos associados ao processo da troca de modelo. O procedimento pode ser consultado no ANEXO D – Limpeza/Manutenção/Armazenamento.

6.1.4. MELHORIA Nº1 E Nº2 - SUSTENTAR

Após implementação das etiquetas para identificação dos dispositivos bem como o registo das acções de manutenção e limpeza, verificou-se que poderia haver o risco de não

preenchimento das mesmas devido a esquecimento ou desconhecimento do procedimento, além disso também tornou-se necessário obter um registo rápido do número de trocas realizadas, dado que trimestralmente é necessário identificar novamente quais os modelos frequentemente mais utilizados de modo a actualizar o seu posicionamento nas estantes. É da responsabilidade do Departamento de Engenharia efectuar esse acompanhamento e comunicar ao líder da maquinação quais as novas localizações. Desse modo, optou-se por incluir no registo informático já existente, os campos de Limpeza e Manutenção para preenchimento, pois sendo este documento verificado pelo líder, é garantia que o mesmo é preenchido. (Ver Figura:22). No entanto, continuou-se a utilizar o novo sistema de etiquetas, pois efectivamente permite identificar e saber quais as acções de manutenção efectuadas aos dispositivos de forma mais célere quando as mesmas se encontram preenchidas. A utilização das etiquetas quando correctamente preenchidas, dispensa a consulta no sistema informático, eliminando a deslocação ao computador e conseqüente consulta informática.

6.2. NORMALIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS – TPO PARA TROCA DE MODELO

Esta é talvez a medida mais importante no que respeita ao objectivo de garantir a estabilidade do processo, para além disso, esta é uma medida transversal, pelo que se revelou fulcral no bom desempenho de outras medidas implementadas, como foi o caso da reorganização do percurso. Contudo, o principal foco centrava-se em garantir que independentemente da experiência, o sub-líder ou líder fosse capaz de:

- ❖ Saber quais os procedimentos a realizar;
- ❖ Conhecer qual a ordem com que deveria executar esses mesmos procedimentos, evitando assim deslocações desnecessárias e procedimentos que variam de pessoa para pessoa;
- ❖ Encontrar os componentes do modelo que ia entrar para produção;
- ❖ Ter acesso rápido a ferramentas necessárias e componentes de substituição.

6.3. MELHORIA Nº5 - OPTIMIZAÇÃO DE PERCURSO

A melhoria Nº5, está relacionada com a optimização do percurso do operador, isto é, com base nos registos efectuados, o operador percorre cerca de 149,45m em acções de “Deslocação”. De modo a facilitar a percepção da diversidade de percursos realizados pelo operador, atribuíram-se cores a cada um dos percursos. Pode-se consultar as distâncias relativas a cada percurso através da Tabela 16, bem como o percurso que é realizado na zona de fabrico consultando o (Anexo E – Deslocação / Movimento – Percurso Inicial e percurso proposto pela TPO – Tabela Padrão de Operação) O percurso Branco está relacionado com a necessidade de ir buscar a mesa elevatória de modo a transportar os dispositivos para (OP30-3ºPROCESSO), indo também, buscar o equipamento que necessita ao carrinho da ferramenta, e seguida voltar à linha.

O percurso vermelho existe pois o operador deslocou-se ao local de armazenamento para ir buscar o conjunto de montagem no torno (HT-30, OP10-1ºPROCESSO). O percurso Azul corresponde à deslocação do operador até ao local de armazenamento da parafusaria para substituir um dos parafusos que se encontrava moído, tendo sido detectado durante a montagem do (OP10-1ºPROCESSO). Para visualizar os percursos efectuados consultar (ANEXO C – Deslocação/Movimentação).

Tabela 16 – Distância dos Percursos Realizados durante a Operação Troca de Modelo (T.TR.MOD)

	#Linha6 --> Mesa Elevatória	Mesa Elevatória-->Jig Shelf	Jig Shelf-->Carrinho Ferramenta	Carrinho Ferramenta--> #Linha6	Distâncial(m)	
Branco	18,8	7	11,75	7,5	45,05	
Vermelho	#Linha6-->Armazenamento Grampos(OP10)	Armazenamento Grampos(OP10)-->#Linha6			N/A	
	13,25	13,25			26,5	
Azul	#Linha6-->Armazenamento Parafusos	Armazenamento Parafusos-->#Linha6			N/A	
	13,25	13,25			26,5	
	#Linha6-->Armazenamento Poka-Yoke	Armazenamento Poka-Yoke-->#Linha6			N/A	
	18,8	18,8			37,6	
Amarelo	MOVIMENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO HT-30 PARA #37 (MOVIMENTO NO INTERIOR DA CÉLULA)				N/A	
	13,8				13,8	
					DISTÂNCIA TOTAL(m)	149,45
					REDUÇÃO PREVISTA Dist.(m)	104,4

Analisando os registos vídeo e em papel e tendo em consideração que o percurso Vermelho, Azul e Amarelo, podem ser eliminados com o correcto planeamento do

procedimento da troca de modelo é possível reduzir em 104.4m a distância percorrida pelo operador pois elimina estas deslocações não planeadas. De acordo com a sugestão de melhoria N°5 a redução de 104.4 m na distância percorrida representará uma poupança de 167 segundos ou 2,78min, (Nota: As deslocações realizadas com os Dispositivos OP30 (3°PROCESSO) são mais lentas pois envolvem bastante massa (Aprox:70kg) pelo que necessitam de mesa elevatória para a deslocação).

A optimização do percurso com o intuito de reduzir deslocações desnecessárias apenas produzirá resultados de forma contínua, se for realizada do mesmo modo por todos os líderes e sub-líderes, pelo que deverão seguir exactamente a mesma ordem de procedimentos aquando da realização de uma troca de modelo. Para esse efeito encontra-se no (ANEXO B – Tabela Padrão de Operação), o procedimento que todos devem adoptar de modo a normalizar neste caso as deslocações a efectuar e assim reduzir as distâncias a percorrer.

6.4. MELHORIA N°7 E N°8 - UTILIZAÇÃO DE APARAFUSADORA ELÉCTRICA E CHAVE DE ROQUETE

A utilização de ferramenta eléctrica pretende agilizar o processo de aperto e desaperto dos parafusos. Para verificar a exequibilidade desta melhoria e validação da mesma, procedeu-se a uma simulação utilizando uma aparafusadora eléctrica. Para a realização desta simulação é necessário ter preparado o Kit de troca de modelo Ref:VGN→VPP como indicado no Ponto 6.1.

A aplicação da aparafusadora acarreta alguns cuidados relativamente ao aperto dos parafusos, nomeadamente no que concerne ao binário de aperto dos parafusos, isto porque, actualmente é realizada uma verificação do aperto dos mesmos, de forma um pouco aleatória e apenas com um controlo sensitivo. O que acontece é que surgem durante o processo de desmontagem parafusos excessivamente apertados e outros que estão pouco apertados.

A aparafusadora, possui um limite da força de aperto que ronda os 30N.m, o que em alguns casos se manifestou incapaz de desapertar, obrigando a um pré-desaperto. De modo a tornar viável a implementação da aparafusadora eléctrica e garantir que existe

homogeneidade no binário de aperto optou-se por adoptar o seguinte procedimento para (OP10-1ºPROCESSO):

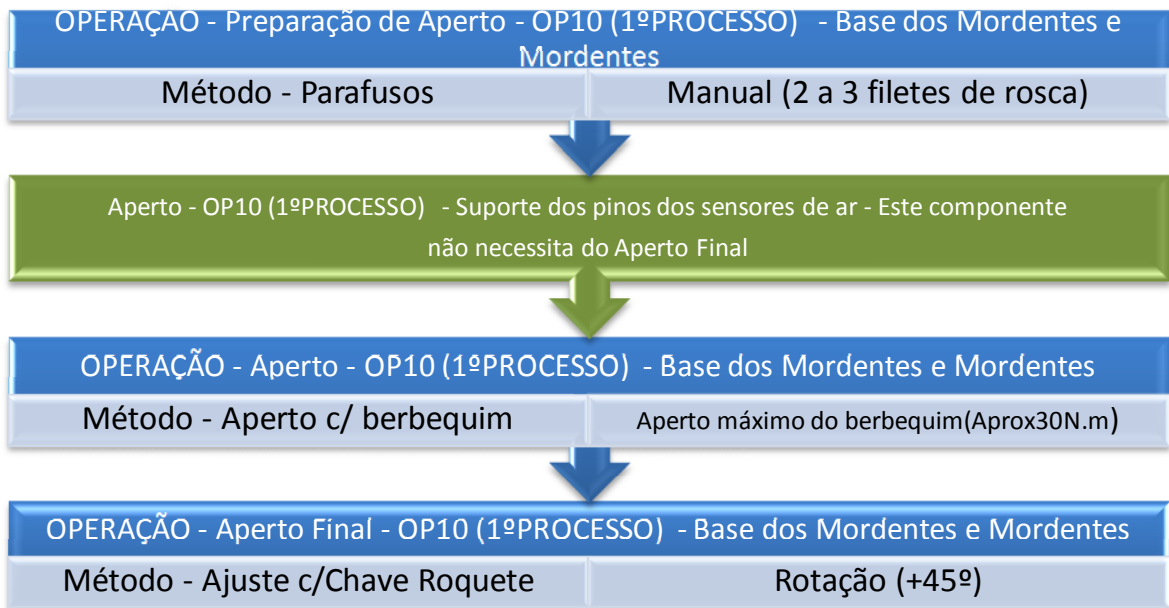


Figura 24 – Procedimento Proposto – Utilização Ferramenta Eléctrica – (OP10-1ºPROCESSO)

Com a mesma intenção de tornar viável a implementação do aparafusadora eléctrica e garantir que existe homogeneidade no binário de aperto optou-se por adoptar o seguinte procedimento para (OP30-3ºPROCESSO):

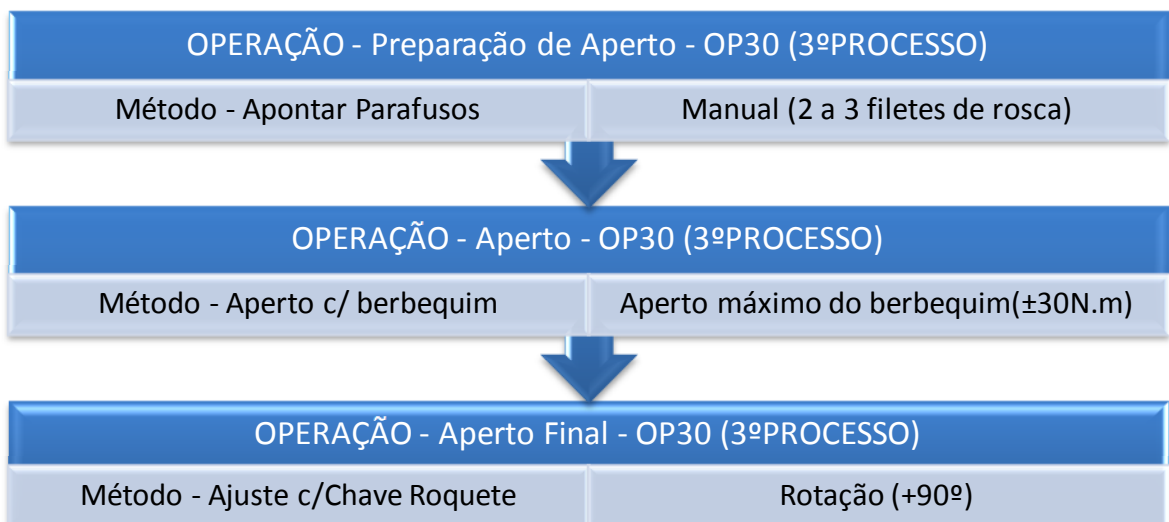


Figura 25 – Procedimento Proposto – Utilização Ferramenta Eléctrica – OP30 (3ºPROCESSO)

Na etapa de Aperto Final – (OP30-3ºPROCESSO), a rotação realizada é de 90° pois verificou-se que não trazia benefícios em termos de estabilidade de medida nos componentes aplicar um aperto superior, ou seja este aperto (90 °) é suficiente, permitindo que o dispositivo esteja estável na mesa da máquina sem comprometer a exactidão das medidas. A vantagem de utilizar uma regra de aperto por graus, é que elimina a necessidade de adquirir uma chave dinamométrica para medir o binário de aperto, além de que ao utilizar-se a aparafusadora garante-se que o aperto inicial está homogéneo, basta para isso apenas efectuar a rotação pretendida, tornando o processo de ajuste mais expedito e fiável.

6.4.1. MELHORIA Nº7 E Nº8 - ANÁLISE DE RESULTADOS

Tal como já se demonstrou no ponto anterior foi necessário alterar a sequência do procedimento de aperto e desaperto de modo a garantir a eficiência e a estabilidade do processo, que neste caso estavam relacionadas com limitações tecnológicas e procedimentos pouco fiáveis no que concerne ao ajuste do binário de aperto. Desse modo é necessário validar o procedimento.

Recorrendo a testes realizados na linha obteve-se o seguinte desempenho aplicando o novo procedimento dotado do aparafusadora eléctrica:

Tabela 17 – Resultados da Implementação das Melhorias Nº7 e Nº8 (Ferramenta Eléctrica)

Processo	Antes SMED (s)			Após SMED (s)			Redução
	Aperto	Desaperto	Total	Aperto	Desaperto	Total	
OP10 (1ºPROCESSO)	316	306	<u>622</u>	111	107	<u>218</u>	65%
OP30 (3ºPROCESSO)	330	250	<u>580</u>	82	62	<u>144</u>	75%

Os valores indicados a verde, representam os ganhos em termos de redução de tempo, através da implementação deste novo procedimento dotado de aparafusadora eléctrica e chave de roquete. Este é o valor obtido na FASE 3 da técnica SMED.

Em (OP10-1ºPROCESSO) a eficiência do equipamento é inferior dada a maior dificuldade em efectuar o ajuste, pois mesmo adoptando a chave de roquete para o Aperto Final, este procedimento acaba por prejudicar ligeiramente a vantagem adquirida com a aparafusadora eléctrica impedindo a obtenção de uma eficiência ao nível de (OP30-3ºPROCESSO). Para isso ter-se-ia de testar utilizando um sistema para fixação da rotação da bucha efectuando novamente o ajuste através da chave de roquete.

6.5. 5 WHY'S – VALIDAÇÃO

Foi anteriormente adoptada a metodologia 5 WHY's a todas as Acções desenvolvidas em cada tipo de Actividade Externa, procurando identificar os motivos pelo qual existiam acções que consumiam grande parte do tempo disponível em cada actividade externa. Após identificação dos motivos e consequente proposta de melhoria recorrendo a análise do processo, quer seja através de uma solução ao nível tecnológico ou ao nível do procedimento, apresentam-se de seguida quais as sugestões válidas bem como propostas que podem no futuro vir a ser implementadas:

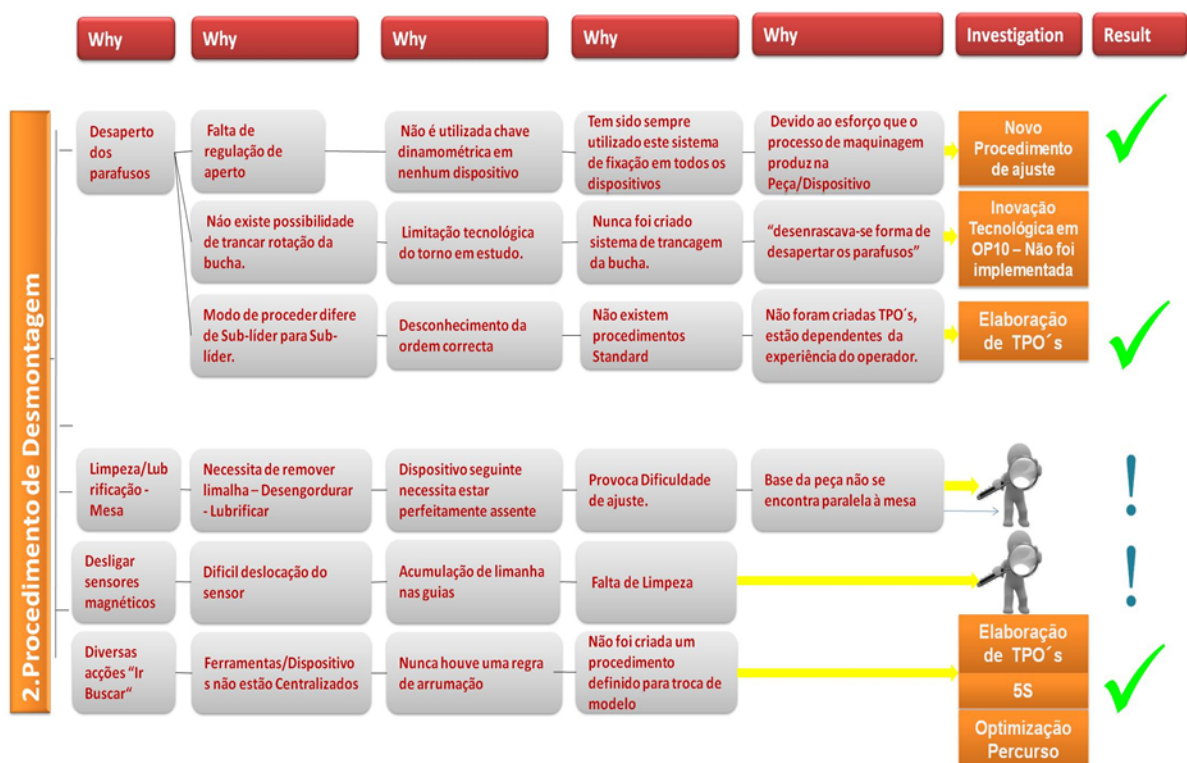


Figura 26 – 2.Procedimento de Desmontagem – 5 WHY'S – Resultados

De acordo com os 5 WHY's, verificou-se que existiam diversas causas para o elevado tempo de execução do desaperto dos parafusos, onde se destacam os modos de

procedimento que diferem de operador para operador, limitações ao nível tecnológico por nunca terem sido desenvolvidos equipamentos com vista à redução do tempo de troca. Estas causas foram analisadas e de modo a colmatar a diferença dos procedimentos entre operadores implementou-se uma TPO.

Relativamente à operação de desligar os sensores magnéticos e Limpeza/Lubrificação não foram alvo de intervenção dado que a operação limpeza exige os procedimentos actualmente utilizados não sendo conveniente a sua modificação. Contudo, o actual desempenho pode ser melhorado devido ao procedimento normalizado implementado pois elimina deslocações não previstas.

Quanto à operação de desligar os sensores magnéticos, estes não foram alvo de nenhuma proposta em concreto, pois em primeiro lugar não é necessário efectuar esta operação a todos os modelos como é o caso das Ref:VPP/VPR e segundo, a aplicação da técnica 5S abordou a limpeza dos dispositivos, que por consequência facilita a montagem e desmontagem dos sensores magnéticos ao diminuir a acumulação de limalha.

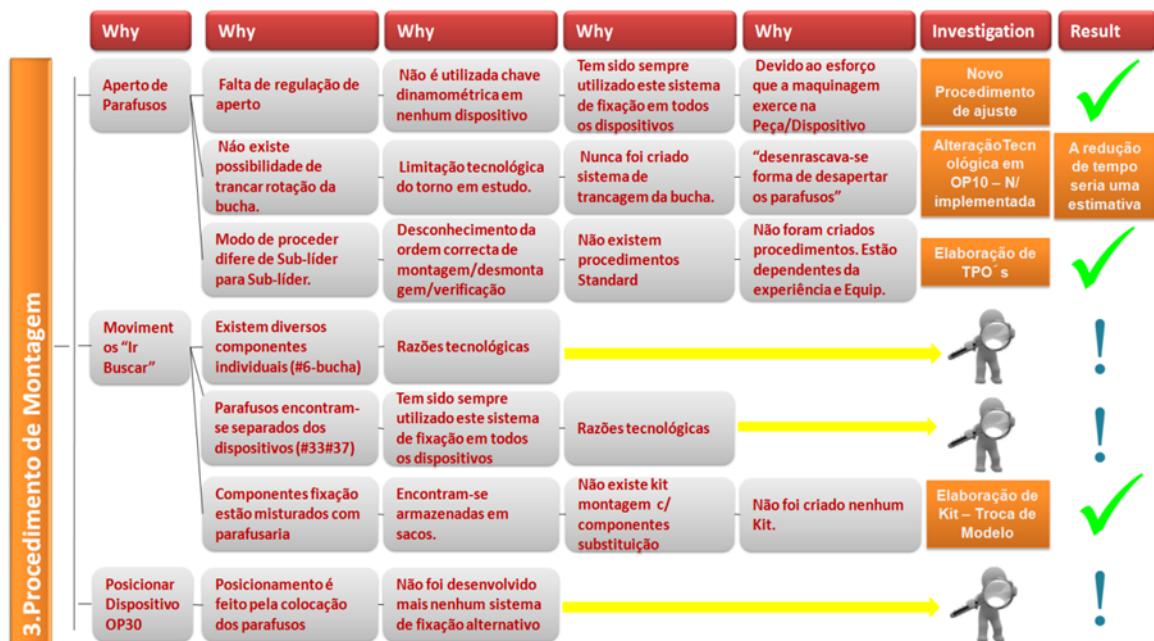


Figura 27 - 3.Procedimento de Montagem – 5 WHY's – Resultados

O procedimento de montagem, assemelha-se muito ao procedimento de desmontagem dado que muitas das tarefas compartilham os mesmos movimentos mas em sentido "Inverso", pelo que as propostas são semelhantes, no entanto, de acordo com os registos, a acção "Movimentos" indicada na figura anterior adquiriu relevância devido ao incorrecto

armazenamento dos componentes, e devido a razões tecnológicas. A principal causa detectada para a elevada demora na identificação, são os componentes que se encontram em sacos misturados com a parafusaria não existindo nenhuma regra clara para efectuar o armazenamento dos mesmos. Para este efeito, foi desenvolvido um Kit de troca de modelo (ANEXO G – Dimensões do Kit Troca de Modelo) e uma TPO (ANEXO B – Tabela Padrão de Operação), também no âmbito na implementação da técnica 5S.

Após análise dos 5 WHY's anteriores verifica-se que ao ter realizado inicialmente os 5 WHY's com o intuito de identificar a possível raiz dos problemas, foi possível durante a aplicação da técnica SMED elaborar de forma mais consistente as propostas de melhoria indo ao encontro da redução do tempo de *Setup* da linha. Os procedimentos 2.Procedimento de Desmontagem e 3.Procedimento de Montagem são essencialmente semelhantes, pelo que é natural que as propostas de melhoria implementadas para um deles, produza efeito no outro.

O procedimento 4.Arranque da Máquina não foi alvo de proposta de melhorias pois não é possível sequer estabelecer prioridades relativamente à peça que deve ser medida em 1º lugar. Existe neste caso uma restrição ao nível da ocupação da máquina, pois existem mais linhas a produzir *Cylinder Head*, e restrições no processo, pois para validação, a peça necessita de ser medida na totalidade das suas cotas, pelo que só a execução de um programa completo a um componente demora 450s. Actualmente a regra adoptada, é o FIFO, com excepção dos casos de ajuste de medida durante um lote de produção, que de modo a reduzir o tempo de máquina parada, estas peças de ajuste são colocadas no seguimento da peça que tiver a ser medida.

6.6. ANÁLISE DE VIABILIDADE

O plano de melhorias elaborado como já mencionado anteriormente, procurou otimizar o processo recorrendo à simplificação das operações através da reorganização e normalização dos procedimentos envolvidos, minimizando movimentos e deslocações desnecessários. No entanto para que algumas dessas medidas obtenham maior eficiência é necessário criar e ter disponível algumas ferramentas que o permitam. Durante este estudo verificou-se a necessidade de adquirir algum equipamento/material. Um dos casos em que é necessário adquirir material, é para o fabrico do Kit Troca de Modelo, sendo que como a placa é comprada em bruto, ainda se torna necessário criar as formas relativas aos

componentes que a mesma irá acomodar. Assim sendo foi necessário consultar o torneiro residente, pelo que ele indica que para maquinar manualmente a placa de acordo com o desenho (Ver Anexo G – Dimensões do Kit Troca de Modelo) necessita de cerca de 3 horas de mão-de-obra² pelo que o custo total da implementação surge indicado de seguida:

Tabela 18 – Investimento Inicial

Equipamento/Material	Ref.	QT	Custo(€)
Aparafusadora Eléctrica	PSR 14,4 Li	1	178,95€
Placas	Nylon (300x370x30)	12	12x18,63 +12x (10€ x 3h)Mão Obra³=583,56€
TOTAL			762,51€

Antes mesmo de se avançar para a quantificação económica relativamente às medidas implementadas, determinou-se a quantidade de peças que se poderá produzir a mais devido às medidas geradas pela técnica SMED. Assim sendo e para se ter uma noção do impacto que uma redução de aprox:24.29min por troca de modelo pode representar em termos de capacidade de produção, apresenta-se de seguida o estudo tendo por base a produção média por hora da linha 6:

Tabela 19 – Ganhos previstos no número de peças c/ implementação da técnica SMED

Produção Semestral (un)	Produção Média/Mensal (un)	Produção Média/Dia (un)	Produção Média/ (un)/h	Nº Trocas (6C/7C) (Novembro 2011 a Abril 2012)	T. c/ aplicação SMED	Peças produzidas(un)
275575un	45929un	2087un	(2087/(3 x(0.9*8))=96un/h	8x	(8x24.27)=194 min	310un

Analisando a tabela anterior é facilmente perceptível a importância que a redução de tempo através da técnica SMED representa. O número de trocas indicadas, neste caso, 8 trocas,

² Custo Mão-de-obra do torneiro=10€/h

representam o número de trocas realizadas num período de 6 meses e são trocas de modelos de referência 6C para 7C, ou seja, estas trocas implicam alterar todos os dispositivos e Poka-Yoke. Simplificadamente, e de acordo com os valores considerados na empresa para um tempo efectivo de produção de 90%, em 8 horas de trabalho, 7,2h são dedicadas a produção, pelo que a restante 0,8 horas está afecta a operações de limpeza, registo dos dados de produção e reunião de início de turno.

De acordo com a produção média indicada, em apenas 8 trocas completas seria possível produzir mais 310 unidades, ou seja, será o equivalente a ter o equipamento disponível para fabrico durante mais 3,2 horas de produção contínua nos seis meses em estudo. Estes valores podem ainda tornar-se mais representativos se tivermos em consideração que existem mais 5 linhas de produção e que para além das trocas completas existem trocas onde apenas se troca o dispositivo de apenas um dos processos, apenas o Poka-Yoke ou o programa de maquinação.

Mais importante que conhecer qual o investimento inicial necessário, é saber qual o tempo que se espera ter o retorno desse mesmo investimento, pelo que de acordo com a seguinte expressão fica:

$$t_i = \frac{I}{C \times S \times N}$$

t_i - Tempo de retorno do investimento [semanas];

I – Investimento inicial em equipamento [€];

C – Custo paragem não planeada/hora [€/h];

S – Estimativa da poupança de tempo devido à implementação da técnica [h/troca];

N – Número de trocas por mês [trocas/semana].

Substituindo as variáveis fica:

$$t_i = \frac{762,51}{\left(2,58 \times 96 \times \left(\frac{24,27}{60}\right) \times \left(\frac{8}{24}\right)\right)} \Leftrightarrow t_i = 23 \text{semanas}$$

O valor de 23 semanas para amortização do investimento é indicativo para a situação em que o preço médio de cada peça produzida seja de 2,58€, no entanto, este preço médio

pode ser mais elevado, no caso de se produzirem as referências VPP/VPR, que possuem um custo unitário de 3€/un comparativamente com os 2,5€/un das referências VGN/VGL.

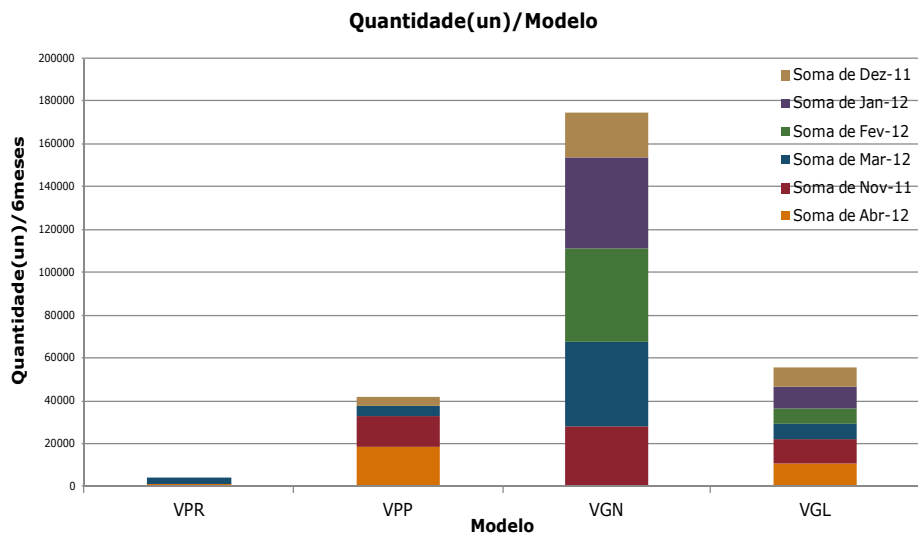


Gráfico 20 – Modelo mais produzido(un) nos 6 meses em estudo (Nov-2011 a Abril-2012)

Verifica-se que o tempo de amortização pode então oscilar de acordo com o tipo de modelos que tiverem mais necessidade de produção, no entanto 23 semanas como tempo médio indicativo, revela que a relação Custo/Benefício do investimento necessário na Aparafusadora Eléctrica e nas Placas de *Nylon* para fabrico do Kit Troca de Modelo se manifesta vantajoso para a empresa, além de que, estes equipamentos normalmente possuem um tempo de vida bastante longo o que facilitará a sua amortização.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho consistiu na realização de um estudo detalhado das causas de paragem não planeada de uma linha de maquinaria, tendo mesmo decorrido em ambiente industrial com todas as dificuldades inerentes à correcta aplicação dos procedimentos necessários para recolha dos dados. Dado o enorme volume de dados a tratar, delineou-se que o intervalo de tempo que seria alvo do estudo seria de 6 meses, o que é bastante representativo dado que é hábito da empresa efectuar avaliações de produtividade trimestralmente, pelo que a recolha de dados de 6 meses (Novembro 2011 a Abril 2011) permitirá uma inferência bastante precisa e representativa do comportamento do sector.

Com base nos dados dos 6 meses, procedeu-se ao estudo das principais variáveis que intervêm no tempo de paragem não planeada e identificou-se que a linha 6 seria a linha onde seriam realizados os estudos e implementada a metodologia. Neste estudo, a metodologia SMED, permitiu detalhar os procedimentos, e dentro desses procedimentos, conhecer quais os micro-movimentos que ocorrem e que são de difícil detecção, mas que acabam por acrescentar tempo extra ao procedimento, como é o caso da acção Identificação que ocorre na operação (Movimento/Identificação).

A optimização do percurso e a aplicação de 5S na zona dos dispositivos, permitiu uma poupança na ordem dos 167s (2,78min), pois elimina deslocações entre a linha 6, a zona dos dispositivos e a zona dos lubrificantes, que são desnecessárias mas que tinham sido verificadas durante o registo.

A adopção da aparafusadora eléctrica permite obter reduções de 65% e 75% (OP10-1ºPROCESSO) e (OP30-3ºPROCESSO), sendo necessário também respeitar os procedimentos propostos.

A implementação de forma independente das medidas anteriores não é garantia de obtenção de uma superior eficiência na globalidade do procedimento. Como foi enunciado na revisão bibliográfica é necessário actuar nos procedimentos e nos movimentos. Seguindo a linha de raciocínio da técnica 5S, para além da execução das melhorias é essencial criar metodologias que se destinem a sustentar a exequibilidade e sustentabilidade das mesmas. A adopção de TPO (ANEXO B - Tabela Padrão Operação), (ANEXO C – Etiquetas para Identificação), (ANEXO D – Limpeza/Manutenção/Armazenamento) e o (ANEXO G – Dimensões Kit Troca de Modelo) permitem salvaguardar a estabilidade do processo em qualquer ocasião mesmo

que seja um outro operador, não conheça o equipamento onde irá fazer a intervenção. Após implementação parcial das medidas propostas, o tempo de troca registado foi:

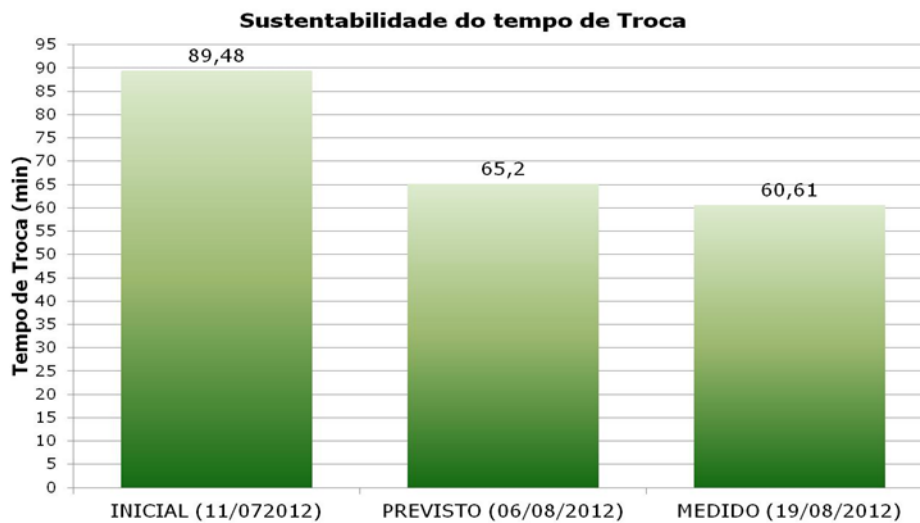


Gráfico 21 – Sustentabilidade do tempo de troca

Com as medidas implementadas o tempo necessário previsto para a operação Troca de Modelo era de 65,2min, no entanto, o tempo medido foi de 60,61min. O valor medido foi mais reduzido devido à questão da variabilidade do processo, tendo ocorrido operações que foram realizadas em menor tempo, não quer este valor significar que a eficiência das metodologias tenha sido superior ao esperado, mas sim que algum procedimento foi realizado de forma mais eficiente pelo operador, sendo que em todos os registos, o operador foi sempre o mesmo. A situação verificada só vem demonstrar a importância da normalização de modo a eliminar a variabilidade dos procedimentos.

O valor de 24.29min referente à redução do tempo de troca, representa uma diminuição de cerca de 27.4%, muito perto do valor mínimo indicado por Shingo (redução do tempo total de troca entre 30% e 50%). Posto isto, conclui-se que a metodologia SMED é uma opção válida quando se pretende tornar um processo de *quickchangeover* mais eficiente, no entanto é essencial que o mesmo seja economicamente rentabilizado da forma mais rápida possível. Dado o investimento inicial de 762,51€, e nas condições de produção (quantidades por modelo, custo por modelo, nº de trocas de modelo/linha, e redução do tempo de troca após SMED) é possível amortizar o investimento em 23 semanas. Pode parecer um período longo, mas pode ser substancialmente reduzido se forem consideradas as restantes linhas, pois existem mais linhas (Ex.linha3) que podem fabricar estes modelos.

Para trabalhos futuros, seria essencial adoptar alterações ao nível do DFV (*Product Platform Design - Design for Variety, Adaptability and Modularity*) e assim eliminar alguns micro procedimentos como por exemplo a remoção e colocação dos parafusos em ambos os processos mas com especial ênfase em (OP10-1ºPROCESSO). Não menos importante e com o intuito de enraizar o hábito de seguir os procedimentos propostos seria a preparação de sessões de formação e exemplificação de como proceder correctamente à troca de modelo nos diversos equipamentos. Poder-se-ia também desenvolver um estudo com o intuito de melhorar o desempenho da actividade externa 4.Arranque de Máquina de modo a determinar os tempos médios de espera de cada peça bem como o desvio máximo, e a taxa de ocupação de cada equipamento 3D, pois com esse estudo seria possível avaliar a necessidade de um novo equipamento, podendo também ser necessário alterar as actuais regras de prioridade.

A realização desta tese revelou a dificuldade que é realizar uma dissertação em ambiente industrial de elevado dinamismo e cadências de produção onde ao mesmo tempo se desenvolve a actividade profissional, a dificuldade que é alterar procedimentos que se encontram enraizados, permitiu também compreender a importância económica para a empresa da redução das paragens não planeadas e o porquê de estas serem um indicador de extrema importância para a análise da eficiência dos processos de fabrico e demais departamentos da organização, e entender a necessidade da existência de diversas técnicas com o intuito da optimização, contudo e não menos importante denotou-se, tendo já sido citado anteriormente, o processo de optimização ou baseado no *Lean Management*, necessita de incorporar um vasto conjunto de técnicas, sendo que o mais relevante é que necessitam de serem implementadas de forma transversal ao processo, servindo estas de suporte à metodologia principal adoptada, sendo que neste caso foi o SMED.

Bibliografia

- (2012) "Computer Numerical Control - Introduction."
- Buffalo, U. o. (2007). Computer Numerical Control (CNC), University at Buffalo.
- Cakmakci, M. and M. Karasu (2007). "Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobile industry." *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* **33**(3): 334-344.
- Cakmakci, M. and M. K. Karasu (2006). "Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobile industry." 11.
- Cakmaki, M. (2009) "Process improvement:performance analysis of the *setup* time reduction - SMED in the automobile Industry."
- Cimino, A., F. Longo, et al. (2009). "A multimeasure-based methodology for the ergonomic effective design of manufacturing system workstations." *International Journal of Industrial Ergonomics* **39**(2): 447-455.
- Dempsey, P. G. and S. E. Mathiassen (2006). "On the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics." *Applied Ergonomics* **37**(1): 33-43.
- Di Gironimo, G., C. Di Martino, et al.(2012) "Improving MTM-UAS to predetermine automotive maintenance times." *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*: 1-9.
- Esrock, Y. (1985). "The impact of reduced set-up time." *Production and Inventory Management* **26**: 94 - 101.
- Goubergen, D. V. and H. V. Landeghem (2002). Rules for integrating fast changeover capabilities into a new equipment design. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. **18**: 205-214.
- Holweg, M. (2005). "The Three Dimensions of responsiveness." *International Journal of Operations & Production Management* **25**: 603-622.
- Inteli (2005). *Diagnóstico da Indústria Automóvel em portugal*: 46.

- Jina, J., A. K. Bhattacharya, et al. (1997). "Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions." *Logistics Information Management* **10**(1): 5 - 13.
- Kusar, J., T. Berlec, et al. (2010). "Reduction of Machine *Setup* Time." *Journal Of Mechanical Engineering, University of Ljubljana - Slovenia*: 13.
- Laring, J., M. Forsman, et al. (2002). "MTM-based ergonomic workload analysis." *International Journal of Industrial Ergonomics* **30**(3): 135-148.
- LLA, L. L. A.-. (2012). *Método 5s*: 67.
- Management, A.-T. A. f. O. (2008). *Apics Dictionary. The Standard for excellence in the operations management*. P. John H. Blackstone Jr., CFPIM, Jonah's Jonah.
- McIntosh, R., S. J. Culley, et al. (1996). "An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance." *International Journal of Operations & Production Management* **16**(9): 5-22.
- McIntosh, R. I., S. J. Culley, et al. (2000). "A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology." *International Journal of Production Research* **38**(11): 2377-2395.
- Mota, M. P. (2007). *Estudo e Implementação da Metodologia SMED e o seu impacto numa linha de produção, Instituto Superior Técnico. Master*: 95.
- Oechsner, R., M. Pfeffer, et al. (2002). "From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE)." *Materials Science in Semiconductor Processing* **5**(4-5): 333-339.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção, Além da Produção em Larga Escala*.
- Oliver, M. V. L. (1989). *Back to the future - where is JIT going?* Proc. 4th International Conf.JIT Manuf. Bedford, UK,: 6573.
- Owen, G., S. Culley, et al. (2007). *Using Differing Classification Methodologies to Identify a Full Compliment of Potential Changeover Improvement Opportunities*
- *Complex Systems Concurrent Engineering*. G. Loureiro and R. Curran, Springer London: 337-344.
- Palmer, V. S. (2001). *Inventory management Kaizen. Engineering Management for Applied Technology, 2001. EMAT 2001. Proceedings. 2nd International Workshop on.*
- Pinto, J. P., C.Netto, et al. (2009) "Quick Changeover - Aplicação do Método SMED."

- Portugal, B.-. (2012). Por um Novo Ciclo de desenvolvimento do Sector Automóvel em Portugal: Da Produção à concepção e Design. Workshop "Uma Agenda Nacional de Ensino e Investigação em Engenharia de Design".
- Reik, M., R. McIntosh, et al. (2006). Design for Changeover (DFC), Mass Customization: Challenges and Solutions. T. Blecker and G. Friedrich, Springer US. **87**: 111-136.
- Severson, D. (1988) "The SMED system for reducing changeover times: an exciting catalyst for companywide improvement and profits." APICS
- SHINGO, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System.
- Simões (2010). Melhoria do tempo de troca numa linha de prensagem - Aplicação do método Smed. Lisboa, Universidade Nova Lisboa: 244.
- Spann, M., M.Rahman, et al. (1999). Transferring lean manufacturing to small manufacturers:
 - The role of NIST-MEP, University of Alabama in Huntsville.
- Sugai, M., R. I. MacIntosh, et al. (2007) "Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): Análise Crítica e Estudo de Caso."
- Ulutas, B. (2011). "An application of SMED Methodology." 4.
- Van Goubergen, D. and T. Lockhart (2005). Human Factors Aspects in Set-Up Time Reduction
- Integrating Human Aspects in Production Management. G. Zülch, H. Jagdev and P. Stock, Springer Boston. **160**: 127-135.

Webgrafia

- BOSH. (2012). Retrieved 02/08/201, from http://www.bosch-do-it.com.pt/boptocs2-pt/Product.jsp;jsessionid=8A00677E2297AC0019BE39593642AAB6.s022-vm?country=PT&lang=pt&division=hw&ccat_id=95236&object_id=26574&ean=3165140583206
- Company, M. S.-T. M. T. (2012). "Horizontal Machining." Retrieved 25/05/2012, from <http://www.moriseiki.co.uk/products/horizontal-machining-centres/>.
- Company, M. S.-T. M. T. (2012). "Multi Axes." Retrieved 25/05/2012, from <http://www.moriseiki.co.uk/products/multi-axis-turning-centres/>.
- Company, M. S.-T. M. T. (2012). "Universal Lathes." Retrieved 25/05/2012, from <http://www.moriseiki.co.uk/products/universal-CNC-lathes/>.
- Limited, O.-O. C. (2012). "Baby kangaroo System." Retrieved 20/05/2012, from http://www.o-k-s.com/babykangaroo/BKS_TOP_E.html.
- Seiki, M. (2012). "Vertical Machining Centers." Retrieved 25/05/2012, from <http://www.moriseiki.co.uk/products/vertical-machining-centres/>.

Anexo A. - Identificação das Actividades

Nº	ACTIVIDADES	TIPO DE ACÇÃO	TEMP.I DENT	%TEMP.I DENT	PROCESSO MAQUINAGEM	ACÇÃO	Acção_SMED	Tempo(s)_SMED	Tempo(MIN)_SMED	TEMPO (s)	TEMPO(min)	TEMPO(min)/MÁQUINA
1	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	PREMIR BOTÃO EMG	PREMIR BOTÃO EMG	5	0,08	5	0,08	0,08
2	2.Procedimento de Desmontagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR CARRO				40	0,67	0,67
3	2.Procedimento de Desmontagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	TRANSPORTAR MESA ELEVATÓRIA ATÉ AOS DISPOSITIVOS	TRANSPORTAR CARRO ATÉ AOS DISPOSITIVOS	40	0,67	35	0,58	0,58
4	2.Procedimento de Desmontagem	Localizar			1ºPROCESSO - #6	PROCURAR DISPOSITIVOS OP20		23	0,38	106	1,77	1,77
5	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento			1ºPROCESSO - #6	COLOCAR DISPOSITIVOS NA MESA ELEVATÓRIA		50	0,83	50	0,83	0,83
6	2.Procedimento de Desmontagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	TRANSPORTAR DISPOSITIVOS ATÉ CAIXA FERRAMENTA				65	1,08	1,08
7	2.Procedimento de Desmontagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	TRANSPORTAR DISPOSITIVOS E CAIXA FERRAMENTA ATÉ À LINHA				25	0,42	0,42
8	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento/Identificação	3	42,86	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR CHAVE M8 E M10	IR BUSCAR CHAVE ROQUETE			7	0,12	0,12
9	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (2un/6un)	DESAPERTAR 6UN (ROQUETE+BERBEQUIM)	67	1,12	42	0,70	0,70
10	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento			1ºPROCESSO - #6	REMOVER MORDENTE Nº1	REMOVER MORDENTES (6UN)	14	0,23	7	0,12	0,12
11	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)				23	0,38	0,38
12	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento			1ºPROCESSO - #6	REMOVER MORDENTE Nº2				11	0,18	0,18
13	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	DESAPERTAR PARAFUSOS M8x50 (4un/6un)				28	0,47	0,47
14	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento			1ºPROCESSO - #6	REMOVER MORDENTE Nº3				8	0,13	0,13
15	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	BASE DOS MORDENTES-DESAPERTAR PARAFUSOS M8X35(6UN)		67	1,12	193	3,22	3,22
16	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento			1ºPROCESSO - #6	POUSAR BASE DOSMORDENTES	POUSAR BASE DOSMORDENTES	21	0,35	21	0,35	0,35
17	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	DESAPERTAR PINOS DOS SENSORES DE AR - M6X15(3UN)	DESAPERTAR PINOS DOS SENSORES DE AR - M6X15(3UN)	30	0,50	30	0,50	0,50
18	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento			1ºPROCESSO - #6	POUSAR PINO DOS SENSORES DE AR	POUSAR PINO DOS SENSORES DE AR	7	0,12	7	0,12	0,12
19	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	LIMPEZA DA BASE(AR COMPRIMIDO)	LIMPEZA DA BASE(AR COMPRIMIDO)	27	0,45	27	0,45	0,45
20	2.Procedimento de Desmontagem	Localizar			1ºPROCESSO - #6	PROCURAR SACO COM NOVOS GRAMPOS PARA O NOVO MODELO				45	0,75	0,75
21	2.Procedimento de Desmontagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	TRANSPORTAR DISPOSITIVOS OP30 E GRAMPOS PARA A LINHA				50	0,83	0,83
22	2.Procedimento de Desmontagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR ÁLCOOL	IR BUSCAR ÁLCOOL	6	0,10	40	0,67	0,67
23	2.Procedimento de Desmontagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR ÓLEO LUBRIFICANTE	IR BUSCAR ÓLEO LUBRIFICANTE	6	0,10	82	1,37	1,37
24	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			2ºPROCESSO - HAAS	PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	5	0,08	5	0,08	0,08
25	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	PARAR MÁQUINA - BOTÃO EMG	15	0,25	15	0,25	0,13
26	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento/Identificação	3	21,43	3ºPROCESSO - #33#37	IR BUSCAR CHAVE M10	IR BUSCAR CHAVE ROQUETE (M10)	6	0,10	14	0,23	0,12
27	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	DESAPERTAR PARAFUSOS M10X50(4UN)	DESAPERTAR PARAFUSOS M10X50(4UN)	188	3,13	336	5,60	2,80
28	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	DESLIGAR 2 TUBOS DE AR COMPRIMIDO	DESLIGAR 2 TUBOS DE AR COMPRIMIDO	30	0,50	30	0,50	0,25
29	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	DESLIGAR SENSORES MAGNÉTICOS	DESLIGAR SENSORES MAGNÉTICOS	170	2,83	330	5,50	2,75
30	2.Procedimento de Desmontagem	Movimento			3ºPROCESSO - #33#37	REMOVER DISPOSITIVOS PARA A MESA ELEVATÓRIA	REMOVER DISPOSITIVOS PARA A MESA ELEVATÓRIA	20	0,33	20	0,33	0,17

31	2.Procedimento de Desmontagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	LIMPAR BASE-ELIMINAR LIMALHA-DESENGORDURAR-LUBRIFICAR	LIMPAR BASE-ELIMINAR LIMALHA-DESENGORDURAR-LUBRIFICAR	380	6,33	410	6,83	3,42
32	3.Procedimento de Montagem	Verificação			1ºPROCESSO - #6	VERIFICAR ESTADO O´RINGS	VERIFICAR ESTADO O´RINGS	12	0,20	35	0,58	0,58
33	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	COLOCAR NOVOS PINOS DOS SENSORES AR	COLOCAR NOVOS PINOS DOS SENSORES AR	18	0,30	15	0,25	0,25
34	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	2	22,22	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSO M8x35	IR BUSCAR PARAFUSOS M8x35	30	0,50	9	0,15	0,15
35	3.Procedimento de Montagem	Deslocação			1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSO (ANTERIOR ESTAVA MOÍDO)			0,00	72	1,20	1,20
36	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR 1ºPARAFUSO DOS PINOS	APERTAR PARAFUSOS DOS PINOS	13	0,21	19	0,32	0,32
37	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	2	2,90	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR 2º PARAFUSO				69	1,15	1,15
42	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR 2º PARAFUSO				9	0,15	0,15
43	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	2	25,00	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR 3ºPARAFUSO				8	0,13	0,13
44	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR 3º PARAFUSO				8	0,13	0,13
45	3.Procedimento de Montagem	Verificação			1ºPROCESSO - #6	VERIFICAR APERTO FINAL DOS PINOS	VERIFICAR APERTO FINAL DOS PINOS	24	0,40	44	0,73	0,73
46	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	55	80,88	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº1	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº1;N2,N3	75	1,25	68	1,13	1,13
47	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº1	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº1;Nº2,N3	23	0,38	8	0,13	0,13
48	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	0	0,00	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(2UN/6UN)	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(6UN/6UN)	17	0,28	16	0,27	0,27
49	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR BASE Nº1	APERTAR BASE Nº1;Nº2;Nº3	70	1,17	28	0,47	0,47
50	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	25	55,56	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº2				45	0,75	0,75
51	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº2				8	0,13	0,13
52	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	0	0,00	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(4UN/6UN)				12	0,20	0,20
53	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR BASE Nº2				44	0,73	0,73
54	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	50	76,92	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR BASE DO MORDENTE Nº3				65	1,08	1,08
55	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	POSICIONAR BASE DO MORDENTE Nº3				7	0,12	0,12
56	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	0	0,00	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSOS M10X30(6UN/6UN)				12	0,20	0,20
57	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR BASE Nº3				36	0,60	0,60
58	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	96	82,76	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR MORDENTE Nº1	IR BUSCAR MORDENTE Nº1;Nº2;Nº3	85	1,42	116	1,93	1,93
59	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	POSICIONAR MORDENTE Nº1	POSICIONAR MORDENTE Nº1;Nº2;Nº3	35	0,58	16	0,27	0,27
60	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	6	50,00	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSOS M10(2UN/6UN)	IR BUSCAR PARAFUSOS M10(6UN/6UN)	11	0,18	12	0,20	0,20
61	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR PARAFUSOS (2UN/4UN))	APERTAR PARAFUSOS (6UN/4UN))	54	0,90	85	1,42	1,42
62	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	32	71,11	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR MORDENTE Nº2				45	0,75	0,75
63	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	POSICIONAR MORDENTE Nº2				11	0,18	0,18
64	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	0	0,00	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSOS M10(4UN/6UN)				8	0,13	0,13
65	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR PARAFUSOS (4UN/6UN))				46	0,77	0,77
66	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	35	83,33	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR MORDENTE Nº3				42	0,70	0,70
67	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	POSICIONAR MORDENTE Nº3				8	0,13	0,13
68	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	0	0,00	1ºPROCESSO - #6	IR BUSCAR PARAFUSOS M10(6UN/6UN)				5	0,08	0,08
69	3.Procedimento de Montagem	Operação			1ºPROCESSO - #6	APERTAR PARAFUSOS (6UN/6UN))				23	0,38	0,38
70	3.Procedimento de Montagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	LIMPEZA DISPOSITIVO (Ar comprimido)				40	0,67	0,67
71	3.Procedimento de Montagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	POSICIONAR DISPOSITIVO		160	2,67	136	2,27	2,27
72	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação			3ºPROCESSO - #33#37	IR BUSCAR CHAVE M10 E PARAUSOS M10X50(4UN)	IR BUSCAR CHAVE M10 E PARAUSOS M10X50(4UN)	23	0,38	54	0,90	0,90
73	3.Procedimento de Montagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	APERTAR PARAFUSOS		248	4,13	330	5,50	5,50
74	3.Procedimento de Montagem	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	LIGAR 2TUBOS DE AR COMPRIMIDO	LIGAR 2TUBOS DE AR COMPRIMIDO	24	0,40	24	0,40	0,40
75	3.Procedimento de Montagem	Movimento/Id entificação	110	95,65	POKA-YOKE	IR BUSCAR O POKA-YOKE	IR BUSCAR O POKA-YOKE	11	0,18	115	1,92	1,92

76	3.Procedimento de Montagem	Operação			POKA-YOKE	MONTAR POKA YOKE	MONTAR POKA YOKE	141	2,35	125	2,08	2,08
77	4.Arranque da Máquina	Verificação			3ºPROCESSO - #33#37	TESTAR SENSORES DE AR (#33#37)- Posicionamento da peça	TESTAR SENSORES DE AR (#33#37)- Posicionamento da peça	24	0,40	42	0,70	0,35
78	4.Arranque da Máquina	Operação			2ºPROCESSO - HAAS	ALTERAR PROGRAMA	ALTERAR PROGRAMA	14	0,23	20	0,33	0,33
79	4.Arranque da Máquina	Operação			3ºPROCESSO - #33#37	ALTERAR PROGRAMA	ALTERAR PROGRAMA	20	0,33	40	0,67	0,33
80	4.Arranque da Máquina	Movimento			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	IR BUSCAR PEÇA AO CESTO	IR BUSCAR PEÇA AO CESTO	7	0,12	7	0,12	0,12
81	4.Arranque da Máquina	Movimento			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	COLOCAR PEÇA EM OP10	COLOCAR PEÇA EM OP10	6	0,10	6	0,10	0,10
82	4.Arranque da Máquina	Operação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	MAQUINAR PEÇA EM OP10	MAQUINAR PEÇA EM OP10	23	0,38	23	0,38	0,38
83	4.Arranque da Máquina	Movimento			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	REMOVER PEÇA EM OP10	REMOVER PEÇA EM OP10	6	0,10	6	0,10	0,10
84	4.Arranque da Máquina	Deslocação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	TRANSPORTAR PEÇA PAR OP20	TRANSPORTAR PEÇA PAR OP20	2	0,03	2	0,03	0,03
85	4.Arranque da Máquina	Movimento			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	COLOCAR PEÇA EM OP20	COLOCAR PEÇA EM OP20	6	0,10	6	0,10	0,10
86	4.Arranque da Máquina	Operação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	MAQUINAR PEÇA OP20	MAQUINAR PEÇA OP20	22	0,37	22	0,37	0,37
87	4.Arranque da Máquina	Movimento			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	REMOVER PEÇA EM OP20	REMOVER PEÇA EM OP20	6	0,10	6	0,10	0,10
88	4.Arranque da Máquina	Deslocação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	TRANSPORTAR PEÇA PAR OP30	TRANSPORTAR PEÇA PAR OP30	2	0,03	2	0,03	0,03
89	4.Arranque da Máquina	Movimento			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	COLOCAR PEÇA EM OP30	COLOCAR PEÇA EM OP30	6	0,10	6	0,10	0,10
90	4.Arranque da Máquina	Operação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	MAQUINAR PEÇA OP30	MAQUINAR PEÇA OP30	98	1,63	98	1,63	1,63
91	4.Arranque da Máquina	Movimento			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	REMOVER PEÇA EM OP30	REMOVER PEÇA EM OP30	6	0,10	6	0,10	0,10
92	4.Arranque da Máquina	Deslocação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	LIMPAR PEÇA	LIMPAR PEÇA	25	0,42	25	0,42	0,42
93	4.Arranque da Máquina	Operação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	PASSAR CALIBRE	PASSAR CALIBRE	3	0,05	3	0,05	0,05
94	4.Arranque da Máquina	Deslocação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	TRANSPORTAR À QUALIDADE	TRANSPORTAR À QUALIDADE	75	1,25	75	1,25	1,25
95	4.Arranque da Máquina	Operação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	MEDIR PEÇA	MEDIR PEÇA	900	15,00	900	15,00	15,00
96	4.Arranque da Máquina	Operação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	REGISTO DA TROCA DE MODELO	REGISTO DA TROCA DE MODELO	120	2,00	120	2,00	2,00
97	4.Arranque da Máquina	Operação			VALIDAÇÃO 1ºP,2ºP e3ºP	INFORMAR LÍDER	QUALIDADE - INFORMA LÍDER MAQUINAGEM	15	0,25	15	0,25	0,25

Anexo B. – Tabela Padrão de Operação

Tabela Padrão de Operação - Troca de Modelo							Revisão:	Data:	Conteúdo da Revisão:	Aprovado por:	Verificado por:	Elaborado por:
Linha:	#6#HAAS#33#37	Processo:	Montagem	Modelo em Produção	VGN	Modelo Para Produção	VPP	1	dd-mm-aaaa	Novo	---	---
No.	Operação	Descrição					Diagrama de operações					
1	Preparação	<p>Para efectuar Preparação:</p> <p>1º - Ir à zona dos dispositivos e colocar na Mesa Elevatória os 2 Dispositivos VPP_R_3ºProcesso-(Fig.1.1)</p> <p>2º - Colocar Kit de Montagem VPP, Kit vazio de Montagem VGN e Poka-Yoke VGN na Mesa Elevatória-(Fig.1.2) (Fig.1.3)</p> <p>3º - Verificar se o Kit de Montagem VPP está completo (Se não estiver-Completar)</p> <p>4º - Colocar berbequim na mesa elevatória;</p> <p>5º - Transportar Conjunto até à linha</p> <p>6º - Recolher junto da inspecção a Embalagem do óleo lubrificante, Álcool e panos limpos-(Fig.1.4, Fig.1.5, Fig.1.6)</p> <p>7º - Posicionar Mesa Elevatória ao lado da Máquina de Lavagem.</p> <p>8º - Transportar Kit de Montagem, Roquete e BERBEQUIM para cima do tomo #6 e conjunto da limpeza para #33</p> <p>Nota: A operação PREPARAÇÃO deve estar concluída pelo menos 30min antes de dar início à operação No.2 - Desmontagem #6-OP10</p>										
2	Desmontagem #6 - OP10	<p>Para efectuar Desmontagem:</p> <p>1º - Premir botão EMG em todos os equipamentos #6#HAAS#33#37</p> <p>2º - Desapertar Ligeiramente o Mordente Nº1, Nº2, Nº3 (Consecutivamente) - Chave "L" (Fig.2.1, 2.2, 2.3)</p> <p>3º - Desapertar totalmente Mordente Nº1, Nº2, Nº3 (Consecutivamente) - BERBEQUIM</p> <p>4º - Desapertar Suporte Pinos dos Sensores de Ar (3 Parafusos M8x20) - BERBEQUIM (Fig.2.4)</p> <p>5º - Desapertar Base dos Mordentes Nº1, Nº2 e Nº3. (Consecutivamente) (Fig.2.5)</p> <p>6º - Verificar o estado dos O'rings (Substituir em caso de estarem danificados) (Fig.2.6)</p> <p>7º - Limpar a base com ar comprimido protegendo os O'rings para não caírem.</p>										
3	Montagem #6 - OP10	<p>Para efectuar Montagem:</p> <p>1º - Montar Suporte Pinos dos Sensores de Ar. (3 Parafusos M8x20) - (Fig.3.1) BERBEQUIM</p> <p>2º - Confirma se sai ar comprimido pelos orificios dos pinos (Se não sair, verificar novamente os O'Rings).</p> <p>3º - Montar a base dos mordentes Nº1, Nº2 e Nº3 de acordo com a correspondência de cor na bucha. (Consecutivamente). (Fig.3.2)</p> <p>4º - Montar Mordente Nº1, Nº2, Nº3 (Consecutivamente) de acordo com a correspondência de cor. (Fig.3.3 e Fig.3.4) BERBEQUIM</p> <p>5º - Alterar para programa Ref.1808</p>										
4	Montagem #HAAS	<p>1º - Alterar programa para REF:1808_Squeeze</p>										
4	Montagem/Desmontagem #33#37 - OP30	<p>Para efectuar Montagem:</p> <p>1º - Colocar mesa elevatória junto #33 e #37</p> <p>2º - Desapertar ligeiramente os parafusos M10x50 (4un) na #33 e na #37 - Chave Manual (L) (Fig.4.1)</p> <p>3º - Desapertar totalmente os parafusos M10x50 (4un) na #33 e na #37 - BERBEQUIM (Fig.4.2)</p> <p>4º - Desligar tubos do ar comprimido #33 (Fig.4.3)</p> <p>5º - Remover dispositivo da #33 para a mesa elevatória - Atenção aos pinos de posicionamento para não cair ao fundo da máquina (Fig.4.4)</p> <p>6º - Limpar com ar comprimido até remover todo o óleo de corte e Limalha</p> <p>7º - Desengordurar utilizando o Álcool e o pano</p> <p>8º - Lubrificar a mesa com o óleo lubrificante espalhando-o de forma homogênea</p> <p>9º - Colocar novo dispositivo OP30.</p> <p>10º - Posicionar o dispositivo com os pinos de posicionamento e apontar os Parafusos (Sem Apertar) (Fig.4.5)</p> <p>11º - Repetir Procedimentos do Nº4 ao Nº10 na #37</p> <p>12º - Apertar os Parafusos consecutivamente na #33#37 (Aperto MáX:Após aperto c/berbequim rodar com chave + 90º)</p> <p>13º - Alterar para programa na #33 e #37 para Ref.1808_VPP_3ºP (Fig.4.6)</p>										
5	Desmontagem/Desmontagem Poka-Yoke	<p>1º - Remoção do Poka-Yoke (Ref.VGN)</p> <p>2º - Montagem do Poka-Yoke (Ref.VPP)</p>										
6	Arranque de #Linha	<p>1º - Maquinar 4 peças completas em OP10 e OP20 (Fig.5.1) (Fig.5.2)</p> <p>2º - Maquinar 2 peças na #33 e #37(OP30) - Identificar em que lado do Index foram Maquinadas (Esq. - Esquerdo ou Dir. - Direito) (Fig.5.3)</p> <p>3º - Levantar peças à qualidade</p> <p>4º - Aguardar pela validação do Dep.Qualidade e se necessário, efectuar os ajustes necessários.</p>										
7	Conclusão	<p>1º - Arrumar Óleo lubrificante e álcool na zona da inspecção. (Fig.1.4);</p> <p>2º - Arrumar os dispositivos Ref.VGN OP30, Poka-Yoke Ref.VGN e o Kit de Montagem VGN que foram removidos, na zona para os dispositivos seguindo o procedimento indicado Procedimento - Limpeza/Manutenção/Armazenamento.</p> <p>3º - Preenchimento no computador da CHECK-LIST TROCA DE MODELO_2012</p>										
Inspeção e qualidade	Operação	Tempo de ciclo:	---	TAKT TIME:	---	Produção por turno:	---					

Anexo C. Etiquetas para Identificação

5s Verde			
DESCRICÃO:			
Limpeza			
Limpeza(Limalha)	Necessita	N/Necessita	
Data Limpeza			
Manutenção			
Estado dos pinos		Bom	Mau
	Desgaste		
	Aperto		
Data Verificação			
		Sim	Não
Substituição Pinos			
Data Substituição			
Data Última Utilização			

Itens de utilização Alta $\geq 3x$

5s Amarelo			
DESCRICÃO:			
Limpeza			
Limpeza(Limalha)	Necessita	N/Necessita	
Data Limpeza			
Manutenção			
Estado dos pinos		Bom	Mau
	Desgaste		
	Aperto		
Data Verificação			
		Sim	Não
Substituição Pinos			
Data Substituição			
Data Última Utilização			

Itens de utilização Média = 2x

5s Vermelho			
DESCRICÃO:			
Limpeza			
Limpeza(Limalha)	Necessita	N/Necessita	
Data Limpeza			
Manutenção			
Estado dos pinos		Bom	Mau
	Desgaste		
	Aperto		
Data Verificação			
		Sim	Não
Substituição Pinos			
Data Substituição			
Data Última Utilização			

Itens de utilização Baixa = 1x

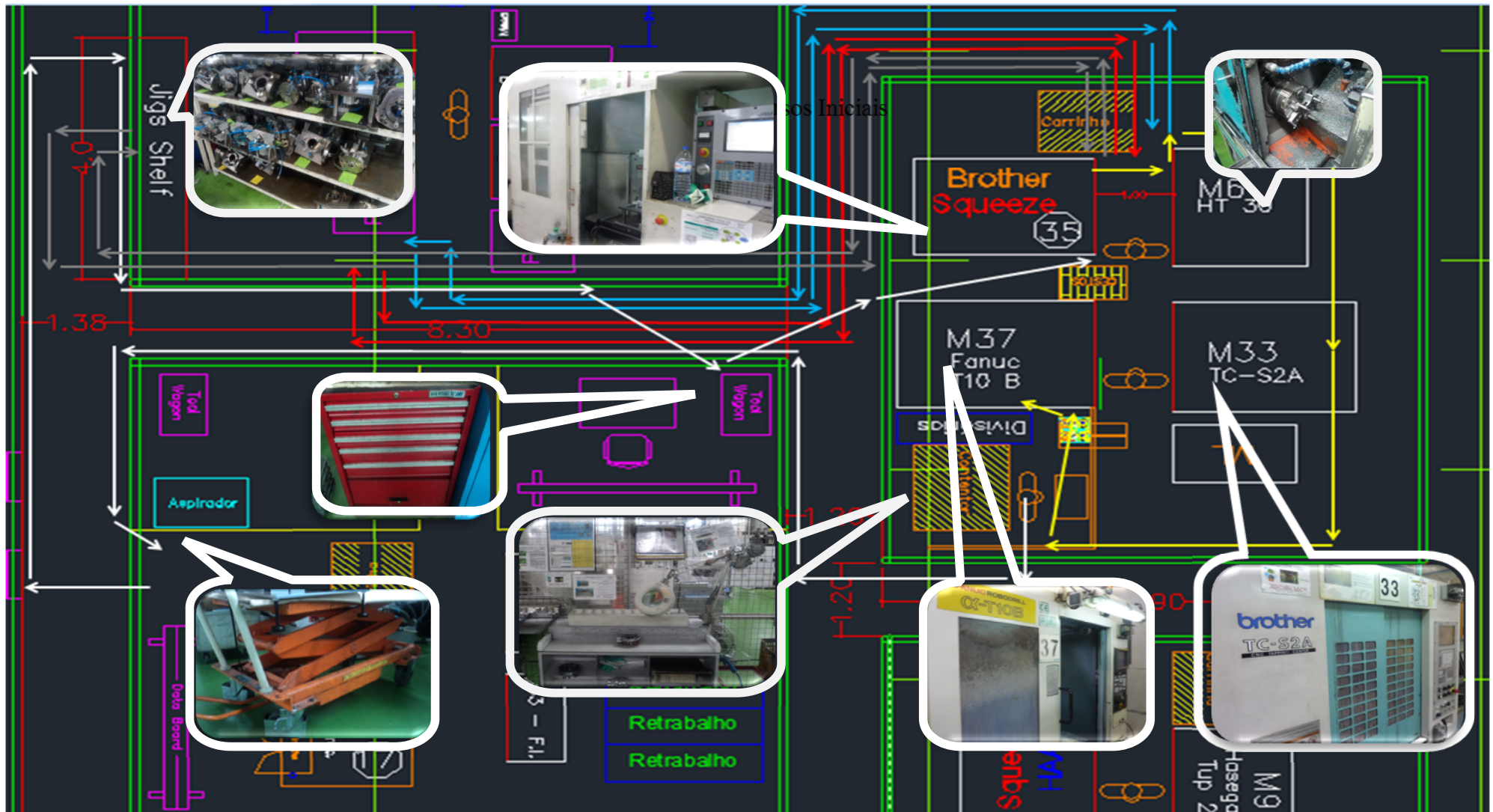
Figura 28 – Etiquetas para Identificação

Anexo D. Limpeza/Manutenção/Armazenamento

TESCO	PROCEDIMENTO / PROCEDURE		Sector/Processo Area/Process																																			
	Assunto Subject	Limpeza/Manutenção/Armazenamento	MAQUINAGEM																																			
<p>1.Limpeza- Efectuar Limpeza a todos os dispositivos e Poka-Yoke removidos após troca de modelo;</p> <p>2.Manutenção</p> <p>2.1- Verificar o aperto dos pinos de todos os dispositivos e Poka-Yoke;</p> <p>2.2- Verificar o estado da ponteira dos pinos, em caso desgaste deve-se efectuar a respectiva substituição.(Solicitar Pinos aos Líderes);</p> <p>3.Armazenamento</p> <p>3.1- Preenchimento da etiqueta que se encontra na área "Dispositivos em Utilização" com a informação nela solicitada e colocação da mesma no dispositivo ou Poka-Yoke; Preenchimento do registo CHECK-LIST TROCA DE MODELO_2012 no computador;</p> <p>3.2- O armazenamento deve ser realizado na prateleira adequada, sendo esta definida pela cor da etiquetas;</p> <p>3.3- Todos os armazenamentos de dispositivos ou Poka-Yoke apenas podem ser realizados após cumprimento escrupuloso das etapas anteriores;</p> <p>4.Utilização- Sempre que se remover um dispositivo ou Poka-Yoke da área de Armazenamento para montagem em Linha ,deve ser removida a etiqueta e colocada na área indicada "Dispositivos em Utilização"</p>																																						
<p>Ex:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;">Itens de utilização Alta ≥3x</div> <div style="background-color: #FFFF00; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;">Itens de utilização Média =2x</div> <div style="background-color: #FF4500; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;">Itens de utilização baixa =3x</div> </div>																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Verde</p> <p>DESCRICÃO: 1317 0P30</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação 09/02/11</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 09/02/11</p> </div> </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <div style="background-color: #FFFF00; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Amarelo</p> <p>DESCRICÃO: 1270 2°-P</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza 18/09/2011</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 18/04/2011</p> </div> </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <div style="background-color: #FF4500; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Vermelho</p> <p>DESCRICÃO: 1309 0P20</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 20/02/2011</p> </div> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Com Conhecimento With Knowledge</td> <td style="text-align: center;">Elaborado Executed</td> <td style="text-align: center;">Data Date (dd/mm/aaa)</td> </tr> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>				<div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Verde</p> <p>DESCRICÃO: 1317 0P30</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação 09/02/11</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 09/02/11</p> </div>	Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau		Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<div style="background-color: #FFFF00; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Amarelo</p> <p>DESCRICÃO: 1270 2°-P</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza 18/09/2011</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 18/04/2011</p> </div>	Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau		Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<div style="background-color: #FF4500; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Vermelho</p> <p>DESCRICÃO: 1309 0P20</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 20/02/2011</p> </div>	Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau		Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Com Conhecimento With Knowledge		Elaborado Executed	Data Date (dd/mm/aaa)				
<div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Verde</p> <p>DESCRICÃO: 1317 0P30</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação 09/02/11</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 09/02/11</p> </div>	Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau		Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<div style="background-color: #FFFF00; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Amarelo</p> <p>DESCRICÃO: 1270 2°-P</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza 18/09/2011</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 18/04/2011</p> </div>	Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau		Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<div style="background-color: #FF4500; padding: 5px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">5s Vermelho</p> <p>DESCRICÃO: 1309 0P20</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Limpeza</p> <p>Limpeza(Limaha) <input checked="" type="checkbox"/> Necessita <input type="checkbox"/> N/Necessita</p> <p>Data Limpeza</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Manutenção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Estado dos pinos</td> <td>Desgaste</td> <td>Bom</td> <td>Mau</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aperto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Data Verificação</p> <p>Substituição Pinos <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Data Substituição</p> <p>Data Última Utilização 20/02/2011</p> </div>	Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau		Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau																																			
	Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau																																			
	Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Estado dos pinos	Desgaste	Bom	Mau																																			
	Aperto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Com Conhecimento With Knowledge		Elaborado Executed	Data Date (dd/mm/aaa)																																			

Figura 29 – Procedimento de Limpeza/Manutenção/Armazenamento

Anexo E. – Deslocação / Movimento – Percurso Inicial e Percurso Proposto pela TPO



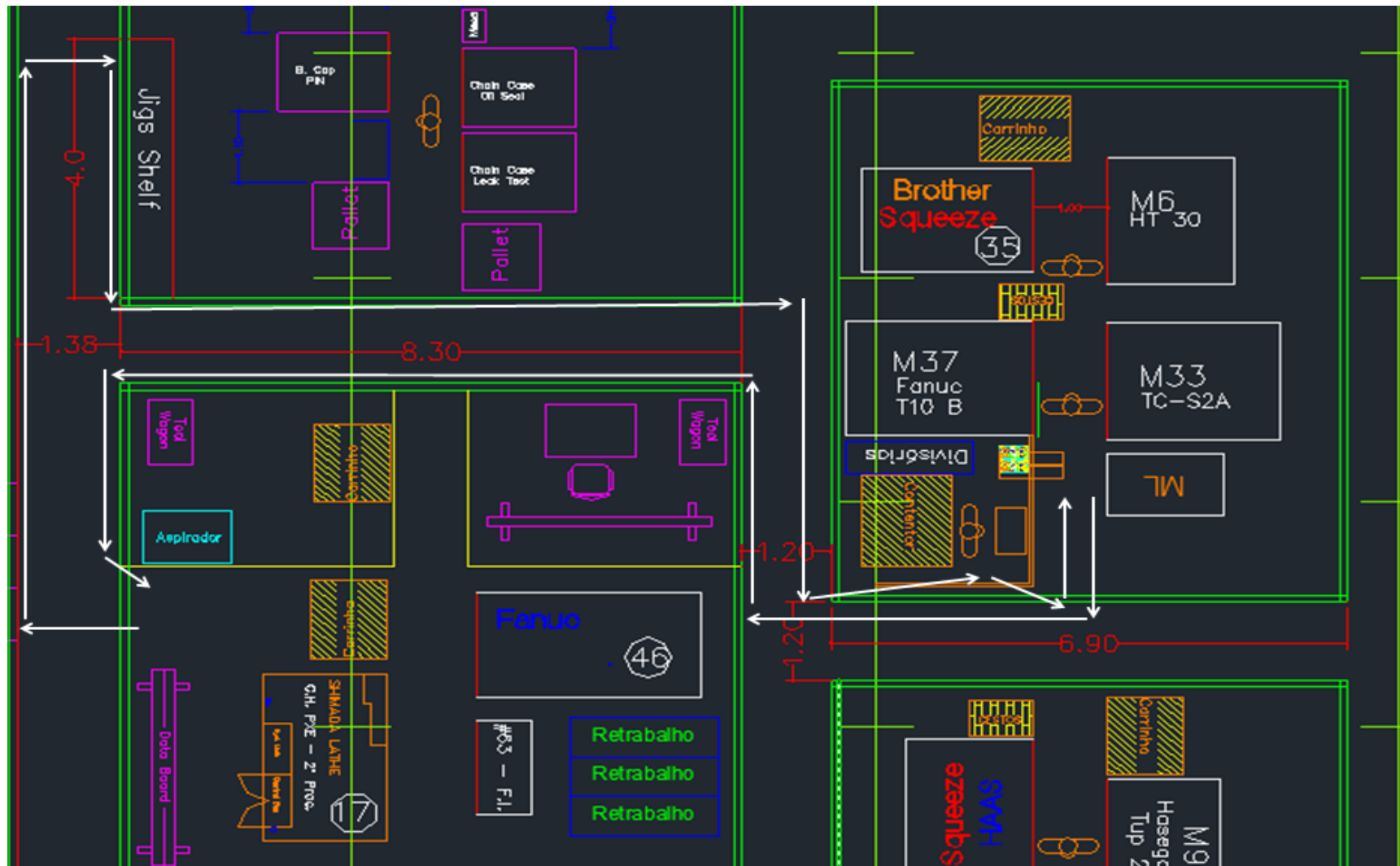


Figura 31 - Percurso Proposto na Tabela Padrão de Operação

Anexo F. - Tempo procedimento OP30 (3ºPROCESSO)

Fluxograma para Análise do Processo: Desmontagem, Limpeza de Dispositivo									#Máq: 01
Modelo Anterior: VGN			Modelo Novo: VPR			Proc. Anterior:		Proc. Novo	
Descrição das actividades	○	⇒	D	□	▽	Distância (metros)	Tempo (min)	MÃO_Ferramentas	Rec. Humanos
1. PARAR MÁQUINA	X						15 seg		
2. IR BUSCAR CHAVE NB		X					13 seg		
3. DESAPERTAR PARA-FUSOS (4un)	X						336 seg		
4. DESLIGAR 2 TUBOS ^{AR} CUMPRIMENTO	X						30 seg		
5. DESLIGAR SENSORES	X						320 seg		
6. REMOVER DISPOSITIVO PARA MESA ELEVATÓRIA	X	X					20 seg		
7. LIMPAR BASE E LIMPAR LAMPA ^{DE SENSORES / LUZES FLAR}	X						410 seg		
8. POSICIONAR DISPOSITIVO	X			X			136 seg		
9. IR BUSCAR CHAVES E PARA FUSOS		X					54 seg		
10. APERTAR PARA FUSOS	X						350 seg		
11. LIGAR 2 TUBOS NA CUMPRIMENTO	X						24 seg		
12. TESTAR SENSORES ^{# 35} AO ^{# 37}				X			42 seg		
13. ALTERAR PROGRAMA ^{# 35} ^{# 37}	X						20 seg		
14.									
15.									
16.									
17.									
18.									
19.									
20.									
21.									
22.									
23.									
24.									
25.									
26.									
27.									
28.									

Hora de Inicio: 14:23 H Hora de Fim: DATA: 11 / 07 / 2012

Figura 32 – Registo de tempo de actividade – OP30 (3ºPROCESSO)

Anexo G. – Dimensões do Kit Troca de Modelo

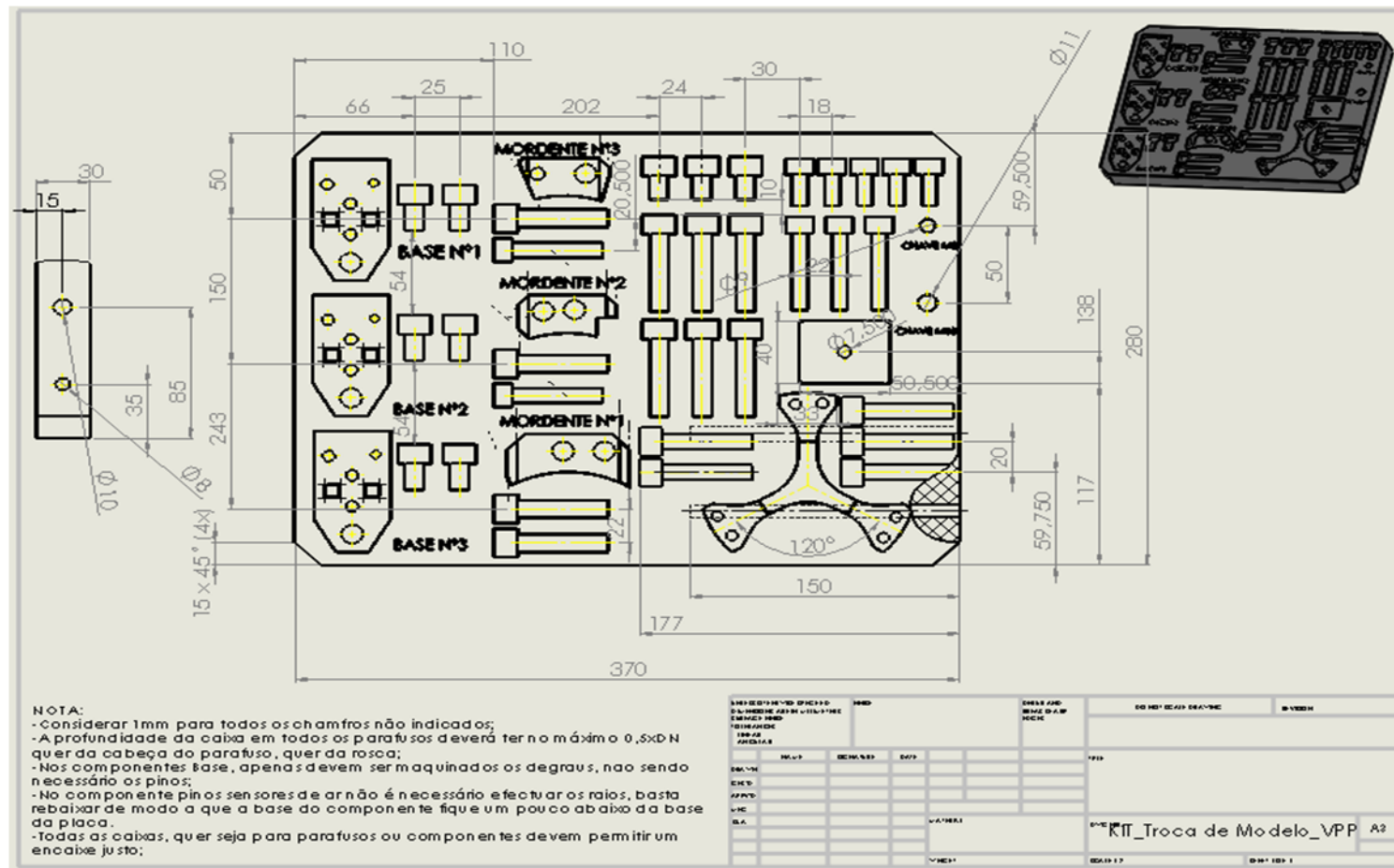


Figura 33 - Dimensões do Kit Troca de Modelo

Anexo H. – Cotação placa de Nylon

ROFER ILIDIO

Rolamentos, Ferramentas e Máquinas, Lda.

Rua Prof. Sampaio Carvalho, 90 - Apt. 6
4780-533 Santo Tirso
Tel.: 252 808 360
Fax: 252 808 369

Exmo(s) Sr(s):

TESCO-COMPONENTES P/AUTOMOVEIS,LDA.
ZONA INDUSTRIAL SAM
APARTADO 7048
4761-908 RIBEIRAO

Este documento não serve de factura.

Atendido por: FILIPE

Matrícula	Marca/Modelo	Chassi	Kms	ORÇAMENTO					
Código	Nº Contribuinte	Requisição	Moeda	Data	Número				
C 21.2.5.0	503 162 477		EUR	18-09-2012	30208				
Código	Designação	Referência	Quant.	Unid.	Preço Unl.	Desc.	Iva	Valor liq.	
1004256	CHAPA NYLON BRANCO	370X280X30	1,00	UN	18,630			23	

Só se aceitam devoluções de artigos até 8 dias após a entrega, quando devidamente justificadas. Os artigos objecto de encomenda especial não poderão ser trocados nem devolvidos.

Valor líquido	
Desconto	
Valor Líquido	
EcoValor	
Portes	
Iva	

Figura 34 – Cotação para placa de Nylon

Anexo I. Ficha Técnica Aparafusadora Eléctrica

Material a fornecer	Dados técnicos e funções	PSR 14,4 LI-2	
Dados técnicos			
Rotações em vazio (1.ª velocidade / 2.ª velocidade)	0 – 390 / 1.300 r.p.m.	14,4 Volt	powered by Li-Ion technology
Binário máx.	40,0 Nm	Compact	2-Geardrive
Binário máx. em materiais duros/macios	20 / 40 Nm	100% x 300x	Longlife
Escalões do binário	10	Battery	Application
Tensão do acumulador	14,4 V		
Bucha	Bucha de aperto rápido de 10 mm		
Peso da máquina com acumulador	1,14 kg		
Diâmetro do parafuso			
Ø dos parafusos até	8 mm		
Diâmetro de furo			
Ø de furo em aço	10 mm		
Ø de furo em madeira	30 mm		
P.V.P.:	€ 178,95*		
Funções			
<ul style="list-style-type: none"> • 14,4 V • Tecnologia de lítio • Sistema ECP (Electronic Cell Protection) da Bosch • Sistema Auto-Lock da Bosch • Engrenagem de 2 velocidades • Aplicação: aparafusar/furar • Softgrip • Luz de trabalho integrada • Electrónica Bosch • Rotação reversível direita/esquerda • Indicador do nível de carga • Indicador do sentido de rotação 			



Figura 35 - Ficha Técnica – Aparafusadora eléctrica PSR 14,4 LI-2 (BOSH 2012) adapt