



Nuno Miguel Pereira de Albuquerque Branco

# Introdução de Tempos de Manutenção Planeada ao abrigo do TPM: caso de estudo na *Bosch Car* Multimédia

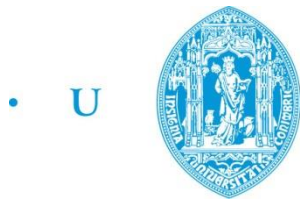
Dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Julho/2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA





• U • C •

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Introdução de Tempos de Manutenção Planeada ao abrigo do TPM: caso de estudo na *Bosch Car Multimédia***

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

## **Introduction of Planned Maintenance Times under the TPM: case study at Bosch Car Multimedia**

**Autor**

**Nuno Miguel Pereira de Albuquerque Branco**

**Orientadores**

**Professor Doutor Luís Miguel D. F. Ferreira**

**Manuel José Gomes**

**Júri**

**Presidente** Professor Doutor Nuno Alberto Marques Mendes  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

**Vogais** Professor Doutor Cistóvão Silva  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

**Orientador** Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes  
Ferreira  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

**Colaboração Institucional**

---



Coimbra, julho, 2017



*“Nenhum homem realmente produtivo pensa como se estivesse escrevendo uma dissertação”.*

(Atribuído a Albert Einstein, 1879-1955)



Aos meus avós e aos meus pais.





## AGRADECIMENTOS

O trabalho que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e ao apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Ao orientador de estágio, Manuel José, por todo o apoio demonstrado, dinâmica transmitida e pela sua permanente disponibilidade para prestar os esclarecimentos solicitados.

Ao Professor Luís Ferreira, pela orientação ao longo da realização do projeto.

A todos os colegas e amigos que me acompanharam durante a vida académica, especialmente à Casa Falcão, por ter sido a minha segunda família durante o tempo que vivi em Coimbra.

À Raquel, pelo apoio em todas as etapas da minha vida.

Aos meus tios, pelo debate e colaboração interventiva que me serviram de estímulo intelectual.

Ao Eng.º Rui Maltez por me ter acompanhado em todas as fases da minha vida estudantil.

Aos meus pais e à minha irmã, pelo empenho e pelo esforço em proporcionar-me esta oportunidade, pela educação e pelos valores que me transmitiram.

Aos meus avós, por serem o meu pilar todos os dias da minha vida... A vocês tudo devo.

A Coimbra!



## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, na empresa *Bosch Car Multimédia*, sediada em Braga. Trata-se de um estudo de caso, cujo principal objetivo consistiu em realizar uma proposta de sistemática para a introdução de tempos de manutenção planeada, em conformidade com o terceiro pilar da metodologia *Total Productive Maintenance*, que se baseia na maximização da eficiência dos equipamentos durante o seu ciclo de vida, focando-se em eliminar desperdícios, aumentar a sua *performance* e diminuir as paragens de produção.

Partindo de uma análise ao sistema produtivo da empresa, constatou-se que existiam oportunidades de melhoria na implementação desta metodologia, uma vez que havia um elevado número de manutenções planeadas em atraso, derivadas da falta de atribuição de tempo de paragem para que as equipas de manutenção realizassem as intervenções, o que contribuía para a realização de um elevado número de manutenções corretivas.

Através da implementação do terceiro pilar da referida metodologia, foram analisadas duas propostas de sistemática. A primeira consistiu na introdução de tempos de manutenção planeada no sistema produtivo atual, tendo como objetivo principal a diminuição do número de manutenções planeadas em atraso e a consequente diminuição do número de manutenções corretivas. A segunda proposta consistiu na introdução de tempos de manutenção planeada no cálculo *Request for Quotation*, como forma de contemplar o tempo de manutenção planeada durante a fase de cotação do produto, com o objetivo de definir tempos de manutenção planeada para novos sistemas produtivos e ao mesmo tempo prever com maior precisão a capacidade real de *output* do mesmo sistema no futuro.

Partindo das propostas apresentadas obteve-se uma simulação do impacto no *output* das linhas de produção, assim como o fluxo de informação necessário para incluir o tempo de manutenção planeada nas cotações.

**Palavras-chave:** *Total Productive Maintenance*, Manutenção Planeada, *Bosch Car Multimédia*, RFQ.



## ABSTRACT

The present work was developed in the ambit of the Master in Engineering and Industrial Management, in the Bosch Car Multimédia Company, headquartered in Braga. The main objective of this case study consisted of a systematic proposal for the introduction of planned maintenance times according to the 3rd Pillar of the TPM methodology.

The TPM methodology aims to maximize the efficiency of equipment during their life cycle, focusing on eliminating waste, increasing equipment performance and reducing production stops.

Based on an analysis of the company's production system, it was found that there were opportunities for improvement in the implementation of this methodology, since there were a large number of planned maintenance delays due to the lack of allocation of planned maintenance downtime, which contributed to a high number of corrective maintenance.

Through the implementation of the third pillar of this methodology, two systematic proposals are analyzed. The first proposal is to introduce planned maintenance times into the current production system, with the main objective being to reduce the number of planned maintenance delays as a way to reduce the number of corrective maintenance. The second proposal consists of the introduction of planned maintenance times in the “Request For Quotation” calculation, as a way to contemplate the planned maintenance time during the product quotation phase, in order to define planned maintenance times for new production systems and at the same time to predict the actual output capacity of the same system in the future.

Starting from the proposals presented, a simulation of the dead-end impact of the production lines was obtained, as well as the flow of information necessary for the launch of planned maintenance time in the quotations.

**Keywords** *Total Productive Maintenance, Planned Maintenance, Bosch, RFQ.*



---

# ÍNDICE

Índice de Figuras .....	xii
Índice de tabelas .....	xiii
Simbologia e Siglas .....	xv
Siglas .....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Definição de manutenção.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Tipos de manutenção .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 TPM.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Principais motivos para o fracasso da implementação de TPM.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 TPM Bosch .....</b>	<b>13</b>
2.5.1 Pilares do TPM Modelo <i>Bosch</i> .....	13
2.5.2 TPM-OEE .....	15
<b>3. CASO DE ESTUDO: RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 O Grupo Bosch.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 A <i>Bosch</i> Braga.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 O grupo de trabalho .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Análise ao sistema produtivo atual .....</b>	<b>21</b>
3.4.1 Sistema produtivo <i>Bosch Car</i> Multimédia.....	21
3.4.2 Dados de manutenção preventiva .....	22
<b>3.5 Análise das causas do problema .....</b>	<b>23</b>
3.5.1 Falta de disponibilidade de linha .....	23
3.5.2 Falta de técnicos .....	24
3.5.3 Cálculo do tempo útil por técnico .....	25
3.5.4 Cálculo do tempo de manutenção anual .....	25
3.5.5 Análise do número de técnicos para cada cenário .....	27
<b>3.6 Análise preventiva vs. corretiva.....</b>	<b>28</b>
<b>3.7 Consequências das manutenções preventivas em atraso .....</b>	<b>29</b>
<b>3.8 Análise das causas das manutenções corretivas .....</b>	<b>30</b>
<b>3.9 Estudo dos custos das perdas de produção .....</b>	<b>31</b>
<b>4. PROPOSTA DE RESOLUÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Proposta para a situação do sistema produtivo atual .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2 Cenários possíveis de cálculo do tempo necessário de manutenção.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 Análise tempo disponibilidade considerando pausas.....</b>	<b>36</b>

4.4	<b>Cálculo das Perdas Produtivas Associadas à Diminuição do Tempo de Turno</b>	<b>39</b>
<b>5.</b>	<b>PROPOSTA DE SISTEMÁTICA DE INTRODUÇÃO DE TEMPOS NAS RFQ'S.</b>	<b>41</b>
5.1	<b>Proposta inicial</b> .....	<b>41</b>
5.1.1	Processo de cotação .....	41
5.2	<b>Ferramenta de cálculo do Tempo de Manutenção Planeada para RFQ's</b> ...	<b>44</b>
5.3	<b>Introdução de tempos de manutenção em cotações</b> .....	<b>46</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>51</b>
	<b>Anexo A – Exemplo descrição de processo</b> .....	<b>53</b>
	<b>Anexo B – Exemplo Manutenção Standard</b> .....	<b>55</b>
	<b>Anexo C – Ferramenta cálculo Investimentos</b> .....	<b>57</b>
	<b>Anexo D – Diagrama Processo RFQ</b> .....	<b>59</b>
	<b>Apêndice A – Capacidade Produção Modelo atual</b> .....	<b>61</b>
	<b>Apêndice B – Capacidade Produção Modelo atual com Manutenção Planeada</b> .....	<b>63</b>
	<b>Apêndice C – Capacidades 300 dias com manutenção planeada c/pausas</b> .....	<b>65</b>
	<b>Apêndice D – Capacidades 300 dias com manutenção planeada s/pausas</b> .....	<b>67</b>
	<b>Apêndice E – Perdas Por avaria das linhas dos CC's</b> .....	<b>69</b>
	<b>Apêndice F – Perdas Por avaria (Análise dos Custos)</b> .....	<b>71</b>
	<b>Apêndice G – tabela Somatório de todas as manutenções</b> .....	<b>73</b>
	<b>Apêndice H – Tabela somatório de todas as manutenções inferiores a 5 minutos</b> .....	<b>75</b>
	<b>Apêndice I – Tabela somatório de todas as manutenções entre os 5 e o 15 minutos</b> ....	<b>77</b>
	<b>Apêndice J – Tabela somatório de todas as manutenções entre os 15 e os 28 minutos</b>	<b>79</b>
	<b>Apêndice K – Tabela somatório de todas as manutenções maiores que 28 min minutos</b> .....	<b>81</b>



---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Tipos de manutenção. Adaptado de Pinto (1994) .....	7
Figura 2.2 - Relação entre produção e manutenção. Adaptado de (Duffuaa & Raouf, 1999)). .....	8
Figura 2.3 - Principais fontes de perdas segundo a metodologia TPM. Adaptado de (Martins, 2012). .....	9
Figura 2.4 - Pilares TPM Bosch. Fonte: Bosch Production Systems (2014). .....	12
Figura 2.5 - Relação entre níveis de chefias para o funcionamento do TPM. Adaptado de (Bosch, 2014). .....	13
Figura 2.6 - Descrição das paragens possíveis no tempo de turno. Fonte: Norma N62C (2012). .....	16
Figura 3.1 - Áreas de Negócio Bosch (Fonte: Documento interno Bosch). .....	19
Figura 3.2 - Produtos Bosch Car Multimédia (Fonte: Documento Bosch). .....	20
Figura 3.3 - Estatística Manutenção Planeada (Fonte: Bcore Bosch). .....	22
Figura 3.4 - Causas de Manutenção Planeada em atraso (Fonte: Bcore Bosch). .....	23
Figura 3.5 - Tempo manutenção planeada segundo a norma N62C. Adaptado da norma N62C, 2012. ....	24
Figura 3.6 - Relação entre manutenção corretiva e preventiva. ....	28
Figura 3.7 - Perdas por avaria entre 05/2016 e 05/2017 (Fonte: Bcore Bosch). .....	29
Figura 4.1 - Esquema de introdução dos tempos manutenção no tempo turno. ....	35
Figura 4.2 - Tabela cálculo capacidade. ....	38
Figura 5.1 - Diagrama do fluxo de informação ou fluxo de processo RFQ com proposta de introdução de TEF8. ....	43
Figura 5.2 - Esquema de equipamentos de uma linha de produção. ....	45
Figura 5.3 - Exemplo de manutenções standard de uma máquina. ....	45
Figura 5.4 - Campo para inserir tempo de manutenção planeada. ....	46



---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Tempo de trabalho anual para 2018 .....	25
Tabela 3.2 – Intervalos de tempo disponíveis para realizar manutenção durante um turno de trabalho da produção .....	25
Tabela 3.3 – Somatório do total dos tempos de manutenção de todos os equipamentos. ....	26
Tabela 3.4 - Cálculo teórico do número de técnicos necessários .....	27
Tabela 3.5 - Motivos de perdas produtivas por avaria .....	30
Tabela 3.6 - Perdas produtivas .....	32
Tabela 4.1 – Tempos de manutenção .....	36
Tabela 4.2 – Tempo de manutenção diário estimado das linhas dos sensores .....	37
Tabela 4.3 – Tempo de manutenção planeada dos sensores .....	37
Tabela 4.4 – Impacto da introdução de manutenção planeada .....	39



## SIMBOLOGIA E SIGLAS

### Siglas

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

OEE – *Overall Equipment Efficiency*

RFQ - *Request for Quotation*

TEF8 – Sigla do departamento de manutenção da Bosch Car Multimédia

TPM – *Total Productive Maintenance*

CFA – Departamento Financeiro

MAE – *Machine and Equipment*

EWAC – Máquinas específicas para o produto

BUM – *Business Unit Management*



## 1. INTRODUÇÃO

A sobrevivência das organizações, está dependente do seu posicionamento no mercado face aos principais concorrentes. A permanência num mercado cada vez mais globalizado e aliado à existência de uma concorrência muito forte, leva cada empresa a procurar obter a maior eficiência possível na utilização dos seus recursos, de modo a tornar-se cada vez mais rentável e competitiva. Neste sentido, o cumprimento dos objetivos, nomeadamente, em relação à entrega dos seus produtos ao cliente, e a consequente fidelização dos mesmos, passa obrigatoriamente pela melhoria contínua de todos os seus processos, principalmente no que respeita ao desenvolvimento de mecanismos que permitam garantir que a empresa disponha de toda a sua capacidade produtiva e a possa, efetivamente, utilizar. Essa capacidade, que relaciona mão-de-obra, disponibilidade e qualidade dos materiais utilizados está, acima de tudo, dependente do pleno funcionamento dos equipamentos, tendo estes uma influência direta na produção. Neste sentido, as organizações necessitam obrigatoriamente de garantir a manutenção dos seus equipamentos, tendo em conta que o seu êxito, em muito, dependente da disponibilidade deles.

No processo de entrega do projeto, os clientes da *Bosch* consideram vários fatores, tais como: qualidade do fornecedor, fiabilidade e preço. Para isso, são abertos concursos, para que, empresas como a *Bosch*, façam uma proposta de modo a “ganhar” a produção de um certo produto. Essas propostas são vulgarmente chamadas de cotações. As cotações têm diferentes variáveis contempladas, tais como métodos de pagamento, níveis de qualidade, duração de contrato, fiabilidade, entre outras. No entanto, numa fase inicial, para que uma empresa faça uma proposta de cotação, é necessário que ela perceba quanto lhe irá custar produzir esse produto, tendo em conta os vários parâmetros, desde o investimento inicial aos custos de produção. No que respeita especificamente aos custos de produção, estes estão inteiramente relacionados com a disponibilidade das linhas de produção e o número total de produtos produzidos. A diluição do custo do investimento inicial de um produto será tão maior quanto maior for o número de produtos produzidos numa só linha. Logo, como forma de garantir que apresentam um custo inferior de produção, de modo a serem competitivos face a outros concorrentes, necessitam de garantir que os sistemas produtivos funcionam com a maior fiabilidade possível. É nesta fase que é necessário garantir que a manutenção

correta dos equipamentos é realizada, de modo a conseguir alcançar os níveis de fiabilidade desejados.

No entanto, essa manutenção acarreta custos, não só associados à mão de obra e peças necessárias, mas também à diminuição de tempo produtivo devido às paragens necessárias para realizar as intervenções de manutenção. É na correção deste processo que este caso de estudo se irá focar, procurando introduzir esse custo nas cotações futuras e, ao mesmo tempo, estudar o custo/benefício da mudança do horário planeado das intervenções.

Assim sendo, o estágio proposto tem como objetivo dar a conhecer qual o custo/benefício de mudar a atual forma de atuar quando se propõe a realização de manutenção planeada, assim como introduzir esse custo nas propostas de cotações (RFQ's). O primeiro objetivo passa, então, por perceber se o custo da manutenção planeada atual, que é feito utilizando, maioritariamente, intervenções durante o fim-de-semana ou utilizando tempos de paragem de linha (horas de almoço dos funcionários ou tempos de mudança de turno), é benéfico face à alternativa de se passar a realizar a manutenção planeada, reduzindo o tempo de serviço de turno à semana.

O segundo objetivo baseia-se na análise de um modelo de manutenção planeada, onde os tempos de intervenção de cada linha são agrupados de modo a reduzir o tempo de disponibilidade de linha, para diferentes cenários de produção.

O terceiro objetivo, que está definido para este caso de estudo, passa por encontrar uma forma de estabelecer uma sistemática e definir uma ferramenta, para a introdução do custo de manutenção preventiva nas RFQ's, isto, porque nas RFQ's atuais, o custo associado à manutenção não é contemplado diretamente, sendo, normalmente, esse tempo introduzido como tempo de troca de turno ou tempo de paragem dos funcionários e o custo dividido por peça, em função do tipo de produto.

Alinhado com esses objetivos, o documento que se segue foi organizado em sete capítulos, por sua vez subdivididos em subcapítulos. No primeiro capítulo, é apresentado o enquadramento do tema proposto, os objetivos, a metodologia de trabalho desenvolvida e a estrutura do documento de dissertação. No segundo capítulo, é abordada toda a componente teórica de suporte do estudo, nomeadamente a definição de manutenção, tipos de manutenção, planeamento e controlo da Manutenção, TPM, principais motivos para o fracasso de implementação de TPM e o TPM-*Bosch*. No terceiro capítulo, são apresentados os dados relativos à empresa onde se pôs em prática o estudo de caso, realizando-se uma



análise ao processo produtivo, ao grupo de trabalho e ao levantamento dos problemas atuais. No quarto capítulo, são apresentadas as propostas de solução para introdução dos tempos de manutenção no sistema produtivo atual, entendendo-se estas como melhorias ao nível do processo produtivo, no âmbito dos problemas levantados. No quinto capítulo, são apresentadas as propostas de introdução dos tempos de manutenção planeada nos cálculos de RFQ's. Por último, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho e sugeridas propostas de melhoria.



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Definição de manutenção

Segundo Cabral (2006), pode definir-se manutenção como o “conjunto das acções destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento...”.

Para Slack et al (2002), o termo manutenção é usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas. Segundo ele, a manutenção é um fator determinante numa organização, uma vez que é intrínseco à maioria das atividades de produção e está relacionada a todos os tipos de máquinas e equipamentos.

Para justificar a necessidade da realização de manutenção, Rey Sacristán (1995) enaltece o fator “custo” como principal benefício inerente à sua realização, pois, segundo ele, *“qualquer projecto industrial tem por objectivo empregar o mínimo capital em instalações, maquinaria e mão-de-obra para que se possam obter os maiores lucros...”*. Todavia, para Slack et al (2002), outros fatores como, qualidade, segurança e disponibilidade também oferecem benefícios. Benefícios estes que vão desde a economia com a diminuição de custos operacionais, até o aumento da segurança dos funcionários e da organização em geral, satisfação dos clientes, aumento da vida útil da máquina ou equipamentos, dentre outros. Neste sentido, a manutenção tornou-se num fator determinante no bom funcionamento das organizações, tornando-se muito importante que as mesmas programem eficazmente os seus sistemas de manutenção.

### 2.2 Tipos de manutenção

Segundo Pinto (1994) existem dois grandes tipos de manutenção, a reativa e a proactiva, que, por sua vez, se subdividem em subtipos de acordo com a figura 2.1. O autor argumenta que a manutenção reativa, implica desencadear uma reacção ao acontecimento depois de o mesmo ter ocorrido, e, desta forma, diz-se que é uma manutenção de tipo

corretivo. Este tipo de manutenção baseia-se num princípio simples: se um determinado equipamento avaria, então procede-se à sua reparação, caso contrário não se intervém. Utilizando esta metodologia não existem custos de manutenção até que ocorra uma avaria. Contudo, nem sempre é assim, porque este tipo de manutenção reativa é o método que maior custo implica.

Como consequências deste tipo de manutenção observamos Chand et al (2000):

- baixa utilização anual dos equipamentos e máquinas e, portanto, das cadeias produtivas;
- diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;
- paragens para manutenção em momentos aleatórios.

É claro que não é possível eliminar completamente este tipo de manutenção, pois não se pode prever, em muitos casos, o momento exato em que se verificará um defeito que obrigará a uma manutenção corretiva de emergência.

Contrariamente ao tipo anterior, a manutenção proactiva, como o próprio nome indica, consiste na realização de uma intervenção antes da ocorrência de uma avaria. Um dos tipos de manutenção proactiva é a manutenção preventiva (figura 2.1), que consiste no trabalho de prevenção de defeitos que possam originar uma paragem ou uma diminuição de rendimento. As vantagens deste tipo de manutenção decorrem, essencialmente, do facto de ser planeada. Segundo Pinto (1994), este tipo de manutenção permite vantagens, nomeadamente:

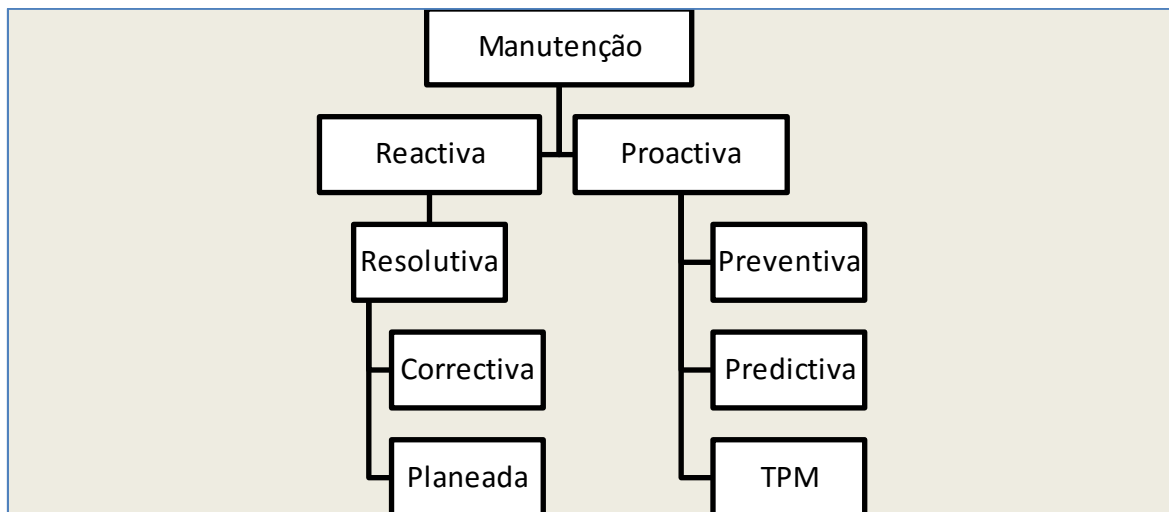
- diminuição do número total de intervenções corretivas e diminuição dos custos associados às mesmas;
- aumento considerável da taxa de utilização anual dos sistemas de produção e de distribuição.

Outra forma de manutenção proactiva consiste na manutenção preditiva (figura 2.1). Esta manutenção consiste na análise continuada da condição dos sistemas e equipamentos onde a avaria possa ser prevista através da sua degradação, de modo a poder planear as suas intervenções. As vantagens deste tipo de manutenção segundo Pinto (1994), consistem em:

- aproveitar ao máximo a vida do material e reduzir o número de paragens desnecessárias;

- reduzir o número de avarias imprevistas.

Por fim, outro subtipo de manutenção proactiva constitui a Manutenção Produtiva Total (TPM) (figura 2.1). Este tipo de manutenção consiste no foco de análise deste estudo e será explicado com maior detalhe no capítulo 2.4.

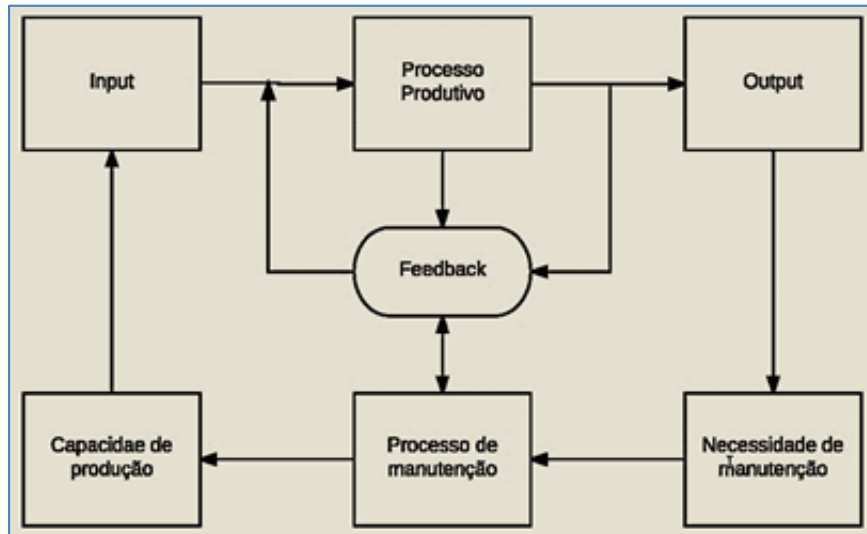


**Figura 2.1** - Tipos de manutenção. Adaptado de Pinto (1994)

O processo de planeamento de manutenção visa agrupar os recursos necessários para realizar uma certa intervenção num tempo determinado. Esta função é necessária para assegurar que o pessoal, as peças, ferramentas e materiais estejam disponíveis na altura certa, reduzindo o tempo de imobilização do equipamento e os custos associados. No entanto, para por em prática o planeamento realizado, é necessário proceder ao agendamento das manutenções, de forma a assegurar que as mesmas se realizam.

Na figura 2.2 é descrito o processo que correlaciona o planeamento de manutenção com o processo de produção. Este corelacionamento deve-se ao facto de a manutenção servir de apoio para que a produção consiga atingir os seus objetivos, assegurando o correto funcionamento do sistema produtivo.

Segundo Duffuaa et al (1999), a interligação entre os dois planeamentos é um pré-requisito para o funcionamento da manutenção, uma vez que estas atividades são o fator principal para uma boa gestão da manutenção.



**Figura 2.2** - Relação entre produção e manutenção. Adaptado de (Duffuaa & Raouf, 1999).

Tendo em conta este paradigma, nos últimos anos as empresas têm vindo a reconhecer que um bom planeamento da manutenção e um correto e efetivo agendamento da mesma trazem vantagens tais como Duffuaa et al (1999):

- Redução de custos de manutenção.
- Aumento da utilização dos técnicos responsáveis pela manutenção.
- Aumento da qualidade da manutenção através da alocação de técnicos mais especializados para cada tarefa e a utilização de métodos mais eficientes.
- Maior duração dos equipamentos.

Ao existirem atividades de manutenção realizadas sem planeamento, existe o risco de trazer prejuízos à empresa, tais como Duffuaa et al (1999):

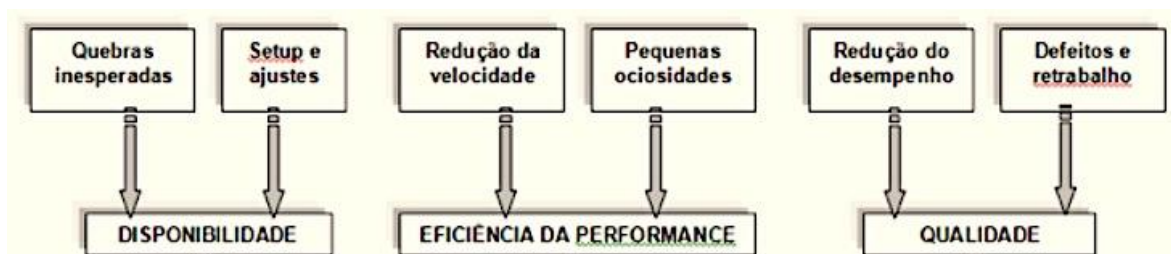
- Aumento do tempo ocioso dos técnicos de manutenção.
- Diminuição do tempo de disponibilidade do equipamento.
- Diminuição da fiabilidade do sistema produtivo.

Regra geral, estes problemas podem ser evitados se a manutenção for agendada e planeada. Só agindo dessa forma, em que 90% da manutenção estão planeados, é que possível retirar os verdadeiros benefícios da manutenção preventiva e planeada (Duffuaa & Raouf, 1999).

## 2.3 TPM

O conceito/prática de *Total Productive Maintenance* (TPM) foi introduzida em 1971, no Japão, na empresa *Nippon Denso Company*, que fazia parte do grupo da Toyota. Este conceito é considerado uma evolução da manutenção preventiva, que foi originalmente concebida nos Estados Unidos, em 1950, e tem como objetivo maximizar a eficiência dos equipamentos durante o ciclo de vida dos mesmos, através da participação de toda a força de trabalho, (Nakajima, 1998).

O conceito de TPM é uma resposta à necessidade de um mercado cada vez mais competitivo que obrigou algumas companhias a mudar algumas atitudes, como: eliminar desperdícios, aumentar a *performance* dos equipamentos, diminuir as paragens de produção, redefinir objetivos. Para colmatar estas falhas, a TPM distingue e ataca seis fontes de diminuição de *output* industrial que são, segundo (Martins, 2012) (figura 2.3):



**Figura 2.3** - Principais fontes de perdas segundo a metodologia TPM. Adaptado de (Martins, 2012).

A redução das perdas, segundo a filosofia do TPM, pode ser alcançada através das quatro atividades básicas (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005):

- melhoria da eficiência e eficácia da manutenção;
- foco na gestão dos equipamentos e prevenção;
- formação para melhorar as competências de todos os colaboradores envolvidos;
- envolvimento dos operadores em algumas atividades diárias de manutenção nos seus equipamentos.

## 2.4 Principais motivos para o fracasso da implementação de TPM

O sucesso da implementação da TPM está diretamente ligado à maneira como as pessoas o gerem, uma vez que esta metodologia assenta no fator humano. São diversos os fatores que podem levar ao fracasso da implementação da metodologia TPM numa empresa, no entanto e segundo McCarthy e Rich (2004) todos eles têm em comum a sua relação com os colaboradores. São estes que, com o seu contributo positivo ou atitude negativa, condicionam a correta implementação do modelo.

Assim como acontece em todos os processos de gestão, é necessário criar indicadores que permitam realizar a avaliação da *performance* do programa. Neste contexto, os indicadores usados para verificar e controlar o TPM, segundo Rodrigues e Hatakeyma (2006), são: produtividade, custos, níveis de fornecimento, qualidade, segurança e a moral (fator relacionado com o nível de envolvimento dos funcionários). Como forma de tornar mensurável estes indicadores, Chand & Shirvani (2000) refere que os dados do OEE são a melhor forma de medir e conseguir identificar as falhas no processo.

Mas, mesmo com estes indicadores, podemos assegurar que a maioria só é implementada como forma de garantir a *performance* nos processos de auditoria. Com esta atitude, acaba-se por desenvolver uma gestão superficial de todo o processo, onde o gestor não obtém os benefícios que a interação real entre a manutenção e a produção, oferecida pelo TPM, poderia trazer a empresa. Por outras palavras, a falta de comprometimento dos gestores leva, muitas vezes, a arruinar a estrutura que se implementou.

Segundo Chan et al (2005), os fatores principais, indicados pela equipa de manutenção e produção, que diretamente influenciam a eficiência do TPM dentro da empresa, são:

- aumento do ritmo de produção diário com o mesmo número de operadores;
- falta de tempo para manutenção autónoma;
- falta de formação, tanto de técnicos como de gestores;
- falta de avaliação dos objetivos;
- ignorância dos operadores face à evolução da implementação de TPM;
- falta de comprometimento das chefias e do top management;



- corte de investimentos em operadores e equipa de manutenção.

Segundo as causas apontadas, podemos observar que alguns fatores se relacionam com o excesso de carga depositada sobre os trabalhadores. Com este aumento de pressão, supostamente são obtidos ganhos de produção, no entanto com o tempo as perdas de produtividade irão começar a aparecer juntamente com o aumento dos custos.

Do ponto de vista de Swanson (1997), o operário desempenha um fator determinante na implementação do TPM, uma vez que, ao realizar manutenções, como limpeza, ajuste, lubrificação, inspeção, ganha conhecimento técnico sobre o sistema produtivo, o que o torna apto e capaz de detetar falhas no equipamento, mesmo antes de ocorrerem defeitos ou paragens. No entanto, em muitas empresas, a capacidade de produção é calculada atribuindo uma carga máxima de trabalho ao operador, restringindo o mesmo de poder participar efetivamente nas tarefas de TPM. Este é um fator negativo quando se trata da questão do desenvolvimento profissional do operador, pois numa fase inicial do processo TPM este é estimulado a desenvolver capacidades para realizar essas mesmas tarefas. Quando esta atividade é diminuída, devido à sobrecarga nas atividades de produção, o mesmo fica profissionalmente frustrado. Outro fator não motivador baseia-se em certos *inputs* dos funcionários não serem tidos em conta e as suas sugestões não serem ouvidas, e mesmo quando são, existir um *feedback*, uma vez que, para Swanson (1997), as opiniões dos operários têm um grande potencial para melhorar a *performance* dos equipamentos.

Neste tipo de casos, normalmente, existem problemas de comunicação nas decisões tomadas pelos gestores e a forma como são comunicadas às pessoas envolvidas. A primeira e a segunda vez que uma sugestão não é tida em conta, não é levada a sério, ou é bloqueada por alguma razão, sem existir um *feedback* para o operador, leva a que, provavelmente não haverá uma terceira sugestão, perdendo desta forma este importante canal para possibilidades de melhoria (Swanson, 1997).

Por outro lado, não são só os fatores humanos que influenciam a correta implementação de TPM numa empresa. Segundo Chan et al (2005), existem outros agentes negativos que podem corromper uma boa implementação, tais como:

- problemas no setor de compras, o que influencia a *performance* da manutenção planeada (falta de material para realizar manutenções);

- incorreto dimensionamento da equipa de manutenção para lidar com o número de atividades do programa;
- falta de disponibilidade da produção para realizar manutenções planeadas;
- constantes alterações no planeamento da manutenção;
- falta da introdução de uma sistemática no planeamento de manutenção, transmitindo uma imagem de descredibilização;
- falta de comprometimento dos colaboradores.

Para Swanson (1997), o problema da falta de disponibilidade de equipamento para realizar manutenção e a constante alteração do planeamento dos mesmos, por parte da produção, resulta numa das principais causas para a má implementação do TPM e leva a que muitos departamentos de manutenção foquem unicamente cerca de 20% a 40% do seu tempo em manutenção planeada.

Como forma de atacar e resolver os problemas, que são bastante comuns na indústria, é necessário criar sinergias entre as partes e envolver todos os níveis de gestão da empresa (figura 2.4).



**Figura 2.4** - Pilares TPM Bosch. Fonte: Bosch Production Systems (2014).

Assim sendo, somente através da interação de todas as partes constituintes apresentadas na figura 2.4 é que é possível assegurar a melhoria a contínua na introdução de TPM.

## 2.5 TPM Bosch

Apesar de existirem inúmeros modelos de aplicação do TPM, a *Bosch* adotou o modelo original, baseado nos seus oito pilares e adaptando-o à sua própria organização. Este modelo adotado descreve as atividades e tarefas para a realização de manutenção nas suas máquinas e equipamentos de maneira a evitar paragens não planeadas e a reduzir os tempos de paragens planeados.

Na figura 2.5 apresenta-se a casa TPM Modelo *Bosch*, sendo esta formada por uma base assente na metodologia 5S, por quatro pilares e por um telhado, que se encaixa, da metodologia *Bosch Production Systems* (Bosch Production Systems, 2014).



Figura 2.5 - Relação entre níveis de chefias para o funcionamento do TPM. Adaptado de (Bosch, 2014).

### 2.5.1 Pilares do TPM Modelo *Bosch*

Conforme foi dito, a Casa TPM Modelo *Bosch* é composta por quatro pilares (Bosch Production Systems, 2014).

O primeiro pilar, consiste na “Eliminação dos principais problemas” através de uma análise contínua, realizada pela equipa responsável pelo TPM, de modo a identificar os problemas dos equipamentos e eliminar ou atenuar as causas dos mesmos (Bosch Production Systems, 2014).

Por sua vez cada pilar contém diferentes etapas. Para o primeiro pilar, o conjunto de etapas consiste em (Bosch Production Systems, 2014):

- identificar os principais problemas;
- analisar as causas;
- definir e implementar ações corretivas;
- criar e normalizar *standards*;
- controlar o sucesso e transferir os resultados positivos para outras secções.

O segundo pilar consiste na introdução da manutenção autónoma, onde é pedida a envolvimento dos colaboradores na realização de ações habituais de manutenção do equipamento.

As etapas subjacentes a este pilar consistem em (Bosch Production Systems, 2014):

- proceder à inspeção básica das máquinas e equipamentos;
- normalizar atividades de manutenção, incluindo limpeza e inspeção;
- realizar atividades de manutenção de forma independente e melhorar *standards*;
- efetuar reparações de forma independente e melhorar *standards*;
- melhorar continuamente os equipamentos e a qualidade de processos.

O terceiro pilar, “Manutenção Planeada”, consiste no planeamento de uma sistemática de ações de manutenção, pela equipa de manutenção, de modo a garantir que o equipamento está nas condições ideais para a sua atividade de forma a não existir paragens ou diminuição de velocidade por causa dos mesmos.

A etapas subjacentes a este pilar consistem em (Bosch Production Systems, 2014):

- elaborar, determinar e executar atividades de manutenção;
- analisar e eliminar os pontos fracos do equipamento e do processo;
- desenhar e consolidar um sistema de gestão de informação de manutenção, planeamento e controlo;
- implementar sistemas de diagnóstico;

- melhorar continuamente o sistema de manutenção.

O quarto pilar, baseia-se no planeamento de novos equipamentos. Este pilar indica todo o conhecimento e *know-how* do equipamento. Assim, aquando da sua aquisição, é tida em conta a sua manutenção, a acessibilidade e a facilidade de operação dos equipamentos e instalações. As etapas subjacentes a este modelo consistem em (Bosch Production Systems, 2014):

- considerar os conceitos para os equipamentos, aquando do desenvolvimento de produto e processo;
- criar conceito MAE (Máquinas e Equipamentos), incluindo especificações de manutenção acordadas com o fabricante;
- projetar e construir novos equipamentos de acordo com especificações TPM;
- instalar o equipamento e colocá-lo em funcionamento;
- melhorar continuamente o processo de planeamento de novos equipamento.

### 2.5.2 TPM-OEE

Segundo Productivity Press Development Team (1999), Overall Equipment Efficiency (OEE) é um indicador usado em TPM que permite determinar a performance operacional de uma unidade produtiva.

Este indicador tem como objetivo melhorar a eficiência dos equipamentos ou do processo, servindo como fonte de partilha de informação, de modo a fazer uma abordagem a problemas relacionados com a produtividade, tornando-a numa ferramenta bastante utilizada pelas empresas.

Partindo do diagrama representado na figura 2.6, é possível observar os fatores considerados no OEE. Neste digrama, encontram-se representadas as diversas perdas possíveis do processo produtivo (perdas planeadas, perdas de disponibilidade, perdas de velocidade e perdas de qualidade contempladas para um turno de trabalho) (N62C, 2012).

$T_{SCH}$ shift time									
$T_{AZ}$ working hours									$T_{AZO}$ reg- ulatory break time
$T_{GP}$ scheduled time							$t_{WAF}$ waiting times not included in production flow		
$T$ order time					$t_{WZ}$ sche- duled maint- enance time	$t_{PZ}$ collec- tively agreed/ com- pany break time			
$t_a$ execution time $t_a = m \times t_e$				$t_r$ set- up time					
$t_e$ time per unit									
$t_g$ or BT basic time			$t_v$ allowance time		$t_{er}$ rest time				
$t_t$ activity time		$t_w$ waiting time	$t_s$ tech- ni- cal	$t_p$ per- sonal					
$t_{ib}$ influen- ceable	$t_{iu}$ non influen- ceable					$t_{WT}$ tech- ni- cal cause	$t_{WO}$ organi- zati- onal cause		

Figura 2.6 - Descrição das paragens possíveis no tempo de turno. Fonte: Norma N62C (2012).

O cálculo do OEE tem como base principal o rácio entre o tempo efetivo de trabalho e o tempo planeado de trabalho, durante o período de tempo de um turno, o que permite quantificar as perdas relacionadas com as paragens não planeadas, do seguinte modo:

$$OEE = \frac{\text{Tempo efectivo de Produção}}{\text{Tempo de Produção Planeado}} \quad (2.1)$$

Um outro método utilizado para o cálculo baseia-se nas perdas relacionadas com os três elementos básicos do OEE - disponibilidade, qualidade e velocidade - calculadas do seguinte modo:

$$OEE = \text{Disponibilidade} * \text{Qualidade} * \text{Velocidade} \quad (2.2)$$

Ainda, o fator Disponibilidade quantifica as perdas devido a paragens não planeadas, da seguinte maneira:

$$\text{Disponibilidade} = 1 - \text{Tempo Paragem} = \frac{\text{Tempo de Paragem Efectivo}}{\text{Tempo de Paragem Planeado}} \quad (2.3)$$

O fator Velocidade, por sua vez, quantifica as perdas devido a pequenas paragens ou funcionamento a velocidade reduzida (perdas por absentismo), assim expressas:

---

$$Velocidade = \frac{Número\ de\ peças\ produzidas * Tempo\ de\ ciclo\ planeado}{Tempo\ Planeado\ Efectivo} \quad (2.4)$$

O fator Qualidade quantifica as perdas devido a perdas de qualidade, pela seguinte fórmula:

$$Qualidade = \frac{Número\ e\ Peças\ Produzidas - Número\ de\ Peças\ com\ Defeito}{Número\ de\ Peças\ Produzidas} \quad (2.5)$$

Assim, ao substituir as expressões (2.3), (2.4) e (2.5) em (2.2) obtém-se a expressão (2.1) (OEE-Guide, 2012).





## 3. CASO DE ESTUDO: RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS

### 3.1 O Grupo Bosch

A *Bosch* deve o nome ao seu fundador, Robert *Bosch*, que com apenas 25 anos fundou em Estugarda, na Alemanha, a sua primeira oficina de mecânica de precisão. A *Bosch* encontra-se entre as maiores empresas da Alemanha com sede na periferia de Estugarda, e é responsável por 440 empresas subsidiárias tendo um volume total de faturação superior a 75 mil milhões de euros e cerca de 375 mil os colaboradores (Bosch Production Systems, 2016).

Em relação às suas áreas de negócio, a *Bosch* é líder nas seguintes variantes (figura 3.1):



Figura 3.1 - Áreas de Negócio Bosch (Fonte: Documento interno Bosch).

O Grupo tem construído a sua história numa estratégia que procura, de forma sustentada, o sucesso económico a longo prazo, demonstrando, no seu percurso, responsabilidade social e ambiental. A orientação social é uma das particularidades do Grupo que, em 1964, criou a Fundação Robert *Bosch*, com o objetivo de desenvolver áreas de formação, arte, cultura e ciências. A Fundação retém cerca de 92% do capital Robert *Bosch* GmbH e utiliza os dividendos das empresas apenas para fins de beneficência social. Todas as empresas do Grupo se guiam por linhas de orientação e valores comuns (Bosch Production Systems, 2016).

### 3.2 A Bosch Braga

A *Bosch* Car Multimédia Portugal S.A. encontra-se localizada em Braga e é a principal fábrica da divisão Car Multimédia, sendo também, a maior empresa do Grupo *Bosch* em Portugal, tendo iniciado a sua atividade em 1990. É especializada no fabrico e desenvolvimento de equipamentos eletrónicos, autorrádios e sistemas de navegação para a

indústria automóvel, sendo responsável por todo o processo de produção, desde a construção do protótipo até à produção em série. A divisão Car Multimédia tem como foco a oferta de soluções inteligentes que permitem a integração, no interior do veículo, de funções de entretenimento, navegação, telemática e assistência à condução. Esta divisão procura ainda a otimização do futuro do mundo móvel, desenvolvendo continuamente canais de interação entre veículo e condutor (Bosch Production Systems, 2016).

O negócio está focado no *Driving Convenience*, centrado na procura de soluções para tornar a condução mais fácil, mais económica e mais segura. Proporcionar, nos veículos que equipa, uma condução cómoda de modo a dar resposta ao crescente interesse do condutor por questões como o consumo de combustível e redução de emissões de gases. Esta área de negócio está numa fase de grandes mudanças, pois o autorrádio clássico está gradualmente a ser substituído por produtos completamente novos de tecnologia altamente avançada. Os produtos que atualmente integram o portfólio são: autorrádios, sistemas de navegação, sistemas profissionais para camiões, produção de outros componentes eletrónicos para eletrodomésticos e sistemas de instrumentação como os *displays* centrais, (figura 3.2) (Bosch Production Systems, 2016).



**Figura 3.2 - Produtos Bosch Car Multimédia (Fonte: Documento Bosch).**

### **3.3 O grupo de trabalho**

O tema de dissertação proposto foi introduzido no departamento TEF6 - Métodos e Tempos, em conjunto com TEF8 - Manutenção. O departamento TEF6 é uma subdivisão do departamento técnico TEF, constituído por uma equipa de especialistas em Métodos e Tempos e Melhoria Contínua. Dedicar-se a atividades da área da Engenharia Industrial, concentrando-se na gestão de tempos, métodos, processos e ergonomia. As funções

principais do TEF6 incluem: a gestão de dados de tempo, o aumento da eficiência, o *layout* do posto de trabalho e a organização e a normalização do trabalho, a análise da ergonomia e o processo de cotação de produtos (RFQ), sendo que este último será o processo a focalizar neste estudo.

O TEF 8 é também uma subdivisão do departamento técnico e dedica-se à manutenção dos equipamentos fabris e ferramentas, com o objetivo de maximizar a disponibilidade dos mesmos. As suas principais funções são: a manutenção corretiva; o planeamento de manutenção planeada, tendo em conta a criticidade dos processos, a medição e acompanhamento dos indicadores de desempenho da manutenção e o desenvolvimento de projetos de melhoria contínua. O departamento TEF8 encontra-se subdividido em várias áreas de atuação; no entanto, para o presente trabalho, focou-se a interação com TEF8-TPM, coordenado pela Eng<sup>a</sup> Bruna Neto, que é responsável por atividades ligadas ao TPM, e será concentrado, sobretudo, no 3º Pilar da casa TPM, a Manutenção Planeada.

## **3.4 Análise ao sistema produtivo atual**

### **3.4.1 Sistema produtivo *Bosch Car Multimédia***

A fábrica da *Bosch Car Multimédia* de Braga encontra-se dividida em duas mini fábricas: MOE1 e MOE2. MOE1 é responsável pela inserção de componentes nos *Printed Circuit Boards* (PCB's), ou placas de circuito impresso, e o fornecimento dos mesmos a MOE2. Por sua vez, MOE2 é responsável pela montagem final dos produtos.

Na área de MOE1, depois de serem inseridos os componentes, os PCB's são enviados, através dos *milkruns* da fábrica, para MOE2 onde é feita a montagem final. A montagem final faz o casamento das diferentes placas constituintes do produto com restantes componentes. Depois de o produto estar devidamente montado, este é embalado e enviado para o armazém de expedição.

O parque de máquinas de MOE1 possui 32 linhas SMD no momento; no entanto, está planeado um aumento de capacidade para 52 linhas até ao final do ano. Neste parque, já existe uma implementação de TPM bem enraizada, pois foi o primeiro local a introduzir TPM na empresa. MOE2 possui, neste momento, 86 linhas de montagem final, sendo que

estão previstas existirem 114 até ao final do ano de 2017. É nesta secção da fábrica que o projeto irá focalizar, pois é neste processo em que se deteta maior oportunidade de melhoria.

### 3.4.2 Dados de manutenção preventiva

Numa fase inicial, começou-se por fazer um levantamento da situação atual, analisando todas as manutenções em atraso. Tendo em conta que a empresa utiliza um *software* próprio (*Bcore*) como suporte de produção e manutenção, foi necessário recorrer ao mesmo para recolher e disponibilizar os dados relativos a todas as manutenções planeadas, mas não executadas.

Após exportar os dados, foi possível verificar que à data de junho existiam um total de 1250 manutenções preventivas em atraso, sendo algumas delas ainda respeitantes a 2016. Através da figura 3.3 é possível verificar que o número de manutenções planeadas desde março de 2016 até março de 2017 aumentou progressivamente. Este fenómeno verifica-se devido ao aumento do número de equipamentos instalados.

Apesar do número de manutenções planeadas ter aumentado, verificou-se que o número de manutenções realizadas foi menor que o total de manutenções planeadas, o que justifica o elevado número de manutenções em atraso (figura 3.3).

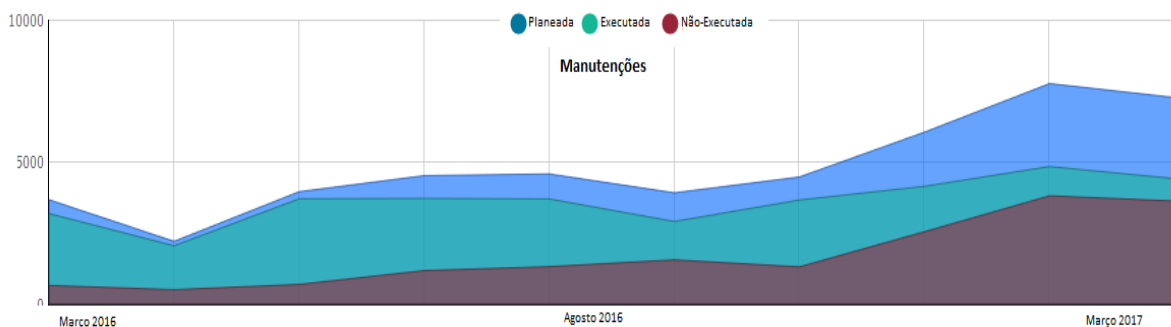


Figura 3.3 - Estatística Manutenção Planeada (Fonte: Bcore Bosch).

Partindo do problema identificado, procedeu-se ao levantamento dos motivos que justificam o elevado número de manutenções em atraso. Para o efeito, recolheram-se os

dados do *Bcore* respeitantes aos motivos apontados pelos técnicos para o facto de não se ter procedido à intervenção de manutenção planeada.

Segundo os dados recolhidos na figura 3.4, é possível verificar que os dois principais motivos apontados são: a) falta de disponibilidade de técnicos; b) falta de disponibilidade de linha para realizar a manutenção.

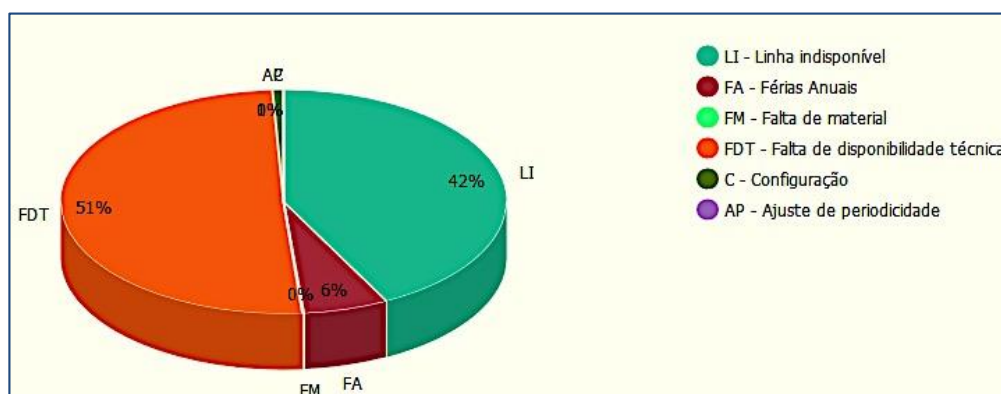


Figura 3.4 - Causas de Manutenção Planeada em atraso (Fonte: Bcore Bosch).

## 3.5 Análise das causas do problema

### 3.5.1 Falta de disponibilidade de linha

Identificados os dois principais motivos, começou-se por levantar e analisar as possíveis causas do motivo identificado como “linha indisponível”. Pelo gráfico disponibilizado na figura 3.4, é possível verificar que este motivo é responsável por cerca de 42% do total de manutenções em atraso.

Após uma análise às causas do problema, verificou-se que no sistema de trabalho atual não existe tempo de manutenção planeado. Este tempo não foi considerado no tempo de turno, porque ficou definido, aquando da introdução de TPM, que manutenções preventivas e planeadas só iriam realizar-se durante os tempos de paragem de produção (horas de almoço e fins-de-semana). No entanto, quando esta regra foi definida, a empresa funcionava com um esquema de turnos completamente diferente do atual. Numa fase inicial, o esquema era composto por dois turnos por dia a laborar cinco dias por semana. Usando este esquema de turnos, existia tempo no terceiro turno (turno da noite) para realizar manutenção, assim como existiam os fins-de-semana completos.

Devido ao crescimento exponencial da fábrica e ao elevado aumento de produção, o número de linhas aumentou, assim como o esquema de turno. Atualmente, a empresa labora sete dias por semana na maioria das linhas, com três turnos por dia à semana, e três turnos ao fim de semana, existindo unicamente pequenas paragens 4h ao sábado e ao domingo entre as 14h e as 18h.

Apesar de se constatar que o tempo disponível para fazer manutenção foi reduzido drasticamente, a organização definiu que os intervalos existentes de tempo eram suficientes para realizar as manutenções, alegando que a manutenção pode realizar-se às horas de almoço e durante o fim-de-semana, nas linhas que não laboram.

Realizando uma análise à teoria BPS-TPM verifica-se que este motivo não deveria existir, uma vez que há uma norma *Bosch* (N62C) que obriga à existência de tempos de manutenção planeada, contemplados no tempo de turno (figura 3.5).

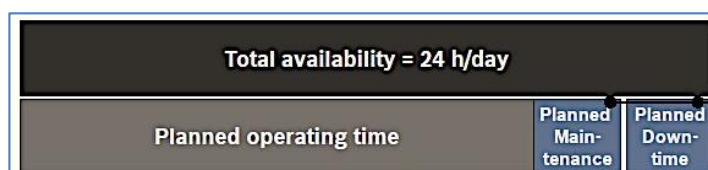


Figura 3.5 - Tempo manutenção planeada segundo a norma N62C. Adaptado da norma N62C, 2012.

No entanto, uma vez que existem pequenos intervalos de tempo para se realizar manutenção, procedeu-se à análise da quantidade de técnicos necessários para realizar todas as manutenções dentro destes pequenos intervalos de tempo, uma vez que o número de técnicos se correlaciona com o tempo necessário para parar a linha.

### 3.5.2 Falta de técnicos

Tendo como objetivo analisar a causa do problema “falta de técnicos” e relacioná-la diretamente com o tópico “falta de disponibilidade de linha”, procedeu-se ao levantamento das necessidades efetivas da empresa, analisando os dados relativos às manutenções ativas e aos tempos efetivos de trabalho de cada técnico.

Como forma de realizar esta análise, identificou-se o tempo útil que cada técnico pode trabalhar anualmente e, ao mesmo tempo, o tempo anual total de todas as manutenções.

### 3.5.3 Cálculo do tempo útil por técnico

Uma vez que existe um horário máximo de trabalho estabelecido por lei de 40h semanais, procedeu-se ao cálculo do tempo de trabalho que cada técnico pode realizar por ano. Na tabela 3.1 é possível observar o tempo anual que cada técnico tem disponível para realizar atividades de manutenção, tendo em conta que cada técnico trabalha 5 dias por semana, 8 horas por dia e que só trabalha um certo número de dias úteis, uma vez que tem direito a gozar férias e feriados.

**Tabela 3.1 – Tempo de trabalho anual para 2018**

<b><i>Tempo trabalho anual para 2018</i></b>	
<i>Dias</i>	365
<i>Fins de semana</i>	104
<i>Feridos</i>	10
<i>Férias</i>	22
<i>Dias úteis</i>	<b>229</b>
<i>Tempo trabalho (horas)</i>	<b>1832</b>
<i>Tempo trabalho total (minutos)</i>	<b>109920</b>

### 3.5.4 Cálculo do tempo de manutenção anual

Sabendo que existe uma correlação entre o número de técnicos e o tempo necessário de paragem de linha, como forma de identificar o número de técnicos necessários para cenários distintos, desagregou-se as manutenções consoante a sua duração, de modo a verificar quais as manutenções que podiam ser alocadas nos tempos e que não implicassem paragens (tabela 3.2).

**Tabela 3.2 – Intervalos de tempo disponíveis para realizar manutenção durante um turno de trabalho da produção**

<b>Turno</b>							
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	5		30	30	30		15
<b>Gaps manutenção por técnico</b>							

A tabela 3.2 representa os diferentes intervalos de tempo possíveis para realizar manutenção, que um técnico de manutenção pode realizar dentro do seu turno de trabalho. Estes intervalos devem-se aos intervalos de tempo definidos como paragens respeitantes aos colaboradores, para períodos de almoço, jantar, ceia, reuniões e tempos de descanso.

Os intervalos subdividem-se em tempos de cinco, quinze e trinta minutos. No que diz respeito aos intervalos de trinta minutos, estes devem-se a paragens para refeições (almoço, jantar, ceia).

No caso dos intervalos respeitantes aos períodos de refeição, são possíveis de ser utilizados três períodos de almoço diferentes pelos técnicos, para realizar manutenção, uma vez que o horário das linhas de produção se divide em três períodos. Como exemplo, no horário de almoço, uma linha pode ser seleccionada para ir almoçar entre as 11h e as 11h30, ou entre as 11h30 e as 12h ou entre as 12h e as 12h30.

Para a realização do cálculo do somatório total de manutenções, recolheram-se todas as instruções modelo de manutenção (Anexo B), de todas as máquinas e ferramentas da empresa, uma vez que as mesmas contêm os tempos determinados de todas as manutenções (tabela 3.3).

**Tabela 3.3** – Somatório do total dos tempos de manutenção de todos os equipamentos.

**229 dias**

	<i>Soma ANO_vezesexecutada</i>	<i>Soma ANO_totalduracao (min)</i>
<i>Manut &lt; 5min</i>	7481,8	31364
<i>Manut 5 &lt; 15 min</i>	29667	284703,8
<i>Manut 15 &lt; 28 min</i>	23976,7	464538,5
<i>Manut &gt;28</i>	16301,4	975367,6
<i>Manut Total</i>	77426,9	1755973,9

Na tabela 3.3 encontra-se agrupado o total de manutenções ativas e a sua duração, à data de maio, subdivididas pelo intervalo de tempo de duração.



### 3.5.5 Análise do número de técnicos para cada cenário

Após calcular o tempo total anual que cada técnico pode fazer, assim como os períodos de tempo previstos em que podem realizar intervenções, descobriu-se o número de técnicos, teórico, para três cenários diferentes, (tabela 3.4).

No primeiro cenário, “**5 dias por semana**”, são atribuídas todas as manutenções ao técnico, considerando que este utiliza todo o seu tempo durante a semana e que existe sempre uma linha disponível para este estar a realizar a manutenção (tabela 3.4).

No segundo cenário, “**5 dias da semana e manutenções grandes ao sábado**”, considera-se que o técnico utiliza os períodos de tempo disponíveis, sem existir paragem de linha, para realizar manutenções durante a semana, e que ao fim de semana realiza todas as manutenções que excedem os 30 minutos de duração (tabela 3.4).

No terceiro cenário, “**Só ao domingo**”, considerou-se que o total de manutenções era realizado exclusivamente ao Domingo (tabela 3.4).

**Tabela 3.4 - Cálculo teórico do número de técnicos necessários**

	<i>5 dias por semana</i>	<i>5 dias da semana e manutenções grandes ao sábado</i>	<i>Só ao domingo</i>
<i>Manut &lt; 5min</i>	-830,67	37336,00	
<i>Manut 5 &lt; 15 min</i>	-237071,80	-177531,80	
<i>Manut 15 &lt; 28 min</i>	-134778,50	277421,50	
<i>Manut &gt;28</i>	375427,07	-132202,60	
<i>Tempo livre total (min)</i>	2746,10	5023,10	5304,10
<i>Tempo livre Sem &gt; 28</i>	-372680,97	137225,70	
<b>Número de técnicos</b>	<b>16</b>	<b>45</b>	<b>94</b>

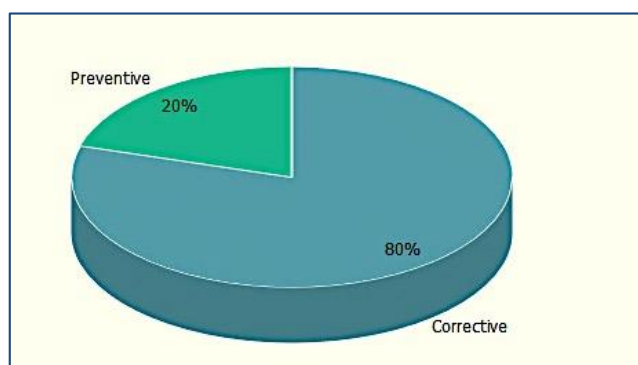
Analisando o número teórico de técnicos, constatou-se que existe uma insuficiência de recursos nesta área. Atualmente existem cerca cinco técnicos alocados exclusivamente à manutenção planeada. No entanto, no melhor cenário, considerando que existia a possibilidade de realizar manutenção durante a semana e que os técnicos utilizavam todo o seu tempo de turno, era necessário alocar cerca de 16 técnicos para realizar todas as intervenções.

Apesar do número de técnicos ser claramente inferior, na situação atual, parte da manutenção planeada consegue ser realizada durante os fins de semana, uma vez que a equipa de manutenção dispõe de 87 técnicos de manutenção corretiva, que são realocados nesse período, para conseguir realizar as manutenções.

### 3.6 Análise preventiva vs. corretiva

Uma vez analisadas as causas inerentes ao número de manutenções em atraso, procedeu-se à análise das consequências do modelo em vigor. Como forma de quantificar o peso da manutenção preventiva no número de manutenções totais do sistema produtivo da empresa, recolheram-se dados referentes a todas as manutenções realizadas entre o mês de maio de 2016 até ao mês de maio de 2017.

Na figura 3.6 é possível observar a percentagem de manutenção planeada e de manutenção corretiva, o que traduz a situação atual, partindo dos dados de manutenção corretiva e preventiva.



**Figura 3.6** - Relação entre manutenção corretiva e preventiva.

Segundo os valores objetivos definidos no âmbito do TPM-BPS o rácio ideal entre manutenção preventiva e manutenção corretiva deveria de ser o seguinte: 80% de manutenção preventiva e 20% de manutenção corretiva. No entanto, como se depreende da figura 3.6, no cenário atual, o rácio encontra-se invertido, com a manutenção corretiva a representar 80% do total de manutenções realizadas na empresa.

Este cenário, leva-nos a crer que na empresa não existe uma correta implementação do TPM. Segundo o que foi descrito na abordagem teórica, esta falha entra em conformidade com o que Swanson (1997) aponta como uma das principais falhas na correta implementação

do TPM, o que, segundo o mesmo, se deve ao fraco investimento nesta área, que por norma é cerca de 20% a 40% do seu esforço.

### 3.7 Consequências das manutenções preventivas em atraso

Após se verificar a inversão da percentagem ideal de manutenção, elaborou-se um estudo de modo a quantificar as perdas associadas ao número de unidades não produzidas, associadas a paragem de linha para intervenções reativas. Como forma de analisar a situação, recolheram-se dados relativos ao número total de manutenções corretivas realizadas durante um ano. Em paralelo, recolheram-se outros dados referentes às perdas associadas a essas paragens, calculadas a partir da quantidade de peças que deveriam ter sido produzidas durante o tempo de paragem provocado pela manutenção (figura 3.7).

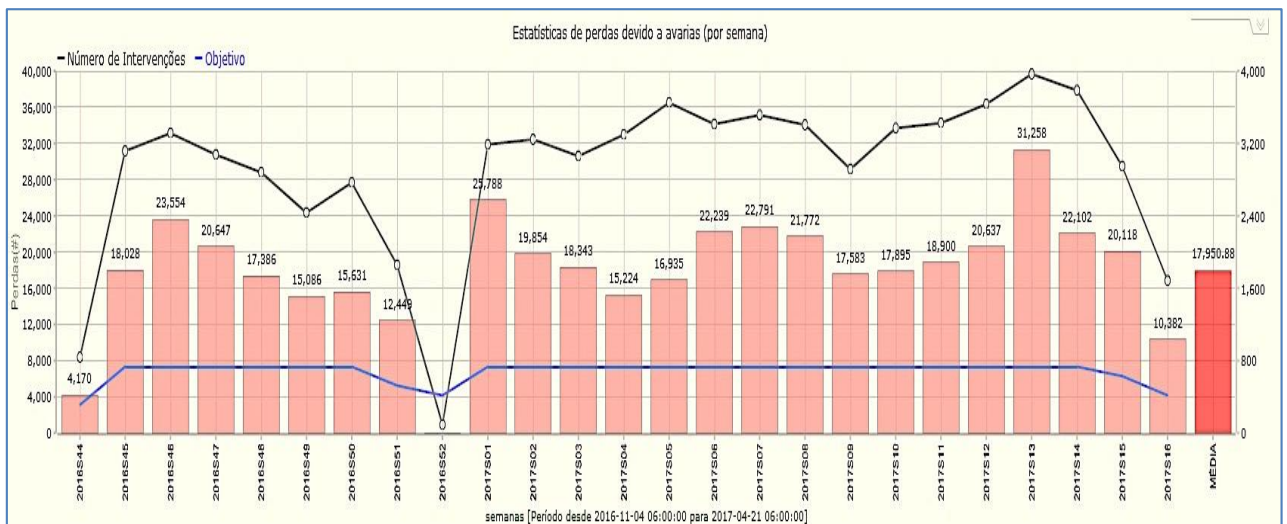


Figura 3.7 - Perdas por avaria entre 05/2016 e 05/2017 (Fonte: Bcore Bosch).

Analisando os dados recolhidos (figura 3.7), é possível inferir que o número de manutenções corretivas tem vindo a aumentar com o passar do tempo. Podemos também observar que o número de manutenções (linha cinzenta) está diretamente ligado às perdas (barra vermelha), que são largamente superiores à quantidade teórica admissível (linha azul).

Ao verificarmos que existem, em média, cerca de 18 mil peças não produzidas por semana devido a paragens para manutenção corretiva, constatamos que esse valor se traduz em elevadas perdas ao final do ano.

### 3.8 Análise das causas das manutenções corretivas

Tendo em conta o elevado número de manutenções corretivas verificado, elaborou-se um estudo de modo a associar causas de falta de manutenção preventiva que se traduziam em intervenções reativas.

Através do *software* de apoio à manutenção, elaborou-se uma recolha de dados referentes às manutenções corretivas e às causas inerentes às mesmas, identificadas pelos técnicos (tabela 3.5).

**Tabela 3.5 - Motivos de perdas produtivas por avaria**

<i>Motivo</i>	<i>Intervenções</i>	<i>Perdas</i>	<i>Tempo espera</i>	<i>Tempo avaria</i>	<i>Máquinas</i>	<i>Dias</i>
-	1378	9380	19420.3	65671.6	664	366
<i>Após intervenção externa</i>	192	1018	2500.7	10112.5	159	366
<i>Após intervenção TEF1</i>	63	526	1015.1	2489.6	57	366
<i>Após intervenção TEF7</i>	661	3885	8842.8	52023.0	350	366
<i>Após manutenção</i>	66	572	711.6	2486.9	60	366
<i>Após melhoria</i>	80	1111	1121.9	3132.9	65	366
<i>Danificado</i>	5173	66572	57247.2	292663.6	1007	366
<i>Desajustado</i>	21133	156753	238012.5	748501.3	1534	366
<i>Desgaste</i>	4125	22556	47117	156819,9	839	366
<i>Erro</i>	36679	183827	447184.4	1147111.4	1668	366
<i>Erro de operação</i>	5599	17904	63710.4	128267.1	1177	366
<i>Falha</i>	46172	280740	568334.4	1502431.7	1730	366
<i>Máquina nova</i>	185	1829	2174.1	10210.5	129	366

<i>Melhoria/Novos Produtos</i>	645	2966	8227.1	26756.0	355	366
<i>Mudança de produção</i>	5386	12604	54309.5	133352.5	449	366
<i>Partido</i>	264	1770	2821.2	11438.4	176	366
<i>Problemas de material</i>	1634	8541	19354.8	49198.9	586	366
<i>Rejeição devida</i>	1298	4156	13887.4	33648.3	378	366
<i>Rejeição indevida</i>	3444	19338	42534.9	134928.2	579	366
<i>Sujidade</i>	6732	35310	64915	139648	678	366
<b>Somatório total</b>	<b>140909</b>	<b>831358</b>	<b>1663443</b>	<b>4650893</b>	<b>12640</b>	<b>7320</b>

A tabela 3.5 traduz os dados recolhidos e subdivididos por motivos de paragem das linhas. Através da mesma é possível observar as quantidades de produtos não produzidos, o tempo de espera até chegar o técnico responsável pela realização da intervenção, bem como o tempo de reparação.

Ao analisar estes fatores, ao detalhe, e após uma breve descrição dos técnicos, foi possível concluir que razões como “Sujidade” e “Desgaste” são motivos de paragem que podem ser colmatados procedendo à realização de manutenção planeada. Assim, após a verificação da existência de pontos de melhoria, procedeu-se à quantificação dos custos associados a estas tarefas.

### 3.9 Estudo dos custos das perdas de produção

Como forma de analisar quais os custos diretamente ligados à falta de manutenção preventiva, tentou identificar-se os custos totais ligados à manutenção corretiva e os custos associados às perdas identificadas no capítulo 3.6. Para isso, definiu-se um conjunto de produtos e os respetivos *part-numbers*, e foi pedido à CFA os preços de venda dos mesmos. Na tabela disponibilizada no Apêndice G, agruparam-se todos os motivos de intervenção, divididos por linha. Partindo desses valores, elaborou-se a tabela 3.6, onde é possível observar as perdas produtivas relacionadas com cada produto.

**Tabela 3.6 - Perdas produtivas**

PRODUTOS	PREÇO 100 PC	QUANTIDADES TOTAIS PART-NUMBER	% LINHA	CUSTOS TOTAIS PERDAS PRODUÇÃO CORRETIVA	SUJIDADE	DESGASTE
<b>A</b>	20 852,66 €	154 901	0	5 730 936,55 €	21 478,24 €	120 111,32 €
	20 620,73 €					
<b>B</b>	38 746,14 €	35340,00	0,35	8 690 371,74 €	123 987,65 €	128 637,18 €
	26 625,02 €	33965,00		5 971 725,74 €	85 200,06 €	0,00 €
<b>C</b>	32 722,43 €	74833,00	0,60	6 179 630,91 €	316 425,90 €	123 363,56 €
<b>D</b>	16 789,94 €	230856,00	0,93	1 467 104,96 €	13 599,85 €	55 406,80 €
<b>E</b>	27 684,30 €	282353,00	0,62	6 194 915,81 €	88 589,76 €	91 911,88 €
<b>F</b>	442,70 €	1218110,00	0,74	155 936,65 €	6 742,32 €	29 089,82 €
			<b>Total</b>	34 390 622,35 €	656 023,78 €	548 520,56 €
					<b>1 204 544,34 €</b>	

Na tabela 3.6 é possível observar que, para os seis produtos seleccionados, o custo de perdas de produção totaliza 34.5 M€. No entanto, como é bom de ver, deste valor, cerca de um 1.2M€, são respeitantes aos motivos identificados como sujidade e desgaste.

Outro fator mensurável, face às perdas de manutenção corretiva, é o tempo de espera para realização de intervenção. Recorrendo aos dados da tabela 3.6, é também possível identificar a percentagem de perdas respeitante ao tempo de espera, desde que os equipamentos pararam até o técnico iniciar a intervenção. Só esse tempo representa cerca de 31% das perdas de produtividade e, multiplicando essas unidades não produzidas pelo preço de cada produto, totalizamos um custo de 10,5 M€.

## **4. PROPOSTA DE RESOLUÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA**

Neste capítulo, será exposta a sugestão que visa colmatar as falhas existentes para linhas que se encontram a produzir e em que no seu processo de conceção não foram considerados os tempos de manutenção necessários.

Tendo em conta que existem 91 técnicos atualmente, verificamos que o motivo indicado como “número de técnicos” não é diretamente a causa do problema. Isto, porque teoricamente existem técnicos suficientes para realizar todas as intervenções planeadas. No entanto, devido ao elevado número de manutenções corretivas, 86 técnicos estão exclusivamente alocados a este tipo de manutenção.

No modelo atual, para se realizarem todas as manutenções seriam necessários 38 técnicos, considerando que todas as grandes manutenções seriam feitas ao fim-de-semana. No entanto, esta solução não é totalmente viável uma vez que a sua adoção iria obrigar a equipa de manutenção a realizar manutenções ao sábado, o que iria obrigar os técnicos a fazerem horas extra, o que iria provocar um enorme esforço por parte da equipa técnica. Outro fator que inviabiliza esta solução é o facto de a manutenção realizada durante o fim-de-semana implicar que o equipamento esteja disponível para ser intervencionado nesse período. No entanto, temos conhecimento de que, num futuro próximo, a empresa irá adotar um modelo de 300 dias de trabalho anuais, o que irá implicar trabalhar seis dias por semana, todas as semanas do ano.

Tendo em conta estes fatores, a proposta de resolução passa pela introdução de tempos de manutenção no cálculo de disponibilidade, de modo a definir tempos de paragem dos equipamentos para que os técnicos consigam realizar as manutenções durante o período laboral normal. Através do aumento de manutenções planeadas, o objetivo é conseguir reduzir o número de intervenções corretivas e otimizar a equipa de manutenção.

### **4.1 Proposta para a situação do sistema produtivo atual**

Uma vez que existem perdas na empresa devido ao elevado número de ações corretivas no sistema produtivo, a proposta baseia-se num modelo que visa introduzir tempos

de manutenção no tempo de disponibilidade de linha, de modo a aumentar o número de intervenções planeadas.

Recorrendo aos tempos *standards* existentes para cada manutenção, de cada máquina e ferramenta, agruparam-se os tempos totais de cada equipamento em cada linha, de forma a obter o tempo necessário, a retirar ao tempo de produção, para realizar trabalhos de manutenção.

Nas tabelas disponibilizadas nos Apêndices H, I, J e K, é possível observar o número de manutenções totais por ano, o somatório da duração total e o tempo necessário a retirar a cada dia de trabalho.

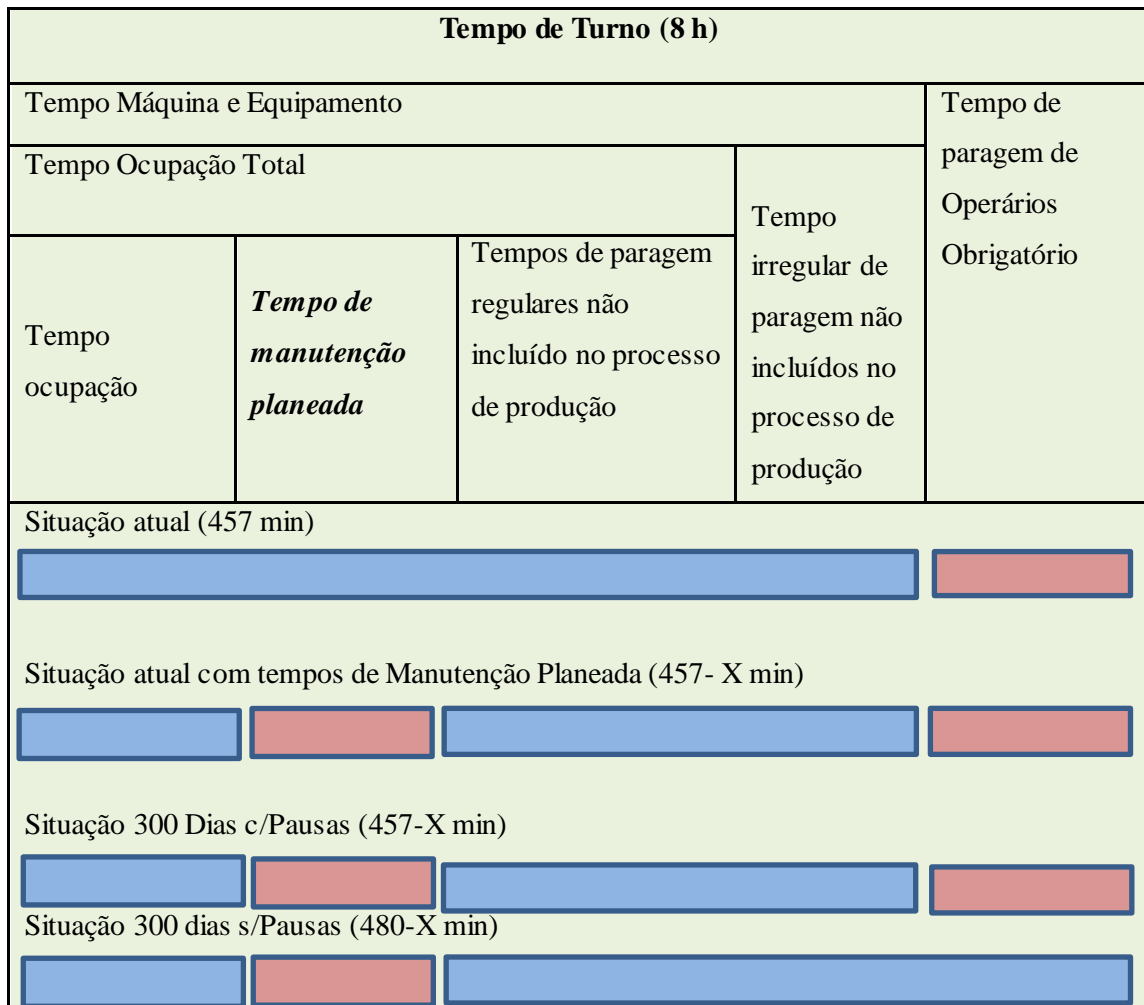
Uma vez que existe uma situação futura indefinida, em relação ao número de dias de trabalho e aos tempos de paragem dos colaboradores, optou-se por proceder ao cálculo dos tempos de manutenção para três cenários distintos.

## **4.2 Cenários possíveis de cálculo do tempo necessário de manutenção**

A necessidade de adotarmos três cenários distintos como objeto de estudo consiste, como foi dito, no facto de existir uma indefinição para a situação futura em relação ao esquema de dias de trabalho da produção.

Na situação atual, a empresa labora todos os dias do ano, mas parte das linhas de montagem final só labora 15 turnos por semana (5 dias, 3 turnos dia). No entanto, uma nova norma BPS definiu que até 2019 seria obrigatório introduzir um novo modelo de produção em que a empresa terá de trabalhar 300 dias por ano, com a possibilidade de não existir tempos de paragem destinados aos colaboradores, isto é, de laborar 300 dias por ano, 24 horas por dia sem interrupções (figura 4.1).





**Figura 4.1 - Esquema de introdução dos tempos manutenção no tempo turno.**

Através da figura 4.1, é possível observar o esquema de tempos utilizado na norma N62C para calcular o OEE de fábrica.

No cenário atual, o único tempo utilizado para diminuir o tempo de disponibilidade por turno consiste nos tempos de paragem de pausas dos colaboradores.

Na figura 4.1, é introduzido o tempo necessário a retirar ao tempo de turno para os três diferentes cenários:

- situação atual: onde é incluído o tempo necessário de intervenção, considerando que se laboram 251 dias. Neste cálculo, considera-se que as manutenções inferiores a 30 min não são relevantes para a diminuição do tempo de disponibilidade, tendo em conta que as mesmas seriam realizadas durante os tempos de pausa dos colaboradores;

- cenário futuro: consideram-se 300 dias laborais, admitindo que os intervalos para pausas de colaboradores continuam a existir, incluindo assim os mesmos tempos de manutenção previstos no modelo de 251 dias;
- cenário futuro sem pausas: consideram-se 300 dias laborais; no entanto, o tempo de manutenção tem de ser calculado de forma a incluir as manutenções inferiores a 30 minutos.

### 4.3 Análise tempo disponibilidade considerando pausas

Após se proceder ao cálculo dos tempos necessários a reduzir ao tempo de turno, realizou-se um estudo de forma a verificar qual o impacto que os mesmos iriam ter no sistema produtivo.

Como forma de calcular esse impacto, realizou-se uma simulação das quantidades de seis linhas de sensores da empresa, introduzindo os tempos respeitantes a cada um dos cenários propostos (tabela 4.1).

**Tabela 4.1 – Tempos de manutenção**

CENÁRIO ATUAL	O MIN
CENÁRIO ATUAL COM MANUTENÇÃO	15 min
CENÁRIO FUTURO C/PAUSAS	15 min
CENÁRIO FUTURO S/ PAUSAS	30 min

Na tabela 4.1 estão compilados os dados referentes aos tempos recolhidos da tabela de somatórios, utilizados para introduzir no cálculo de capacidades de cada cenário. Para o cenário atual, calculou-se a capacidade de produção das linhas, partindo de um valor de 457 minutos efetivos de trabalho para cada turno, considerando que a fábrica trabalha 251 dias.

Para a análise do cenário atual (251 dias), incluindo tempos para manutenção planeada, reduziu-se ao tempo total de um dia de trabalho, o tempo de pausas mais o tempo de manutenção.

$$\text{Tempo trabalho} = 1440 \text{ min}(\text{dia}) - 159 \text{ min}(\text{pausas totais})$$

Na tabela 4.2 é possível observar os tempos necessários de manutenção planeada. Para este cenário considerou-se que o tempo necessário a reduzir seria de 15 min. Este valor

é superior aos valores apresentados na tabela 4.2. No entanto, decidiu-se que seria benéfico introduzir um tempo superior, de modo a avaliar o impacto no caso de o número de manutenções aumentar.

$$\text{Tempo trabalho} = 1440 \text{ min(dia)} - 159 \text{ min(pausas totais)} - 15 \text{ min(manutenção)}$$

**Tabela 4.2** – Tempo de manutenção diário estimado das linhas dos sensores

<i>Linhas</i>	<i>Sum of Ano_vezes_executado</i>	<i>Sum of Ano_total_duracao</i>	<i>Tempo por dia (min)</i>
2F25	100,5	4147,7	11,36
2F35	97,9	3979,4	10,90
2F55	102,6	4137,9	13,79
2F65	93,6	3726,9	10,21
2F75	112,3	4549,5	12,46
2F85	85,2	3477,9	9,53

Para o cenário futuro, com tempos de paragem incluídos, utilizou-se o mesmo somatório de tempo de manutenção da tabela do cenário anterior, assim com o cálculo de tempo de trabalho, aumentando-se, no entanto, o número de dias de trabalho para 300 dias.

Por fim, no cenário futuro, em que a fábrica irá produzir 300 dias por ano, 24h por dia, realizou-se o somatório de todos os tempos de manutenção, incluindo todas as manutenções inferiores a 30 min. Para este cenário, definiu-se um tempo de 30 minutos, como sendo o necessário para realizar as intervenções (tabela 4.3).

$$\text{Tempo trabalho} = 1440 \text{ min(dia)} - 30 \text{ min(manutenção)}$$

**Tabela 4.3** – Tempo de manutenção planeada dos sensores

<i>Linhas</i>	<i>Soma do Nr Ano_vezes_executado</i>	<i>Soma do Nr Ano_total_duracao(Min)</i>	<i>Tempo por dia (min)</i>
2F25	715,2	9731,9	26,66
2F35	676,8	8980,8	24,60
2F55	806,8	10865,2	29,77
2F65	373,3	6149,1	16,85
2F75	514,7	8731,1	23,92
2F85	370,9	6312,1	17,29

A partir dos gráficos resultantes do cálculo de capacidades, apresentados nos apêndices A, B, C e D, é possível observar que para qualquer um dos cenários desenhados, a introdução de tempos de manutenção pouco afeta a capacidade de *output* de cada linha (figura 4.2).

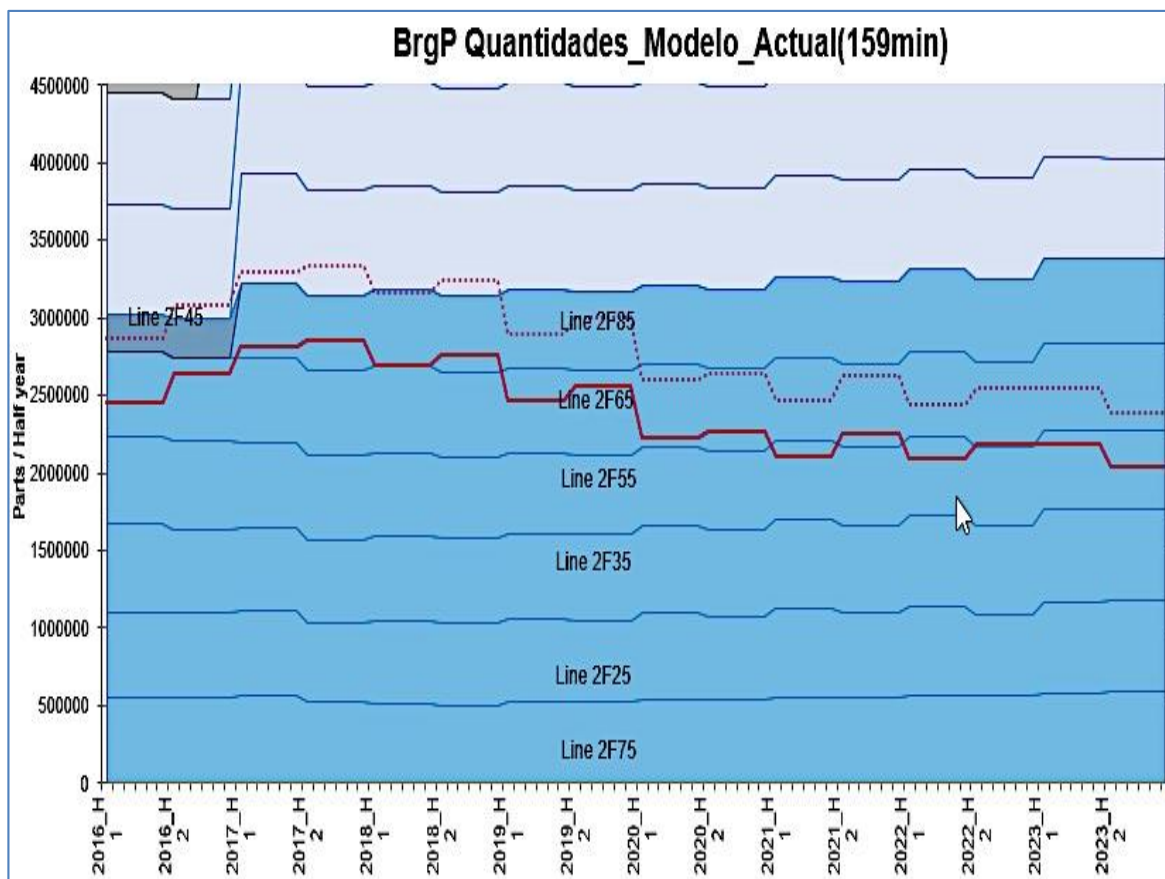


Figura 4.2 - Tabela cálculo capacidade.

Em cada um dos referidos gráficos, idênticos ao da figura 4.2, é possível observar a capacidade total de *output* de todas as linhas (zona preenchida a azul escuro), em contraste com o total de quantidades contratadas pelos clientes (linha vermelha) e com o total de quantidades, multiplicado por um fator de segurança (linha a tracejado vermelho). Este fator de segurança existe para absorver os diferentes picos de produção do cliente, pois apesar de existir um plano de produção, observam-se variações constantes ao longo dos semestres.

#### 4.4 Cálculo das Perdas Produtivas Associadas à Diminuição do Tempo de Turno

Após o cálculo de capacidades, realizou-se uma comparação entre os diferentes cenários, para se avaliar o impacto da introdução dos tempos de manutenção planeada (tabela 4.4).

**Tabela 4.4 – Impacto da introdução de manutenção planeada**

<i>Cenários</i>	<i>2016-1S</i>	<i>#</i>	<i>2016-2S</i>	<i>#</i>	<i>2017-1S</i>	<i>#</i>	<i>2017-2S</i>	<i>#</i>
<i>Actual (159min pausa)</i>	3300201		3258260		3229001		3141627	
<i>Actual+Manutenção (174min pausa)</i>	3261616	-38585	3220107	-38153	3191191	-37810	3104839	-36788
<i>Futuro_c/pausas+ Manutenção (174min pausa)</i>	3389320	89119	3346622	88362	3385287	156286	3297366	155739
<i>Futuro_s/Pausas+ Manutenção(30min Pausa)</i>	3774835	474634	3727880	469620	3770343	541342	3672421	530794

Na tabela 4.4 é representado o impacto, nos diferentes semestres, das quantidades máximas para os diferentes cenários propostos, juntamente com as diferenças de unidades produzidas. É possível constatar que, por exemplo, um impacto de menos 38,5 mil unidades produzidas, para o cenário atual, introduzindo tempo de manutenção, não tem um impacto significativo, uma vez que representa cerca de 1% da produção anual. Aliado a este fator, se considerarmos o impacto da melhoria através da diminuição de manutenções corretivas, podemos considerar que é bastante vantajoso incluir paragens para manutenção, uma vez que as ações corretivas, no cálculo das seis linhas estudadas, totalizam 230 mil unidades, no último ano. Logo, uma melhoria de 20% na diminuição de paragens por avaria, iria automaticamente compensar o número de perdas por diminuição de *output*.



## 5. PROPOSTA DE SISTEMÁTICA DE INTRODUÇÃO DE TEMPOS NAS RFQ'S

Neste capítulo será exposta a proposta da sistemática estudada para introduzir o tempo de manutenção planeada no processo de cotação de um produto.

### 5.1 Proposta inicial

No capítulo anterior, foram considerados os tempos de manutenção planeada como tempos de não disponibilidade como proposta de resolução, para a situação atual do sistema produtivo da empresa. No entanto, após uma análise ao processo de industrialização do produto, constatou-se que a introdução desses mesmos tempos podia, numa época futura e para produtos ainda na fase de conceção, ser contabilizada na fase de cotação do produto.

A introdução desta proposta de resolução visa assegurar uma maior fiabilidade do sistema produtivo, de modo a assegurar que, durante a vida do produto, o sistema produtivo responsável pela sua conceção não diminui o seu *output*.

Assim, como vimos no capítulo anterior, apesar de ser contemplada uma margem de segurança de 20% no sistema produtivo e de, na sua maioria, existir disponibilidade e flexibilidade para a introdução de paragens para manutenção planeada, não afetando as quantidades produzidas, existe, em alguns casos, um tempo de manutenção demasiado longo, o que pode comprometer essa margem de segurança ou reduzi-la substancialmente.

Como forma de introduzir os tempos de manutenção, começou-se, numa fase inicial, por desenvolver um estudo com o objetivo de perceber o processo de cotação de um produto.

#### 5.1.1 Processo de cotação

Tendo em conta que o processo de cotação é desenvolvido pelo departamento de TEF6, realizou-se um levantamento do fluxo de informação, bem como das especificações necessárias para realizar esta tarefa (Anexo D).

Após este levantamento do processo, identificaram-se as várias fases usadas para cotar o produto. Numa fase inicial, são pedidos ao cliente determinados *inputs*, tais como:

*target price, quotation dead line*, lista de materiais, quantidades anuais de produção, tempo de vida do produto, início e fim de produção, planeamento das amostras, especificações do processo e esquemas de montagem, desenhos mecânicos (2D e 3D), especificações e exigências ao nível da qualidade, informação acerca do PCB (lados de inserção, material, camadas, dimensões e se o cliente vem buscar o produto à fábrica de Braga ou se é para entregar em determinado local e o tipo de embalagem pretendida).

Quando, por fim, está reunida toda a informação necessária para dar início ao processo, é iniciado o cálculo do preço do produto, ou seja, o processo de cotação propriamente dito, em que TEF6 torna-se parte relevante no processo. Como *outputs* ao cliente, a empresa tem que fornecer o preço do produto, o custo dos investimentos, os custos de engenharia, as premissas (devido à normal falta de informação são sempre pressupostas premissas) e um rácio (atualização dos preços para os anos seguintes).

Após a realização de uma reunião, a nível superior (BUM), é decidido pelo *top management* se a fábrica vai cotar o produto e é dado conhecimento ao gestor de projetos que analisa as premissas de cálculo. Após isto, este verifica os dados de *input* e envia esses dados para o gestor de projetos de materiais, sendo que este verifica se os materiais existem na empresa ou se têm de ser adquiridos. Simultaneamente a esta atividade, o gestor de projetos dá início a uma *input sheet* e dá-se o *kick-off* e o prazo para entregar a cotação, mediante o tempo médio necessário por departamento. Esta informação é enviada para o PPM, para o TEF1/TEF7/TEF6. Todos estes departamentos, após a receção desta informação, começam de imediato a efetuar os cálculos necessários. Por fim o CFA1, após verificar a fiabilidade dos dados, envia os mesmos para o gestor de projetos.

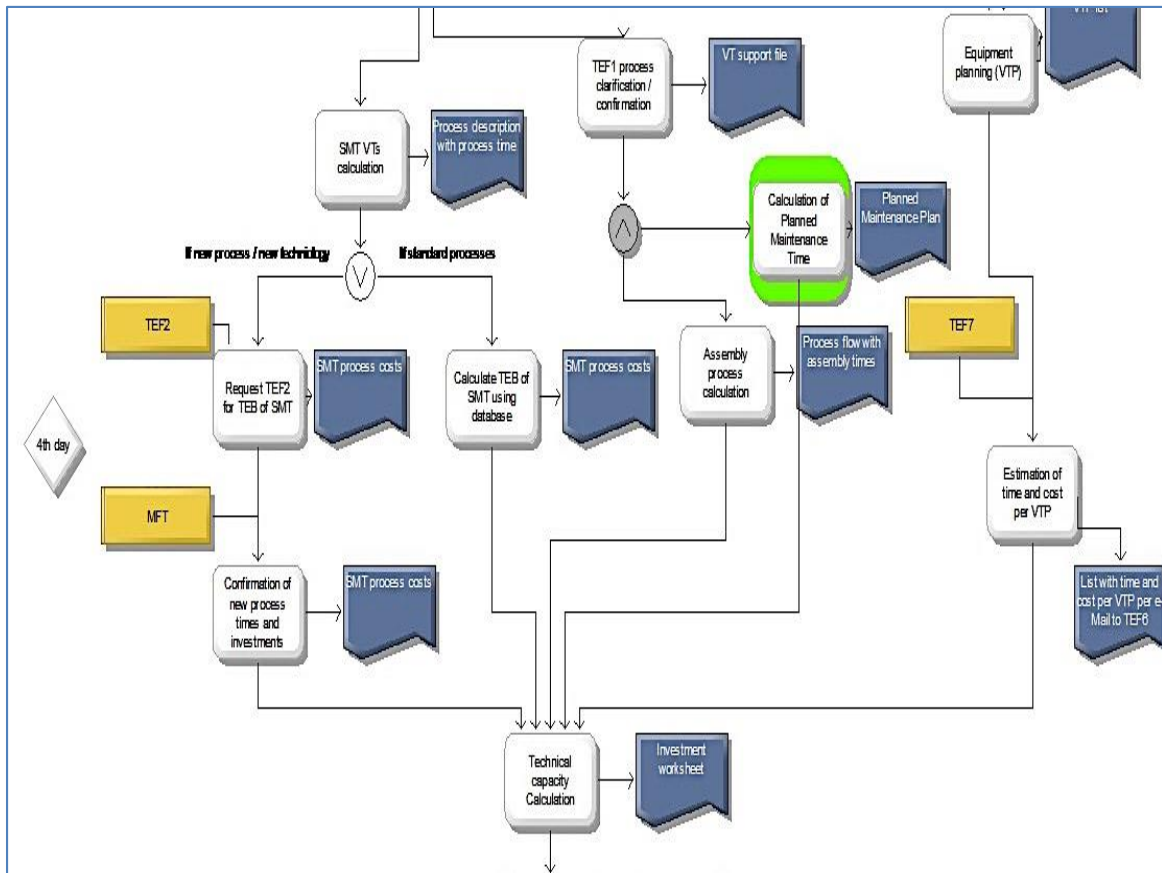
A proposta apresentada visa introduzir um passo no fluxo do processo, criando um *input* de TEF8, de modo a que este departamento seja parte integrante do cálculo de cotação, fornecendo informação para que TEF6 consiga calcular os investimentos associados ao produto cotado.

Como forma de criar um *input*, por parte de TEF8 a TEF6, dos tempos de manutenção planeada, propõe-se que TEF1 envie a TEF8 os dados relativos à descrição de processo e que identifique o MAE e o EWAC necessários para produzir o produto.

Através da figura 5.1 é possível observar um exemplo da descrição do processo enviado por TEF1 aos outros departamentos. Partindo dos equipamentos descritos nos dados



de TEF1, TEF8 calcula o tempo necessário de manutenção planeada, fornecendo o mesmo a TEF6 (Figura 5.1).



**Figura 5.1 - Diagrama do fluxo de informação ou fluxo de processo RFQ com proposta de introdução de TEF8.**

Apesar de se propor alterar o fluxo de informação do processo, constatou-se que a realização da tarefa, por parte de TEF8, teria de ser realizada num curto espaço de tempo, uma vez que o processo todo de cotação de um produto dura no máximo 10 dias.

Uma vez que a fábrica possui um sistema informático de apoio à manutenção, considerou-se introduzir no mesmo uma ferramenta semelhante à utilizada para obter os tempos de manutenção planeada, no entanto, focada exclusivamente nas cotações.

## 5.2 Ferramenta de cálculo do Tempo de Manutenção Planeada para RFQ's

Procedendo à análise dos requisitos necessários para que TEF8 fornecesse os tempos de manutenção planeada dentro do tempo disponível, constatou-se que tal seria possível utilizando a base de dados já existente para definição de *standards* de manutenção.

Analisando o sistema produtivo, concluiu-se que os equipamentos utilizados para produzir diferentes produtos tinham por base o mesmo tipo de máquinas. Dessa forma, verificou-se que para a cotação de novos produtos, são utilizados, na realização do cálculo, na sua maioria, dados de máquinas já existentes.

Partindo da premissa de que o sistema produtivo que se pretende cotar irá funcionar com os mesmos equipamentos existentes na fábrica, torna-se possível prever, numa fase embrionária do produto, a duração da manutenção planeada aquando da fase de produção. Sendo assim, como forma de conseguir reduzir o tempo que TEF8 iria despende na tarefa de cotação, propôs-se desenvolver uma ferramenta que agrega a informação disponível na base de dados e fornece uma previsão do tempo de manutenção planeada das máquinas definidas para o produto cotado.

Como proposta de ferramenta idealizou-se uma solução que passa pela utilização do *software* utilizado por TEF8 para gestão da manutenção. No *software* atualmente utilizado, existe uma funcionalidade que permite criar linhas de montagem, introduzindo as máquinas que compõem esse mesmo sistema produtivo. Como ferramenta para o cálculo de cotações propôs-se utilizar a mesma função, introduzindo um campo na mesma com a funcionalidade “RFQ’S”.

A interface da ferramenta funcionaria de maneira idêntica à criação de uma linha, sendo que, partindo dos dados de TEF1, TEF8 iria criar uma linha simulada com as máquinas descritas no processo. Partindo do cruzamento de informações entre os equipamentos do produto cotado, semelhantes aos já utilizados na empresa, seria possível obter o diagrama de máquinas semelhante ao que é apresentado na figura 5.2.

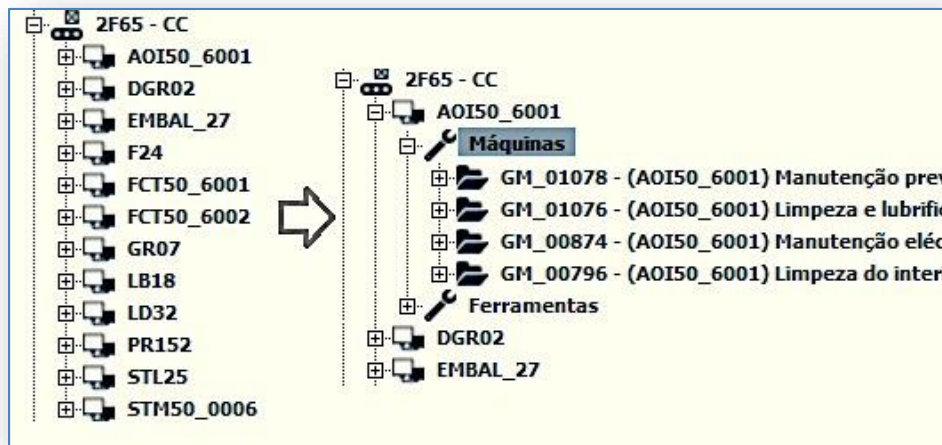


Figura 5.2 - Esquema de equipamentos de uma linha de produção.

O resultado da criação da linha simulada iria ser idêntico à estrutura de uma linha existente, onde um diagrama de máquinas criado corresponde aos equipamentos necessários para produzir o produto. Uma vez que a base de dados contém todas as manutenções *standard* existentes para uma máquina específica, a seleção das mesmas seria feita por um técnico de manutenção, que, através da descrição de produto, iria selecionar aquelas que se adequassem às características do produto. Através da figura 5.3 podemos observar que, para o exemplo que se pretende, só quatro das sete manutenções *standard* foram ativadas.

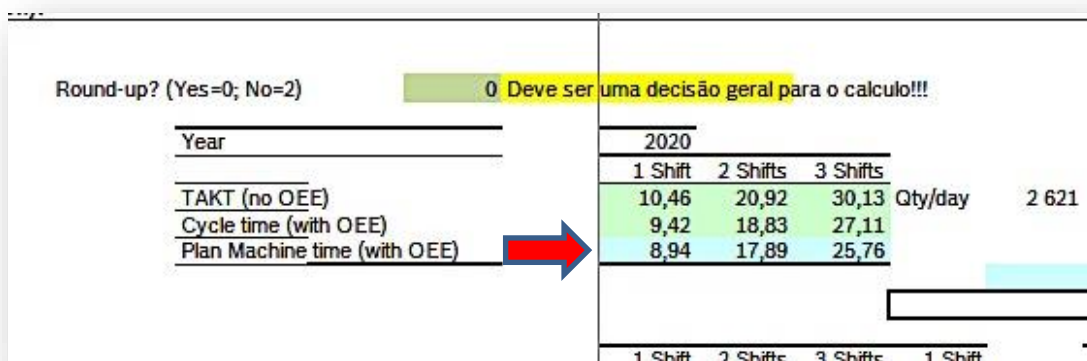
Equip.	Descrição	Duração (min.)	Período (dias)	Power ON	Produção PCS.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
AOI50_6001	Mecânica Nível 1 - AOI	14	120		120000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AOI50_6001	Limpeza do interior da máquina	14	45		30000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
AOI50_6001	Manutenção AOIR	23	90			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AOI50_6001	Manutenção eléctrica quadro AOI	54	365			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
AOI50_6001	Trocar cabo USB_AOI	5	3		30000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AOI50_6001	Limpeza e lubrificação do AOIR	22	90			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
AOI50_6001	Manutenção preventiva troca das correias AOIR	30	360			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 5.3 - Exemplo de manutenções standard de uma máquina.

No final da ativação de todas as manutenções necessárias para cada máquina, obtemos os tempos de cada uma delas, bem como a sua periodicidade. Partindo destes valores, é possível estimar qual o tempo médio necessário a retirar a cada linha para paragens de manutenção planeadas. Estes tempos seriam depois enviados a TEF6 para a realização do cálculo.

### 5.3 Introdução de tempos de manutenção em cotações

Após o envio da informação por parte de TEF8, TEF6 pode então proceder ao cálculo dos custos de equipamento. Para a introdução dos tempos de manutenção, pode utilizar-se a mesma folha de cálculo disponibilizada no Anexo C. No entanto, no campo assinalado na figura 5.4, deve reduzir-se o tempo do campo “*Plan Machine Time (with OEE)*” introduzindo o tempo fornecido por TEF8.



Round-up? (Yes=0; No=2) 0 Deve ser uma decisão geral para o calculo!!!

Year	2020				
	1 Shift	2 Shifts	3 Shifts	Qty/day	2 621
TAKT (no OEE)	10,46	20,92	30,13		
Cycle time (with OEE)	9,42	18,83	27,11		
Plan Machine time (with OEE)	8,94	17,89	25,76		

1 Shift 2 Shifts 3 Shifts 1 Shift

Figura 5.4 - Campo para inserir tempo de manutenção planeada.

Desse modo, através do cálculo já se torna possível analisar, numa fase embrionária, qual o impacto da manutenção no custo do produto, uma vez que a diminuição do tempo pode influenciar o output da linha idealizada.

## 6. CONCLUSÕES

O presente relatório foi realizado partindo do objetivo principal de melhorar a implementação da metodologia de TPM na Bosch Car Multimédia. O caso de estudo proposto realizou-se no departamento de TEF6, responsável pela realização da atividade de cotações, em conjunto com o departamento TEF8, responsável pelas atividades de manutenção de MOE2.

Partindo de uma análise ao sistema produtivo da empresa constatou-se que existiam oportunidades de melhoria na implementação do terceiro pilar (manutenção planeada) da metodologia TPM da empresa, uma vez que existia um elevado número de manutenções planeadas em atraso.

Como forma de analisar se a situação encontrada se devia a um problema momentâneo ou se era uma situação prolongada, recolheram-se os dados de todas as manutenções planeadas, entre março de 2016 e março de 2017, percebendo-se que a situação se vinha agravando com o decorrer do tempo, uma vez que o número de manutenções em atraso tinha vindo a aumentar.

Como forma de identificar as origens do problema procedeu-se ao levantamento das causas apontadas pela equipa técnica de manutenção, para não realizarem as manutenções agendadas, tendo-se concluído que os dois motivos principais identificados eram: “falta de disponibilidade dos técnicos de manutenção” e “falta de disponibilidade de linha”.

Identificados os dois principais motivos, iniciou-se a análise das possíveis causas do motivo “linha indisponível”, ao que se conclui que a empresa tinha definido que a equipa de manutenção só poderia realizar intervenções durante os tempos de paragem da produção (paragens dos colaboradores e fins-de-semana), não existindo tempos definidos para que a equipa de manutenção realizasse manutenção planeada.

Como forma de identificar se os tempos de paragem de produção seriam suficientes para realizar todas as manutenções planeadas, elaborou-se um estudo, de modo a incluir o segundo motivo identificado (fala de disponibilidade técnica) uma vez que a falta de disponibilidade de linha se relaciona diretamente com este fator.

Como forma de identificar se o número de técnicos era adequado ao tempo disponível para realizar manutenção, recorreu-se a todos os standards de manutenção dos equipamentos,

de modo a elaborar uma base de dados com o somatório de tempos necessários para realizar todas as intervenções, divididas por cada linha.

Partindo do somatório anual de tempos possíveis de trabalho de cada técnico, calculou-se o número de técnicos que seriam necessários para realizar todas as manutenções planeadas, concluindo-se que seriam necessários 16 técnicos a trabalhar durante a semana. No entanto, para os tempos disponíveis atuais, seriam precisos 45 técnicos.

Uma vez que existem atualmente 90 técnicos na empresa, conclui-se que o número é teoricamente suficiente para realizar toda a manutenção planeada. No entanto, devido ao facto de os técnicos realizarem horas extra para realizar manutenções ao fim-de-semana, de existir um grande número de linhas de produção em laboração contínua (sem paragens ao fim-de-semana), de os técnicos estarem constantemente a ocorrer a manutenções corretivas e de a empresa vir a trabalhar no futuro 300 dias por ano, inviabiliza o modelo atual.

Através da análise do modelo em vigor estimou-se que a percentagem atual de manutenção planeada correspondia unicamente a 20% do total de manutenções, o que basicamente é o inverso da percentagem ideal, o que se traduz em elevadas perdas de produtividade e elevados custos.

Após se ter verificado que a falta de disponibilidade de linha é o principal fator a resolver, elaboraram-se duas propostas distintas. A primeira, consistindo na diminuição do tempo de disponibilidade de linha introduzindo tempo de manutenção no tempo de turno. A segunda, que consistiu em introduzir os tempos de manutenção planeada no cálculo de cotações.

A primeira proposta consistiu na atribuição dos tempos de manutenção calculados para cada uma das linhas, tendo-se realizado-se um estudo a seis linhas piloto de modo a aferir qual o impacto da introdução dos mesmos. Através do estudo verificou-se que o impacto seria inferior a 40 mil unidades ano. Por outro lado, aferiu-se que as perdas a manutenção corretiva totalizavam 230 mil unidades. Posto isto, percebeu-se que uma melhoria de 17% no número de ações corretivas compensava a introdução de manutenção planeada, viabilizando o modelo proposto.

A segunda proposta consistiu na definição de uma sistemática para introduzir os tempos de manutenção no cálculo de cotação, através da alteração do fluxo de informação do processo.

Como forma de proceder a essa alteração, concluiu-se que seria necessário introduzir um input de TEF8 de modo a que o mesmo definisse quais os tempos necessários para reduzir à disponibilidade de linha.

Analisando os recursos da empresa, constatou-se que seria benéfico utilizar o software de apoio à manutenção já instalado, usando a mesma função de criar manutenções de uma linha, para a situação das cotações, recolhendo os dados do software e introduzindo os mesmos nas folhas de cálculo RFQ.

Uma vez que o tempo disponível para realizar o caso de estudo não foi suficiente para abordar todos os tópicos, sugerimos, como trabalho futuro, a realização de um estudo de forma a verificar a possibilidade de se poder definir planos de manutenção antes da fase de industrialização do produto. Através dos tempos de manutenção definidos no processo de cotação, estabelecer um pré-agendamento, de forma a que, na fase de produção, o planeamento possa trabalhar sobre um esquema pré-definido de paragens para manutenção planeada.

Através deste planeamento seria também benéfico estudar a criação de grupos de manutenção, onde manutenções diárias seriam agrupadas em manutenções semanais, quinzenais, manutenções mensais e assim sucessivamente. Através da criação deste tipo de manutenções, conseguiríamos otimizar o tempo de paragem de linha, assim como a equipa de técnicos.





## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosch Production Systems. (2014). *Guideline TPM Implementation*. Braga: Bosch Production Systems.
- Bosch Production Systems. (2016). *Apresentação BrgP*. Braga: Bosch Production Systems.
- Cabral, J. P. (2006). *Organização e gestão da manutenção*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas.
- Chan, F., Lau, H., Ip, R., Chan, H., & Kong, S. (2005). Implementation of Total Productive Maintenance: a case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71-94.
- Chand, G., & Shirvani, B. (2000). Implementation of TPM in cellular manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*, 103(1), 149-154.
- Duffuaa, S., & Raouf, A. (1999). *Planning and control of maintenance systems: modeling and analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Gotoh, F. (1988). *Equipment planning for TPM: maintenance prevention design*. Tokyo: Productivity Press.
- Martins, R. (2012). *Manutenção Produtiva Total: TPM*. Obtido em 15 de Junho de 2017, de <http://www.blogdaqualida.de.com.br/manutencao-produtiva-total-tpm-total-productive-maintenance/>
- McCarthy, D., & Rich, N. (2004). *Lean TPM: a blueprint for change* (2 ed.). Oxford, MA: Elsevier.
- N62C, N. (2012). *Norma N62C: Bosch Production Systems*. Bosch Production Systems.
- Nakajima, S. (1998). *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Portland: Productivity Press.
- OEE-Guide. (2012). *Bosch Production System*. Disponível na Intranet Bosch.
- Pinto, V. M. (1994). *Gestão da manutenção*. Lisboa: IAPMEI.

Productivity Press Development Team. (1999). *OEE for operators: overall equipment effectiveness*. New York: Productivity Press.

Rey Sacristán, F. (1995). *Gestão industrial: manutenção mecânica na indústria e oficinas*. Barcelona: Ediciones CEAC.

Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials and Processing Technology*, 179(1-3), 276-279.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2002). *Administração da produção*. São Paulo: Atlas.

Swanson, L. (1997). An empirical study of the relationship between production technology and maintenance Management. *International Journal of Production Economics*, 53(2), 191-207.

# ANEXO A – EXEMPLO DESCRIÇÃO DE PROCESSO


Cálculo de ofertas- EXEMPLO		Data:		23/03/2016		LPS5-B		BOSCH		observações:	
		Produto:		LPS5-B		Autor:					
Posto	Descrição da tarefa	VT(s)	Equipamento	QT	MAE (kc)	Total MAE (kc)	QT	EWAk (kc)	Total EWAk (kc)		
Internal Laser	Operation Time	0	TOTAL			0 €			0,0 €	CT=105	
	Pick housing from box (bulk) and place on the Jig	3	Workbench			- €			- €		
	Pick cover from box and load on JIG (bulk)	2,5				- €			- €		
	Pick LGA holder from tube and mount in housing (Tube)	4				- €			- €		
Assembly Station	Automatic rotation of the machine	0				- €			- €		
	LGA Assembly (automatic)	0				- €			- €		
	Cover assembly (automatic)	0				- €			- €		
	Press (automatic)	0	Feeder			5,00 €			5,00 €		
	Automatic rotation of the machine	0				- €			- €		
	Remove complete unit	2				- €			- €		
	Move to next station	1,2				- €			- €		
Operation Time	12,7	TOTAL									
Heatstaking + Leakage	Pick 2 units from WIP and load it on Heatstaking machine	2,5	Leakage Machine	1		- €			- €	CT Heatstaking 20 s. /2 peças CT=105	
	Automatic Leakage Test		Heatstaking machine	1		- €			- €		
	Automatic heatstaking					- €			- €		
	Unload units from leakage					- €			- €		
Move to next station					- €			- €			
Operation Time	2,5	TOTAL			0 €			0,0 €			
EOL Test + Customer Laser	Load unit on EOL Tester		Final Tester	1		- €			- €	CT=10s	
	Automatic vacuum test					3,20 €			3,20 €		
	Automatic Laser Engraving					- €			- €		
	Unload unit	2	Integração	1		- €			- €		
move to next station	1,8				- €			- €			
Operation Time	3,8	TOTAL			0 €			0,0 €			
Aol50	Load unit on Aol	2,5	Aol 50	1		- €			- €	CT=105	
	Automatic inspection					- €			- €		
	Unload unit	2				- €			- €		
	Move to next station					- €			- €		
Operation Time	4,5	TOTAL			0 €			0,0 €			
PAK50	Pick unit and pack into customer box	2,5	Packaging station	1		- €			- €		
	Move to next station	1,2				- €			- €		
	Operation Time	3,7	TOTAL			0 €			0,0 €		
sum Tempos		27,2	<b>TOTAL INVESTIMENTO</b>			0 €			0,0 €		
cf 0 % (min 50peças)		40,90									
5%		51,41									

Fonte: Documento Bosch Braga



## ANEXO B – EXEMPLO MANUTENÇÃO STANDARD

**FC150\_0028 | Limpeza e lubrificação do posto FC150/60 (30min.)**



**Limpeza do posto [técnico: A]**

- U 1 - Remover ficha de interligação da ferramenta ao posto
- U 2 - Rodar cavilhas de encaixe da base e remoção da mesma
- U 3 - Remover mandril, basta precionar nos encaixamentos e puxar na perpendicular
- U 4 - Limpar posto e zona do mandril [F1]
- U 5 - Limpar com pano e Ajax posto e ferramentas [F1, F2]

**Limpeza e lubrificação do interior do posto [técnico: A]**

- U 6 - Verificar o aperto dos parafusos do sensor [08]
- U 7 - Lubrificar as duas hastes com óleo [F3]
- U 8 - Lubrificar guia linear do sensor [F4]
- U 9 - Limpar sujidade acumulada e lubrificar rolamento da cavilha [F1, F3]

**Limpeza ao rack [técnico: A]**

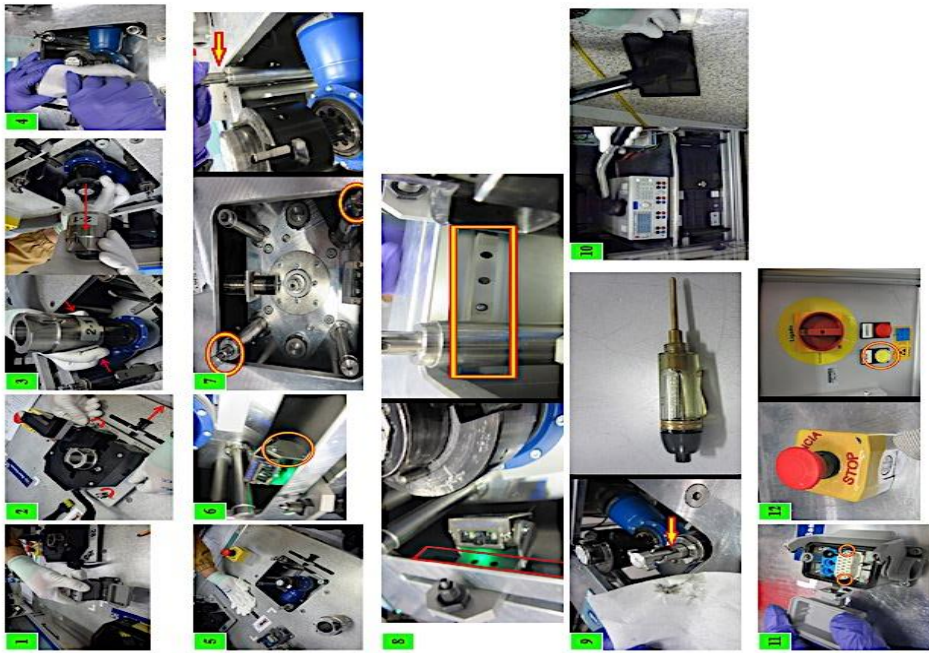
- U 10 - Aspirar rack e filtro do FC

**Verificação do Posto [técnico: A]**

- U 11 - Verificar o estado da ficha de interligação [011]
- U 12 - Verificar o sistema de sinalização e segurança [012]

**Testar Equipamento [técnico: A]**

- U 13 - Testar posto



↳

**Lista de ferramentas:**  
 F1 - [8600.700.728] panos de limpeza, emb de 5kg  
 F2 - [8600.700.344] DETERGENTE AJAX

Fonte: Documento *Bosch* (TEF8)



# ANEXO C – FERRAMENTA CÁLCULO INVESTIMENTOS

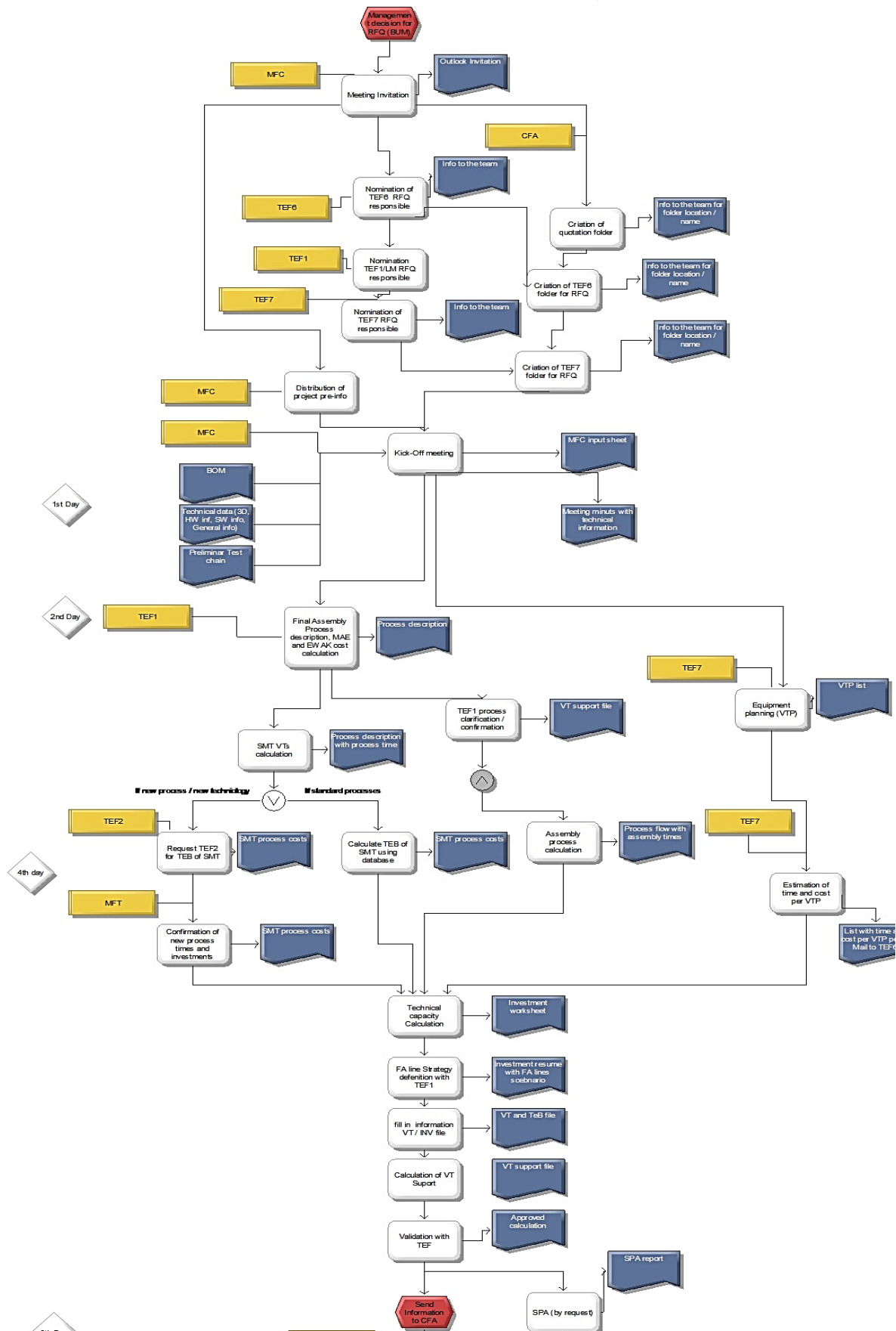
Investments - automatic calculation of number of stations based on VT & TEB - no reserve of capacity															Year: 2020																								
Additional information (for EWAK calculation):															2020			2020			2020																		
Round-up? (Yes=0, No=2) 0 Deve ser uma decisão geral para o cálculo!!!															1 Shift			2 Shifts			3 Shifts			PMT															
Year															1 Shift			2 Shifts			3 Shifts			PCT															
TAKT (no OEE)															10,46			20,92			30,13			Qty/day			2,621												
Cycle time (with OEE)															9,42			18,83			27,11																		
Plan Machine time (with OEE)															8,94			17,89			25,76																		
Nbr. of equipments																																							
Total cost (T EUR)																																							
Remark: Please insert all values in TEUR															1 Shift			2 Shifts			3 Shifts			3 Shifts			25,8												
C.C.	Description	TEB [s]	VT [s]	Comments	MAE	EWAK	Unit cost (T EUR)	MAE	EWAK	Variance	MAE	EWAK	MAE	EWAK	MAE	EWAK	Nr. of equipments	MAE	EWAK	MAE	EWAK	Nr. of equipments	MAE	EWAK	MAE	EWAK	Nr. of equipments	MAE	EWAK	MAE	EWAK	Total cost (T EUR)	Total cost (T EUR)	Total cost (T EUR)	Total cost (T EUR)	Decision			
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A	
New CC	Montagem Final																0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A	
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A	
New CC	Assembly station																1,22	0,61	0,42	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N/A
New CC	Heatstaking + Leakage																1,12	0,56	0,39	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N/A	
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A	
New CC	EOL test + customer label																1,12	0,56	0,39	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N/A	
New CC	AOL 50																1,12	0,56	0,39	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N/A	
New CC	Pack 50																0,42	0,21	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00 No invest.	
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A		
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A		
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A		
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A		
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A		
New CC																	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A		

Fonte: Documento *Bosch Braga* (TEF6)





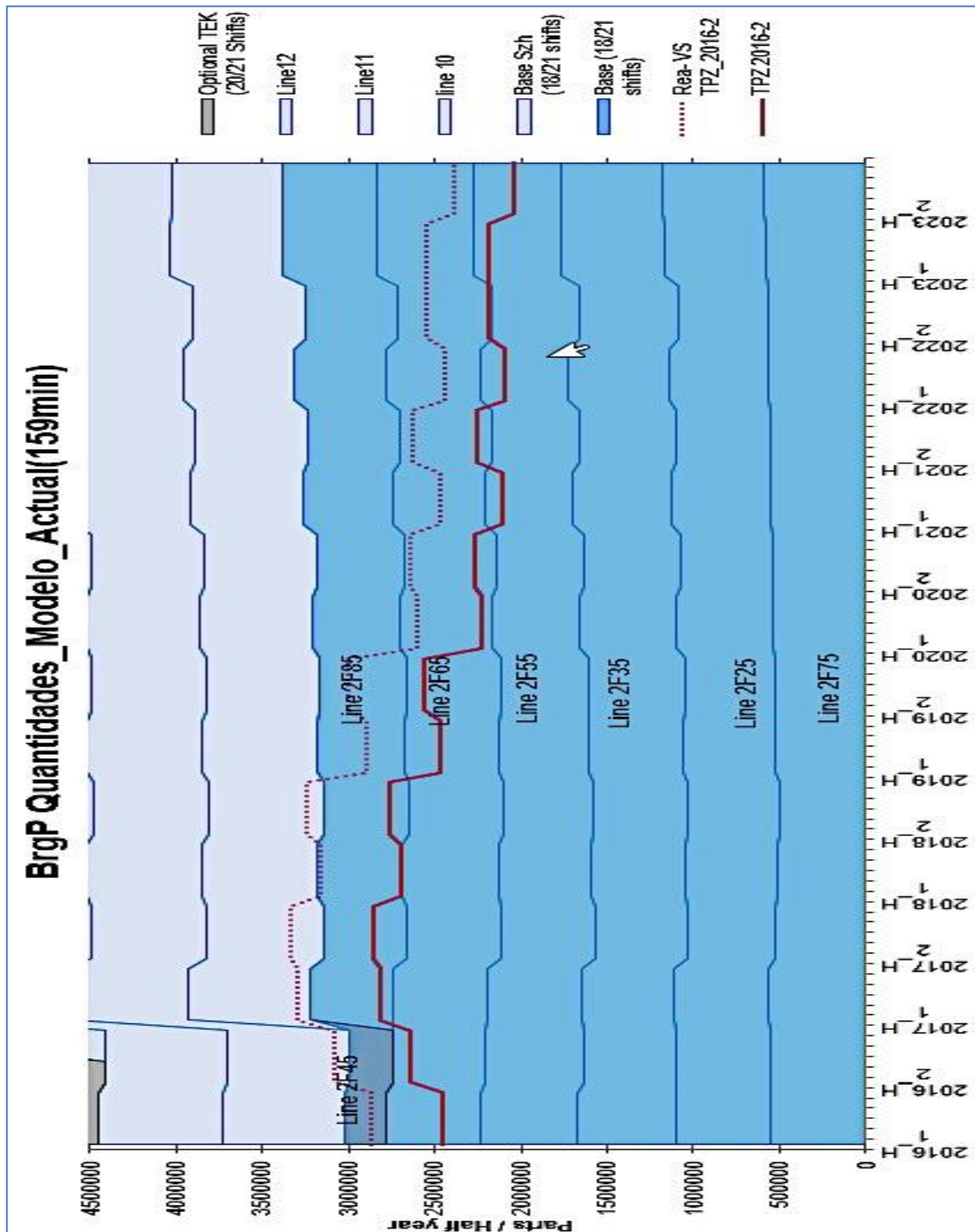
# ANEXO D – DIAGRAMA PROCESSO RFQ



Fonte: Programa Aris Bosch

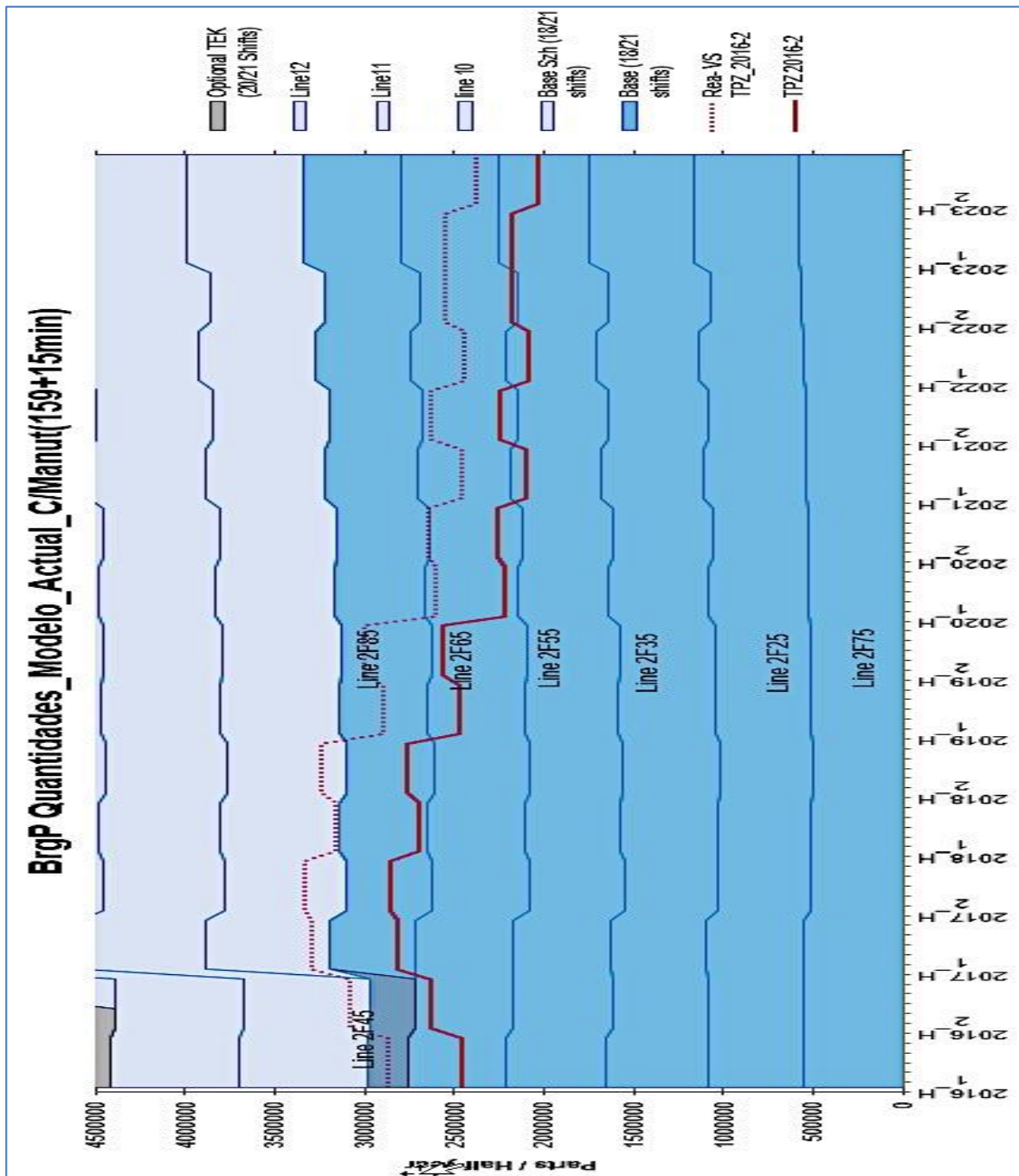


## APÊNDICE A – CAPACIDADE PRODUÇÃO MODELO ATUAL



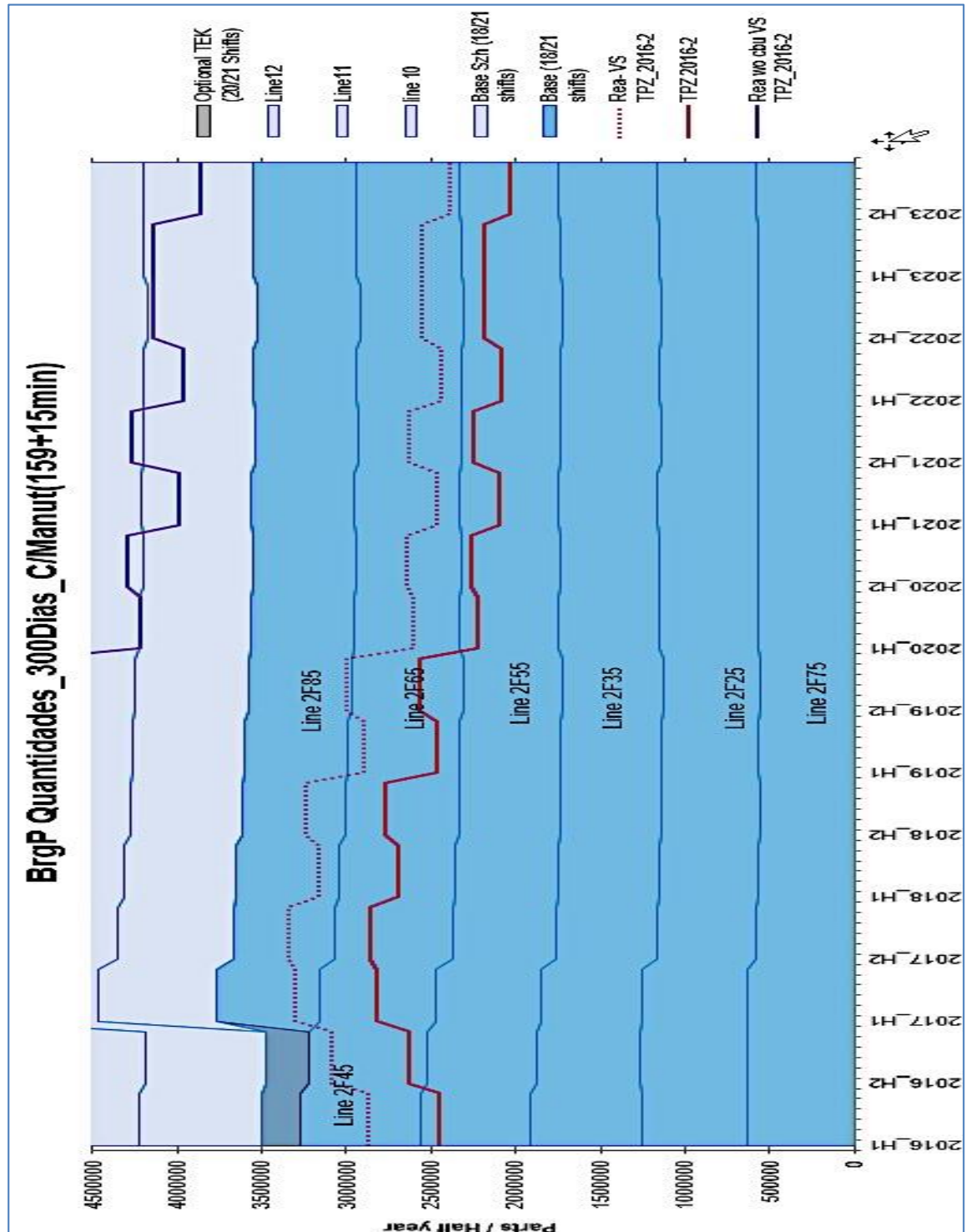


## APÊNDICE B – CAPACIDADE PRODUÇÃO MODELO ATUAL COM MANUTENÇÃO PLANEADA





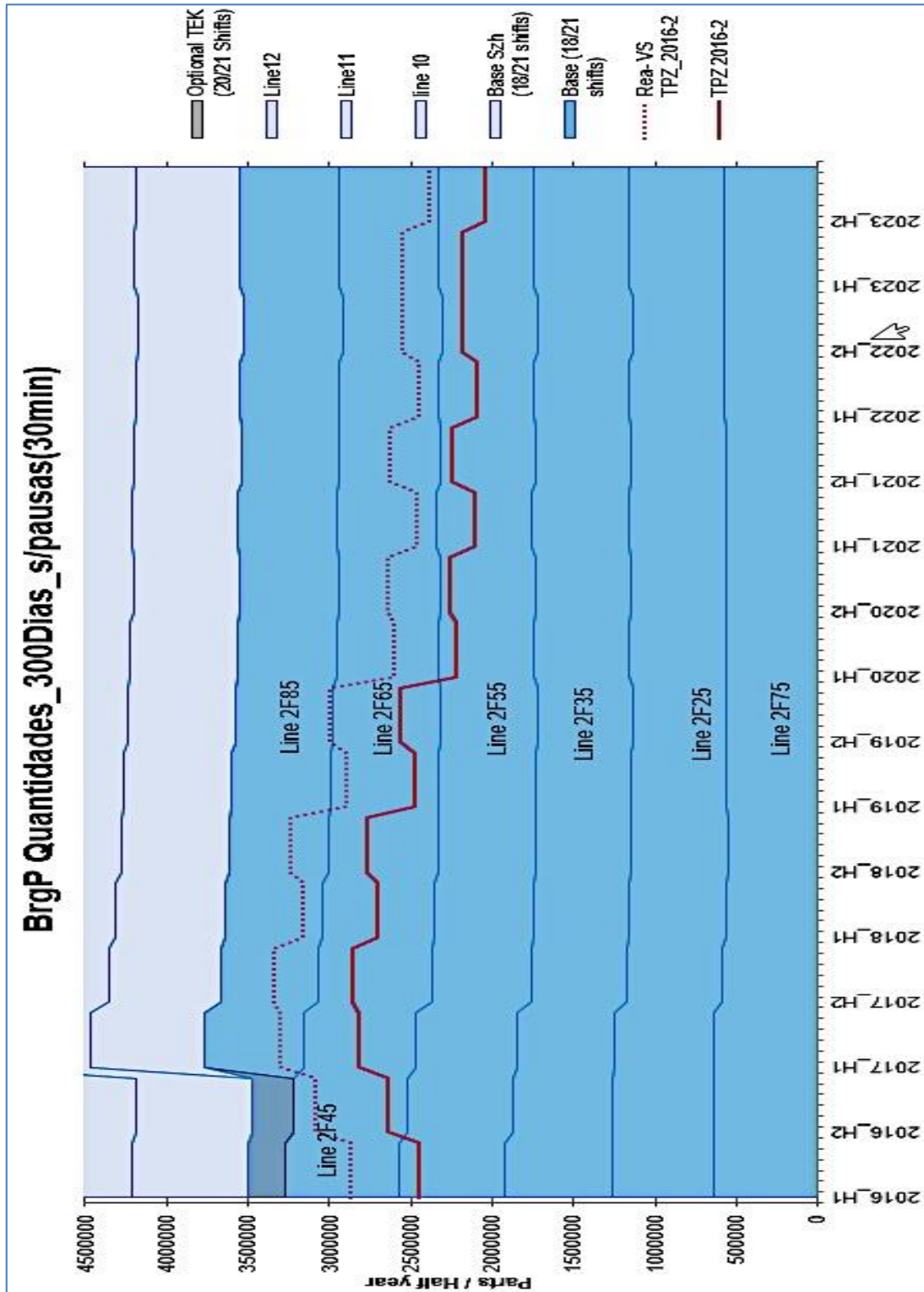
## APÊNDICE C – CAPACIDADES 300 DIAS COM MANUTENÇÃO PLANEADA C/PAUSAS







## APÊNDICE D – CAPACIDADES 300 DIAS COM MANUTENÇÃO PLANEADA S/PAUSAS





## APÊNDICE E – PERDAS POR AVARIA DAS LINHAS DOS CC'S

Motivo	2F75			2F35			2F55			2F65			2F75			2F85								
	Intervenções		Tempo (min)	Intervenções		Tempo (min)	Intervenções		Tempo (min)	Intervenções		Tempo (min)	Intervenções		Tempo (min)	Intervenções		Tempo (min)						
	#	Perdas Espera	Avaria	#	Perdas Espera	Avaria	#	Perdas Espera	Avaria	#	Perdas Espera	Avaria	#	Perdas Espera	Avaria	#	Perdas Espera	Avaria						
-	5	91	40.0	4	83	41.5	87.0	12	357	151.1	252.6	7	183	54.5	158.0	3	20	33.9	22.7	10	259	102.8	206.8	
Após intervenção externa	9	126	140.6	6	41	61.2	100.6	2	0	33.2	49.5	1	0	16.3	11.2	1	0	15.9	9.8	4	28	35.2	57.4	
Após intervenção TEF1																								
Após intervenção TEF7	2	71	13.7	2	83	6.0	48.3	4	48	37.8	209.3	12	158	81.7	114.5					16	409	231.8	238.8	
Após manutenção	2	117	1.0	1	10	0.8	7.8	1	55	2.3	25.6													
Após melhoria								1	213	14.9	60.7										2	149	17.3	92.9
Danificado	46	8926	325.2	34	2179	312.5	1950.5	81	4768	731.3	3919.5	40	3881	358.6	1551.1	27	4475	164.5	1737.2	39	3184	348.7	1391.2	
Desajustado	178	6580	1244.5	171	6569	1180.4	3506.0	403	13797	2818.6	8849.7	220	7190	1895.3	4899.4	150	5735	1040.4	4084.6	324	12556	2394.8	7312.0	
Desgaste	23	526	159.3	33	217	332.3	1494.8	44	1288	432.6	1902.2	43	507	396.9	1201.6	24	965	284.5	1005.7	38	988	315.4	699.4	
Erro	227	5365	1737.7	305	6507	2460.4	5325.5	392	8467	3430.0	6712.0	278	8319	2281.0	3650.8	139	5028	1147.9	2332.9	239	6528	2157.3	4122.1	
Erro de operação	27	332	175.8	37	843	348.8	385.8	44	643	483.8	441.6	38	410	429.0	411.8	24	543	167.9	250.7	21	174	159.5	211.2	
Falha	380	8824	2936.7	487	14082	4152.0	9278.1	641	19004	5417.2	11950.1	390	12218	3027.2	6809.6	296	10470	2510.7	4903.5	412	11846	4371.7	7567.2	
Máquina nova								3	16	21.6	21.6					1		2.7	17.0	8	45	84.4	96.8	
Melhora/Novos Produtos	2		12.6	6	113	43.1	181.2	6	146	65.0	236.8	2	157	20.4	176.7		5	219	24.2	205.5	6	312	92.7	221.6
Mudança de produção	17	497	57.2	16	386	109.9	250.4	20	778	176.7	458.4	10	267	86.9	312.1		7	219	16.6	81.4	8	190	53.5	126.3
Partido	1	40	0.9	1		3.7	21.7	1		15.4	84.5	1	49	1.7	32.2									
Problemas de Material	6	103	47.4	16	204	134.0	298.4	26	690	188.3	790.6	7	82	116.7	166.4		7	94	36.0	111.6	9	391	56.1	131.5
Rejeição devida	14	383	148.0	17	239	143.6	116.9	28	630	207.0	400.2	18	324	99.8	157.2		3	78	22.1	28.9	11	73	129.1	190.2
Rejeição indevida	31	1603	435	18	738	123.8	403.0	27	970	395.2	892.1	31	1005	410.9	749.9		2	49	31.1	34.5	27	795	346.8	874.6
Suidade	50	1670	355	934	58	1587	444	96	2354	617	1460	64	1620	486	895	41	1474	278	648	85	2656	600	1344	
Somatório Total	1020	35254	7832	1212	33881	9898	24452	1832	54224	15239	38717	1162	36370	9563	21097.6	732	29406	5808	15504.9	1263	40835	11256	24957	
Quantidade de Valores	17	16	17	17	16	17	17	19	18	19	19	16	16	16	16	16	15	16	16	16	18	18	18	18
Média dos valores	60	2203	460	1255	71	2117	582	1438	96	3012	802	2037	72	2273	597	1318	46	1960	363	969	70	2288	640	1386



## APÊNDICE F – PERDAS POR AVARIA (ANÁLISE DOS CUSTOS)

Motivo	2006			2009			2011			2009			2002			2005		
	Perdas	Espera	Avaria	Perdas	Espera	Avaria	Perdas	Espera	Avaria	Perdas	Espera	Avaria	Perdas	Espera	Avaria	Perdas	Espera	Avaria
-	253	632	1625	263	537	1314	406	282.6	1335.6	305	645.7	1640.1	138	440.9	1644.7	183	54.5	158.0
Após intervenção externa	7	141	76	15	54	140				7	141.4	75.8	152	44.0	153.1	0	16.3	11.2
Após intervenção TEF	32	25	70	0	27	30	7	124.8	23.4	32	24.9	63.5	9	8.8	23.3			
Após intervenção TEF7	64	467	1214	143	194	592	5	14.4	77.8	64	466.9	124.1	151	301.3	960.8			
Após manutenção	12	3	46	26	33	132				12	3.4	45.5	113	63.0	193.5			
Após melhoria	25	21	50	68	153	167	77	22.6	160.6	25	20.6	50.3	360	32.4	74.1			
Danificado	1582	1586	8018	1710	1531	13112	422	212.8	2125.6	1582	1585.7	8017.5	1531	758.7	5914.7	158	81.7	114.5
Desajustado	3639	6835	21907	4480	8258	23982	1749	2724.9	8205.3	3639	6835.3	21807.3	4421	7683.8	25111.4	3909	363.7	1562.5
Desgaste	332	91	2935	377	711	2650	330	180.8	842.2	332	980.6	2934.5	576	981.9	5378.8	6571	1643.0	4474.1
Erro	5450	12902	30447	3520	9572	20668	2368	3490.1	9505.5	5450	12902.0	30446.7	8349	17012.4	39547.4	459	375.3	1181.6
Erro de operação	659	2459	4327	397	1468	2298	153	328.5	605.1	659	2458.8	4326.8	968	2449.4	3488.7	8370	2227.4	3686.7
Falha	8700	16843	45388	5598	14824	37142	1608	5132.0	9291.7	8700	16842.9	45388.4	8648	18585.0	51416.2	410	417.4	400.7
Máquina nova	32	64	274				1034	410	620.7	32	63.9	273.9		17.6	321.4	11906	3012.2	6955.7
Melhoria/Novos Produtos	20	219	572	117	314	620	23	177.9	290.6	20	218.1	572.0	176	171.7	497.5	157	20.4	176.7
Mudança de produção	0	90	214	69	196	436				0	89.6	214.3	6	49.8	187.0	138	90.7	304.6
Parado	209	116	876	65	66	204	33	13.8	180.0	209	115.7	876.0	47	8.9	321.4	49	1.7	32.2
Problemas de Material	225	649	2087	640	947	3346	62	209.0	394.8	225	649.2	2086.8	108	231.3	329.8	93	117.6	172.8
Rejeição devida	224	877	1910	87	394	1016	5	12.1	125.9	224	877.1	1910.4	274	452.9	1983.7	324	99.8	157.2
Rejeição indevida	392	964	2985	333	880	2276	175	175.1	678.7	392	963.5	2985.4	1353	2903.0	9915.1	974	398.8	691.0
Suicídio	320	709	2000	967	1631	3120	81	337.9	223.1	320	708.6	1999.6	103	260.4	745.0	1623	463.8	893.8
<b>Somatório Total</b>	<b>22377</b>	<b>46581</b>	<b>127020</b>	<b>18885</b>	<b>41811</b>	<b>108184</b>	<b>8738</b>	<b>13480</b>	<b>35233</b>	<b>22423</b>	<b>46555</b>	<b>127035</b>	<b>27463</b>	<b>52457</b>	<b>147594</b>	<b>35224</b>	<b>9388</b>	<b>20583</b>
Quantidade de Valores	20	20	20	19	19	19	17	17	17	20	20	20	19	20	20	16	16	16
Média dos valores	1118.85	2329	6351	993.947	2201	5694	514	792.968	2076.035	1121.45	2329.744	6351.745	1446.473	2622.86	7379.88	2201.5	586.831	1285.581



## APÊNDICE G – TABELA SOMATÓRIO DE TODAS AS MANUTENÇÕES

Linhas	Sum of Ano vezes	ex	Sum of Ano total			
				2N02	483,8	38984,3
2A01	407		5993	2N02M	1757,1	32288,3
2B20	1		27	2N03	579,4	10858,3
2C01	1319		33844	2N05	297,6	7161
2C02	1268,1		29076,5	2N06	258,5	8937,5
2C03	1252,4		28821	2N06M	1974	51553,8
2C04	1265		28968	2N08	133,7	3438
2C05	1281		32972	2N09	1179,1	21970
2DV1	134,1		2050,2	2N10	19,6	575,5
2DYA	165		3268	2N11	430,5	9757,6
2F15	2430,5		40835,1	2N14	2224	33470,6
2F25	715,2		9731,9	2N15	176,6	4534,9
2F35	676,8		8980,8	2N16	191,4	9345
2F55	806,8		10865,2	2N16M	1234,4	25094
2F65	373,3		6149,1	2N17	1150,6	21062,6
2F75	514,7		8731,1	2N19	9	234
2F85	370,9		6312,1	2P01	640,7	9959,8
2I01	896,6		17339,9	2P02	85,3	2904
2I02	5,4		203	2P03	160,4	4617,4
2I03	1398,9		33226,9	2P04	6	228
2I04	900,7		20190,8	2P05	50,7	1061,5
2I05	1122,8		20643,4	2P06	804,3	11857,9
2I06	1330		24091,8	2P11	1759,5	81334,1
2I07	822,2		17138,7	2S10	444,1	7267,1
2I08	2371		52455	2T11	41	560
2I09	1419		27741,4	2W01	385,8	5944,2
2I10	390,5		7561,6	2W02	1258	17881,1
2I11	662,1		11829,2	3B32	50,9	2326,3
2I12	1909,2		39853,9	3B33	86,9	1838,3
2I13	20		528	3F16	144,1	5079,6
2I14	518,1		7401,6	3F17	223,2	7531,6
2I15	10,7		333,5	3F17-VKD	78,5	4080,3
2I16	640,2		9587,4	3F18	224,3	8026,8
2I18	895,4		19642,1	3F20	152,9	4217,3
2I19	813,3		13682	3F21	93,7	3356,8
2I20	730		15541	3F22	96	2795,8
2L01	736,8		22891,2	3F23	139,8	4060,6
2L02	997		36160,3	3F26	166,8	5414
2L06	202,5		3091	3F27	228,8	6151,3
2L08	2413,2		41195,7	3MM1-A	1254,1	48154,9
2L09	1276,4		23926,1	3MM1-B	0,7	35,5
2M05	2668,9		37289,1	3MM2	1120,9	44572,8
2M06	996,5		24232,1	3MM3-A	1081,2	43354,4
2M07	461,4		14592	TEF8	3284,1	51491,3
2M10	1001,2		44305,1	Wareh	2345,4	59062,3
2M12	781,3		20660,2	2I23	768,2	8490,4
2M13	1458,8		19607,3	2M18	2392,5	75860,7
2M14	419,4		15323,5	2M20	129,5	2402,8
2M15	622,5		8439,8	2N20	3	79
				<b>Grand Total</b>	<b>77426,9</b>	<b>1755973,9</b>





## APÊNDICE H - TABELA SOMATÓRIO DE TODAS AS MANUTENÇÕES INFERIORES A 5 MINUTOS

Linhas	Sum of Ano_vezes_executado	Sum of Ano_total_duracao			
			2M14	69,5	334,5
2C01	172	696	2M15	41	163
2C02	168	688	2N02	17	51
2C03	168	688	2N02M	88,4	319,4
2C04	156	628	2N03	182,5	780
2C05	156	628	2N05	34	122
2C06	140	560	2N06	2	6
2D01	26,5	69	2N06M	147,9	570,9
2D02	78	247	2N08	4,5	10
2D01	14	58	2N09	117	458,5
2DVA	81	405	2N11	22	70
2F15	73	281	2N14	108,5	396,5
2F25	225,2	1067,2	2N15	23,5	92,5
2F35	224,4	1044,4	2N16	9	41
2F55	234,2	1100,2	2N16M	122,4	491,4
2F65	127,2	585,2	2N17	104,5	319
2F75	80,2	382,2	2P01	293	1411
2F85	87,2	425,2	2P02	4	8
2I01	51,7	204,7	2P03	11,9	58,1
2I03	59,9	235,9	2P05	8	16
2I04	30,7	108,2	2P06	44	164,5
2I05	117	455	2P11	270	1350
2I06	107,4	330,4	2S10	136,1	575,1
2I07	25,2	93,2	2w01	53	191
2I08	46	110	2w02	94,5	443,5
2I09	58	253	3BS2	3	15
2I10	91,2	273,2	3BS3	16	74
2I11	70,5	270	3F16	7	23
2I12	50,5	217,5	3F17	19	67
2I14	100,5	426	3F18	40	188
2I16	25,5	107	3F20	18	54
2I18	65,5	270,5	3F21	9	29
2I19	126,9	400,9	3F22	10	24
2I20	28	80	3F23	8	33
2L01	23	93	3F26	24,2	69,2
2L02	26,5	108,5	3F27	27	99
2L06	1	5	3MM1-A	57	281
2L08	127	587	3MM2	59	283
2L09	61,2	246,2	3MM3-A	43	203
2M05	210	990	TEF8	21,5	78,5
2M06	167,7	715,2	Vareh	244,6	1003,1
2M07	73	341	2I23	349	1667
2M10	180	900	2M18	202	604
2M12	76	344	2M20	45	225
2M13	60,5	183,5	<b>Grand Total</b>	<b>7481,8</b>	<b>31364</b>



## APÊNDICE I – TABELA SOMATÓRIO DE TODAS AS MANUTENÇÕES ENTRE OS 5 E O 15 MINUTOS

Linha	Sum of Ano_vezes_executado	Sum of Ano_total_duracao			
			2M14	39	351
2A01	24	288	2M15	470,4	4130,4
2C01	158	1526	2N02	208	1652
2C02	164	1664	2N02M	787,5	6674
2C03	162	1646	2N03	100	902
2C04	162	1642	2N05	99	871
2C05	162	1642	2N06	46	361
2C06	148	1540	2N06M	870,6	7871,2
2D01	33,4	255,4	2N08	66	626
2D02	122,7	938,3	2N09	531	4726
2D01	81	750	2N10	8,1	94
2DVA	7	58	2N11	184,8	1810,9
2F15	1815	18158	2N14	1170,6	9794,6
2F25	307,5	3066	2N15	20	152
2F35	273,5	2520	2N16	33	325
2F55	369	3786,1	2N16M	604,4	5366,6
2F65	91,5	863	2N17	527,3	4711,3
2F75	254,5	2627	2P01	192,2	1693,8
2F85	121,5	1074	2P02	12	98
2I01	370,4	2987,4	2P03	45	413
2I02	2	24	2P05	12	88
2I03	524,8	5233,9	2P06	594,1	5485,1
2I04	101,7	922,7	2P11	187	1681
2I05	209,2	1656,2	2S10	109	872
2I06	583	5046,3	2T11	14	182
2I07	99,5	811	2W01	218,9	2152,4
2I08	153	1570	2W02	820,9	7616,8
2I09	682,3	6535,8	3BS2	2	24
2I10	99,5	844,1	3BS3	28	266
2I11	265,5	2391,3	3F16	44,7	438,7
2I12	613,3	5754,9	3F17	66	712
2I13	8	72	3F17-VKD	2	24
2I14	240,5	2387,2	3F18	22	188
2I16	74,2	625,9	3F20	44	446
2I18	246,8	2388,1	3F21	2	20
2I19	298	2662,2	3F22	22	264
2I20	161	1708	3F23	41	443
2L01	376	3377	3F26	18	152
2L02	392	3473	3F27	71	707
2L06	167,5	1827	3MM1-A	649,8	6948,7
2L08	1528,5	15276	3MM2	561,8	6165,7
2L09	754,5	7832	3MM3-A	552,5	6129,4
2M05	2005,5	19960	TEF8	741,6	7547,1
2M06	310,1	3189	Wareh	974,7	9174,9
2M07	135	1257	2I23	174	1728,4
2M10	85	723	2M18	1177,6	13409,4
2M12	388,5	4171	2M20	5,5	45
2M13	1164,1	10419,6	<b>Grand Total</b>	<b>29667</b>	<b>284703,8</b>



## APÊNDICE J - TABELA SOMATÓRIO DE TODAS AS MANUTENÇÕES ENTRE OS 15 E OS 28 MINUTOS

Linha	Sum of Ano_vezes_exec	Sum of Ano_total_duracao			
2A01	374	5352	2N03	166	3276
2B20	1	27	2N05	68	1357
2C01	843	18806	2N06	65	1461
2C02	822	18330	2N06M	369,7	7978
2C03	822	18324	2N08	19	387
2C04	835	18506	2N09	215	4607
2C05	839	18562	2N10	2	30
2C06	827	18238	2N11	100,6	2241,8
2D01	52,6	1117,8	2N14	625,8	10655
2D02	127,5	2319,5	2N15	22,7	461,4
2DV1	23	509	2N16	69	1219
2DVA	53	1237	2N16M	301	6168,4
2F15	212,6	3252	2N17	235,1	5121,8
2F25	82	1451	2N19	9	234
2F35	81	1437	2P01	54,3	1001,4
2F55	101	1841	2P02	25	522
2F65	61	974	2P03	60,4	1267,8
2F75	67,7	1172,4	2P04	4	108
2F85	77	1335	2P05	15	365
2I01	330,1	7279,8	2P06	85,3	1669,8
2I03	498,2	11436,6	2P11	112	1696
2I04	606,3	10437,4	2S10	145	3314
2I05	604,1	10176,6	2T11	27	378
2I06	407,2	8208,9	2W01	55,3	946,3
2I07	567	9531	2W02	233,7	4544,8
2I08	1691	29958	3BS2	12	266
2I09	472,9	10900	3BS3	16	356
2I10	108,7	2274,4	3F16	6,3	141,4
2I11	217,5	4188,5	3F17	37	889
2I12	1067,9	25712	3F17-VKD	8	144
2I14	131,7	2802,4	3F18	16	339
2I15	3	68	3F20	19	420
2I16	527	8254	3F21	19	315
2I18	365,7	7432	3F22	6	126
2I19	279,7	5557,4	3F23	26	663
2I20	481	9727	3F26	18	438
2L01	104,6	2194,2	3F27	25	624
2L02	196,9	4233,8	3MM1-A	15	268
2L06	9	212	3MM2	13	227
2L08	392,4	6290	3MM3-A	21,3	380,4
2L09	235,7	3681	TEF8	2326,9	33780,2
2M05	197,5	3023	Wareh	457,3	9665,9
2M06	232,7	4346	2I23	234	4542
2M07	105,7	2204	2M18	81,4	1381,6
2M10	185	2761	2M20	47	703
2M12	159,7	3564,9	2N20	3	79
2M13	131,4	2963,2			
2M14	130,7	2512			
2M15	64,3	1290,4			
2N02	33,9	726,3			
2N02M	644,7	11043	<b>Grand Tota</b>	<b>23976,7</b>	<b>464538,5</b>



## APÊNDICE K - TABELA SOMATÓRIO DE TODAS AS MANUTENÇÕES MAIORES QUE 28 MIN MINUTOS

Linha	Sum of Ano vezes	Sum of Ano total du			
2A01	9	353	2M14	180,2	12126
2C01	146	12816	2M15	46,8	2856
2C02	114,1	8394,5	2N02	224,9	36555
2C03	100,4	8163	2N02M	236,5	14251,9
2C04	112	8192	2N03	130,9	5900,3
2C05	124	12140	2N05	96,6	4811
2C06	94	7604	2N06	145,5	7109,5
2D01	44,3	1937,5	2N06M	585,8	35133,7
2D02	59,5	2494,5	2N08	44,2	2415
2DV1	16,1	733,2	2N09	316,1	12178,5
2DVA	24	1568	2N10	9,5	451,5
2F15	329,9	19144,1	2N11	123,1	5634,9
2F25	100,5	4147,7	2N14	319,1	12624,5
2F35	97,9	3979,4	2N15	110,4	3889
2F55	102,6	4137,9	2N16	80,4	7760
2F65	93,6	3726,9	2N16M	206,6	13067,6
2F75	112,3	4549,5	2N17	283,7	10910,5
2F85	85,2	3477,9	2P01	101,2	5853,6
2I01	144,4	6868	2P02	44,3	2276
2I02	3,4	179	2P03	43,1	2878,5
2I03	316	16320,5	2P04	2	120
2I04	162	8722,5	2P05	15,7	592,5
2I05	192,5	8355,6	2P06	80,9	4538,5
2I06	232,4	10506,2	2P11	1190,5	76607,1
2I07	130,5	6703,5	2S10	54	2506
2I08	481	20817	2W01	58,6	2654,5
2I09	205,8	10052,6	2W02	108,9	5276
2I10	91,1	4169,9	3BS2	33,9	2021,3
2I11	108,6	4979,4	3BS3	26,9	1142,3
2I12	177,5	8169,5	3F16	86,1	4476,5
2I13	12	456	3F17	101,2	5863,6
2I14	45,4	1786	3F17-VKD	68,5	3912,3
2I15	7,7	265,5	3F18	146,3	7311,8
2I16	13,5	600,5	3F20	71,9	3297,3
2I18	217,4	9551,5	3F21	63,7	2992,8
2I19	108,7	5061,5	3F22	58	2381,8
2I20	60	4026	3F23	64,8	2921,6
2L01	233,2	17227	3F26	106,6	4754,8
2L02	381,6	28345	3F27	105,8	4721,3
2L06	25	1047	3MM1-A	532,3	40657,2
2L08	365,3	19042,7	3MM1-B	0,7	35,5
2L09	225	12166,9	3MM2	487,1	37897,1
2M05	255,9	13316,1	3MM3-A	464,4	36641,6
2M06	286	15981,9	TEF8	194,1	10085,5
2M07	147,7	10790	Wareh	668,8	39218,4
2M10	551,2	39921,1	2I23	11,2	553
2M12	157,1	12580,3	2M18	931,5	60465,7
2M13	102,8	6041	2M20	32	1429,8
			<b>Grand Total</b>	<b>16301,4</b>	<b>975367,6</b>