



# ESTUDO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS E MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA LIMPEZA INDUSTRIAL

**ANA RITA SOUSA SILVA**

julho de 2019

# ESTUDO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS E MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA LIMPEZA INDUSTRIAL

Ana Rita Sousa Silva

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# ESTUDO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS E MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA LIMPEZA INDUSTRIAL

Ana Rita Sousa Silva  
1170058

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira e coorientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá

Professor Adjunto Convidado do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)

## **Orientador**

Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)

## **Coorientador**

Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)

## **Arguente**

Professora Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro



## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar toda a minha sincera e profunda gratidão a todos aqueles que contribuíram para a concretização deste trabalho realizado em âmbito de estágio.

À Continental Mabor – Indústria de Pneus,S.A., pela oportunidade concedida de realização deste trabalho.

Ao Eng.º Pedro Nogueira, orientador na empresa, um agradecimento muito especial pela forma dedicada e profissional como se envolveu no projeto, pela forma empenhada com que acompanhou e supervisionou o meu trabalho, pelo espírito de clareza e objetividade, pela partilha de conhecimentos e pelas valiosas críticas e sugestões.

Ao Eng.º Armando Estevão, Diretor da Direção de Engenharia Industrial, pela oportunidade de integração no departamento e pela atenção e interesse pelo sucesso do trabalho.

A todos os restantes membros da Direção de Engenharia Industrial, Paulo Figueiredo, André Silva, Ricardo Mota, Vítor Oliveira, Hélder Quaresma, Ana Gonçalves, José Salgueiro, José Araújo, Manuel Santos, Fernando Simões, José Costa, Marta Morais e Nuno Rodrigues, pela atenção e preocupação com a integração e inclusão na equipa, assim como pelo constante bom ambiente de trabalho proporcionado diariamente durante a realização do projeto.

À instituição Instituto Superior de Engenharia do Porto, por disponibilizar todas as condições necessárias para o desenvolvimento de um projeto desta natureza, inserido em ambiente industrial.

Ao Prof. Doutor Luís Pinto Ferreira, pela forma atenciosa como desde o início moveu esforços para me ajudar, por me ter orientado e apoiado em todas as minhas decisões.

Ao Prof. Doutor Francisco José Gomes da Silva, por ter aceitado ser o meu coorientador, pela gentileza como forneceu os seus conselhos sábios, determinantes para a concretização da realização do estágio e por todo o apoio bibliográfico disponibilizado.

Finalmente, ao meu Pai e aos meus amigos, pelo apoio, compreensão e motivação de sempre. Muito obrigada!



## **PALAVRAS CHAVE**

Indústria Automóvel, Estudo dos Tempos, Tempo-Padrão, Melhoria de Processo

## **RESUMO**

O presente trabalho foi desenvolvido durante um período de estágio, em contexto industrial, na empresa Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A., incorporado na Direção de Engenharia Industrial e surge pela necessidade de se efetuar um estudo aos processos de Recuperação de pneus (vulcanizados) e de melhorar o processo de avaliação das limpezas industriais.

O estudo aos processos de Recuperação de pneus teve como principal objetivo a determinação e atualização dos tempos-padrão dos respetivos processos, os quais foram obtidos através da análise de métodos e estudo dos tempos. A atualização dos tempos-padrão permitirá quantificar com maior precisão a capacidade e eficiência dos processos, assim como as necessidades de mão-de-obra e de equipamentos, atividades pelas quais a Direção de Engenharia Industrial é responsável. Foram determinados os tempos-padrão dos quatro tipos de processos de Recuperação de Pneus existentes na empresa, com um nível de confiança de 95% e um erro de 10%. O estudo desenvolvido envolveu a condução de uma metodologia para a obtenção desses tempos, a qual permitiu ter em consideração e pesar todas as variantes existentes dentro de cada processo.

A melhoria do processo de avaliação das limpezas industriais teve como objetivo uma redução significativa do tempo despendido pelos técnicos que a efetuam. Para o efeito foi desenvolvida uma solução em linguagem *Visual Basic for Applications* (VBA) e que foi incorporada nas atuais ferramentas (MS Excel®) que servem de suporte a este processo. A solução implementada permitiu alcançar o ganho de tempo atribuído à execução deste processo de 25,9% e um ganho de tempo diário total na carga de trabalho destes trabalhadores de 12,27%.



**KEYWORDS**

*Automotive Industry, Time Study, Standard Time, Process Improvement*

**ABSTRACT**

*The present work was developed during an internship period, in an industrial context, carried out in the company Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A., incorporated in the Board Unit of Industrial Engineering and arises from the need to carry out a study on the processes of tire recovery (vulcanized) and to improve the evaluation of industrial cleaning process.*

*Tire recovery processes study had as main objective the determination and updating of the standard times of the respective processes, which were obtained through the analysis of methods and time study. The updating of the standard times will allow to quantify with greater precision the capacity and efficiency of the processes as well as the needs of manpower and equipment, activities for which the Directorate of Industrial Engineering is responsible. The standard times of the four types of Tire Recovery processes in the company were determined, with a confidence level of 95% and a 10% error. The study involved the conduction of a methodology to obtain these times which allowed to take into consideration and to weigh all the variants existing within each process.*

*The improvement of the evaluation of industrial cleaning process had as goal a significant reduction of the time spent by the technicians who carry it out. For this purpose, a Visual Basic for Applications (VBA) language solution was developed and incorporated into the current MS Excel® tools that support this process. The implemented solution allowed to achieve the gain of time attributed to the execution of this process of 25.9% and a total daily time gain in the workload of these workers of 12.27%.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

---

CMIP	Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A.
DEI	Direção de Engenharia Industrial
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
TEEP	<i>Total Effectiveness Equipment Performance</i>
TN	Tempo Normal
TO	Tempo Observado
TP	Tempo-Padrão
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>

---

### Lista de Unidades

---

h	Hora
min	Minuto
s	Segundo

---

### Lista de Símbolos

---

%	Percentagem
N	Número de leituras necessárias
S	Desvio padrão
Z	Variável fulcral

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - A ESPIRAL DO CICLO <i>ACTION-RESEARCH</i> . ADAPTADO DE: SAUNDERS, LEWIS, & THORNHILL (2009).	5
FIGURA 2 – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA CONTINENTAL MABOR. FONTE: MABOR (2019).	6
FIGURA 3 – ESTRUTURA DE UM PNEU LIGEIRO. FONTE: MABOR (2019).	7
FIGURA 4 – FASES ESSENCIAIS DO PROCESSO PRODUTIVO DA CMIP.	9
FIGURA 5 – DEPARTAMENTO I - MISTURAÇÃO. FONTE: MABOR (2019).	9
FIGURA 6 – DEPARTAMENTO II: PREPARAÇÃO FRIO.	10
FIGURA 7 – DEPARTAMENTO II - PREPARAÇÃO QUENTE.	10
FIGURA 8 – DEPARTAMENTO III – CONSTRUÇÃO. ESQUERDA: KM. DIREITA: PU.	11
FIGURA 9 – DEPARTAMENTO IV – VULCANIZAÇÃO. ESQUERDA: CABINE DE PINTURA. DIREITA: PRENSA.	11
FIGURA 10 – DEPARTAMENTO V–INSPEÇÃO FINAL. ESQUERDA: INSPEÇÃO VISUAL. DIREITA: UNIFORMIDADE.	12
FIGURA 11 – PROCESSO PRODUTIVO DA CMIP. FONTE: (MABOR, 2019).	13
FIGURA 12 – VISÃO HOLÍSTICA DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> . ADAPTADO DE: FELD (2001).	17
FIGURA 13 – COMPONENTES DO ESTUDO DO TRABALHO.	22
FIGURA 14 – ETAPAS DE UM ESTUDO DOS MÉTODOS.	23
FIGURA 15 – ETAPAS DE UM PROCEDIMENTO PARA REALIZAR UM ESTUDO DE MEDIDA DO TRABALHO. ADAPTADO DE SALVENDY (2001).	24
FIGURA 16 – TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM OPERADOR.	26
FIGURA 17 – TIPOS DE <i>ALLOWANCES</i> . ADAPTADO DE: (GONÇALVES, 2018B).	28
FIGURA 18 – CONSTITUIÇÃO DO TEMPO-PADRÃO.	28
FIGURA 19 – FLUXOGRAMA DO FLUXO PRODUTIVO DA RETOCAGEM NORMAL.	32
FIGURA 20 – <i>LAYOUT</i> DA ZONA DE TRABALHO DA RETOCAGEM NORMAL E DA RETOCAGEM <i>TIP-TOP</i> .	33
FIGURA 21 – MÓDULO (RET2) DA RETOCAGEM NORMAL.	33
FIGURA 22 – FLUXOGRAMA DO FLUXO PRODUTIVO DA RETOCAGEM <i>TIP-TOP</i> .	36
FIGURA 23 – ZONA DE TRABALHO DA RETOCAGEM <i>TIP-TOP</i> .	37
FIGURA 24 – FLUXOGRAMA DO FLUXO PRODUTIVO DO PROCESSO BCD.	40
FIGURA 25 – DESCARREGAMENTO DE UM BCD.	40
FIGURA 26 – FLUXOGRAMA DO FLUXO PRODUTIVO DO PROCESSO RASPAGEM.	42
FIGURA 27 – ESQUERDA: RASPADORES. DIREITA: RASPADORES NOVOS.	43
FIGURA 28 – ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DO ERRO REAL.	45
FIGURA 29 – <i>LAYOUT</i> DA ZONA DE TRABALHO DA RECUPERAÇÃO POR BCD E POR RASPAGEM.	47
FIGURA 30 – DETERMINAÇÃO DO ERRO REAL DA VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA EFETUADA AOS PROCESSOS DE RETOCAGEM NORMAL.	48
FIGURA 31 – DETERMINAÇÃO DO ERRO REAL DA VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA EFETUADA AO PROCESSO DE RETOCAGEM <i>TIP-TOP</i> .	52
FIGURA 32 – DETERMINAÇÃO DO ERRO REAL DA VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA EFETUADA AO PROCESSO BCD.	54
FIGURA 33 – DETERMINAÇÃO DO ERRO REAL DA VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA EFETUADA AO PROCESSO RASPAGEM (RASPADOR 1-2).	57
FIGURA 34 – DETERMINAÇÃO DO ERRO REAL DA VALIDAÇÃO ESTATÍSTICA EFETUADA AO PROCESSO RASPAGEM (RASPADOR NOVO 1-2).	59
FIGURA 35 – ANÁLISE DO HISTÓRICO DE PNEUS RECUPERADOS: RETOCAGEM NORMAL.	63

FIGURA 36 – ANÁLISE DO HISTÓRICO DE PNEUS RECUPERADOS: RETOCAGEM <i>TIP-TOP</i> .	63
FIGURA 37 – ANÁLISE DO HISTÓRICO DE PNEUS RECUPERADOS: RASPAGEM.	64
FIGURA 38 – ANÁLISE DO HISTÓRICO DE PNEUS RECUPERADOS: BCD.	64
FIGURA 39 – RÁCIO DOS PROCESSOS RASPAGEM, BCD E <i>TIP-TOP</i> PARA OS PICOS DE PRODUÇÃO.	65
FIGURA 40 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DO SISTEMA RESPONSÁVEL PELO PLANEAMENTO E AVALIAÇÃO DAS LIMPEZAS INDUSTRIAIS.	68
FIGURA 41 – EXEMPLO DE UMA <i>CHECKLIST</i> .	69
FIGURA 42 – PLANO ANTES DE RECEBER <i>CHECKLIST</i> .	69
FIGURA 43 – PLANO APÓS RECEBER <i>CHECKLIST</i> .	69
FIGURA 44 - MASTER ANTES DE RECEBER O PLANO.	70
FIGURA 45 – MASTER APÓS RECEBER O PLANO.	70
FIGURA 46 – CLASSIFICAÇÃO DA AVALIAÇÃO.	70
FIGURA 47 – ESQUERDA: <i>CHECKLIST</i> ANTES DA DIFERENCIAÇÃO DAS TAREFAS. DIREITA: <i>CHECKLIST</i> APÓS DIFERENCIAÇÃO DAS TAREFAS.	71
FIGURA 48 - FLUXOGRAMA DA LÓGICA DA SOLUÇÃO IMPLEMENTADA.	73
FIGURA 49 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DA SOLUÇÃO IMPLEMENTADA.	73
FIGURA 50 – MASTER PARA EFETUAR AS AVALIAÇÕES DAS LIMPEZAS INDUSTRIAIS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO DESENVOLVIDA.	74
FIGURA 51 – Nº DE VEZES QUE UMA TAREFA É CONSIDERADA PARA AVALIAÇÃO/ANO PARA CADA FATOR.	75
FIGURA 52 - % ANUAL DE UMA TAREFA SER CONSIDERADA PARA AVALIAÇÃO PARA CADA FATOR.	76
FIGURA 53 – MÉDIA DAS MÉDIAS %NAV CORRESPONDENTE A CADA FATOR.	79

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DESCRIÇÃO, COMPOSIÇÃO E FUNÇÕES DOS COMPONENTES DE UM PNEU. FONTE:MABOR (2019).	8
TABELA 2 – COMPONENTES E RESPETIVOS EQUIPAMENTOS, PRODUZIDOS NO SUBDEPARTAMENTO PREPARAÇÃO FRIO.	9
TABELA 3 - COMPONENTES E RESPETIVOS EQUIPAMENTOS, PRODUZIDOS NO SUBDEPARTAMENTO PREPARAÇÃO QUENTE.	10
TABELA 4 – COMPILAÇÃO DE TRABALHOS NA ÁREA ESTUDO DO TRABALHO.	18
TABELA 5 – VANTAGENS DA REALIZAÇÃO DE UM ESTUDO DO TRABALHO (RETIRADO DE: ANIL KUMAR & SURESH (2008)).	22
TABELA 6 – APLICAÇÕES DA MEDIDA DO TRABALHO.	23
TABELA 7 – TÉCNICA DE MEDIDA DO TRABALHO NORMAS DE TEMPO PRÉ-DETERMINADO.	24
TABELA 8 – TÉCNICA DE MEDIDA DO TRABALHO ESTUDO DOS TEMPOS.	25
TABELA 9 – TÉCNICA DE MEDIDA DO TRABALHO DADOS DE REFERÊNCIA.	25
TABELA 10 – TÉCNICA DE MEDIDA DO TRABALHO AMOSTRAGEM.	25
TABELA 11 – DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA.	27
TABELA 12 – MÉTRICAS DE DESEMPENHO DE UM PROCESSO.	29
TABELA 13 – CARACTERIZAÇÃO DOS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM NORMAL.	34
TABELA 14 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AO SUBPROCESSO DA RETOCAGEM NORMAL: NÃO RETOCAGEM -> PALLET.	34
TABELA 15 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AOS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM NORMAL.	35
TABELA 16 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AO SUBPROCESSO DA RETOCAGEM NORMAL: NÃO RETOCAGEM -> TIP-TOP.	35
TABELA 17 – CARACTERIZAÇÃO DOS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM TIP-TOP.	37
TABELA 18 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AOS SUBPROCESSOS DA PREPARAÇÃO DA RETOCAGEM TIP-TOP.	38
TABELA 19 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AOS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM TIP-TOP.	39
TABELA 20 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AOS SUBPROCESSOS DO ACABAMENTO DA RETOCAGEM TIP-TOP.	38
TABELA 21 – LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS À RECUPERAÇÃO POR BCD.	41
TABELA 22 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AO PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES 1-2).	43
TABELA 23 - LISTAGEM DAS TAREFAS ASSOCIADAS AO PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES NOVOS 1-2).	43
TABELA 24 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS TEMPOS RECOLHIDOS PARA O PROCESSO RETOCAGEM NORMAL.	48
TABELA 25 – DETERMINAÇÃO DA % FADIGA PARA OS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM NORMAL.	49
TABELA 26 – DETERMINAÇÃO DAS PERTURBAÇÕES DO PROCESSO RETOCAGEM NORMAL.	50
TABELA 27 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DA RETOCAGEM NORMAL.	51
TABELA 28 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS TEMPOS RECOLHIDOS PARA O PROCESSO RETOCAGEM TIP-TOP.	51
TABELA 29 - DETERMINAÇÃO DA % FADIGA PARA OS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM TIP-TOP.	52
TABELA 30 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DA RETOCAGEM TIP-TOP.	53
TABELA 31 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS TEMPOS RECOLHIDOS PARA O PROCESSO BCD.	53
TABELA 32 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO-NORMAL DO PROCESSO BCD.	55
TABELA 33 - DETERMINAÇÃO DA % FADIGA PARA O PROCESSO BCD.	55
TABELA 34 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DO PROCESSO BCD.	56

TABELA 35 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS TEMPOS RECOLHIDOS PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES 1-2).	56
TABELA 36 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO-NORMAL DO PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES 1 E 2).	57
TABELA 37 - DETERMINAÇÃO DA % FADIGA PARA O PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES 1-2).	58
TABELA 38 – DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DO PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES 1-2).	58
TABELA 39 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS TEMPOS RECOLHIDOS PROCESSO RASPAGEM (RASP NOVOS 1-2).	58
TABELA 40 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DA RASPAGEM (RASPADORES NOVOS 1 E 2).	60
TABELA 41 - DETERMINAÇÃO DA % FADIGA PARA O PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES NOVOS 1-2).	60
TABELA 42 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DO PROCESSO RASPAGEM (RASPADORES NOVOS 1-2).	60
TABELA 43 – CÁLCULO DO NÚMERO DE TIP-TOPS QUE PODEM SER ASSOCIADAS A 1OPERADOR.	61
TABELA 44 – CÁLCULO DO NÚMERO DE BCDS QUE PODEM SER ASSOCIADOS A 1OPERADOR.	61
TABELA 45 – CÁLCULO DO NÚMERO DE RASPADORES QUE PODEM SER ASSOCIADOS A 1 OPERADOR.	62
TABELA 46 – FATORES, Nº TOTAL DE TAREFAS NÃO OBRIGATÓRIAS E Nº ITERAÇÕES CONSIDERADOS.	75
TABELA 47 – MÉDIA, MÍNIMO E MÁXIMO %NAV OBTIDOS DAS 650 ITERAÇÕES REALIZADAS POR FATOR E POR Nº TOTAL DE TAREFAS NÃO OBRIGATÓRIAS.	77
TABELA 48 - MÉDIA, MÍNIMO E MÁXIMO %NAV OBTIDOS DAS 650 ITERAÇÕES REALIZADAS POR FATOR E POR Nº TOTAL DE TAREFAS NÃO OBRIGATÓRIAS (CONTINUAÇÃO).	78
TABELA 49 – DETERMINAÇÃO DO VALOR %NAV GLOBAL.	79
TABELA 50 – DETERMINAÇÃO DO GANHO (MIN) DIÁRIO NAS AVALIAÇÕES DAS LIMPEZAS INDUSTRIAIS.	80
TABELA 51 – RESULTADOS QUANTITATIVOS RELATIVOS AO ESTUDO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS E À MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA LIMPEZA INDUSTRIAL.	84
TABELA 52 – DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_P.	94
TABELA 53 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_TT.	94
TABELA 54 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_O_1.	95
TABELA 55 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_O_2.	95
TABELA 56 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_O_3.	96
TABELA 57 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_PA_1.	96
TABELA 58 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_PA_2.	97
TABELA 59 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_T_1.	98
TABELA 60 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_T_2.	98
TABELA 61 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_T_3.	99
TABELA 62 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_EX_PI.	99
TABELA 63 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_IN_PA.	100
TABELA 64 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RN_IN_CAIN	100
TABELA 65 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RTT_PRE_RASPAGEM.	101
TABELA 66 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RTT_PRE_REMOÇÃO.	101
TABELA 67 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RTT_TT_MOLDE.	102
TABELA 68 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RTT_TT_C/BORRACHA.	102
TABELA 69 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RTT_ACAB_RASPAGEM.	102
TABELA 70 - DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL DO SUBPROCESSO RTT_ACAB_DIRETO.	102
TABELA 71 – DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE CADA SUBPROCESSO DA RETOCAGEM NORMAL E DA RETOCAGEM TIP-TOP.	112
TABELA 72 – DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RETOCAGEM NORMAL NO MÊS DE OUTUBRO DE 2018.	113
TABELA 73 - DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RETOCAGEM NORMAL NOVEMBRO DE 2018.	114

---

TABELA 74 - DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RETOCAGEM NORMAL DEZEMBRO DE 2018.	115
TABELA 75 - DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RETOCAGEM TIP-TOP OUTUBRO DE 2018.	115
TABELA 76 - DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RETOCAGEM TIP-TOP NOVEMBRO DE 2018.	116
TABELA 77 - DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RETOCAGEM TIP-TOP DEZEMBRO DE 2018.	116
TABELA 78 - DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RECUPERAÇÃO POR BCD JAN, FEV E MAR 2019.	117
TABELA 79 - DADOS HISTÓRICOS PRODUÇÃO RECUPERAÇÃO POR RASPAGEM JAN, FEV E MAR 2019.	117



# ÍNDICE

<b>Resumo</b>	<b>IX</b>
<b>Abstract</b>	<b>XI</b>
<b>Lista de símbolos e abreviaturas</b>	<b>XIII</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>XV</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>XVII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Enquadramento do Trabalho</i>	3
1.2 <i>Objetivos do Trabalho</i>	4
1.3 <i>Metodologia de Investigação</i>	4
1.4 <i>Apresentação da Empresa</i>	5
1.4.1 Continental Mabor AG	5
1.4.2 Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A	6
1.4.3 Produto	7
1.4.4 Descrição do Processo Produtivo	9
1.4.4.1 Departamento Misturação	9
1.4.4.2 Departamento Preparação	9
1.4.4.3 Construção	10
1.4.4.4 Vulcanização	11
1.4.4.5 Inspeção Final	11
1.5 <i>Conteúdo e Organização da Dissertação</i>	14
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>17</b>
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	17
2.2 <i>Estudo do Trabalho</i>	18
2.2.1 Estudo dos Métodos	22
2.2.2 Medida do Trabalho	23
2.2.2.1 Estudo dos Tempos	26
2.3 <i>Métricas de Desempenho de um Processo</i>	29
<b>3 DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS</b>	<b>32</b>
3.1 <i>Descrição do Processo Retocagem Normal</i>	32
3.2 <i>Descrição do Processo Retocagem TIP-TOP</i>	36
3.3 <i>Descrição do Processo BCD</i>	39

3.4	<i>Descrição do Processo Raspagem</i>	42
3.5	<i>Descrição da metodologia utilizada para a determinação dos Tempos-Padrão</i>	44
3.5.1	Tempos Observados	44
3.5.2	Fator de Atividade	44
3.5.3	<i>Allowances</i>	44
3.5.4	Validação Estatística	44
3.5.5	Cálculo do Tempo-Padrão	45
3.6	<i>Determinação dos Tempos-Padrão</i>	48
3.6.1	Determinação do Tempo-Padrão da Retocagem Normal	48
3.6.2	Determinação do Tempo-Padrão da Retocagem TIP-TOP	51
3.6.3	Determinação do Tempo-Padrão do BCD	53
3.6.4	Determinação do Tempo-Padrão da Raspagem	56
3.7	<i>Determinação do número de máquinas que podem ser associadas ao operador</i>	61
3.8	<i>Análise do histórico de pneus recuperados</i>	62
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DAS LIMPEZAS INDUSTRIAIS</b>	<b>68</b>
4.1	<i>Descrição do Processo de Avaliação das Limpezas Industriais</i>	68
4.2	<i>Formulação da melhoria pretendida</i>	71
4.3	<i>Desenvolvimento e implementação da solução</i>	71
4.4	<i>Análise e Apresentação dos Resultados</i>	74
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO</b>	<b>83</b>
5.1	<i>Conclusões</i>	83
5.2	<i>Recomendações e Trabalhos Futuros</i>	85
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE A – Cronometragens dos subprocessos da Retocagem Normal.</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE B – Cronometragens dos subprocessos da Retocagem Tip-Top.</b>	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE C – Cronometragens das tarefas da Retocagem por BCD.</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE D – Cronometragens das tarefas da Retocagem por Raspagem (Raspadores 1-2).</b>	<b>107</b>
	<b>APÊNDICE E – Cronometragens das tarefas da Retocagem por Raspagem (Raspadores Novos 1-2).</b>	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE F – Determinação da % de ocorrência dos subprocessos da Retocagem Normal e Tip-Top.</b>	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE G – Dados históricos da produção</b>	<b>113</b>
	<b>Anexo I – Tabelas de Correções de Repouso</b>	<b>118</b>

# 1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Trabalho

1.2 Objetivos do Trabalho

1.3 Metodologia de Investigação

1.4 Apresentação da Empresa

1.5 Conteúdo e Organização da Dissertação

# 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, na empresa Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A. (CMIP) e inserido na Direção de Engenharia Industrial (DEI).

## 1.1 Enquadramento do Trabalho

A fabricação de um pneu, tal como a de outros tipos de produtos, envolve a consideração de diversos processos produtivos, desde a receção das matérias-primas até à expedição do produto acabado. Existe cada vez mais uma forte exigência relativamente aos custos inerentes e prazos de entrega, que devem ser cada vez menores, enquanto que a qualidade do produto exigida é cada vez maior, e, por esses motivos, é necessário mover esforços para fortalecer a melhoria contínua dos processos produtivos, bem como comprometer a interajuda e empenho dos colaboradores. Para que este esforço seja bem-sucedido, é necessário recorrer a abordagens adequadas, que sejam apoiadas em ferramentas consolidadas.

O trabalho que se apresenta descreve a atividade realizada no âmbito de um estágio curricular que surge pela necessidade de atualizar os tempos-padrão dos processos de recuperação de pneus (vulcanizados) e de melhorar o processo de avaliação da limpeza industrial.

A Direção de Engenharia Industrial tem como responsabilidade o cálculo de prémios de produtividade, o *report* de capacidade e de eficiência, assim como o cálculo de necessidades de mão-de-obra e de equipamentos. Os tempos-padrão são elementos chave nas atividades acima referidas, pelo que os valores obtidos neste estudo serão de extrema importância e de aplicação direta por parte da Direção.

A Direção de Engenharia Industrial é também responsável pela coordenação da limpeza industrial da fábrica. Esta coordenação consiste em planear, acompanhar a execução dos trabalhos e no final efetuar as respetivas avaliações. Estas últimas, dada a dimensão da fábrica e a complexidade dos equipamentos, sendo efetuadas numa forma exaustiva, requerem demasiado tempo. Assim sendo, a melhoria deste processo torna-se determinante numa perspetiva de redução do tempo despendido nesta atividade, sem prejuízo da qualidade da mesma.

## 1.2 Objetivos do Trabalho

Este trabalho tem como objetivos o estudo dos processos de recuperação de pneus e a melhoria do processo de avaliação da limpeza industrial. Para o efeito, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Interpretação e descrição dos processos de recuperação de pneus e do processo de avaliação da limpeza industrial;
- Caracterização dos processos de recuperação visual dos pneus e listagem das tarefas associadas a cada subprocesso;
- Caracterização dos processos de recuperação mecânica dos pneus e listagem das tarefas associadas a cada subprocesso;
- Obtenção dos tempos das tarefas dos processos;
- Determinação dos tempos-padrão dos processos de recuperação de pneus;
- Melhoria do processo de avaliação da limpeza industrial, através da incorporação de uma solução nas atuais ferramentas de suporte a este processo.

## 1.3 Metodologia de Investigação

Para a composição do presente trabalho foi adotada uma metodologia de investigação que se rege pela necessidade de resolver problemas reais, denominada *Action-Research*, I-A (Investigação Ação), cujo foco é a transformação dos membros envolvidos em investigadores, através do “aprender fazendo”, incluindo ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão) ao mesmo tempo, utilizando um processo cíclico que alterna entre ação e reflexão crítica (Coutinho et al., 2009).

Sendo este trabalho desenvolvido em ambiente empresarial, em contexto de estágio, existe a necessidade de conjugar e articular eficientemente a prática com a teoria, para que dessa forma se consiga recolher os melhores proveitos da combinação de ambos. A condução desta metodologia é defendida por Robertson (2000), que a mostra como um processo inclusivo de aprimoramento da prática, através do qual se desenvolve a teoria da educação, e salienta a reciprocidade que existe entre ambos, por meio do diálogo e reflexão contínuos e colaborativos.

Saunders, Lewis, & Thornhill (2009) estabelecem que os pontos fortes desta metodologia são o foco na mudança, o envolvimento dos profissionais durante todo o processo e o reconhecimento de que o tempo precisa ser dedicado aos processos de diagnóstico, planeamento, ação e avaliação, de forma iterativa, caracterizado como a espiral do ciclo *Action-Research* (Figura 1).

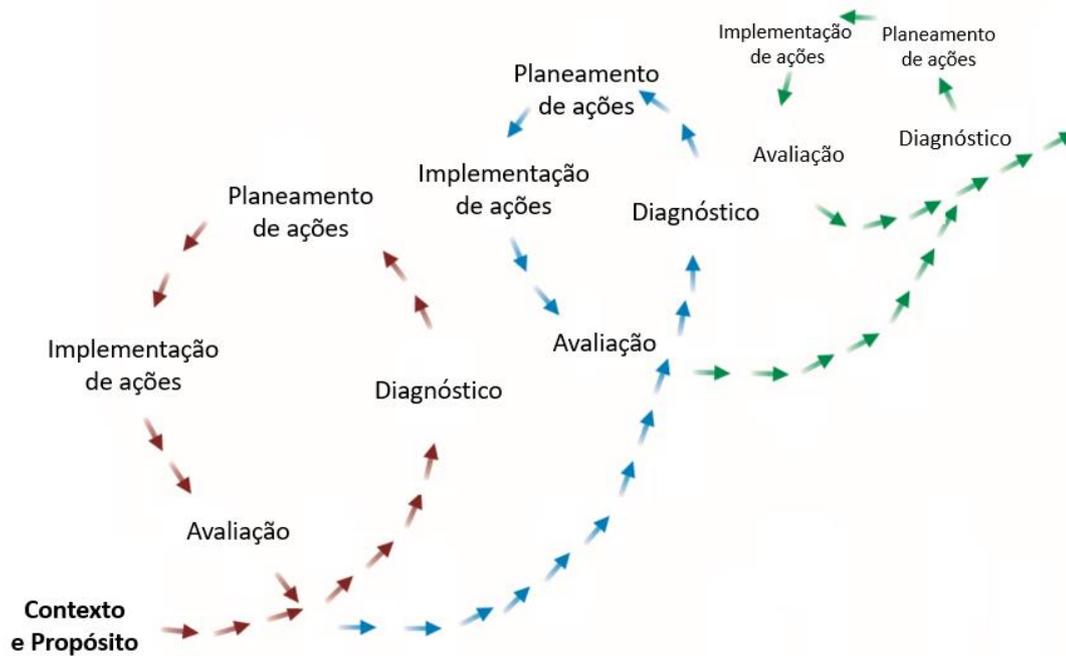


Figura 1 - A espiral do ciclo *Action-Research*. Adaptado de: Saunders, Lewis, & Thornhill (2009).

A espiral do ciclo *Action-Research* é iniciada a partir de um contexto específico e com um propósito claro, muitas vezes expresso como um objetivo. Segue-se o processo de Diagnóstico, caracterizado pela averiguação e análise de factos e que é realizado para permitir o processo seguinte de Planeamento de Ações, reconhecido pela ponderação e decisão das ações a serem realizadas. No processo de Implementação de Ações, as que foram planeadas são realizadas, sendo depois analisadas através do processo de Avaliação. O conjunto formado por estes quatro processos, corresponde à estrutura de cada um dos ciclos envolvidos na espiral, um total de três ciclos, que entre eles, de forma iterativa, vão envolvendo diagnósticos adicionais que permitem ter em consideração as avaliações anteriores e, com isso, despoletar o planeamento, implementação e avaliação de novas ações.

## 1.4 Apresentação da Empresa

Com este subcapítulo pretende-se realizar uma apresentação da empresa onde decorreu este projeto, elaborando também uma breve caracterização dos produtos produzidos e do seu processo produtivo.

### 1.4.1 Continental Mabor AG

A Continental foi fundada em Hannover em Outubro de 1871, e na sua origem fabricava artefactos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas. Em 1898, iniciou a produção de pneus lisos para automóveis e, a partir dessa data, acompanha a evolução na indústria automóvel, com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamento para a melhoria de pneumáticos. Em 2007, a Continental adquire a Siemens VDO Automotive AG e

avança para os cinco maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel. Paralelamente, desenvolve a sua posição na Europa, América do Norte e Ásia.

Atualmente, a Continental é um dos principais fornecedores mundiais da indústria automóvel com um extenso conhecimento na tecnologia de pneus e sistemas de travagem, controlo dinâmico de veículos, sistemas eletrónicos e sensores. Como parceiro de eleição para a indústria automóvel, a Continental desenvolve e produz componentes, sistemas e módulos avançados. Fabrica igualmente produtos industriais à base de borracha, destinados à indústria mineira, gráfica, de mobiliário e de manufatura de maquinaria.

Nos últimos anos, o grupo Continental tem focado as suas atividades de negócio em inovações para o aumento da segurança, no desenvolvimento de mobilidade não prejudicial ao ambiente, além da maximização do conforto e desempenho na estrada.

#### 1.4.2 Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A

A Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A (CMIP) sita em Lousado, Vila Nova de Famalicão. Foi fundada em 1989 e a sua área de negócio incidiu sobre a indústria de pneus. Resulta da aquisição de 60% da Mabor Manufatura Nacional de Borracha S.A., por parte da Continental AG. Só em 1993 é que a Continental passou a possuir 100% da organização. Em 1990 apresentava uma produção média diária de 5000 pneus/dia e em 1996 atingiu a produção de 21000 pneus/dia. Atualmente, apresenta uma capacidade de produção média de aproximadamente 60000 pneus/dia. Grande parte da produção desta empresa destina-se à exportação. Os mercados de pneus produzidos pela Continental são o mercado de equipamento de origem e o mercado de substituição, sendo que este esgota grande parte da produção anual da empresa. A restante parte é distribuída pelas linhas de montagem dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel. A estrutura organizacional da CMIP encontra-se apresentada na Figura 2.

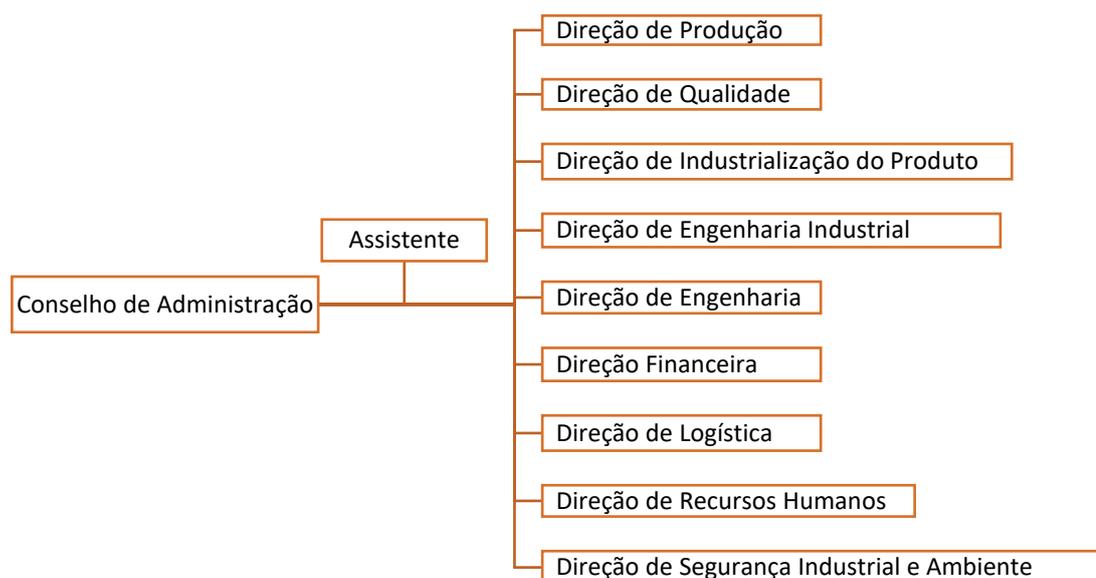
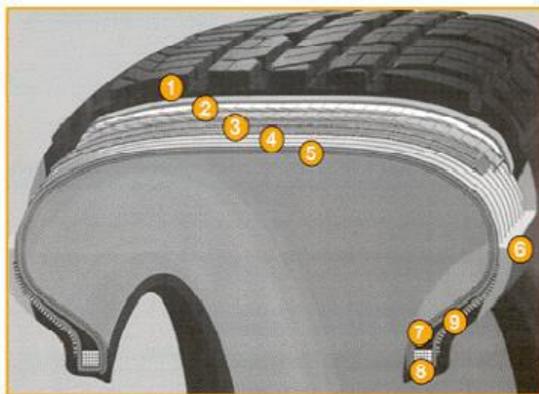


Figura 2 – Estrutura Organizacional da Continental Mabor. Fonte: Mabor (2019).

Atualmente a Direção de Engenharia Industrial é constituída por quinze colaboradores e tem como principais atividades: Coordenação do sistema de sugestões; Coordenação dos *Layouts* industriais; Preparação dos processos de investimento; Coordenação da limpeza Industrial; Liderança de projetos; Suporte a líderes de projeto; Definição de métodos de trabalho; Otimização dos processos produtivos; Definição e otimização de *Layouts*; Determinação e supervisão de tempos-padrão; Cálculo de necessidade de mão-de-obra e de equipamentos; Definição e cálculo dos prémios de produtividade; Parametrização e validação de sistemas de informação; Report de indicadores (OEE, TEEP, STD *tires/man hour*, CUDs, *losses* e *mix factor*); Report da capacidade dos processos; *Benchmarking*.

### 1.4.3 Produto

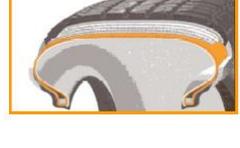
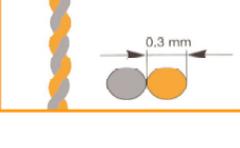
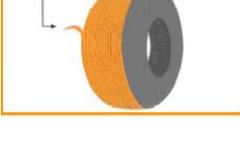
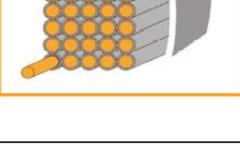
Na CMIP são produzidos pneus para carros ligeiros que vão desde jante 14" até jante 22", que podem ser pneus da marca Continental ou pneus de outras marcas. Os componentes de um pneu podem variar consoante as características pretendidas para o mesmo, ou consoante as características exigidas pelos clientes. A Figura 3 ilustra um exemplo básico da estrutura de um pneu, acompanhada pela descrição dos seus componentes, e a Tabela 1 a descrição, composição e funções dos componentes do pneu.



- 1 – Piso
- 2 – Cinta têxtil em espiral
- 3 – Cinta metálica
- 4 – Tela têxtil
- 5 – Camada interna (estanque)
- 6 – Parede
- 7 – Cunha de talão
- 8 – Núcleo do talão
- 9 – Reforço do talão

Figura 3 – Estrutura de um pneu ligeiro. Fonte: Mabor (2019).

Tabela 1 - Descrição, composição e funções dos componentes de um pneu. Fonte: Mabor (2019).

<p><b>Piso</b></p>		<p><b>Material:</b> Borracha natural e sintética.  <b>Funções:</b> <b>Capa:</b> Fornece aderência, resistência ao desgaste e estabilidade direcional. <b>Base:</b> Reduz a resistência ao rolamento e protege a carcaça. <b>Shoulder:</b> Garante a transição do piso para a parede.</p>
<p><b>Camada Interna</b></p>		<p><b>Material:</b> Borracha butil.  <b>Funções:</b> Retém o ar dentro do pneu. Funciona como câmara de ar nos pneus modernos.</p>
<p><b>Parede</b></p>		<p><b>Material:</b> À base de borracha natural.  <b>Funções:</b> Protege a carcaça contra choques laterais e contra a degradação atmosférica.</p>
<p><b>Tela têxtil</b></p>		<p><b>Material:</b> Poliéster ou rayon coberto de borracha.  <b>Funções:</b> Fornece consistência ao pneu e mantém-no sob elevadas pressões internas.</p>
<p><b>Cinta metálica</b></p>		<p><b>Material:</b> Cordas de aço.  <b>Funções:</b> Retém a forma e a estabilidade direcional. Reduz a resistência ao rolamento. Aumenta a longevidade do pneu.</p>
<p><b>Cinta têxtil em espiral</b></p>		<p><b>Material:</b> Nylon® coberto por camada de borracha.  <b>Funções:</b> Promove a adaptabilidade para altas velocidades e precisão de fabrico.</p>
<p><b>Cunha de talão</b></p>		<p><b>Material:</b> À base de borracha sintética.  <b>Funções:</b> Fornece estabilidade direcional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>
<p><b>Núcleo do talão</b></p>		<p><b>Material:</b> Fio de aço cobreado coberto com borracha.  <b>Funções:</b> Assegura que o talão assente com firmeza na jante.</p>
<p><b>Reforço do talão</b></p>		<p><b>Material:</b> Nylon® coberto por camada de borracha.  <b>Funções:</b> Fornece estabilidade direcional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>

#### 1.4.4 Descrição do Processo Produtivo

O processo produtivo da CMIP está dividido em cinco grandes fases essenciais, que se encontram asseguradas por cinco departamentos respetivos (Figura 4).



Figura 4 – Fases essenciais do processo produtivo da CMIP.

##### 1.4.4.1 Departamento Misturação

Neste departamento inicia-se o processo produtivo e é nele, através de misturadores (ver Figura 5), que são misturados todos os componentes incorporados na borracha (como borracha natural, borracha sintética, pigmentos, óleo mineral, sílica e negro de fumo), de modo a resultar “folhas” de borracha que servem de matéria prima ao processo seguinte.



Figura 5 – Departamento I - Misturação. Fonte: Mabor ( 2019).

##### 1.4.4.2 Departamento Preparação

O Departamento II – Preparação, é responsável pela produção de todos os componentes necessários para a construção de um pneu e divide-se em dois subdepartamentos: Preparação Frio (Figura 6), onde existe a preparação e corte de material, e Preparação Quente (Figura 7), que tem como objetivo produzir todos os componentes necessários para a montagem de um pneu. Em cada subdepartamento são produzidos os seguintes componentes, nos respetivos equipamentos (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Componentes e respetivos equipamentos, produzidos no subdepartamento Preparação Frio.

<b>Componentes</b>	<b>Equipamentos</b>
Camada Interna	<i>Innerliner</i>
Tela têxtil	Calandra, Máquina de Corte Têxtil
Cinta metálica	Calandra, Máquina de Corte Metálico
Cinta têxtil em espiral	<i>Slitters, Mini-Slitters</i>



Figura 6 – Departamento II: Preparação Frio.

Tabela 3 - Componentes e respetivos equipamentos, produzidos no subdepartamento Preparação Quente.

<b>Componentes</b>	<b>Equipamentos</b>
Piso	Extrusora
Paredes	Extrusora
Núcleo do Talão	CT's
Talão com cunha	Apex's



Figura 7 – Departamento II - Preparação Quente.

#### 1.4.4.3 Construção

O Departamento III – Construção, é responsável pela montagem dos componentes provenientes do Departamento II. Este departamento dispõe de módulos, cada um constituído por duas máquinas – KM (*Karcass Machine*), onde é construída a carcaça do pneu e PU (*Pressure Unity*), onde a carcaça é unida às cintas metálicas, cintas têxteis e ao piso (Figura 8). Deste processo, resulta o pneu em verde, que segue para o Departamento IV – Vulcanização.



Figura 8 – Departamento III – Construção. Esquerda: KM. Direita: PU.

#### 1.4.4.4 Vulcanização

O Departamento IV – Vulcanização, é constituído pelo processo de pintura e pela vulcanização dos pneus (Figura 9). A pintura é caracterizada pelo transporte automático dos pneus desde as máquinas de construção até às cabines de pintura, onde é pulverizada uma solução lubrificante ao interior dos pneus. Após a pintura, os pneus seguem para a vulcanização, onde o pneu é colocado numa prensa com um determinado molde, que através de altas temperaturas e pressões durante um tempo específico, irá ganhar a sua forma final. Depois de vulcanizados, os pneus seguem para o Departamento V – Inspeção Final.



Figura 9 – Departamento IV – Vulcanização. Esquerda: Cabine de pintura. Direita: Prensa.

#### 1.4.4.5 Inspeção Final

Após o processo de vulcanização, os pneus avançam através de transportadores automáticos para a Inspeção Final. Aqui são realizadas verificações visuais (Inspeção Visual), retocagens e ensaios mecânicos (Uniformidade), de modo a garantir todos os requisitos de qualidade do pneu (Figura 10).

Após esta fase, os pneus são paletizados e seguem para o armazém de produto acabado.



Figura 10 – Departamento V – Inspeção Final. Esquerda: Inspeção Visual. Direita: Uniformidade.

Os subprocessos da Inspeção Final que serão alvo de estudo neste trabalho, denominam-se processos de recuperação de pneus. Existem atualmente os seguintes quatro processos:

- Retocagem normal;
- Retocagem especial (TIP-TOP);
- BCD (*Bead Center Device*);
- Raspagem.

Os dois processos de retocagem têm como objetivo a recuperação (visual) de pneus segregados no processo de Inspeção Visual. Os processos de BCD e Raspagem, têm como objetivo a recuperação (mecânica) de pneus rejeitados nos testes de Uniformidade. A Figura 11 apresenta o esquema geral do processo produtivo da CMIP, mostrando o fluxo e interação entre as fases descritas anteriormente.

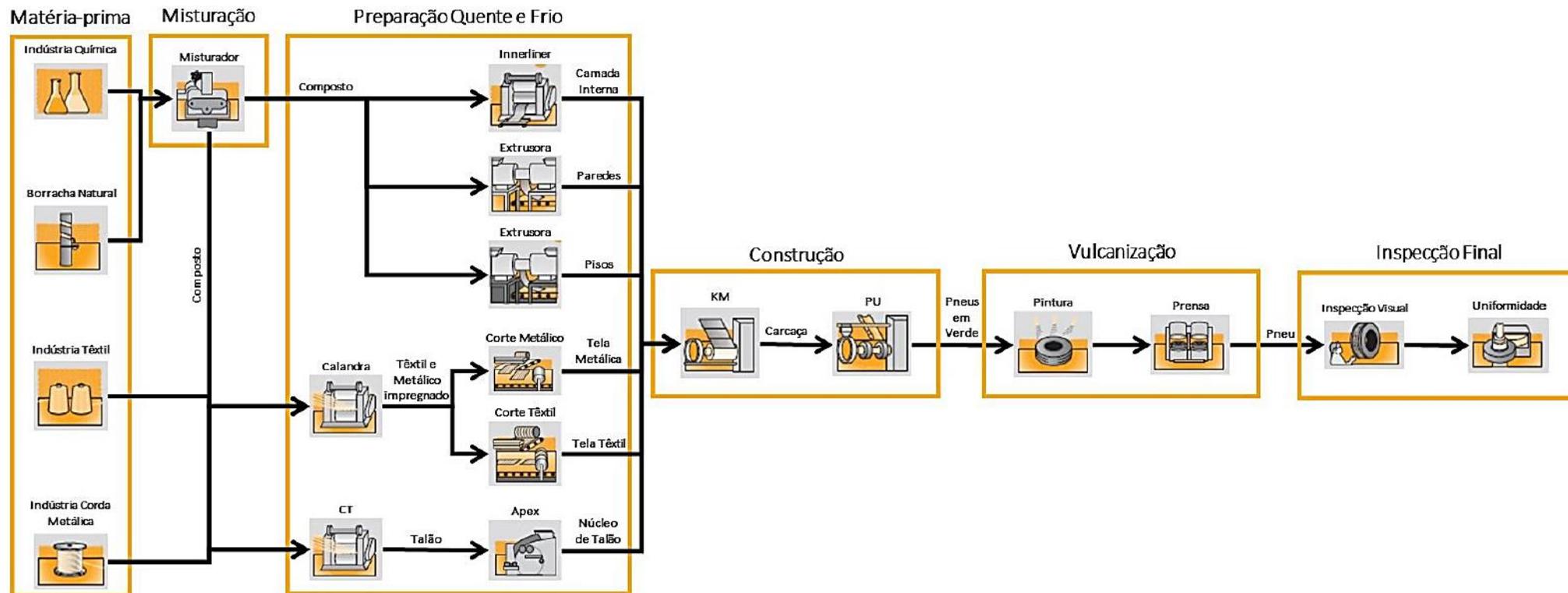


Figura 11 – Processo produtivo da CMIP. Fonte: (Mabor, 2019).

## 1.5 Conteúdo e Organização da Dissertação

O presente trabalho encontra-se dividido em seis capítulos principais.

No primeiro capítulo é realizado o enquadramento temático do projeto, são apresentados os seus objetivos, descrita a metodologia de trabalho adotada e delineada a sua estrutura, sendo ainda apresentada a empresa Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A., local onde o trabalho foi desenvolvido.

No segundo capítulo, é feita a exposição da *REVISÃO DA LITERATURA* realizada, abordando conceitos teóricos que sustentam o trabalho desenvolvido.

O terceiro capítulo, *DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS*, primeiramente apresenta o mapeamento dos processos de recuperação de pneus através da descrição pormenorizada do processo e respetivos subprocessos, assim como a listagem das tarefas associadas a cada um. É exposta a descrição das diferentes metodologias adotadas para a determinação do tempo Normal e do tempo-padrão dos respetivos subprocessos. São apresentadas as *allowances* consideradas, assim como os Tempos-Padrão calculados para cada subprocesso. No final deste capítulo, é apresentada uma análise de ocupação/eficiência relativa aos processos, considerando o histórico de produção dos mesmos e os tempos-padrão determinados.

O quarto capítulo, *ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DAS LIMPEZAS INDUSTRIAIS*, apresenta primeiramente a descrição do processo de avaliação das limpezas industriais e do sistema utilizado para realizar as avaliações. De seguida, é apresentada a proposta de melhoria do sistema, o respetivo desenvolvimento e implementação. No final deste capítulo, são apresentados os resultados quantitativos da solução implementada.

No quinto capítulo, denominado por *CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO*, é realizada uma reflexão sobre o projeto desenvolvido, são apresentadas as considerações finais relativas ao projeto desenvolvido em ambiente de estágio, apresentando os principais contributos do trabalho para a empresa, sendo também expostas no final, propostas de trabalhos futuros.

O sexto capítulo, *REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*, apresenta artigos, publicações, livros, teses e outras fontes de informação, utilizadas na realização do trabalho. No final, são ainda apresentados os *APÊNDICES* e os *ANEXOS* do mesmo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

*2.1 Lean Manufacturing*

2.2 Estudo do Trabalho

2.3 Métricas de Desempenho de um Processo



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 *Lean Manufacturing*

James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross descreveram o conceito de *Lean Manufacturing* no livro “*The machine that changed the world*”, dissecando e disseminando o TPS (*Toyota Production System*), originalmente desenvolvido na fábrica japonesa de automóveis, *Toyota Motor Company*, por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, com o intuito de garantir maior competitividade à indústria Japonesa. Descrevem o conceito como sendo uma metodologia organizacional de produção capaz de criar uma filosofia de melhoria contínua, reduzir custos e melhorar um processo através da eliminação de desperdícios e atividades que não acrescentem valor ao produto (Womack, Jones, & Roos, 2007). De acordo com Meyers & Stewart (2002), todas as pessoas envolvidas na produção trabalham em equipa, para identificar e eliminar os desperdícios. Ao longo dos anos, este conceito tem ganho importância e popularidade como sendo um meio através do qual se consegue melhorar desempenhos de forma considerável em vários setores da indústria (Susilawati, Tan, Bell, & Sarwar, 2015), tornando-se assim num conceito multi-dimensional, que inclui uma variedade de princípios e práticas (Basu & Dan, 2017).

Para Feld (2001), o *Lean Manufacturing* foca-se principalmente em projetar uma produção que seja “capaz de responder”, que seja flexível, previsível e consistente, criando dessa forma uma operação de manufactura que se foca na melhoria contínua, por meio de uma força de trabalho autodirigida e impulsionada por medidas baseadas em resultados alinhados com os critérios de desempenho estabelecidos pelo cliente. Para o sucesso da implementação deste conceito, apresenta uma visão holística do *Lean Manufacturing*, através da caracterização da interdependência e interconectividade de cinco elementos chave, defendendo que nenhum dos elementos sozinho consegue alcançar o nível de desempenho dos cinco elementos combinados (ver Figura 12).

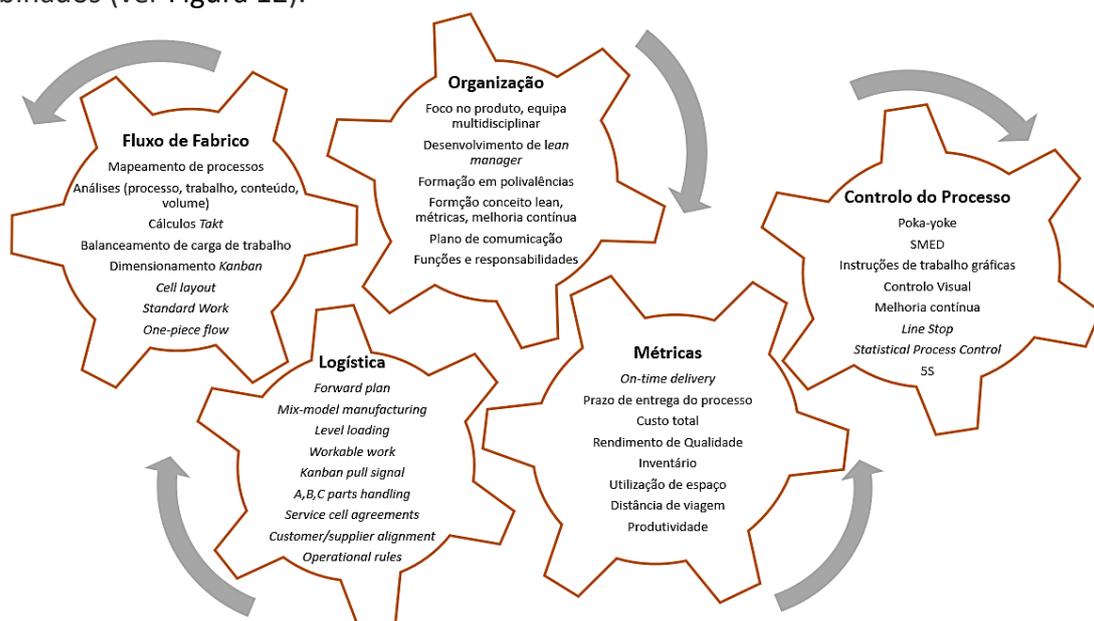


Figura 12 – Visão Holística do *Lean Manufacturing*. Adaptado de: Feld (2001).

A produção representa o coração de qualquer empresa industrial e, como tal, o seu controlo e planeamento são fatores chave para grande parte do sucesso e prosperidade da empresa. Os principais recursos da produção são materiais, humanos e financeiros que, com o tempo, passam por transformações, o que torna o tempo despendido durante a produção, um dos parâmetros sobre qual incidem muitos estudos de análise e melhoria (Bures & Pivodova, 2015). Estudos de métodos e tempos, que são resumidos a estudos do trabalho, fornecem as condições adequadas para a identificação e observação direta dos desperdícios que afetam uma produção (Antoniolli et al., 2017). Através da combinação da essência e objetivos do *Lean Manufacturing* com a realização de estudos de trabalho, o objetivo final de ambos é alcançado com sucesso, refletindo um excelente rendimento de produção (Rosa et al., 2018).

## 2.2 Estudo do Trabalho

Na literatura da especialidade, é possível encontrar diversos trabalhos na área do Estudo do Trabalho, abarcando as suas duas vertentes: Estudo dos Métodos e Medida do Trabalho (ver Tabela 4).

Tabela 4 – Compilação de trabalhos na área Estudo do Trabalho.

Referências Bibliográficas	Descrição do Trabalho
(Roberto et al., 2017)	Neste trabalho, realizado numa empresa brasileira do setor de serviços de energia elétrica, foi aplicado um estudo de métodos e tempos com o intuito de melhorar a produtividade de uma linha de produção de tampas de medidores de energia. O tempo padrão da linha foi determinado através de Cronometragem e Normas de Tempo Pré-Determinado. Duas máquinas da linha de produção foram realocadas, o Lead Time foi reduzido, as atividades dos postos de trabalho que excediam o <i>Takt Time</i> foram redistribuídas, foram eliminados <i>bottlenecks</i> e o tempo de operação foi reduzido.
(Permata & Hartanti, 2016)	Este trabalho apresenta como principal objetivo a determinação do tempo padrão do processo de montagem numa indústria de manufatura na Indonésia que produz produtos de plástico, com o propósito de melhorar a produtividade, ser usado para controlo de custos, planeamento e estimativa de salários e orçamentos. A cronometragem foi a técnica utilizada para obter os tempos observados e a avaliação de desempenho foi efetuada com recurso ao <i>Westinghouse Performance Rating</i> . O tempo-padrão determinado foi 646,05 segundos/produto o que permitiu determinar que um operador consegue produzir 455 produtos por turno de trabalho.
(Sookdeo, 2016)	Este trabalho teve como objetivo demonstrar que as técnicas de estudo de trabalho devem ser usadas para determinar os tempos padrão das operações e desenvolver sistemas de relatórios de eficiência para sustentar as organizações. Muitas organizações não medem as suas eficiências e não possuem sistemas de relatórios. Os autores apresentam assim, um sistema de relatórios de eficiência projetado e baseado em técnicas de estudo de trabalho que podem ser usadas para medir o desempenho. A existência de um sistema dedicado a relatórios de eficiência, garantiu que o

---

	<p>desempenho e as saídas dos funcionários, de acordo com as metas estabelecidas, fossem medidos e mantidos.</p>
(de la Riva et al., 2015)	<p>Neste trabalho os autores objetivaram propor a aplicação da técnica de estudo de tempos por sondagem, com a determinação do valor das <i>allowances</i> através de um sistema de medição do ritmo cardíaco dos operadores. O sistema de medição, <i>Sunnto Smart Belt</i>, foi colocado no peito dos operadores enquanto estes desempenhavam as suas tarefas normais. Paralelamente, foi aplicada a mesma técnica com a determinação do valor das <i>allowances</i> pela maneira convencional. A aplicação da tecnologia revelou um valor de <i>allowances</i> similar (11,6%) ao valor obtido pelo método convencional (12%), pelo que validou a sua aplicabilidade neste tipo de estudo. No entanto, foi concluído que apresenta melhores resultados quando aplicado em tarefas dinâmicas, como em andamento ou quando as operações exigem a utilização do corpo inteiro. Para além disso, esta técnica liberta o analista de seguir os trabalhadores.</p>
(Bures & Pivodova, 2015)	<p>Neste trabalho foi realizada uma comparação entre três técnicas de medição de trabalho executadas em 21 linhas de montagem de uma empresa do ramo automóvel, o REFA (método direto), o MTM-1 e o BasicMOST (ambos Normas de Tempo Pré-Determinado), cujo principal objetivo se prendeu em verificar a confiança e a precisão destes métodos. Os métodos indiretos devolveram um desvio médio de tempos de -1,54% e os maiores desvios obtidos foram -10,40% e 9,47%. O MTM-1 mostrou ser mais adequado (maior precisão) para analisar detalhadamente operações curtas com duração até 10 s, no entanto, consome mais tempo de realização do que o BasicMOST.</p>
(Thakre, Jolhe, & Gawande, 2009)	<p>Neste trabalho, foi adotada a metodologia MOST (<i>Operation Sequence Technique de Maynard</i>) para minimizar atividades não produtivas numa linha de montagem de motores de um trator. A técnica revelou os movimentos excessivos dos operadores que aumentavam significativamente o conteúdo do trabalho básico, e ajudou a estabelecer o tempo padrão de 73,40 min por motor. Através do tempo padrão determinado, foi possível apresentar poupanças ao nível de necessidades de mão de obra e melhorias na capacidade de produção da linha.</p>
(Puvanasvaran, Mei, & Alagendran, 2013)	<p>Neste trabalho, o OEE de um processo de autoclave numa empresa de manufactura aeroespacial é melhorado de 84,32% para 88,94% através da implementação de dois estudos de tempos, a cronometragem e a técnica MOST. A cronometragem foi utilizada para validar o valor padrão do OEE praticado antes do estudo, e a técnica MOST, para além de mostrar relevância na identificação de métodos de trabalhos ineficientes, apresentou resultados com uma precisão <math>\pm 5\%</math> com confiança de 95%.</p>
(Dağdeviren, Eraslan, & Çelebi, 2011)	<p>Este trabalho apresenta um método indireto e alternativo de medição de trabalho para a determinação do tempo padrão, através da elaboração de um modelo baseado em redes neurais artificiais (RNAs). Para a aplicação do método proposto, foram selecionados os produtos que possuíam processos de produção semelhantes, dentro de toda a família de produtos produzidos na maior empresa de produção de camiões e autocarros da Turquia, e os resultados mostram que o método proposto pode ser aplicado com precisão em empresas que produzem produtos similares.</p>

---

(Rustico, Matias, & Grepo, 2015)	Este trabalho foi desenvolvido numa empresa de revestimentos em pó e apresentou como objetivos determinar as necessidades de mão de obra da linha de produção de alumínio, fornecer recomendações para aumentar a capacidade da linha e fornecer um plano de produção alinhado com os objetivos de produção, recorrendo a duas técnicas de Medição de Trabalho, Amostragem e Estudo dos Tempos. Os autores determinaram a necessidade de 8 operadores e 2 estações de trabalho adicionais e ainda recomendaram alterações ao <i>layout</i> da produção.
(Duran, Cetindere, & Aksu, 2015)	Este trabalho teve como objetivo aumentar a produtividade do processo de produção de copos de chá em vidro, que é realizado recorrendo a moldes, através da utilização de técnicas de Estudo de Métodos e dos Tempos. O tempo padrão do subprocesso “preparação dos moldes” foi calculado recorrendo à técnica cronometragem, e esse tempo permitiu determinar um possível melhoramento de 53% no tempo de espera no subprocesso e, conseqüentemente, um aumento da capacidade de produção.
(Seifermann et al., 2014)	Neste trabalho, foram aplicadas diferentes técnicas de medição de trabalho (cronometragem, MTM-1, MTM-2, MTM-UAS, BasicMOST e MiniMOST) à linha de referência de Manufatura Celular na <i>Process Learning Factory CiP</i> da Universidade Técnica de Darmstadt, composta por quatro fresadoras e dois tornos, de modo a identificar e quantificar diferentes tarefas manuais que poderiam potencialmente ser automatizadas. Foi definido um sistema de avaliação adequado, considerando os níveis de realidade, detalhe, variação e esforço, com a finalidade de avaliar a adequabilidade dos resultados para avaliar o trabalho manual. O potencial de produção para automatização foi identificado, permitindo a quantificação dos reais benefícios dessa ação. A técnica MTM-1 devolveu os melhores resultados ao considerar o <i>trade-off</i> da realidade, detalhe, influência e esforço da linha.
(Yusoff et al., 2012)	Neste trabalho, é realizado um Estudo de Tempos para estabelecer o tempo padrão <i>benchmark</i> da produção de um assento de carro, numa linha de injeção de poliuretano. Foi determinado um tempo padrão de 14,09 min, considerando uma eficiência de processo de 95%. A metodologia adotada pelos autores para a realização do Estudo dos Tempos, mostrou ser eficaz na medição do tipo de trabalho existente na linha.
(Di Gironimo et al., 2012)	Com o intuito de se obter uma lista de tempos de manutenção para definir preventivamente os custos do serviço pós-venda através da técnica de medição de trabalho MTM-UAS, neste trabalho, os autores propõem a correção desta mesma técnica, previamente considerada pela FIAT <i>Group</i> como uma má técnica para aplicar nestes casos, por não considerar fatores ergonómicos. Os autores incluíram na análise de tarefas o estudo de posturas e esforços humanos, através da utilização de <i>Mock-up Digital</i> e modelos humanos em ambiente virtual. A abordagem proposta, permitiu estimar com um erro aceitável o tempo necessário para realizar as tarefas de manutenção desde as primeiras fases do projeto do produto.
(Ko, Cha, & Rho, 2007)	Neste trabalho, os autores objetivaram estabelecer uma avaliação adequada do tempo padrão de um sistema de produção de talheres multi padrão e com tempo de ciclo de curta duração. Os produtos foram classificados em duas categorias principais: função do produto e grau de dificuldade de produção. Cada uma destas categorias foi classificada num conjunto de subcategorias: <i>serving, table, dessert, tea, small</i> e <i>A, B, C</i> ,

*OC, CM*, respetivamente. A cada uma destas subcategorias foi atribuído um fator de ponderação relativo. Foram conduzidas duas metodologias para determinar os tempos padrão: uma, apoiou-se na estimativa dos fatores e no desenvolvimento de um modelo correspondente para determinação do tempo padrão; na outra, foram utilizados os valores dos fatores que a empresa considera para se efetuar uma comparação. Os tempos padrão obtidos, foram utilizados para desenvolver uma tabela de conversão, a qual permite a avaliação do desempenho de um operador em função do tipo de produtos que produziu, incluída no programa de incentivo salarial.

(Nakayama,  
Nakayama, &  
Nakayama,  
2002)

Este trabalho introduz uma metodologia de determinação do tempo padrão do serviço de inspeção de empilhadores, através de um quociente de realização de trabalho. Esta técnica diferencia-se positivamente das técnicas convencionais de medição de trabalho, para problemas onde mais de três operadores que fazem o mesmo trabalho são comparados, e tem que se determinar quem o faz melhor (avaliação do desempenho). A técnica revelou ser eficaz na determinação do tempo padrão e proporcionar um cálculo relativamente fácil, com necessidade de poucos dados estatísticos.

(Christmansson  
et al., 2000)

Neste trabalho, é conduzida uma avaliação à técnica de medição de trabalho ErgoSAM. Esta técnica baseia-se no SAM (*Sequential Activity and Methods Analysis*), um sistema MTM (*Methods-Time Measurement*) de nível superior, que é utilizado pelos programadores de produção, aditivado com informações sobre peso manipulado ou forças aplicadas e zona de trabalho. Em cooperação com a Volvo Car Corporation, seis postos de trabalho de uma linha de montagem foram analisados com a utilização do ErgoSAM. Os resultados mostraram que o ErgoSAM consegue prever situações de trabalho com alto desgaste físico para os operadores. No entanto, não considera posições fatigantes para a mão, punho e pescoço ou a fadiga mental. Concluiu-se que o método revela um potencial considerável para prever situações de trabalho fisicamente desgastantes.

O Estudo do Trabalho é um termo genérico utilizado para todas as técnicas, estudos de métodos e medidas do trabalho que são utilizadas na avaliação do trabalho efetuado pelo homem, qualquer que seja o seu contexto, e que conduzem sistematicamente à investigação de todos os fatores que afetam a eficiência e economia da situação que está a ser examinada, com o propósito de efetuar melhorias, como o aumentar a produtividade através da eliminação/redução de desperdícios e operações desnecessárias (Anil Kumar & Suresh, 2008). A consideração da aplicação do Estudo do Trabalho produz determinadas vantagens que se encontram apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Vantagens da realização de um Estudo do Trabalho (retirado de: Anil Kumar &amp; Suresh (2008)).

Permite alcançar um fluxo de produção com o mínimo de interrupções.	Estabelece maior utilização dos recursos de uma organização.
Permite reduzir o custo do produto, através da eliminação de desperdícios e operações desnecessárias.	Estabelece melhores condições e <i>Layout</i> de trabalho.
Promove uma melhor relação entre operador-gestor.	Melhora os processos ou métodos existentes, e ajuda na padronização e simplificação.
Considera o compromisso com os prazos de entrega.	Permite estabelecer o tempo-padrão de uma operação ou trabalho que tenha aplicação no planeamento de necessidades de mão de obra e planeamento da produção.

A realização de um Estudo do Trabalho engloba duas etapas, o Estudo dos Métodos e a Medida do Trabalho, tal como ilustra a Figura 13.



Figura 13 – Componentes do Estudo do Trabalho.

Enquanto que o Estudo dos Métodos assenta na importância da padronização dos métodos de trabalho, garantindo que a sua realização seja executada sempre da mesma maneira como meio para reduzir o conteúdo do trabalho e tendo em conta o estabelecimento do mais adequado e seguro método de o realizar, a Medida do Trabalho assenta na investigação e redução de qualquer tempo ineficaz associado ao trabalho e ao estabelecimento e determinação de tempos-padrão das operações realizadas conforme o método padrão (Roldão & Ribeiro, 2014).

### 2.2.1 Estudo dos Métodos

O Estudo dos Métodos, também designado por Engenharia de Métodos ou *Design* de Trabalho, pode ser definido como o registo e avaliação crítica sistemática dos métodos de trabalho existentes e propostos para a realização de um trabalho, tendo como objetivos, para além de outros, desenvolver e aplicar métodos mais simples e eficazes, e ainda reduzir os custos associados (Anil Kumar & Suresh, 2008). Meyers & Stewart (2002) salientam a importância da consideração da segurança dos trabalhadores e de estudos ergonómicos no desenvolvimento de um Estudo de Métodos, qualquer que seja o seu propósito, ou seja, tanto para dimensionar ou desenvolver locais de trabalho, como para simplesmente alterar os métodos de trabalho existentes. Sendo assim, o fornecimento de boas condições de trabalho como fundamento para promover melhor qualidade de vida aos trabalhadores, deve ser visto também como um dos principais objetivos na realização de um Estudo dos Métodos.

A realização de um Estudo dos Métodos deve desenvolver-se essencialmente em cinco fases (Figura 14):



Figura 14 – Etapas de um Estudo dos Métodos.

A observação, normalmente é efetuada recorrendo à visualização ou a entrevistas, sendo que o mais aconselhável é recorrer à visualização, se possível utilizando uma máquina de filmar para permitir a recolha de toda a informação inerente, e a possibilidade de ser analisada quantas vezes forem necessárias.

No que diz respeito à análise e registo de factos, existem várias ferramentas que podem ser consideradas, e que devem ser utilizadas de acordo com a natureza do trabalho a analisar e o grau de profundidade desejado. Uma análise e descrição de um processo, através do mapeamento das fases ou passos constituintes do mesmo num Fluxograma ou Gráfico de sequência/fluxo, permite melhorar o processo, sugerindo eliminar, combinar, mudar sequências de operações ou simplificar. Análises detalhadas das operações, quando o trabalhador opera num local de trabalho fixo, são efetuadas através de Gráficos de Operações ou Simogramas, com o intuito de simplificar o método e minimizar movimentos. Quando o trabalhador interatua com máquinas, são utilizados Gráficos de Atividades ou Gráficos Homem-Máquina, objetivando minimizar tempos inativos e procurar o nº de combinações de máquinas para equilibrar o custo do trabalhador e do tempo de inatividade da máquina. Quando o trabalhador interatua com outros trabalhadores, com a intenção de maximizar a produtividade e minimizar a interferência, normalmente são utilizados Gráficos de Atividades, ou Gráficos de sequência de grupos de trabalhadores (Meyers & Stewart, 2001).

### 2.2.2 Medida do Trabalho

Medida do Trabalho, ou Estudo dos Tempos, consiste na aplicação de um conjunto de técnicas destinadas à quantificação do tempo necessário à realização de uma operação por um trabalhador qualificado e com um nível de rendimento bem definido. De entre os propósitos da sua aplicação, destacam-se os assinalados na Tabela 6 (Salvendy, 2001; Meyers & Stewart, 2002).

Tabela 6 – Aplicações da Medida do Trabalho.

Comparar a eficiência de métodos alternativos.	Determinar custos de produção e preços de venda.
Balancear o trabalho dos membros de uma equipa, permitindo que a cada membro sejam atribuídas tarefas com um tempo de execução equivalente.	Avaliar o desempenho dos trabalhadores e identificar operações que estejam com problemas para que possam ser corrigidas.
Determinar o número de máquinas alocadas a cada trabalhador.	Estabelecer prémios monetários à equipa destacada ou a desempenhos individuais.
Disponibilizar informação que servirá de base para o planeamento e sequenciamento da produção, para o cumprimento dos prazos de entrega e para os requerimentos necessários para o programa de trabalho.	Avaliar ideias de redução de custos e escolher o método mais económico baseado numa análise de custo e não numa opinião.
Determinar o número de ferramentas a comprar e o número de operadores a contratar.	Determinar a capacidade disponível.

Segundo Salvendy (2001), o procedimento básico para realizar a Medida de um Trabalho, consiste essencialmente nos seguintes passos ilustrados na Figura 15.

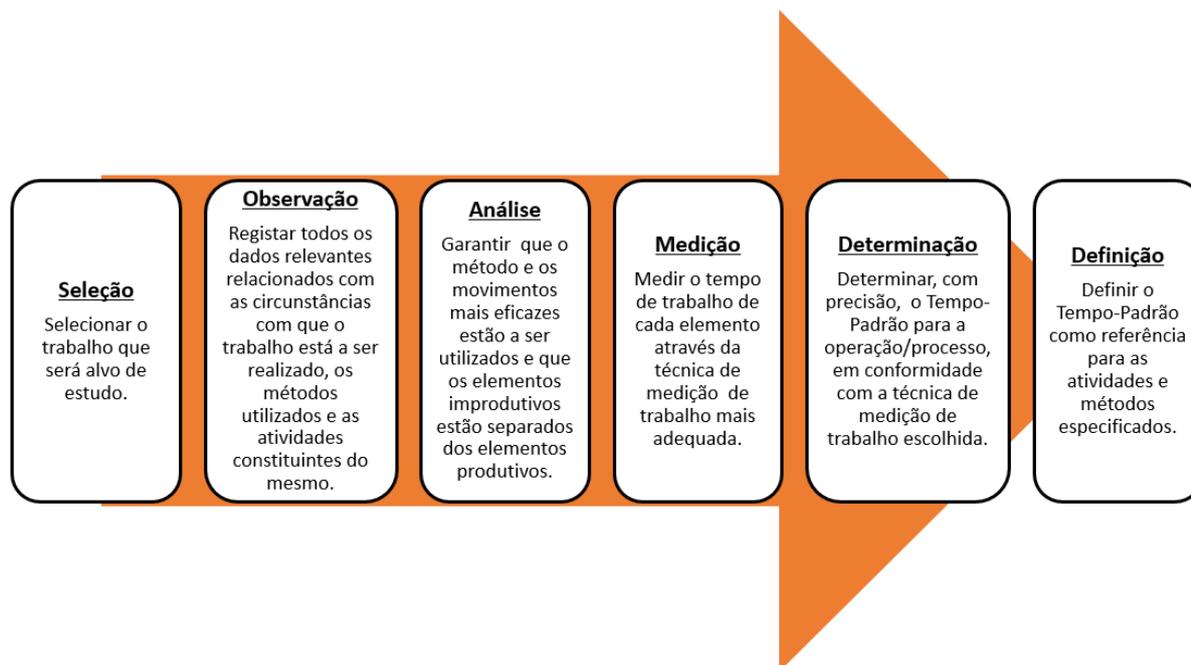


Figura 15 – Etapas de um procedimento para realizar um estudo de Medida do Trabalho. Adaptado de Salvendy (2001).

Existem essencialmente quatro técnicas de medição de trabalho que, segundo Salvendy (2001) e Roldão & Ribeiro (2014), consideram todos os detalhes do trabalho. Antes de aplicar qualquer uma das técnicas, é extremamente importante ter conhecimento das mesmas, saber quando são melhor empregues e perceber as desvantagens e vantagens da utilização de cada uma (ver Tabelas 7, 8, 9 e 10).

Tabela 7 – Técnica de Medida do Trabalho Normas de Tempo Pré-Determinado.

<b>Normas de Tempo Pré-Determinado</b>			
<b>Definição</b>	<b>Quando aplicar</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Técnica que utiliza tempos pré-estabelecidos em função de cada movimento fundamental do corpo humano, classificado segundo a natureza do movimento e as condições no qual é executado, com o fim de estabelecer o tempo necessário para a realização de uma tarefa a um nível de rendimento bem definido (Anil Kumar & Suresh, 2008). - MTM: MTM-1, MTM-2, MTM-3, MTM-4; MOST; WF; MEK; MODAPTS	- Tarefas repetitivas de curta a média duração (Salvendy, 2001); - Tarefas onde existe uma repetição combinada de gestos simples, em número limitado; - Quando é necessário planear os métodos de trabalho antes da produção (Salvendy, 2001); - Trabalho manual confinado a um local de trabalho (Anil Kumar & Suresh, 2008); - Onde houve controvérsia com resultados provenientes de Estudo dos Tempos ou com a consistência dos padrões existentes (Salvendy, 2001).	- Não há necessidade de observação da execução, oferece bastante precisão se utilizada na fase de planeamento da operação (Fankhauser, 1966); - Incluem já o fator de atividade; - Descrições detalhadas do <i>layout</i> de trabalho, padrões de movimentos, formas e tamanhos de componentes e ferramentas; - Elevada precisão e rigor.	- Dependente de descrições completas dos métodos para determinar com precisão o tempo-padrão; - Requer muito tempo para aplicação (Laring et al., 2002); - Requer muito tempo para formar analistas competentes; - Mais difícil de explicar aos operadores e supervisores; - Só é aplicável a trabalhos manuais e não engloba trabalhos em equipa.

Tabela 8 – Técnica de Medida do Trabalho Estudo dos Tempos.

Estudo dos Tempos			
Definição	Quando aplicar	Vantagens	Desvantagens
Técnica que recorre à utilização de um dispositivo de temporização e que regista os tempos de execução de um determinado trabalho ou dos seus elementos, realizado sob condições específicas e para analisar os dados, de modo a obter o tempo necessário para que um operador os execute com um desempenho definido (Anil Kumar & Suresh, 2008). - Cronometragem (cronómetro; filmagem).	- Ciclos de trabalho repetitivos, intervalos curtos (Anil Kumar & Suresh, 2008); - Grande variedade de trabalho dissimilar (Salvendy, 2001).	- Observação completa do ciclo; - Único método que mede e regista o tempo real de execução do operador; - Simples de aprender e explicar; - Boa precisão e rigor.	- Requer classificação de desempenho da habilidade e esforço de um operador; - Observação contínua do operador em ciclos de trabalho repetitivos; - Não fornece avaliação precisa de elementos não-cíclicos.

Tabela 9 – Técnica de Medida do Trabalho Dados de Referência.

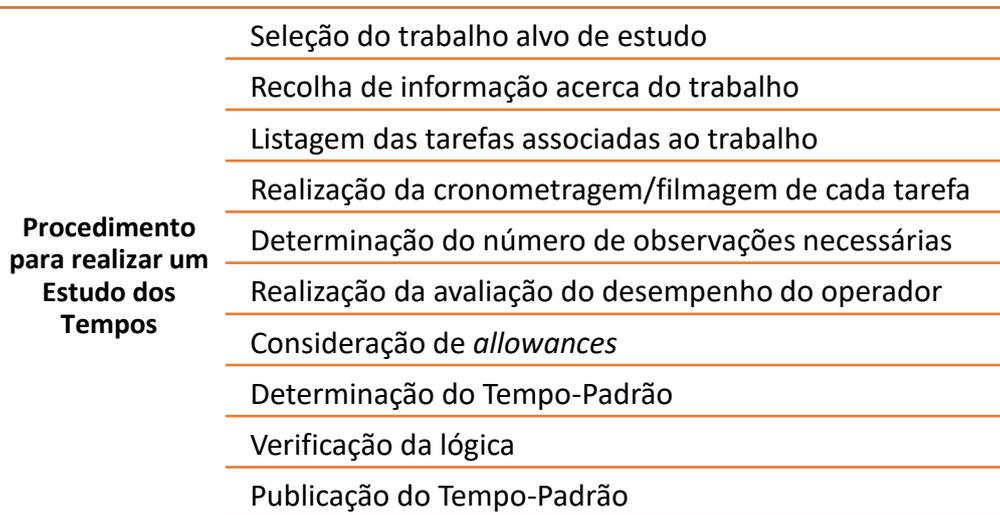
Dados de Referência			
Definição	Quando aplicar	Vantagens	Desvantagens
Técnica que se suporta pela utilização de padrões elementares tabulados, curvas, gráficos e tabelas de estudos de tempos e padrões de tempo pré-determinados para medir um trabalho específico, sem recorrer à utilização de um dispositivo de temporização (Anil Kumar & Suresh, 2008).	- Tarefas simultâneas em conjunto com máquina ou outro equipamento com tempo fixo de processamento; - Trabalho semelhante de curta a longa duração (Anil Kumar & Suresh, 2008); - Onde houve resultados controversos ao longo do tempo; - Onde houve controvérsia na consistência dos padrões existentes; - Onde houve controvérsia com resultados provenientes de Estudo dos Tempos ou com a consistência dos padrões existentes (Salvendy, 2001).	- Menores custos; - Elimina a necessidade de um novo estudo do tempo para cada novo trabalho; - Poupa trabalho aos técnicos e evita a rutura de trabalho.	- Podem ser inexistentes os tempos de alguns elementos de trabalho, o que pode deturpar um pouco os tempos-padrão.

Tabela 10 – Técnica de Medida do Trabalho Amostragem.

Amostragem			
Definição	Quando aplicar	Vantagens	Desvantagens
Técnica que envolve a observação de uma parte ou uma amostra de um trabalho, podendo retirar-se a partir daí algumas afirmações sobre a atividade. Consiste em encontrar a frequência (%) de uma determinada operação, através de uma amostragem estatística e de observações feitas ao acaso (Anil Kumar & Suresh, 2008).	- Tarefas não-repetitivas; Ciclos de trabalho longos; Método de trabalho não específico (Riva et al., 2015); - Diferenças consideráveis no conteúdo do trabalho de ciclo para ciclo (Anil Kumar & Suresh, 2008); - Reportar a utilização de máquina ou de espaço, ou % de tempo gasto em várias atividades (Salvendy, 2001); - Quando existe oposição aos estudos de tempo com cronómetro (Salvendy, 2001).	- Vários estudos em simultâneo por um observador; - Não há necessidade de uma formação especial; - Não são necessários mecanismos de medição de tempo; - A duração do estudo é maior, minimizando os efeitos das variações de períodos curtos.	- Assume-se que o operador usa um método padrão aceitável; - Confinado a populações constantes; - Requer a identificação e classificação de uma ampla gama de atividades e atrasos; - Mais difícil aplicar um fator de atividade correto comparativamente ao Estudo dos Tempos.

### 2.2.2.1 Estudo dos Tempos

A realização de um Estudo dos Tempos, segundo Meyers & Stewart (2002), obedece a um procedimento organizado, de acordo com as seguintes etapas sequenciais:



Quando vários operadores realizam a mesma tarefa, as produtividades raramente são as mesmas. Não seria correto definir como padrão para um grupo, os resultados tanto de um operador que produz consistentemente mais, como de um que produz consistentemente menos, daí existir a necessidade de um recurso que auxilie na determinação de um padrão justo para todos e quaisquer operadores, a denominada Avaliação do Desempenho (Anderson, 1977).

Existem várias técnicas para efetuar a avaliação do desempenho de um operador, expostas na Figura 16, em que cada uma delas tem, em essência, o mesmo objetivo, mas atingem-no por meios diferentes (Gonçalves, 2018b).



Figura 16 – Técnicas de Avaliação do Desempenho de um operador.

Adotando uma avaliação da velocidade e avaliação do esforço, a velocidade desempenhada pelo operador durante a realização de cada tarefa é sujeita a uma avaliação por parte do observador, e o Tempo Observado é ajustado de forma a que um operador qualificado, a trabalhar num ritmo normal, possa executar sem dificuldade a operação no tempo especificado para o mesmo (Gonçalves, 2018b).

O Tempo Observado ajustado é denominado Tempo Normal, que é dado pela equação 1 para cada elemento:

$$TN_i = TO_i \times \left(\frac{FA_i}{100}\right) \quad (1)$$

onde FA, Fator de Atividade, representa uma percentagem, que assume valores menores que 100, caso o observador decida que a operação é realizada com uma velocidade menos eficiente que o padrão, e valores maiores que 100, caso o observador decida que a operação é realizada a uma velocidade maior que o padrão (Salvendy, 2001). O Tempo Normal médio é calculado e será esse o valor aceite como tempo normalizado do elemento em questão. O processo de classificação é uma etapa crítica do estudo, que engloba determinadas limitações que se deve ter em consideração. O requerer uma extensa experiência por parte do observador, o que muitas vezes não é o caso. A dificuldade em determinar imediatamente qual o ritmo de trabalho que é padrão e que está abaixo ou acima do ritmo padrão. Os operadores ao saber que estão a ser observados, apresentam a tendência de trabalhar mais lentamente do que o “normal” (Duran et al., 2015).

Uma vez que o Estudo dos Tempos é efetuado a partir de um determinado número de observações a uma tarefa, é aconselhável determinar se a amostra de observações é representativa dessa mesma tarefa, adotando algum critério para julgar assim a adequação da amostra (Buffa, 1977). De acordo com Yusoff et al. (2012), existem duas formas para se determinar o tamanho da amostra, uma através de uma análise estatística e outra baseada no número total de minutos por ciclo. Adotando o modelo de uma análise estatística, decide-se qual o nível de confiança e o erro máximo admitido para os resultados obtidos, e determinam-se os tempos elementares durante um número arbitrário de ciclos (N), que constituirá uma primeira amostra. Dessa amostra, calcula-se a média e o desvio padrão do universo dos tempos. O número de observações efetuadas será suficiente se  $N > N'$  (Gonçalves, 2018b). A equação que permite o cálculo de  $N'$  encontra-se inserida na Tabela 11.

Tabela 11 – Dimensionamento da amostra.

$N' = \left(\frac{Z \times s}{e \times m}\right)^2$	
<p>Dimensão requerida da amostra (<math>N'</math>) (Gonçalves, 2018b)</p>	<p>Z-valor da tabela de distribuição Normal para o nível de confiança requerido; s-desvio padrão de N; e-erro; m-média do universo de N; N-número arbitrário de ciclos.</p>

A execução de um trabalho acarreta sempre o dispêndio de um certo esforço, mesmo quando são adotados os métodos de trabalho mais simples, práticos e eficientes. Por esta razão, existe a necessidade de serem consideradas as chamadas *allowances*, ou correções/complementos, que essencialmente são tempos extras traduzidos em forma de uma percentagem que é adicionada ao Tempo Normal considerado, resultando o Tempo-Padrão (Meyers & Stewart, 2001). São três, os principais tipos de *allowances* que normalmente são considerados para a

determinação de um Tempo-Padrão: as de Fadiga, Necessidade Pessoais e as de Atraso. No entanto, na literatura são enunciadas outras categorias também (Figura 17), que caso existam, e dependendo da situação em específico, podem ser consideradas.

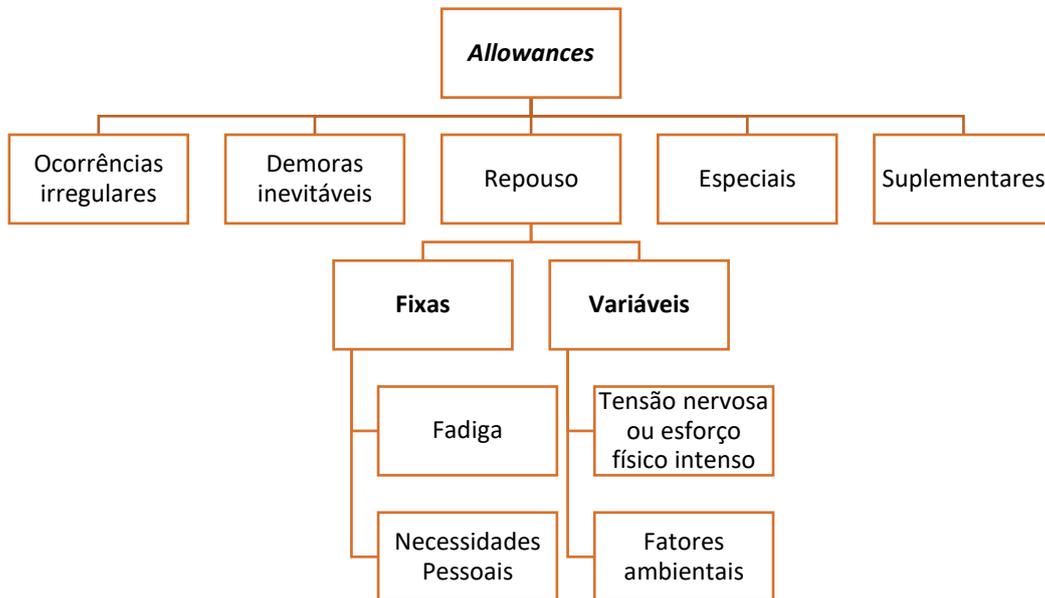


Figura 17 – Tipos de *allowances*. Adaptado de: (Gonçalves, 2018b).

Através da consideração de todos os elementos descritos anteriormente, torna-se possível determinar o Tempo-Padrão, que é definido como sendo o tempo necessário para executar uma operação de acordo com um método estabelecido, em condições determinadas, por um operador apto e treinado, que possui uma habilidade média, a trabalhar com esforço médio, durante todo o período de trabalho, tendo em consideração a fadiga e as necessidades pessoais do operador e a monotonia do trabalho. A Figura 18 resume a constituição elementar do Tempo-Padrão.



Figura 18 – Constituição do Tempo-Padrão.

### 2.3 Métricas de Desempenho de um Processo

Neste tópico, são apresentadas várias métricas de desempenho de um processo, sendo as respetivas fórmulas apresentadas na Tabela 12 e, posteriormente, parte das mesmas, aplicadas neste trabalho.

Tabela 12 – Métricas de Desempenho de um Processo.

Parâmetro	Descrição	Fórmula
Tempo de Ciclo	Corresponde ao tempo entre peças sucessivas e é definido pela operação mais demorada ou crítica. Esta operação é designada por estrangulamento ou gargalo ( <i>bottleneck</i> ). O gargalo dita o ritmo do processo, governa o <i>output</i> do mesmo e é a partir deste que é determinada a capacidade do processo (Pinto, 2006).	TC = Tempo do posto com maior tempo de execução (gargalo)
Lead Time	Período desde a chegada da matéria prima até à expedição do produto final (Meyers & Stewart, 2001).	LT = Dia de expedição do produto – Dia da chegada da matéria prima
Takt Time	Tempo de ciclo ajustado à procura. Se a procura aumentar, o tempo de ciclo tem de diminuir, verificando-se o oposto quando a procura diminui. O tempo de ciclo do processo deverá ser o mais próximo do <i>takt time</i> para evitar desperdícios, e nunca deverá ser maior, pois significará atrasos nas entregas e mau serviço ao cliente (Pinto, 2006).	$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Produção desejada}}$
Eficiência	Capacidade de um processo alcançar objetivos (Pinto, 2006).	$\text{Eficiência} = \frac{\text{Tempo padrão}}{\text{Tempo Atual}} \times 100$
Disponibilidade	Mede a relação entre o tempo útil e o tempo disponível (Pinto, 2006).	$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo útil}}{\text{Tempo Disponível}} \times 100$
Capacidade	Representa aquilo que um processo consegue fazer ou assegurar. Quando calculada para um processo/máquina/pessoa que processa um só produto ou família restrita de produtos, é medida em tempo ou unidades convencionais (peças/hora). Quando o processo é um <i>mix</i> de produtos, a única unidade válida é o tempo (horas/turno) (Pinto, 2006)	$\text{Capacidade} = \frac{(\text{Tempo Disponível} \times \text{Eficiência} \times \text{Disponibilidade})}{\text{Tempo-padrão}}$
Carga	Representa aquilo que se pede ao processo (Pinto, 2006).	$\text{Carga} = \text{Quantidade de peças a fazer} \times \text{tempo-padrão}$
Ocupação	Mede a relação entre a carga e a capacidade (Pinto, 2006).	$\text{Ocupação} = \frac{\text{Carga}}{\text{Capacidade}} \times 100$
OEE	<i>Overall equipment efficiency</i> , mede o desempenho global de um processo ou por outras palavras, mede o potencial aproveitado pelo processo (Pinto, 2006)	$\text{OEE} = \text{Eficiência} \times \text{Disponibilidade} \times \text{Taxa de Qualidade real}$
Número de máquinas necessárias	Estabelece o número de máquinas necessárias aquando do planeamento de uma nova operação ou início da produção de um novo produto (Meyers & Stewart, 2001).	$\text{Nmáq} = \frac{\text{Tempo padrão}}{\text{Takt time}}$
Produtividade do trabalho	Relaciona os <i>Outputs</i> com os <i>Inputs</i> . Quantifica a capacidade de um sistema em transformar entradas (recursos, inputs) em saídas (Produtos ou saídas, <i>outputs</i> ) (Meyers & Stewart, 2001).	$\text{Produtividade do trabalho} = \frac{\text{unid prod/dia}}{(\text{n}^{\circ} \text{trabalhadores} \times \text{h de trabalho/dia})}$



# **3 DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS**

**3.1 Descrição do Processo Retocagem Normal**

**3.2 Descrição do Processo Retocagem TIP-TOP**

**3.3 Descrição do Processo BCD**

**3.4 Descrição do Processo Raspagem**

**3.5 Descrição da metodologia utilizada para a determinação dos Tempos-Padrão**

**3.6 Determinação dos Tempos-Padrão**

**3.7 Determinação do número de máquinas que podem ser associadas ao operador**

**3.8 Análise do histórico de pneus recuperados**

### 3 DETERMINAÇÃO DO TEMPO-PADRÃO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS

Atualmente, existem quatro tipos de processos de recuperação de pneus: Retocagem Normal, Retocagem TIP-TOP, BCD e Raspagem. O desenvolvimento prático referente a este capítulo foi iniciado com o estudo e descrição de cada tipo de Processo de Recuperação. Deste estudo, resultou o conhecimento detalhado de cada ciclo produtivo, através do mapeamento e descrição do processo e da listagem das tarefas associadas, fundamental para a realização de um Estudo de Tempos e Métodos. Após a descrição da metodologia adotada para a determinação dos Tempos-Padrão, são apresentados os Tempos-Padrão determinados para cada tipo de Recuperação.

#### 3.1 Descrição do Processo Retocagem Normal

A Retocagem Normal é caracterizada pela execução de raspagem manual, efetuada através de um rebolo a zonas do pneu que contenham imperfeições visuais, maioritariamente provenientes dos moldes utilizados no processo de vulcanização.

Após observação do processo, foi possível traçar o respetivo fluxograma do fluxo produtivo, exposto na Figura 19.

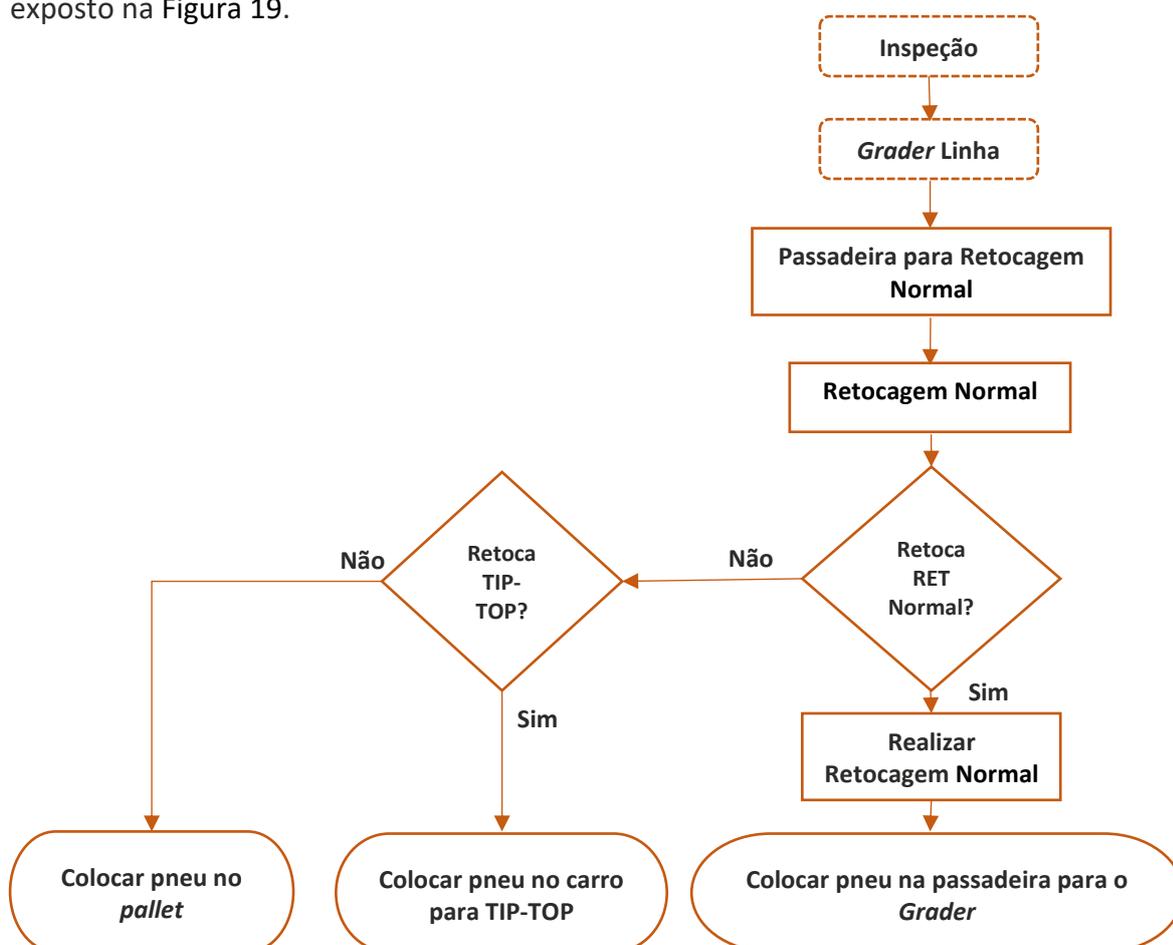


Figura 19 – Fluxograma do fluxo produtivo da Retocagem Normal.

O local de trabalho atribuído para a realização deste processo é constituído por cinco módulos iguais (Figuras 20 e 21). Cada módulo é dotado das ferramentas necessárias para realizar este tipo de retocagem: ferramenta de raspagem (rebolo), pistola de leitura do código de barras, mangueira com ar comprimido, pincel e líquido para limpar as marcações das imperfeições visuais.

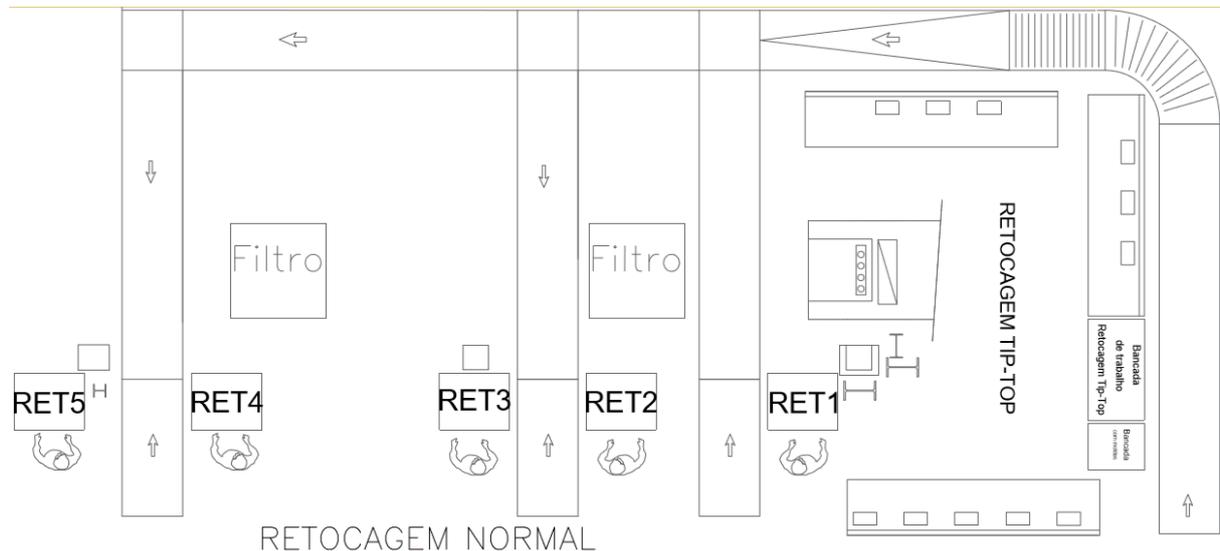


Figura 20 – Layout da zona de trabalho da Retocagem Normal e da Retocagem *Tip-Top*.



Figura 21 – Módulo (RET2) da Retocagem Normal.

As imperfeições visuais podem ocorrer nas seguintes zonas do pneu: parede externa, talão, piso, ombro, camada e parede interna. Posto isto, e segundo o fluxograma do fluxo produtivo, o processo foi caracterizado em vários subprocessos, um total de 14 subprocessos, por zona do pneu (externa ou interna), localização do pneu (externa: talão, parede, ombro, piso e interna: camada interna, parede interna) e número de imperfeições totais (Tabela 13).

Tabela 13 – Caracterização dos subprocessos da Retocagem Normal.

Processo	Subprocesso	Zona do Pneu	Loc. imperfeição	Nº imperfeições	Código
Retocagem Normal	Não Retocagem -> Pallet				RN_P
Retocagem Normal	Não Retocagem -> Tip-Top				RN_TT
Retocagem Normal	Retocagem Normal	Exterior	Talão	1	RN_RN_Ex_T_1
				2	RN_RN_Ex_T_2
				3	RN_RN_Ex_T_3
Retocagem Normal	Retocagem Normal	Exterior	Ombro	1	RN_RN_Ex_O_1
				2	RN_RN_Ex_O_2
				3	RN_RN_Ex_O_3
Retocagem Normal	Retocagem Normal	Exterior	Parede	1	RN_RN_Ex_Pa_1
				2	RN_RN_Ex_Pa_2
				3	RN_RN_Ex_Pa_3
Retocagem Normal	Retocagem Normal	Exterior	Piso	1	RN_RN_Ex_Pi_1
Retocagem Normal	Retocagem Normal	Interior	Parede	1	RN_RN_In_Pa_1
Retocagem Normal	Retocagem Normal	Interior	Camada Interna	1	RN_RN_In_CaIn_1

Para cada subprocesso, foram identificadas e listadas as respetivas tarefas, apresentadas nas Tabelas 14, 15 e 16.

Tabela 14 - Listagem das tarefas associadas ao subprocesso da Retocagem Normal: Não Retocagem -&gt; Pallet.

<b>Subprocesso Não Retocagem -&gt; Pallet</b>	
<b>Código</b>	<b>RN_P</b>
<b>Nº</b>	<b>Tarefas</b>
1	Pegar pneu da passadeira
2	Colocar pneu na bancada trabalho RET
3	Leitura do código barras
4	Verifica as imperfeições 1º lado
5	Virar pneu
6	Verifica as imperfeições 2º lado
7	Colocar pneu no <i>pallet</i>

Tabela 15 - Listagem das tarefas associadas aos subprocessos da Retocagem Normal.

<b>Subprocesso Retocagem Normal</b>	
<b>Código</b>	<b>RN_RN_x_y</b>
<b>Nº</b>	<b>Tarefas</b>
1	Pegar pneu da passadeira
2	Colocar pneu na bancada trabalho RET
3	Leitura código barras
4	Visualizar imperfeições
5	Virar pneu
6	Pegar na ferramenta de Raspagem
7	Realizar Raspagem – x_y
	<u>Externa</u>
	<i>Ombro</i>
	<i>Parede</i>
	<i>Talão</i>
	<i>Piso</i>
	<u>Interna</u>
	<i>Camada Interna</i>
	<i>Parede</i>
8	Largar ferramenta de Raspagem
9	Limpar/Pincelar marcação imperfeição
10	Virar pneu
11	Limpar c/ar comprimido
12	Colocar pneu no tapete para <i>Grader</i>

Tabela 16 - Listagem das tarefas associadas ao subprocesso da Retocagem Normal: Não Retocagem -> *Tip-Top*.

<b>Subprocesso Não Retocagem -&gt; Tip-Top</b>	
<b>Código</b>	<b>RN_TT</b>
<b>Nº</b>	<b>Tarefas</b>
1	Pegar pneu da passadeira
2	Colocar pneu na bancada trabalho RET
3	Leitura cód barras
4	Verifica as imperfeições 1º lado
5	Virar pneu
6	Verifica as imperfeições 2º lado
7	Colocar pneu no carro para <i>TIP-TOP</i>

### 3.2 Descrição do Processo Retocagem TIP-TOP

A Retocagem Tip-Top é um tipo de retocagem caracterizada pela vulcanização localizada do pneu. Esta vulcanização localizada pode ser realizada através de moldes em borracha, que contêm a gravação das letras ou símbolos em falta no pneu, ou é realizada sem recurso aos moldes, existindo apenas preenchimento do local a ser vulcanizado com o tipo específico de borracha. A Figura 22 apresenta o fluxograma do fluxo produtivo deste processo.

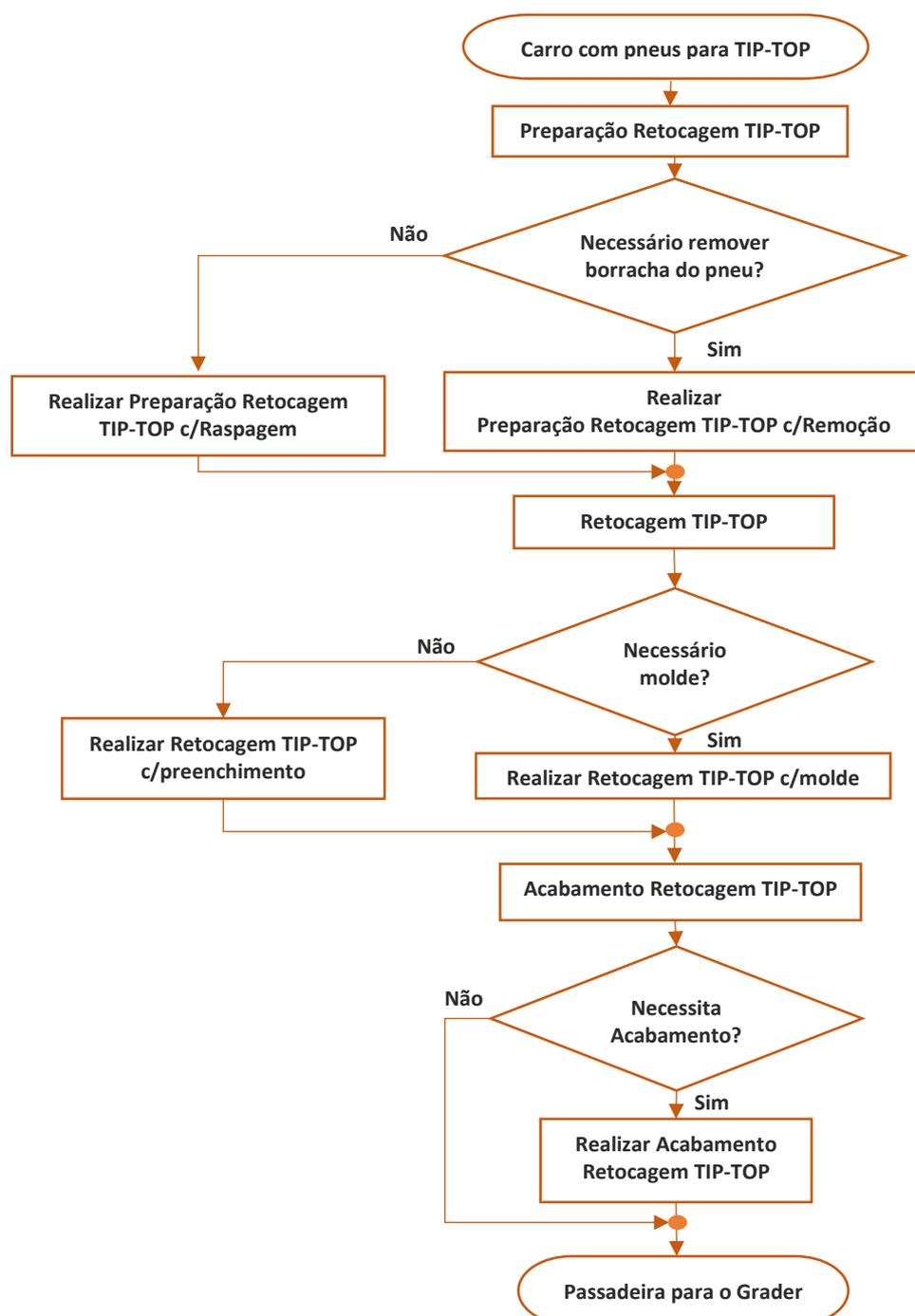


Figura 22 – Fluxograma do fluxo produtivo da Retocagem *Tip-Top*.



Figura 23 – Zona de trabalho da Retocagem *Tip-Top*.

A zona de trabalho da Retocagem *Tip-Top* é composta por um módulo da Retocagem Normal (RET1), onde é realizada a preparação e o acabamento da Retocagem *Tip-Top*, por uma bancada de trabalho *Tip-Top*, onde se encontram os dispensadores de borracha quente, por uma bancada com os moldes de borracha e por várias máquinas *Tip-Top*, distribuídas pelas restantes bancadas envolventes (Figuras 20 e 23).

Tendo em conta o fluxograma do fluxo produtivo apresentado anteriormente, o processo da Retocagem *TIP-TOP* foi caracterizado, com a devida codificação, nos seguintes subprocessos (Tabela 17).

Tabela 17 – Caracterização dos subprocessos da Retocagem *Tip-Top*.

Processo	Subprocesso_Descrição	Código
<b><u>Preparação TIP-TOP</u></b>		
Preparação TIP-TOP	Raspagem	RTT_Pre_Raspagem
Preparação TIP-TOP	Remoção de borracha	RTT_Pre_Remocão
<b><u>TIP-TOP</u></b>		
TIP-TOP	Com molde	RTT_TT_Molde
TIP-TOP	Sem molde, só preenchimento	RTT_TT_Preenchimento
<b><u>Acabamento TIP-TOP</u></b>		
Acabamento TIP-TOP	Raspagem	RTT_Acab_Raspagem
Acabamento TIP-TOP	Sem Acab -> direto p/tapete	RTT_Acab_Direto

Para cada subprocesso, foram identificadas e listadas as respetivas tarefas, apresentadas nas Tabelas 18, 19 e 20.

Tabela 18 - Listagem das tarefas associadas aos subprocessos da Preparação da Retocagem Tip-Top.

<b>Subprocesso</b>	<b>PREPARAÇÃO Tip-Top c/RASPAGEM</b>	<b>PREPARAÇÃO Tip-Top c/REMOÇÃO DE BORRACHA</b>
<b>Código</b>	<b>RTT_Pre_Raspagem</b>	<b>RTT_Pre_Remocão</b>
<b>Nº</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Tarefas</b>
1	Pegar pneu da passadeira	Pegar pneu da passadeira
2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	Colocar pneu na bancada trabalho RET
3	Leitura do código barras	Leitura código barras
4	Visualizar imperfeições	Visualizar imperfeições
5	Virar pneu	Virar pneu
6	Pegar na ferramenta	Pegar na ferramenta
7	Realizar Raspagem/Preparação TIP-TOP	Remoção localizada de borracha
8	Largar ferramenta de Raspagem	Largar ferramenta de Remoção
9	Colocar pneu no carro para TIP-TOP	Pegar Pincel
	Colocar pneu na bancada central trabalho TIP-TOP	Pincelar zona raspada
10		Pousar pincel
11		Colocar pneu no carro para TIP-TOP
		Colocar pneu na bancada central trabalho TIP-TOP

Tabela 19 - Listagem das tarefas associadas aos subprocessos do Acabamento da Retocagem Tip-Top.

<b>Subprocesso</b>	<b>ACABAMENTO TIP-TOP c/Raspagem</b>	<b>ACABAMENTO TIP-TOP Direto</b>
<b>Código</b>	<b>RTT_Acab_Rasp</b>	<b>RTT_Acab_Direto</b>
<b>Nº</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Tarefas</b>
1	Retirar máquina TIP-TOP	Retirar máquina TIP-TOP
2	Arrumar molde	Arrumar molde
3	Colocar pneu na bancada de trabalho RET	Colocar pneu no tapete para <i>Grader</i>
4	Virar pneu	
5	Inspecionar zona retocada por TIP TOP	
6	Pegar na ferramenta de Raspagem	
7	Realizar Raspagem	
8	Largar ferramenta de Raspagem	
9	Limpar/pincelar marcação/imperfeição	
10	Limpar c/ar comprimido	
11	Colocar pneu no tapete para <i>Grader</i>	

Tabela 20 - Listagem das tarefas associadas aos subprocessos da Retocagem Tip-Top.

<i>Subprocesso</i>	TIP-TOP sem molde	TIP-TOP com molde
<i>Código</i>	RTT_TT_Preenchimento	RTT_TT_Molde
Nº	Tarefas	Tarefas
1	Pegar pneu do carro TIP TOP	Pegar pneu do carro TIP TOP
2	Colocar pneu na bancada trabalho central TIP TOP	Colocar pneu na bancada trabalho TIP TOP
3	Visualizar a imperfeição	Visualizar a imperfeição
4	Pegar pistola e dispensar borracha	Escolher e pegar molde
5	Colocar borracha na zona a preencher	Aplicação molde + máquina TIP-TOP
	<i>Externo</i>  <i>Parede</i> <i>Ombro</i> <i>Talão</i>  <i>Interno</i>  <i>Parede</i> <i>Camada Interna</i>	<i>Externo</i>  <i>Parede</i> <i>Ombro</i> <i>Talão</i>  <i>Interno</i>  <i>Parede</i> <i>Camada Interna</i>
6	Pegar ferramenta de alisamento	Pressionar botão de aperto
7	Realizar alisamento	Tempo Máquina 10 min ou
8	Colocar pneu na bancada trabalho TIP-TOP	Tempo Máquina 15 min
9	Aplicação molde + máquina TIP-TOP	Retirar máquina TIP-TOP e colocar molde no sítio
10	Pressionar botão de aperto	Colocar pneu para Acabamento
	Ciclo Máquina 10 min ou	
	Ciclo Máquina 15 min	
11	Retirar máquina TIP-TOP e colocar molde no sítio	
12	Colocar pneu para Acabamento	

### 3.3 Descrição do Processo BCD

O processo BCD (*Bead Center Device*), cujas máquinas se denominam BCDs, caracteriza-se pelo reposicionamento do centro de massa do pneu, através da recentragem do talão do pneu. Neste tipo de recuperação, existe uma deformação permanente do talão, provocada por temperatura, pressão e tempo, para compensar a não uniformidade detetada previamente no processo Uniformidade, sem que ocorra alteração na massa do pneu. Aplica-se a todos os pneus radiais ligeiros, com valores das forças radiais fora dos limites especificados. Só é permitida uma correção BCD por pneu. A Figura 24 apresenta o fluxograma do fluxo produtivo deste processo.

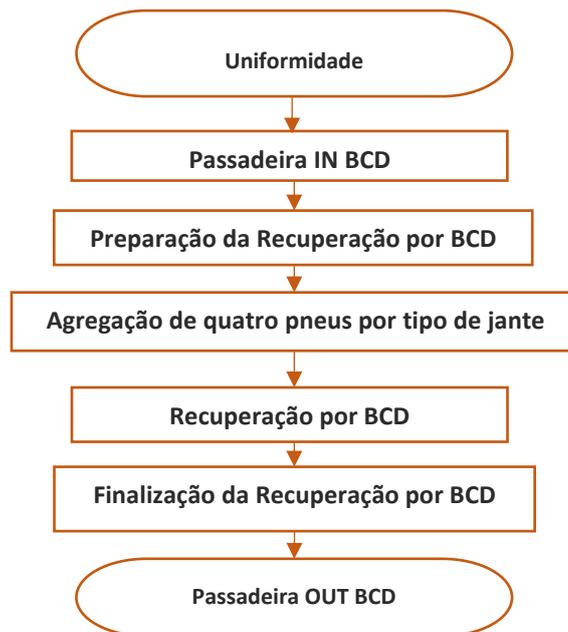
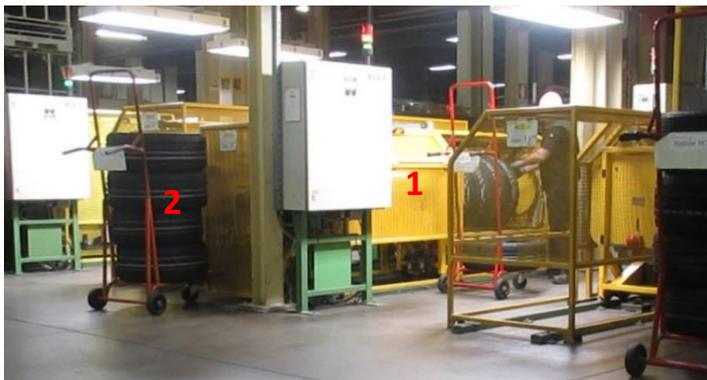


Figura 24 – Fluxograma do fluxo produtivo do processo BCD.

A zona de trabalho da Recuperação por BCD é composta por uma passadeira que alimenta o processo com pneus para retocar e que posteriormente os retira desta zona de trabalho, por uma bancada de trabalho onde é realizada a preparação e o acabamento deste tipo de Retocagem, por 10 BCD's, por carros de transporte de pneus e por uma palete para armazenamento de pneus. Cada BCD recupera uma medida de jante (15 a 22) e tem capacidade para 4 a 5 pneus de cada vez, durante um ciclo de máquina de 30 min. A Figura 25 ilustra o descarregamento de um BCD.



- 1 – Máquina BCD;
- 2 – Carro com quatro pneus de um determinado tipo de jante.

Figura 25 – Descarregamento de um BCD.

Foram identificadas e listadas as respetivas tarefas deste processo, e que se apresentam na Tabela 21.

Tabela 21 – Listagem das tarefas associadas à Recuperação por BCD.

	Nº	Tarefa
Preparação BCD	1	Leitura do código de barras
	2	Validação da leitura do código de barras no sistema
	3	Pegar pneu da passadeira de alimentação BCD - Colocar pneu no respetivo carro
Transporte	4	Levar carro carregado com pneus para junto da respetiva máquina BCD
	5	Pegar carro com pneus e colocar frente a máquina BCD
Carregar máquina	6_7	Pegar pneu do carro e colocar na máquina BCD - Ajustar posicionamento dos pneus na máquina
	8	Iniciar programa do ciclo de máquina
	9	Encostar carro vazio
<b>CICLO DE MÁQUINA</b>		
Descarregar máquina	10	Pegar no carro vazio e encostar junto da máquina BCD
	11	Pegar pneu da máquina BCD e colocar no carro
Transporte	12	Levar carro com pneus retocados para junto da passadeira
Finalização BCD	13_14	Pegar no pincel de limpeza de marcações + pousar pincel
	15	Limpar marcações do pneu (duas pintas vermelhas ou uma branca na parede lateral)
	16	Pegar pneu do carro e colocar na passadeira

### 3.4 Descrição do Processo Raspagem

A Raspagem é um tipo de recuperação efetuada por máquinas denominadas Raspadores e que se caracteriza pela realização de raspagens no pneu, através de uma mó existente nos Raspadores. Este processo também existe para compensar a não uniformidade detetada previamente no processo Uniformidade, e ao contrário da recuperação por BCD, provoca alteração da massa do pneu. A Figura 26 apresenta o fluxograma do fluxo produtivo deste processo.

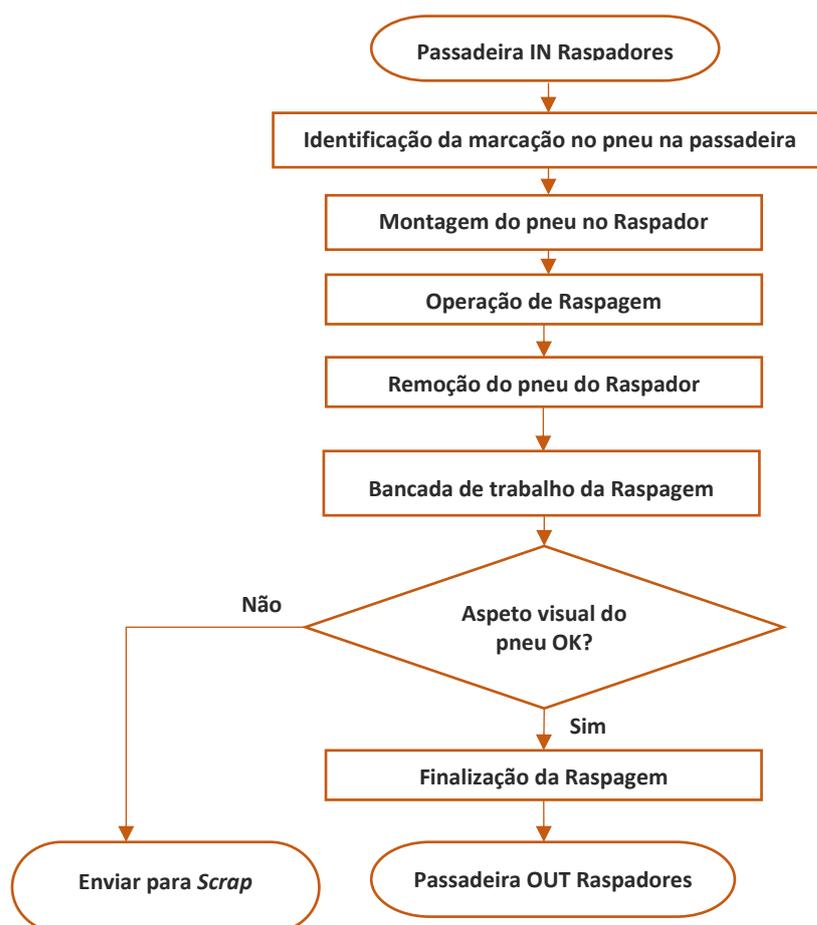


Figura 26 – Fluxograma do fluxo produtivo do processo Raspagem.

A zona de trabalho da Raspagem é composta por uma passadeira que alimenta o processo com pneus para raspar e que posteriormente os retira desta zona de trabalho, por uma bancada de trabalho onde é realizada o acabamento da Raspagem, por 2 Raspadores (1 e 2) e 2 Raspadores Novos (1 e 2), por carros de transporte de pneus e por paletes de armazenamento de pneus.

Foram considerados dois tipos de Raspagem, uma vez que as tarefas associadas a cada tipo de Raspador são diferentes. As duas listagens de tarefas associadas aos Raspadores 1-2 e Raspadores Novos (1-2) apresentam-se nas Tabelas 22 e 23, respetivamente.



Figura 27 – Esquerda: Raspadores. Direita: Raspadores Novos.

Tabela 22 - Listagem das tarefas associadas ao processo Raspagem (Raspadores 1-2).

	Nº	Tarefas
Transporte	1	Pegar pneu da passadeira e colocar no carro/frente da máquina
Carregar máquina	2	Pegar pneu do carro e montar na máquina
	3	Afinar abertura jante e incremento
	4	Confirmar posição do sensor
	5	Iniciar operação de raspagem
<b>CICLO DE MÁQUINA</b>		
Descarregar máquina	5	Retirar pneu da máquina
Transporte	6	Transportar e colocar pneu na bancada
	7	Leitura do código de barras na bancada
Finalização Raspador	A	Inspecionar pneu e limpar marcações
	B	Enviar pneu para passadeira e validar no sistema

Tabela 23 - Listagem das tarefas associadas ao processo Raspagem (Raspadores Novos 1-2).

	Nº	Tarefas
Transporte	1	Pegar pneu da passadeira e colocar no carro/frente da máquina
	2	Pegar pneu do carro/chão e colocar no braço do Raspador
Carregar máquina	3	Validar no sistema
	4	Leitura do código de barras
	5	Validar no sistema novamente
	6	Conduzir braço do Raspador até colocar pneu no Raspador - conduzir braço para posição inicial
	7	Iniciar operação
<b>CICLO DE MÁQUINA</b>		
Descarregar máquina	8	Passar ar comprimido no pneu
	9	Retirar pneu do Raspador Novo
Transporte	10	Transportar e Colocar pneu na bancada de saída
Finalização Raspador	A	Inspecionar pneu e limpar marcações
	B	Enviar pneu para passadeira e validar no sistema

## 3.5 Descrição da metodologia utilizada para a determinação dos Tempos-Padrão

### 3.5.1 Tempos Observados

Todos os tempos das tarefas identificadas foram recolhidos através de filmagens. As filmagens foram realizadas ao longo de vários dias, permitindo incluir na amostragem as várias equipas de operadores que trabalham em regime de turnos rotativos com frequência semanal. Procurou-se sempre realizar as filmagens com um ângulo que fornecesse adequadamente todos os movimentos que os operadores executavam durante o ciclo.

Para os processos Retocagem Normal e Retocagem Tip-Top a recolha dos tempos das tarefas foi realizada através da aglomeração de determinadas tarefas, tal como se encontra ilustrado nas tabelas apresentadas anteriormente com a listagem das tarefas de cada subprocesso. Os agrupamentos de tarefas considerados para cada subprocesso, nessas tabelas, encontram-se assinalados a azul. Para os processos de BCD e Raspagem, a recolha dos tempos das tarefas foi realizada de forma elementar, tarefa a tarefa.

### 3.5.2 Fator de Atividade

O Fator de Atividade foi atribuído segundo uma escala de 0 a 100%, que assume valores menores que 100% caso se decida que a tarefa é realizada com uma velocidade menos eficiente que o “padrão”, e valores maiores que 100%, caso se decida que a tarefa é realizada a uma velocidade maior que o “padrão”. Esta avaliação foi realizada após longos períodos de observação de todos os operadores, com o intuito de aumentar a perceção do ritmo considerado “padrão”, facilitando o julgamento na comparação do ritmo de trabalho entre os diferentes operadores em cada tarefa.

### 3.5.3 Allowances

As correções/complementos que foram consideradas foram a Fadiga, as Necessidades Pessoais e as Perturbações. O valor da percentagem respeitante à Fadiga foi determinado para todos os subprocessos considerados, através das Tabelas de Correções de Repouso (Anexo I). Na Continental Mabor - Indústria de Pneus, S.A está estabelecido considerar o valor de 6% para Necessidades Pessoais, pelo que foi precisamente este valor que foi considerado neste trabalho. As perturbações, quando possível, foram determinadas através de registo (da observação das filmagens).

### 3.5.4 Validação Estatística

A determinação do número de observações necessárias para se obter uma validação estatística, foi efetuada para todos os subprocessos considerados de acordo com a equação exposta na Tabela 11. Foi requerido realizar um Estudo dos Tempos que apresentasse um nível de confiança de 95% e um erro relativo de 10% para todos os subprocessos, valores de referência para que a amostra da tarefa seja representativa. Tendo em conta que o nível de

confiança estabelecido foi 95% ( $p = 0,975$ ), determinou-se  $Z = 1.96$ , valor da curva Normal para esse mesmo nível de confiança, através da Tabela da Curva Normal. Quando o  $N$  teórico calculado for inferior ao  $N$  real de observações então o número de observações são consideradas suficientes para um nível de confiança de 95% e com um erro de 10%, e com isso é considerado que o subprocesso está estatisticamente validado. Quando o  $N$  teórico calculado for superior ao  $N$  real de observações, será necessário considerar mais observações, e calcular novamente o  $N$  teórico num processo repetitivo até que este seja inferior ao  $N$  real. Após realização da análise estatística dos tempos dos subprocessos, através do ábaco exposto na Figura 28, foi determinado o Valor real do erro obtido (Nogueira, 2014).

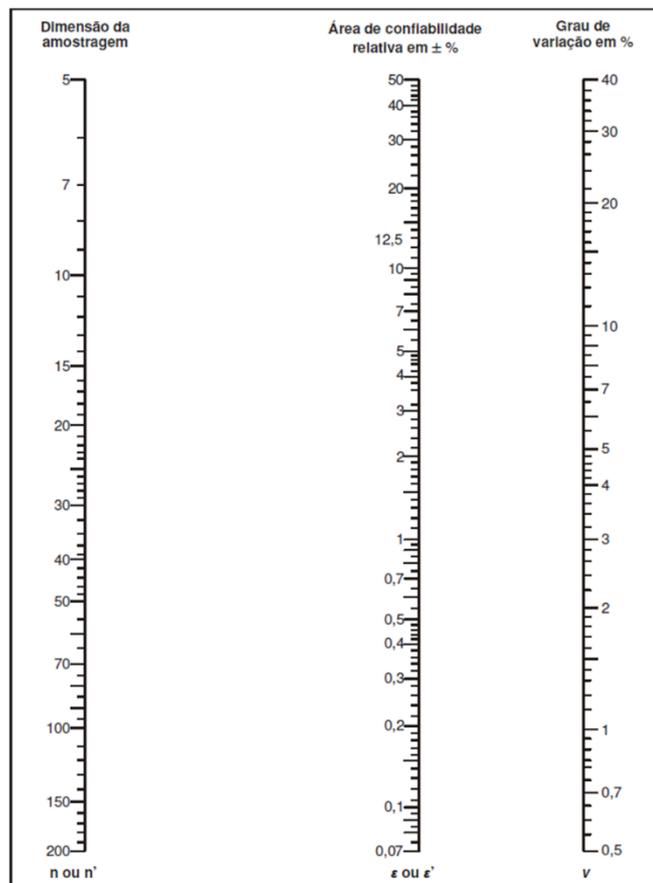


Figura 28 – Ábaco para determinação do erro real.

Para os casos em que a análise estatística efetuada para um nível de confiança de 95% e erro relativo 10% não garantir validação estatística, serão determinados tanto o nível de confiança, como o erro que a garante.

### 3.5.5 Cálculo do Tempo-Padrão

O Tempo-Padrão de cada subprocesso foi calculado através do Tempo Normal determinado para cada subprocesso, acrescentado das correções/complementos estabelecidas (Fadiga, Necessidades Pessoais e Perturbações).

Tanto o processo Retocagem Normal como o processo Retocagem Tip-Top, são processos que apresentam elevada diversidade, pois contêm um número elevado de subprocessos, diferentes entre si, e que todos caracterizam o processo. No sentido de se ter em consideração todos os subprocessos que ocorrem, e que, no fundo, caracterizam cada processo para a obtenção do Tempo-Padrão de cada um destes processos, foi considerada a taxa de ocorrência de cada subprocesso.

Assim sendo, o Tempo-Padrão do processo de Retocagem Normal foi calculado a partir do Tempo-Padrão de cada subprocesso multiplicado pela % de ocorrência de cada um.

O Tempo-Padrão do processo de Retocagem Tip-Top foi calculado através da equação 2:

$$\begin{aligned} \text{TP Retocagem Tip-Top} = & \\ & \text{TP Preparação Tip-Top} + \text{TP Tip-Top} + \text{TP Acabamento Tip-Top} = \\ & (\% \text{ Ocorr} \times \text{TP RTT\_Pre\_Remoção} + \% \text{ Ocorr} \times \text{TP RTT\_Pre\_Raspagem}) + (\% \text{ Ocorr} \times \text{TP} \\ & \text{RTT\_TT\_Preenchimento} + \% \text{ Ocorr} \times \text{TP RTT\_TT\_Molde}) + (\% \text{ Ocorr} \times \text{TP} \\ & \text{RTT\_Acab\_Raspagem} + \% \text{ Ocorr} \times \text{TP RTT\_Acab\_Direto}) \end{aligned} \quad (2)$$

Os processos BCD e Raspagem, ao contrário dos processos anteriores, apresentam sempre, no seu ciclo produtivo, as mesmas tarefas, não existindo assim, subprocessos nestes processos. Posto isto, os Tempos-Padrão destes processos, foram calculados a partir do somatório dos Tempos-Normal de cada tarefa, acrescentado de Fadiga, Necessidades Pessoais e Perturbações.

Nestes processos existem tarefas de transporte, em que o operador transporta o(s) pneu(s) com ou sem carro de transporte. Os tempos de transporte foram determinados analiticamente a partir do *layout* oficial da zona de trabalho e da velocidade de transporte retirada das filmagens efetuadas. A Figura 29 apresenta o *layout* da zona de trabalho da Retocagem por BCD e da Retocagem por Raspagem, e os trajetos que foram desenhados (linhas verdes) para obter as distâncias reais percorridas pelos operadores nas tarefas de transporte.

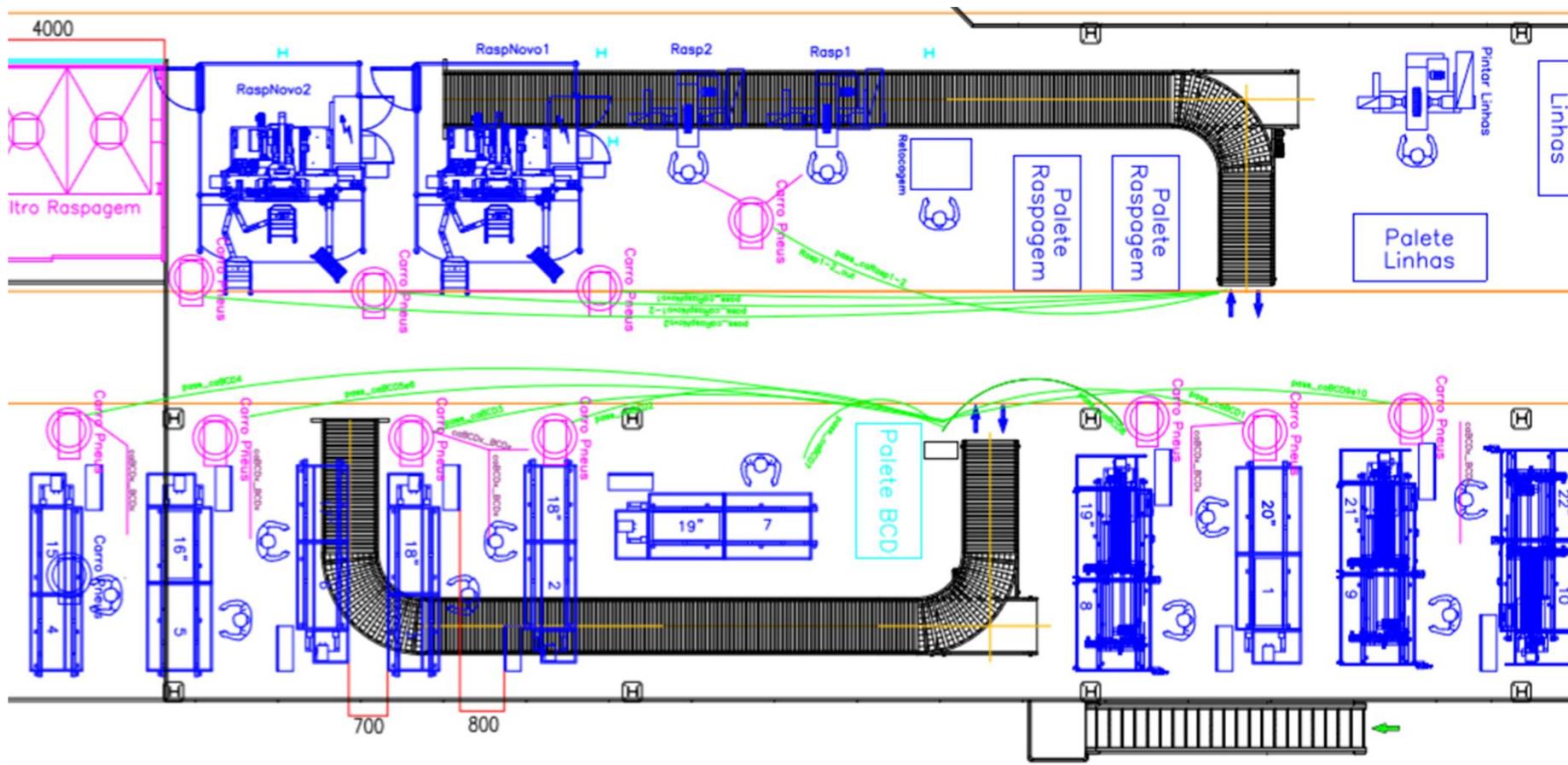


Figura 29 – Layout da zona de trabalho da Recuperação por BCD e por Raspagem.

### 3.6 Determinação dos Tempos-Padrão

#### 3.6.1 Determinação do Tempo-Padrão da Retocagem Normal

Os tempos recolhidos e compostos a partir das cronometragens de cada subprocesso da Retocagem Normal, e que se encontram expostos no Apêndice A, originaram um determinado número de ciclos por subprocesso, considerado para a análise estatística dos mesmos. A análise estatística efetuada a cada um dos subprocessos apresenta-se na Tabela 24, e a determinação do erro real para cada um deles na Figura 30.

Tabela 24 – Análise Estatística dos tempos recolhidos para o processo Retocagem Normal.

Processo	Subprocesso	N. ciclos	Valor médio (min)	Var. (min <sup>2</sup> )	Desv. Padrão (min)	Grau. Var. (%)	Área de Fiabilidade			Área de Fiabilidade	
							Nível de confiança 95% Erro 10%			Nível de confiança Erro (%)	
							Erro real (%)	Erro Previsto (%)	N. ciclos nec.	Nível de confiança (%)	Erro (%)
Retocagem Normal	RN_P	40	10,40	11,22	3,35	32,21	9,8	10			
	RN_TT	29	10,10	5,02	2,24	22,18	8,1	10			
	RN_RN_Ex_T_1	30	32,50	77,43	8,79	27,05	9,5	10			
	RN_RN_Ex_T_2	30	50,10	192,51	13,88	27,70	9,6	10			
	RN_RN_Ex_T_3	2	94,50	4,50	2,12	2,24	-	10			
	RN_RN_Ex_O_1	40	28,98	84,07	9,17	31,64	9,7	10			
	RN_RN_Ex_O_2	28	43,97	132,04	11,49	26,13	9,5	10			
	<b>RN_RN_Ex_O_3</b>	<b>11</b>	<b>59,82</b>	<b>550,40</b>	<b>23,46</b>	<b>39,22</b>	-	<b>10</b>	<b>59</b>	<b>95</b>	<b>24</b>
	RN_RN_Ex_Pa_1	32	24,31	47,57	6,89	28,34	9,8	10			
	<b>RN_RN_Ex_Pa_2</b>	<b>15</b>	<b>32,87</b>	<b>79,70</b>	<b>8,93</b>	<b>27,16</b>	-	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>95</b>	<b>14</b>
	RN_RN_Ex_Pa_3	1	-	-	-	-	-	10	-	-	-
	RN_RN_Ex_Pi_1	23	27,52	42,53	6,52	23,69	9,6	10			
	RN_RN_In_Pa_1	2	20,50	264,50	16,26	79,32	-	10	294	70	60
	RN_RN_In_Caln_1	2	25,00	18,00	4,24	16,96	-	10	11	95	24

O subprocesso RN\_Ex\_Pa\_3 só ocorreu uma vez, pelo que não existe análise estatística associada a este subprocesso, e o tempo recolhido dessa única ocorrência foi o tempo considerado representativo do mesmo.

Não se obteve validação estatística para o nível de confiança e erro estabelecidos nos subprocessos RN\_Ex\_O\_3, RN\_Ex\_Pa\_2, RN\_Ex\_Pa\_3, RN\_In\_Pa\_1 e RN\_In\_Caln\_1 (assinalados a cinzento na tabela), sendo necessária a consideração de mais 59, 29, 294 e 11 ciclos, respetivamente, para cada um dos subprocessos.

Para os restantes subprocessos, já com uma dimensão de amostra maior, obteve-se validação estatística para o nível de confiança 95% e erro 10%.

De um modo geral, tendo em conta todos os subprocessos considerados, foi obtida uma validação estatística no estudo de tempos da Retocagem Normal em 64,29% dos seus

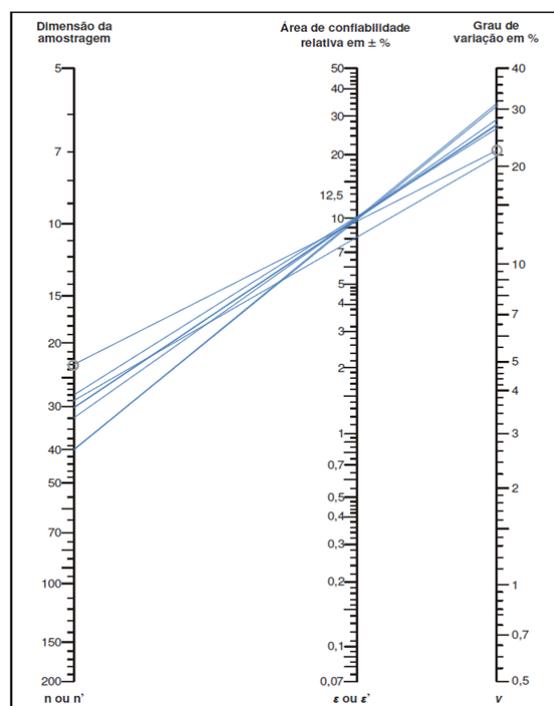


Figura 30 – Determinação do erro real da validação estatística efetuada aos processos de Retocagem Normal.

subprocessos, para um nível de confiança 95% e erro 10%. Com exceção do subprocesso RN\_In\_Pa\_1, que apenas apresenta validação estatística para um nível de confiança 70% e erro 60%, todos os restantes subprocessos da Retocagem Tip-Top apresentam validação para um nível de confiança 95% e erro 24%.

Cada subprocesso da Retocagem Normal foi sujeito à determinação da Fadiga associada, segundo a utilização das tabelas apresentadas no Anexo I. Os valores considerados para cada categoria envolvida na determinação do valor final de Fadiga, assim como o valor final de Fadiga determinado para cada subprocesso, encontram-se apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 – Determinação da % Fadiga para os subprocessos da Retocagem Normal.

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total Pontos	Conversão % Fadiga
RN_P	8	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	28	15
RN_TT	8	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	28	15
RN_RN_Ex_T_1	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_T_2	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_T_3	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_O_1	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_O_2	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_O_3	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_Pa_1	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_Pa_2	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_Pa_3	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_Ex_Pi_1	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_In_Pa_1	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14
RN_RN_In_Caln_1	7	6	0	0	1	3	5	2	1	0	0	0	1	0	1	27	14

A Tabela 26 apresenta as perturbações do processo detetadas e extraídas das filmagens efetuadas. Foi registada a descrição da perturbação, o tempo que a mesma demorou, e foi obtida a % perturbação com base no tempo das filmagens consideradas. Para um período de observação de 4,18 h, obteve-se um valor de 4,22% de Perturbações.

Sendo a Retocagem Normal um processo maioritariamente manual, está naturalmente sujeito a um valor considerável de perturbações. Nesse sentido, foi aplicado um fator de 5%. Este é um valor conservador, ainda assim, mas superior ao valor de 4,22% obtido pelas filmagens, pelos motivos referidos acima.

Tabela 26 – Determinação das Perturbações do processo Retocagem Normal.

Vídeo	Tempo vídeo (s)	Módulo	Descrição da Perturbação	Tempo (s)
F1	927	2	Conversar com colega do módulo do lado	3
			Conversar com colega do módulo do lado	39
			Conversar com colega do módulo do lado	5
			Observar quem está a passar perto da zona de trabalho	3
			Conversar com operador que aparece no módulo	133
			Operador aproveita e passa ar comprimido pelo corpo inteiro escusadamente	9
			Conversar com colega do módulo do lado	25
			Ajuste da cabeça da ferramebta de raspagem	23
			Conversar com colega do módulo do lado	4
			Conversar com colega do módulo do lado	27
F2	710	3	Conversar com colega do módulo do lado	5
			Falar com um operador	5
			Operador não consegue largar o pneu no tapete por existir lá um parado a obstruir o fluxo (tapete parado).	3
F3	1124	2	Organizar ferramentas na bancada de trabalho RET	14
F4	564	2	Observar quem está a passar perto da zona de trabalho	3
F4	785	3	Operador vai resolver pneus que estão parados na passadeira	15
			Conversar com colega do módulo do lado	10
F5	1129	2	-	0
			Conversar com operador	59
			Conversar com operador	20
			Obervar quem está a passar perto da zona de trabalho	8
			Conversar com operador	24
			Deixa cair o pneu	3
			Obervar quem está a passar perto da zona de trabalho	3
			Conversar com colega do módulo do lado	11
Conversar com operador	4			
F5	1129	3	Conversar com colega do módulo do lado	24
F5	1129	3	Conversar com operador	17
F6	862	2	-	0
F7	1120	2	Conversar com operador	39
F8	368	2	Conversar com operador	42
			Cumprimentar operador que passa (tira as luvas, coloca as luvas)	8
F9	1122	2	-	0
F10	278	2	-	0
F12	1122	2	Conversar com colega do módulo do lado	6
			Cumprimentar operador que passa (tira as luvas, coloca as luvas)	7
F12	1128	3	-	0
F14	509	2	Conversar com operador da qualidade	35
F17	1055	2	-	0
<b>Tempo Total de Observação (h)</b>				4,18
<b>Número de Observações</b>				33
<b>Tempo total das Perturbações (min)</b>				11
<b>% Perturbações</b>				4,22%

Tal como mencionado anteriormente, no subcapítulo da metodologia adotada para determinar os Tempos-Padrão, determinou-se a % de Ocorrência de cada subprocesso da Retocagem Normal para o cálculo do Tempo-Padrão. A determinação da % de Ocorrência encontra-se apresentada no Apêndice F.

Tabela 27 - Determinação do Tempo-Padrão da Retocagem Normal.

SubProcesso	Correções/Complementos					TP (s)	% Ocorrência
	TN (s)	Fadiga (%)	Nec. Pessoais (%)	Perturbações (%)	Total (%)		
RN_P	10,33	15	6	5	26	13,01	16,60%
RN_TT	10,78	15	6	5	26	13,58	9,69%
RN_RN_Ex_T_1	32,42	14	6	5	25	40,52	16,98%
RN_RN_Ex_T_2	50,13	14	6	5	25	62,67	3,90%
RN_RN_Ex_T_3	83,10	14	6	5	25	103,88	0,50%
RN_RN_Ex_O_1	28,61	14	6	5	25	35,76	20,63%
RN_RN_Ex_O_2	43,31	14	6	5	25	54,13	7,04%
RN_RN_Ex_O_3	59,65	14	6	5	25	74,56	0,63%
RN_RN_Ex_Pa_1	24,02	14	6	5	25	30,03	19,25%
RN_RN_Ex_Pa_2	33,03	14	6	5	25	41,29	2,39%
RN_RN_Ex_Pa_3	41,93	14	6	5	25	52,41	0,13%
RN_RN_Ex_Pi_1	27,40	14	6	5	25	34,25	1,76%
RN_RN_In_Pa_1	28,22	14	6	5	25	35,27	0,25%
RN_RN_In_Caln_1	25,00	14	6	5	25	31,25	0,25%
<b>Tempo-Padrão Retocagem Normal (s)</b>						<b>32,59</b>	
<b>Tempo-Padrão Retocagem Normal (min/pneu)</b>						<b>0,543</b>	

A % de Ocorrência determinada de cada subprocesso, vem fornecer maior significância aos subprocessos que ocorrem mais vezes, como principais contribuidores para a formulação do Tempo-Padrão do processo. Tal como se pode observar na Tabela 27, os subprocessos que não obtiveram validação estatística com um nível de confiança de 95% e erro 10%, também são aqueles que apresentam a % Ocorrência mais baixa, tornando dessa forma menos relevante a não validação obtida para esses níveis. O Tempo-Padrão determinado do processo Retocagem Normal foi 0,543 min/pneu (ver Tabela 27).

### 3.6.2 Determinação do Tempo-Padrão da Retocagem TIP-TOP

Os tempos recolhidos e compostos a partir das cronometragens de cada subprocesso da Retocagem Tip-Top, e que se encontram expostos no Apêndice B, originaram um determinado número de ciclos por subprocesso, considerado para a validação estatística dos mesmos. A análise estatística efetuada a cada um dos subprocessos apresenta-se na Tabela 28, e a determinação do erro real para cada um deles na Figura 31.

Tabela 28 - Análise Estatística dos tempos recolhidos para o processo Retocagem Tip-Top.

Processo	Subprocesso	N. ciclos	Valor médio (min)	Var. (min <sup>2</sup> )	Desv. Padrão (min)	Grau. Var. (%)	Área de Fiabilidade Nível de confiança 95% Erro 10%			Área de Fiabilidade	
							Erro real (%)	Erro Previsto (%)	N. ciclos nec.	Nível de confiança (%)	Erro (%)
Retocagem Tip-Top	RTT_Pre_Remoção	8	34,25	39,93	6,319	18,45	-	10	13	95	13
	RTT_Pre_Raspagem	33	26,94	50,56	7,11	26,39	9,1	10			
	RTT_TT_Preenchimento	52	54,73	393,8	19,85	36,27	9,6	10			
	RTT_TT_Molde	34	63,88	354,4	18,83	29,48	9,5	10			
	RTT_Acab_Raspagem	31	21,81	38,63	6,22	28,52	9,9	10			
	RTT_Acab_Direto	28	8,14	14,28	3,77	46,30	-	10	82	95	18

Para o nível de confiança 95% e erro relativo 10% estabelecidos, não se obteve validação estatística nos subprocessos RTT\_Pre\_Remocão e RTT\_Acab\_Direto, sendo necessária a consideração de mais 5 e 34 ciclos, respetivamente, para cada um deles. Caso se considere um erro de 13% e 18%, respetivamente, para os subprocessos não validados, já se garante validação estatística de todos os subprocessos.

Foi obtida validação estatística com um nível de confiança 95% e erro 10%, no estudo de tempos da Retocagem Tip-Top, em 66,67% dos seus subprocessos. Uma validação estatística em 100% dos subprocessos da Retocagem Tip-Top é obtida para um nível de confiança 95% e erro 18%.

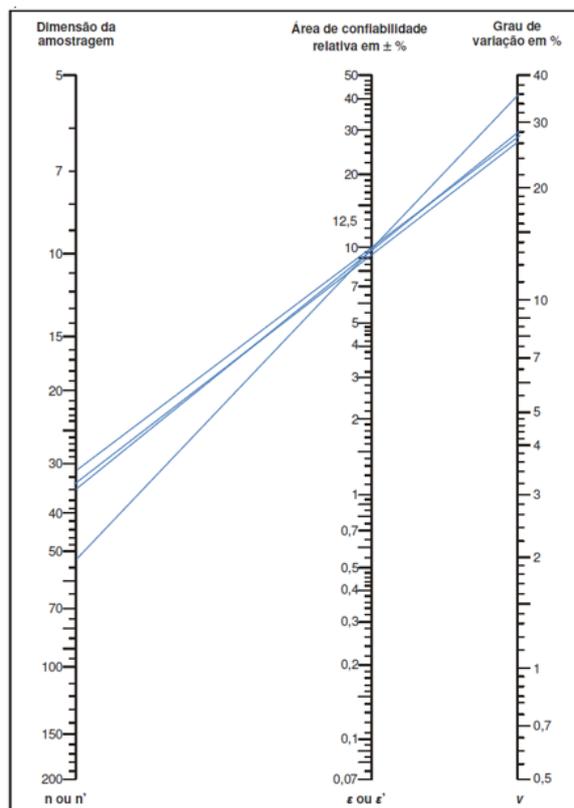


Figura 31 – Determinação do erro real da validação estatística efetuada ao processo de Retocagem *Tip-Top*.

Cada subprocesso da Retocagem Tip-Top foi sujeito à determinação da Fadiga associada, segundo a utilização das tabelas apresentadas no Anexo I. Os valores considerados para cada categoria envolvida na determinação do valor final de Fadiga, assim como o valor final de Fadiga determinado para cada subprocesso, encontram-se apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 - Determinação da % Fadiga para os subprocessos da Retocagem Tip-Top.

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total Pontos	Conversão %
RTT_Pre_Remocão	7	6	0	0	1	3	3	4	1	0	0	0	0	0	1	26	14
RTT_Pre_Raspagem	7	6	0	0	1	3	3	4	1	0	0	0	0	0	1	26	14
RTT_TT_Preenchimento	7	6	0	0	1	5	3	4	1	0	0	0	0	0	1	28	15
RTT_TT_Molde	7	6	0	0	1	5	3	4	1	0	0	0	0	0	1	28	15
RTT_Acab_Rasp	7	6	0	0	1	3	3	4	1	0	0	0	0	0	1	26	14
RTT_Acab_Direto	7	6	0	0	1	3	3	4	1	0	0	0	0	0	1	26	14

Sendo também a Retocagem Tip-Top um processo maioritariamente manual, foi aplicado um fator de Perturbações de 5%. À semelhança do realizado para a Retocagem Normal, determinou-se a % de Ocorrência de cada subprocesso da Retocagem Tip-Top para o cálculo do Tempo-Padrão (Apêndice F).

Tabela 30 - Determinação do Tempo-Padrão da Retocagem Tip-Top.

SubProcesso	TN	Fadiga (%)	Nec. Pessoais (%)	Perturbações (%)	Total (%)	TP (s)	% Ocorrência
RTT_Pre_Remocão	33,84	14	6	5	25	42,30	6,99%
RTT_Pre_Raspagem	26,92	14	6	5	25	33,65	93,01%
RTT_TT_Preenchimento	54,95	15	6	5	25	69,24	67,01%
RTT_TT_Molde	63,45	15	6	5	25	79,95	32,99%
RTT_Acab	21,73	14	6	5	25	27,16	72,27%
RTT_Acab_Direto	8,56	14	6	5	25	10,70	27,73%
<b>Tempo-Padrão Retocagem Tip-Top (min/pneu)</b>						<b>2,160</b>	

Apesar de existir 10 ou 15 min de ciclo de máquina neste processo, devido ao número de máquinas TIP-TOP existentes, o tempo-padrão do operador dita o Tempo-Padrão deste processo, 2,160 min/pneu (ver Tabela 30).

### 3.6.3 Determinação do Tempo-Padrão do BCD

Os tempos recolhidos e compostos a partir das cronometragens de cada tarefa do processo BCD, e que se encontram expostos no Apêndice C, originaram um determinado número de ciclos por tarefa, considerado para a validação estatística das mesmas. A análise estatística efetuada aos tempos de cada uma das tarefas apresenta-se na Tabela 31, e a determinação do erro real para cada uma delas na Figura 32.

Tabela 31 - Análise Estatística dos tempos recolhidos para o processo BCD.

Tarefa	Nº Ciclos	Valor médio (min)	Var. (min <sup>2</sup> )	Desvio Padrão (min)	G. Variação (%)	Área de Fiabilidade Nível de confiança 95% Erro 10%			Área de Fiabilidade	
						Erro real (%)	Erro Previsto (%)	N Ciclos nec.	Nível de confiança (%)	Erro (%)
1	36	3,28	0,89	0,94	28,80	9,4	10			
2	24	5,71	0,65	0,81	14,12	6,2	10			
3	16	5,31	1,16	1,08	20,29	9,9	10			
6_7	18	6,89	1,40	1,18	17,17	8,5	10			
8	8	22,13	2,98	1,73	7,80	6,5	10			
11	16	3,94	0,33	0,57	14,58	7,9	10			
13_14	11	4,00	0,40	0,63	15,80	9,8	10			
15	28	5,50	2,11	1,45	26,42	9,9	10			
16	41	1,95	0,35	0,59	30,24	9,2	10			

Uma vez que os tempos das tarefas de transporte foram determinados analiticamente a partir do *layout* da zona de trabalho, estas não foram consideradas nas cronometragens e, conseqüentemente, não foram consideradas na análise estatística efetuada.

Todos os tempos das tarefas do processo de BCD apresentam validação estatística com um nível de confiança 95% e erro 10%.

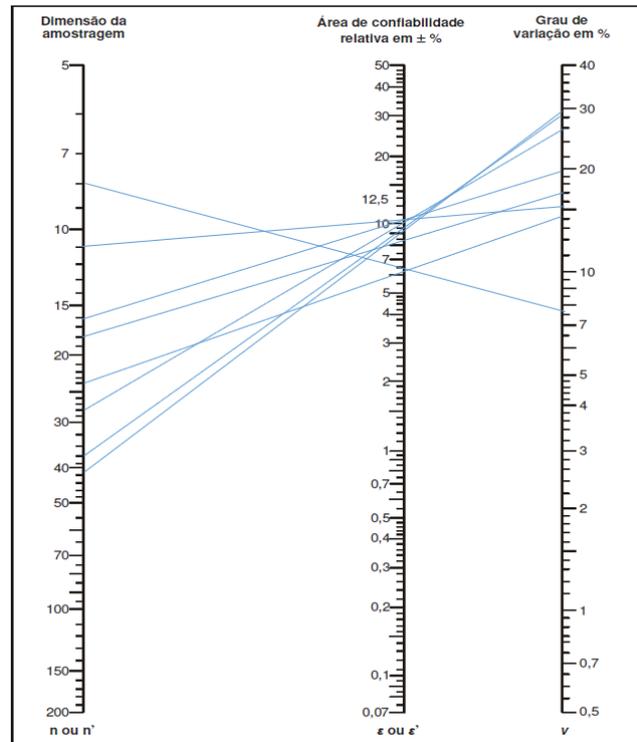


Figura 32 – Determinação do erro real da validação estatística efetuada ao processo BCD.

A Tabela 32 apresenta a compilação de todos os Tempos-Normal determinados para cada tarefa envolvida no processo de BCD, inclusive os tempos de transporte determinados analiticamente (assinalados a cinzento).

Tabela 32 - Determinação do Tempo-Normal do processo BCD.

Tarefa	Descrição	TN (s)	Pneus	TN/pneu(s)
1	Leitura do código de barras	3,27	1	3,27
2	Validação da leitura do código de barras no sistema	5,50	1	5,50
3	Pegar pneu da passadeira de alimentação BCD - Colocar pneu no respetivo carro	5,31	1	5,31
4	Levar carro carregado com pneus para junto da máquina respetiva BCD	8,80	4	2,20
		<i>t (s)</i>	<i>Distância (m)</i>	<i>V (m/s)</i>
	<i>pass_caBCD8</i>	<i>3,96</i>	<i>3,85</i>	<i>0,97</i>
	<i>pass_caBCD1</i>	<i>5,75</i>	<i>5,59</i>	
	<i>pass_caBCD9</i>	<i>8,44</i>	<i>8,21</i>	
	<i>pass_caBCD10</i>	<i>8,44</i>	<i>8,21</i>	
	<i>pass_caBCD7</i>	<i>2,87</i>	<i>2,79</i>	
	<i>pass_caBCD2</i>	<i>7,07</i>	<i>6,88</i>	
	<i>pass_caBCD3</i>	<i>9,58</i>	<i>9,31</i>	
	<i>pass_caBCD6</i>	<i>12,93</i>	<i>12,57</i>	
	<i>pass_caBCD5</i>	<i>12,93</i>	<i>12,57</i>	
	<i>pass_caBCD4</i>	<i>16,07</i>	<i>15,62</i>	
5	Pegar carro com pneus e colocar frente a máquina BCD	2,264	4	0,566
	<i>= para todos</i>	<i>t (s)</i>	<i>Distância (m)</i>	<i>V (m/s)</i>
	<i>caBCDx_BCDx</i>	<i>2,26</i>	<i>2,20</i>	<i>0,97</i>
6_7	Pegar pneu do carro e colocar na máquina BCD + Ajustar posicionamento dos pneus na máquina	6,87	1	6,87
8	Iniciar programa do ciclo de máquina	22,12	1	22,12
	<b>Tempo ciclo BCD</b>	<b>1800</b>	<b>4</b>	
9	Encostar carro vazio	2,26	4	0,566
	<i>= para todos</i>	<i>t (s)</i>	<i>Distância (m)</i>	<i>V (m/s)</i>
	<i>BCDx_caBCDx_</i>	<i>2,26</i>	<i>2,20</i>	<i>0,97</i>
10	Pegar no carro vazio e encostar junto da máquina BCD	2,264	4	0,566
	<i>= para todos</i>	<i>t (s)</i>	<i>Distância (m)</i>	<i>V (m/s)</i>
	<i>caBCDx_BCDx</i>	<i>2,26</i>	<i>2,20</i>	<i>0,97</i>
11	Pegar pneu da máquina BCD e colocar no carro	3,938	1	3,938
12	Levar carro com pneus retocados para junto da passadeira	11,072	4	2,768
		<i>t (s)</i>	<i>Distância (m)</i>	<i>V (m/s)</i>
	<i>BCD8_caBCD8 + pass_caBCD8</i>	<i>6,22</i>	<i>6,10</i>	<i>0,97</i>
	<i>BCD1_caBCD1 + pass_caBCD1</i>	<i>8,01</i>	<i>7,80</i>	
	<i>BCD9_caBCD9 + pass_caBCD9</i>	<i>10,71</i>	<i>10,40</i>	
	<i>BCD10_caBCD10 + pass_caBCD10</i>	<i>10,71</i>	<i>10,40</i>	
	<i>BCD7_caBCD7 + pass_caBCD7</i>	<i>5,13</i>	<i>5,00</i>	
	<i>BCD2_caBCD2 + pass_caBCD2</i>	<i>9,34</i>	<i>9,10</i>	
	<i>BCD3_caBCD3 + pass_caBCD3</i>	<i>11,84</i>	<i>11,50</i>	
	<i>BCD6_caBCD6 + pass_caBCD6</i>	<i>15,19</i>	<i>14,80</i>	
	<i>BCD5_caBCD5 + pass_caBCD5</i>	<i>15,19</i>	<i>14,80</i>	
	<i>BCD4_caBCD4 + pass_caBCD4</i>	<i>18,33</i>	<i>17,80</i>	
13_14	Pegar no pincel de limpeza de marcações + Pousar pincel	4,00	1	4,00
15	Limpar marcações do pneu (duas pintas vermelhas ou uma branca na parede lateral)	5,50	1	5,50
16	Pegar pneu do carro e colocar na passadeira	1,95	1	1,95

A Fadiga, neste caso, foi determinada tendo em conta a consideração do processo como um todo, ou seja, com a consideração de todas as tarefas envolvidas. Os valores considerados para cada categoria envolvida na determinação do valor final de Fadiga, assim como o valor final de Fadiga determinado, encontram-se apresentados na Tabela 33.

Tabela 33 - Determinação da % Fadiga para o processo BCD.

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total Pontos	Conversão %
BCD	8	6	0	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	23	13

A Tabela 34 apresenta a determinação do Tempo-Padrão do processo de BCD através do Tempo-Normal calculado, e da consideração de todas as correções/complementos.

Tabela 34 - Determinação do Tempo-Padrão do processo BCD.

Correções/Complementos					
TN Total (min)	Fadiga (%)	Nec. Pessoais (%)	Perturbações (%)	Total (%)	TP Total (min)
1,08	13	6	5	24	1,566

Apesar de existirem 30 min de ciclo de máquina neste processo, devido ao número BCDs existentes, o tempo-padrão do operador dita o Tempo-Padrão deste processo, 1,566 min/pneu.

### 3.6.4 Determinação do Tempo-Padrão da Raspagem

Os tempos recolhidos e compostos a partir das cronometragens de cada tarefa da Raspagem (Raspadores 1-2), e que se encontram expostos no Apêndice D, originaram um determinado número de ciclos por tarefa, considerado para a análise estatística das mesmas. A análise estatística efetuada aos tempos de cada uma das tarefas apresenta-se na Tabela 35, e a determinação do erro real para cada uma delas na Figura 33.

Tabela 35 - Análise Estatística dos tempos recolhidos para o processo Raspagem (Raspadores 1-2).

Tarefa	Nº Ciclos	Valor		Desvio		Área de Fiabilidade Grau de confiança 95% Erro 10%			Área de Fiabilidade	
		Médio (min)	Var. (min <sup>2</sup> )	Padrão (min)	G. Variação (%)	Erro real (%)	Erro Previsto (%)	N Ciclos nec.	Grau de confiança (%)	Erro (%)
2	14	8,50	2,27	1,51	17,72	9,5	10			
3	7	8,43	8,29	2,88	34,16	-	10	45	95	26
4	25	22,68	33,48	5,79	25,53	9,6	10			
5	16	2,25	0,20	0,45	19,87	9,9	10			
6	11	2,00	0,00	0,00	0,00	-	10			
8	25	2,96	0,54	0,74	24,83	9,6	10			
A	40	8,55	7,59	2,75	32,21	9,8	10			
B	28	7,43	3,81	1,95	26,28	9,9	10			

Tal como na análise estatística efetuada para os tempos do processo de BCD, as tarefas de transporte existentes neste processo não foram consideradas.

Com exceção da tarefa 3, que apresenta 7 ciclos considerados e seriam necessários 45 ciclos para obter validação estatística, todas as restantes tarefas apresentam validação estatística com um nível de confiança 95% e erro 10%, o que equivale a 87,50% das tarefas.

Relativamente aos tempos da tarefa 3, pode-se considerar uma área de fiabilidade para um nível de confiança 95% e erro 26%.

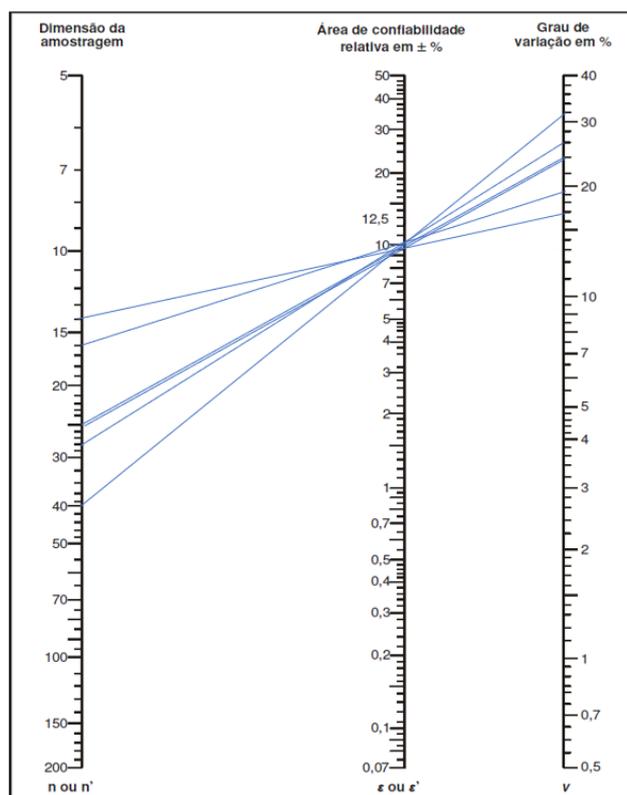


Figura 33 – Determinação do erro real da validação estatística efetuada ao processo Raspagem (Raspador 1-2).

A Tabela 36 apresenta a compilação de todos os Tempos-Normal determinados para cada tarefa envolvida no processo de Raspagem Raspadores 1-2, inclusive os tempos de transporte determinados analiticamente (assinalados a cinzento).

Tabela 36 - Determinação do Tempo-Normal do processo Raspagem (Raspadores 1 e 2).

Tarefa	Descrição	TN (s)	Pneus	TN / pneu (s)	TN/pneu (min)
1	Pegar pneu da passadeira e colocar no carro/frente da máquina	8,73	1	8,73	0,14
	<i>pass_caRasp1-2</i>	t (s)	Distância (m)	Velocidade teórica (m/s)	
		8,73	8,50	0,97	
2	Pegar pneu do carro e montar na máquina	8,50	1	8,50	0,14
3	Afinar abertura jante e incremento	8,42	1	8,42	0,14
4	Confirmar posição do sensor	22,69	1	22,69	0,37
5	Iniciar operação de raspagem	2,25	1	2,25	0,03
<b>Tempo ciclo Rasp</b>					
6	Retirar pneu da máquina	2,00	1	2,00	0,03
7	Transportar e Colocar pneu na bancada	8,73	1	8,73	0,14
	<i>Rasp1-2_out</i>	t (s)	Distância (m)	Velocidade teórica (m/s)	
		8,73	8,50	0,97	
8	Leitura código barras na bancada	2,96	1	2,96	0,04
A	Inspeccionar pneu e limpar marcações	8,55	1	8,55	0,14
B	Enviar pneu para passadeira e validar no sistema	7,42	1	7,42	0,12

A Fadiga foi determinada para o processo. Os valores considerados para cada categoria envolvida na determinação do valor final de Fadiga, assim como o valor final de Fadiga determinado, encontram-se apresentados na Tabela 37.

Tabela 37 - Determinação da % Fadiga para o processo Raspagem (Raspadores 1-2).

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total Pontos	Conversão %
Raspador 1-2	8	6	0	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	23	13

A Tabela 38 apresenta a determinação do Tempo-Padrão, através do Tempo-Normal calculado e da consideração de todas as correções/complementos. Para este processo, também foi considerado um valor de 5% de Perturbações.

Tabela 38 – Determinação do Tempo-Padrão do processo Raspagem (Raspadores 1-2).

Correções/Complementos					
TN Total (min)	Fadiga (%)	Nec. Pessoais (%)	Perturbações (%)	Total (%)	TP Total (min)
1,338	13	6	5	24	1,659

O Tempo-Padrão determinado do processo de Raspagem referente aos Raspadores 1-2 foi 1,659 min/pneu.

Os tempos recolhidos e compostos a partir das cronometragens de cada tarefa da Raspagem (Raspadores Novos 1-2), e que se encontram expostos no Apêndice E, originaram um determinado número de ciclos por tarefa, considerado para a análise estatística das mesmas. A análise estatística efetuada aos tempos de cada uma das tarefas apresenta-se na Tabela 39, e a determinação do erro real para cada uma delas na Figura 34.

Tabela 39 - Análise Estatística dos tempos recolhidos para o processo Raspagem (Raspadores Novos 1-2).

Tarefa	Nº Ciclos	Valor médio (min)	Var. (min <sup>2</sup> )	Desvio Padrão (min)	G. Variação (%)	Área de Fiabilidade Grau de confiança 95% Erro 10%			Área de Fiabilidade	
						Valor real (%)	Valor Previsto (%)	N Ciclos nec.	Grau de confiança (%)	Erro (%)
2	18	3,67	0,59	0,77	20,92	9,9	10			
3	8	1,75	0,50	0,71	40,57	-	10	62	95	28
4	11	4,00	0,40	0,63	15,80	10	10			
5	5	3,00	0,00	0,00	0,00		10			
6	14	15,29	3,91	1,98	12,94	7,6	10			
7	16	4,75	0,60	0,78	16,32	8,4	10			
8	21	12,24	7,69	2,77	22,66	9,8	10			
9	15	13,87	3,41	1,85	13,31	7,6	10			
A	40	8,55	7,59	2,75	32,21	9,8	10			
B	28	7,43	3,81	1,95	26,28	9,9	10			

Com exceção da tarefa 3, que apresenta 8 ciclos considerados e seriam necessários 62 ciclos para obter validação estatística, todas as restantes tarefas apresentam validação estatística com um nível de confiança 95% e erro 10%, o que equivale a 90% das tarefas.

Relativamente aos tempos da tarefa 3, pode-se considerar uma área de fiabilidade para um nível de confiança 95% e erro 28%.

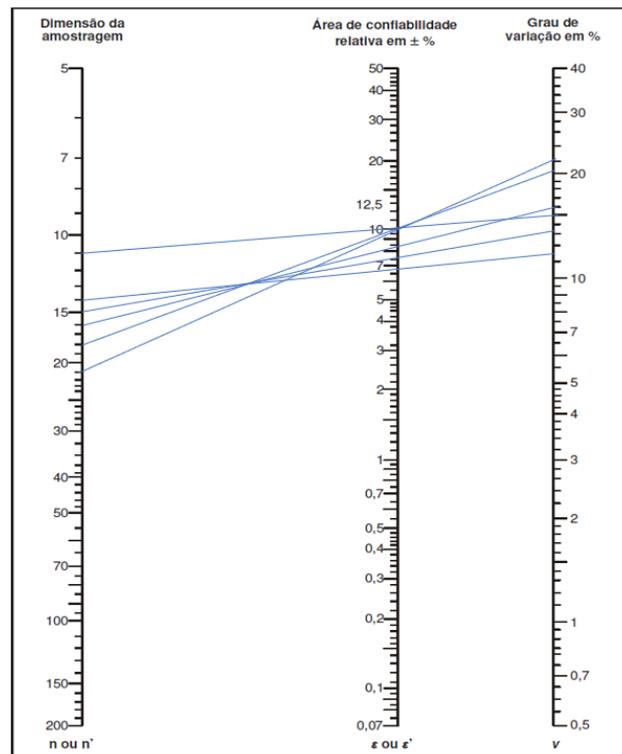


Figura 34 – Determinação do erro real da validação estatística efetuada ao processo Raspagem (Raspador Novo 1-2).

A Tabela 40 apresenta a compilação de todos os Tempos-Normal determinados para cada tarefa envolvida na Raspagem Raspadores Novos 1-2, inclusive os tempos de transporte determinados analiticamente (assinalados a cinzento).

Tabela 40 - Determinação do Tempo Normal da Raspagem (Raspadores Novos 1 e 2).

Tarefa	Descrição	TN (s)	Pneus	TN/pneu (s)	TN/pneu (min)
1	Pegar Pneu da passadeira e colocar no carro/frente da máq	15,02	1	15,02	0,25
		t (s)	Distância (m)	Velocidade teórica (m/s)	
		11,04	10,73	0,97	
		15,20	14,78		
	<i>pass_caRaspNovo1</i>	18,83	18,30		
	<i>pass_caRaspNovo1-2</i>				
	<i>pass_caRaspNovo2</i>				
2	Pegar pneu do carro/chão e colocar no braço do Raspador	3,66	1	3,66	0,06
3	Validar no sistema	1,75	1	1,75	0,02
4	Leitura código barras	4,00	1	4,00	0,06
5	Validar no sistema novamente	3,00	1	3,00	0,05
6	Conduzir braço do Raspador até colocar pneu no Raspador - conduzir braço para posição inicial	15,28	1	15,28	0,25
7	Iniciar operação de raspagem	4,75	1	4,75	0,07
<b>Tempo ciclo RaspNovo</b>					
8	Passar ar comprimido no pneu	12,23	1	12,23	0,20
9	Retirar pneu do Raspador Novo	13,86	1	13,86	0,23
10	Transportar e Colocar pneu na bancada de saída	15,02	1	15,026	0,25
		t (s)	Distância (m)	Velocidade teórica (m/s)	
		11,04	18,30	0,97	
		15,20			
	<i>RaspNovo1_out</i>	18,83			
	<i>RaspNovo1-2_out</i>				
	<i>RaspNovo2_out</i>				
A	Inspecionar pneu e limpar marcações	8,55	1	8,55	0,14
B	Enviar pneu para passadeira e validar no sistema	7,42	1	7,42	0,12

A Fadiga foi determinada para o processo, e o Tempo-Padrão foi determinado através do Tempo-Normal calculado e da consideração de todas as correções/complementos. Para este processo, também foi considerado um valor de 5% de Perturbações. As Tabelas 41 e 42 apresentam os respetivos valores.

Tabela 41 - Determinação da % Fadiga para o processo Raspagem (Raspadores Novos 1-2).

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total Pontos	Conversão %
Raspador Novo 1-2	3	6	0	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	18	12

Tabela 42 - Determinação do Tempo-Padrão do processo Raspagem (Raspadores Novos 1-2).

<b>Correções/Complementos</b>					
TN Total (min)	Fadiga (%)	Nec. Pessoais (%)	Perturbações (%)	Total (%)	TP (min)
1,743	12	6	5	23	2,144

O Tempo-Padrão determinado do processo de Raspagem referente aos Raspadores Novos 1-2 foi 2,144 min/pneu.

### 3.7 Determinação do número de máquinas que podem ser associadas ao operador

Neste subcapítulo, pretende-se calcular o número de máquinas que podem ser associadas a um operador nos processos de Retocagem TIP-TOP, BCD e Raspagem, utilizando para isso os tempos-padrão determinados e apresentados anteriormente. O processo de Retocagem Normal não foi considerado para efetuar este cálculo, já que não existe tempo de ciclo de máquina associado a este processo, e todas as tarefas do operador neste processo são realizadas de modo contínuo nos Módulos de Retocagem Normal.

Tabela 43 – Cálculo do número de TIP-TOPs que podem ser associadas a um operador.

<b>Número de operadores alocados ao processo Retocagem TIP-TOP</b>	<b>1</b>
<b>Número de pneus/Tip-Top</b>	<b>1</b>
<b>Tempo do turno (min)</b>	<b>440</b>
<b>Tempo-ciclo da máquina TIP-TOP (min)</b>	<b>12,5</b>
<b>Tempo-máquina (min)</b>	<b>1,2</b>
<b>Tempo-máquina total (min)</b>	<b>13,7</b>
<b>Número de pneus que podem ser retocados num turno com um operador/TIP-TOP</b>	<b>32</b>
<b>Capacidade do operador (Número de pneus/turno)</b>	<b>203</b>
<b>Número de TIP-TOP's que podem ser associados a um operador</b>	<b>6</b>

Tendo em conta o tempo-padrão determinado para o processo de Retocagem TIP-TOP, foi calculado que um operador, durante um turno, tem capacidade para trabalhar com 6 máquinas TIP-TOPs (Tabela 43).

Tabela 44 – Cálculo do número de BCDs que podem ser associados a um operador.

<b>Número de operadores alocados ao processo BCD</b>	<b>1</b>
<b>Número de pneus/BCD</b>	<b>4</b>
<b>Tempo do turno (min)</b>	<b>440</b>
<b>Tempo-ciclo BCD (s)</b>	<b>1800</b>
<b>Tempo-máquina total (s)</b>	<b>1865</b>
<b>Tempo-máquina (min)</b>	<b>31,1</b>
<b>Número de pneus que podem ser recuperados num turno com um operador/BCD</b>	<b>56</b>
<b>TP processo BCD (min/pneu)</b>	<b>1,566</b>
<b>Capacidade do operador (Número de pneus/turno)</b>	<b>281</b>
<b>Número de BCDs que podem ser associados a um operador</b>	<b>5</b>

Para o processo BCD, apurou-se que um operador, durante um turno, tem capacidade para trabalhar com 5 BCDs (Tabela 44).

Tabela 45 – Cálculo do número de Raspadores que podem ser associados a um operador.

<b>Número de operadores alocados ao processo Raspagem</b>	<b>1</b>
<b>Número de pneus/Raspador</b>	<b>1</b>
<b>Tempo do turno (min)</b>	<b>440</b>
<b>Tempo-ciclo Rasp 1 (min)</b>	<b>2,46</b>
<b>Tempo-máquina total Rasp 1 (min)</b>	<b>3,2</b>
<b>Tempo-ciclo Rasp 2 (min)</b>	<b>2,66</b>
<b>Tempo-máquina total Rasp 2 (min)</b>	<b>3,4</b>
<b>Tempo-ciclo RaspNovo1 (min)</b>	<b>3,60</b>
<b>Tempo-máquina total RaspNovo1 (min)</b>	<b>4,6</b>
<b>Tempo-ciclo RaspNovo2 (min)</b>	<b>3,60</b>
<b>Tempo-máquina total RaspNovo2 (min)</b>	<b>4,6</b>
<b>Número de pneus que podem ser recuperados num turno com um operador/Raspador</b>	<b>111</b>
TP processo Raspagem Rasp 1 min/pneu	1,659
TP processo Raspagem Rasp 2 min/pneu	1,659
TP processo Raspagem RaspNovo1 min/pneu	2,144
TP processo Raspagem RaspNovo2 min/pneu	2,144
<b>Capacidade do operador (Número de pneus/turno)</b>	<b>231</b>
<b>Número de Raspadores que podem ser associados a um operador</b>	<b>2</b>

Para o processo Raspagem, tal como a Tabela 45 indica, determinou-se que um operador, por turno, tem capacidade para trabalhar com 2 Raspadores.

### 3.8 Análise do histórico de pneus recuperados

Foram recolhidos dados históricos dos processos de recuperação de pneus (Apêndice G) com o objetivo de analisar a ocupação/eficiência dos mesmos, considerando os tempos-padrão calculados.

A partir dos dados recolhidos, foi obtido o tempo total real mensal da produção. A partir do Tempo-Padrão determinado de cada processo, calculou-se o tempo total teórico mensal da produção e, com isso, foi determinado um rácio do processo, em cada mês, entre tempo teórico e tempo real, que permitirá realizar uma análise ao histórico da produção. Esta análise, numa primeira fase, permite uma perceção rápida relativamente ao enquadramento do tempo-padrão obtido na realidade do processo em causa. Analisando com maior detalhe, permite determinar o rácio entre o tempo real e o tempo teórico, interpretar o desvio e identificar potenciais causas para o mesmo.

As Figuras 35, 36, 37 e 38 apresentam a análise realizada aos quatro processos considerados.

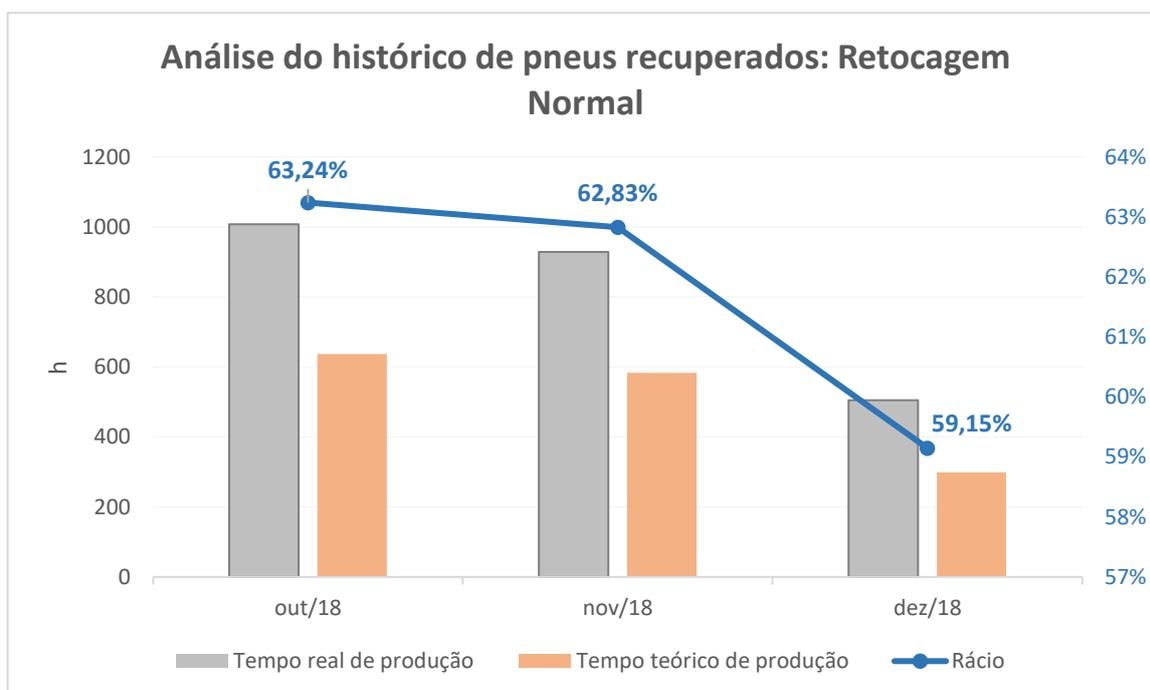


Figura 35 – Análise do histórico de pneus recuperados: Retocagem Normal.

Relativamente ao processo de Retocagem Normal (Figura 35), foram recolhidos os dados produtivos referentes aos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 2018. Em média, o processo de Retocagem Normal apresenta um rácio de 61,74%.

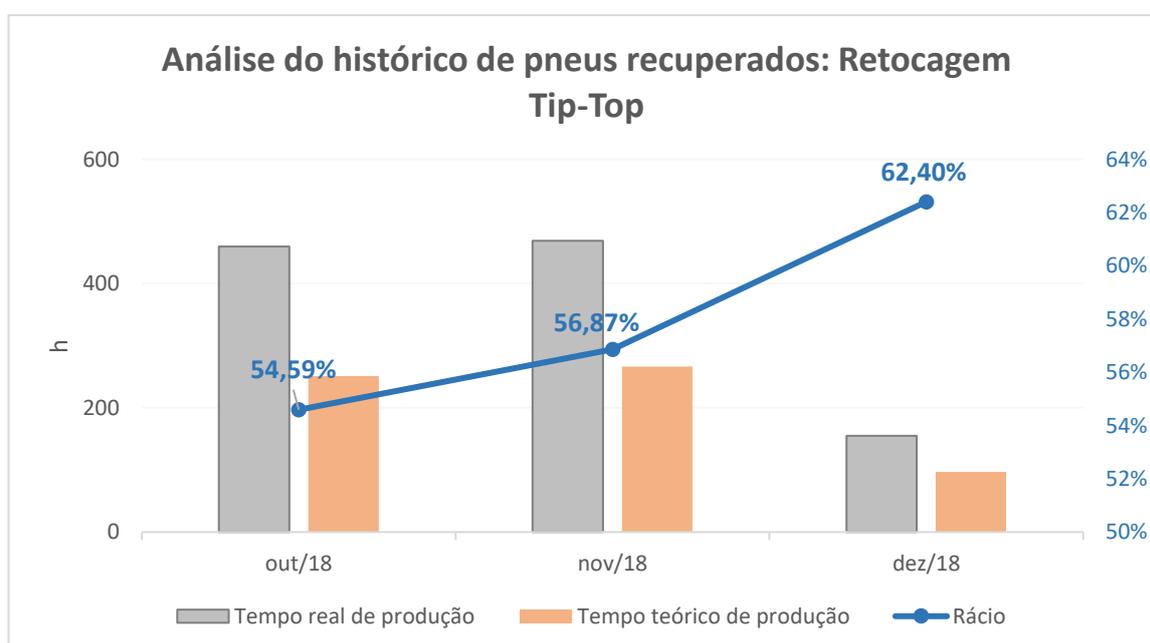


Figura 36 – Análise do histórico de pneus recuperados: Retocagem Tip-Top.

Para a análise ao processo de Retocagem Tip-Top (Figura 36), também foram recolhidos dados produtivos referentes aos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 2018. Em média, este processo apresenta um rácio de 57,95%.

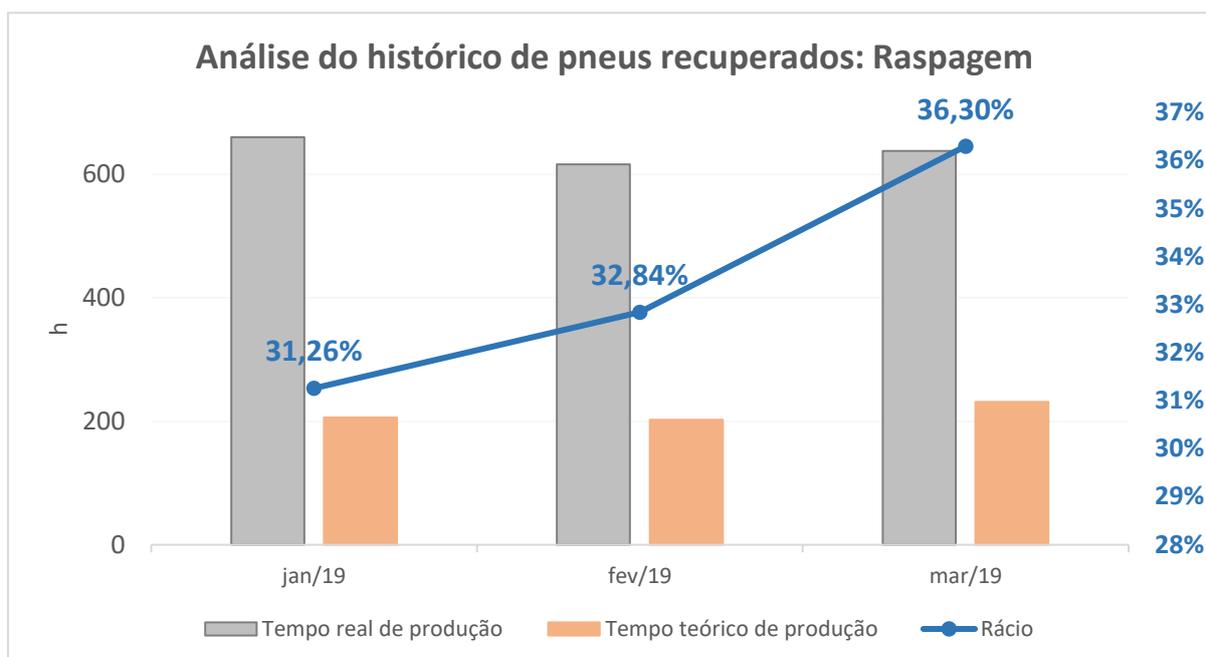


Figura 37 – Análise do histórico de pneus recuperados: Raspagem.

Para a análise ao processo Raspagem (Figura 37), foram recolhidos os dados produtivos referentes aos meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2019. Em média, este processo apresenta um rácio de 33,47%.

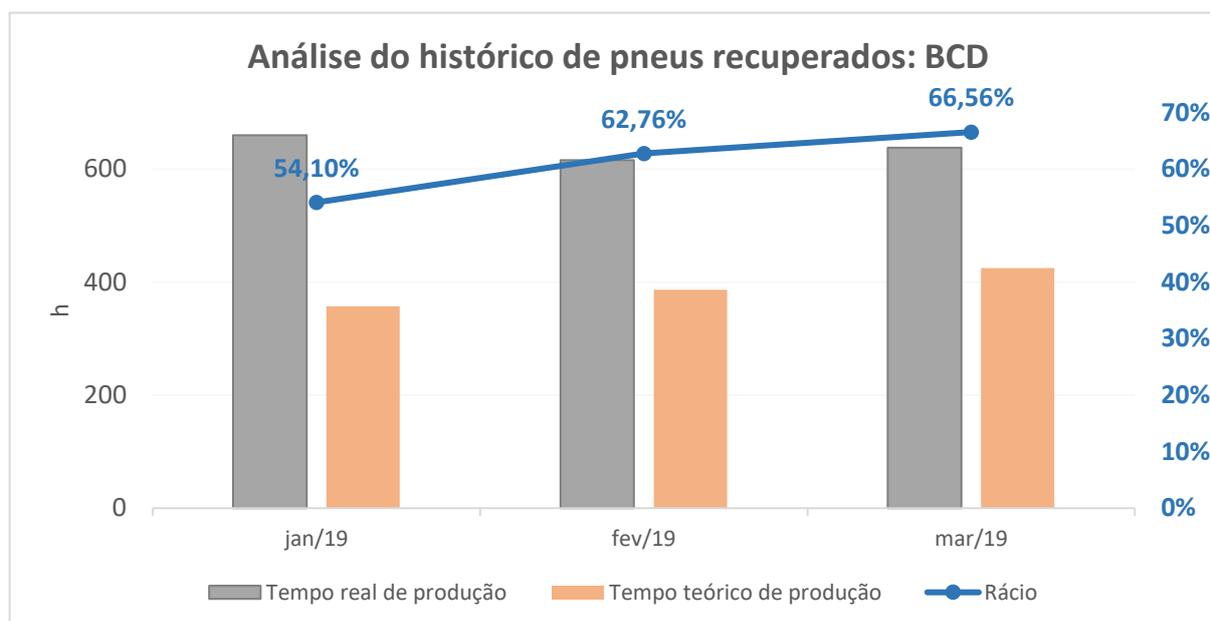


Figura 38 – Análise do histórico de pneus recuperados: BCD.

Para a análise ao processo BCD (Figura 38), foram recolhidos os dados produtivos referentes aos meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2019. Em média, este processo apresenta um rácio de 61,14%.

Analisando os rácios obtidos para estes dois processos, pode-se concluir que existe uma perda no processo de Retocagem Normal de 38,26%, no processo de Retocagem Tip-Top de 42,05%, na Raspagem de 66,53% e no BCD de 38,86%, o que significa que a mesma quantidade de

pneus poderia ter sido recuperada em menos tempo, e/ou para o mesmo período de tempo, poderiam ter sido recuperados mais pneus. Tendo em consideração estes números e a realidade captada nas filmagens, conclui-se que este desvio é devido à combinação dos seguintes fatores:

- Ineficiência dos operadores;
- Ineficiência do processo;
- Subalimentação do processo.

As ineficiências, tanto dos operadores como do processo, são um fator de grande variabilidade, ainda mais tratando-se de um processo maioritariamente manual. O fator Perturbações envolvido na determinação dos tempos-padrão de todos os processos foi igualmente 5%, mas é importante referir que este valor pode estar subestimado.

A subalimentação do processo está relacionada com o sobredimensionamento do mesmo, na medida em que é desejável uma grande capacidade de resposta em situações extremas de necessidade de recuperação de pneus. Tal como já foi explicado anteriormente nas descrições dos processos, a quantidade de pneus que chegam diariamente a todos estes processos é completamente aleatória, já que resultam da ocorrência de não uniformidades ou imperfeições visuais originadas nos processos antecedentes. Existe, portanto, uma elevada capacidade instalada em todos estes processos, facto já apurado aquando da determinação do número de máquinas que um operador consegue trabalhar, existindo em todos os processos mais máquinas do que o valor determinado. Com o intuito de averiguar com uma maior sensibilidade o sobredimensionamento dos processos, através dos dados produtivos fornecidos, foram recolhidos os 5 dias em que foram recuperados mais pneus (picos de produção) durante os respetivos 3 meses e a partir desses valores foi determinado um novo rácio de processo (Figura 39).

Em todos os processos, verifica-se um aumento do valor deste rácio médio. No que diz respeito aos valores individuais dos 5 picos considerados para este novo rácio médio, todos eles apresentam um rácio inferior a 100%, o que claramente indica o sobredimensionamento de todos os processos analisados.

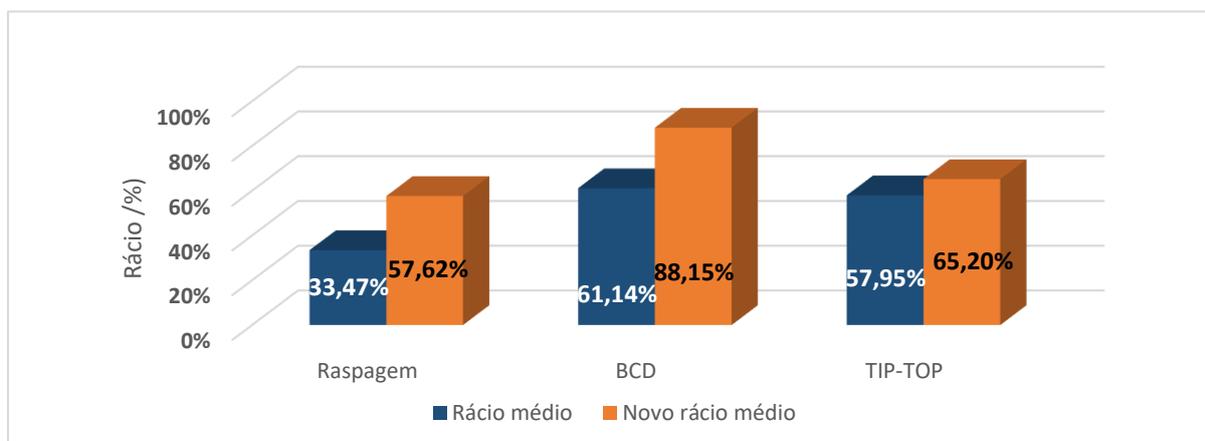


Figura 39 – Rácio dos processos Raspagem, BCD e Tip-Top para os picos de produção.



# 4 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA LIMPEZA INDUSTRIAL

4.1 Descrição do Processo de Avaliação das Limpezas Industriais

4.2 Formulação da melhoria pretendida

4.3 Desenvolvimento e implementação da solução

4.4 Análise e Apresentação dos Resultados

## 4 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DAS LIMPEZAS INDUSTRIAIS

Neste capítulo, inicialmente será apresentada a descrição do processo de Avaliação das Limpezas Industriais. Após isto, será descrita a formulação do tipo de melhoria específica que é pretendida. De seguida, será apresentado o desenvolvimento e implementação da solução encontrada e, por fim, ainda é apresentado um estudo realizado que permitiu quantificar a melhoria implementada.

### 4.1 Descrição do Processo de Avaliação das Limpezas Industriais

A Direção de Engenharia Industrial (DEI), sendo responsável pelas Limpezas Industriais, consequentemente é responsável pela definição, gestão, coordenação e concretização de todas as tarefas associadas a este processo.

Neste momento, a DEI recorre à subcontratação de uma empresa externa, que faculta diariamente um determinado número de operadores que realizam as limpezas industriais. Fica sob a alçada dos técnicos da DEI alocados a este processo, para além de outras funções, planear as necessidades diárias de mão-de-obra a solicitar à empresa externa, elaborar e definir os planos das limpezas, monitorizar a realização das limpezas e ainda efetuar a avaliação das mesmas.

Os planos das limpezas e as avaliações das mesmas, são formulados a partir de três estruturas principais, as *Checklists*, o Plano e o *Master*, que, em conjunto, formam o sistema responsável pelo planeamento e avaliação das limpezas industriais de equipamentos. A Figura 40 pretende ilustrar as ligações que existem entre as estruturas, descritas detalhadamente a seguir.

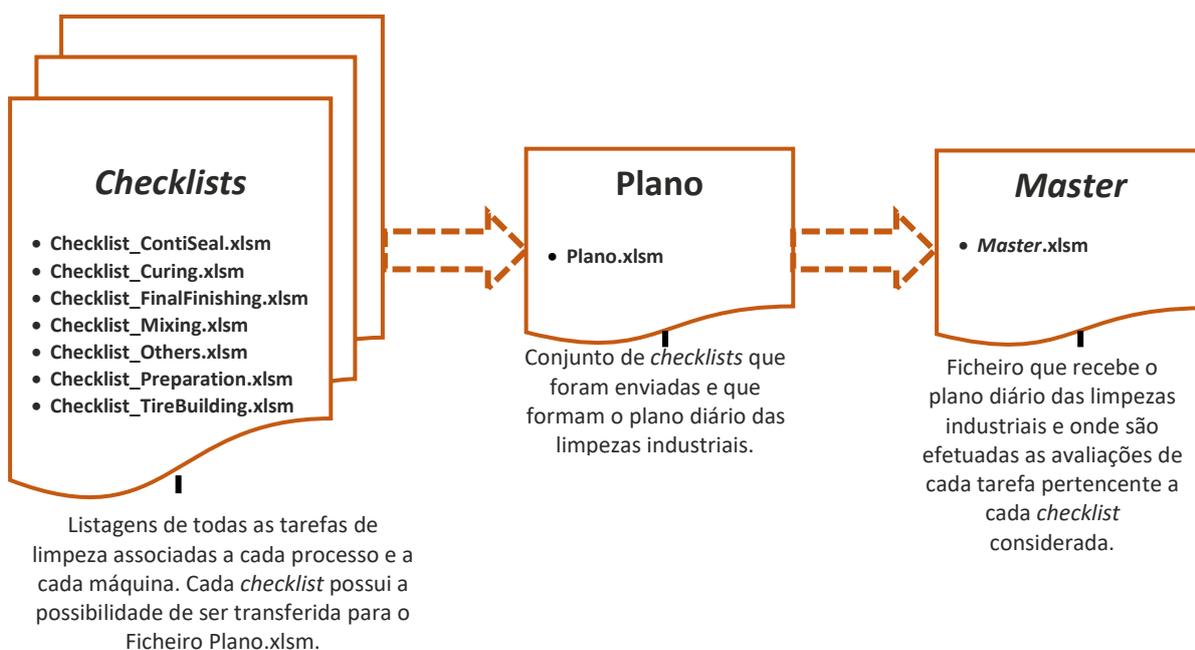


Figura 40 – Esquema representativo do sistema responsável pelo planeamento e avaliação das limpezas industriais.

As *Checklists* são as “bases de dados” do sistema. Nelas estão incorporadas as informações das Tarefas de limpeza, como a Descrição, o Tempo Previsto para as realizar, a Atividade e Zona, a Frequência com que se realizam, a Máquina onde são realizadas e a Duração estimada para a execução de todas as tarefas definidas na *Checklist*. Existe uma *Checklist* para cada Máquina, por subprocesso dos processos *ContiSeal*, *Curing*, *FinalFinishing*, *Mixing*, *Others*, *Preparation* e *TireBuilding*, um total de 637 *Checklists*. Na Figura 41 encontra-se apresentada uma *Checklist* escolhida aleatoriamente para exemplo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			DP1 - Mix 04 - Intermédia - Funcionamento >> 1,1 TLs / 8h		Plano			Máquina	04
2	Atividade	Zona	Descrição	Detalhes	T. Prev. [min]	Frequência		Tempo	8h
3	Lavagem	Centro	Exterior da cabine de insonorização do motor	Intermédia	30	Mensal			
4	Lavagem	Centro	Estrutura das caixas reductoras e motores	Intermédia	50	Mensal			
5	Lavagem	Centro	Corpo do misturador (excepto zona dos anéis) (inclui manguelras)	Intermédia	180	Mensal			
6	Lavagem	Geral	Quadros elétricos exceto zona dos comandos, botoneira e monitores	Intermédia	20	Mensal			
7	Lavagem	Geral	Teto e tubagens (zonas acessíveis)	Intermédia	120	Bimestral			
8	Lavagem	Geral	Unidades de hidráulicas e de lubrificação (inclui aparadeiras)	Intermédia	60	Mensal			
9	Lavagem	Geral	Área envolvente à máquina	Intermédia	30	Mensal			
10									
11									
12									

Figura 41 – Exemplo de uma *Checklist*.

O Plano é a estrutura intermédia do sistema que permite receber todas as *Checklists* que são consideradas para um determinado dia (ver Figuras 42 e 43). Desempenha funções como acumulador e organizador do conjunto de *Checklists* consideradas, e serve como vetor de transferência do conjunto de *Checklists* para a última estrutura do sistema, o *Master*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	@ontinental 5													
2	Atividade	Zona	Descrição	Detalhes	T. Prev.		Reset 1		Transferir Dados					
3									1	2	3	4	5	
4									6	7	8	9	10	
5									11	12	13	14	15	
6									16	17	18	19	20	
7									21	22	23	24	25	
8									26	27	28	29	30	
9									31	Reset Total				
10									Guardar					
11									Formato PDF					
12									Formato XLSM					
13														

Figura 42 – Plano antes de receber *Checklist*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	@ontinental 5		DP1 - Mix 04 - Intermédia - Funcionamento >> 1,1 TLs / 8h											
2	Atividade	Zona	Descrição	Detalhes	T. Prev.		Reset 1		Transferir Dados					
3	Lavagem	Centro	Exterior da cabine de insonorização do motor	Intermédia	30				1	2	3	4	5	
4	Lavagem	Centro	Estrutura das caixas reductoras e motores	Intermédia	50				6	7	8	9	10	
5	Lavagem	Centro	Corpo do misturador (excepto zona dos anéis) (inclui manguelras)	Intermédia	180				11	12	13	14	15	
6	Lavagem	Geral	Quadros elétricos exceto zona dos comandos, botoneira e monitores	Intermédia	20				16	17	18	19	20	
7	Lavagem	Geral	Teto e tubagens (zonas acessíveis)	Intermédia	120				21	22	23	24	25	
8	Lavagem	Geral	Unidades de hidráulicas e de lubrificação (inclui aparadeiras)	Intermédia	60				26	27	28	29	30	
9	Lavagem	Geral	Área envolvente à máquina	Intermédia	30				31	Reset Total				
10									Guardar					
11									Formato PDF					
12									Formato XLSM					
13														

Figura 43 – Plano após receber *Checklist*.

O *Master*, estrutura final do sistema (Figura 44), para além de deter outras funcionalidades, é a estrutura que possui o sistema de avaliação das limpezas industriais, e onde são efetuadas e registadas as avaliações pelos técnicos (coluna assinalada na Figura 45). As avaliações só podem ser realizadas após transferência do Plano para esta estrutura (Figura 45).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	Global																				
2						Aval.	DP	T.Prev.	T.Exec	Aval x T.Exec			DP	T.Prev.	T.Exec	Aval x T.Exec	Presenças	N.º			
3								0	0	0			DP1	0	0	0	Supervisão				
4								0	0	0			DP2	0	0	0	Encarregados				
5								0	0	0			DP3	0	0	0	TLS PLT				
6								0	0	0			DP4	0	0	0	TLS ContiSeal				
7								0	0	0			DP5	0	0	0	Extra				
8								0	0	0			CTS	0	0	0					
9								0	0	0			DEE	0	0	0					
10								0	0	0											
11								0	0	0											
12								0	0	0							Avaliações			Imprimir - Avaliar	
13								0	0	0											
14								0	0	0											
15								0	0	0											
16								0	0	0											

Figura 44 - Master antes de receber o Plano.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Global		DP1 - Mix 04 - Intermédia - Funcionamento >> 1,1 Tls / 8h																	
2	Atividade	Zona	Descrição	Detalhes	T.Prev.	Aval.	DP	T.Prev.	T.Exec	Aval x T.Exec			DP	T.Prev.	T.Exec	Aval x T.Exec	Presenças	N.º		
3	Lavagem	Centro	Exterior da cabina de insonorização do motor	Intermédia	30		DP1	30	0	0			DP1	490	0	0	Supervisão			
4	Lavagem	Centro	Estrutura das calças reductoras e motores	Intermédia	50		DP1	50	0	0			DP2	0	0	0	Encarregados			
5	Lavagem	Centro	Corpo do misturador (exceto zona dos anéis) (inclui mangueiras)	Intermédia	180		DP1	180	0	0			DP3	0	0	0	TLS PLT			
6	Lavagem	Geral	Quadros elétricos exceto zona dos comandos, botoneira e monitores	Intermédia	20		DP1	20	0	0			DP4	0	0	0	TLS ContiSeal			
7	Lavagem	Geral	Teto e tubagens (zonas acessíveis)	Intermédia	120		DP1	120	0	0			DP5	0	0	0	Extra			
8	Lavagem	Geral	Unidades de hidráulicas e de lubrificação (inclui aparadeiras)	Intermédia	60		DP1	60	0	0			CTS	0	0	0				
9	Lavagem	Geral	Área envolvente à máquina	Intermédia	30		DP1	30	0	0			DEE	0	0	0				
10								0	0	0										
11								0	0	0										
12								0	0	0										
13								0	0	0										
14								0	0	0										
15								0	0	0										
16								0	0	0										

Figura 45 – Master após receber o Plano.

A avaliação é realizada segundo uma classificação exposta na Figura 46, e é efetuada para todas as tarefas de todas as *Checklists* que estiverem consideradas no *Master*.

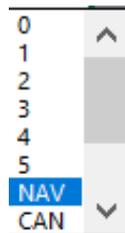


Figura 46 – Classificação da avaliação.

As opções de classificação pertencentes ao sistema de avaliação são:

- 0 a 5 – Escala de pontuação atribuída à realização das tarefas, desde 0: tarefa não foi realizada a 5: tarefa muito bem realizada;
- NAV – Tarefa **N**ão **A**valiada
- CAN – Tarefa **C**ancelada
- ENG – Tarefa não executada devido à equipa de **E**ngenharia
- INS – Tarefa não executada devido a ser **I**nseguro
- DRR – Tarefa não executada devido a **D**errame
- IND – Tarefa não executada devido a **I**ndisponibilidade

## 4.2 Formulação da melhoria pretendida

O principal objetivo neste trabalho é reduzir o tempo despendido diariamente no processo de avaliação. No cenário atual, todas as tarefas pertencentes a cada *Checklist* lançada para o dia em causa são avaliadas, o que pode corresponder a dezenas de tarefas para avaliar diariamente. Foi definido que não existe necessidade que se avaliem sempre todas as tarefas de uma *Checklist*, no entanto existem tarefas consideradas mais críticas do que outras, e a essas, já se exige que sejam sempre avaliadas.

A melhoria pretendida a nível de redução de tempo despendido neste processo, passa por requerer a implementação de uma solução em linguagem VBA no sistema em Excel descrito anteriormente (*Checklists*, Plano e *Master*), que de alguma forma considere sempre as tarefas consideradas mais críticas para avaliação, e que as restantes tarefas, as menos críticas, possam ou não ser consideradas para avaliação. A não consideração de certas tarefas para avaliação, permite estabelecer a pretendida redução de tempo despendido nas avaliações, ou o ganho de tempo atribuído aos técnicos.

## 4.3 Desenvolvimento e implementação da solução

Começou-se por diferenciar as tarefas críticas (as que tem que ser sempre avaliadas) das que não são consideradas críticas, doravante designadas Tarefas Obrigatórias e Tarefas Não Obrigatórias, respetivamente. A diferenciação das tarefas, caracterizou-se pela inclusão ou não de um marcador na Descrição das tarefas. As Tarefas Obrigatórias foram marcadas com o marcador “\*” e as Tarefas Não Obrigatórias não foram marcadas. Esta marcação foi realizada em todas as *Checklists* existentes, e a Figura 47 ilustra um exemplo do sucedido.

C		C	
DP5 - Balanceamento 01 >> 1 Tls / 8h		DP5 - Balanceamento 01 >> 1 Tls / 8h	
Descrição		Descrição	
Transportador manual (inclui rolos)		Transportador manual (inclui rolos)	
Estação de lubrificação/centragem (inclui depósito)		*Estação de lubrificação/centragem (inclui depósito)	
Estação de balanceamento		Estação de balanceamento	
Jantes		*Jantes	
Estação de marcação (se existir)		Estação de marcação (se existir)	
Elevador		Elevador	
Kit de válvulas pneumáticas (inc. cilindros)		*Kit de válvulas pneumáticas (inc. cilindros)	
Quadros elétricos		Quadros elétricos	
Blindagens, calhas e proteções		*Blindagens, calhas e proteções	
Monitor operador (exceto ecrã e comandos)		Monitor operador (exceto ecrã e comandos)	
Armário de apoio ao operador		Armário de apoio ao operador	
Estruturas e pavimento interiores		Estruturas e pavimento interiores	
Área envolvente		Área envolvente	

Figura 47 – Esquerda: Checklist antes da diferenciação das tarefas. Direita: Checklist após diferenciação das tarefas.

Esta ação foi a única alteração efetuada nas *Checklists*. Todas as restantes alterações que tiveram que ser efetuadas para desenvolver e implementar a solução foram efetuadas na Estrutura Plano em *background*, uma vez que era pretendido não existir mudanças nos *Layouts* de qualquer uma das Estruturas.

Sendo assim, na Estrutura Plano, às Tarefas Obrigatórias, após identificação da existência do marcador, foi associada a geração de um número aleatório entre 0 e 1 (Rand ()), e para as Tarefas Não Obrigatórias, após identificação da ausência do marcador, foi associada a geração de um número aleatório entre 1 e 2 (Rand () +1).

A não consideração de certas tarefas, foi realizada aproveitando a classificação NAV existente no sistema de avaliação, que classifica as tarefas como Não Avaliadas. Apesar da avaliação das tarefas ser realizada apenas na Estrutura *Master*, a solução irá impor a atribuição da avaliação “NAV” a certas tarefas, através de um automatismo. Desta forma, as *Checklists* consideradas no Plano, e que serão recebidas no *Master* para avaliação, já chegam à fase final com as tarefas NAV definidas.

O mecanismo de atribuição da avaliação “NAV” às tarefas, é realizado através da consideração de um Fator entre os valores 1 e 2 (para que apenas sejam consideradas as Tarefas Não Obrigatórias) e de uma condição que relacione o Fator com o número aleatório gerado para cada tarefa e imponha a atribuição da avaliação “NAV” segundo essa condição. A condição definida foi: se o número aleatório gerado for maior que o Fator considerado, então será atribuída a avaliação “NAV” à respetiva tarefa. Caso contrário, a avaliação não será preenchida, portanto a tarefa terá que ser avaliada. Desta forma, é garantida uma aleatoriedade na atribuição de “NAV” às tarefas, tal como é pretendido.

A consideração do Fator encontra-se associada à Duração (T) prevista a *Checklist*, pelo que será atribuído um Fator aos valores de Duração existentes.

A Figura 48 apresenta o fluxograma desenvolvido para ilustrar a lógica da solução e que serviu de suporte para a implementação da mesma, e a Figura 49 um esquema representativo da solução implementada.

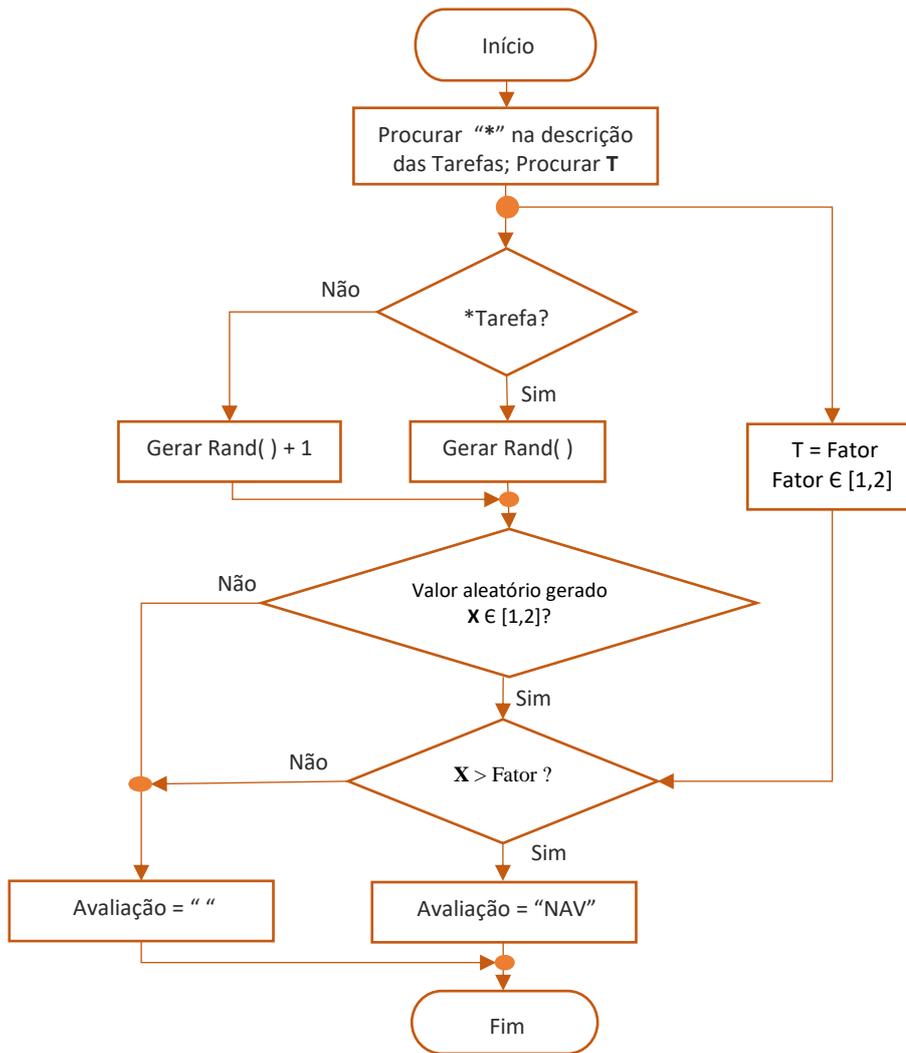


Figura 48 - Fluxograma da lógica da solução implementada.

Se  $Rand > Fator \Rightarrow NAV$

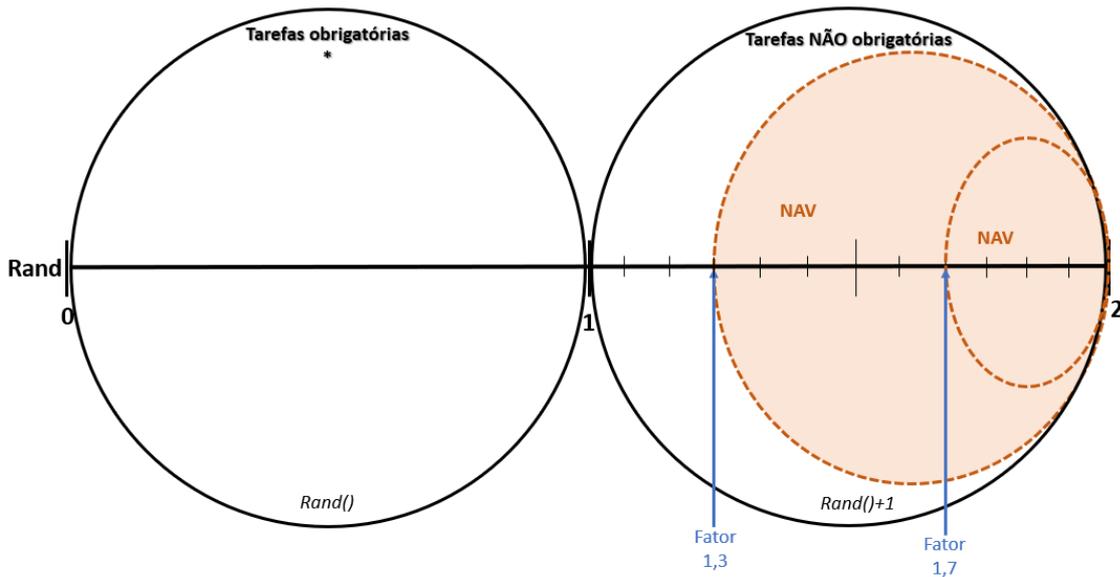


Figura 49 – Esquema representativo da solução implementada.

#### 4.4 Análise e Apresentação dos Resultados

Na Figura 50 encontra-se apresentado o resultado final no *Master* após a implementação da solução desenvolvida (foi considerada para exemplo a mesma *Checklist* considerada nos exemplos anteriores). Apenas para realizar este teste como exemplo do funcionamento da solução, foi atribuído o Fator 1,7 ao valor T (Duração) de 8 h desta *Checklist*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Global		DPS - balanceamento 01 >> 1 Tls / 8h																	
2	Atividade	Zona	Descrição	Detalhes	T. Prev.	Aval.	DP	T.Prev.	T.Exec	Aval x T.Exec	DP	T.Prev	T.Exec	Aval x T.Exec	DP	T.Prev	T.Exec	Aval x T.Exec	Presenças	N.º
3	Lavagem	Entrada	Transportador manual (inclui rolos)	Est./Comp.	60		DPS	60	60	0	DP1	0	0	0					Supervisão	
4	Lavagem	Máquina	*Estação de lubrificação/centragem (inclui depósito)	Est./Comp.	60		DPS	60	60	0	DP2	0	0	0					Encarregados	
5	Lavagem	Máquina	Estação de balanceamento	Est./Comp.	30		DPS	30	30	0	DP3	0	0	0					TLS PLT	
6	Lavagem	Máquina	*Jantes	Estrutura	25		DPS	25	25	0	DP4	0	0	0					TLS ContiSeal	
7	Lavagem	Máquina	Estação de marcação (se existir)	Est./Comp.	20	NAV	DPS	0	0	0	DP5	375	375	0					Extra	
8	Lavagem	Máquina	Elevador	Est./Comp.	25	NAV	DPS	0	0	0	CTS	0	0	0						
9	Lavagem	Geral	*Tiro de válvulas pneumáticas (inc. cilindros)	Est./Comp.	25		DPS	25	25	0	DEE	0	0	0						
10	Lavagem	Geral	Quadros elétricos	Estrutura	30		DPS	30	30	0										
11	Lavagem	Geral	Blindagens, calhas e proteções	Est./Comp.	60		DPS	60	60	0										
12	Lavagem	Geral	Monitor operador (exceto ecrã e comandos)	Estrutura	10		DPS	10	10	0										Imprimir - Avaliar
13	Lavagem	Geral	Armário de apoio ao operador	Estrutura	15	NAV	DPS	0	0	0										
14	Lavagem	Geral	Estruturas e pavimento interiores	Estrutura	45		DPS	45	45	0										Avaliações - PDF
15	Lavagem	Geral	Área envolvente	-	30		DPS	30	30	0										
16							DPS	0	0	0										

Figura 50 – Master para efetuar as avaliações das limpezas industriais após implementação da solução desenvolvida.

Como se pode verificar, as Tarefas Obrigatórias desta *Checklist* apresentam o campo da Avaliação por avaliar, tal como é pretendido. Por outro lado, das Tarefas Não Obrigatórias da *Checklist*, a três dessas foi atribuída diretamente a Avaliação NAV, portanto, a nível funcional, do que é pretendido, pode-se afirmar que a solução implementada se revela eficaz.

A implementação da solução desenvolvida carece de uma quantificação do impacto despoletado, pois só dessa forma se consegue retirar ilações acerca da melhoria efetuada. Para isso, foram consideradas duas métricas, a %Anual de consideração de uma tarefa e a %NAV.

A %Anual de consideração de uma tarefa permitirá medir o grau de consideração das tarefas de uma *Checklist*. Esta métrica torna-se relevante a partir do momento em que é requerida uma redução no tempo despendido com as avaliações (solucionada com a não consideração de certas tarefas dentro das Tarefas Não Obrigatórias), sem que a qualidade do processo de avaliação fique comprometida, ou seja, espera-se que ao final de um ano, todas as tarefas de todas as *Checklists*, tenham sido consideradas pelo menos uma vez para avaliação.

A %NAV corresponde ao número de NAV que são gerados pela solução desenvolvida dentro do número Total de Tarefas Não Obrigatórias de uma determinada *Checklist*:

$$\% \text{ NAV} = \frac{\text{N}^\circ \text{ NAV gerados na Checklist}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Tarefas Não Obrigatórias da Checklist}}$$

Esta métrica permitirá quantificar a redução de carga de trabalho das avaliações associada à geração de uma *Checklist*, já que engloba a quantidade de tarefas que não são consideradas para avaliação.

Abraçando o exemplo da *Checklist* que é gerada mais vezes, que corresponderia a um cenário em que é gerada diariamente, até 2 vezes por dia, 6 dias por semana e durante 52 semanas por ano, ao final de um ano corresponderia a 624 vezes que essa *Checklist* seria gerada. Este valor serviu para balizar o número de iterações dos estudos até 650 vezes.

Nesse sentido, foram realizados dois estudos diferentes para a determinação destas métricas, que envolveu a consideração de cada Fator, para cada Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias que uma *Checklist* pode ter (Tabela 46). Os Fatores que foram considerados foram valores entre 1 e 2. Os valores de Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias considerados para estes estudos foram baseados no número mínimo e máximo de tarefas Não Obrigatórias que as *Checklists* podem conter.

Tabela 46 – Fatores, Nº Total de tarefas Não Obrigatórias e Nº Iterações considerados.

Fator	Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias	Nº Iterações
1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40	650

No primeiro estudo efetuado, referente à métrica %Anual de consideração de uma tarefa, uma tarefa específica Não Obrigatória foi assinalada e, com isso, nas 650 iterações por Fator e por Nº Total de tarefas Não Obrigatórias, foi contabilizado o número de vezes que essa mesma tarefa foi considerada para avaliação, ou seja, que não foi gerado pela solução a avaliação “NAV”. As Figuras 51 e 52 apresentam os resultados deste estudo, nomeadamente o número de vezes que uma tarefa é considerada para avaliação/ano para cada Fator, e a %Anual de uma tarefa ser considerada para avaliação para cada Fator, respetivamente.

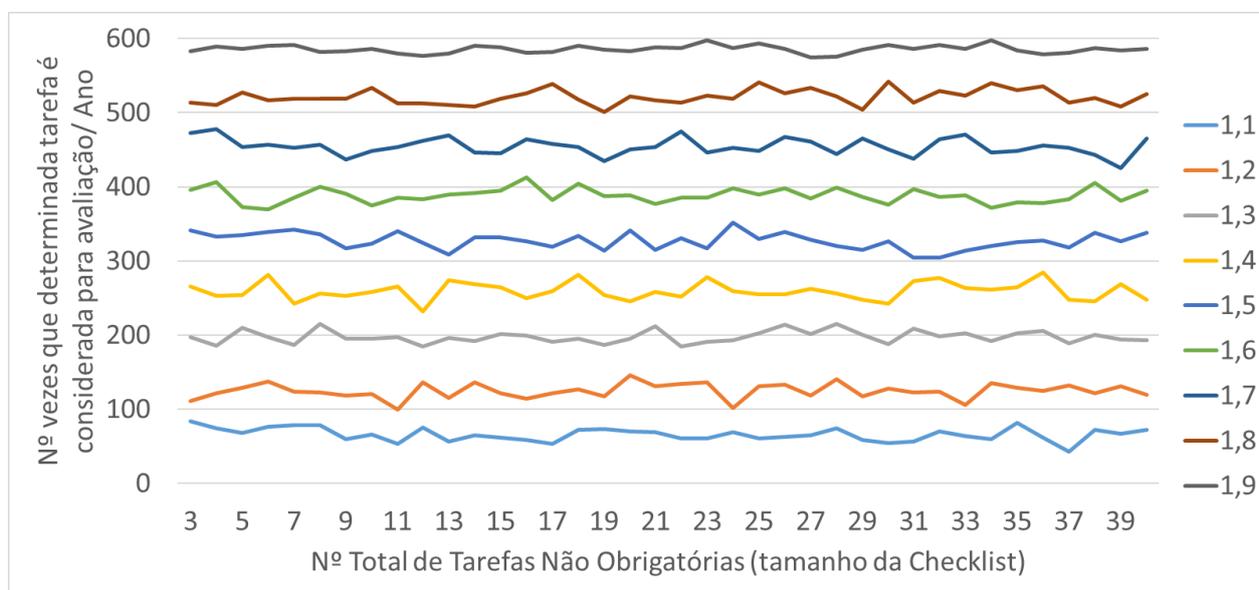


Figura 51 – Número de vezes que uma tarefa é considerada para avaliação/ano para cada fator.

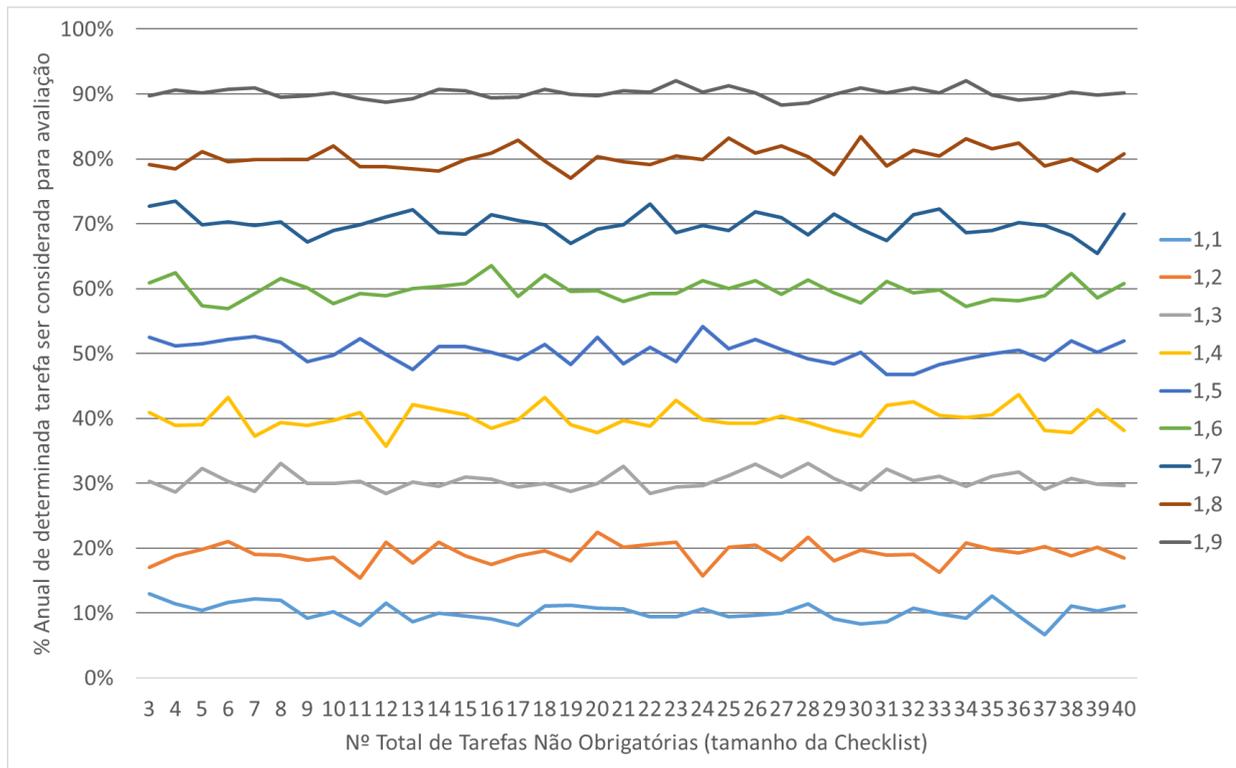


Figura 52 - % Anual de uma tarefa ser considerada para avaliação para cada Fator.

A partir do exposto, é possível verificar que o valor do número de vezes que uma tarefa é considerada para avaliação/ano para cada Fator e, conseqüentemente, o valor da %Anual de uma tarefa ser considerada para avaliação, é independente do Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias, ou seja, do tamanho da *Checklist*, uma vez que esta se mantém praticamente inalterada para cada valor de Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias estudado.

Observa-se assim uma correspondência direta entre os valores dos Fatores considerados com o valor da %Anual, ou seja, para o Fator 1,1 o valor %Anual é 10%, para o fator 1,2 o valor %Anual é 20% e assim consecutivamente.

Tendo em conta os valores desta correspondência, pode-se afirmar que se estima na consideração, por exemplo, de um Fator 1.1, que cada uma das tarefas de uma qualquer *Checklist* seja considerada 10% das vezes ao final de um ano, o que vai ao encontro de um dos requisitos envolvidos na implementação desta solução, o de não comprometer a qualidade do sistema de avaliação.

No segundo estudo, referente à métrica %NAV, das 650 iterações efetuadas por Fator e por Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias, foram calculadas a %NAV média e foram registados os valores mínimo e máximo %NAV. A observação dos valores máximos e mínimos, permite ter noção da tendência da existência de listas geradas com todas as Tarefas Não Obrigatórias “NAV” ou se todas essas tarefas são consideradas para avaliação. As Tabelas 47 e 48 apresentam estes valores.

Tabela 47 – Média, Mínimo e Máximo %NAV obtidos das 650 iterações realizadas por Fator e por Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias.

Fator	Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias																			
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1,1	Min	0,00%	25,00%	20,00%	33,33%	42,86%	37,50%	33,33%	50,00%	54,55%	50,00%	61,54%	50,00%	66,67%	62,50%	64,71%	66,67%	68,42%	55,00%	57,14%
	Média	90,37%	90,55%	89,52%	90,25%	89,20%	90,69%	89,62%	90,34%	89,61%	89,63%	90,43%	89,98%	89,71%	89,57%	89,85%	90,19%	90,19%	89,55%	90,06%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
1,2	Min	0,00%	25,00%	20,00%	33,33%	28,57%	25,00%	33,33%	30,00%	36,36%	41,67%	46,15%	50,00%	53,33%	50,00%	47,06%	44,44%	47,37%	50,00%	47,62%
	Média	79,06%	82,22%	79,94%	80,98%	80,34%	79,26%	79,52%	78,97%	80,28%	80,09%	80,17%	80,15%	79,96%	79,36%	79,66%	80,28%	79,37%	80,33%	80,21%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
1,3	Min	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%	14,29%	12,50%	22,22%	20,00%	27,27%	25,00%	30,77%	35,71%	33,33%	31,25%	35,29%	33,33%	31,58%	40,00%	38,10%
	Média	70,81%	68,16%	70,14%	69,30%	69,96%	70,18%	69,81%	69,52%	70,20%	69,48%	69,68%	70,66%	70,25%	70,34%	70,12%	69,76%	69,77%	69,86%	69,42%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	94,12%	100,00%	100,00%	100,00%	95,24%
1,4	Min	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	11,11%	10,00%	9,09%	16,67%	15,38%	21,43%	20,00%	18,75%	23,53%	27,78%	26,32%	15,00%	23,81%
	Média	58,53%	59,25%	60,18%	60,52%	58,24%	59,72%	58,83%	60,12%	59,18%	59,56%	59,92%	60,94%	59,09%	59,39%	59,56%	60,06%	60,00%	59,60%	60,44%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,91%	100,00%	92,31%	92,86%	93,33%	93,75%	88,24%	88,89%	89,47%	90,00%	95,24%
1,5	Min	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%	9,09%	16,67%	15,38%	7,14%	13,33%	12,50%	11,76%	16,67%	15,79%	20,00%	19,05%
	Média	50,03%	50,27%	50,57%	48,98%	49,90%	50,38%	49,82%	50,05%	50,26%	50,35%	49,99%	50,44%	49,77%	50,12%	50,53%	50,19%	49,58%	49,69%	50,10%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,00%	90,91%	91,67%	92,31%	85,71%	86,67%	87,50%	88,24%	88,89%	84,21%	80,00%	76,19%
1,6	Min	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,14%	13,33%	0,00%	5,88%	11,11%	5,26%	0,00%	14,29%
	Média	39,07%	40,17%	40,61%	39,30%	41,12%	40,57%	40,62%	39,75%	40,68%	40,48%	39,73%	40,52%	39,18%	39,28%	39,28%	40,11%	39,60%	39,63%	40,22%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,50%	88,89%	90,00%	90,91%	83,33%	76,92%	92,86%	73,33%	81,25%	76,47%	72,22%	73,68%	70,00%	71,43%
1,7	Min	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%	5,00%	0,00%
	Média	29,65%	29,49%	29,98%	30,11%	29,95%	29,55%	29,12%	29,46%	29,72%	30,40%	30,33%	30,14%	30,53%	30,31%	29,84%	30,35%	29,95%	29,99%	30,09%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	83,33%	71,43%	87,50%	77,78%	80,00%	72,73%	66,67%	69,23%	71,43%	66,67%	62,50%	64,71%	66,67%	57,89%	65,00%	57,14%
1,8	Min	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%
	Média	18,95%	20,31%	19,66%	21,27%	20,01%	20,08%	19,05%	20,06%	20,00%	20,07%	19,78%	20,01%	20,23%	20,82%	19,59%	19,92%	21,08%	20,05%	19,68%
	Max	100,00%	100,00%	80,00%	83,33%	85,71%	75,00%	55,56%	70,00%	72,73%	58,33%	61,54%	57,14%	53,33%	50,00%	47,06%	50,00%	52,63%	50,00%	52,38%
1,9	Min	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%
	Média	9,68%	10,94%	9,92%	10,73%	10,18%	10,08%	10,21%	10,05%	10,19%	10,07%	9,61%	10,27%	10,82%	9,90%	10,10%	10,28%	9,96%	9,44%	9,72%
	Max	100,00%	75,00%	60,00%	66,67%	57,14%	62,50%	44,44%	40,00%	45,45%	41,67%	46,15%	42,86%	46,67%	37,50%	35,29%	33,33%	36,84%	30,00%	42,86%

Tabela 48 - Média, Mínimo e Máximo %NAV obtidos das 650 iterações realizadas por Fator e por Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias (continuação).

Fator	Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias																			Média	
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
1,1	Min	68,18%	65,22%	66,67%	68,00%	73,08%	70,37%	67,86%	68,97%	70,00%	64,52%	68,75%	72,73%	70,59%	71,43%	72,22%	70,27%	71,05%	74,36%	70,00%	58,51%
	Média	89,89%	90,16%	90,42%	89,68%	90,06%	90,16%	89,92%	90,02%	90,16%	90,09%	89,86%	89,51%	89,90%	89,84%	90,00%	90,04%	90,00%	90,13%	90,16%	89,98%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
1,2	Min	45,45%	56,52%	50,00%	52,00%	57,69%	55,56%	39,29%	48,28%	56,67%	58,06%	56,25%	57,58%	58,82%	57,14%	55,56%	56,76%	57,89%	58,97%	57,50%	45,93%
	Média	80,13%	79,63%	80,54%	79,99%	80,03%	80,40%	79,81%	79,64%	80,35%	80,17%	79,67%	79,84%	80,18%	80,40%	80,17%	79,91%	80,04%	79,65%	80,11%	80,02%
	Max	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,55%	96,67%	100,00%	100,00%	100,00%	94,12%	97,14%	97,22%	97,30%	97,37%	97,44%	95,00%	99,18%
1,3	Min	36,36%	39,13%	41,67%	44,00%	42,31%	44,44%	42,86%	37,93%	43,33%	38,71%	43,75%	48,48%	50,00%	42,86%	47,22%	43,24%	50,00%	48,72%	47,50%	33,68%
	Média	69,90%	70,05%	70,13%	69,75%	69,98%	70,19%	69,91%	69,91%	69,53%	69,49%	69,84%	70,06%	70,00%	69,95%	70,14%	69,88%	70,48%	69,75%	69,88%	69,90%
	Max	100,00%	95,65%	95,83%	96,00%	96,15%	92,59%	96,43%	89,66%	93,33%	93,55%	90,63%	90,91%	91,18%	94,29%	91,67%	94,59%	89,47%	92,31%	87,50%	96,34%
1,4	Min	31,82%	21,74%	33,33%	24,00%	23,08%	29,63%	32,14%	37,93%	26,67%	32,26%	34,38%	33,33%	29,41%	37,14%	33,33%	32,43%	34,21%	33,33%	35,00%	22,28%
	Média	60,74%	60,05%	60,16%	59,82%	59,91%	60,33%	60,25%	59,65%	60,05%	59,65%	60,24%	59,83%	59,38%	59,57%	60,23%	60,00%	60,44%	60,03%	60,02%	59,83%
	Max	90,91%	91,30%	91,67%	88,00%	84,62%	85,19%	82,14%	86,21%	90,00%	87,10%	87,50%	84,85%	82,35%	80,00%	86,11%	83,78%	81,58%	84,62%	80,00%	90,60%
1,5	Min	18,18%	21,74%	16,67%	16,00%	19,23%	22,22%	25,00%	6,90%	20,00%	19,35%	25,00%	21,21%	23,53%	25,71%	25,00%	29,73%	26,32%	23,08%	25,00%	15,19%
	Média	49,73%	50,23%	50,71%	49,65%	49,56%	50,05%	50,18%	50,14%	50,24%	49,83%	50,32%	49,89%	50,15%	50,21%	49,98%	50,23%	50,42%	50,51%	50,12%	50,08%
	Max	81,82%	78,26%	83,33%	80,00%	76,92%	81,48%	78,57%	75,86%	80,00%	77,42%	81,25%	75,76%	73,53%	77,14%	72,22%	72,97%	78,95%	79,49%	72,50%	84,73%
1,6	Min	13,64%	8,70%	8,33%	16,00%	11,54%	11,11%	14,29%	13,79%	13,33%	16,13%	15,63%	15,15%	17,65%	14,29%	19,44%	16,22%	13,16%	15,38%	17,50%	8,64%
	Média	40,17%	39,87%	40,16%	39,46%	40,36%	40,01%	38,93%	40,41%	39,71%	40,30%	40,00%	39,27%	40,62%	39,97%	40,16%	39,60%	40,44%	39,54%	40,25%	39,98%
	Max	72,73%	69,57%	66,67%	76,00%	69,23%	66,67%	67,86%	72,41%	66,67%	67,74%	71,88%	60,61%	70,59%	65,71%	66,67%	67,57%	63,16%	58,97%	65,00%	76,70%
1,7	Min	4,55%	4,35%	4,17%	0,00%	7,69%	3,70%	3,57%	6,90%	10,00%	9,68%	6,25%	9,09%	8,82%	8,57%	5,56%	8,11%	10,53%	7,69%	10,00%	3,53%
	Média	29,76%	29,43%	31,09%	30,21%	29,40%	30,16%	30,18%	29,77%	30,06%	30,38%	29,93%	30,02%	30,00%	29,55%	29,83%	30,35%	30,22%	30,11%	30,26%	29,99%
	Max	63,64%	60,87%	62,50%	56,00%	53,85%	66,67%	67,86%	58,62%	53,33%	58,06%	53,13%	57,58%	52,94%	57,14%	52,78%	56,76%	52,63%	51,28%	52,50%	66,02%
1,8	Min	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,94%	2,86%	0,00%	2,70%	5,26%	2,56%	2,50%	0,59%
	Média	20,07%	20,26%	19,60%	19,94%	19,95%	20,17%	19,99%	20,39%	20,47%	19,09%	19,50%	20,02%	19,77%	19,86%	19,37%	20,00%	20,24%	20,25%	19,90%	19,99%
	Max	50,00%	43,48%	50,00%	40,00%	42,31%	44,44%	50,00%	48,28%	43,33%	45,16%	43,75%	42,42%	41,18%	40,00%	38,89%	45,95%	39,47%	41,03%	42,50%	54,92%
1,9	Min	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%
	Média	10,36%	9,76%	9,99%	10,16%	10,23%	10,17%	9,64%	10,17%	10,15%	10,04%	10,27%	9,84%	9,89%	10,05%	10,22%	10,02%	9,96%	9,87%	9,82%	10,07%
	Max	31,82%	30,43%	29,17%	32,00%	34,62%	29,63%	32,14%	27,59%	36,67%	32,26%	28,13%	30,30%	29,41%	25,71%	25,00%	29,73%	23,68%	25,64%	27,50%	39,63%

O estudo realizado possibilitou verificar que o valor da média %NAV para cada Fator, é também independente do Nº Total de Tarefas Não Obrigatórias, ou seja, do tamanho da *Checklist*. Isto permite afirmar que ao final de um ano, em média, a %NAV gerada por Fator, será a que se encontra apresentada na Figura 53.

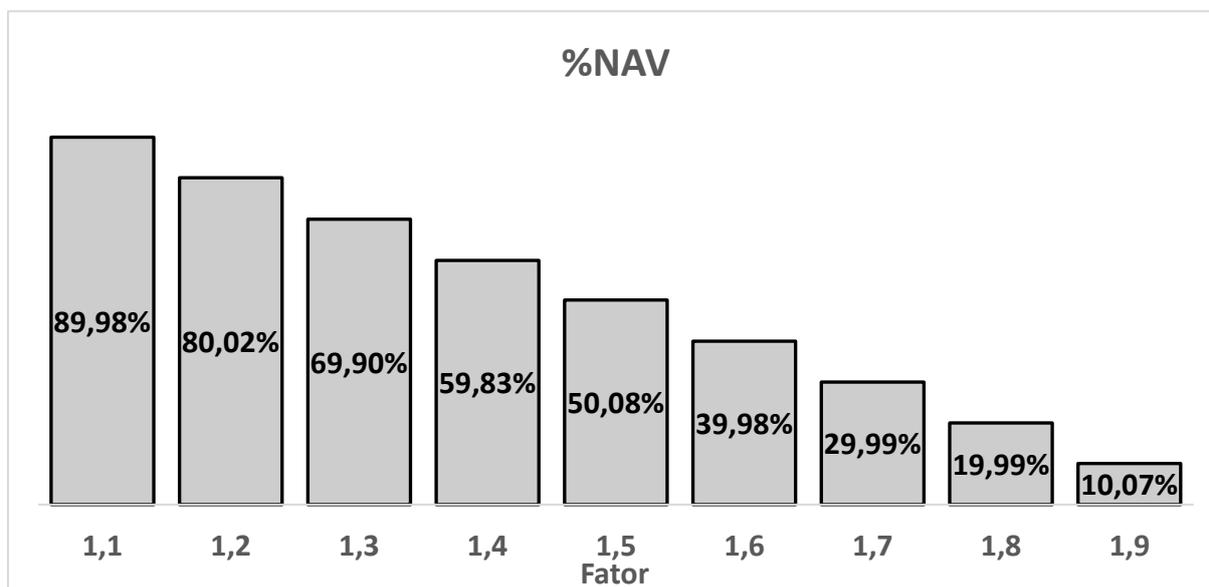


Figura 53 – Média das médias %NAV correspondente a cada Fator.

Com o intuito de se determinar o valor %NAV Global, a cada valor previsto de duração total da limpeza industrial/*Checklist* foi atribuído um dos Fatores. A alocação do Fator a cada valor de duração existente foi realizada pelo Responsável deste processo e foi suportada pela consideração dos valores apresentados nas Tabelas 47 e 48, e na Figura 53.

A Tabela 49 apresenta a correspondência considerada, assim como o valor %NAV Global estimado, tendo em conta o número de *Checklists* existentes por valor de Duração (h).

Tabela 49 – Determinação do valor %NAV Global.

Duração (h)/ <i>Checklist</i>	Nº <i>Checklists</i>		Fator Atribuído	%NAV
1	6	0,94%	1,3	69,90%
2	49	7,69%	1,3	69,90%
3	64	10,05%	1,35	64,87%
4	74	11,62%	1,4	59,83%
5	9	1,41%	1,4	59,83%
6	17	2,67%	1,45	54,96%
7	0	0,00%	1,5	50,08%
8	418	65,62%	1,5	50,08%
<b>Total</b>	<b>637</b>			
			<b>%NAV Global</b>	<b>54,68%</b>

Através do valor %NAV Global determinado, e da aplicação deste valor ao tempo despendido diariamente pelos técnicos responsáveis pela realização da avaliação nas tarefas associadas à função, torna-se possível estimar o ganho ou a redução de carga de trabalho diária dos mesmos. A Tabela 50 expõe a comparação entre o cenário respeitante ao Antes da implementação da solução desenvolvida, e o cenário respeitante ao Depois da implementação.

Tabela 50 – Determinação do Ganho (min) diário nas avaliações das limpezas industriais.

	Antes	Depois
Tempo deslocação (min)/dia	90	90
Tempo de avaliação no terreno (min)/dia	90	49,21
Tempo de avaliação no gabinete (min)/dia	30	16,40
<b>Tempo Total (min)/dia</b>	<b>210</b>	<b>156</b>
<b>Ganho (min)/dia</b>		<b>54</b>
<b>% Ganho de tempo/dia na realização do processo</b>		<b>25,9%</b>

Foi determinado que existirá um ganho diário de 54 minutos na realização das avaliações das limpezas industriais, o que corresponde a um Ganho de tempo atribuído à execução deste processo de 25,9%. Tendo em conta que os técnicos trabalham 440 min/dia, a melhoria implementada traduz-se num Ganho de tempo diário na carga de trabalho destes trabalhadores de 12,27%.

# 5 CONCLUSÕES E TRABALHO

## FUTURO

5.1 Conclusões

5.2 Recomendações e Trabalhos Futuros



## 5 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste último capítulo, é feita uma síntese de todo o trabalho realizado, através de uma descrição das considerações relativas ao mesmo. Inicialmente, são expostos os contributos da realização do trabalho para a empresa, seguidos da compilação dos resultados obtidos em cada processo. Para concluir, faz-se uma análise crítica ao trabalho desenvolvido, e apresentam-se sugestões e perspetivas, visando a realização de trabalhos futuros e oportunidades de melhoria ao trabalho realizado.

### 5.1 Conclusões

De uma forma geral, os principais contributos do trabalho realizado para a empresa foram:

- Determinação dos Tempos-Padrão dos quatro tipos de processos de Recuperação de Pneus existentes na empresa, através de um Estudo dos Tempos que forneceu, na sua maioria, os valores dos Tempos-Padrão com um nível de confiança de 95% e um erro de 10%, e que envolveu a condução de uma metodologia para a obtenção desses tempos, que permitiu ter em consideração e pesar todas as variantes existentes dentro de cada processo;
- Atualização dos respetivos Tempos-Padrão atribuídos a estes processos até à data utilizados pela DEI para cálculos de capacidade dos processos, necessidades de mão-de-obra e cálculo do prémio de produtividade, pelos Tempos-Padrão determinados neste trabalho;
- Fornecimento de tempos de tarefas com validação estatística a um nível de confiança 95% e erro 10%, que poderão ser utilizados noutros estudos que considerem as mesmas tarefas;
- Cálculo da capacidade do operador nos processos Retocagem TIP-TOP, BCD e Raspagem;
- Melhoramento do processo de avaliação das limpezas industriais, através da redução do tempo necessário para executar este processo diariamente, e traduzido na redução de carga de trabalho diária atribuída aos técnicos responsáveis pela execução deste processo.

Na Tabela 51 encontram-se explicitados os resultados quantitativos relativos ao estudo dos processos de recuperação de pneus e à melhoria do processo de avaliação da limpeza industrial.

Tabela 51 – Resultados quantitativos relativos ao estudo dos processos de recuperação de pneus e à melhoria do processo de avaliação da limpeza industrial.

<b>Estudo</b>	<b>Processo</b>	<b>Resultados</b>
<b>ESTUDO DOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE PNEUS</b>	<b>Retocagem Normal</b>	Tempo-Padrão: 0,543 min/pneu. Validação estatística do estudo dos tempos: 64,29% dos seus subprocessos, para um nível de confiança 95% e erro 10%. Validação 100% dos subprocessos para um nível de confiança 95% e erro 24%.
	<b>Retocagem Tip-Top</b>	Tempo-Padrão: 2,160 min/pneu. Validação estatística do estudo dos tempos: 66,67% dos seus subprocessos para um nível de confiança 95% e erro 10%. Validação 100% dos subprocessos para um nível de confiança 95% e erro 18%. Número de máquinas que um operador consegue trabalhar: 6.
	<b>Recuperação por BCD</b>	Tempo-Padrão: 1,566 min/pneu. Validação estatística do estudo dos tempos: 100% para um nível de confiança 95% e erro 10%. Número de máquinas que um operador consegue trabalhar: 5.
	<b>Recuperação por Raspagem: Raspadores 1-2</b>	Tempo-Padrão: 1,659 min/pneu. Validação estatística do estudo dos tempos: 87,50% das tarefas com um nível de confiança 95% e erro 10%. Validação 100% das tarefas com um nível de confiança 95% e erro 26%. Número de máquinas que um operador consegue trabalhar: 2.
	<b>Recuperação por Raspagem: Raspadores Novos 1-2</b>	Tempo-Padrão: 2,144 min/pneu. Validação estatística do estudo dos tempos: 90% das tarefas com um nível de confiança 95% e erro 10%. Validação 100% das tarefas com um nível de confiança 95% e erro 28%. Nº máquinas que 1 operador consegue trabalhar: 2.
	<b>MELHORIA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA LIMPEZA INDUSTRIAL</b>	<b>Técnicos responsáveis pela realização da avaliação da limpeza industrial</b>
<b>Processo de avaliação da limpeza industrial</b>		Melhoria a nível funcional do processo das avaliações das limpezas industriais: Ganho de tempo atribuído à execução deste processo de 25,9%.

## 5.2 Recomendações e Trabalhos Futuros

Nesta secção, serão apresentadas oportunidades de melhoria que podem ainda ser implementadas, de forma a dar continuidade ao trabalho realizado.

As perturbações do processo Retocagem Normal foram extraídas diretamente do conjunto de filmagens efetuadas, devolvendo um valor de 4,22% para um período de observação de 4 horas. Foi assumido um Fator 5% para este processo e para os outros processos também, já que todos os processos são maioritariamente processos manuais. Neste sentido, sugere-se uma determinação completa e concreta das perturbações e para cada processo em específico, o que irá requerer um estudo mais aprofundado, que poderá ser realizado através do aumento do tempo de observação das filmagens, ou também através da classificação das perturbações por colaboradores experientes, tal como efetuado por Nogueira (2014) no estudo do processo da Inspeção Visual.

O presente trabalho focou-se na atualização dos tempos-padrão, no sentido da DEI reportar e estabelecer dados fidedignos da realidade dos processos e, com isso, o foco deste trabalho foi a realização de um Estudo dos Tempos através da caracterização dos métodos atuais dos processos. A sugestão para um trabalho futuro passa por realizar um Estudo dos Métodos acoplado ao Estudo dos Tempos. O espírito de melhoria contínua encontra-se bem enraizado na empresa, existindo a procura constante por tornar os seus processos cada vez mais eficientes.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, C. (1977). Avaliação do Desempenho. Em *Manual de Engenharia de Produção: Técnicas de Medida do Trabalho* (pp. 86–110). Raleigh, North Carolina.
- Anil Kumar, S., & Suresh, N. (2008). *Production and Operations Management* (Second Edi). ISBN: 9788122424256.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Basu, P., & Dan, P. (2017). A Review of Input Manifests for Lean Manufacturing Implementation. *International Journal of Lean Thinking*, 8(2).
- Buffa, E. S. (1977). Métodos de Medida do Tempo. Em *Manual de Engenharia de Produção: Técnicas de Medida do Trabalho* (pp. 16–29). Los Angeles, California.
- Bures, M., & Pivodova, P. (2015). Comparison of time standardization methods on the basis of real experiment. *Procedia Engineering*, 100, 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.392>
- Christmansson, M., Falck, A. C., Amprazis, J., Forsman, M., Rasmusson, L., & Kadefors, R. (2000). Modified method time measurements for ergonomic planning of production systems in the manufacturing industry. *International Journal of Production Research*, 38(17), 4051–4059. <https://doi.org/10.1080/00207540050204911>
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-Ação: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 13(2), 355–379.
- Dağdeviren, M., Eraslan, E., & Çelebi, F. V. (2011). An alternative work measurement method and its application to a manufacturing industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24, 563–567. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2010.06.017>
- de la Riva, J., Garcia, A. I., Reyes, R. M., & Woocay, A. (2015). Methodology to Determine Time Allowance by Work Sampling Using Heart Rate. *Procedia Manufacturing*, 3, 6490–6497. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.934>
- Di Gironimo, G., Di Martino, C., Lanzotti, A., Marzano, A., & Russo, G. (2012). Improving MTM-UAS to predetermine automotive maintenance times. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 6, 265–273. <https://doi.org/10.1007/s12008-012-0158-8>
- Duran, C., Cetindere, A., & Aksu, Y. E. (2015). Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company. *Procedia Economics and Finance*, 26, 109–113. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00887-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00887-4)
- Fankhauser, G. (1966). The validity of certain criticisms of the MTM procedure. *Advanced Management Journal*, 45–55.
- Feld, W. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and how to use them* (1st ed.). ISBN: 1-57444-297-X.

- Gonçalves, M. A. (2018a). *Estudo do Trabalho: Tabelas de Correções de Repouso* (Apontamentos da Unidade Curricular Ergonomia e Estudo do Trabalho). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Gonçalves, M. A. (2018b). *Estudo dos Tempos: Cronometragem* (Apontamentos da Unidade Curricular Ergonomia e Estudo do Trabalho). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Ko, C. S., Cha, M. S., & Rho, J. J. (2007). A case study for determining standard time in a multi-pattern and short life-cycle production system. *Computers and Industrial Engineering*, *53*, 321–325. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.06.025>
- Laring, J., Forsman, M., Kadefors, R., & Ortengren, R. (2002). MTM-based ergonomic workload analysis. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *30*, 135–148. <https://doi.org/10.1049/tpe:19720017>
- Mabor, C. (2019). ContiMaborOnline: Processo de fabrico. Obtido 12 de Fevereiro de 2019, de [contimaboronline/](http://contimaboronline/)
- Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2001). *Motion and Time Study for Lean Manufacturing* (3rd ed.). ISBN-13: 978-0130316707.
- Nakayama, S., Nakayama, K., & Nakayama, H. (2002). A study on setting standard time using work achievement quotient. *International Journal of Production Research*, *40*, 3945–3953. <https://doi.org/10.1080/00207540210159581>
- Nogueira, P. (2014). *Análise de Capacidade Processo Inspeção Visual* (Tese de Mestrado). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Permata, L., & Hartanti, S. (2016). Work Measurement Approach To Determine Standard Time in Assembly Line. *International Journal of Management and Applied Science*, *2*(10), 192–195. Obtido de [http://www.ijraj.in/journal/journal\\_file/journal\\_pdf/14-309-1480145928192-195.pdf](http://www.ijraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/14-309-1480145928192-195.pdf)
- Pinto, J. P. (2006). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços* (2.ª ed.). ISBN: 978-972-757-432-2.
- Puvanasvaran, A. P., Mei, C. Z., & Alagendran, V. A. (2013). Overall equipment efficiency improvement using time study in an aerospace industry. *Procedia Engineering*, *68*, 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.179>
- Roberto, M., Araújo, A., Varela, M. L., Machado, J., & Mendonça, J. P. (2017). Methods time measurement on the optimization of a productive process: A case study. *Proceedings of 2017 4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2017*, 980–985. <https://doi.org/10.1109/CoDIT.2017.8102726>
- Robertson, J. (2000). The three Rs of action research methodology: reciprocity, reflexivity and reflection-on-reality. *Educational Action Research*, *8*(2), 307–326. <https://doi.org/10.1080/09650790000200124>
- Roldão, V., & Ribeiro, J. (2014). *Gestão das Operações - Uma Abordagem Integrada* (2ª Edição; Monitor Lda, Ed.). ISBN: 978-972-9413-73-5.
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., & Gouveia, R. M. (2018). Establishing Standard Methodologies To Improve The Production Rate Of Assembly Lines Used For Low Added-Value Products. *Procedia Manufacturing*, *17*, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.096>

- Rustico, E. Z., Matias, A. C., & Grepo, L. C. (2015). Manpower Utilization in the Powder Coating Production of a Powder Coating Company. *Procedia Manufacturing*, 3, 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.166>
- Salvendy, G. (2001). *Handbook of Industrial Engineering* (Third Edit). ISBN: 0471-33057-4.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students* (5th ed.). ISBN: 978-0-273-71686-0.
- Seifermann, S., Böllhoff, J., Metternich, J., & Bellaghnach, A. (2014). Evaluation of work measurement concepts for a cellular manufacturing reference line to enable low cost automation for lean machining. *Procedia CIRP*, 17, 588–593. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.065>
- Sookdeo, B. (2016). An Efficiency Reporting System for Organisational Sustainability Based on Work Study Techniques. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27, 227–236. <https://doi.org/10.7166/27-4-1552>
- Susilawati, A., Tan, J., Bell, D., & Sarwar, M. (2015). Fuzzy Logic Based Method To Measure Degree of Lean Activity In Manufacturing Industry. *Journal of Manufacturing Systems*, 34, 1–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.09.007>
- Thakre, A. R., Jolhe, D. A., & Gawande, A. C. (2009). Minimization of engine assembly time by elimination of unproductive activities through «MOST». *2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, ICETET 2009*, 785–789. <https://doi.org/10.1109/ICETET.2009.149>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The Machine that Changed the World*. ISBN 13: 978-1-8473-7055-6.
- Yusoff, N., Jaffar, A., Abbas, N. M., & Saad, N. H. (2012). Work measurement for process improvement in the car seat polyurethane injection manufacturing line. *Procedia Engineering*, 41, 1800–1805. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.386>



# APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – Cronometragens dos subprocessos da Retocagem Normal.

APÊNDICE B – Cronometragens dos subprocessos da Retocagem Tip-Top.

APÊNDICE C – Cronometragens das tarefas da Retocagem por BCD.

APÊNDICE D – Cronometragens das tarefas da Retocagem por Raspagem  
(Raspadores 1-2).

APÊNDICE E – Cronometragens das tarefas da Retocagem por Raspagem  
(Raspadores Novos 1-2).

APÊNDICE F – Determinação da % de ocorrência dos subprocessos da  
Retocagem Normal e da Retocagem Tip-Top.

APÊNDICE G – Dados históricos da produção

Anexo I – Tabelas de Correções de Repouso

## APÊNDICE A – CRONOMETRAGENS DOS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM NORMAL.

Tabela 52 – Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_P.

Nº	Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
1-2	Colocar Pneu na bancada de trabalho RET	s	TO	2	2	3	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1	2				
		%	FA	100%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	100%	99%	99%	110%	100%
		s	Tcont	2	2	3	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1	2			
3	Leitura código barras	s	TO	4	2	2	2	2	4	4	2	3	2	3	2	3	2	6	3	3	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
		%	FA	90%	100%	100%	100%	100%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	100%	99%	100%	95%	99%	99%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		s	Tcont	6	4	5	3	4	6	6	5	5	4	5	4	5	5	8	5	5	6	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	3	4				
4-7	Colocar pneu no pallet	s	TO	4	4	4	4	4	5	3	4	5	3	3	3	3	9	4	4	8	7	6	3	6	5	6	7	9	20	6	11	5	10	4	5	5	6	10	7	9	3	6					
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	100%	100%	96%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	95%	90%	100%	95%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	96%	97%	95%	110%	100%			
		s	Tciclo	10	8	9	7	8	11	9	9	10	7	8	7	8	8	17	9	9	14	11	11	7	9	9	10	11	13	24	10	15	10	15	8	10	9	10	14	12	14	6	10				
																																							TN RN_P (s)	10,33							

Tabela 53 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_TT.

Nº	Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
1-2	Colocar pneu na bancada de trabalho RET	s	TO	2	2	2	2	2	3	2	1	5	2	1	2	3	2	2	2	3	4	3	2	2	2	4	4	3	2	3	3	2					
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	110%	94%	100%	110%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	96%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	99%	100%	100%	100%	100%				
		s	Tcont	2	2	2	2	2	3	2	1	5	2	1	2	3	2	2	2	3	4	3	2	2	2	4	4	3	2	3	3	2					
3	Leitura código barras	s	TO	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2						
		%	FA	98%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%					
		s	Tcont	5	4	5	4	4	5	4	3	7	4	3	4	5	4	4	4	5	6	5	4	5	4	6	6	6	4	5	5	4					
4-7	Colocar pneu no carro TIP-TOP	s	TO	4	5	2	3	6	6	10	6	4	6	8	5	7	7	5	6	5	4	4	7	6	3	8	11	6	4	3	4	4					
		%	FA	100%	99%	102%	100%	99%	99%	96%	99%	100%	99%	97%	102%	98%	98%	100%	100%	100%	105%	100%	98%	100%	105%	100%	100%	100%	104%	105%	100%	100%	100%				
		s	Tciclo	9	9	7	7	10	11	14	9	11	10	11	9	12	11	9	10	10	10	10	9	11	11	7	14	17	12	8	8	9	8				
																																				TN RN_TT (s)	10,78

Tabela 54 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_O\_1.

Nº	Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
1-2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	6	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	4	2,15		
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	103%	100%	98%	100,2%		
		s	Tcont	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	6	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	4	2,15	
3	Leitura código barras	s	TO	2	2	4	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	4	5	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,28
		%	FA	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	99%	100%	100%	97%	97%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99,7%	
		s	Tcont	4	4	6	4	4	5	4	5	4	4	5	3	4	6	7	5	9	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	6	2,27		
4-7 Ext	Realizar Raspagem Ombro	s	TO	9	15	12	14	2	16	20	7	7	11	8	6	12	9	8	8	9	6	22	16	9	11	21	18	18	13	8	23	24	9	7	15	11	10	10	21	5	10	7	21	12,20		
		%	FA	100%	90%	100%	100%	104%	100%	96%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	95%	100%	99%	93%	95%	96%	100%	100%	92%	91%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	110%	100%	110%	96%	98,8%	
		s	Tcont	13	19	18	18	6	21	24	12	11	15	13	9	16	15	13	18	10	26	20	12	15	25	22	22	17	12	27	29	14	11	19	15	14	14	25	9	13	11	27	12,05			
8-12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	22	6	10	13	11	13	24	4	12	22	15	14	7	10	12	8	11	17	13	15	8	10	12	13	20	7	9	34	9	7	17	9	9	12	10	12	6	8	12	11	12,35		
		%	FA	95%	95%	96%	98%	98%	99%	90%	115%	96%	95%	96%	97%	100%	98%	97%	100%	98%	97%	98%	95%	100%	98%	98%	97%	96%	101%	99%	90%	100%	101%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98,3%	
		s	Tciclo	35	25	28	31	17	34	48	16	23	37	28	23	23	25	27	21	29	27	39	35	20	25	37	35	42	24	21	61	38	21	28	28	24	26	24	37	15	21	23	38	12,13		

TN RN\_Ex\_O\_1 (s) **28,61**

Tabela 55 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_O\_2.

Nº	Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28															
1-2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,07			
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	100%	110%	99%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,6%		
		s	Tcont	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2,08			
3	Leitura código barras	s	TO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,18		
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99,8%			
		s	Tcont	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	5	6	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	2,17			
4-7 Ext	Realizar Raspagem Ombro	s	TO	10	19	23	25	15	11	8	36	28	30	31	47	33	14	32	25	21	14	18	10	18	20	21	34	35	24	30	23	23	39	28	35	27	22	29	25	25	38	39	28	35	27	22,98
		%	FA	100%	97%	100%	96%	105%	100%	100%	96%	97%	96%	95%	90%	92%	100%	95%	99%	100%	100%	98%	103%	100%	100%	100%	100%	95%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98,3%		
		s	Tcont	14	23	27	29	19	15	12	40	33	34	35	51	37	17	37	31	26	19	22	14	22	25	25	38	39	28	35	27	22	29	25	25	38	39	28	35	27	22,98					
8-12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	10	14	23	15	24	19	17	20	8	15	10	17	33	21	16	6	11	11	27	15	16	33	16	15	3	12	21	9	16	32	24	38	58	41	53	42	40	56	36	16,06			
		%	FA	100%	98%	95%	99%	96%	100%	100%	90%	104%	99%	100%	96%	90%	94%	99%	105%	100%	100%	92%	100%	100%	90%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98,4%			
		s	Tciclo	24	37	50	44	43	34	29	60	41	49	45	68	70	38	53	37	37	30	49	29	38	58	41	53	42	40	56	36	16,06														

TN RN\_Ex\_O\_2 (s) **43,31**

Tabela 56 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_O\_3.

Nº	Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1-2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	2	4	2	1	2	3	2	2	2	3	4	<b>2,45</b>
		%	FA	100%	98%	100%	110%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	97%	<b>100,3%</b>
		s	Tcont	2	4	2	1	2	3	2	2	2	3	4	<b>2,46</b>
3	Leitura código barras	s	TO	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>1,91</b>
		%	FA	100%	102%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,2%</b>
		s	Tcont	4	5	4	3	4	5	4	4	4	5	6	<b>1,91</b>
4-7 Ext	Realizar Raspagem Ombro	s	TO	30	22	67	23	19	61	34	48	55	33	42	<b>39,45</b>
		%	FA	100%	100%	95%	105%	110%	94%	95%	90%	100%	100%	100%	<b>99,0%</b>
		s	Tcont	34	27	71	26	23	66	38	52	59	38	48	<b>39,06</b>
8-12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	5	8	46	29	12	14	15	3	6	20	18	<b>16,00</b>
		%	FA	100%	95%	95%	105%	100%	100%	100%	120%	100%	100%	100%	<b>101,4%</b>
		s	Tciclo	39	35	117	55	35	80	53	55	65	58	66	<b>16,22</b>
														TN RN_Ex_O_3 (s)	<b>59,65</b>

Tabela 57 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_Pa\_1.

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
1-2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	3	2	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	<b>2,16</b>	
		%	FA	95%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	102%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	<b>99,4%</b>	
		s	Tcont	3	2	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	<b>2,14</b>	
3	Leitura código barras	s	TO	2	2	2	5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	2	2	2	3	2	2	2	1	4	2	2	<b>2,28</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	105%	96%	100%	100%	<b>98,9%</b>	
		s	Tcont	5	4	5	7	6	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	16	9	<b>10,69</b>
4-7	Realizar Raspagem Parede	s	TO	13	11	5	11	14	19	14	8	5	13	8	13	6	8	12	16	14	8	10	22	12	7	7	10	10	8	10	9	9	5	16	9	<b>10,69</b>
		%	FA	100%	100%	100%	95%	100%	95%	100%	100%	100%	85%	100%	99%	100%	99%	97%	98%	100%	99%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	107%	100%	100%	<b>99,0%</b>	
		s	Tcont	18	15	10	18	20	23	18	12	8	17	12	17	10	12	17	20	18	12	14	30	16	11	11	14	15	12	14	13	13	11	20	13	<b>10,58</b>
8-12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	13	11	10	6	8	19	13	6	6	21	12	9	6	5	7	10	16	5	12	8	8	11	5	10	7	6	10	9	7	6	4	8	<b>9,19</b>
		%	FA	95%	95%	100%	105%	95%	100%	100%	100%	99%	75%	97%	98%	98%	99%	98%	97%	95%	100%	95%	98%	100%	100%	105%	100%	98%	100%	98%	97%	99%	100%	115%	100%	<b>98,5%</b>
		s	Tciclo	31	26	20	24	28	42	31	18	14	38	24	26	16	17	24	30	34	17	26	38	24	22	16	24	22	18	24	22	20	17	24	21	<b>9,05</b>
																												TN RN_Ex_Pa_1 (s)	<b>24,02</b>							

Tabela 58 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_Pa\_2.

Nº	Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1 -2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	<b>1,93</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	102%	103%	102%	100%	100%	<b>100,5%</b>
3	Leitura código barras	s	Tcont	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	<b>1,94</b>	
		s	TO	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>2,13</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
4 -7	Realizar Raspagem Parede	s	Tcont	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	5	5	<b>2,13</b>	
		s	TO	20	18	13	25	11	8	12	14	8	17	23	44	24	18	11	<b>17,73</b>	
		%	FA	100%	100%	98%	100%	105%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,2%</b>
8 -12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	Tcont	24	22	18	29	15	13	16	18	12	21	26	47	27	23	16	<b>17,77</b>	
		s	TO	14	20	14	11	7	11	11	11	15	12	7	8	10	11	4	<b>11,07</b>	
		%	FA	100%	96%	97%	100%	110%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	105%	100%	100%	110%	<b>101,1%</b>	
		s	Tciclo	38	42	32	40	22	24	27	29	27	33	33	55	37	34	20	<b>11,18</b>	
																			TN RN_Ex_Pa_2 (s)	<b>33,03</b>

Tabela 59 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_T\_1.

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1-2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	3	2	2	2	1	2	2	2	1	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	1	2	2	2	2	3	2	<b>2,23</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	110%	100%	100%	100%	110%	99%	99%	99%	100%	99%	100%	100%	99%	99%	100%	99%	100%	100%	99%	110%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	<b>100,7%</b>
		s	Tcont	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	1	2	2	2	2	3	2
3	Leitura código barras	s	TO	8	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>2,23</b>
		%	FA	95%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>99,8%</b>
		s	Tcont	11	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	5	4
Realizar Raspagem Talão	s	TO	24	10	10	16	7	11	7	9	9	9	37	16	15	15	14	11	7	5	10	5	18	6	25	10	23	24	14	13	17	6	<b>13,43</b>	
	%	FA	98%	100%	100%	98%	115%	100%	115%	108%	108%	108%	95%	100%	99%	100%	110%	100%	10%	115%	102%	115%	100%	105%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	115%	<b>100,3%</b>
	s	Tcont	35	14	14	20	11	15	11	13	12	14	42	21	19	20	18	15	12	10	14	10	22	10	30	13	27	28	18	17	22	10	<b>13,47</b>	
8-12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	16	9	15	16	7	9	18	6	18	14	7	17	19	12	15	14	20	11	27	32	17	12	15	11	18	7	16	14	13	13	<b>14,60</b>
		%	FA	97%	100%	97%	95%	115%	100%	95%	105%	95%	97%	115%	96%	95%	101%	100%	97%	95%	100%	90%	90%	96%	97%	100%	100%	100%	105%	100%	100%	100%	<b>99,1%</b>	
		s	Tciclo	51	23	29	36	18	24	29	19	30	28	49	38	38	32	33	29	32	21	41	42	39	22	45	24	45	35	34	31	35	23	<b>14,47</b>
TN RN_Ex_T_1 (s)																												<b>32,42</b>						

Tabela 60 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_T\_2.

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1-2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	2	2	3	2	2	2	1	1	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	<b>2,10</b>
		%	FA	100%	100%	99%	100%	100%	100%	110%	110%	100%	99%	100%	103%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,7%</b>
		s	Tcont	2	2	3	2	2	2	1	1	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2
3	Leitura código barras	s	TO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	<b>2,13</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>99,8%</b>	
		s	Tcont	4	4	5	4	4	4	3	3	4	5	4	3	6	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	<b>2,13</b>
4-7	Realizar Raspagem x2 Talão	s	TO	23	34	43	39	32	25	17	29	21	10	39	30	17	43	33	25	31	28	34	37	29	16	52	20	33	29	12	23	16	21	<b>28,03</b>
		%	FA	100%	100%	99%	100%	100%	100%	105%	98%	100%	110%	100%	95%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	105%	100%	100%	100%	100%	105%	100%	108%	100%	<b>100,8%</b>
		s	Tcont	27	38	48	43	36	29	20	32	25	15	43	33	23	47	37	29	35	32	38	41	34	20	57	25	38	33	17	27	21	25	<b>28,26</b>
8-12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	16	14	32	18	20	49	21	17	17	20	13	12	11	22	25	18	15	23	12	15	14	9	24	19	17	12	14	12	13	11	<b>17,83</b>
		%	FA	98%	98%	95%	97%	97%	90%	97%	98%	98%	97%	100%	100%	100%	100%	97%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	106%	100%	<b>98,9%</b>	
		s	Tciclo	43	52	80	61	56	78	41	49	42	35	56	45	34	69	62	47	50	55	50	56	48	29	81	44	55	45	31	39	34	36	<b>17,63</b>
TN RN_Ex_T_2 (s)																												<b>50,13</b>						

Tabela 61 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_T\_3.

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	
1 - 2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	2	2	<b>2,00</b>
		%	FA	100%	100%	<b>100,0%</b>
		s	Tcont	2	2	<b>2,00</b>
3	Leitura código barras	s	TO	2	2	<b>2,00</b>
		%	FA	100%	100%	<b>100,0%</b>
		s	Tcont	4	4	<b>2,00</b>
4 - 7	Realizar Raspagem x3 Talão	s	TO	43	44	<b>43,50</b>
		%	FA	90%	90%	<b>90,0%</b>
		s	Tcont	47	48	<b>39,15</b>
8 - 12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	49	45	<b>47,00</b>
		%	FA	80%	90%	<b>85,0%</b>
		s	Tciclo	96	93	<b>39,95</b>
					TN RN_Ex_T_3 (s)	<b>83,10</b>

Tabela 62 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_Ex\_Pi.

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1 - 2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	3	1	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	4	2	2	<b>2,48</b>		
		%	FA	99%	103%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>99,9%</b>
		s	Tcont	3	1	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	4	2	2	<b>2,48</b>		
3	Leitura código barras	s	TO	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>2,17</b>		
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>99,9%</b>	
		s	Tcont	5	3	5	5	4	4	5	4	5	5	5	7	5	5	4	5	4	4	4	6	4	4	<b>2,17</b>		
4 - 7	Realizar Raspagem Piso	s	TO	7	16	22	7	9	21	13	14	10	27	14	11	12	15	14	17	23	25	25	16	10	18	17	<b>15,78</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	90%	93%	100%	100%	100%	100%	<b>99,2%</b>	
		s	Tcont	12	19	27	12	13	25	18	18	15	32	19	18	17	20	19	21	28	29	29	20	16	22	21	<b>15,65</b>	
8 - 12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	6	2	10	9	6	5	6	3	5	7	7	10	6	12	3	3	8	8	6	11	11	11	8	<b>7,09</b>	
		%	FA	100%	105%	100%	100%	100%	100%	100%	104%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	105%	100%	96%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,3%</b>	
		s	Tciclo	18	21	37	21	19	30	24	21	20	39	26	28	23	32	22	24	36	37	35	31	27	33	29	<b>7,11</b>	
																								TN RN_Ex_Pi (s)	<b>27,40</b>			

Tabela 63 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_In\_Pa.

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	
1 -2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	3	2	<b>2,50</b>
		%	FA	99%	100%	<b>99,5%</b>
		s	Tcont	3	2	<b>2,49</b>
3	Leitura código barras	s	TO	2	5	<b>3,50</b>
		%	FA	100%	97%	<b>98,5%</b>
		s	Tcont	5	7	<b>3,45</b>
4 -7	Realizar Raspagem In - Parede	s	TO	18	8	<b>13,00</b>
		%	FA	100%	105%	<b>102,5%</b>
		s	Tcont	23		<b>13,33</b>
8 -12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	9	9	<b>9,00</b>
		%	FA	99%	100%	<b>99,5%</b>
		s	Tciclo	32	9	<b>8,96</b>
					TN RN_In_Pa (s)	<b>28,22</b>

Tabela 64 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RN\_In\_Caln

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	
1 -2	Colocar pneu na bancada trabalho RET	s	TO	2	2	<b>2,00</b>
		%	FA	100%	100%	<b>100,0%</b>
		s	Tcont	2	2	<b>2,00</b>
3	Leitura código barras	s	TO	2	2	<b>2,00</b>
		%	FA	100%	100%	<b>100,0%</b>
		s	Tcont	4	4	<b>2,00</b>
4 -7	Realizar Raspagem In Camada Interna	s	TO	12	15	<b>13,50</b>
		%	FA	100%	100%	<b>100,0%</b>
		s	Tcont	16	19	<b>13,50</b>
8 -12	Colocar pneu no tapete para Grader	s	TO	6	9	<b>7,50</b>
		%	FA	100%	100%	<b>100,0%</b>
		s	Tciclo	22	28	<b>7,50</b>
					TN RN_In_Caln (s)	<b>25,00</b>

## APÊNDICE B – CRONOMETRAGENS DOS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM TIP-TOP.

Tabela 65 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RTT\_Pre\_Raspagem.

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1-2 Pegar Pneu - Colocar pneu na bancada RET_01	s TO	3	2	2	2	3	2	3	2	3	5	4	2	4	2	2	3	6	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,55
	% FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	99%	100%	99%	100%	100%	99%	92%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99,6%
3 Leitura Cód Barras	s Tcont	3	2	2	2	3	2	3	2	3	5	4	2	4	2	2	3	6	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,53
	s TO	3	2	3	3	4	2	3	2	3	4	2	2	3	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	5	2	3	2	2	2,48
4-9 Realizar Preparação TIP-TOP - Enviar Pneu para TIP TOP	% FA	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	93%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97,0%
	s Tcont	6	4	5	5	7	4	6	4	6	9	6	4	7	4	4	5	11	4	5	4	5	4	4	4	3	4	4	4	7	4	5	4	4	2,41
4-9 Realizar Preparação TIP-TOP - Enviar Pneu para TIP TOP	% FA	105%	100%	100%	100%	105%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,3%
	s Tcont	20	19	16	20	17	14	18	36	24	29	15	25	16	25	23	38	18	26	20	12	18	15	14	31	25	25	28	30	14	14	25	17	36	21,91
4-9 Realizar Preparação TIP-TOP - Enviar Pneu para TIP TOP	s Tcont	26	23	21	25	24	18	24	40	30	38	21	29	23	29	27	43	29	30	25	16	23	19	18	35	28	29	32	37	18	19	29	21	40	21,98

TN RTT\_Pre\_Raspagem (s) **26,92**

Tabela 66 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RTT\_Pre\_Remoção.

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	
1-2 Pegar Pneu - Colocar pneu na bancada RET_01	s TO	2	3	2	3	2	3	4	3	2,75	
	% FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	99%	10%	99,6%
	s Tcont	2	3	2	3	2	3	4	3	2,74	
3 Leitura Cód Barras	s TO	5	3	2	2	2	3	8	2	3,38	
	% FA	96%	100%	100%	100%	100%	98%	85%	100%	97,4%	
	s Tcont	7	6	4	5	4	6	12	5	3,29	
4-12 Realizar Preparação TIP-TOP - Enviar Pneu para TIP TOP	s TO	35	27	27	37	21	33	22	23	28,13	
	% FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%	
	s Tcont	42	33	31	42	25	39	34	28	28,13	

TN RTT\_Pre\_Remoção (s) **34,15**

Tabela 67 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RTT\_TT\_Molde.

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
			s	TO	62	32	79	55	73	50	72	75	31	60	80	47	88	62	53	48	95	45	52
	%	FA	98%	105%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	105%	100%	100%	100%	100%	98%	102%	102%	90%	100%	100%	100%	98%
1-6 Pegar Pneu ..Pressionar botão	Valor med.	Ciclos	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34								
			s	TO	45	64	63	51	60	47	71	63	64	47	115	103	60	<b>63,88</b>					
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	104%	100%	100%	100%	100%	85%	100%	100%	<b>99,3%</b>							
TN RTT_TT_Molde (s)																<b>63,45</b>							

Tabela 68 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RTT\_TT\_c/borracha.

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
			s	TO	43	46	36	41	54	46	53	61	75	62	86	32	41	60	62	98	96	52	51	78	73	88	48	80	67
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	80%	80%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	105%	100%
1-12 ..Pressionar botão	Valor med.	Ciclos	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
			s	TO	43	95	34	86	54	42	52	52	45	26	35	46	28	30	30	46	96	40	44	51	43	72	40	45	70
	%	FA	100%	92%	110%	100%	105%	100%	100%	100%	108%	130%	100%	100%	115%	105%	106%	100%	92%	100%	100%	100%	100%	95%	110%	104%	100%	<b>100,4%</b>	
TN RTT_TT_c/borracha (s)																										<b>54,95</b>			

Tabela 69 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RTT\_Acab\_Raspagem.

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			1-2 Colocar pneu na bancada RET_01	s	TO	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	4	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2
%	FA	100%		100%	102%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	<b>100,0%</b>
3-10 Realizar Raspagem Acab TIP-TOP - Colocar Pneu no tapete para Grader	s	Tcont	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	4	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	<b>2,29</b>	
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	94%	100%	100%	<b>99,6%</b>
	s	Tciclo	21	17	16	19	11	19	30	23	22	29	13	20	33	13	23	18	14	29	23	24	19	28	18	28	30	16	17	16	32	29	26	<b>19,44</b>
TN RTT_Acab_Raspagem (s)																															<b>21,73</b>			

Tabela 70 - Determinação do Tempo Normal do subprocesso RTT\_Acab\_Direto.

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
			1-3 Colocar Pneu no tapete para Grader	s	TO	6	18	7	8	6	3	5	9	11	10	3	4	5	7	10	5	7	8	12	14	7	6	15	12	6	9
%	FA	100%		90%	104%	100%	100%	120%	105%	100%	100%	100%	120%	117%	105%	100%	100%	102%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	104%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TN RTT_Acab_Raspagem (s)																															<b>8,56</b>

## APÊNDICE C – CRONOMETRAGENS DAS TAREFAS DA RETOCAGEM POR BCD.

P de Medição	Valor med.	Ciclos																																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1 Leitura cód barras	s	TO	2	3	2	4	3	4	3	3	2	2	2	2	4	4	4	4	4	3	2	4	3	2	5	4	3	3	4	3	3	3	5	5	3	5	3	3
	%	FA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
			<b>TN (s) 3,28</b>																																			
			<b>100,0%</b>																																			

P de Medição	Valor med.	Ciclos																																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
2 Validação da leitura do cód de barras no sistema	s	TO	5	6	6	5	6	5	6	7	6	7	6	7	5	5	7	7	5	5	5	5	5	5	6	5	6	3	4	6	4	6	5	5	
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
			<b>TN (s) 5,50</b>																																
			<b>100,0%</b>																																

P de Medição	Valor med.	Ciclos																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3 Pegar pneu da passadeira de alimentação BCD - Colocar pneu no respetivo carro1	s	TO	4	5	6	4	5	6	4	6	5	6	6	7	4	4	6	7
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
			<b>TN (s) 5,31</b>															
			<b>100,0%</b>															

P de Medição	Valor med.	Ciclos														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4 Levar carro1 carregado com pneus para junto da máquina respetiva BCD	s	TO	8	16	9	15	13	20	21	16	13	21	14	16	12	10
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	96%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99,4%
			<b>TN (s) 14,49</b>													

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	
5	Pegar carro1 com pneus e colocar frente a máq BCD	s	TO	7	8	6	7	5	6,60
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%
									TN (s)
									6,60

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
6-7	Pegar pneu do carro1 e colocar na máq BCD - Ajustar posicionamento dos pneus na máq	s	TO	5	6	8	6	9	6	6	6	6	6	7	9	6	8	8	8	7	7	6,89
		%	FA	100%	100%	99%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
																					TN (s)	
																					6,87	

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	
8	Iniciar programa do ciclo de máq	s	TO	25	24	23	20	22	21	21	21	22,13
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%
											TN (s)	
											22,13	

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	
9	Encostar carro1 vazio	s	TO	5	4	4	4	4	4,20
		%	FA	100%	100%	105%	100%	100%	101,0%
								TN (s)	
								4,24	

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	
10	Pegar no carro1 vazio e encostar junto da máquina BCD	s	TO	5	4	4	4	4	4,20
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%
								TN (s)	4,20

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
11	Pegar pneu da máq BCD e colocar no carro1	s	TO	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	4	5	3,94
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
																		TN (s)	3,94	

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	
12	Levar carro1 com pneus retocados para junto da passadeira	s	TO	13	13	12	11	15	13	14	12	12,88
		%	FA	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99,8%
											TN (s)	12,84

P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
13-14	Pegar no pincel de limpeza de marcações + Pousar pincel	s	TO	3	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4,00
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%
														TN (s)	4,00

P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Limpar marcações do pneu 15 (duas pintas vermelhas ou uma branca na parede lateral)	s	TO	7	3	6	6	5	5	5	5	6	3	5	7	7	7	6	4	7	8	6	5	4	3	6	5	4	7	8	4	5,50
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%
																												TN (s)	5,50		

P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41			
Pegar pneu do carro e colocar na passadeira	s	TO	2	2	1	2	1	2	2	3	1	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	3	1,95	
	%	FA	100%	100%	105%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,1%
																												TN (s)	1,95																	

## APÊNDICE D – CRONOMETRAGENS DAS TAREFAS DA RETOCAGEM POR RASPAGEM (RASPADORES 1-2).

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Pegar pneu passadeira/pallet e colocar no carro	s	TO	5	5	6	7	5	6	7	7	7	7	6	<b>6,18</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
														TN (s)	<b>6,18</b>

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
2	Pegar pneu do carro e montar na máquina	s	TO	7	11	9	7	6	6	9	9	9	10	9	9	8	10	<b>8,50</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
																		TN (s)	<b>8,50</b>

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7		
3	Afinar abertura jante e incremento	s	TO	14	7	6	7	6	9	10	<b>8,43</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>	
											TN (s)	<b>8,43</b>

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
4	Confirmar posição do sensor (quando vai atrás da máquina)	s	TO	16	25	26	33	24	24	18	28	31	13	12	29	36	21	23	24	25	20	18	21	22	21	19	18	20	<b>22,68</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	110%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,1%</b>	
																													TN (s)	<b>22,70</b>

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
			TO	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2		2
5 Iniciar operação	s	TO	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2,25	
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%	
																			TN (s)	2,25

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
			TO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
6 Retirar pneu da máquina	s	TO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,00	
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%	
														TN (s)	2,00

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
			TO	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4		
7 Transportar e Colocar pneu na bancada	s	TO	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3,58	
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%	
															TN (s)	3,58

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
			TO	3	2	4	2	3	3	2	3	2	3	2	4	3	2	4	4	4	3	4	2	3	3	3	3	
8 Leitura código barras na bancada	s	TO	3	2	4	2	3	3	2	3	2	3	2	4	3	2	4	4	4	3	4	2	3	3	3	3	2,96	
	%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%	
																									TN (s)	2,96		

## APÊNDICE E – CRONOMETRAGENS DAS TAREFAS DA RETOCAGEM POR RASPAGEM (RASPADORES NOVOS 1-2).

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5
1	Pegar Pneu da passadeira e colocar no pallet/carro	s	TO	6	4	5	4	4,75
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100,0%
							TN (s)	4,75

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2	Pegar pneu do carro/chão e colocar no braço do Raspador	s	TO	3	4	4	4	4	5	3	5	5	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3,67
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
																					TN (s)	3,67

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	
3	Validar no sistema	s	TO	2	1	2	1	2	3	2	1	1,75
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%
											TN (s)	1,75

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4	Leitura código barras	s	TO	4	4	4	4	5	3	3	5	4	4	4,00	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%	
														TN (s)	4,00

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	
5	Validar no sistema novamente	s	TO	3	3	3	3	3	<b>3,00</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
								TN (s)	<b>3,00</b>

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
6	Conduzir braço do Raspador até colocar pneu no Raspador - conduzir braço para posição inicial	s	TO	16	17	16	11	18	16	15	17	15	14	16	17	12	14	<b>15,29</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
																	TN (s)	<b>15,29</b>

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
7	Iniciar operação de raspagem	s	TO	5	5	4	4	5	7	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	<b>4,75</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
																			TN (s)	<b>4,75</b>

Até P de Medição	Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
8	Passar ar comprimido no pneu	s	TO	8	10	12	15	10	12	15	14	14	15	19	16	9	11	13	9	9	11	11	12	12	<b>12,24</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
																							TN (s)	<b>12,24</b>	

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
9	Retirar pneu do Raspador Novo	s	TO	10	15	12	14	17	13	12	14	15	14	14	17	13	15	13	<b>13,87</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
																		TN (s)	<b>13,87</b>

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
10	Transportar e Colocar pneu na bancada de saída	s	TO	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	<b>4,14</b>	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>	
																	TN (s)	<b>4,14</b>

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
A	Inspeccionar pneu e limpar marcações	s	TO	10	6	4	4	4	9	3	5	4	9	7	9	9	13	8	9	11	7	5	13	
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Valor med.	Ciclos	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
		s	TO	11	12	14	11	11	11	8	11	11	7	10	8	8	9	8	11	7	10	7	8	<b>8,55</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
																						TN (s)	<b>8,55</b>	

Até P de Medição		Valor med.	Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
B	Enviar pneu para passadeira e validar no sistema	s	TO	11	7	4	5	8	4	7	4	7	5	10	7	8	6	7	9	9	9	10	9	8	9	5	9	8	8	6	9	<b>7,43</b>
		%	FA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100,0%</b>
																												TN (s)	<b>7,43</b>			

## APÊNDICE F – DETERMINAÇÃO DA % DE OCORRÊNCIA DOS SUBPROCESSOS DA RETOCAGEM NORMAL E TIP-TOP.

Tabela 71 – Determinação do número de ocorrências de cada subprocesso da Retocagem Normal e da Retocagem Tip-Top.

Subprocesso	Tempo de Observação (h)	Número Total de Ocorrências	Número de Ocorrências	% de Ocorrência
<b>Retocagem Normal</b>				
RN_P	5,71	795	132	16,60%
RN_TT			77	9,69%
RN_RN_Ex_T_1			135	16,98%
RN_RN_Ex_T_2			31	3,90%
RN_RN_Ex_T_3			4	0,50%
RN_RN_Ex_O_1			164	20,63%
RN_RN_Ex_O_2			56	7,04%
RN_RN_Ex_O_3			5	0,63%
RN_RN_Ex_Pa_1			153	19,25%
RN_RN_Ex_Pa_2			19	2,39%
RN_RN_Ex_Pa_3			1	0,13%
RN_RN_Ex_Pi_1			14	1,76%
RN_RN_In_Pa_1			2	0,25%
RN_RN_In_CaIn_1			2	0,25%
<b>Retocagem Tip-Top</b>				
<i>Preparação Tip-Top</i>				
RTT_Prep_Remoção	7,27	143	10	6,99%
RTT_Prep_Raspagem			133	93,01%
<i>Tip-Top</i>				
RTT_TT_C/borracha	6,17	97	65	67,01%
RTT_TT_Molde			32	32,99%
<i>Acabamento Tip-Top</i>				
RTT_Acab_Rasp	7,41	119	86	72,27%
RTT_Acab_Direto			33	27,73%

## APÊNDICE G – DADOS HISTÓRICOS DA PRODUÇÃO

### Retocagem Normal e Retocagem Tip-Top

Determinou-se o valor min/pneu real para cada dia, através da seguinte equação:

$$\text{min/pneu real} = \frac{60}{\left(\frac{\text{Total Pneus/dia}}{\text{Total horas reais/dia}}\right)}$$

O valor de Total horas teóricas/dia foi calculado para cada dia, utilizando o valor de tempo-padrão que foi determinado para cada processo, nomeadamente 0,543 min/pneu para a Retocagem Normal e 2,160 min/pneu para a Retocagem Tip-Top.

$$\text{Total horas teóricas/dia} = \frac{\frac{\text{Total pneus}}{\text{dia}} \times TP \text{ processo} \frac{\text{min}}{\text{pneu}}}{60}$$

Tabela 72 – Dados históricos da produção da Retocagem Normal no mês de Outubro de 2018.

Data	Turno	Equipa	Total pneus/dia	Total horas reais/dia	min/pneu real	Total horas teóricas/dia	Data	Turno	Equipa	Total pneus/dia	Total horas reais/dia	min/pneu real	Total horas teóricas/dia
20181001	2	B	1085	14,7	<b>0,811</b>	<b>9,8</b>	20181017	1	C	1333	14,7	<b>0,660</b>	<b>12,1</b>
20181002	2	B	1130	14,7	<b>0,779</b>	<b>10,2</b>	20181017	3	B	1068	14,7	<b>0,824</b>	<b>9,7</b>
20181002	3	C	1139	14,7	<b>0,773</b>	<b>10,3</b>	20181018	1	C	1210	14,7	<b>0,727</b>	<b>11,0</b>
20181003	1	A	187	14,7	<b>4,706</b>	<b>1,7</b>	20181018	2	A	1161	14,7	<b>0,758</b>	<b>10,5</b>
20181003	2	B	915	14,7	<b>0,962</b>	<b>8,3</b>	20181018	3	B	809	14,7	<b>1,088</b>	<b>7,3</b>
20181003	3	C	1007	14,7	<b>0,874</b>	<b>9,1</b>	20181019	1	C	1088	14,7	<b>0,809</b>	<b>9,8</b>
20181004	1	A	943	14,7	<b>0,933</b>	<b>8,5</b>	20181019	2	A	1067	14,7	<b>0,825</b>	<b>9,7</b>
20181004	2	B	1046	14,7	<b>0,841</b>	<b>9,5</b>	20181019	3	B	1057	14,7	<b>0,833</b>	<b>9,6</b>
20181004	3	C	901	14,7	<b>0,977</b>	<b>8,2</b>	20181020	5	E	1155	20,2	<b>1,048</b>	<b>10,5</b>
20181006	5	E	1120	20,2	<b>1,080</b>	<b>10,1</b>	20181020	6	D	1394	20,0	<b>0,861</b>	<b>12,6</b>
20181006	6	D	1320	20,0	<b>0,909</b>	<b>11,9</b>	20181021	7	E	900	14,7	<b>0,978</b>	<b>8,1</b>
20181007	7	E	1140	14,7	<b>0,772</b>	<b>10,3</b>	20181021	8	D	1434	18,2	<b>0,760</b>	<b>13,0</b>
20181008	1	B	1112	14,7	<b>0,791</b>	<b>10,1</b>	20181021	9	E	950	14,7	<b>0,926</b>	<b>8,6</b>
20181008	2	C	1023	14,7	<b>0,860</b>	<b>9,3</b>	20181022	1	A	960	14,7	<b>0,917</b>	<b>8,7</b>
20181008	3	A	1074	14,7	<b>0,819</b>	<b>9,7</b>	20181022	2	B	889	14,7	<b>0,990</b>	<b>8,0</b>
20181009	1	B	1085	14,7	<b>0,811</b>	<b>9,8</b>	20181022	3	C	1023	14,7	<b>0,860</b>	<b>9,3</b>
20181009	2	C	912	14,7	<b>0,965</b>	<b>8,3</b>	20181023	2	B	917	14,7	<b>0,960</b>	<b>8,3</b>
20181009	3	A	1039	14,7	<b>0,847</b>	<b>9,4</b>	20181024	2	B	954	14,7	<b>0,922</b>	<b>8,6</b>
20181010	1	B	931	14,7	<b>0,945</b>	<b>8,4</b>	20181025	2	B	1027	14,7	<b>0,857</b>	<b>9,3</b>
20181010	2	C	1019	14,7	<b>0,864</b>	<b>9,2</b>	20181025	3	C	1181	14,7	<b>0,745</b>	<b>10,7</b>
20181010	3	A	1165	14,7	<b>0,755</b>	<b>10,5</b>	20181026	2	B	926	14,7	<b>0,950</b>	<b>8,4</b>
20181011	1	B	976	14,7	<b>0,902</b>	<b>8,8</b>	20181026	3	C	1156	14,7	<b>0,761</b>	<b>10,5</b>
20181011	2	C	1056	14,7	<b>0,833</b>	<b>9,6</b>	20181027	5	D	1626	20,2	<b>0,744</b>	<b>14,7</b>
20181012	1	B	1108	14,7	<b>0,794</b>	<b>10,0</b>	20181027	6	E	1610	22,0	<b>0,820</b>	<b>14,6</b>
20181012	2	C	1045	14,7	<b>0,842</b>	<b>9,5</b>	20181028	7	D	1186	14,7	<b>0,742</b>	<b>10,7</b>
20181012	3	A	900	14,7	<b>0,978</b>	<b>8,1</b>	20181028	9	D	1118	14,7	<b>0,787</b>	<b>10,1</b>
20181013	5	D	1386	20,2	<b>0,873</b>	<b>12,5</b>	20181029	1	B	1023	14,7	<b>0,860</b>	<b>9,3</b>
20181013	6	E	1400	20,2	<b>0,864</b>	<b>12,7</b>	20181030	1	B	1177	16,7	<b>0,850</b>	<b>10,7</b>
20181014	8	E	1080	18,2	<b>1,009</b>	<b>9,8</b>	20181030	2	C	1101	14,7	<b>0,799</b>	<b>10,0</b>
20181015	1	C	1146	14,7	<b>0,768</b>	<b>10,4</b>	20181031	1	B	877	14,7	<b>1,003</b>	<b>7,9</b>
20181015	3	B	1138	14,7	<b>0,773</b>	<b>10,3</b>	20181031	2	C	1061	14,7	<b>0,829</b>	<b>9,6</b>
20181016	1	C	1125	14,7	<b>0,782</b>	<b>10,2</b>							
20181016	2	A	1020	14,7	<b>0,863</b>	<b>9,2</b>							
20181016	3	B	1304	14,7	<b>0,675</b>	<b>11,8</b>							

Tabela 73 - Dados históricos da produção da Retocagem Normal no mês de Novembro de 2018.

Data	Turno	Equipa	Total pneus	Total horas	min/pneu	Total horas teóricas/dia	Data	Turno	Equipa	Total pneus	Total horas	min/pneu	Total horas teóricas/dia
20181103	5	E	1380	20,2	<b>0,877</b>	<b>12,5</b>	20181119	1	B	976	13,7	<b>0,840</b>	<b>8,8</b>
20181103	6	D	1258	20,0	<b>0,954</b>	<b>11,4</b>	20181119	2	C	959	14,7	<b>0,918</b>	<b>8,7</b>
20181105	1	C	1045	14,7	<b>0,842</b>	<b>9,5</b>	20181119	3	A	1003	14,7	<b>0,877</b>	<b>9,1</b>
20181105	3	B	1160	14,7	<b>0,759</b>	<b>10,5</b>	20181120	1	B	1031	14,7	<b>0,854</b>	<b>9,3</b>
20181106	1	C	1581	22,0	<b>0,835</b>	<b>14,3</b>	20181120	2	C	949	14,7	<b>0,927</b>	<b>8,6</b>
20181106	3	B	1010	14,7	<b>0,871</b>	<b>9,1</b>	20181121	1	B	941	14,7	<b>0,935</b>	<b>8,5</b>
20181107	1	C	1000	14,7	<b>0,880</b>	<b>9,1</b>	20181121	2	C	843	14,7	<b>1,044</b>	<b>7,6</b>
20181107	3	B	1067	14,7	<b>0,825</b>	<b>9,7</b>	20181122	1	B	1225	17,3	<b>0,849</b>	<b>11,1</b>
20181108	1	C	1060	14,7	<b>0,830</b>	<b>9,6</b>	20181122	2	C	793	14,7	<b>1,110</b>	<b>7,2</b>
20181108	3	B	880	12,7	<b>0,864</b>	<b>8,0</b>	20181123	1	B	1001	14,7	<b>0,879</b>	<b>9,1</b>
20181109	1	C	1025	12,7	<b>0,741</b>	<b>9,3</b>	20181123	2	C	838	14,7	<b>1,050</b>	<b>7,6</b>
20181109	3	B	902	14,7	<b>0,976</b>	<b>8,2</b>	20181124	5	D	1920	24,3	<b>0,760</b>	<b>17,4</b>
20181110	5	D	1487	20,2	<b>0,814</b>	<b>13,5</b>	20181124	6	E	1603	20,0	<b>0,749</b>	<b>14,5</b>
20181111	7	D	1203	14,7	<b>0,732</b>	<b>10,9</b>	20181125	7	D	1279	17,3	<b>0,813</b>	<b>11,6</b>
20181111	8	E	1440	18,2	<b>0,757</b>	<b>13,0</b>	20181125	8	E	1360	18,2	<b>0,801</b>	<b>12,3</b>
20181111	9	D	1282	16,0	<b>0,749</b>	<b>11,6</b>	20181125	9	D	1219	17,3	<b>0,853</b>	<b>11,0</b>
20181112	3	C	1271	14,7	<b>0,692</b>	<b>11,5</b>	20181126	1	C	910	14,7	<b>0,967</b>	<b>8,2</b>
20181113	1	A	1037	14,7	<b>0,849</b>	<b>9,4</b>	20181126	3	B	1006	14,7	<b>0,875</b>	<b>9,1</b>
20181113	2	B	950	14,7	<b>0,926</b>	<b>8,6</b>	20181127	1	C	1100	14,7	<b>0,800</b>	<b>10,0</b>
20181113	3	C	1013	14,7	<b>0,869</b>	<b>9,2</b>	20181127	2	A	1117	14,7	<b>0,788</b>	<b>10,1</b>
20181114	2	B	973	14,7	<b>0,904</b>	<b>8,8</b>	20181127	3	B	1095	14,7	<b>0,804</b>	<b>9,9</b>
20181114	3	C	873	14,7	<b>1,008</b>	<b>7,9</b>	20181128	1	C	999	14,7	<b>0,881</b>	<b>9,0</b>
20181115	2	B	894	14,7	<b>0,984</b>	<b>8,1</b>	20181128	2	A	1005	14,7	<b>0,876</b>	<b>9,1</b>
20181115	3	C	1030	14,7	<b>0,854</b>	<b>9,3</b>	20181128	3	B	1010	14,7	<b>0,871</b>	<b>9,1</b>
20181116	1	A	1002	14,7	<b>0,878</b>	<b>9,1</b>	20181129	1	C	863	14,7	<b>1,020</b>	<b>7,8</b>
20181116	3	C	978	14,7	<b>0,900</b>	<b>8,9</b>	20181129	2	A	1047	14,7	<b>0,840</b>	<b>9,5</b>
20181117	5	E	1350	19,2	<b>0,852</b>	<b>12,2</b>	20181129	3	B	1148	14,7	<b>0,767</b>	<b>10,4</b>
20181117	6	D	1194	20,0	<b>1,005</b>	<b>10,8</b>	20181130	1	C	900	14,7	<b>0,978</b>	<b>8,1</b>
20181118	7	E	860	14,7	<b>1,023</b>	<b>7,8</b>							
20181118	8	D	1145	18,2	<b>0,952</b>	<b>10,4</b>							
20181118	9	E	972	14,7	<b>0,905</b>	<b>8,8</b>							

Tabela 74 - Dados históricos da produção da Retocagem Normal no mês de Dezembro de 2018.

Data	Turno	Equipa	Total pneus	Total horas	min/pneu	Total horas teóricas/dia
20181202	8	D	1250	18,0	<b>0,864</b>	<b>11,3</b>
20181202	9	E	860	13,7	<b>0,953</b>	<b>7,8</b>
20181203	1	A	1029	14,7	<b>0,855</b>	<b>9,3</b>
20181203	2	B	1043	13,7	<b>0,786</b>	<b>9,4</b>
20181204	1	A	1209	14,7	<b>0,728</b>	<b>10,9</b>
20181204	2	B	948	14,7	<b>0,928</b>	<b>8,6</b>
20181205	1	A	1062	14,7	<b>0,829</b>	<b>9,6</b>
20181205	2	B	767	14,7	<b>1,147</b>	<b>6,9</b>
20181206	1	A	1021	14,7	<b>0,862</b>	<b>9,2</b>
20181206	2	B	977	14,7	<b>0,901</b>	<b>8,8</b>
20181207	1	A	800	13,7	<b>1,025</b>	<b>7,2</b>
20181207	2	B	946	13,7	<b>0,867</b>	<b>8,6</b>
20181209	8	E	222	18,2	<b>4,910</b>	<b>2,0</b>
20181209	9	D	989	14,7	<b>0,890</b>	<b>9,0</b>
20181210	1	B	908	14,7	<b>0,969</b>	<b>8,2</b>
20181210	3	A	137	7,3	<b>3,212</b>	<b>1,2</b>
20181211	1	B	939	14,7	<b>0,937</b>	<b>8,5</b>
20181211	2	C	969	14,7	<b>0,908</b>	<b>8,8</b>
20181211	3	A	750	14,7	<b>1,173</b>	<b>6,8</b>
20181212	1	B	942	14,7	<b>0,934</b>	<b>8,5</b>
20181212	2	C	1046	14,7	<b>0,841</b>	<b>9,5</b>
20181212	3	A	981	14,7	<b>0,897</b>	<b>8,9</b>
20181213	1	B	894	14,7	<b>0,984</b>	<b>8,1</b>
20181213	2	C	1029	14,7	<b>0,855</b>	<b>9,3</b>
20181213	3	A	958	14,7	<b>0,919</b>	<b>8,7</b>
20181214	1	B	919	14,7	<b>0,958</b>	<b>8,3</b>
20181214	2	C	950	14,7	<b>0,926</b>	<b>8,6</b>
20181214	3	A	950	14,7	<b>0,926</b>	<b>8,6</b>
20181215	5	E	1320	20,2	<b>0,917</b>	<b>11,9</b>
20181215	6	D	1573	20,0	<b>0,763</b>	<b>14,2</b>
20181216	7	E	1050	14,7	<b>0,838</b>	<b>9,5</b>
20181216	9	E	1125	14,7	<b>0,782</b>	<b>10,2</b>
20181217	1	C	1148	14,7	<b>0,767</b>	<b>10,4</b>
20181217	2	A	1289	14,7	<b>0,683</b>	<b>11,7</b>

Tabela 75 - Dados históricos da produção da Retocagem Tip-Top no mês de Outubro de 2018.

Data	Turno	Equipa	Nº pneus Ret c/ Tip-Top	Total horas	min/pneu	Total horas teóricas/dia
20181001	1	A	187	14,7	<b>4,706</b>	<b>6,7</b>
20181001	2	B	213	13,3	<b>3,756</b>	<b>7,7</b>
20181002	2	B	211	13,3	<b>3,791</b>	<b>7,6</b>
20181003	1	A	127	14,7	<b>6,929</b>	<b>4,6</b>
20181003	2	B	215	13,3	<b>3,721</b>	<b>7,7</b>
20181004	2	B	204	14,7	<b>4,314</b>	<b>7,3</b>
20181004	3	C	113	7,3	<b>3,894</b>	<b>4,1</b>
20181006	5	E	207	14,1	<b>4,082</b>	<b>7,5</b>
20181007	8	D	247	18,2	<b>4,413</b>	<b>8,9</b>
20181008	1	B	265	14,7	<b>3,321</b>	<b>9,5</b>
20181008	2	C	228	14,7	<b>3,860</b>	<b>8,2</b>
20181008	3	A	219	14,7	<b>4,018</b>	<b>7,9</b>
20181009	1	B	236	14,7	<b>3,729</b>	<b>8,5</b>
20181010	1	B	220	13,3	<b>3,636</b>	<b>7,9</b>
20181011	1	B	201	13,3	<b>3,980</b>	<b>7,2</b>
20181011	3	A	126	7,3	<b>3,492</b>	<b>4,5</b>
20181012	1	B	227	13,3	<b>3,524</b>	<b>8,2</b>
20181012	2	C	130	7,3	<b>3,385</b>	<b>4,7</b>
20181014	8	E	170	9,1	<b>3,206</b>	<b>6,1</b>
20181015	1	C	247	14,7	<b>3,563</b>	<b>8,9</b>
20181015	3	B	143	11,7	<b>4,895</b>	<b>5,1</b>
20181016	1	C	174	14,7	<b>5,057</b>	<b>6,3</b>
20181017	1	C	184	14,0	<b>4,565</b>	<b>6,6</b>
20181019	1	C	135	7,3	<b>3,259</b>	<b>4,9</b>
20181020	6	D	81	5,0	<b>3,704</b>	<b>2,9</b>
20181021	7	E	133	7,3	<b>3,308</b>	<b>4,8</b>
20181021	8	D	170	9,1	<b>3,206</b>	<b>6,1</b>
20181022	2	B	133	7,3	<b>3,308</b>	<b>4,8</b>
20181023	2	B	138	7,3	<b>3,188</b>	<b>5,0</b>
20181023	3	C	172	14,7	<b>5,116</b>	<b>6,2</b>
20181024	2	B	123	7,3	<b>3,577</b>	<b>4,4</b>
20181024	3	C	188	14,7	<b>4,681</b>	<b>6,8</b>
20181026	3	C	135	7,3	<b>3,259</b>	<b>4,9</b>
20181027	6	E	184	11,0	<b>3,587</b>	<b>6,6</b>
20181028	8	E	151	9,1	<b>3,609</b>	<b>5,4</b>
20181028	9	D	129	7,3	<b>3,411</b>	<b>4,6</b>
20181029	2	C	268	14,7	<b>3,284</b>	<b>9,6</b>
20181030	2	C	166	14,7	<b>5,301</b>	<b>6,0</b>
20181031	2	C	172	14,7	<b>5,116</b>	<b>6,2</b>

Tabela 76 - Dados históricos da produção da Retocagem Tip-Top no mês de Novembro de 2018.

Data	Turno	Equipa	Nº pneus Ret c/ Tip-Top	Total horas	min/pneu	Total horas teóricas/dia
20181103	5	E	186	10,1	3,253	6,7
20181103	6	D	164	10,0	3,659	5,9
20181104	7	E	142	7,3	3,099	5,1
20181104	9	E	132	7,3	3,333	4,8
20181105	1	C	210	14,7	4,190	7,6
20181106	1	C	212	14,7	4,151	7,6
20181107	1	C	204	14,7	4,314	7,3
20181107	2	A	158	12,0	4,557	5,7
20181109	1	C	198	12,7	3,838	7,1
20181109	3	B	212	14,7	4,151	7,6
20181110	5	D	188	10,1	3,218	6,8
20181111	7	D	119	7,3	3,697	4,3
20181111	8	E	270	14,7	3,259	9,7
20181111	9	D	131	8,0	3,664	4,7
20181112	1	A	235	14,7	3,745	8,5
20181112	2	B	213	12,3	3,474	7,7
20181112	3	C	251	14,7	3,506	9,0
20181114	1	A	131	7,3	3,359	4,7
20181114	3	C	142	14,7	6,197	5,1
20181115	3	C	114	7,3	3,860	4,1
20181116	2	B	195	14,7	4,513	7,0
20181116	3	C	115	7,3	3,826	4,1
20181117	5	E	191	10,1	3,168	6,9
20181117	6	D	178	10,0	3,371	6,4
20181118	8	D	151	9,1	3,609	5,4
20181118	9	E	141	7,3	3,121	5,1
20181119	2	C	110	7,3	4,000	4,0
20181119	3	A	129	7,3	3,411	4,6
20181120	2	C	93	7,3	4,731	3,3
20181120	3	A	123	7,3	3,577	4,4
20181121	2	C	105	7,3	4,190	3,8
20181121	3	A	138	7,3	3,188	5,0
20181122	1	B	157	12,0	4,586	5,7
20181122	2	C	92	7,3	4,783	3,3
20181123	1	B	137	7,3	3,212	4,9
20181123	2	C	104	7,3	4,231	3,7
20181124	5	D	223	16,0	4,305	8,0
20181124	6	E	156	10,0	3,846	5,6
20181125	7	D	197	12,0	3,655	7,1
20181125	8	E	145	9,1	3,759	5,2
20181125	9	D	198	12,0	3,636	7,1
20181126	1	C	137	7,3	3,212	4,9
20181127	1	C	123	7,3	3,577	4,4
20181128	1	C	101	7,3	4,356	3,6
20181129	1	C	96	7,3	4,583	3,5
20181129	2	A	121	7,3	3,636	4,4
20181130	1	C	135	7,3	3,259	4,9

Tabela 77 - Dados históricos da produção da Retocagem Tip-Top no mês de Dezembro de 2018.

Data	Turno	Equipa	Nº pneus Ret c/ Tip-Top	Total horas	min/pneu	Total horas teóricas/dia
20181202	9	E	128	7,3	3,437	4,6
20181205	1	A	120	7,3	3,667	4,3
20181205	2	B	134	7,3	3,284	4,8
20181206	1	A	121	7,3	3,636	4,4
20181206	2	B	146	7,3	3,014	5,3
20181207	1	A	110	6,8	3,727	4,0
20181207	2	B	151	6,8	2,715	5,4
20181209	8	E	148	9,1	3,682	5,3
20181210	3	A	274	14,7	3,212	9,9
20181211	2	C	118	7,3	3,729	4,2
20181211	3	A	140	7,3	3,143	5,0
20181213	1	B	142	7,3	3,099	5,1
20181213	2	C	143	7,3	3,077	5,1
20181213	3	A	146	7,3	3,014	5,3
20181214	1	B	142	7,3	3,099	5,1
20181214	2	C	103	7,3	4,272	3,7
20181216	9	E	129	7,3	3,411	4,6
20181217	1	C	195	14,7	4,513	7,0
20181217	2	A	92	7,3	4,783	3,3

**Recuperação de pneus por BCD**

Tabela 78 - Dados históricos da produção da Recuperação por BCD dos meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2019.

	Janeiro-2019	Fevereiro-2019	Março-2019
Jante	Pneus/dia	Pneus/dia	Pneus/dia
14	0	0	0
15	26	24	20
16	58	38	32
17	78	41	62
18	133	150	148
19	108	107	144
20	109	139	125
21	18	18	18
22	8	12	12
Total	538	529	561

Média dos 5 picos de produção = 743 pneus

**Recuperação de pneus por Raspagem**

Tabela 79 - Dados históricos da produção da Recuperação por Raspagem dos meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2019.

	Janeiro-2019	Fevereiro-2019	Março-2019
Jante	Pneus/dia	Pneus/dia	Pneus/dia
14	5	6	9
15	10	4	10
16	18	11	8
17	32	16	24
18	45	53	49
19	51	45	72
20	32	52	41
21	19	30	29
22	5	11	10
Total	218	227	254

Média dos 5 picos de produção = 400 pneus

## ANEXO I – TABELAS DE CORREÇÕES DE REPOUSO

As seguintes tabelas foram retiradas de (Gonçalves, 2018a).

ESFORÇO FRACO - PONTOS ATRIBUÍDOS À FORÇA DESENVOLVIDA MÉDIA										
Kg	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	0	0	0	0	3	6	7	8	9	10
5	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18
10	19	19	20	21	22	22	23	23	24	25
15	26	26	27	27	28	28	29	30	31	31
20	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37
25	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43
30	43	43	44	44	45	46	46	47	47	48
35	48	49	50	50	50	51	51	52	52	53
40	54	54	54	55	55	56	56	57	58	58
45	58	59	59	60	60	60	61	62	62	63
50	63	63	64	65	65	66	66	66	67	67
55	68	68	68	69	69	70	71	71	71	72
60	72	73	73	73	74	74	75	75	76	76
65	77	77	77	78	78	78	79	80	80	81
70	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85

ESFORÇO MÉDIO - PONTOS ATRIBUÍDOS À FORÇA DESENVOLVIDA MÉDIA										
Kg	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	0	0	0	0	3	6	8	10	12	14
5	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33
15	34	35	36	37	38	39	39	40	41	41
20	42	43	44	45	46	46	47	48	49	50
25	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56
30	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64
35	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71
40	72	72	72	73	73	74	74	75	76	76
45	77	78	79	79	80	80	81	82	82	83
50	84	85	86	86	87	88	88	88	89	90
55	91	92	93	94	95	95	96	96	97	97
60	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100
65	101	101	102	102	103	104	105	106	107	108
70	109	109	109	110	110	111	112	112	112	113

ESFORÇO ELEVADO - PONTOS ATRIBUÍDOS A FORÇA DESENVOLVIDA MÉDIA										
Kg	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	0	0	0	3	8	11	13	15	17	18
5	20	21	22	24	25	29	28	29	30	32
10	33	34	35	37	38	39	40	41	43	44
15	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55
20	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
25	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
30	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84
35	85	86	87	88	88	89	90	91	92	93
40	94	94	95	96	97	98	99	100	101	101
45	102	103	104	105	105	106	107	108	109	110
50	110	111	112	113	114	115	115	116	117	118
55	119	119	120	121	122	123	124	124	125	126
60	127	128	128	129	130	130	131	132	133	134
65	135	136	136	137	137	138	139	140	141	142
70	142	143	143	144	145	146	147	148	148	149

**B1 - Concentração/Ansiedade**

- Critérios de atribuição dos pontos: o que sucederá se o operador relaxar a atenção, responsabilidade confiada ao executante, necessidade de respeitar as exigências de tempo para cada movimento, precisão ou exactidão requerida.

Trabalhos simples e usuais de montagem / Padejar cascalho	0
Trabalhos usuais de embalagem / Lavador de veículos Conduzir um pequeno carro ao longo de corredores desimpedidos.	1
Alimentar uma prensa conservando a mão afastada da prensa. Re-nivelar uma bateria de acumuladores.	2
Pintar paredes.	3
Reunir objectos para formar lotes simples e de pequena importância, sem reflectir muito. Cosier com uma máquina de orientação automática.	4
Recolher materiais pedidos ao armazém com um pequeno carro. / Controlo simples.	5
Carregar e descarregar uma prensa à mão. / Pintura de materiais à pistola.	6
Adicionar algarismos. / Controlar pequenas peças soltas.	7
Gravar e polir.	8
Guiar à mão uma peça numa máquina de costura. Embalar e escolher um sortido de chocolates segundo uma disposição que o executante deve memorizar e os chocolates em função dessa orientação. Trabalho de montagem demasiado complexo para permitir ao executante a aquisição de automatismos. Soldar peças sustidas por uma montagem.	10
Conduzir um autocarro num nevoeiro espesso ou quando a circulação é intensa. Marcação minuciosa ou muito precisa.	15

**A3 - Vibrações**

- Critérios de atribuição dos pontos: impacto das vibrações ou de uma série de choques ou sacudidelas no corpo, nos membros ou nas mãos, esforço mental suplementar provocado pelas vibrações.

Padejar matérias leves.	1
Máquina de costura eléctrica. /	2
Prensa hidráulica ou tesoura, se o operador segura a matéria a cortar ou embutir.	2
Cortar em bocados. / Padejar cascalho. / Berbequim eléctrico portátil accionado por uma mão.	4
Cavar.	6
Berbequim eléctrico (accionado por ambas as mãos).	8
Desfazer um piso de betão com martelo pneumático.	15

**A4 - Ciclo Curto**

- Para trabalhos muito repetitivos, se uma série de elementos muito curtos forma um ciclo que se repete continuamente durante um período relativamente longo. Os pontos são atribuídos de acordo com a seguinte tabela, para compensar a falta de possibilidade de variar o leque de músculos utilizados.

Tempo médio do ciclo (em centimínutos)		Tempo médio do ciclo (em centimínutos)	
16 - 17	1	8 - 9	6
15	2	7	7
13 - 14	3	6	8
12	4	5	9
10 - 11	5	Menos que 5	10

<b>B2 - Monotonia</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: grau de estímulo mental, existência eventual de laços de camaradagem, de espírito de competição, de um fundo musical, etc.	
Dois trabalhadores trabalhando por empreitada.	0
Limpar sapatos durante meia hora.	3
Operador executando trabalho repetitivo. / Operador executando sozinho um trabalho não repetitivo.	5
Controlo de rotina.	6
Adicionar colunas de algarismos parecidos.	8
Operador executando sozinho um trabalho altamente repetitivo.	11

<b>B3 - Esforços Visuais</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: condições de iluminação, encandeamento, luzes intermitentes, nível de iluminação, cor e proximidade da peça a maquinar, duração do esforço exercido.	
Trabalho industrial normal.	0
Controlo/detecção de defeitos facilmente discerníveis. Trabalho industrial em más condições de iluminação. Classificar por cores objectos de cores diferentes.	2
Controlo a intervalos diversos: detecção de pequenos defeitos. / Escolha de maçãs.	4
Ler jornal num veículo em movimento.	8
Soldar a arco com utilização de máscara. Controlo visual contínuo (tecido saindo de um tear).	10
Gravar utilizando uma lupa.	14

<b>B4 - Ruído</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: o ruído afecta a concentração? Se se trata de um ruído de fundo, produz-se regularmente ou de forma imprevisível? É irritante, ou, pelo contrário, calmante?	
Trabalho num gabinete calmo, sem que disperse a atenção. Fábrica montagem de elementos leves.	0
Trabalho num gabinete na cidade, tendo o ruído contínuo da circulação exterior como ruído de fundo. Oficina de mecânica ligeira.	1
Gabinete ou oficina de montagem na qual o ruído constitui uma fonte de distração.	2
Oficina de carpintaria industrial.	4
Accionar um martelo pilão com uma forja.	5
Rebitar num estaleiro de construção naval.	9
Desfazer o solo com um martelo pneumático.	10

<b>C1 - temperatura e Grau Higrométrico</b>				
• Critérios de atribuição dos pontos: condições atmosféricas gerais de temperatura e humidade, que se classificam numa das categorias do seguinte quadro. Escolher de acordo com a temperatura média.				
Grau Higrométrico (%)	Temperatura (até 14°C)	14,1 - 25 °C	25,1 - 32 °C	Acima de 32,1 °C
Até 75 %	0	1 - 5	6 - 9	10 - 16
de 76% até 85%	1 - 3	4 - 7	8 - 12	13 - 23
Acima de 86%	4 - 6	7 - 11	12 - 17	18 - 36

<b>C2 – Ventilação</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: qualidade e frescura do ar, circulação do ar por climatização ou por ventilação natural.	
Escritórios.	0
Fábricas com condições de trabalho análogas às dos escritórios.	
Oficinas em que a ventilação é conveniente, mas com algumas correntes de ar.	1
Oficinas expostas a fortes correntes de ar.	3
Trabalhar em esgotos.	14

<b>C3 - Fumos e Vapores</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: natureza e concentração dos fumos e vapores: são tóxicos e nocivos para a saúde? são irritantes para os olhos, o nariz, a garganta, a pele? Têm um cheiro desagradável?	
Trabalho no torno com líquidos refrigerantes.	0
Pintura emulsionada / Cortar com maçarico / Colagem com resinas.	1
Gás de escape de um motor de veículo a funcionar numa pequena oficina de reparações.	5
Aplicação de tinta celulósica.	6
Fundidor enchendo um molde de metal em fusão.	10

<b>C4 - Poeira</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: o volume e natureza da poeira.	
Escritório / Operações de montagem de elementos leves / Oficina de prensas.	0
Operações de rebolo ou de polir com uma boa aspiração de poeiras.	1
Serrar madeira.	2
Despejar cinzas.	4
Alisar soldaduras com abrasivo.	6
Despejar em vagões ou cestos o carvão contido em tegões.	10
Descarregar cimento.	11
Demolir um imóvel.	12

<b>C5 - Sujidade</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: natureza do trabalho e desagregações provocadas pela sua natureza suja. Este complemento sobre o "tempo de limpeza" quando ele é necessário (ou não) quando se lhe	
<b>C6 - Humidade</b>	
• Critérios de atribuição dos pontos: efeito cumulativo da exposição a este factor durante longo período.	
Operações industriais normais. / Trabalho no exterior, por exemplo de carteiro.	1
Trabalho permanente em meio húmido.	2
Limpar com água superfícies murais.	4
Manipulação contínua de objectos molhados.	5
Lavandaria / tinturaria, trabalho a vapor, na humidade, num solo coberto com água, com as mãos molhadas.	10

<b>Pontos</b>	<b>0</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>9</b>
<b>0</b>	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
<b>10</b>	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
<b>20</b>	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
<b>30</b>	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
<b>40</b>	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
<b>50</b>	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
<b>60</b>	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
<b>70</b>	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
<b>80</b>	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
<b>90</b>	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
<b>100</b>	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
<b>110</b>	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
<b>120</b>	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
<b>130</b>	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
<b>140</b>	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130