

Otimização do processo de raspagem na produção de pneus

Luís Filipe da Costa Linhares

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Ferreira Duarte

Orientador na empresa: Eng. Ricardo Ferrão



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Julho 2015

Resumo

O pneu é um importante elemento de ligação de um veículo à estrada, seja ele um automóvel, uma mota ou mesmo uma bicicleta.

A produção de pneus envolve uma tecnologia própria muito específica. A avaliação da qualidade do produto produzido passa por um conjunto de ensaios que pretende definir as não uniformidades do pneu. Um pneu considerado não uniforme, designado por *Scrap*, é, na grande maioria dos casos sujeito a processos de correção da não uniformidade.

Esta dissertação foi desenvolvida em ambiente empresarial, na Continental – Mabor, na área da raspagem de pneus, cujo principal objetivo é a redução de não uniformidades através do processo de raspagem recuperando deste modo o pneu para o circuito comercial.

No âmbito desta dissertação pretendia-se fundamentalmente:

- otimizar o processo de correção da conicidade por raspagem, de modo a reduzir o número de *Scraps* e consequentemente aumentar o número de pneus recuperados.

Com o objectivo de otimizar o processo de correção da conicidade por raspagem foram desenvolvidos durante esta dissertação um conjunto de análises e testes do processo de correção. Os ensaios realizados, estabelecidos através do método Taguchi, permitiram identificar os parâmetros mais influentes do processo de correção.

Neste trabalho de dissertação foi ainda:

- estudada e proposta a implementação da Metodologia dos 5S's na área de raspagem;
- elaborada uma nova instrução de trabalho, mais simples e de mais rápida consulta, recorrendo maioritariamente a imagens e a um novo método de apresentação;
- revista a zona em que os pneus eram raspados;
- feita uma análise ao sistema de limpeza/ aspiração da área de raspagem.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação - otimização do processo de correção – permitiu:

- aumentar, em Maio de 2015, em 34% o número de pneus recuperados em relação a Maio 2014;
- aumentar, em Junho de 2015, em 55% o número de pneus recuperados em relação a Junho de 2014;
- reduzir a influência da conicidade nos pneus não recuperáveis (*Scraps* de uniformidade) em 40% em Maio. Influência que reduziu ainda mais 20% em Junho.

Optimization of grinding process at tire manufacture

Abstract

The tire is one of the most important elements of ground vehicles.

The tire production involves a very specific technology. The evaluation of the product quality goes through a set of tests that defines the non-uniformities of the tire. A non-uniform tire, designated as scrap tire, is in most cases subjected to correction.

This work was developed at the Continental-Mabor factory, more specifically at the grind area, whose main objective is the reduction of non-uniformities through the grinding process recovering the tire to the supply chain.

On this dissertation it was intended to fundamentally:

- optimize the grinding process in order to reduce the number of scraps and consequently increase the number of recovered tires.

In order to optimize the conicity grinding process a set of analysis and tests of the correction process have been developed. The tests performed through Taguchi method allowed to identify the most influential parameters of the correction process.

In this dissertation it was also:

- studied and proposed the 5S's methodology at the grinding area;
- elaborated a new work instruction, simpler and faster to read mainly using pictures and a new presentation method;
- revised the zone where the tires were grinded;
- done an analisis to the cleaning/ aspiration system of the grinding area.

The work developed in this dissertation – optimization of the grinding process – allowed:

- an increase of 34% and 55% of the number of tires recovered in May and in June of this year, respectively, in relation to the homologue period of the last year;
- to reduce the influence of conicity in the unrecoverable tires (scraps of uniformity) by 40% in May. That influence was further reduced to 20% in June.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos Professores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto por todo o conhecimento transmitido, e em especial ao Professor José Ferreira Duarte por todo o apoio que me deu durante a realização da dissertação.

À Continental-Mabor pela oportunidade que me concedeu de realizar uma dissertação com todas as condições necessárias para o sucesso da mesma.

A todo o departamento de qualidade, à equipa de uniformidade, Eduardo Oliveira, Tiago Gomes, Hélio Jesus, e em especial ao engenheiro Ricardo Ferrão que me acompanhou durante todo o percurso na Continental-Mabor com palavras de apoio e motivação.

À minha família, especialmente ao meu Pai que sempre apostou na minha educação, à minha Tia que sempre acreditou no meu sucesso, aos meus avós que sempre me deram palavras de carinho e ao meu irmão.

À minha namorada Patrícia, pelo carinho e paciência durante todo o meu percurso para ouvir as histórias da evolução do meu trabalho.

Ao Paulo Teles pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos César, André e em especial ao meu amigo Eduardo que me acompanhou em toda a jornada académica.

A todos, muito obrigado!

Índice

1	Introdução e objetivos	1
1.1	Introdução à Continental-Mabor	1
1.2	Processo produtivo	5
1.3	Objetivos do projeto	7
1.4	Metodologia.....	7
2	Estado de arte - O pneu	8
2.1	Dinâmica do pneu	8
2.2	Inscrições nas paredes laterais.....	16
2.3	Componentes e tipos de construção.....	21
2.3.1	Componentes do pneu	21
2.3.2	Tipos de construção	22
2.4	Não uniformidades do pneu	24
2.4.1	Geometria	25
2.4.2	Variação de forças	28
2.4.3	Balanceamento	39
3	Estado atual da raspagem na Continental-Mabor	41
3.1	Correção à uniformidade - Raspagem	41
3.2	Máquinas de uniformidade e a marcação	42
3.3	Descrição da operação de raspagem	44
3.4	Instruções de raspagem.....	46
3.5	Sistema de limpeza/ aspiração	46
3.6	Layout	47
4	Análises e soluções.....	48
4.1	Agravamento de conicidade.....	48
4.1.1	Experiência 1 – Análise da base de dados	49
4.1.2	Experiência 2 – desvios de construção	49
4.1.2.1	Análise da experiência 2.....	51
4.1.3	Experiência 3 – Influência das máquinas na conicidade	52
4.1.3.1	Experiência 3 – Ensaio 1	52
4.1.3.2	Experiência 3 – Ensaio 2	53
4.1.4	Implementação.....	57
4.2	Otimização da zona de raspagem do ombro.....	59
4.2.1	Zona 1	59
4.2.2	Zona 2	62
4.3	Otimização de parâmetros de raspagem	63
4.3.1	Escalas para afinação da abertura de jante	63
4.3.2	Desenho de experiências.....	64
4.3.3	Experiência	66
4.3.3.1	Planeamento da experiência	66
4.3.3.2	Realização da experiência.....	69
4.3.3.3	Tratamento de dados.....	70
4.3.3.4	Conclusão da otimização dos parâmetros de raspagem	73
4.4	Mós para raspar piso	75
4.4.1	Mós de forma	75
4.4.2	Raspagem de pneus 275mm de largura	78
4.5	Otimização do espaço de trabalho.....	82
4.5.1	5S's e a organização do espaço de trabalho	82
4.5.2	Organização do espaço da raspagem.....	85
4.6	Aspiração e limpeza	89
4.7	Instrução de trabalho	94
5	Análise de resultados	97
5.1	Maio 2014 vs Maio 2015	97
5.2	Junho de 2014 vs Junho 2015	99
5.3	Maio e Junho 2015 vs Janeiro, Fevereiro e Março 2015	101
6	Conclusão	104

Referências.....	105
Anexos.....	108

Siglas

CB	Código de barras
CCW	<i>Counter Clockwise</i> , sentido contrário aos ponteiros do relógio
CW	<i>Clockwise</i> , sentido dos ponteiros do relógio
daN	DecaNewton
DOT	<i>Department of transportation</i> , Departamento de transporte
LFPP	<i>Lateral Force Peak-to-Peak</i> , Força lateral pico a pico
LSFT	<i>Lateral Shift</i> , Deslocamento lateral
LRO	<i>Lateral Rounout</i>
LBS	Libras
MABOR	Manufatura Nacional de Borracha
MU	Máquina de Uniformidade
mm	Milímetros
PSI	<i>Pound Force Per Square Inch</i>
RFPP	<i>Radial Force Peak-to-Peak</i>
RF2H	<i>Radial Force Second Harmonic</i>
RF1H	<i>Radial Force First Harmonic</i>
RRO	<i>Radial Runout</i>
SUV	<i>Sport Utility Vehicle</i> , Veículo utilitário desportivo
TWI	<i>Tread Wear Indicator</i> , Indicador de desgaste do piso

Índice de figuras

Figura 1 – Fábrica Mabor [1].....	1
Figura 2 – Logótipo Mabor-General [1].....	1
Figura 3 – Primeiro Logótipo da marca [2].....	2
Figura 4 – Algumas marcas do grupo Continental	2
Figura 5 – Logótipo Continental [2].....	3
Figura 6 – Fábrica Continental-Mabor Lousado [2].....	4
Figura 7 – Processo produtivo, Parte 1 [5].....	5
Figura 8 – Processo produtivo, Parte 2 [5].....	6
Figura 9 – Forças e momentos presentes num pneu em rotação [18].....	8
Figura 10 – Representação do <i>Slip Angle</i> [19]	9
Figura 11 - A, Perfil deformado; B, Pormenor da zona inferior da figura A; C, Gradiente de pressões [7]	10
Figura 12 - Distribuição de pressão na pegada [8]	10
Figura 13 - Distribuição de pressão na pegada [8]	11
Figura 14 - Representação da evolução de uma cerda ao longo da pegada de contacto [6]	12
Figura 15 - Inscrições na parede de um pneu [9].....	16
Figura 16 – Medidas e outras informações.....	17
Figura 17 – Inscrições na parede.....	17
Figura 18 – Símbolo presente em alguns pneus.....	18
Figura 19 – Indicação de pneu sem câmara-de-ar	18
Figura 20 – Indicações na parede.....	18
Figura 21 – Código DOT e código de produção.....	19
Figura 22 – Indicação TWI e indicadores de desgaste	19
Figura 23 – País de fabrico.....	20
Figura 24 – Indicações de limites de pressão e carga em diferentes unidades.....	20
Figura 25 – Pneu “dissecado”, onde é possível distinguir as partes que compõem um pneu [10]	21
Figura 26 – Construção radial [20].....	22
Figura 27 – Construção BIAS ou diagonal [20].....	23
Figura 28 – Pneu com carcaça diagonal e telas metálicas [21]	23
Figura 29 – Representação de uma depressão na parede do pneu	25
Figura 30 – Bolha na parede lateral de um pneu	25
Figura 31 – Representação do método de medição de bolhas e depressões [13]	26
Figura 32 – Representação do método de medição da excentricidade radial [14]	27
Figura 33 – Medição da excentricidade lateral [14].....	27
Figura 34 – Ilustração explicativa dos tipos de vibração que originam primeiro harmónico [22].....	29
Figura 35 - Ilustração explicativa dos tipos de vibração que originam segundo harmónico [22].....	30
Figura 36 – Representação da força lateral [13].....	31
Figura 37 – Efeito do descentramento de telas metálicas na conicidade	33
Figura 38- Pneu com telas centradas	33

Figura 39- Pneu com telas chegadas à direita.....	33
Figura 40 – Representação da força lateral devida à conicidade	34
Figura 41 – Representação do teste de uniformidade na leitura de conicidade [13].....	34
Figura 42 – (a), telas simples tracionadas; (b), telas sobrepostas tracionadas [12].....	37
Figura 43 – Pneu com excesso de massa na zona superior do pneu [13].....	39
Figura 44 - Pneu com excesso de massa na zona superior e inferior do pneu [13].....	40
Figura 45 – Impacto das não uniformidades no global de <i>Scraps</i> de raspagem	41
Figura 46 – Código de barras	42
Figura 47 – Posição do pneu ao entrar na máquina de uniformidade.....	42
Figura 48 – Máquina de uniformidade [24]	43
Figura 49 – Passadeiras de alimentação e retorno de pneus na zona de raspagem	45
Figura 50 – <i>Layout</i> atual da área da raspagem representando, a vermelho, área ocupada por pneus de outras áreas que esperam ser enviados para circuito de produção. A verde, zona de armazenamento de pneus de tamanho de jante 14”.....	47
Figura 51 – Representação da posição em que o pneu é montado na máquina	54
Figura 52 - Representação da posição em que o pneu é montado na máquina.....	55
Figura 53 – Representação da peça, anel, que causa agravamento de conicidade.....	57
Figura 54 – Área de raspagem praticada, pneu 8 à esquerda e pneu 12 à direita	59
Figura 55 – Pneu raspado, setas a vermelho representam a zona onde foi raspado	60
Figura 56 – Pneu raspado com aspeto visual não aceitável.....	61
Figura 57 – Representação da zona de raspagem 2.....	62
Figura 58 – Etapas para obtenção das chapas com a escala da abertura de jante; A, Situação em que estavam as escalas; B, Desenho em CAD das escalas para o lado direito e esquerdo da máquina; C, Situação provisória enquanto não entregavam as escalas em metal; D, Situação final com escalas em metal.	63
Figura 59 – Diagrama causa e efeito	67
Figura 60 – Influência do diâmetro.....	73
Figura 61 – Mó de forma em carboneto de silício	75
Figura 62 – Mó de forma metálica	75
Figura 63 – Representação da causa das marcas do pneu devido a raspagem com mó desadequada	76
Figura 64 – Marca presente no pneu devido à raspagem com pedra desadequada	77
Figura 65 – Raspagem com pedra adequada, sem marcas	77
Figura 66 – Desenho dos contornos de quatro artigos com 275mm de largura	78
Figura 67 – Representação dos contornos do pneu, da mó e identificação das zonas de saída	79
Figura 68 – Evolução dos contornos desde o primeiro até ao contorno final.....	80
Figura 69 - Ilustração de cada um dos 5S's [23].....	82
Figura 70 – Representação das zonas onde são armazenados os pneus no <i>Layout</i> atual.	85
Figura 71 – <i>Layout</i> proposto	86
Figura 72 – Sujidade presente nos pneus após raspagem.....	89
Figura 73 – Conduitas e zonas de perdas de carga a vermelho	90
Figura 74 – Representação da tubagem e alguns pormenores das zonas em que se dão perdas de carga	91
Figura 75 – Estado do ventilador e filtros no interior.....	92
Figura 76 – Sujidade na máquina de raspagem	92

Figura 77 – Micrómetro com ponteira bicuda.....	95
Figura 78 – Micrómetro com ponteira cilíndrica	95

Índice de tabelas

Tabela 1 – Índices de velocidade.....	17
Tabela 2 - Índices de carga	17
Tabela 3 – Resultados da experiência de desvios.....	50
Tabela 4 – Valores de conicidade obtidos a cada passagem na máquina de uniformidade.....	52
Tabela 5 – Valores obtidos na experiência de simulação	53
Tabela 6 – Valores obtidos para experiência de simulação de raspagem	54
Tabela 7 – Resultados da repetição da experiência de simulação de raspagem	56
Tabela 8 – Valores de conicidade obtidos após raspagem dos pneus	57
Tabela 9 – Valores conicidade antes e após raspagem	60
Tabela 10 – Ganho de conicidade em pneus raspados na zona 2	62
Tabela 11 – Matriz Taguchi L_9	68
Tabela 12 – Matriz de Taguchi com fatores e níveis para a realização da experiência de otimização	68
Tabela 13 – Resultados das experiências de otimização	69
Tabela 14 – Tabela de resposta para as médias	70
Tabela 15 – Análise de variância para as médias.....	71
Tabela 16 – Análise de variância para as médias.....	72
Tabela 17 – Tabela de organização de ferramentas.....	87
Tabela 18 – Ação de manutenção e periodicidade de manutenção de cada componente	93
Tabela 19 – Comparação Maio 2014 com Maio 2015	97
Tabela 20 – Comparação Junho 2014 com Junho 2015	99

1 Introdução e objetivos

No capítulo 1 da presente dissertação será introduzida a empresa Continental-Mabor. Serão também apresentados os objetivos a atingir, a metodologia utilizada e a organização da dissertação.

1.1 Introdução à Continental-Mabor

De Mabor a Continental-Mabor

Nem sempre, desde 1946, a fábrica Mabor (Figura 1), foi propriedade da Alemã Continental AG.

No início dos anos 40 do século passado, a importação de pneus em Portugal representava uma fatia importante nas importações. Este facto, na altura, foi motivo de atenção por parte de Carlos Farinha, do Conde da Covilhã e de um grupo de interessados na indústria de pneus. Foi então estudada a possibilidade de em Portugal existir uma fábrica de pneus, visto que Carlos Farinha possuía desde 1935 um despacho ministerial que lhe permitia fabricar protetores e camaras de ar. Mas só em 1940 o Ministro do Comércio e Industria, pelo alvará nº2, fixou como deve ser explorada esta indústria dos pneus.



Figura 1 – Fábrica Mabor [1]

Após cinco meses Carlos Farinha, vendeu o seu alvará ao Conde da Covilhã, Júlio Anahory do Quental Calheiros, pela quantia simbólica de um escudo. Esse alvará foi nessa altura cedido à sociedade anónima Manufatura Nacional de Borracha, S.A.R.L.

Foi ainda escolhido o parceiro que forneceria a tecnologia e maquinaria necessária ao novo projeto, a General Tire & Rubber Company, que era um dos maiores fabricantes de pneus a nível mundial. A General ficou com 20% da companhia à qual iria fornecer *Know-How* (Figura 2).

Em 1941 Rudolf Ulrich, técnico da General Tire, escolheu como possível localização da fábrica dois locais: Lousado ou um local entre Sacavém e Vila Franca de Xira. Contudo, o Conde da Covilhã queria que a fábrica se localiza-se em Lousado, visto o seu amigo Cardeal Patriarca de Lisboa, D. Manuel Gonçalves Cerejeira, lhe ter transmitido informações de que Lousado como está situado no Minho, para além de condições excelentes em termos geográficos contava também com uma população bastante trabalhadora e disciplinada, considerada uma característica da região. A existência da fábrica nesta região traria uma condição de vida bastante melhor para Lousado que na altura era pouco desenvolvida.



Figura 2 – Logótipo Mabor-General [1]

Lousado tinha também água em grande quantidade, facilidade de obtenção de energia elétrica e estava próxima da linha ferroviária do Minho, o que facilitava o transporte de matérias-primas e produtos fabricados.

Ulrich ficou rendido a tantas evidências.

A data de 6 de Abril de 1946 marca a inauguração da primeira fábrica de pneus em Portugal e quarenta e três anos depois, 1989, um dos maiores fabricantes de pneus do Mundo cria uma *joint-venture* com a Mabor. Desta junção, surge uma nova empresa associada a um novo nome, a Continental-Mabor, Indústria de Pneus, S.A.. Nessa altura a Continental detinha 60% do capital, que em 1995 passou a ser 100%. [1]

Continental AG

A Continental foi fundada a 8 de Outubro de 1871 em Hannover, Alemanha, onde ainda hoje se situa a sua sede e um dos seus centros de investigação. A imagem de marca foi adotada em 1882, altura em que o cavalo rampante (Figura 3), começou a fazer parte do logótipo da Continental. Dez anos depois foi reconhecida como a primeira empresa alemã a fabricar pneus para bicicletas, tornando-se um importante fabricante de pneus na área do ciclismo.

Pouco tempo após tal feito, em 1898 a Continental começa a fabricar pneus sem piso para automóvel, na sua fábrica de Hanover-Vahrenwald.



Figura 3 – Primeiro Logótipo da marca [2]

Nos anos 60, a Continental inicia a produção em massa de pneus radiais, e 19 anos mais tarde adquire a Uniroyal, Inc, USA, na Europa, o que lhe permite cimentar a posição neste continente. Em 1985 adquire a empresa de pneus Samperit (Figura 4).

Mais uma aquisição é feita em 1987, e desta vez é adquirida a empresa Americana que detinha 20% do capital da Mabor, a General Tire, Inc.

Dois anos mais tarde foi criada a *joint-venture* com a Mabor de Lousado, que três anos depois viria a ser adquirida na totalidade, juntamente com a ITA - Industria têxtil do Ave.

Já com novos horizontes, em 1991, e com a preocupação ambiental, a Continental mostra mais uma vez inovação, lançando o primeiro pneu amigo do ambiente para carros ligeiros de passageiros. Nesse ano é também adquirido mais um produtor de pneus, desta vez Checo, a Barum.

No final da década de 90, é adquirida uma empresa Americana que permite que a Continental entre na área dos sistemas automóveis, visto a empresa ter o seu foco na produção de travões e chassis automóveis. Foram também adicionadas novas fábricas na Argentina, África do Sul e Eslováquia.



Figura 4 – Algumas marcas do grupo Continental

Para reforçar a área onde se inseriram em 1998, a Continental e a empresa Nisshinbo formaram uma nova junção que permitiu levar para o mercado Japonês e Coreano a área dos sistemas de travões e chassis. Este início do novo milénio é um marco bastante importante no crescimento da Continental fora da área dos pneus, visto que em 2001 adquiriu duas empresas Japonesas que atuam na área do fabrico de componentes para travões de disco. Para além disso surge a ContiTech, empresa do grupo Continental especialista em borracha e plásticos, e adquire posteriormente 51% de uma empresa Chinesa que, entre outros, fabrica sistemas de ar condicionado. Ainda em 2001 a empresa Temic passou também a fazer parte do grupo e permitiu que a Continental crescesse ainda mais na área da eletrónica automóvel.

Um ano mais tarde, 2002, a Continental juntou-se à Japonesa Bridgestone para desenvolverem em conjunto pneus que pudessem rolar após furados. Deram-se ainda mais dois acontecimentos importantes:

- a abertura de duas fábricas da ContiTech, para a produção de sistemas de transmissão de potência, na Roménia e na Turquia;
- *joint venture* entre a Continental e a Yokohama, também produtora de pneus, que permitiu intensificar as relações com o produtores automóveis japoneses.

Hoje a Continental é uma empresa que tal como é possível apreciar pela sua história, está presente em vários setores automóveis tais como: chassis e segurança, cadeias cinemáticas, interiores, pneus, etc.

A empresa existe em vários países como por exemplo, Portugal, Alemanha, Brasil, África do Sul, China, Índia, Japão, Cazaquistão, Malásia e Estados Unidos da América entre muitos outros, contando com a ajuda de cerca de 190 mil colaboradores, liderando assim o mercado mundial em alguns setores onde se insere, não só se fixando na produção mas também no desenvolvimento de novas tecnologias e novos produtos que deixam os veículos e as nossas vidas mais seguras, tanto hoje como no futuro, ou não fosse o seu lema “The Future in Motion”, ou o futuro em movimento (Figura 5). [2]



Figura 5 – Logótipo Continental [2]

A Continental-Mabor hoje

No final do ano 2014 a Continental-Mabor foi o líder isolado do sector de borracha e matérias plásticas em Portugal, tendo como resultado líquido em 2013, cerca de 195 milhões de euros.

Em Portugal a Continental-Mabor ocupa o vigésimo-quarto lugar no ranking das 1000 maiores empresas do país, tendo em 2013 um volume de negócios de cerca de 795 milhões de euros.

Neste momento o Diretor da fábrica é o Dr. Pedro Olavo Santos Carreira, que dirige uma fábrica com cerca de 1700 colaboradores excluindo trabalhadores externos e estagiários.

No final de 2013 estavam a ser produzidos cerca de 53 mil pneus por dia numa fábrica com 267000 m², área que neste momento está em crescimento (Figura 6).

Estes objetivos foram atingidos ao fim de 21 anos, durante os quais foram investidos cerca de 550 milhões de euros, e que resultaram em três prémios de qualidade consecutivos de melhor fábrica do grupo Continental das 20 existentes. O último prémio foi entregue no início do ano 2015 e foi referente a 2014.

A Continental-Mabor, como lhe chamam ainda hoje, e em homenagem aos trabalhadores que ficaram da antiga Mabor, exporta para 68 países, desde os EUA até à China, mas cerca de 55% da sua exportação fica na Europa. Para além disso é a fábrica mais complexa do grupo, produzindo o maior leque de artigos, cerca de 200 diferentes por dia. [3][4]



Figura 6 – Fábrica Continental-Mabor Lousado [2]

1.2 Processo produtivo

Nas Figuras 7 e 8 está representado o processo produtivo de um pneu desde as matérias-primas até ao produto final. [5]

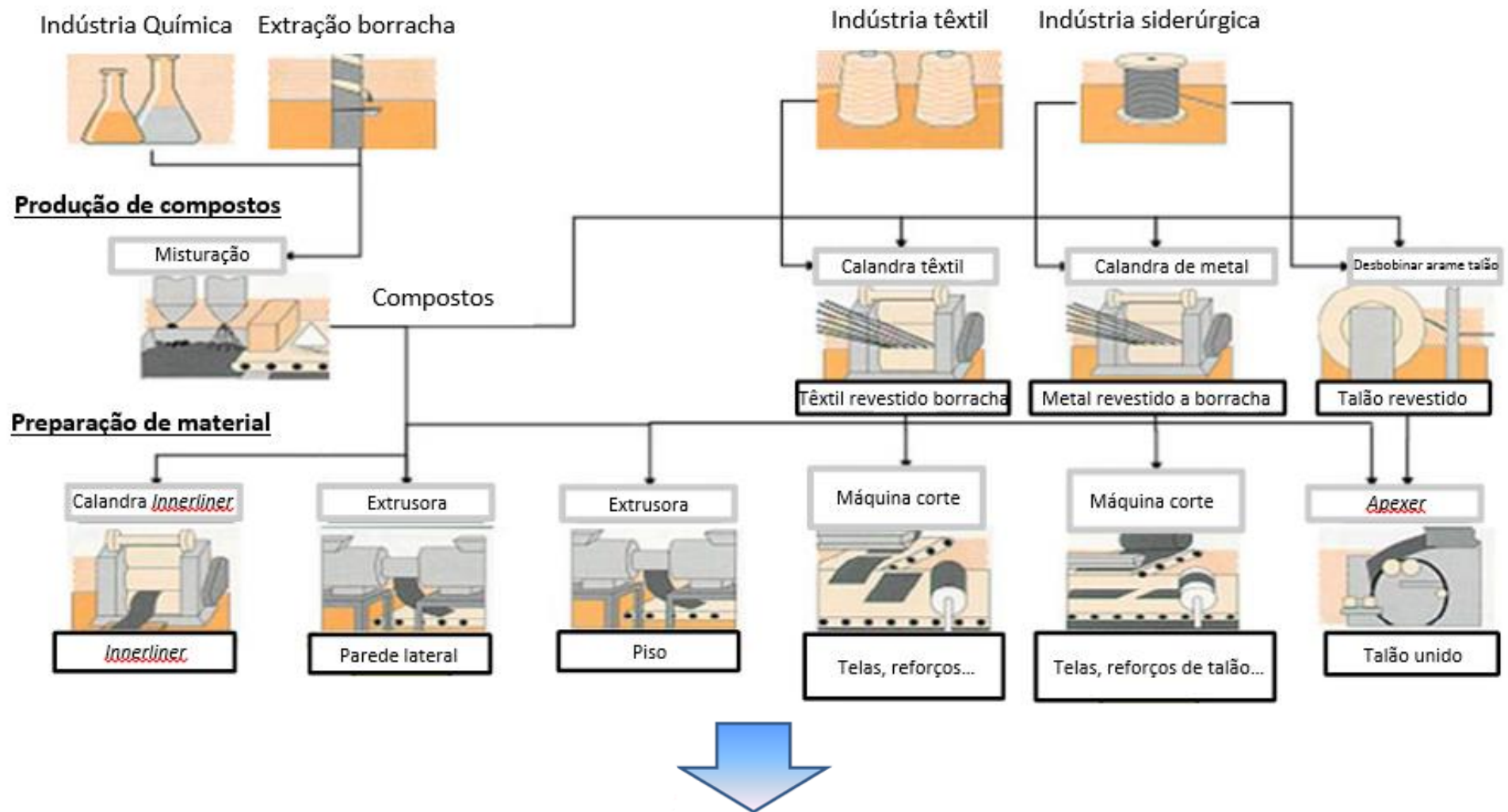


Figura 7 – Processo produtivo, Parte 1 [5]

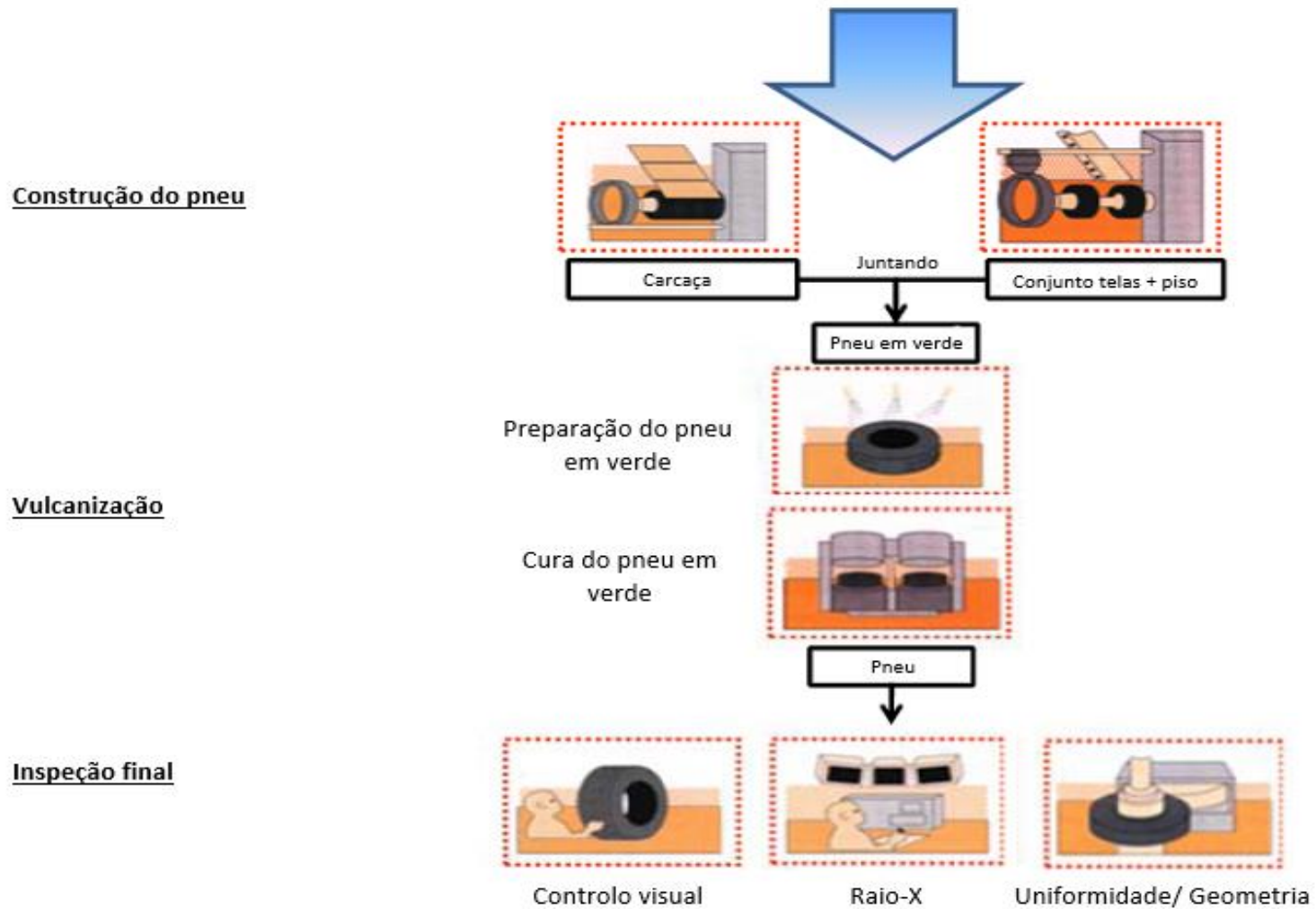


Figura 8 – Processo produtivo, Parte 2 [5]

1.3 Objetivos do projeto

A dissertação foi desenvolvida em ambiente empresarial, mais concretamente na empresa Continental-Mabor, Indústria de pneus, e no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Foram definidos um objetivo geral e três específicos.

Objetivo geral:

- Otimização do processo de raspagem.

Objetivos específicos:

- Compreender o fenómeno de raspagem nos pisos assimétricos;
- Determinar os melhores parâmetros de raspagem;
- Determinar a influência dos desvios de processo na uniformidade e sua posterior recuperação.

1.4 Metodologia

A metodologia utilizada foi um processo iterativo, em que quando surgia uma situação nova era criada uma estratégia de resolução, tendo em vista os objetivos.

2 Estado de arte - O pneu

O capítulo 2 introduz tópicos essenciais à compreensão do desenvolvimento da dissertação. Introduzem-se tópicos como:

- dinâmica dos pneus que permite entender as forças desenvolvidas no pneu;
- inscrições nas paredes do pneu que permitem identificar dimensões e outras características;
- componentes constituintes do pneu;
- não uniformidades do pneu.

2.1 Dinâmica do pneu

O pneu é um importante elemento de ligação de um veículo à estrada, seja ele um automóvel, uma moto ou mesmo uma bicicleta.

Nos pneus desenvolvem-se três forças quando este está em contacto com o chão (Figura 9):

1. Força longitudinal ou força de tração – F_x ;
2. Força lateral - F_y ;
3. Força normal – F_z .

E três momentos (Figura 9):

1. M_x – *Overturning Moment*, momento de sobreviragem;
2. M_y – Momento de resistência ao rolamento;
3. M_z – *Restoring or aligning torque/moment*, Momento de auto alinhamento.

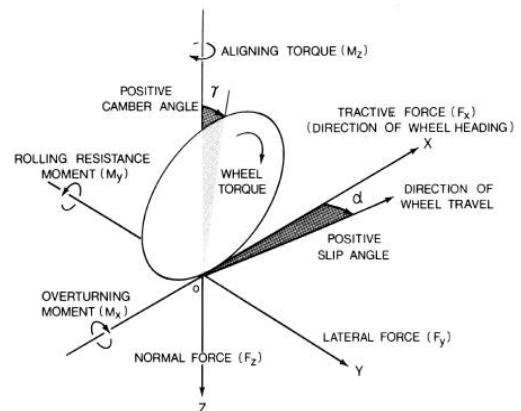


Figura 9 – Forças e momentos presentes num pneu em rotação [18]

A primeira força que importa realçar é a força longitudinal F_x . Como é possível observar na Figura 9, a força longitudinal não aparece no sentido em que o veículo viaja, mas sim no sentido para onde está a apontar a roda. A essa diferença chama-se *Slip Angle*, representado na Figura 9 como α .

Ainda na mesma figura está representado o *Camber Angle* (γ), que é o ângulo que o plano da roda faz com o plano XZ. [6]

Slip Angle

O *Slip Angle* é um conceito muito importante na dinâmica dos pneus. Este representa o ângulo entre a direção na qual o veículo viaja e a direção para onde a roda aponta (Figura 10). Portanto, se $F_y=0$, então o *Slip Angle* também é 0, e a roda, neste caso, está a apontar no sentido da direção para onde o veículo viaja. Pode concluir-se que para existir *Slip Angle*, o veículo tem que estar a curvar, gerando-se assim uma força lateral F_y .



Figura 10 – Representação do *Slip Angle* [19]

Desenvolvimento das forças no pneu (análise estática)

Consultando as Figura 11 e Figura 12 é possível entender o gradiente de pressões na pegada de contacto de um pneu quando o mesmo está parado.

A deformação que se observa na Figura 11A é devida a uma carga vertical, como por exemplo o peso do veículo, que deforma a parede do pneu. Esta deformação contribui para o momento M , representado na Figura 11B. Este momento é originado não só pelo peso do veículo mas também pela pressão interior (P_i), que “empurra” as paredes do pneu para fora. O momento vai também contribuir para que a pegada do pneu não seja completamente uniforme em termos de distribuição de pressão (Figura 12).

Contudo, mais fatores contribuem para uma pegada de pressão não uniforme, tal como a pressão no interior do pneu. O facto de os pneus terem sulcos no piso, para por exemplo, escoar a água, vai também contribuir para que a pegada não seja uniforme. [7]. [8]

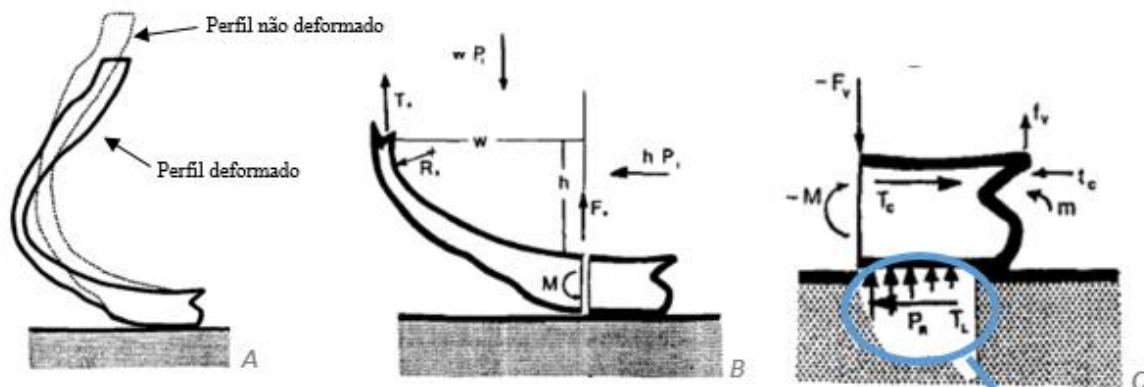


Figura 11 - A, Perfil deformado; B, Pormenor da zona inferior da figura A; C, Gradiente de pressões [7]

Gradiente de pressão – a pressão é maior no lado esquerdo e vai diminuindo à medida que se aproxima da direita.

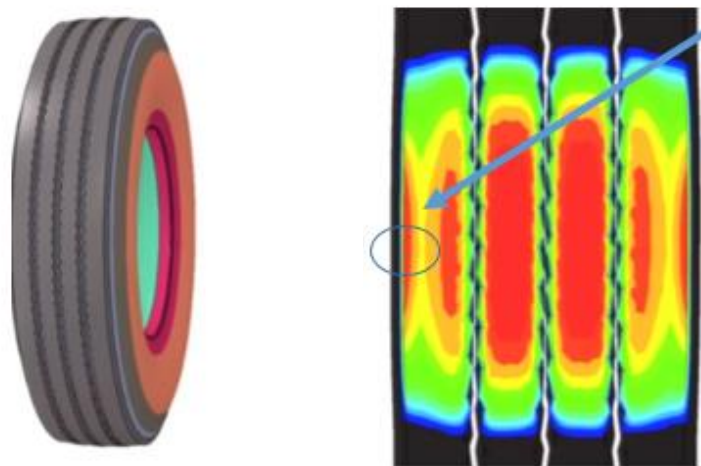


Figura 12 - Distribuição de pressão na pegada [8]

Porém, o que acontece nos limites da pegada não acontece nos limites dos sulcos.

Nos limites dos sulcos, como a pressão interior vai fazer força na parede interior do sulco toda a área do sulco vai ficar “arqueada”, criando momentos nos seus limites. Esses momentos, por sua vez, criam outros momentos que fazem com que os cantos inferiores dos sulcos fiquem mais desencostados da estrada, levando a que essas zonas, numa análise de elementos finitos à pegada do pneu, fique menos solicitada em termos de pressão. Na Figura 13 estão representadas zonas mais afetadas e menos afetadas. [7] [8]

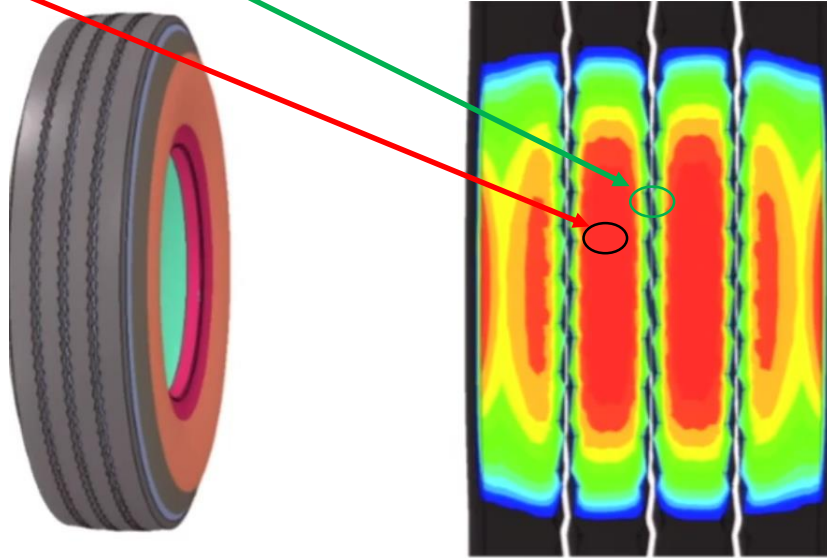


Figura 13 - Distribuição de pressão na pegada [8]

Forças presentes em aceleração ou travagem a fundo, em linha reta

Quando um carro, uma mota ou mesmo uma bicicleta são travados a fundo, sem qualquer ajuda eletrónica, as rodas vão bloquear e o pneu vai entrar em deslizamento. Durante o deslizamento a pegada de contacto do pneu com o chão vai ter um desenvolvimento de forças.

Veja-se como varia a pressão, a força longitudinal, o *slip* (ou deslizamento) e a velocidade do pneu ao longo da pegada.

As situações descritas de seguida ocorrem dado que a velocidade tangencial na roda é diferente da velocidade da estrada. Como a velocidade da estrada é maior, quando o pneu ao rolar começa a contactar com a estrada, esta vai “puxar” o pneu, ocorrendo deformações que levam a variações, como por exemplo, de pressão ao longo da pegada. A este fenómeno dá-se o nome de **Longitudinal Slip** [6], [8].

Travagem

Numa situação de travagem a fundo, a velocidade angular das rodas é zero.

$$\omega = 0 \quad (2.1)$$

Ou seja, é o pior cenário de travagem possível. Sendo assim pode calcular-se o *Slip* longitudinal.

$$\text{Longitudinal Slip} = - \left(\frac{v_x - \omega r_e}{v_x} \right) \quad (2.2)$$

Onde:

v_x é a velocidade da estrada ou do veículo

ω é a velocidade angular

r_e é o raio efetivo

Como a velocidade angular é zero, o *Slip* longitudinal é:

$$\text{Longitudinal Slip} = -1 \quad (2.3)$$

-1 é o valor de *Slip* mais baixo que pode obter-se correspondendo à situação de travagem mais crítica.

No sentido de ilustrar melhor a situação, a Figura 14 representa um elemento do pneu (cerda), em evolução ao longo da pegada de contacto. Pode observar-se que até à linha vertical a traço interrompido o elemento do pneu vai sendo “puxado” pela estrada, ou seja, existe tração, mas daí para trás (lado direito da Figura 14), esse mesmo elemento entra em deslizamento (*Slip*). A partir dessa altura começa a formar-se o Gráfico 1-G3, e o material começa a voltar à sua forma inicial. O elemento vai novamente dar a volta à roda para entrar de novo em contacto com o solo.

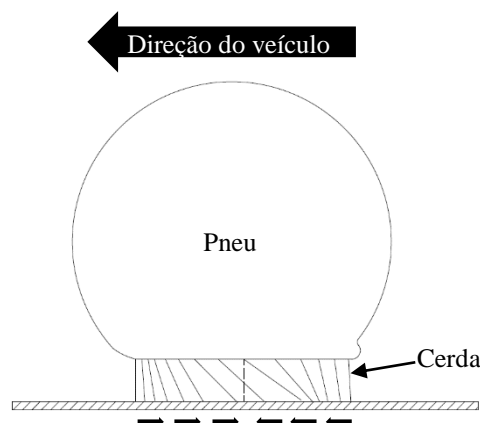
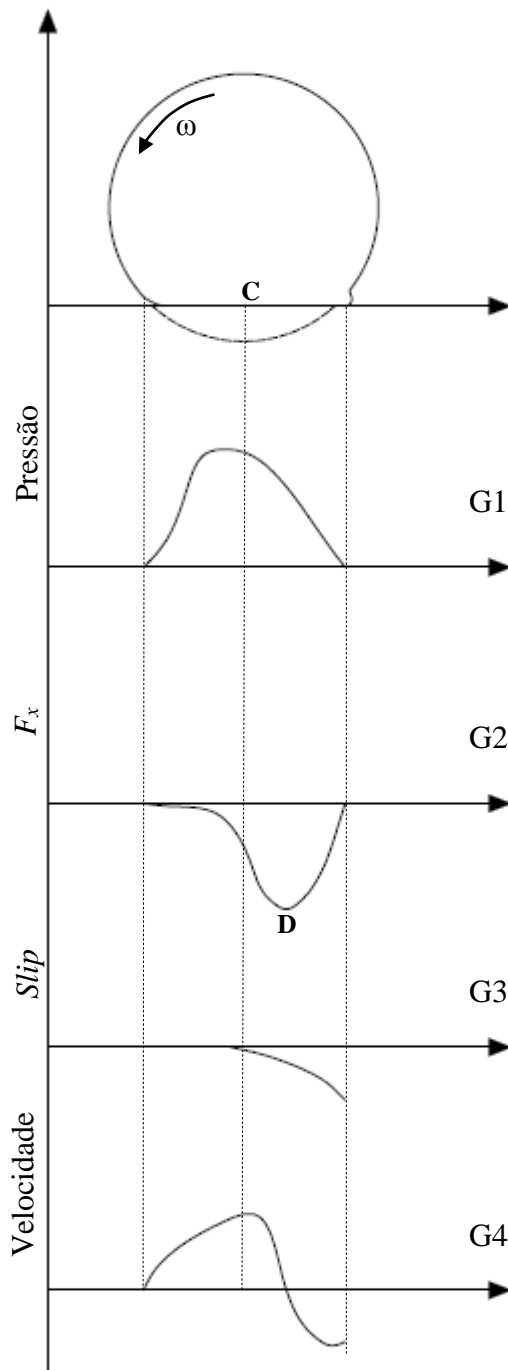


Figura 14 - Representação da evolução de uma cerda ao longo da pegada de contacto [6]

O Gráfico 1 representa a evolução de alguns parâmetros ao longo da pegada de contacto no momento de travagem. Notar que agora $\omega \neq 0$ [6], [8].

Gráfico 1 – Representação gráfica, em situação de travagem, da evolução da pressão em situação (G1), força longitudinal (G2), Slip (G3) e velocidade (G4) [8]



G1 – Pressão (p). Conclui-se que esta aumenta ao longo da pegada, mas só até certo momento dado que a pressão na travagem não é máxima no centro da pegada. Note-se que quando o veículo é travado, nas rodas da frente, a pressão vai ser maior um pouco à frente do ponto C.

G2 - A força longitudinal (F_x), diminui até atingir um limite no ponto D. A partir do ponto D a força normal deixa de conseguir sustentar o peso e o pneu entra em escorregamento, aumentando até chegar a zero. Esse aumento dá-se visto nessa altura o material estar a retomar a forma original.

G3 - No gráfico do *Slip* (G3), pode observar-se o escorregamento, já que este começa pouco antes do ponto D. A força longitudinal é gerada na travagem ou no caso de a velocidade da estrada ser diferente da velocidade tangencial do pneu. Caso a velocidade da estrada seja igual à velocidade tangencial do pneu não se gera força longitudinal.

Nota: O *Slip* nos gráficos **G3** e **G4** é um *Microslip* que se dá quando o pneu está a “desacelerar”, a largar o contacto com a estrada, ou seja, quando o raio efetivo começa a aumentar de novo.

G4 – O gráfico representa a variação da velocidade ao longo da pegada. Essa variação tem como fundamento a variação do raio, visto que o pneu ser comprimido, voltando depois ao normal. Na altura de compressão-expansão, o raio ou a distância do centro do pneu à superfície varia, o que leva a uma variação da velocidade em cada ponto da pegada.

Aceleração ou situação de tração

Numa aceleração bastante forçada,

$$\omega = \infty \quad (2.4)$$

ou seja, o cenário de aceleração mais crítico, representa uma aceleração a fundo ficando a roda a escorregar sem o carro sair do sítio. Calcule-se então o *Slip* longitudinal,

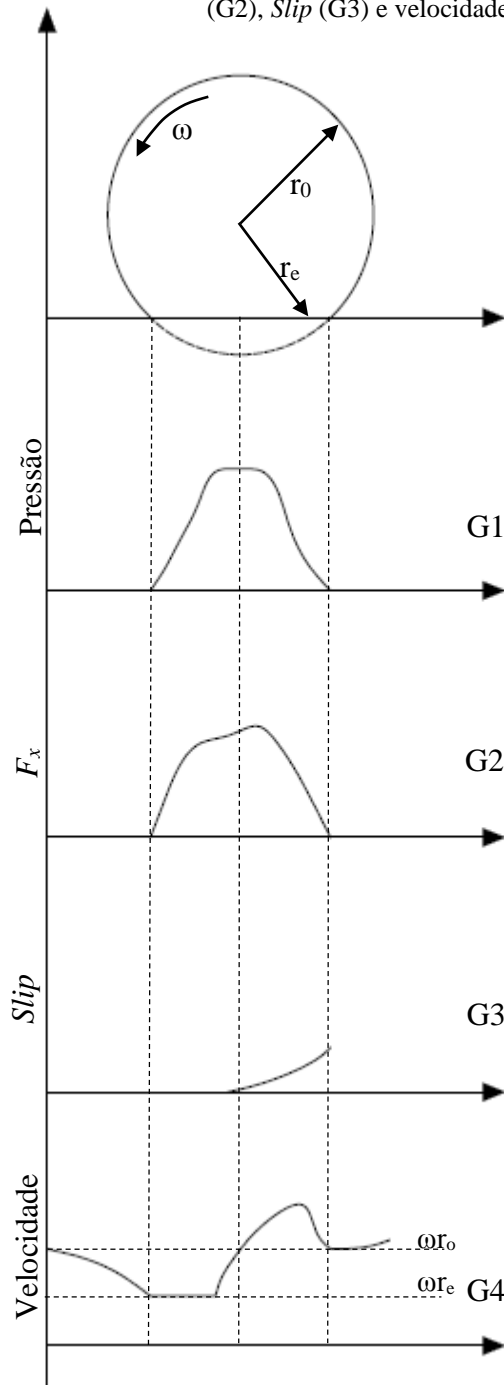
$$\text{Longitudinal Slip} = -\left(\frac{v_x - \omega r_e}{v_x}\right) \quad (2.5)$$

$$\text{Longitudinal Slip} = \infty \quad (2.6)$$

Da expressão conclui-se que o pneu está a escorregar sem sair do sítio.

Através do Gráfico 2, pode observar-se a evolução de alguns parâmetros durante uma situação de aceleração com velocidade angular dentro de valores que permitam avaliar e quantificar a situação.

Gráfico 2 - Representação gráfica, em situação de aceleração, da evolução da pressão (G1), força longitudinal (G2), *Slip* (G3) e velocidade (G4) [8]



O gráfico G1 é muito semelhante à situação de travagem. Pode observar-se que à medida que se aproxima do centro da pegada a pressão vai aumentando, e volta a diminuir novamente.

No gráfico G2 (F_x), está presente uma força de tração, visto que quando se acelera, a estrada “puxa” o pneu para criar uma força de tração, que é o contrário do que acontecia na travagem. O *Slip*, gráfico G3, é o inverso da situação de travagem.

O gráfico da velocidade G4 tem exatamente a mesma interpretação do que o da travagem, mas de uma forma diferente dado que agora a estrada tem uma velocidade inferior à velocidade tangencial do pneu.

2.2 Inscrições nas paredes laterais

Os pneus são marcados com uma nomenclatura própria no sentido de saber distingui-los e escolhê-los em relação a vários parâmetros.

Na Figura 15 identificam-se várias informações inscritas na parede lateral do pneu que são posteriormente esclarecidas [9].

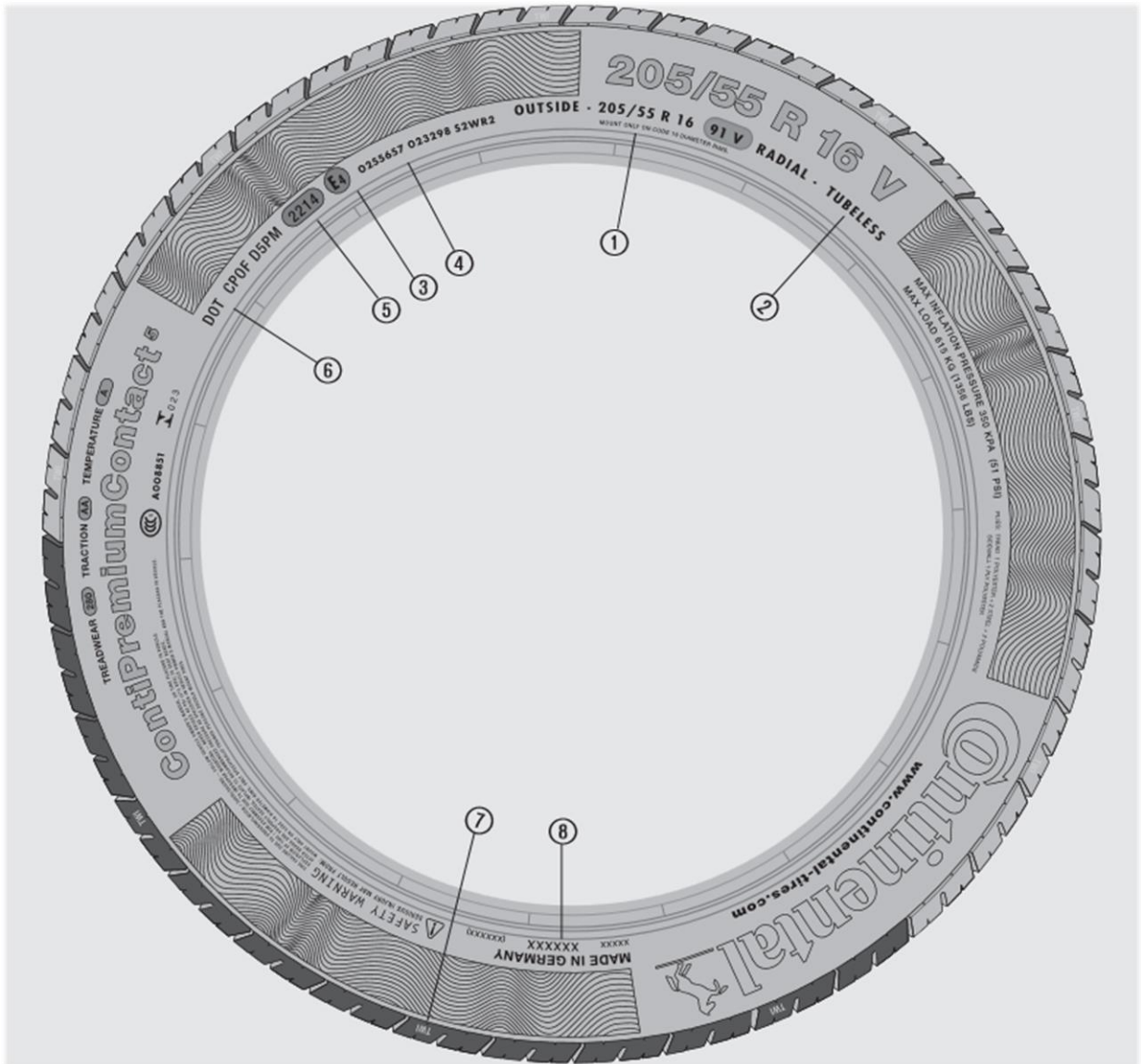


Figura 15 - Inscrições na parede de um pneu [9]

Com base na Figura 15 identificam-se os pontos representados:

1 – Medida do pneu e descrição de utilização:

- 205 – Largura do pneu em mm;
- 55 – Altura do pneu, este valor significa que a altura é 55% da largura, ou seja, neste caso terá $205 \times 0,55 = 112,75\text{mm}$;
- R – Pneu Radial, poderia também aparecer RF, sigla para *Run Flat*;
- 16 – Tamanho de jante em polegadas;
- 91 – Índice de carga. Na Tabela 1 podem ser consultados os índices de carga existentes e concluir que este pneu suporta no máximo 615kg;
- V – Índice de velocidade. Na Tabela 2 podem ser consultados os índices de velocidade existentes e concluir que este pneu pode circular a, no máximo, 240 km/h.

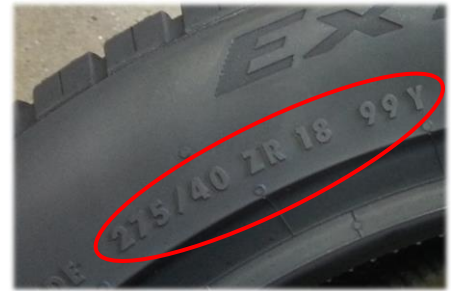


Figura 16 – Medidas e outras informações

Tabela 1 - Índices de carga

LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg
50	190	65	290	80	450	95	690	110	1060
51	195	66	300	81	462	96	710	111	1090
52	200	67	307	82	475	97	730	112	1120
53	206	68	315	83	487	98	750	113	1150
54	212	69	325	84	500	99	775	114	1180
55	218	70	335	85	515	100	800	115	1215
56	224	71	345	86	530	101	825	116	1250
57	230	72	355	87	545	102	850	117	1285
58	236	73	365	88	560	103	875	118	1320
59	243	74	375	89	580	104	900	119	1360
60	250	75	387	90	600	105	925	120	1400
61	257	76	400	91	615	106	950	121	1450
62	265	77	412	92	630	107	975	122	1500
63	272	78	425	93	650	108	1000	123	1550
64	280	79	437	94	670	109	1030	124	1600

Tabela 2 – Índices de velocidade

SI	Velocidade Máxima para pneus de passageiros	
M	81 mph	130 km/h
P	93 mph	150 km/h
Q	100 mph	160 km/h
R	106 mph	170 km/h
S	112 mph	180 km/h
T	118 mph	190 km/h
H	130 mph	210 km/h
V	150 mph	240 km/h
W	169 mph	270 km/h
Y	187 mph	300 km/h
(...Y)	over 187 mph	over 300 km/h
ZR	over 150 mph	over 240 km/h

Após esta marcação de medidas e de utilização, no caso dos pneus Continental pode existir mais alguma informação extra, como por exemplo:

- “REINFORCED” ou “Extra Load (XL)” - O pneu em questão tem estrutura reforçada
- M+S – Pneu de inverno (Figura 17)



Figura 17 – Incrições na parede

Pode-se também encontrar um símbolo bastante característico (Figura 18), que nos indica os pneus de verão em conformidade com regulamento UN/ECE, USA e Canadá.



Figura 18 – Símbolo presente em alguns pneus

2 - Indicação de pneu *Tubeless*” ou “*Tube Type*”

- “*Tubeless*” – O pneu não necessita de câmara de ar (Figura 19);
- “*Tube Type*” – O pneu tem que ser montado na jante com câmara de ar



Figura 19 – Indicação de pneu sem câmara-de-ar

3 – A marca **E4** indica que o pneu está de acordo com as normas UN/ECE. O número à direita do **E**, neste caso um **4**, indica o país de homologação deste pneu. O número **4** representa a Holanda.

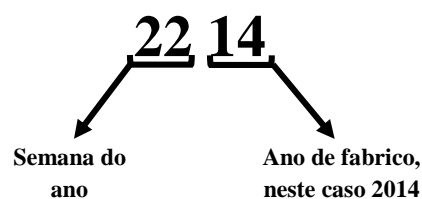
4 – Número de aprovação de acordo com o regulamento EU/ECE (Figura 20)



Figura 20 – Indicações na parede

5 – Código de produção

Este código representa a data de produção do pneu e lê-se da seguinte forma:



6 - Código DOT – (Department of Transportation)

O código DOT (Figura 21), é uma marcação obrigatória em diversos países e que significa que os pneus respeitam ou excedem os padrões de segurança dos departamentos de transporte.



Figura 21 – Código DOT e código de produção

7- “Tread Wear Indicator”

Ou em Português, indicador de desgaste do piso. No pneu é comum estar perto da zona do piso sob forma de sigla TWI, e refere-se às nervuras cruzadas e espaçadas uniformemente em torno do pneu, dentro dos sulcos. Estes indicadores permitem-nos saber quando temos que trocar os pneus (Figura 22).



Figura 22 – Indicação TWI e indicadores de desgaste

8- País de fabrico

Marca onde se identifica qual o país de fabrico do pneu. A Figura 23 representa um pneu que foi fabricado em Portugal.



Figura 23 – País de fabrico

Podem também estar presentes outras marcações nas paredes do pneu para além das mencionadas, como por exemplo:

- *Outside* - identificação da parede que fica virada para o lado de fora do veículo;
- *SUV* – marcação que identifica pneus para veículos utilitários desportivos, em inglês *Sport Utility Vehicle*;
- Marcação para limites de pressão e carga – no caso da Figura 24 a marcação que indica pressão máxima de 350 KPa e carga máxima de 775 Kg;



Figura 24 – Indicações de limites de pressão e carga em diferentes unidades

2.3 Componentes e tipos de construção

2.3.1 Componentes do pneu

Os pneus são constituídos por várias camadas. De seguida, e com base na Figura 25, são apresentadas as camadas constituintes de um pneu. [10]

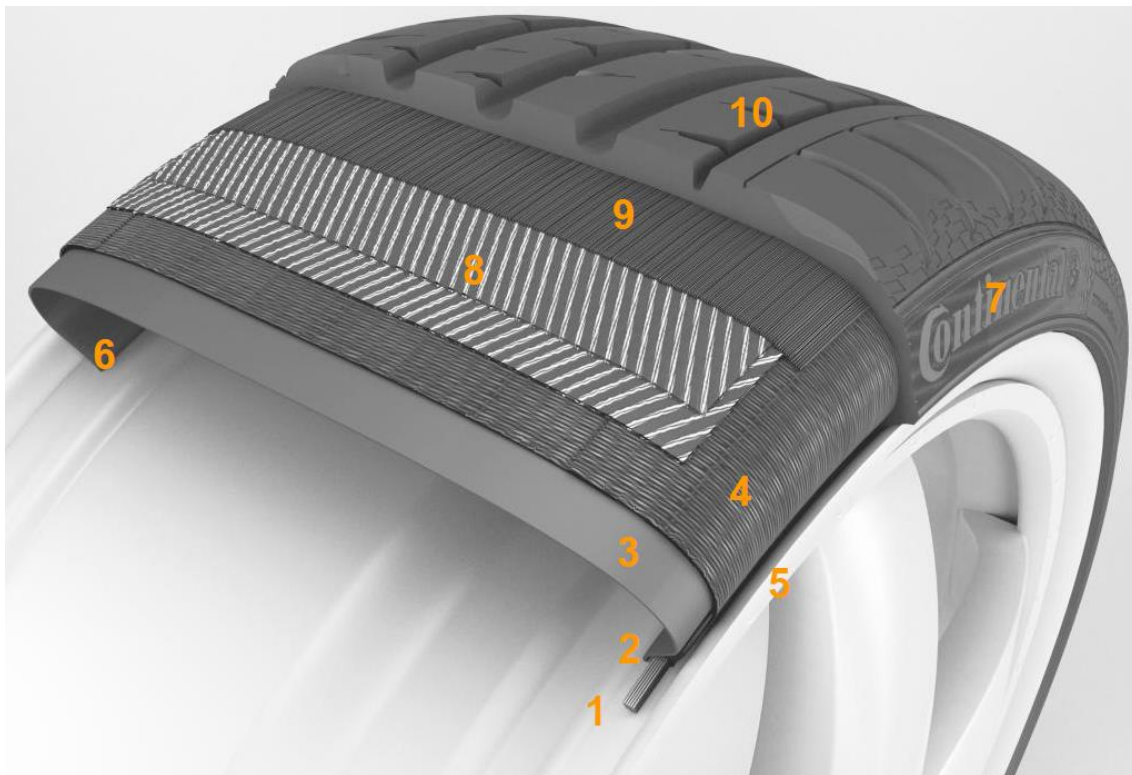


Figura 25 – Pneu “dissecado”, onde é possível distinguir as partes que compõem um pneu [10]

- 1- **Núcleo do talão**, confere a ligação entre o pneu e a jante;
- 2- **Cunha do talão**, é aplicada por cima do núcleo do talão para preencher o espaço vazio entre a parte interior da tela radial e a ponta dessa mesma tela que deu a volta ao núcleo do talão. Influencia a precisão da direção e a estabilidade da condução;
- 3- **Innerliner**, esta camada permite a estanquicidade do ar nos pneus sem camara de ar. Esta é a camada que está em contacto direto com o ar interior;
- 4- **Tela radial da carcaça**, no caso do pneu da Figura 25 a tela é radial (ver cap. 2.3.2). Esta tela dá a volta aos núcleos dos talões no sentido radial, e tem como função sustentar a pressão interna do pneu e assegurar resistência aquando de impactos na parede lateral;
- 5- **Reforço do talão**, torna mais rígida a parede lateral inferior ou área do talão. Influencia o comportamento da condução e a durabilidade a alta velocidade;
- 6- **Tira da jante**, serve para certificar que o pneu assenta bem na jante, fazendo com que haja uma correta estanquicidade entre o pneu e a jante;

- 7- **Parede lateral**, é o local onde se podem encontrar as marcações do pneu, e serve para proteger a carcaça de condições atmosféricas, impactos, abrasão e fadiga à flexão.
- 8- **Telas metálicas (*Breakers*)**, são telas normalmente em aço aplicadas em ângulos opostos e tem como função conter a expansão das telas radiais, estabilizar a área do piso e a condução do veículo. Transmite também as forças da área de contacto com o chão à carcaça;
- 9- ***Caply***, é um fio enrolado em torno da circunferência do pneu, entre o piso e as telas metálicas. Serve para conter o conjunto quando este é sujeito a forças centrífugas, não deixando que o conjunto expanda;
- 10- **Piso**, é uma parte bastante importante do pneu visto ter que fazer a ligação do pneu à estrada em condições de aceleração, travagem e em curva de forma segura. O piso é extrudido num composto bastante específico, visto ter que existir um equilíbrio entre, resistência ao rolamento, desgaste e tração. Para além disso, e após vulcanizado, o pneu fica com um padrão, que tem como funções, escoar água durante circulação em piso molhado e minimizar o ruído devido ao rolamento.

2.3.2 Tipos de construção

Os pneus podem ser construídos de três formas. Com construção:

- radial;
- diagonal (BIAS);
- diagonal com telas.

Construção radial

Os pneus radiais tem esta designação visto as cordas da carcaça serem dispostas radialmente de um talão ao outro (Figura 26), ou seja, perpendicularmente à linha central do piso. Por cima da carcaça, disposta radialmente, podemos encontrar cintas metálicas que têm como função fortalecer e conferir estabilidade ao pneu. Normalmente encontram-se pelo menos duas cintas dispostas na diagonal, relativamente às cordas radiais. [11]



Figura 26 – Construção radial [20]

Vantagens

- Maior deflexão das paredes do pneu quando sujeito a carga vertical;
- Gera menos calor ao rolar;
- Menor resistência ao rolamento;
- Melhor performance a altas velocidades.

Desvantagens

- Construção complexa, o que leva ao aumento do custo dos materiais e de produção;

Construção diagonal (BIAS)

A construção diagonal, ou BIAS, tem esse nome dado que as cordas da carcaça estão dispostas em telas com ângulo entre si (Figura 27). Esse ângulo faz menos de 90° com a linha central do piso e tal como na construção radial estas vão de um talão ao outro.

Este tipo de construção é mais utilizada em pneus de caminhão, trator, reboques ou em mercados emergentes. [11]

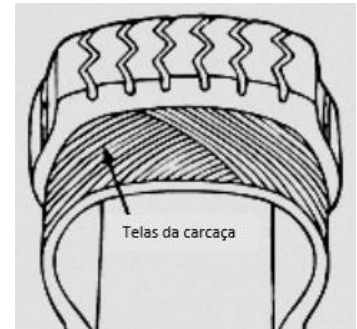


Figura 27 – Construção BIAS ou diagonal [20]

Vantagens

- Construção simples;
- Fácil de produzir.

Desvantagens

- O pneu ao rolar é submetido a uma força centrífuga e desta forma, as cordas que compõem a carcaça vão friccionar umas nas outras, o que vai gerar mais calor;
- Devido ao efeito de deflexão o pneu vai ter uma pegada mais estreita a velocidades mais elevadas, daí ser utilizado em veículos pesados que não circulam a velocidades muito altas.

Construção diagonal com telas metálicas

Esta construção tem a mesma base da construção diagonal, mas inclui cintas metálicas entre o piso e a carcaça diagonal (Figura 28). As cintas conferem ao pneu uma menor expansão da carcaça na direção radial, fazendo que fortaleça e estabilize a região do piso. [11]



Figura 28 – Pneu com carcaça diagonal e telas metálicas [21]

Vantagens

- Melhoria, em relação ao BIAS, na estabilidade e desgaste do piso devido a um aumento de rigidez na zona do piso;

Desvantagens

- Problema de aquecimento quando se dá deflexão da carcaça;
- Custo de produção aumenta, em relação ao BIAS, visto exigir recurso a mais materiais e à construção ser mais complexa.

2.4 Não uniformidades do pneu

Um pneu uniforme é um pneu completamente redondo, uma circunferência perfeita. É também um pneu homogêneo.

Porém, a borracha é um material bastante instável e difícil de controlar em termos dimensionais e de tolerância. Não obstante, quando é fabricado, os clientes e as próprias fábricas utilizam tolerâncias bastante apertadas em determinadas irregularidades.

Estas irregularidades podem ser minimizadas com um controlo apertado do processo produtivo, mas nunca evitadas, dado que o fabrico de pneus é um processo bastante manual e dessa forma os desvios de uma construção perfeita são inevitáveis.

A falta de uniformidade afeta assim diretamente as forças que se desenvolvem durante a rotação do pneu e que são transmitidas ao veículo a cada revolução.

Estas repetições periódicas vão gerar vibrações que serão maiores quanto maior for a velocidade do veículo, o que levará ao desconforto dos seus ocupantes. As vibrações podem sentir-se ao nível do ruído, vibração no volante, assentos, chão, etc. [12]

Deste modo, o que se valoriza num pneu é:

- Pouca vibração;
- Pouco ruído;
- Desvios laterais insignificantes;
- Pouco desgaste e desgaste uniforme.

As não uniformidades de um pneu podem ser divididas em três grupos:

1. Geometria;
2. Variação de forças;
3. Balanceamento de massa.

2.4.1 Geometria

Os pneus podem ter vários defeitos de geometria. Os testes feitos à geometria podem identificar alguns defeitos, tais como:

- Depressões;
- Saliências;
- Excentricidade radial;
- Excentricidade lateral.

Depressão e saliência/bolha

Depressão

Uma depressão é um efeito que aparece na parede do pneu e caracteriza-se por ser uma zona mais forte. Quando o pneu é insuflado, toda a zona envolvente à depressão é mais “fraca”, e por isso “incha mais” quando sujeita à pressão interior, enquanto a zona da depressão é mais resistente (Figura 29).

Uma das causas de depressões pode ser emendas das telas demasiado fortes. [13]



Figura 29 – Representação de uma depressão na parede do pneu

Bolha

A saliência é o contrário da depressão, ou seja, é uma zona fraca na parede do pneu (Figura 30). Como esta zona é mais fraca, quando o pneu é sujeito à pressão interior aparece uma saliência, que normalmente toma a forma de uma bolha.

Uma das causas que pode levar a este defeito é uma má distribuição das cordas ou a emenda de uma tela aberta. [13]



Figura 30 – Bolha na parede lateral de um pneu

Teste à geometria

Os pneus tem que ser testados à geometria para se identificarem defeitos como bolhas e emendas não aceitáveis. Este teste vai permitir que se verifique:

- qualidade das emendas;
- distribuição das cordas na tela.

A leitura, por parte dos sensores, é feita numa zona lisa de cada uma das paredes, e com o pneu a rodar sem carga aplicada, como mostra a Figura 31. Na mesma figura está presente a leitura da ondulação da parede onde se pode identificar a presença de uma bolha e de uma depressão.

[13]

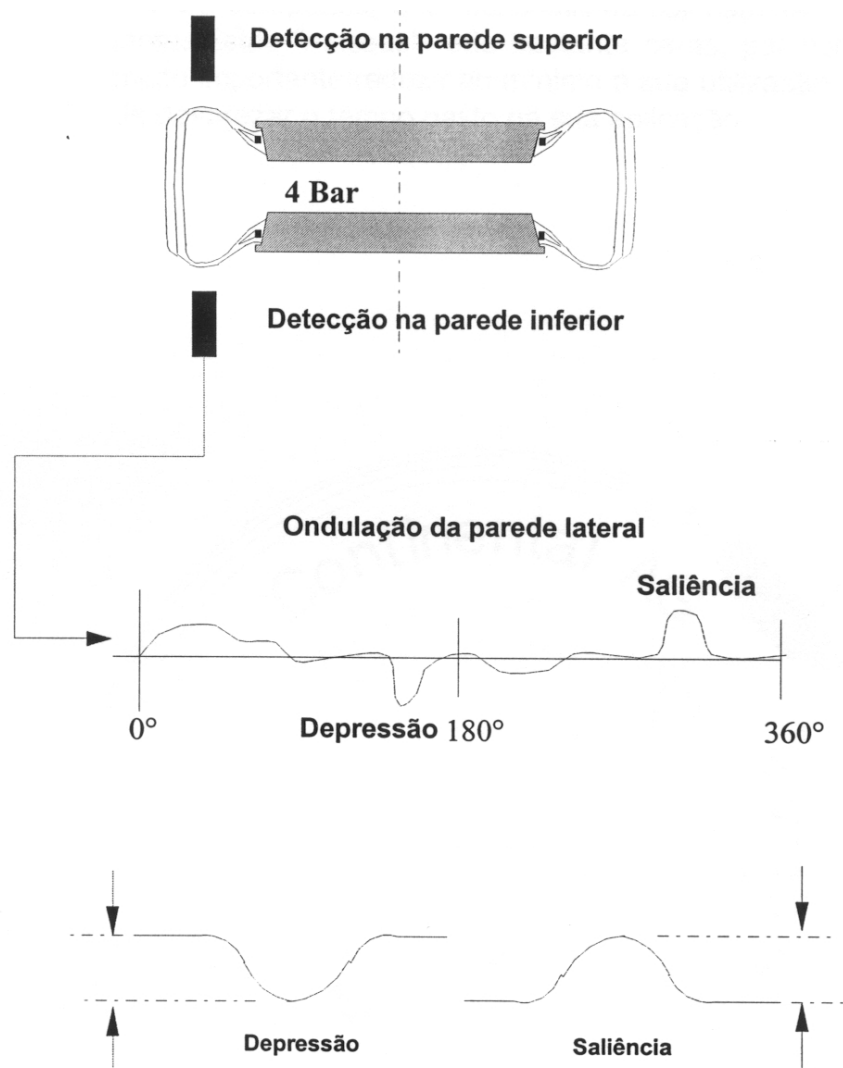


Figura 31 – Representação do método de medição de bolhas e depressões [13]

Excentricidade radial e lateral

A excentricidade radial é mais conhecida como “*Radial Runout - RRO*” e é uma medição que retorna a variação do raio ao longo do perímetro de um pneu (Figura 32).

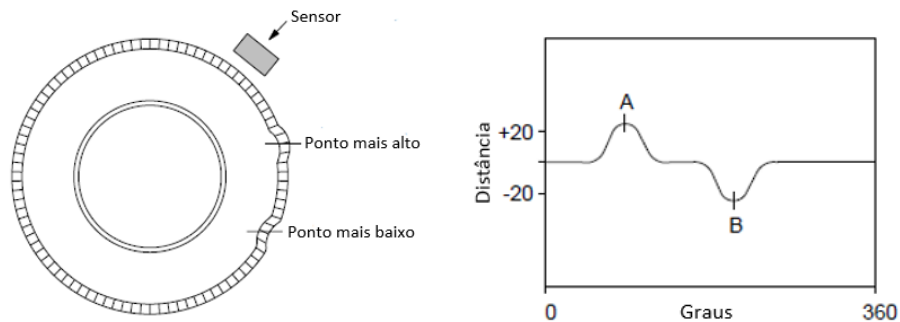


Figura 32 – Representação do método de medição da excentricidade radial [14]

A excentricidade lateral representa os desvios da parede lateral da posição correta, ou seja, são oscilações laterais do pneu em relação ao eixo vertical. É conhecido como “*Lateral Runout - LRO*” e é medido no ponto mais afastado do centro do pneu, paralelamente ao seu eixo de rotação, ou seja, junto ao piso (Figura 33). [13], [14]

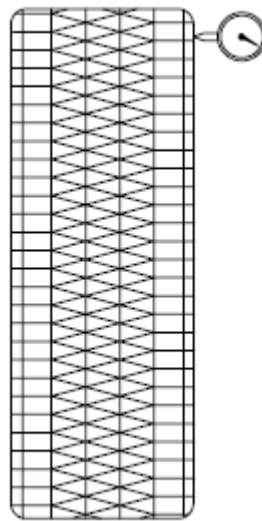


Figura 33 – Medição da excentricidade lateral [14]

2.4.2 Variação de forças

O pneu quando está a ser testado com o seu eixo de rotação fixo, e a ser pressionado contra um tambor simulando a estrada, vai ser submetido a um esforço que resulta em forças. Essas forças são a força vertical, longitudinal e lateral.

Variação da força radial

Quando o pneu rola na estrada, submetido ao peso do veículo, a força vertical que se desenvolve no pneu tem variações. Essas variações têm um valor mínimo e um valor máximo, em que a diferença do valor máximo pelo mínimo resulta numa força radial pico a pico, que em inglês é usualmente denominada como “*Radial Force Peak-to-Peak*” ou como sigla **RFPP**.

O Gráfico 3 representa o aspeto da curva da variação da força radial em função do ângulo de rotação do pneu.

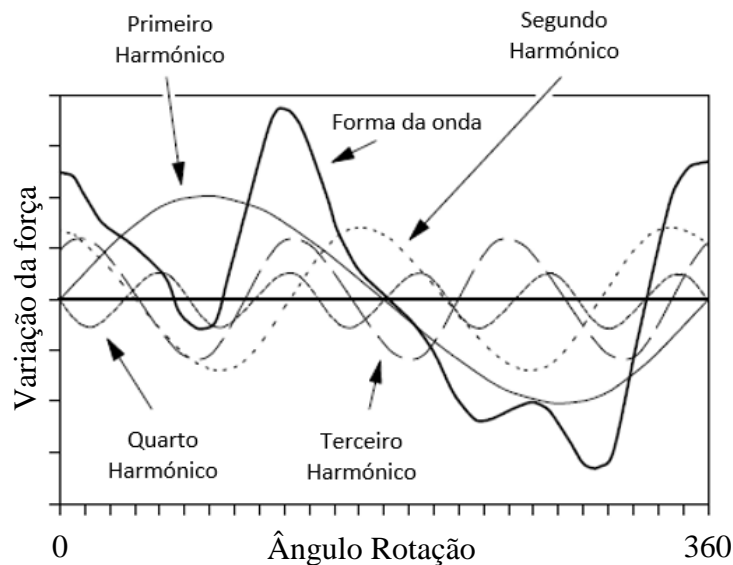


Gráfico 3 – Representação da variação da força radial e harmónicos com o ângulo de rotação [14]

A variação da força radial pode representar-se também com formas mais complexas. Por exemplo, aplicando a transformada de Fourier, pode obter-se a onda expressa de acordo com os seus harmónicos, o que nos vai permitir parametrizar alguns aspetos do comportamento dinâmico do pneu.

Normalmente os harmónicos mais importantes na análise do pneu são o primeiro e segundo harmónicos, visto que a partir do segundo e com a velocidade de rotação do pneu, estes vão ser disfarçados por outras condições dinâmicas do veículo. [12]–[14]

RF1H – Radial Force First Harmonic

O primeiro harmônico da força radial pode ser definido como uma vibração que ocorre a cada revolução do pneu. A Figura 34 ilustra algumas causas que originam o primeiro harmônico.

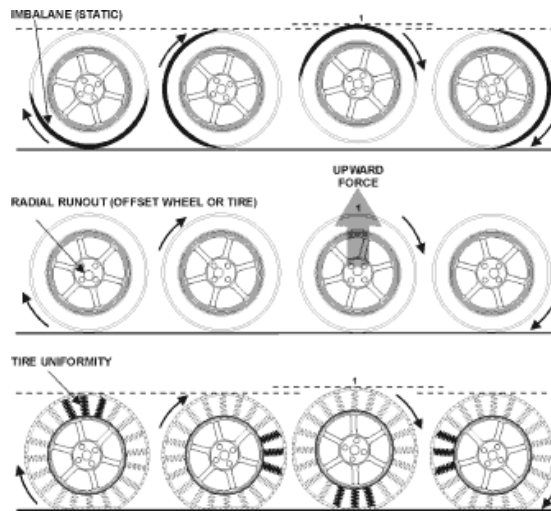


Figura 34 – Ilustração explicativa dos tipos de vibração que originam primeiro harmônico [22]

Pode observar-se que em qualquer dos casos só existe um defeito a cada revolução do pneu, ou seja, só vai existir uma vibração. Por exemplo, pegando no segundo caso, se o pneu “sofrer” de *Radial Runout*, este vai ter uma maior distância do centro de rotação a determinado ponto da periferia do pneu. A distância vai fazer-se sentir todas as vezes em que o pneu der uma volta, ou seja, vai originar uma vibração em cada volta. Desta forma é possível obter o Gráfico 4, onde a amplitude do RF1H é menor do que a amplitude do RFPP. [12]–[14]

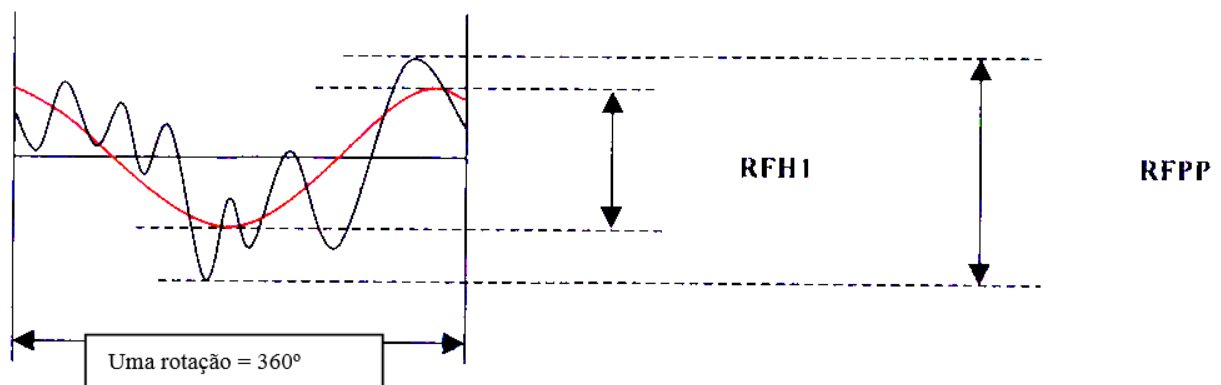


Gráfico 4 – Representação da onda RFPP e do RF1H durante uma revolução [13]

RF2H – Radial Force Second Harmonic

A curva do RF2H é também obtida a partir do gráfico da RFPP, mas neste caso a imperfeição está repetida duas vezes a cada revolução. Este aspeto pode observar-se no Gráfico 5.

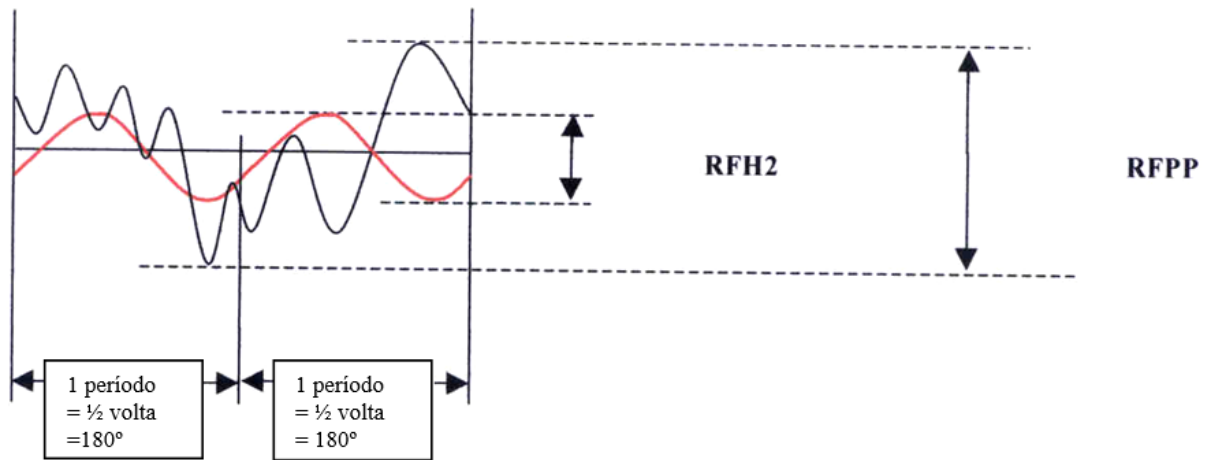


Gráfico 5 – Representação gráfica da RFPP e RF2H para uma revolução completa [13]

Por sua vez, a Figura 35 ilustra os defeitos que originam o RF2H.

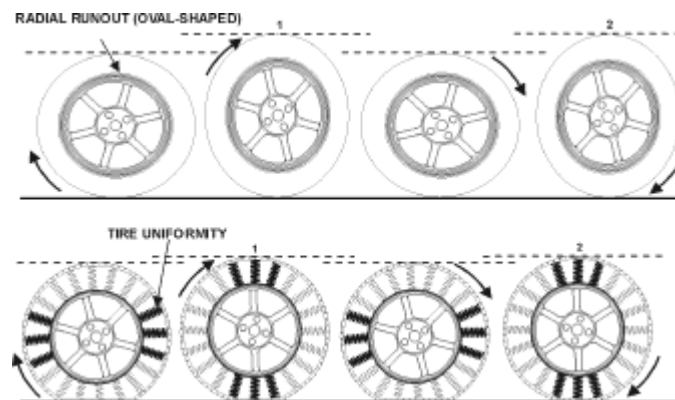


Figura 35 - Ilustração explicativa dos tipos de vibração que originam segundo harmónico [22]

Pode observar-se que o pneu, por exemplo, pode ser oval ou mais rígido em dois pontos. Isto significa que existem dois defeitos no mesmo pneu, levando a que a cada revolução do pneu se façam sentir duas vibrações. [12]–[14]

Variação da Força Lateral

Tal como em todos os outros parâmetros do pneu, o ideal será ter as forças exercidas pelo pneu no veículo o mais próximo de zero possível. Caso fosse possível seria conseguido o pneu ideal.

A variação da força lateral vai depender do sentido de rotação, horário ou anti-horário, e é representada por um gráfico de variação ao longo do perímetro do pneu. Esta variação é calculada como valor pico a pico, tal como a RFPP.

É representada pela sigla LFPP que em inglês significa “*Lateral Force Peak-to-Peak*”.

Tal como a RFPP, esta força é medida submetendo o pneu a uma carga que simula, por exemplo, o peso do veículo, sendo medida no sentido horário e anti-horário.

Este fenómeno pode acontecer por várias causas, uma delas é a ondulação das cintas metálicas. Supondo que as cintas estão dispostas com um formato tipo cobra, quando o pneu está sujeito a uma carga e a rolar, este tem tendência a tocar no chão com a parte mais dura, ou seja, se o cobreado for para a direita, então o pneu puxa a direção para a direita porque é o sentido da cinta metálica mais forte.

Na Figura 36 é possível observar o que foi descrito, ou seja, na metade superior o pneu puxa o carro para a direita, cria uma força lateral, seguindo o “caminho mais duro” do pneu que toca no chão. Na metade inferior vai acontecer o mesmo, mas no sentido oposto. Isto faz que os ocupantes sintam vibrações na direção, o que é um defeito bastante grave. [12]–[14]

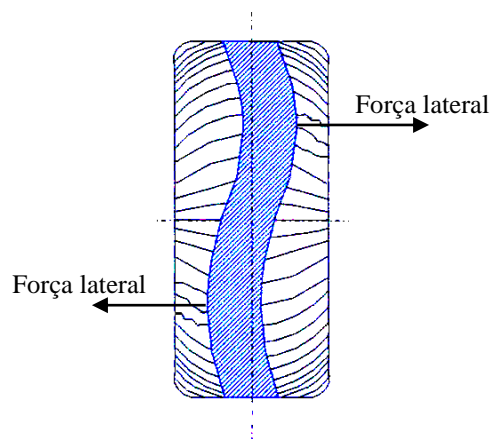


Figura 36 – Representação da força lateral [13]

Para além do desalinhamento das telas, pode também existir desalinhamento do piso, o que também irá levar a força lateral.

Seguidamente, pode observar-se o Gráfico 6 em que a LFPP está representada como amplitude.

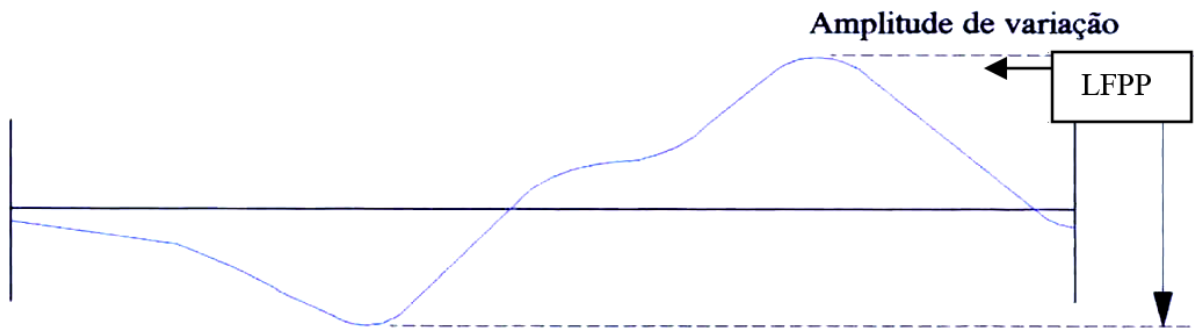


Gráfico 6 – Gráfico de variação da força lateral ao longo da revolução de um pneu [13]

Conicidade e Ply Steer

A conicidade e a *Ply Steer* são dois efeitos componentes da variação da força lateral.

Conicidade

A conicidade é um efeito que se desenvolve durante a produção do pneu. Como a borracha é um material elástico, no momento em que são inseridos o *Caply* e as telas metálicas no pneu, estes podem não ficar exatamente centrados, podendo um dos lados ficar mais “frágil”, inchando mais quando se submete o pneu à pressão interior (Figura 37). A conicidade pode também ter origem no excesso de material num dos ombros, podendo acontecer, por exemplo, aquando da extrusão do piso, que se não for bem controlada extrude com mais massa um ombro que o outro. Para além disso o piso pode também vir descentrado.

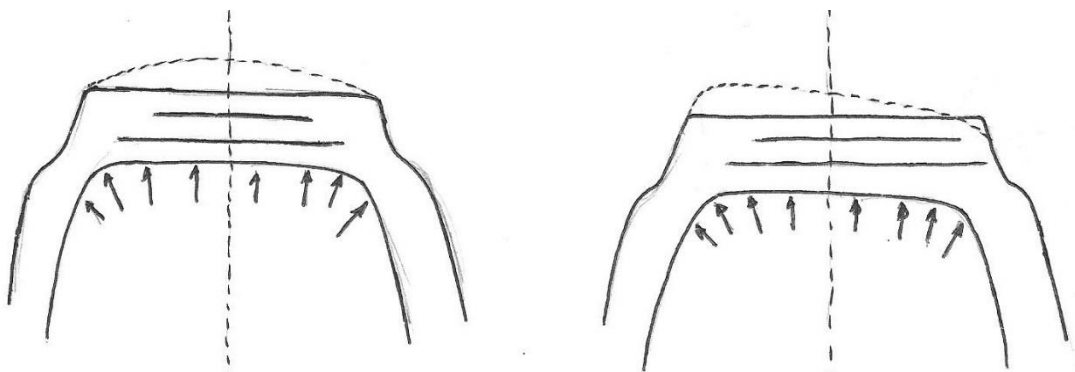


Figura 37 – Efeito do descentramento de telas metálicas na conicidade

Na Figura 37, lado esquerdo, quando o pneu está sujeito a pressão interior este incha e forma um arco simétrico, mas na Figura 37, lado direito, é visível que o facto de as telas metálicas estarem mais próximas do lado direito, vai tornar esse lado mais rígido e conseqüentemente o lado esquerdo menos rígido, ou seja, se se aplicar a mesma pressão no pneu da direita que se aplica no da esquerda, este vai inchar mais no lado esquerdo, o que resulta numa forma cônica (Figura 39). [8], [13]



Figura 38- Pneu com telas centradas



Figura 39- Pneu com telas chegadas à direita

No caso da conicidade a força lateral tem o sentido do vértice do cone, e não muda de sentido com a mudança do sentido de rotação.

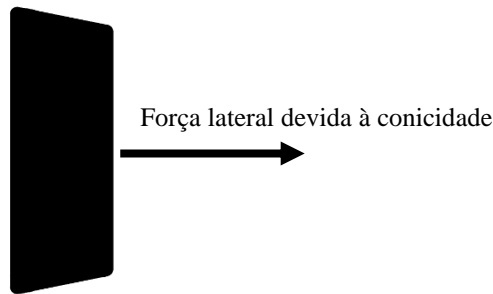


Figura 40 – Representação da força lateral devida à conicidade

A conicidade pode ser calculada através da média das variações de força lateral durante a rotação de 360° do pneu. Para esse cálculo o pneu vai ser testado rodando uma volta no sentido anti-horário (CCW- *Counter Clock Wise*), o que vai retornar um gráfico de variação de força lateral, e outra no sentido horário (CW- *Clock Wise*), que retorna outro gráfico de variação de força lateral.

Dos gráficos da variação da força lateral retira-se a *Lateral Shift* (LSFT) ou deslocamento lateral, que é nada mais do que o valor médio da variação da força lateral a cada rotação CW e CCW, como representado na Figura 41. [13]

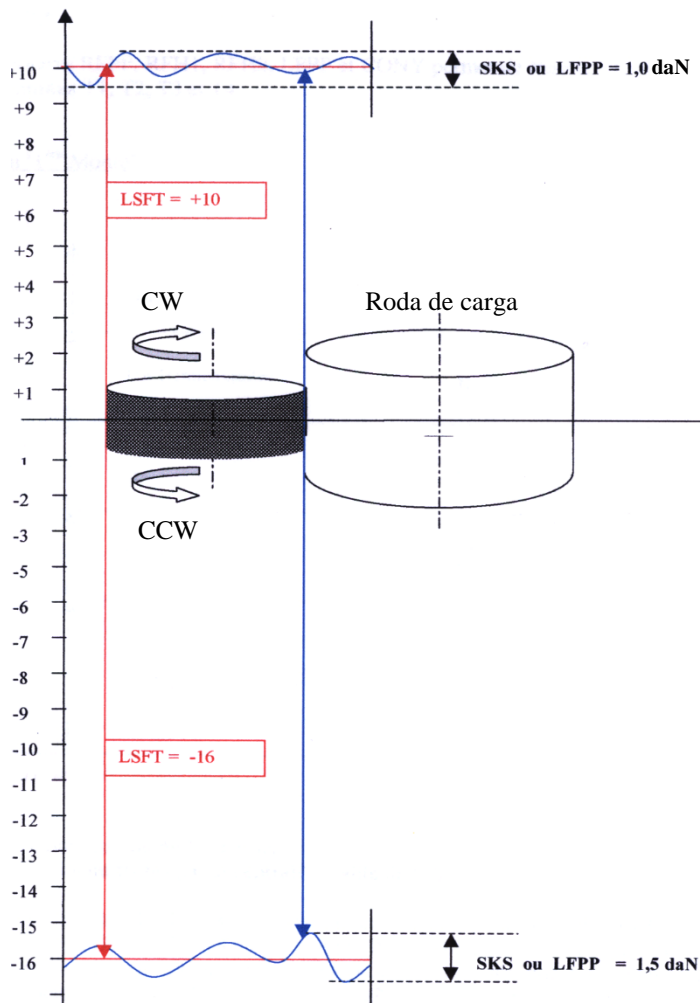


Figura 41 – Representação do teste de uniformidade na leitura de conicidade [13]

Por fim, a partir da seguinte expressão, pode calcular-se a conicidade:

$$\text{Conicidade} = \frac{LSFT (CCW) + LSFT (CW)}{2} \quad (2.1)$$

Conclui-se que pelo facto de existir uma força em cada direcção (LSFT), uma tende a anular a outra, sendo que uma delas irá sempre ser maior que a outra, acabando por ter conicidade positiva ou conicidade negativa, tendo em conta o sentido da força.

Pode ainda observar-se como evolui a conicidade com a carga vertical (por ex. peso do veículo), e com a pressão, através dos Gráficos 7 e 8, respetivamente. [11], [12]

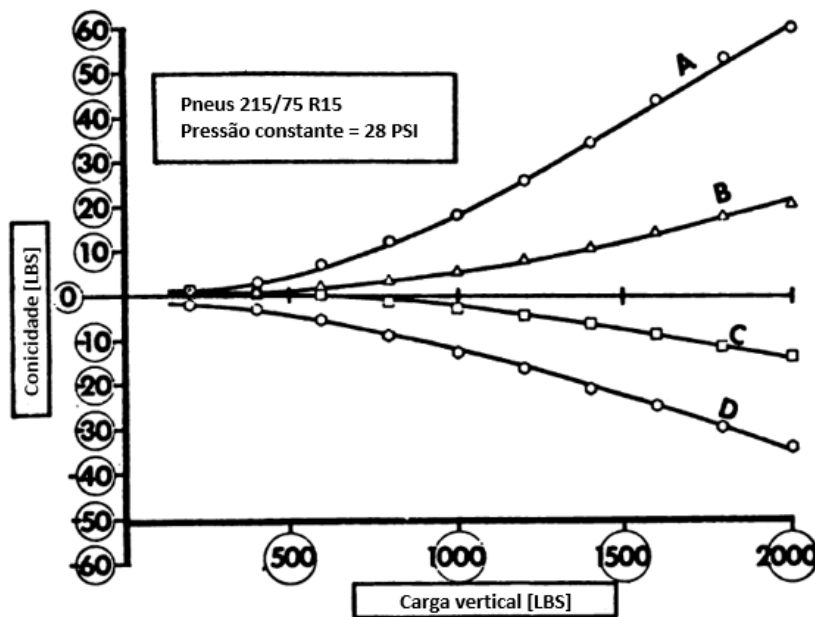


Gráfico 7 – Conicidade vs carga vertical [12]

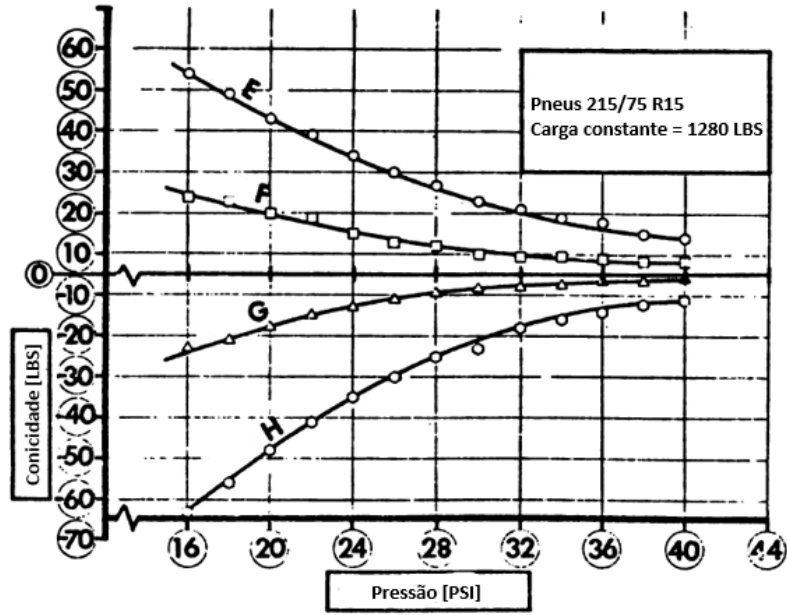


Gráfico 8 – Conicidade vs Pressão [12]

Ply Steer

A *Ply Steer* é gerada devido à disposição das telas metálicas, quando o pneu rola para frente ou para trás. Como as telas são dispostas (sobrepostas), com um ângulo entre si (Figura 42), quando forem aplicadas forças de tração, por exemplo, estas vão ser deformadas e vão criar um efeito de rotação que se irá fazer sentir na direção do veículo. O veículo não seguirá em frente visto este efeito criar uma força lateral fora do centro da pegada, criando um momento que irá fazer a roda rodar no eixo vertical.

Como se observa na Figura 42 as telas quando exercida uma força de tração, rodam. Repare-se que na Figura 42(a), só uma ponta de cada lado, superior e inferior, se desloca quando se vê as lonas de uma forma singular. Este deslocamento dá-se devido à orientação da malha. Repare-se que a orientação das malhas na Figura 42(a), tem sentidos diferentes, o que causará deformação diferente quando tracionadas. Contudo, as telas como um conjunto de telas sobrepostas (Figura 42(b)), ao serem tracionadas vão torcer. [12]

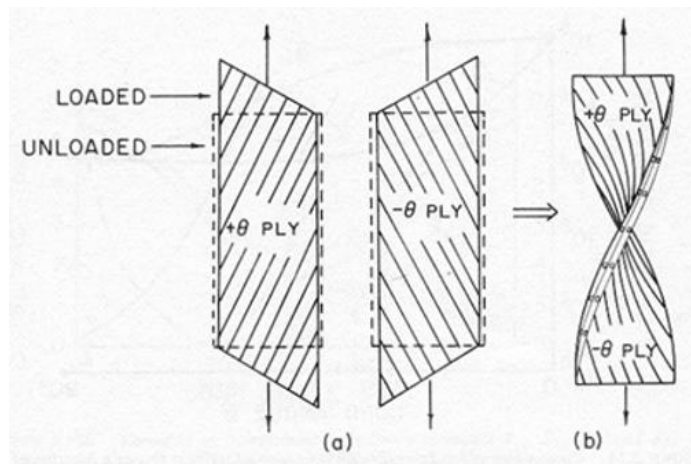


Figura 42 – (a), telas simples tracionadas; (b), telas sobrepostas tracionadas [12]

O *Ply Steer*, ao contrário da conicidade, vai mudar o sentido da força com a mudança do sentido de rotação.

Tal como na conicidade é possível observar como se comporta o *Ply Steer* alterando a força vertical (por ex. peso do veículo), ou a pressão, consultando os Gráficos 9 e 10 respetivamente.

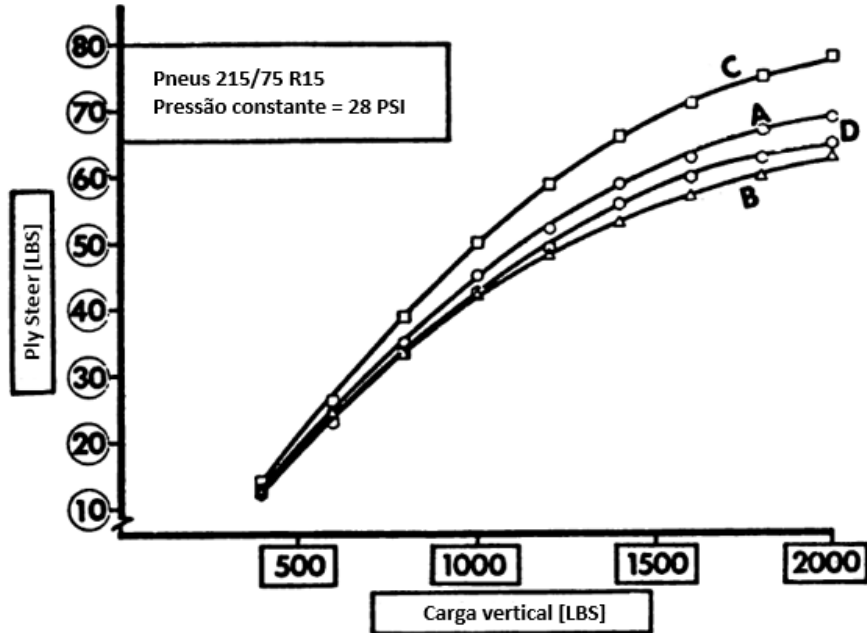


Gráfico 9 - Ply Steer vs Carga Vertical [12]

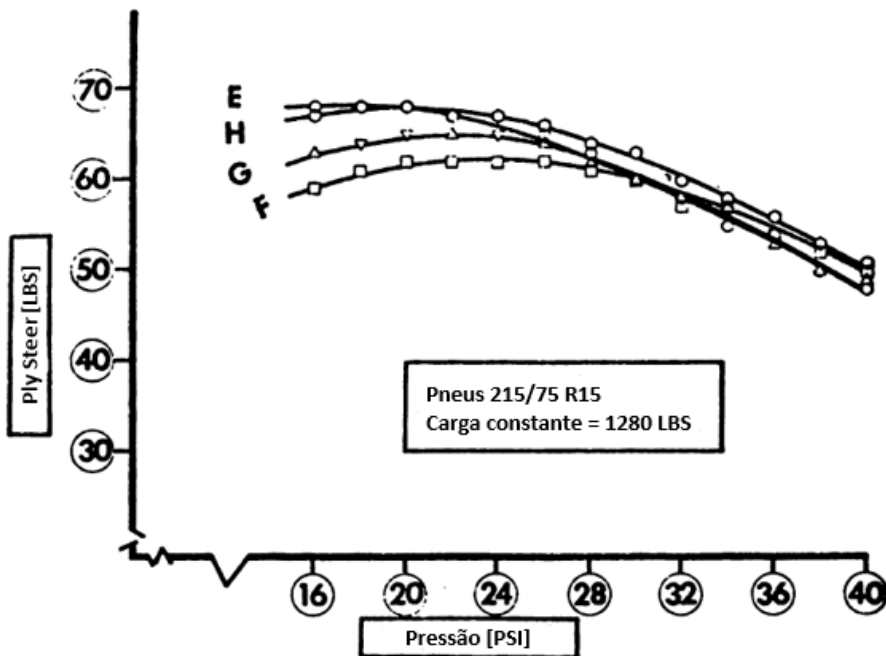


Gráfico 10 - Ply Steer vs Pressão [12]

2.4.3 Balanceamento

O balanceamento é um problema recorrente nos pneus, visto que no processo produtivo existem distribuições irregulares de massa. Estas distribuições podem, por exemplo, ser fruto de diferenças de espessura nos materiais que constituem o pneu, ou devido a emendas sobrepostas.

Este não é um problema muito complicado visto que existe maneira de o corrigir com pesos nas jantes, mas caso este problema seja demasiado evidente, isso poderá indicar que existem outros problemas de não uniformidade.

Existem dois tipos de balanceamento:

- Estático;
- Dinâmico.

Balanceamento estático

A melhor maneira de entender o balanceamento estático é observando a Figura 43, onde se pode identificar uma simetria de excesso de massa relativamente ao eixo vertical que divide o pneu a meio (área mais escura na parte superior do pneu). Esse problema vai gerar uma variação periódica da força nas direções vertical e longitudinal. [11]-[13]

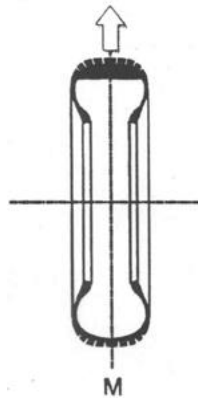


Figura 43 – Pneu com excesso de massa na zona superior do pneu [13]

É também possível calcular a magnitude desta força através da expressão (2.1) [11].

$$F = mr\omega^2 \quad (2.2)$$

Onde:

F é a força originada pela falta de balanceamento;

M é a massa em excesso;

R é o raio efetivo

ω é a velocidade de rotação (radianos por segundo) = $2\pi f$

Balanceamento dinâmico

O balanceamento dinâmico resulta também da distribuição irregular de massa, tal como o balanceamento estático, mas neste caso a distribuição de massa é assimétrica relativamente à linha vertical que divide o pneu a meio

Consultando a Figura 44 identifica-se excesso de material na zona superior do pneu e na zona inferior mas no lado verticalmente oposto.

Neste caso as consequências são o aparecimento da variação de um momento de sub viragem no eixo longitudinal e uma variação do momento de alinhamento no eixo vertical.

Este problema de balanceamento vai ser notório na direção do veículo, fazendo com que o volante vibre, sendo desta forma importante corrigi-lo. [11]-[13]

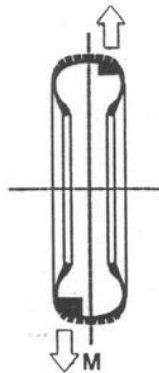


Figura 44 - Pneu com excesso de massa na zona superior e inferior do pneu [13]

3 Estado atual da raspagem na Continental-Mabor

O capítulo 3 apresenta o estado da área de raspagem no início da dissertação. Em primeiro lugar é ser apresentado o impacto de cada anomalia no global de *Scraps* definindo a anomalia em que vai incidir o desenvolvimento da dissertação. São ainda apresentados tópicos individuais que apresentam como funciona o sistema de código de barras e a marcação para identificação da anomalia. Por fim apresenta-se também a operação de raspagem e faz-se uma introdução ao que existia em termos de instruções de raspagem, sistema de aspiração e *Layout*.

3.1 Correção à uniformidade - Raspagem

A correção à uniformidade dos pneus tem em vista a redução dos valores de uniformidade de modo a introduzir esses pneus no sistema comercial. Um dos processos de correção, raspagem de piso de pneus vulcanizados, consiste em retirar material (borracha) na zona dos ombros do pneu. Para isso na Continental-Mabor utiliza-se uma máquina com exatamente essa finalidade, corrigir pneus por raspagem de piso.

Os pneus que apresentam como anomalia *RFPP* – código 90A, *RFIH* - 90B, e conicidade – código 90E (ver capítulo 2.4.2), ou seja, que apresentam valores fora dos limites impostos pela fábrica ou clientes, passam pelo processo de correção de uniformidade raspagem numa tentativa de levar estes valores para os intervalos que permitam que estes sejam aproveitados para comercialização. No entanto alguns clientes não aceitam este tipo de processo de correção nos pneus a eles fornecidos. Por normativa interna os pneus de inverno não são sujeitos a correção por raspagem.

O objetivo principal da raspagem é recuperar pneus com problemas 90A/B ou 90E.

A análise do gráfico presente na Figura 45 permite identificar a anomalia que origina mais pneus *Scrap* após raspagem de piso. É um dos objetivos da otimização do processo de raspagem, **reduzir o número *Scraps* de pneus que raspam piso (ombros)**.

No gráfico observa-se que nos três primeiros meses de 2015 o maior número de pneus que raspam e deram *Scrap* posteriormente, foi devido a conicidade – 90E, seguindo-se de *RFPP* – 90A, mas com um impacto bastante mais baixo. Conclui-se então que é sobre a conicidade que a presente dissertação irá incidir.

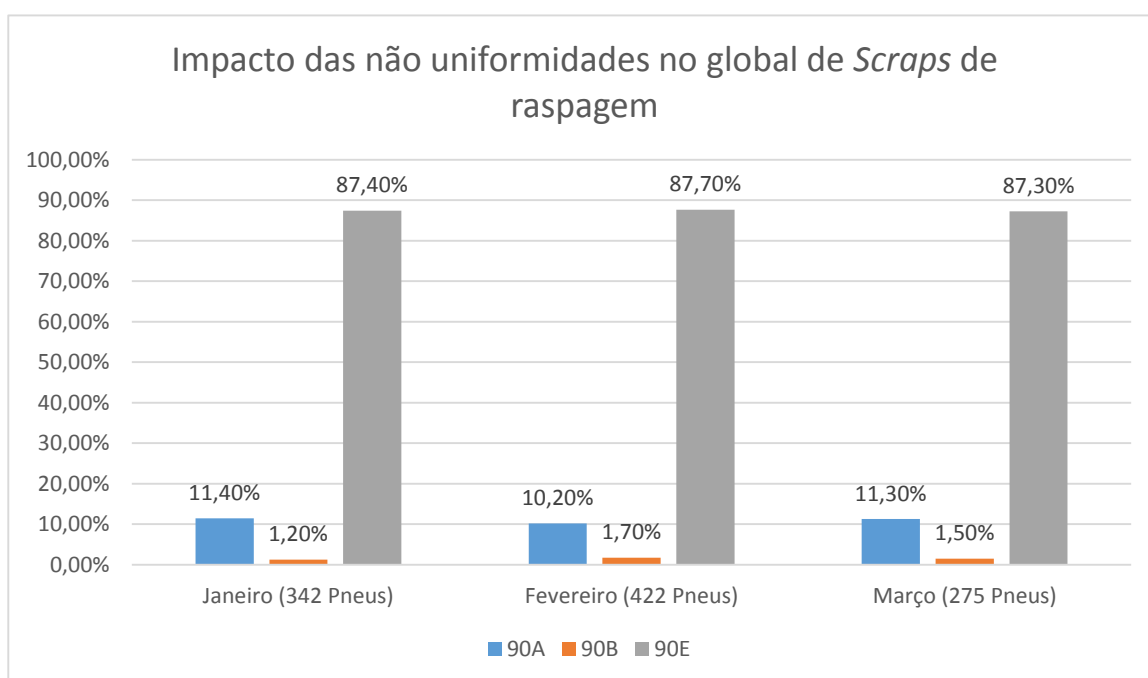


Figura 45 – Impacto das não uniformidades no global de *Scraps* de raspagem

3.2 Máquinas de uniformidade e a marcação

Todos os pneus têm associado um código de barras que pode encontrar-se junto do talão (Figura 46). Esse código tem como função fornecer todos os dados do pneu desde que iniciou a sua produção, permitindo que as máquinas de uniformidade consigam aceder ao historial do pneu e gravar os dados de uniformidade de cada um.



Figura 46 – Código de barras

Para além das MU's medirem os valores de uniformidade e geometria, como por exemplo: *Radial Runout*, *Lateral Runout*, conicidade, bolhas e depressões, fazem ainda a marcação dos pneus que tenham que sofrer processos de correção

Quando um pneu entra na máquina de uniformidade (Figura 47), entra sempre com o código de barras virado para cima e conforme o pneu tenha conicidade negativa (lado DOT), ou positiva (lado código barras), esta marca respetivamente duas pintas, no lado em que tiver a conicidade.

As pintas conjugadas com a marcação 9C, por exemplo, significa que o pneu tem conicidade do lado das pintas, e logicamente será esse o lado a ser raspado.

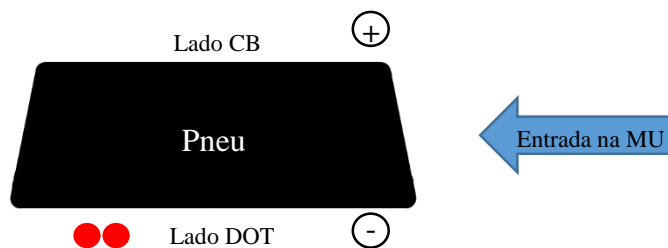


Figura 47 – Posição do pneu ao entrar na máquina de uniformidade

Imagine-se a situação de um pneu com conicidade negativa, como o da Figura 47. Este entra na máquina de uniformidade com o código de barras virado para cima, e vai marcar as pintas do lado DOT, visto ter conicidade negativa.

Pode também acontecer que a máquina não marque as pintas quando o pneu excede muito o limite imposto para conicidade máxima, nesse caso o pneu marca um 5 e não é corrigido.

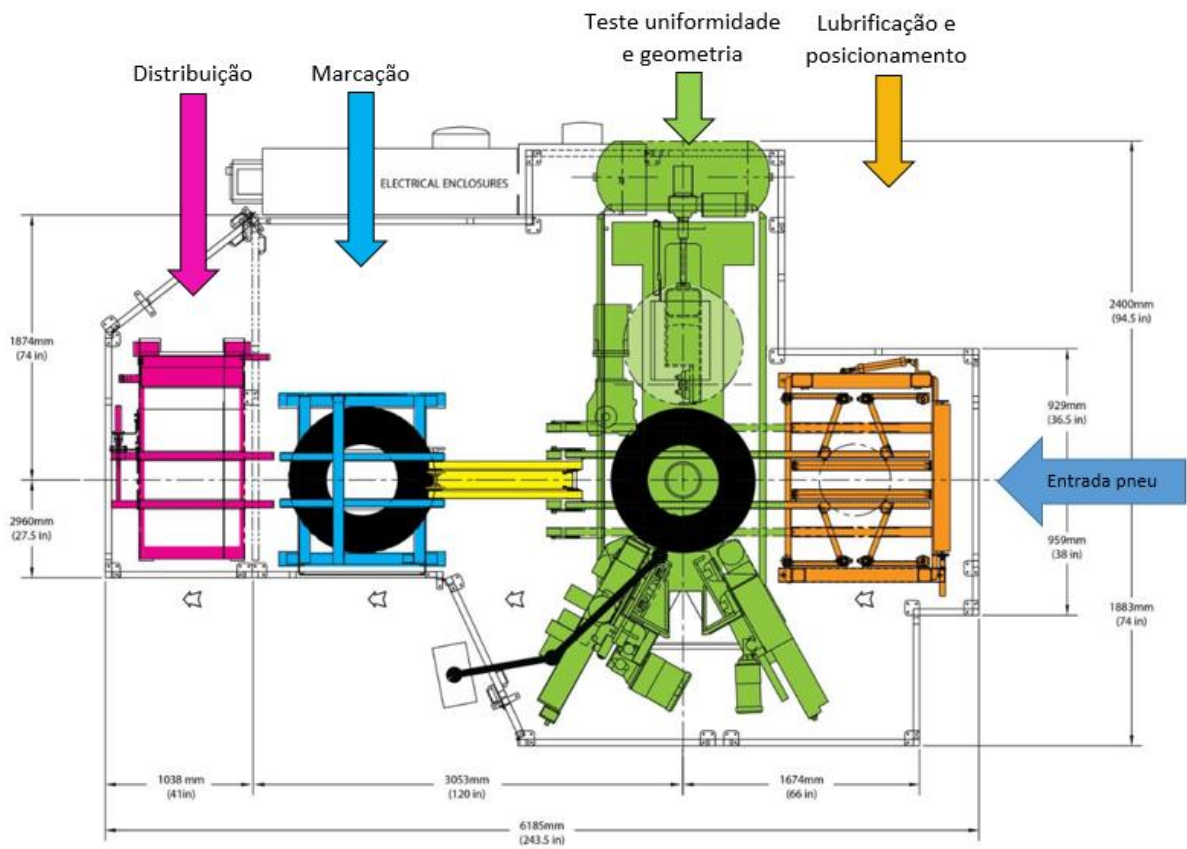


Figura 48 – Máquina de uniformidade [24]

3.3 Descrição da operação de raspagem

A operação de raspagem de piso é uma operação complexa visto exigir manuseamento de máquinas industriais. Os operadores destas máquinas seguem um conjunto de instruções empíricas, resultantes da experiência de cada operador, desde que os pneus chegam à área de raspagem até que são enviados novamente para o fluxo de produção.

Seguidamente é apresentada toda a operação de raspagem, por etapas, tendo por base a observação do método de trabalho que se encontrava implementado:

A observação do processo de raspagem permitiu identificar os seguintes passos:

1. Verificação e certificação de que cada máquina está realmente a retirar a profundidade exigida;
2. Triagem de pneus para cada uma das três máquinas de raspagem;
3. Medição com micrómetro de profundidade do piso antes de raspar, num ponto do ombro onde se saiba que o pneu vai sofrer correção;
4. Identificação da marcação do pneu/ lado onde raspa, por exemplo código de barras, DOT ou ambos (por vezes nesta etapa o pneu é validado e limpo);
5. Montagem do pneu na máquina com abertura de jante igual à do artigo anterior, caso a medida deste seja semelhante. Caso não seja é feita afinação de abertura da jante a olho;
6. Seleção do programa de trabalho 1 caso seja necessário ajustar o sensor que tem como função, abrandar o avanço do carro que transporta a mó para um avanço mais lento até encostar no pneu. Esta distância tem que ser mais ou menos 5 mm;
7. Iniciar ciclo de raspagem (programa 4 – raspagem e retirar rebarbas);
8. Certificar, quando a mó está prestes a encostar no pneu, espreitando por uma janela na parte posterior da máquina, que o contorno da pedra está coincidente com o contorno do pneu. Caso o contorno não esteja coincidente, fazer o ajuste da mó rodando uma manivela que a faz movimentar paralelamente ao eixo de rotação do pneu, fazendo assim com que o contorno da mó fique coincidente com o contorno do pneu. Caso a raspagem não esteja a ser efetuada corretamente dirigir-se ao painel de definições da máquina e rodar o contador de tempo para os 0 segundos, fazendo com que a máquina passe para a ultima etapa do ciclo, retirar rebarba. Posteriormente inicia-se operação novamente;
9. Medir profundidade do piso com recurso ao micrómetro de profundidade, mais ou menos no mesmo sítio onde se mediu no ponto 3;
10. Analisar diferença entre profundidade inicial e profundidade final, apontando na folha de controlo;
11. Limpar marcações do pneu após término do ciclo de raspagem, e caso ainda não tenha feito, validá-lo e enviá-lo para o fluxo de produção normal.

Após o passo 11, caso a máquina esteja em condições de operação inicia-se a raspagem normal até ao dia seguinte:

12. Triar pneus para cada uma das três máquinas de raspagem;
13. Efetuar passo 4 a 8;
14. Limpar marcações do pneu após término do ciclo de raspagem, e caso ainda não tenha feito, validá-lo e enviá-lo para o fluxo de produção normal.

Caso o pneu esteja mal raspado, será necessário dirigir-se com o pneu ao *Grader*/avaliador do aspeto visual, para este avaliar se o pneu é ou não *Scrap*.



Figura 49 – Passadeiras de alimentação e retorno de pneus na zona de raspagem

Existem ainda outros factos relevantes a referir para além da operação de raspagem:

- Visto só existir uma passadeira de alimentação na área da raspagem (Figura 49), os pneus que vão chegando são armazenados em volta das máquinas, ou em volta da área de raspagem no chão;
- Outras áreas enviam pneus para o fluxo normal através da passadeira da raspagem entupindo esta área. Isto acontece visto a passadeira nem sempre ter capacidade para escoar todos pneus que a raspagem envia, fazendo com que as outras áreas deixem os pneus no chão no espaço de trabalho das máquinas;
- Segundo folha afixada nas máquinas a raspagem está interdita a pneus de largura igual ou superior a 275 mm;
- Nas mesmas folhas estão especificados artigos que raspam do lado oposto às pintas.

3.4 Instruções de raspagem

A Continental-Mabor possui duas instruções de trabalho para a raspagem que são descritivas de algumas tarefas e limitações impostas pelo departamento de qualidade. Nas instruções estão presentes medidas que não podem raspar, profundidade máxima de raspagem, controle diário das máquinas, etc.

Qualquer um dos pontos presentes na instrução não é suficientemente descritivo, nem segue uma orientação que possa guiar o operador caso este tenha dúvidas em como operar a máquina ou de se o pneu ficou em bom estado visual ou não.

3.5 Sistema de limpeza/ aspiração

O sistema de limpeza é constituído por três orifícios para o aspirador e dois elementos de sopro por ar comprimido para fazer a limpeza do pneu em cada máquina. O sistema foi observado aquando da observação do método de trabalho dos operadores.

O aspirador é extremamente ruidoso, e para isso os operários utilizam abafadores nos ouvidos, o que leva o ruído para valores legais. A roupa dos operadores, área envolvente das máquinas e pneus ficam bastante sujos com o pó da raspagem.

Ao iniciar o aspirador, este emite um ruído bastante intenso e posteriormente, durante alguns segundos, alguns “sopros”.

3.6 Layout

O *Layout* atual da área de raspagem é apresentado na Figura 50.

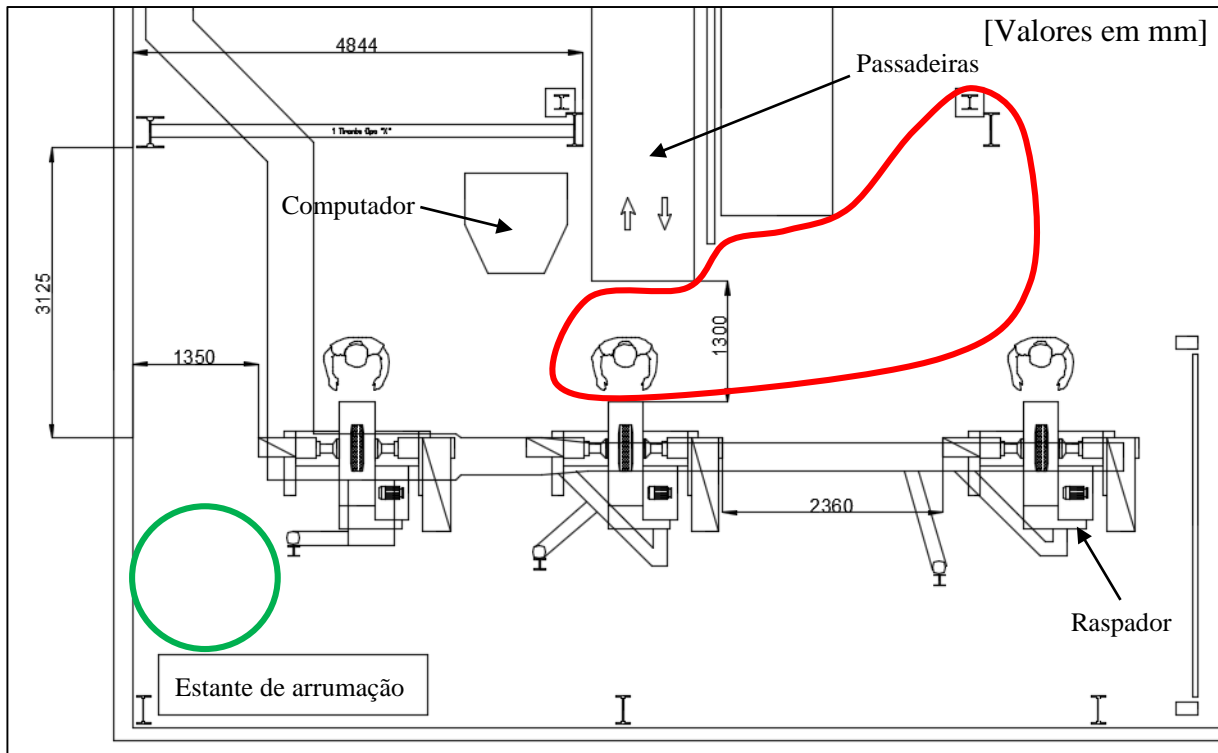


Figura 50 – *Layout* atual da área da raspagem representando, a vermelho, área ocupada por pneus de outras áreas que esperam ser enviados para circuito de produção. A verde, zona de armazenamento de pneus de tamanho de jante 14”

4 Análises e soluções

No capítulo 4 são expostas análises e soluções propostas, bem como implementações que contribuíram para atingir o objetivo final. O capítulo descreve como foi atingido o objetivo de entender o fenómeno de raspagem e o agravamento dos valores de conicidade, e como foi otimizada a zona de raspagem bem como os parâmetros de raspagem. Apresenta-se também o desenvolvimento de uma nova mó de forma para raspar pneus mais largos, e soluções desenvolvidas para otimizar o espaço da raspagem. Para além destes tópicos, o aspirador da raspagem é também analisado e é desenvolvida uma nova instrução de trabalho.

É muito importante notar que, os pneus ensaiados em experiências durante toda a dissertação foram testados na mesma máquina de uniformidade, de maneira a reduzir a variabilidade entre valores.

4.1 Agravamento de conicidade

A conicidade pode ter várias causas, como por exemplo descentramento de telas metálicas, excesso de material (borracha) de um dos lados, ou materiais diferentes em cada metade do pneu, apesar de o último ser um erro de processo.

Quando existe excesso de material é fácil entender que retirando material no lado que tem material em excesso (borracha), uniformiza-se o pneu fazendo com que os valores de conicidade recuperem. Desta forma é necessário entender porque raspando o lado que tem excesso de borracha não se recupera o valor de conicidade, existindo mesmo casos em que os pneus, por indicação do departamento de qualidade, raspam o lado oposto ao da conicidade e recuperam. No intuito de encontrar a causa destes comportamentos foram desenhadas algumas experiências.

Com recuperação entenda-se que, o valor ideal de conicidade pode ser centrado a qualquer valor, ou seja, o ideal é que o pneu seja completamente uniforme, para não existirem forças “estranhas” a atuar no pneu devido à sua falta de uniformidade. Imagine-se um pneu de um determinado artigo com 10 daN de conicidade e que está fora dos valores admissíveis para poder ser enviado para o cliente (Gráfico 11). Esse pneu vai ser raspado no lado correspondente à conicidade positiva (lado CB), o que vai fazer com que o pneu recupere para por exemplo 5 daN, passando a estar dentro do valor especificado.

No caso de o pneu passar de 10 daN para 15 daN, por exemplo, considera-se que houve agravamento do valor visto este estar ainda mais afastado do valor central.

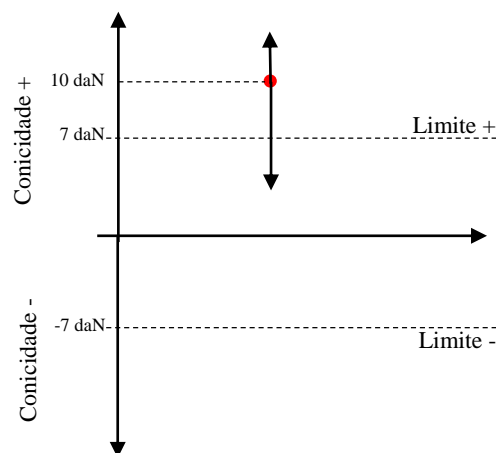


Gráfico 11 – Gráfico representativo da evolução de conicidade

4.1.1 Experiência 1 - Análise da base de dados

Na primeira experiência foi feita uma abordagem à base de dados para apurar se o agravamento dos valores de conicidade após raspagem dependiam de características físicas, como por exemplo:

- Largura;
- Altura da parede;
- Tipo de composto da borracha;
- Tipo de Capply;
- Padrão do piso;

Desta abordagem, concluiu-se que não existe padrão de características, nem conjunto delas, do qual se possa afirmar que foi encontrada a razão dos pneus terem comportamentos diferentes dentro do mesmo artigo, em termos de recuperação de valores de conicidade.

No decorrer desta análise foi ainda observado o valor médio do ganho de conicidade para posteriormente se poderem fazer comparações e conseguir perceber se os pneus recuperam ou não, bem como se essa recuperação é significativa. Da análise de dados pôde concluir-se que os pneus têm uma média de recuperação de 0,8 daN em períodos anteriores ao início da dissertação.

4.1.2 Experiência 2 - desvios de construção

Após a conclusão da análise anterior foi desenhada uma nova experiência com o objetivo de averiguar se a recuperação dos pneus na raspagem é função dos desvios de construção do pneu.

Para a experiência foi escolhido um artigo que tem um grande volume de produção e que normalmente tem bastantes pneus para corrigir. Este artigo tem um comportamento bastante instável. Por instável entende-se que os valores de conicidade tanto podem recuperar como agravar.

A experiência consistiu em conseguir cinco pneus do mesmo artigo, divididos em cinco grupos de cinco pneus. Foram escolhidos cinco pneus para se conseguirem valores com menos variabilidade. Para além disso também se considera que 5 pneus é uma amostragem razoável e com pouco erro.

Cada grupo de pneus tinha um desvio de construção diferente:

- Grupo 1. Primeiro *Breaker* desviado 2 mm para o lado esquerdo (DOT)
- Grupo 2. Segundo *Breaker* desviado 2 mm para o lado esquerdo (DOT)
- Grupo 3. Mais massa no ombro do lado do código de barras;
- Grupo 4. Carcaça desviada 1,5 mm para a esquerda (DOT);
- Grupo 5. Piso desviado 2 mm para a esquerda (DOT).

Após a construção e vulcanização, os 25 pneus foram medidos antes de raspar. Posteriormente foram raspados com uma profundidade de 0,3 mm e medidos novamente.

A evolução da experiência está representada na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados da experiência de desvios

	Nº Pneu	MU	Pressão UM [BAR]	Pressão raspagem [BAR]	Conicidade [daN]		Ganho de conicidade [daN]
					Antes de raspar	Após raspar	
Grupo 1	1	12	2	3	1,67	9,96	-8,29
	2	12	2	3	2,51	1,69	0,82
	3	12	2	3	2,08	-2,08	0
	4	12	2	3	1,02	-1,67	2,69
	5	12	2	3	1,26	0,73	0,53
Grupo 2	6	12	2	3	-2,68	-4,54	-1,86
	7	12	2	3	-3,88	-0,66	3,22
	8	12	2	3	-4,65	-4,88	-0,23
	9	12	2	3	-5,71	-6,09	-0,38
	10	12	2	3	-5,8	-6,88	-1,08
Grupo 3	11	12	2	3	7,67	6,82	0,85
	12	12	2	3	6,07	7,85	-1,78
	13	12	2	3	7,34	8,1	-0,76
	14	12	2	3	3,13	5,2	-2,07
	15	12	2	3	7,12	5,78	1,34
Grupo 4	16	12	2	3	5,8	5,87	-0,07
	17	12	2	3	5,52	7,14	-1,62
	18	12	2	3	4,93	5,39	-0,46
	19	12	2	3	4,88	4,93	-0,05
	20	12	2	3	5,44	2,71	2,73
Grupo 5	21	12	2	3	8,56	6,48	2,08
	22	12	2	3	7,21	2,13	5,08
	23	12	2	3	6,59	2,48	4,11
	24	12	2	3	5,58	-0,54	6,12
	25	12	2	3	7,4	2,88	4,52

Condições de teste:

- Pressão medição na MU – 2 BAR;
- Pressão raspagem – 3 BAR;
- Profundidade de raspagem – 0,3 mm

4.1.2.1 Análise da experiência 2

O foco principal desta experiência é analisar o ganho de conicidade representado por valores de diferença de conicidade antes e depois da operação de raspagem (consultar Tabela 3). Pelo sinal negativo presente na coluna do ganho de conicidade podemos identificar que o pneu em questão, após raspagem, agravou o valor.

Focando a atenção dos grupos 1 a 4, conclui-se que os valores são bastante inconsistentes, recuperando algumas vezes e outras não, mas no grupo 5, grupo de pneus que tem o piso desviado 2 mm para a esquerda (lado DOT), obteve-se um resultado favorável em todos os pneus corrigidos.

O grupo 3 e o grupo 5 têm valores iniciais fora do previsto, visto que no grupo 3 foi adicionada uma tira de material no lado do código de barras e no grupo 5 existe mais massa no ombro do lado oposto ao CB. Na teoria significa que os valores de conicidade deveriam ser opostos, ou seja, o grupo 3 teria conicidade positiva e grupo 5 conicidade negativa. O que se pode observar, de facto, não corresponde à expectativa teórica de valores após vulcanização mas curiosamente a raspagem teve efeitos opostos neste dois grupos de pneus.

Conclui-se desta experiência que a recuperação depende do defeito? Sim, mas só para o grupo 5, ou seja, depende do desvio do piso.

4.1.3 Experiência 3 - Influência das máquinas na conicidade

Como nenhuma das duas experiências anteriores foi conclusiva quanto à causa do agravamento dos valores de conicidade, foi desenhada uma nova experiência que incide sobre o raspador e a máquina de uniformidade. Esta experiência tem como objetivo despistar se a máquina de uniformidade ou o raspador influenciam os valores de conicidade.

A experiência foi organizada em duas partes:

Ensaio 1. Máquina de uniformidade, que consiste em conseguir cinco pneus do mesmo artigo e passar seis vezes cada pneu na máquina;

Ensaio 2. Raspador, conseguir 15 pneus do mesmo artigo e simular raspar o pneu na máquina, mas não raspando;

4.1.3.1 Experiência 3 - Ensaio 1

O primeiro ensaio consistiu em separar cinco pneus do mesmo artigo e medi-los seis vezes numa máquina de uniformidade. O número de pneus e medições foi escolhido tendo em conta o facto da amostra seleccionada ser representativa e com pouco erro.

Os pneus foram ensaiados numa sequência de 1 a 5 e os resultados obtidos podem ser consultados na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de conicidade obtidos a cada passagem na máquina de uniformidade

Nº Pneu	MU	Valores de conicidade [daN]						Diferença máxima entre valores
		1ª Passagem	2ª Passagem	3ª Passagem	4ª Passagem	5ª Passagem	6ª Passagem	
1	12	0,8	0,8	0,2	0,7	0,3	0,1	0,7
2	12	4	3,6	2,9	3,1	2,8	2,2	1,8
3	12	3,9	3,6	2,9	2,7	2,8	2,4	1,5
4	12	3,5	3,5	3	2,9	3	2,4	1,1
5	12	2,4	1,9	2	1,7	1,7	1,2	1,2

Considerando que existe variação das medições e que esta pode estar entre de 0 e 1 daN, os valores obtidos não são significativos para afirmar que a máquina de uniformidade tem influência no agravamento da conicidade.

4.1.3.2 Experiência 3 - Ensaio 2

No segundo ensaio selecionaram-se 10 pneus do mesmo artigo: cinco com conicidade positiva e cinco com conicidade negativa. Seguidamente foi simulada a operação de raspagem no raspador mas sem raspar, ou seja, os pneus foram montados na máquina com o código de barras para a esquerda e postos a rodar durante o tempo de um ciclo de raspagem (aprox. 2 minutos), à pressão de simulação indicada na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores obtidos na experiência de simulação

Nº Pneu	MU	Pressão MU [BAR]	Pressão simulação [BAR]	Tempo simulação [s]	Conicidade [daN]	
					Antes	Depois
1	12	2	3	120	1,57	6,4
2	12	2	3	120	2,78	7,7
3	12	2	3	120	2,48	8
4	12	2	3	120	0,12	3,7
5	12	2	3	120	0,31	6
6	12	2	2	120	-1,59	6,2
7	12	2	2	120	-2,27	5,5
8	12	2	2	120	-0,93	7,7
9	12	2	2	120	-1,75	6,4
10	12	2	2	120	-0,03	6,4

Da tabela pode concluir-se que a tendência é sempre para valores muito mais positivos, ou seja, poderá existir uma clara influência da máquina nos valores de conicidade. Sendo assim, a experiência foi repetida com mais detalhe. Para isso foram selecionados quinze pneus do mesmo artigo.

Para este ensaio os pneus não foram montados sempre na mesma posição (CB para a esquerda), com o intuito de perceber a tendência da conicidade, mudando a orientação do pneu.

Foram montados no raspador cinco pneus com o código de barras para a esquerda, cinco com o código de barras para a direita e os outros cinco foram um grupo de controlo.

- Grupo 1. Pneus montados com código de barras para a esquerda no raspador;
- Grupo 2. Grupo de controlo;
- Grupo 3. Pneus montados com código de barras para a direita no raspador.

Os valores obtidos estão representados na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores obtidos para experiência de simulação de raspagem

	Nº Pneu	MU	Pressão MU [BAR]	Pressão simulação [BAR]	Tempo simulação [s]	Conicidade [daN]		
						Antes	Depois	Ganho
Grupo 1	1	12	2	3	120	2,73	5,74	-3,01
	2	12	2	3	120	2,9	5,53	-2,63
	3	12	2	3	120	4,44	7,2	-2,76
	4	12	2	3	120	3,18	4,85	-1,67
	5	12	2	3	120	2,82	6,21	-3,39
Grupo 2	6	12	2	3	120	4,31	4,39	
	7	12	2	3	120	3,85	4,1	
	8	12	2	3	120	3,15	2,98	
	9	12	2	3	120	4,1	4,45	
	10	12	2	3	120	2,79	2,52	
Grupo 3	11	12	2	3	120	4,09	0,28	3,81
	12	12	2	3	120	3,14	-0,47	3,61
	13	12	2	3	120	3,02	0,03	2,99
	14	12	2	3	120	4,11	1,01	3,1
	15	12	2	3	120	4,18	0,87	3,31

Da Tabela 6 pode concluir-se que, após simulação no raspador existem três resultados muito interessantes a analisar:

Grupo 1 – Grupo de pneus montado no raspador com o código de barras virado para o lado esquerdo, ou seja, o lado mais largo do cone, ou o lado da conicidade positiva, ficou virado para o lado esquerdo da máquina (Figura 51). Neste grupo pode observar-se que a conicidade tendeu para um valor mais positivo. O ganho tem sinal negativo (-), o que significa que os valores agravaram.

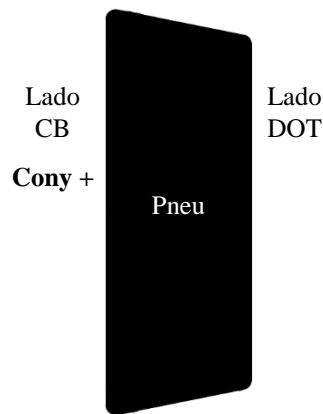


Figura 51 – Representação da posição em que o pneu é montado na máquina

Grupo 2 – Grupo de controlo. Estes pneus não foram submetidos a simulação no raspador, somente passaram nas máquinas de uniformidade na mesma altura que passaram os grupos 1 e 3. Verificou-se que o teste na máquina de uniformidade não surte qualquer efeito nos valores de conicidade visto estes terem praticamente mantido os valores iniciais.

Grupo 3 – Grupo cujos pneus foram montados no raspador com o código de barras virado para a direita, ou seja, com a conicidade virada para a direita (Figura 52). Consultando a Tabela 6 verificou-se que os valores de conicidade melhoraram significativamente. Notar que como o ganho foi positivo, o sinal deste é também positivo.

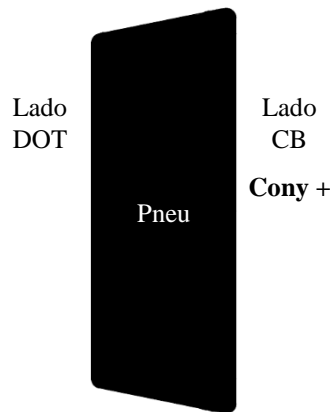


Figura 52 - Representação da posição em que o pneu é montado na máquina

Conclui-se da última análise que o raspador tem um efeito muito significativo, sem raspar, na conicidade, reprodutível em ambos os lados do pneu.

Para comprovar que de facto o raspador influencia muito o valor de conicidade, a experiência foi repetida, podendo assim provar-se definitivamente que a máquina de raspagem influencia os resultados, não pela raspagem, mas sim por outro qualquer motivo ainda desconhecido.

Repetição da Experiência 3 – Ensaio 2

Na repetição da experiência foram utilizados quatro pneus em cada grupo no sentido de evitar danificar mais pneus em bom estado. Dessa experiência foram obtidos os resultados presentes na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados da repetição da experiência de simulação de raspagem

	Nº Pneu	MU	Pressão MU [BAR]	Pressão simulação [BAR]	Tempo simulação [s]	Conicidade [daN]		
						Antes	Depois	Ganho
Grupo 1	1	12	2	3	120	2,94	6,9	-3,96
	2	12	2	3	120	4,67	7,72	-3,05
	3	12	2	3	120	1,38	4,56	-3,18
	4	12	2	3	120	2,21	5,78	-3,57
Grupo 2	5	12	2	3	120	2,87	2,62	
	6	12	2	3	120	2,76	2,64	
	7	12	2	3	120	2,47	2,72	
	8	12	2	3	120	3,07	2,75	
Grupo 3	9	12	2	3	120	1,49	-2,27	3,76
	10	12	2	3	120	1,84	-0,86	2,7
	11	12	2	3	120	1,86	-1,76	3,62
	12	12	2	3	120	2,4	-1,89	4,29

A Tabela 7 foi analisada por grupos e concluiu-se o seguinte:

Grupo 1 (R) – Da medição após simulação obtiveram-se valores bastante superiores aos iniciais. A coluna do ganho tem os valores representados com sinal negativo, o que significa que todos os valores agravaram. Isto valida o resultado obtido no **grupo 1**.

Grupo 2 (R) – É um grupo de controlo tal como o **grupo 2**. Os valores não se alteram muito, visto que estes simplesmente foram medidos na máquina de uniformidade na mesma altura que foram medidos todos os outros pneus.

Grupo 3 (R) – Os pneus deste grupo foram montados na máquina de raspagem com o código de barras virado para o lado direito. A tendência dos valores de conicidade foi oposta à do grupo 1, o que também valida o **grupo 3** da experiência anterior.

Tendo em conta o resultado da experiência e repetição, concluiu-se que caso os pneus tenham conicidade positiva e sejam montados no raspador com o CB virado para o lado esquerdo, o valor da conicidade agrava. O valor melhora se o pneu for montado no raspador com o CB virado para o lado direito, caso o pneu tenha conicidade positiva.

Portanto, sem efetuar a operação de correção, o raspador tem grande influência sobre os valores de conicidade.

Após a análise da experiência efetuou-se uma análise à máquina de raspagem onde foi encontrado um anel montado na zona de tração, e que encosta/ “penetra” no pneu quando este é posto a rodar. Essa penetração é bastante evidente à pressão de 3 BAR, o que levanta bastantes suspeitas. A deformação e a respetiva peça estão presentes na Figura 53.

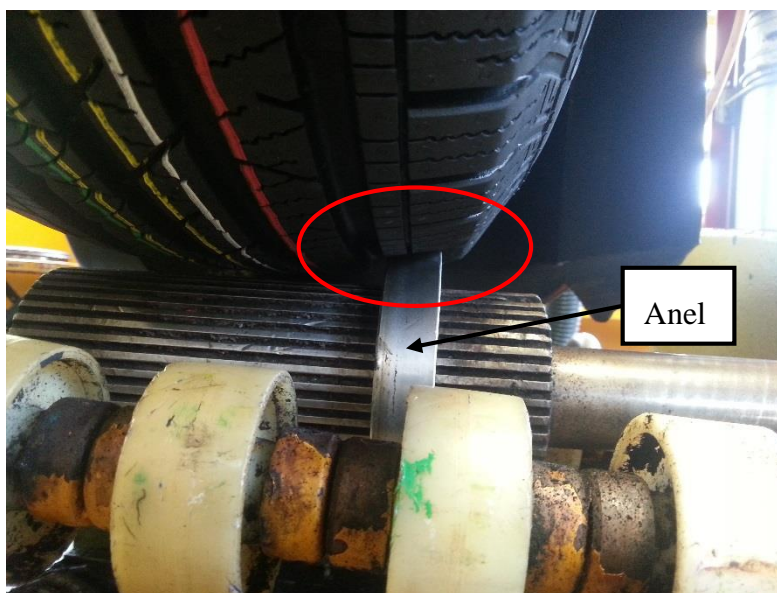


Figura 53 – Representação da peça, anel, que causa agravamento de conicidade

4.1.4 Implementação

A conclusão mostrou-se bastante sólida, e com isso procedeu-se imediatamente, à desmontagem dos anéis em todas as máquinas. Após a desmontagem, os pneus que serviram para a última experiência foram reaproveitados e raspados do lado correto, do lado da conicidade, que neste caso é positiva, ou seja, foram raspados do lado do CB.

O valores de conicidade obtidos após a raspagem estão presentes na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores de conicidade obtidos após raspagem dos pneus

	Nº Pneu	MU	Pressão MU [BAR]	Pressão simulação [BAR]	Tempo simulação [s]	Conicidade [daN]		
						Antes raspar	Depois raspar	Ganho
Grupo 1	1	12	2	3	120	6,9	4,9	2
	2	12	2	3	120	7,72	3,97	3,75
	3	12	2	3	120	4,56	1,6	2,96
	4	12	2	3	120	5,78	-0,3	6,08
Grupo 2	5	12	2	3	120	2,62		
	6	12	2	3	120	2,64		
	7	12	2	3	120	2,72		
	8	12	2	3	120	2,75		
Grupo 3	9	12	2	3	120	-2,27	-1,9	0,37
	10	12	2	3	120	-0,86	1,3	2,16
	11	12	2	3	120	-1,76	1,6	3,36
	12	12	2	3	120	-1,89	2,3	4,19

Da análise da Tabela 8 concluiu-se que os valores seguem a tendência que seria normal, ou seja, raspando o lado da conicidade esta necessariamente melhora. Os pneus presentes na Tabela 8 são todos do mesmo artigo. O grupo 1 foi raspado do lado do código de barras e o grupo 3 raspado do lado oposto ao código de barras.

Os valores de conicidade melhoram bastante, tanto que em certos casos do grupo 3 os valores invertem. Nesta experiência a inversão foi considerada como ganho, mas de facto, em módulo os valores agravaram, mas nesta análise isso não é relevante visto que o objetivo da experiência era saber porque agravam os valores de conicidade.

Retirando os anéis, deixam de existir pneus que raspam do lado oposto à marcação das pintas. Deste modo, a partir do momento em que é retirado o anel, todos os pneus com conicidade raspam do lado das pintas.

No capítulo 5, estão presentes os resultados obtidos a curto prazo com esta implementação.

4.2 Otimização da zona de raspagem do ombro

A área de raspagem no pneu está definida como representa a Figura 54. Sabe-se que o local de raspagem é o ombro, mas não existe um critério da zona do ombro onde raspa. Sendo assim, com a implementação do anel feita, foram escolhidos alguns pneus que estavam destinados a *Scrap* para testar a zona de raspagem.

Foram testadas duas zonas de raspagem.

4.2.1 Zona 1

A zona 1 não foi propriamente testada, visto grande parte dos pneus apresentarem sinais de raspagem nessa zona. A zona referida está representada na Figura 54 e foram recolhidos alguns dados de pneus que raspam neste local.



Figura 54 – Área de raspagem praticada, pneu 8 à esquerda e pneu 12 à direita

A raspagem nesta zona tem um efeito incerto. O pneu tanto pode recuperar os valores de conicidade, como por exemplo, o pneu 8 que passou de 10 daN para 7,85 daN, como agravar o valor ou até mantê-lo. Saliente-se que o mais frequente é o agravamento do valor.

Note-se ainda que os artigos não são testados nas máquinas de uniformidade todos à mesma pressão, o que também influencia a zona de contacto com a roda de carga.

Como exemplo das outras situações observe-se o pneu 12 presente na Figura 54, que manteve o seu valor de conicidade visto ter sido raspado na zona representada. Este pneu tinha 9,54 daN e passou para 9,53 daN, ou seja, manteve o valor de conicidade.

Outros pneus que foram raspados na mesma zona da Figura 55 foram os da Tabela 9.



Figura 55 – Pneu raspado, setas a vermelho representam a zona onde foi raspado

Os pneus raspam nesta zona e após raspagem retornaram os valores apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores conicidade antes e após raspagem

Pneu	Valor Cony Antes [daN]	Valor Cony Depois [daN]	Ganho [daN]
1	7	8,13	-1,13
2	6,44	7,72	-1,28
3	1,11	2,09	-0,98
4	3,83	4,44	-0,61
5	3,08	4,09	-1,01

Os valores agravaram devido à zona raspada. Esta afirmação é feita com base em vários pneus que foram passando na análise pela uniformidade, sendo que as razões de agravamento de conicidade eram sistematicamente as mesmas:

- Zona de raspagem;
- Raspou o ombro contrário ao correto.

Note-se que nem sempre o agravamento acontece devido à zona de raspagem, dado que os pneus são bastante instáveis quanto à recuperação. A única zona de raspagem que realmente revelou resultados unicamente benéficos foi a raspagem na zona 2 que será identificada no capítulo 4.2.2.

Caso estas duas situações sejam evitadas não há razão para dentro das mesmas condições, os pneus piorarem os valores de conicidade.

Pondo de parte a situação de recuperação, os pneus são inspecionados visualmente, sendo de evitar uma situação de aspeto visual de raspagem como a da Figura 56.



Figura 56 – Pneu raspado com aspeto visual não aceitável

4.2.2 Zona 2

Esta é uma zona mais específica na qual a raspagem tem de ser feita como representado na Figura 57, ou seja, desde o limite interior do ombro até mais ou menos a meio do mesmo.



Figura 57 – Representação da zona de raspagem 2

Todos os pneus raspados nesta área tiveram resultados bastante positivos. Os artigos testados foram bastante variados, visto terem sido raspados consoante chegavam pela passadeira de alimentação da raspagem. Os resultados podem ser consultados na Tabela 10.

Tabela 10 – Ganho de conicidade em pneus raspados na zona 2

Pneu	Artigo	Valor Cony Antes [daN]	Valor Cony Depois [daN]	Ganho [daN]
1	A	7.28	5.1	2,18
2	A	7	3.4	3,6
3	B	-8.95	-4.87	4,08
4	C	-11.3	-7.7	3,6
5	D	11.7	8	3,7
6	D	9.58	6.6	2,98
7	E	-8.89	-4.4	4,49

Os pneus presentes na Tabela 10 tiveram recuperações bastante significativas. Dessa maneira esta zona de raspagem **foi implementada como zona de raspagem** ótima. A implementação careceu de autorização por parte do departamento de inspeção visual, tendo sido aceite.

Os resultados a curto prazo serão analisados no capítulo 5.

4.3 Otimização de parâmetros de raspagem

Para otimizar os parâmetros de raspagem foi seguido um método de planeamento da experiência. Primeiro foi necessário verificar se a máquina tinha todos os parâmetros de ajuste disponíveis.

Foi pedido à engenharia para fazer uma verificação da concentricidade e do paralelismo das jantes das máquinas. Com estes parâmetros verificados era também necessário que as máquinas tivessem a escala de afinação da abertura de jante. Como as escalas já não existiam, foi necessário desenhar e produzir escalas novas.

4.3.1 Escalas para afinação da abertura de jante

As escalas foram desenhadas em CAD tendo como base uma figura presente no manual da máquina e uma parte da escala que existia numa das máquinas. Após o desenho em CAD as escalas foram impressas, recortadas e encapadas para servirem como escalas provisórias. Após colagem das escalas em todas as máquinas, foram produzidas escalas gravadas em metal, que após produção foram imediatamente montadas em cada máquina.

Na Figura 58 pode consultar-se a evolução das chapas desde a situação em que se encontravam, passando pelo desenho, situação provisória e situação final.

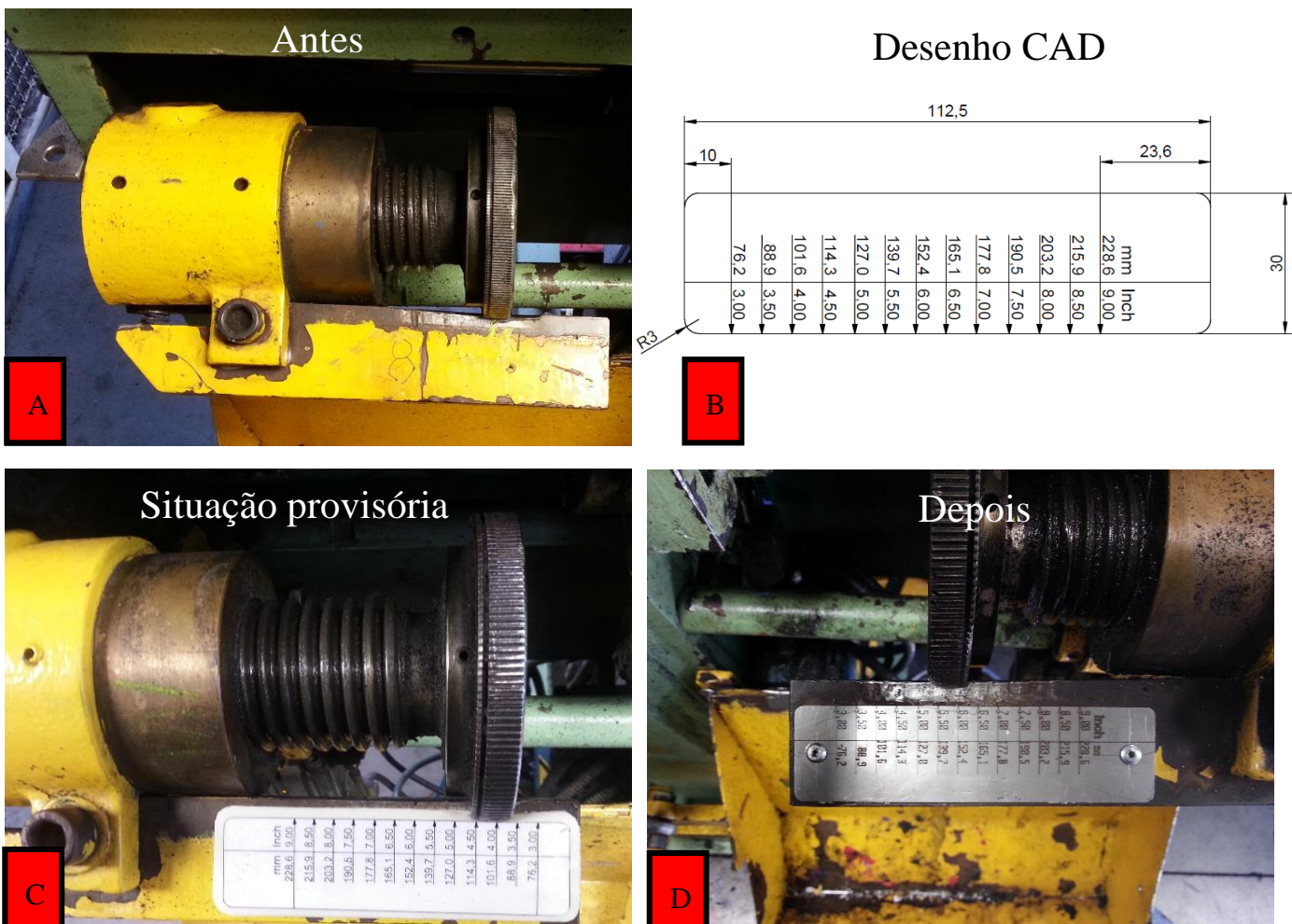


Figura 58 – Etapas para obtenção das chapas com a escala da abertura de jante; A, Situação em que estavam as escalas; B, Desenho em CAD das escalas para o lado direito e esquerdo da máquina; C, Situação provisória enquanto não entregavam as escalas em metal; D, Situação final com escalas em metal.

4.3.2 Desenho de experiências

Introdução ao desenho de experiências

O desenho de experiências é muito eficiente quando o objetivo é estudar a influência de múltiplos fatores no processo e resolver problemas que afetem a produção, como é o caso da conicidade. Ou seja, neste caso aplicar-se-á o desenho de experiências para se apurar quais os melhores parâmetros a utilizar quando um pneu é raspado. Para além disso, o desenho de experiências ajuda no estudo da influência de fatores individuais, mais especificamente, é possível determinar e hierarquizar a importância dos fatores, permitindo maior eficiência nos projetos.

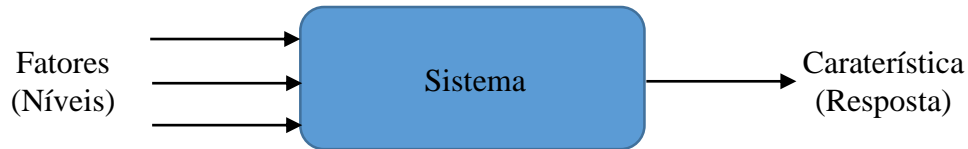
Para o desenho da experiência vai ser utilizado o método de planeamento desenvolvido pelo Dr. Genichi Taguchi, que permite diminuir a variabilidade, o que por sua vez faz com que aumente a qualidade, que hoje em dia é um dos grandes objetivos da indústria.

Concluindo, os ensaios a realizar influenciam o resultado de igual forma, tornando toda a experiência equilibrada, poupando tempo e dinheiro.

Metodologia de Taguchi

A metodologia de Taguchi foi uma grande ajuda para o planeamento da presente experiência, reduzindo o número de ensaios a realizar.

A metodologia tem uma terminologia própria que deve ser conhecida para que esta seja bem compreendida.



.Significados da terminologia:

- Fatores – variáveis com bastante influência na resposta;
- Níveis – valores que toma cada fator nos diferentes ensaios;
- Caraterística de qualidade – medida de avaliação da “performance” do sistema ou produto;
- Tipo de caraterística de qualidade – maior é melhor, menor é melhor, nominal é melhor.

Etapas para aplicação do método de Taguchi

As etapas do método de Taguchi estão pré-estabelecidas e mostram de uma forma simples a organização a seguir durante a aplicação do método:

- 1) Planeamento da experiência, fase muito importante, na qual é necessário fazer *brainstorming* para definir parâmetros e elementos para as fases seguintes.
 - a. Definir objetivo;
 - b. Identificar e escolher fatores;
 - c. Escolher caraterística de qualidade;
 - d. Selecionar matriz ortogonal.
- 2) Realização dos ensaios
 - a. Escolher ordem de realização das experiências;
 - b. Definir o número de repetições.
- 3) Tratamento de dados
 - a. Determinar condição ótima e resultado estimado na condição ótima;
 - b. Determinar a influência relativa dos fatores e intervalo dos resultados estimados na condição ótima.
- 4) Experiência de confirmação.

4.3.3 Experiência

Com o intuito de otimizar a recuperação dos valores de conicidade, realizou-se o ensaio descrito nas seguintes etapas.

4.3.3.1 Planeamento da experiência

Objetivo. O objetivo do presente estudo é determinar a combinação ótima de fatores que levam à maior recuperação de conicidade.

Definição das características de qualidade. A característica de qualidade é a conicidade, ou mais concretamente o ganho de conicidade.

1º Ganho de conicidade; Tipo: Maior é melhor

Fatores e níveis. A escolha dos fatores e dos níveis foi feita através da avaliação dos fatores que poderiam influenciar a recuperação dos pneus. Esta escolha não foi feita individualmente mas sim com a ajuda de várias pessoas ligadas direta ou indiretamente à área da raspagem. Foi elaborado um diagrama causa e efeito (Figura 59), que neste caso foi meramente indicativo de fatores que podem influenciar a raspagem. Para a correta utilização deste, teria que se fazer sessões de *brainstorming* com várias pessoas ligadas à raspagem e posteriormente uma votação para apurar assim os fatores mais importantes.

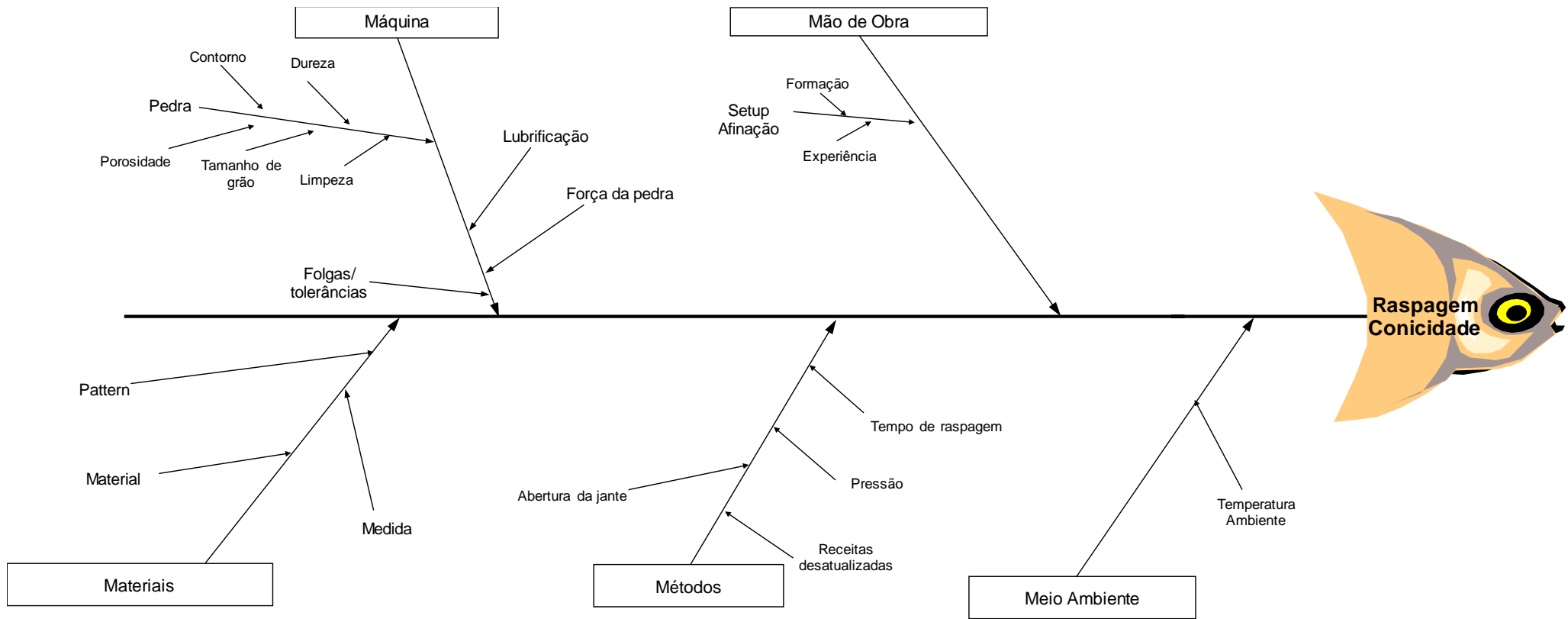


Figura 59 – Diagrama causa e efeito

Fatores e níveis escolhidos:

- Pressão: 3 BAR, 3,5 BAR e 4 BAR
- Abertura de jante: 6in, 6,5in e 7in
- Profundidade de raspagem: 0,1mm, 0,3mm e 0,5mm
- Tempo de raspagem: 8,5s, 12s e 16s

Consultando a lista de matrizes normalizadas de Taguchi [15], concluiu-se que, para 4 fatores e 3 níveis, a matriz a utilizar é a matriz L₉ (Tabela 11), e portanto, substituindo os fatores e níveis na matriz de Taguchi obteve-se a Tabela 12.

Tabela 11 – Matriz Taguchi L₉

Matriz Taguchi L ₉				
	Fatores			
Ensaio	P1	P2	P3	P4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Tabela 12 – Matriz de Taguchi com fatores e níveis para a realização da experiência de otimização

	Fatores			
Ensaio	Pressão [BAR]	Abertura jante [In]	Profundidade raspagem [mm]	Tempo raspagem [s]
1	3	6	0,1	8,5
2	3	6,5	0,3	12
3	3	7	0,5	16
4	3,5	6	0,3	16
5	3,5	6,5	0,5	8,5
6	3,5	7	0,1	12
7	4	6	0,5	12
8	4	6,5	0,1	16
9	4	7	0,3	8,5

4.3.3.2 Realização da experiência

Os ensaios realizados nesta experiência foram aleatórios, com o objetivo de diminuir erros experimentais e simular uma situação o mais próximo do real possível.

Para a experiência utilizaram-se 27 pneus, 3 por cada ensaio, os quais foram medidos antes e após raspagem. Note-se ainda que a experiência foi realizada tendo em conta o facto da zona 2 de raspagem ter sido implementada e que o “anel” já não está presente na máquina.

Os resultados apresentados na Tabela 13 são de duas experiências que vão ser combinadas na análise de resultados. As experiências foram feitas com artigos/ medidas diferentes mas representativas, de modo a que as conclusões finais sejam válidas para um leque grande de medidas.

Tabela 13 – Resultados das experiências de otimização

Ensaio	Pressão [BAR]	Abert. Jante [In]	Prof. Rasp. [mm]	T. rasp. [s]	Conicidade [daN]						Média [daN]	
					Experiência 1			Experiência 2				
					Pneu 1	Pneu 2	Pneu 3	Pneu 1R	Pneu 2R	Pneu 3R		
1	3	6	0,1	8,5	1,40	2,11	1,34	1,30	0,40	0,70	1,21	
2	3	6,5	0,3	12	1,45	2,22	1,60	2,00	2,10	1,10	1,75	
3	3	7	0,5	16	3,25	3,61	4,49	2,20	2,50	0,30	2,73	
4	3,5	6	0,3	16	2,56	2,64	4,02	2,40	2,10	0,80	2,42	
5	3,5	6,5	0,5	8,5	3,64	4,52	5,29	1,60	3,30	1,60	3,33	
6	3,5	7	0,1	12	0,09	2,68	1,66	1,10	0,70	1,50	1,29	
7	4	6	0,5	12	4,12	2,47	1,00	3,60	2,50	3,10	2,80	
8	4	6,5	0,1	16	2,49	2,25	2,41	0,60	0,70	2,20	1,78	
9	4	7	0,3	8,5	2,38	1,02	2,33	2,80	2,60	1,50	2,11	
Média das médias											2,15	daN

4.3.3.3 Tratamento de dados

Neste subcapítulo apresenta-se o tratamento de dados da experiência realizada.

Média global de resultados. Média de todos os resultados experimentais (\bar{T})

Resposta média para cada nível de cada fator. Média de todos os resultados do fator A no nível 1 (\bar{A}_1)

Gráfico de respostas médias. Permite determinar os fatores com maior efeito na característica em causa e a combinação ótima.

O Gráfico 12 representa as respostas médias.

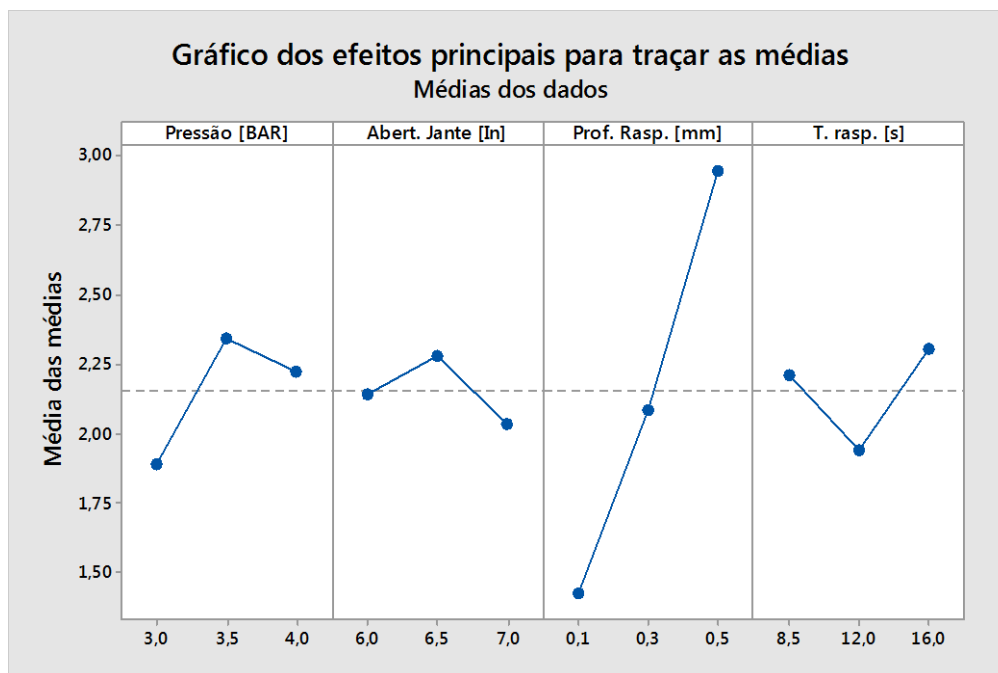


Gráfico 12 – Gráfico dos efeitos principais para traçar as médias, quatro fatores

Tabela 14 – Tabela de resposta para as médias

Nível	Pressão [BAR]	Abertura Jante [In]	Profundidade Raspagem [mm]	Tempo raspagem [s]
1	1,893	2,142	1,424	2,213
2	2,344	2,282	2,090	1,944
3	2,226	2,039	2,949	2,307
Delta	0,452	0,242	1,526	0,363
Rank	2	4	1	3

A partir do Gráfico 12 e da Tabela 14 concluiu-se que o fator que menos influência tem no ganho de conicidade é a abertura de jante sendo a condição ótima P2 A2 PR3 TR3.

O passo seguinte será eliminar o fator menos importante e analisar o Gráfico 13 das médias com três fatores.

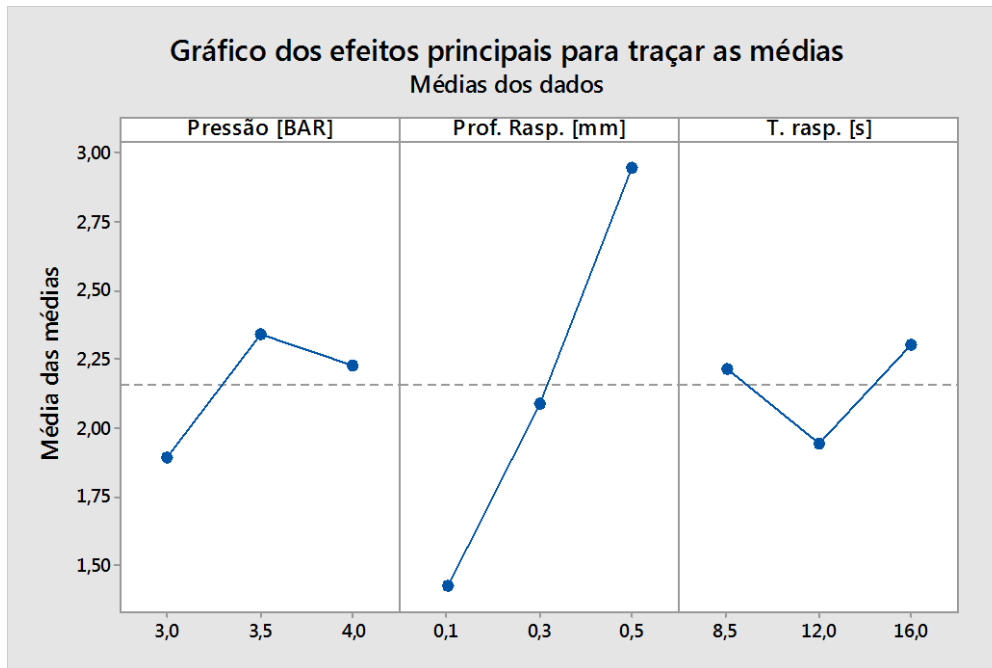


Gráfico 13 - Gráfico dos efeitos principais para traçar as médias, três fatores

Condição ótima, P2 PR3 TR3

Da Tabela 15 conclui-se que o fator que menos afeta o ganho de conicidade é o tempo de raspagem. O valor de prova é o grau de desconfiança, ou seja, indica o risco de se incorrer numa afirmação falsa. Se se considerar que o critério é de 0,05 ou 0,1 de se produzir uma conclusão errada, então o tempo de raspagem não se engloba nesse intervalo.

Tabela 15 – Análise de variância para as médias

Fator	Valor de prova (Pvalue)	Rank	Grau de confiança
Pressão	0,212	2	78,8%
Profundidade de raspagem	0,025	1	97,5%
Tempo de raspagem	0,294	3	70,6%

Mas ainda é possível balizar mais os resultados. Para isso retirou-se novamente o fator menos significativo para o ganho de conicidade – o tempo de raspagem – obtendo-se o Gráfico 14.

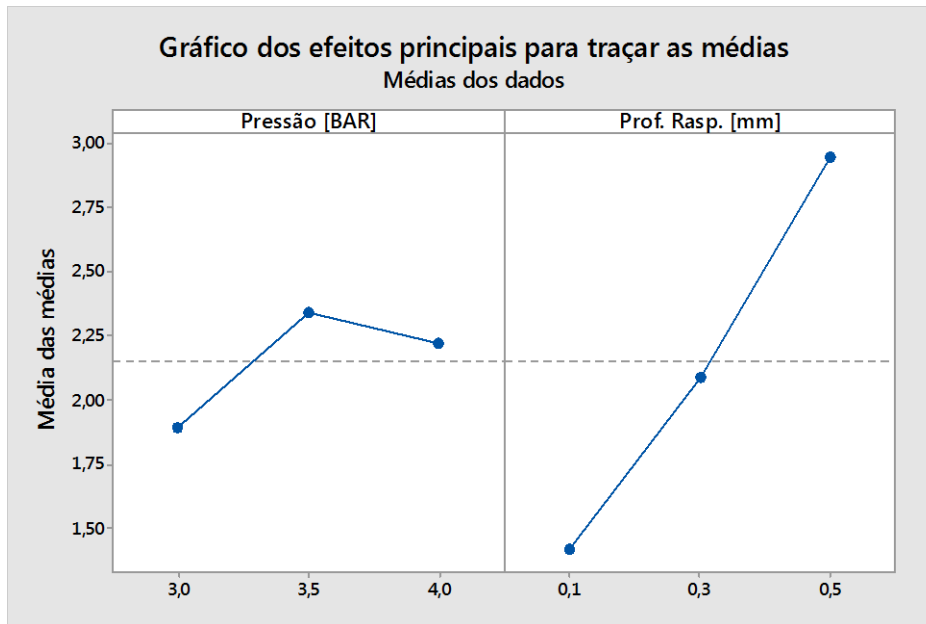


Gráfico 14 - Gráfico dos efeitos principais para traçar as médias, dois fatores

Condição ótima: P2 PR3

Analisando o Gráfico 14, constam por último, os dois fatores que mais influenciam o ganho de conicidade. Para se identificar qual deles é o mais importante apresenta-se de seguida a Tabela 16.

Tabela 16 – Análise de variância para as médias

Fator	Valor de prova (P value)	Ranking	Grau de confiança
Pressão	0,127	2	87,3%
Profundidade de raspagem	0,007	1	99,3%

Conclui-se que o fator mais significativo para o ganho de conicidade é a profundidade de raspagem 0,5 mm.

A pressão, embora com o valor de prova fora do intervalo habitual de significância (0,05), foi considerado por estar relativamente perto desse intervalo.

Estimativa

A estimativa é a combinação de todos os fatores considerados significativos, e pode ser calculada somando à média global \bar{T} , todas as contribuições dos fatores da combinação ótima.

Dois fatores:

$$Y_{\text{opt}} = \bar{T} + (\bar{P}_2 - \bar{T}) + (\overline{PR}_3 - \bar{T})$$

$$Y_{\text{opt}} = 2,15 + (2,344 - 2,15) + (2,949 - 2,15)$$

$$Y_{\text{opt}} = 3,143 \text{ daN}$$

O Y_{opt} representa o ganho teórico de conicidade, que é de 3,143 daN.

4.3.3.4 Conclusão da otimização dos parâmetros de raspagem

Pode concluir-se que o método de Taguchi é uma poderosa, útil e rápida ferramenta tanto de desenho como de tratamento e análise de experiências, podendo adaptar-se a várias áreas.

A combinação ideal foi atingida e tem como composição dois fatores: pressão e profundidade de raspagem.

Os níveis ótimos são:

- Pressão 3,5 BAR;
- Profundidade de raspagem 0,5 mm.

Por motivos logísticos a experiência de confirmação não foi realizada. Contudo, considera-se que foram obtidos um conjunto resultados importantes ao longo do tempo. Note-se que o implementado foi a predefinição da máquina para raspar 0,3 mm (limite imposto).

Durante a dissertação e após a realização da presente experiência concluiu-se ainda que o diâmetro do pneu tem influência na raspagem. Visto que a velocidade de rotação da mó e a velocidade de rotação do pneu são constantes, resulta uma velocidade relativa mó-pneu diferente em função do diâmetro do pneu. Um pneu de diâmetro inferior irá raspar mais do que um pneu de diâmetro superior, dado que a mó vai ter neste um escorregamento superior (Figura 60), e conseqüentemente a quantidade raspada vai ser maior.

Para obter a influência do diâmetro deverá fazer-se uma nova experiência, semelhante à realizada, introduzindo como fator o diâmetro do pneu.

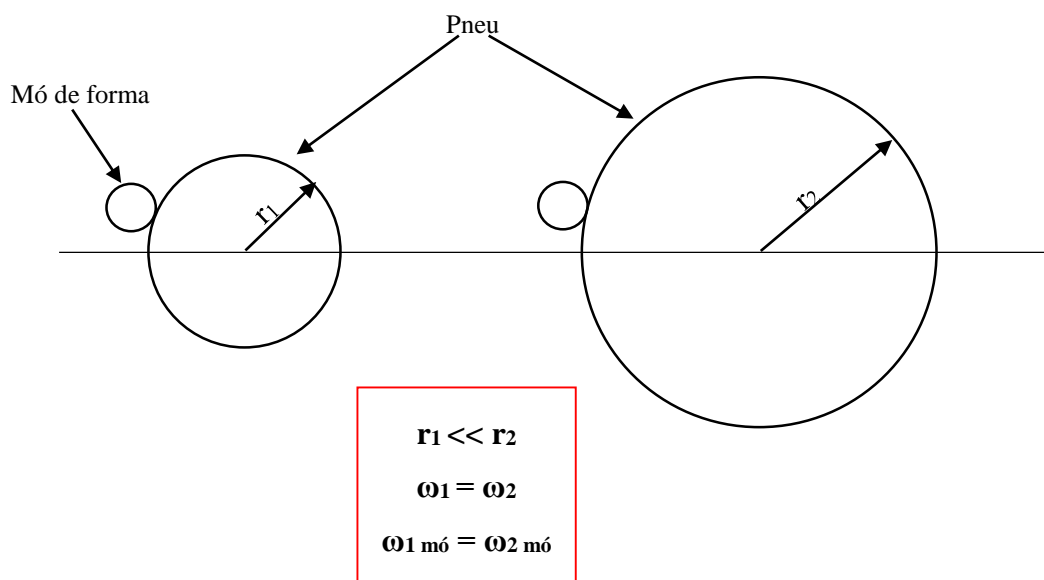


Figura 60 – Influência do diâmetro

Tendo em conta que o pneu dá uma volta a cada 16 segundos, pode concluir-se que o fator tempo de raspagem na experiência desenhada não foi inserido corretamente. O correto seria fixar o valor em 16 segundos. Contudo, apesar do fator ter sido incorretamente inserido, os pneus rasparam, tendo afetado os seus valores de conicidade. Verificou-se ainda que o aspeto visual e prático não eram os pretendidos, visto que 8,5s de tempo de raspagem não eram suficientes. Para ser possível raspar o pneu completamente numa só volta, a máquina teria de ser definida para 16s. De outro modo, com menos tempo de raspagem, o pneu era parcialmente raspado, ou ficava sem raspar em algumas zonas.

4.4 Mós para raspar piso

4.4.1 Mós de forma

A área da raspagem tem disponíveis mós de forma para raspar o piso, que foram adquiridas para alguns contornos específicos. A maioria das mós neste momento não está em utilização visto terem o contorno demasiado específico. Para além disso, não é produtivo trocar constantemente de mó, visto estas serem bastante pesadas.

Existem dois tipos de mós:

- De carboneto de silício (Figura 61), que estão identificadas com os números 3, 4, 14 e 15;
- Metálicas (Figura 62), identificadas com os números 2, 4, 6, 7, 8 e 10.



Figura 61 – Mó de forma em carboneto de silício



Figura 62 – Mó de forma metálica

Esta numeração era o método de identificação das mós na fábrica, fazendo corresponder a cada uma delas uma medida de pneu.

As mós de carboneto de silício não são utilizadas visto serem frágeis e terem grão demasiado grosso para obtenção de bons resultados finais. As mós metálicas são neste momento as únicas utilizadas, visto serem bastante duráveis e tenazes. São também mós com dureza bastante superior às de carboneto de silício e com tamanho de grão e porosidade bastante mais baixos, o que torna vantajosa a sua utilização. A única desvantagem é o custo de aquisição.

Conclusão – mós raspagem

Após observação e formação na máquina de raspagem concluiu-se que as mós não precisam de ser trocadas, visto estas conseguirem servir todos os pneus que passam por cada máquina, não esquecendo que as máquinas são dotadas de jante dupla.

Sendo assim cada máquina utiliza uma pedra específica:

- Raspador 1 – Mó N°8
- Raspador 2 – Mó N°6
- Raspador 3 – Mó N°3

Implementação

As máquinas têm uma mó em cada uma delas. O raspador 3, que raspa pneus mais largos e com maior tamanho de jante (19” e 20”), tem montada uma mó que não é a ideal, dado que os pneus ficam com uma marca (vinco, Figura 64). A Figura 63 representa a zona de saída, que não sendo bem desenhada, deixa vincos nos pneus. Para evitar esta situação devem ser desenhadas saídas suaves como a da Figura 63.

De modo a contornar esta situação, as mós existentes foram devidamente analisadas e, por fim, foi escolhida uma delas com duas características:

- Contorno mais “liso” e uniforme, sem marcas;
- Só é utilizada metade da mó para permitir raspar pneus largos sem afetar o ombro oposto ao que vai ter que ser raspado.

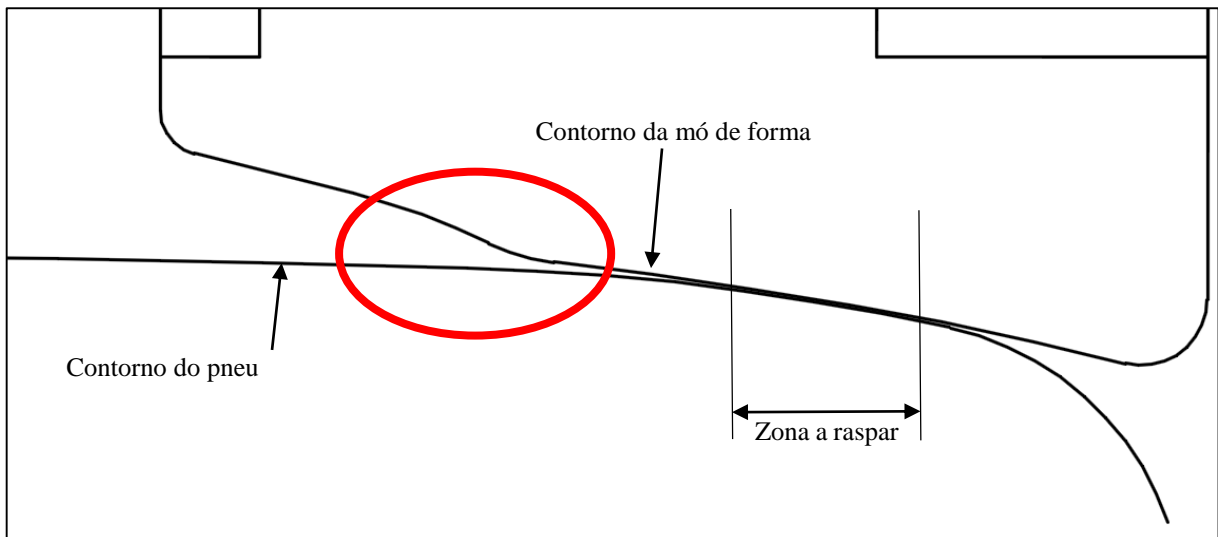


Figura 63 – Representação da causa das marcas do pneu devido a raspagem com mó desadequada

A mó presente na máquina 3 passou a ser a da Figura 65. Após implementação não foi necessária a substituição da mesma, dado que todos os pneus são raspados de forma adequada sem ser necessário trocar a mó.



Figura 64 – Marca presente no pneu devido à raspagem com pedra desadequada



Figura 65 – Raspagem com pedra adequada, sem marcas

4.4.2 Raspagem de pneus 275mm de largura

Pelo facto de não existir mó de forma que raspe medidas iguais ou superiores a 275mm de largura, não é possível raspar pneus com esta medida.

Com o objetivo de tornar possível a raspagem desta medida foi desenhada uma nova mó de forma.

Metodologia

A nova mó foi desenhada tendo em conta que não se vai raspar um só contorno de pneu, ao contrário do que era feito. Desta forma foi desenvolvida uma mó para raspar vários contornos de pneus com 275mm de largura.

Critérios:

- Raspar várias medidas de largura 275mm;
- Meia mó para ser mais simples e rápida a afinação da máquina.

Foram seguidos alguns passos semelhantes ao que já era feito no desenvolvimento de uma nova mó, até ser obtido o contorno final.

1º Passo – Desenho dos contornos dos pneus

Obtenção dos contornos dos moldes de vulcanização dos pneus com 275mm, que estivessem em produção, para mais tarde ser possível ensaiar. Foram pedidos quatro desenhos de contornos de artigos diferentes que foram posteriormente desenhados em CAD, Figura 66.

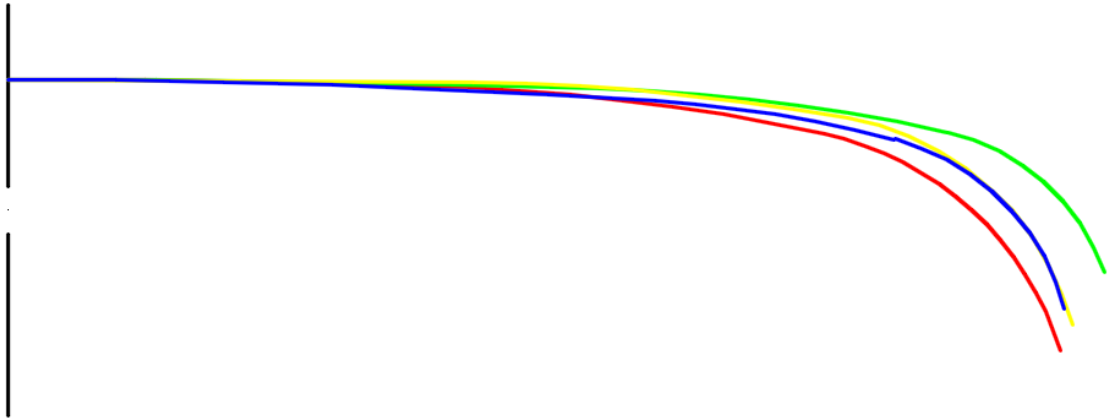


Figura 66 – Desenho dos contornos de quatro artigos com 275mm de largura

2º Passo – Desenho do encaixe na máquina

Foi pedido ao desenhador da fábrica o desenho em CAD de uma mó que já tivesse sido desenhada anteriormente, visto esta já ter todos os valores dos encaixes da mó no veio da máquina.

3º Passo – Desenho do contorno da mó

A partir do desenho do contorno dos pneus foi desenhado o contorno da mó, de modo a que esta raspasse 0,3mm de profundidade sem marcar o pneu nos extremos da zona onde raspa o ombro. Foram ainda desenhadas saídas para evitar as referidas marcas (Figura 67).

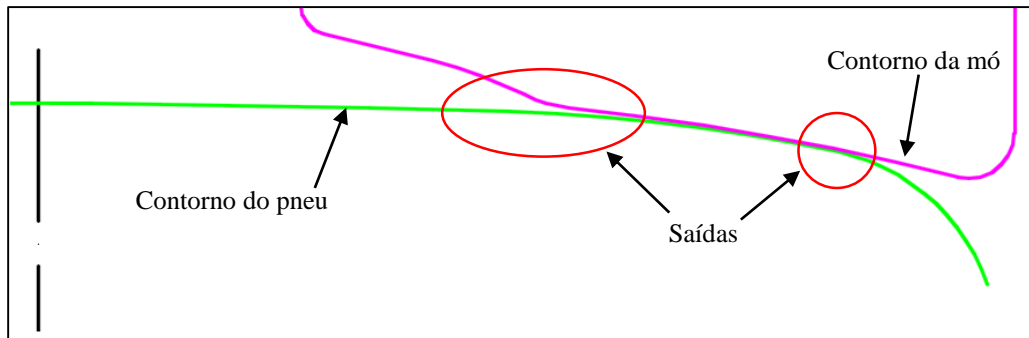


Figura 67 – Representação dos contornos do pneu, da mó e identificação das zonas de saída

4º Passo – Processo iterativo de teste

O desenho do contorno da mó foi impresso à escala real. Seguidamente foi montado na máquina um pneu de cada um dos quatro artigos no sentido de verificar se era possível ajustar o contorno do pneu ao contorno da mó. À primeira tentativa, e como era esperado, o contorno não era adequado visto ser demasiado plano, dado que o contorno quando desenhado tem como base um pneu não insuflado.

Foi posteriormente ajustado o contorno em CAD e voltou-se a testá-lo da mesma maneira. Mais uma vez ainda era demasiado plano.

Após o quarto ajuste foi encontrado um contorno, ao qual era possível ajustar cada um dos pneus, raspando a zona correta (zona 2, capítulo 4.2.2), Figura 68.

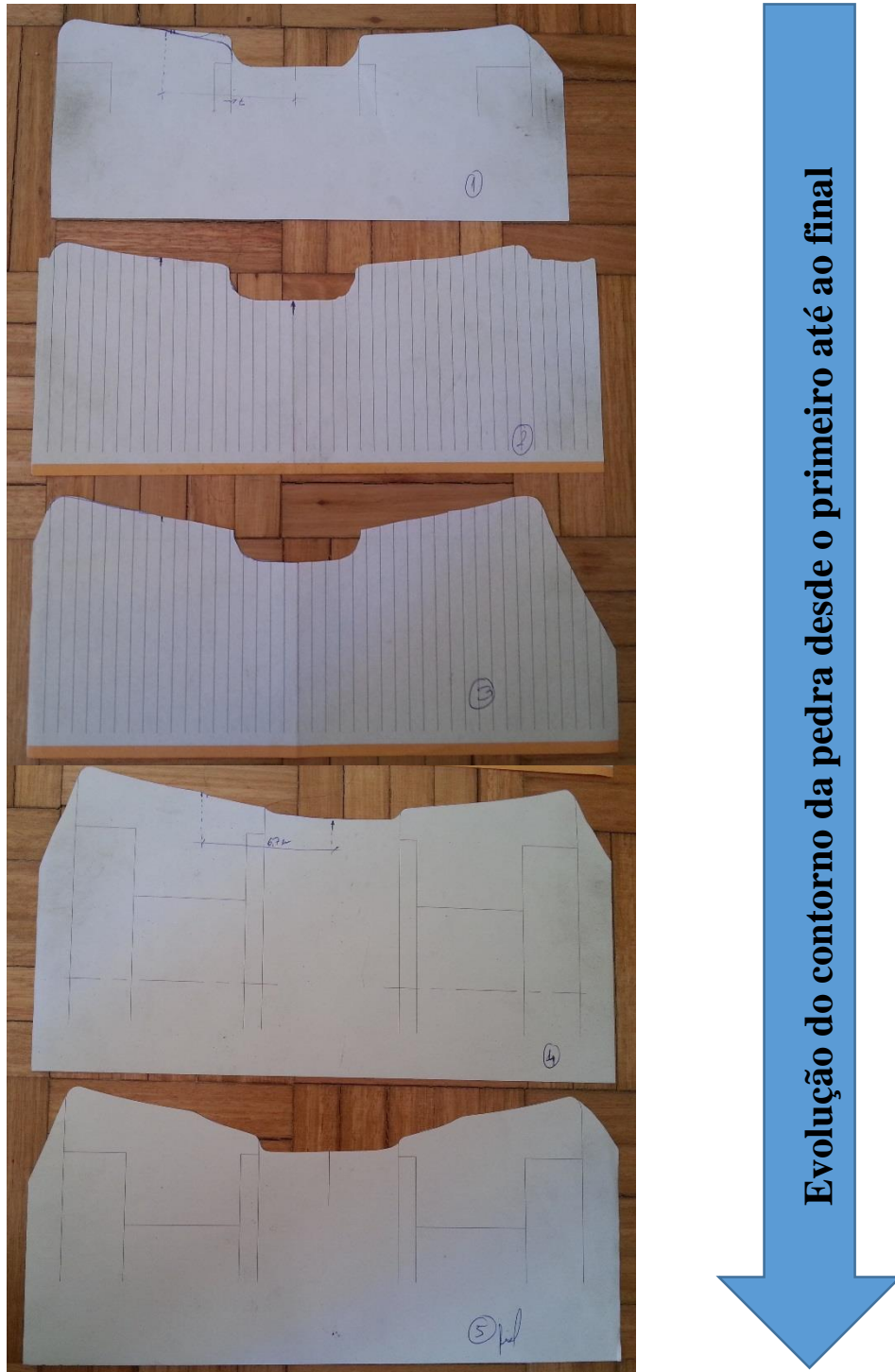


Figura 68 – Evolução dos contornos desde o primeiro até ao contorno final

5º Passo – Encomenda da mó

A mó foi encomendada ao fabricante numa versão provisória, ou seja, uma versão em carboneto de silício. Esta versão é bastante mais económica, e caso se verifique que o contorno é de facto o ideal, será encomendada uma mó de forma definitiva em metal.

6º Passo - Implementação

A mó de forma, até ao momento da entrega da dissertação, ainda não tinha sido entregue. Ficou por implementar a raspagem de pneus com 275mm de largura, não impedindo que esta, aquando da entrega, seja testada. Caso seja testada e faça o trabalho corretamente, poderá ser implementada e encomendada a mó definitiva.

4.5 Otimização do espaço de trabalho

4.5.1 5S's e a organização do espaço de trabalho

Em qualquer empresa é fundamental promover a qualidade, tendo sido criada para o efeito, no Japão, uma técnica que visa implementar e manter um ambiente de qualidade, à qual deram o nome de “Prática dos 5S’s”

Cada um dos 5S's tem um significado:

1. Seiri - Organização;
2. Seiton - Arrumação;
3. Seiso - Limpeza;
4. Seiketsu - Normalização;
5. Shitsuke - Disciplina.

Esta prática tem muito em conta o envolvimento dos colaboradores da empresa, sendo essa uma das diferenças de utilização desta ferramenta no oriente em relação ao ocidente. No ocidente não se conhecia esta prática, que atualmente é extremamente importante em qualquer empresa.

[16]

Os 5S's



Figura 69 - Ilustração de cada um dos 5S's [23]

1º Seiri

O primeiro S, *Seiri* ou em Português organização, está relacionado com a separação do que é necessário para realizar uma tarefa, do que é acessório, mantendo as necessárias num número tão baixo quanto possível. Pode expressar-se este S com uma questão que pode fazer-se quando se guardam várias coisas, “Quero, ou preciso?”. O que se pretende é ter e no posto de trabalho as ferramentas mínimas necessárias à função que se irá executar. Mas mesmo assim pode classificar-se o quanto as coisas são necessárias. Para isso pode elaborar-se uma tabela que ajude a organizar os objetos de acordo com a utilização que lhes é dada.

2º Seiton

O segundo S, *Seiton* ou em Português arrumação. Este termo é complicado de traduzir mas é de fácil compreensão, “é mais fácil reconhecer um objeto se este tiver o mesmo nome para todas as pessoas”.

O *Seiton* é uma boa prática de organização e eficiência existindo três passos importantes para entender e aplicá-lo de forma correta.

1º Passo – É muito importante ter disponíveis as ferramentas necessárias para qualquer tarefa associada ao trabalho a fazer o mais próximo possível, para não se perder tempo desnecessário a ir buscar e voltar a arrumar a ferramenta. Desta forma poupa-se tempo e trabalho;

2º Passo – É necessário identificar os objetos corretamente e de forma bem visível para não haver confusões no momento de pegar numa ferramenta. Deve dar-se um só nome a uma ferramenta que é conhecida por várias pessoas com nomes diferentes, desta forma impede-se que as pessoas se confundam e percam tempo a pensar qual será a ferramenta com esse nome.

3º Passo – Identificar na ferramenta o local onde deve estar guardada, ou a quem pertence.

No final do *Seiton* deve ter-se em conta:

- I. Tudo deve ter um nome;
- II. Assegurar rastreabilidade, ou seja, certificar que existe um sitio para tudo e que tudo está no sitio certo;
- III. Assegurar que facilmente se devolvem os objetos que são usados com muita frequência;
- IV. Arrumação com segurança, por exemplo, arrumar os objetos pesados em prateleiras mais baixas;
- V. Ter em conta o esforço que a pessoa que realiza a tarefa faz ao pegar na ferramenta necessária, por exemplo, se uma pessoa for pegar numa carga pesada, o ideal é que esta esteja guardada num local com uma altura entre os joelhos e os ombros, para evitar utilizar as pernas.

3º Seiso

O terceiro S, *Seiso*, ou em Português limpeza, significa o que a própria palavra indica. Deve haver uma grande preocupação, por parte de todos os colaboradores, com a limpeza. Limpar a área significa ter um posto de trabalho mais “fresco”, aumentando a produtividade e a satisfação no trabalho.

4º Seiketsu

O quarto S, *Seiketsu*, ou em Português normalizar, significa manter os três S's anteriores. Normalizando dá possibilidade de se responder rapidamente a problemas conhecidos ou desconhecidos. Para tal, devem quantificar-se os resultados para evitar problemas mais complicados. Deve também ter-se uma política transparente, para que toda a gente saiba como está cada situação.

5º Shitsuke

O quinto e último S, *Shitsuke* ou disciplina. Este é um elemento muito importante para a segurança no trabalho, visto disciplinar, por exemplo, quanto à utilização de equipamento ou operação de máquinas em segurança. Para isto são necessárias formações e outras atividades que visem disciplinar as pessoas no trabalho e em qualquer situação.

A quebra de qualquer um dos 5S's pode levar a que os trabalhadores sintam falta de interesse pelo trabalho e pelo espaço onde trabalham, levando a que a empresa se vá auto destruindo lentamente. Se o espaço de trabalho for agradável, visto que se passa muito tempo no local de trabalho, a qualidade de vida também melhora, bem como a disposição do colaborador e a sua relação com os outros.

Implementando os 5's a empresa obtém mais produtividade, alta qualidade, reduz os custos, aumenta a segurança no trabalho, consegue cumprir os prazos e eleva a moral da empresa. Isto tudo vai sentir-se por exemplo, no orgulho que os trabalhadores demonstram em fazerem parte de uma grande organização. [16]

4.5.2 Organização do espaço da raspagem

Análise e propostas

O espaço atual onde se situa a raspagem dispõe de três máquinas e duas estantes, uma de arrumação e outra onde está situado o computador.

1º e 2º S's

Nestes dois primeiros S's vai distinguir-se o que é necessário na área de raspagem do que é menos importante, alocando assim os objetos ou ferramentas aos seus locais com o objetivo de organizar o espaço de uma forma eficiente.

Cada operador organiza o espaço de trabalho à sua maneira. Isto leva a que no próximo turno o espaço de trabalho tenha de ser reorganizado. Além disso, existem pneus armazenados à volta das máquinas quando existe muita produção, pneus no espaço de trabalho das máquinas que provêm de outras áreas da fábrica (Figura 70, zona a vermelho), e paletes com várias medidas de pneus que contém tamanhos de jante para diferentes máquinas, fazendo com que o operador perca tempo a identificar o tamanho de jante.

Isto para além de reduzir a satisfação do operador vai obrigar a que este “organize” novamente o trabalho, desperdiçando tempo e dinheiro. Sendo assim, para se poder aproveitar o tempo aumentando a produtividade e, conseqüentemente o lucro gerado, sugere-se que cada máquina tenha uma paleta agregada, para que o método de organização de todos os operadores seja igual.

Com uma paleta por máquina, os operadores organizam o trabalho evitando escolher de uma paleta a medida para cada máquina, desperdiçar energia, tempo e prejudicando a sua saúde. Evita ainda deslocações desnecessárias já que cada paleta iria estar junto à máquina que lhe pertence, sendo unicamente necessário movimentar o pneu da passadeira para a paleta. Por exemplo, a máquina 3 raspa pneus com tamanho de jante 19” e 20”, e por isso o ideal seria ao lado desta máquina ter uma paleta em que os operadores pudessem armazenar os pneus com esse tamanho de jante, não tendo assim que andar à procura de pneus para aquela máquina.

Existe ainda, a questão da máquina 1 só raspar pneus de jante 14” quando existe um grande número de pneus desse tamanho de jante. Portanto, enquanto não há pneus suficientes que justifiquem a mudança de jante, estes são armazenados num canto empilhados (Figura 70, zona a verde), quando poderiam estar numa paleta, mantendo o espaço mais limpo, arrumado e agradável.

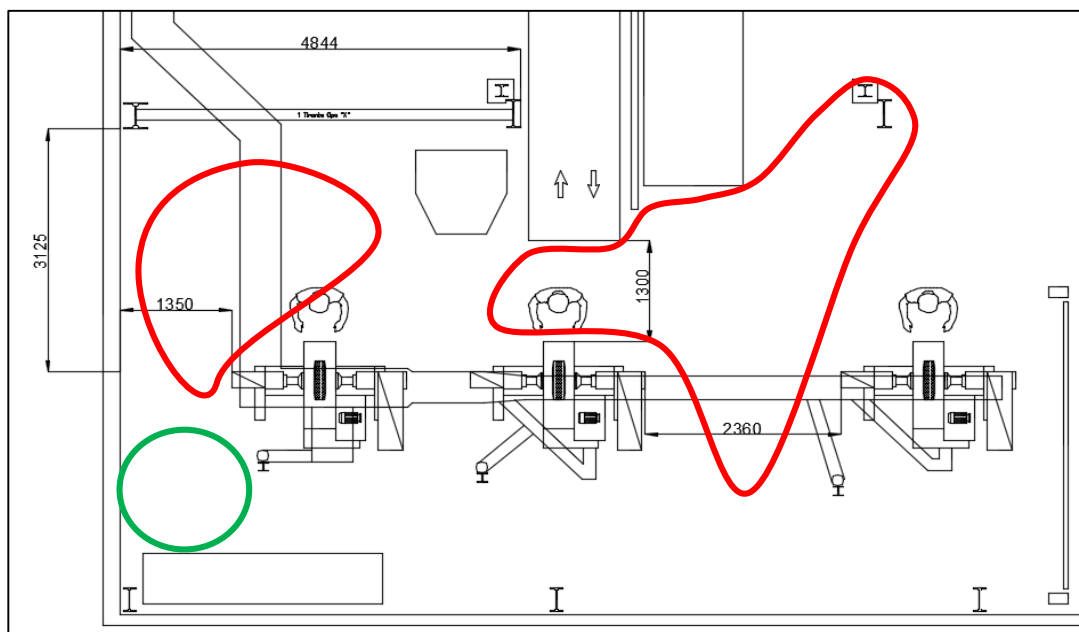


Figura 70 – Representação das zonas onde são armazenados os pneus no *Layout* atual.

O *Layout* proposto, tendo em conta o referido, é apresentado na Figura 71.

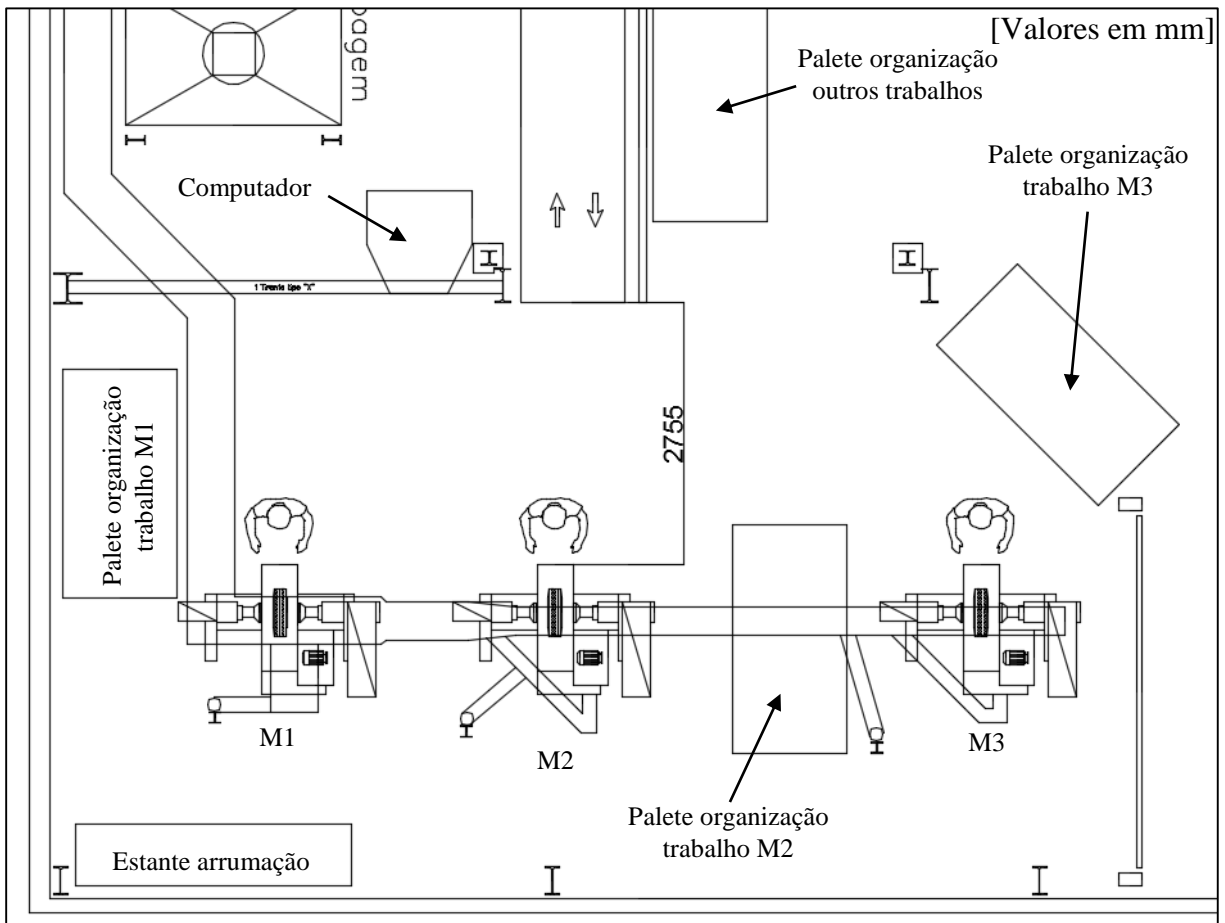


Figura 71 – *Layout* proposto

Para além da desorganização do trabalho existem também ferramentas que não são muito utilizadas, identificadas na Tabela 17. Na mesma tabela consta ainda a frequência de utilização e a decisão proposta quanto ao método de arrumação.

Tabela 17 – Tabela de organização de ferramentas

Objeto	Frequência de utilização (Alta, média, Baixa)	Método de arrumação
Mós cerâmicas	Baixa	Deitar fora ou arrumar em sítio afastado
Mós metálicas	Média	Arrumar em local acessível, mas não demasiado
Jante 14”	Alta	Arrumar em local acessível e de fácil acesso
Jantes Balanceamento	Média	Arrumar em local acessível, mas não demasiado
Anéis de pintura de linhas	Alta	Arrumar em local muito próximo do posto de trabalho
Computador	Alta	Local próximo do posto de trabalho
Chave para desmontar jante e pedra	Alta	Local próximo do posto de trabalho
Micrómetro de profundidade	Alta	Local próximo do posto de trabalho

É necessário assegurar a rastreabilidade das ferramentas e condições das mesmas. Deste modo, sugere-se que a cada conjunto de objetos seja anexada uma folha de solicitação. De cada vez que uma ferramenta for solicitada por uma área exterior à da raspagem, a folha deve ser preenchida com data, hora, número de colaborador e código da ferramenta que requisitou.

Para isso, é necessário alocar um nome e um código à ferramenta. Quanto ao nome é preferível que seja um nome utilizado por várias pessoas para ser de mais fácil identificação. A título de exemplo, na fábrica, as mós são conhecidas como pedras e, assim sendo, este será o nome mais correto para serem reconhecidas.

No chão, os locais onde são colocados os objetos devem também ser marcados, para que sejam sempre colocados no mesmo sítio. Por exemplo, por baixo do caixote do lixo deve existir um quadrado amarelo para que este seja sempre colocado no mesmo local.

3º S

Este “S” representa a limpeza do espaço de trabalho. O espaço está limpo quando os dois S’s anteriores estão a ser cumpridos. Para além disso é importante que haja limpeza regular do espaço, devendo ser realizado por todos os colaboradores. A limpeza é importante não só para a saúde dos trabalhadores como também para o produto final, dado este ser considerado um aspeto bastante importante. O funcionamento do sistema de aspiração das máquinas deverá estar a funcionar corretamente, sendo considerado um elemento importante de limpeza, tanto do espaço, como das máquinas e do produto (tópico abordado no capítulo 4.6).

4º S

O penúltimo S visa manter os anteriores, sendo para isso necessário normalizar o que foi feito, ou seja, deixar por escrito, por exemplo, instruções de trabalho (tópico abordado no capítulo 4.7), marcações no espaço, regras, etc.

5º S

O último S debruça-se sobre a disciplina dos colaboradores, sugerindo-se um conjunto de ações de formação dirigidos aos operadores da raspagem, uma vez que foi verificada esta necessidade. Os operadores têm dificuldade em decidir, identificar situações diferentes e por vezes cometem erros de segurança que podem levar a lesões graves. Este S também mantém os anteriores em ordem. É neste último que vão formar-se os colaboradores de modo a manter todos os outros quatro S’s.

4.6 Aspiração e limpeza

A aspiração das máquinas de raspagem é um ponto bastante importante desta área visto ter como função assegurar que os pneus não vão com sujeira para o cliente e não sujeitam o operador a um ambiente contaminado.

Foi realizado um conjunto de inquéritos aos operadores, e, após algum tempo de observação foi conclusivo que esta não está a fazer o seu papel corretamente. Os pneus saem com bastante sujeira e as máquinas e a área envolvente das mesmas, bem como o próprio operador ficam com pó excessivo proveniente da raspagem dos pneus. Os operadores, por sua vez, consideram que a aspiração já não trabalha tão bem como no início, quando foi instalada.

Com base nesses fatores, foram tomadas medidas para apurar se a aspiração está ou não a funcionar bem, ou até se tem capacidade para suportar as três máquinas.

Sujidade nos pneus

A sujeira nos pneus é bastante evidente, como se pode observar na Figura 72, o que pode ser um motivo de reclamação por parte dos clientes. A sujeira pode ser evitada com boa aspiração e sopro a ar comprimido, que também faz parte do equipamento da máquina.



Figura 72 – Sujidade presente nos pneus após raspagem

Perdas de carga no interior de condutas

Perdas de carga são entendidas como perdas de energia de um fluido que se escoar no interior de uma conduta. Estas perdas são devidas ao caudal, propriedades físicas do fluido, bem como dimensões e características do tubo. Sendo assim as condutas devem ser projetadas de modo a evitar ao máximo perdas de energia, como por exemplo nas curvas, entradas e saídas de tubagens, contrações e expansões súbitas. Nestes pontos dão-se perdas de carga localizadas que “abrandam” o fluido nas condutas, impedindo-o de escoar corretamente. Para além destas existem ainda as perdas de carga em linha (h_f), que são perdas proporcionais ao comprimento do tubo. Sendo assim e para se conseguir obter a perda de carga total utiliza-se a expressão (4.1).

$$h_{Total} = h_f + \sum h_{local} \quad (4.1)$$

As perdas de carga locais, h_{local} , podem ser calculadas a partir da equação de energia (4.2).

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g z_1 = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g z_2 \quad (4.2)$$

$$p_1 - p_2 = \rho g h_L \quad (4.3)$$

$$h_L = K_L \frac{v^2}{2g} \quad (4.4)$$

Estas perdas normalmente são calculadas por via experimental e são fornecidas pelos fabricantes de componentes para condutas, sob a forma de coeficientes de perda localizada, K_L , ou de comprimento equivalente. O coeficiente de perda de carga, por sua vez é dependente da geometria e do número de Reynolds. [17]

Com base no conceito das perdas de carga pode apresentar-se a situação da tubagem por onde se escoam os resíduos da raspagem. A tubagem está representada nas Figuras 73 e 74.

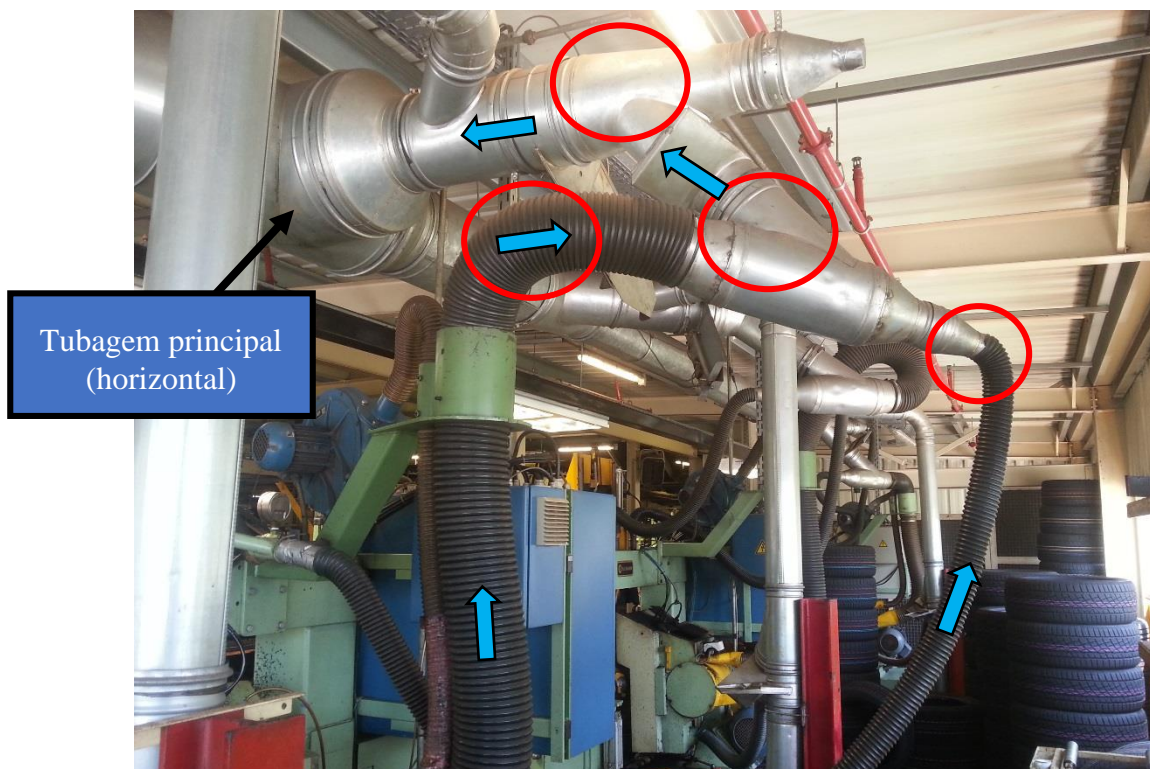


Figura 73 – Condutas e zonas de perdas de carga a vermelho

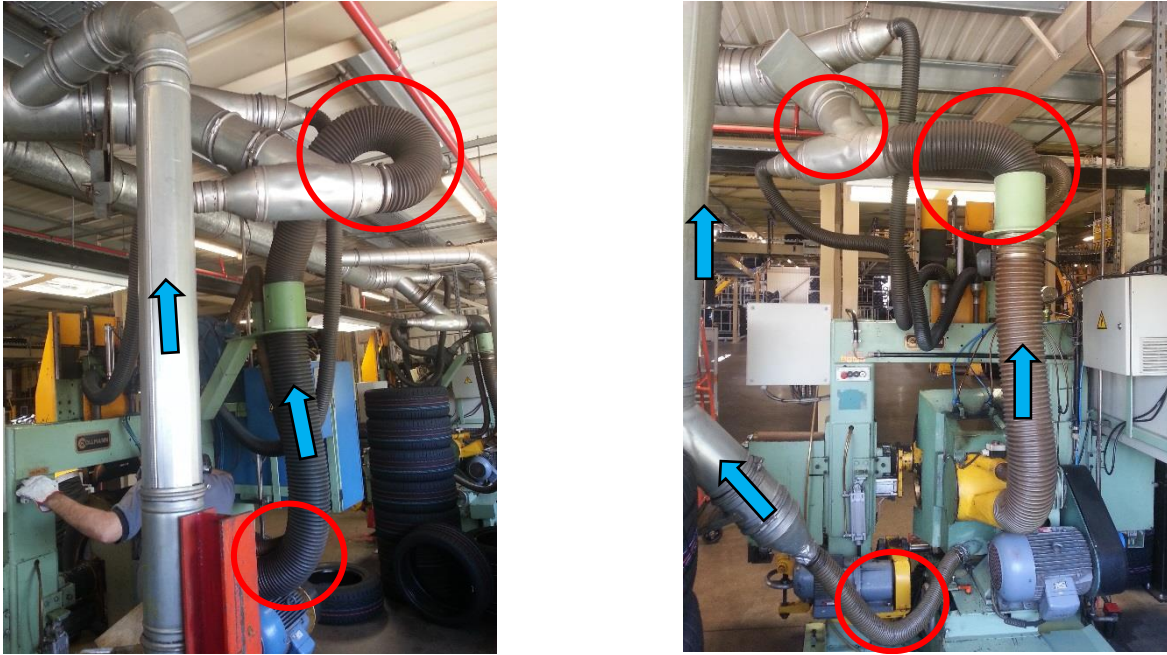


Figura 74 – Representação da tubagem e alguns pormenores das zonas em que se dão perdas de carga

Na Figura 74 encontram-se representadas zonas com geometrias que levam a perdas de carga. Os resíduos podem ser facilmente guiados para o sistema principal de aspiração sem ter que passar por “obstáculos” como por exemplo, curvas e difusores, a não ser que seja estritamente necessário.

Estado do ventilador e filtros

A aspiração, para além de fazer um barulho “estranho” quando é ligada, faz um ciclo de “sopros” numa fase inicial, deixando de fazer após alguns minutos. Desta maneira e visto que a aspiração aparentava não estar a funcionar corretamente foi solicitado à engenharia para abrir o ventilador no sentido de avaliar o estado dos filtros. Pelo estado em que se encontram os mesmos (Figura 75), é possível concluir que estes estão completamente colmatados. A Figura 76 representa ainda a quantidade de borracha “agarrada” às paredes do raspador que tem origem no mau funcionamento do ventilador.



Figura 75 – Estado do ventilador e filtros no interior



Figura 76 – Sujidade na máquina de raspagem

Conclusão - aspiração

Tendo em conta todos estes fatores foi pedido à engenharia para marcar uma intervenção no ventilador. Um técnico especializado da empresa encarregue das manutenções da aspiração analisou o sistema e concluiu-se tal como era esperado:

- Barulho ao ligar aspiração – corrente da válvula rotativa solta;
- Sequência de “sopros” – válvulas para auto limpeza das mangas filtrantes possivelmente mal programadas ou avariadas. Controlador/ sequenciador das válvulas não está a funcionar corretamente;
- Tubagem, perdas de carga – Tubagem mal projetada;
- Manutenção nunca foi feita, ou manutenção “deficiente”;
- Filtros colmatados devido a falta de auto limpeza.

Sobre a conclusão foi acordado com o técnico encomendar um novo controlador/ sequenciador com ecrã digital que possibilita programar na hora, sem ter que ligar um computador a este. Foi também acordada manutenção completa e periódica ao aspirador analisando todas estas situações.

A manutenção ao aspirador e análise para apurar se o aspirador consegue servir as máquinas ou não, ficou agendada para quando o controlador estiver disponível, visto não fazer sentido realizar manutenção com o controlador/ sequenciador a funcionar mal, correndo o risco de os filtros ficarem colmatados de novo devido à falta de auto limpeza.

A empresa de manutenção após análise enviou um orçamento para o sequenciador das válvulas de limpeza e o plano de manutenção do aspirador. A partir do plano é possível saber como funciona o aspirador e como é constituído (Anexo 2).

Quanto à manutenção, tem que ser feita de acordo com o especificado na Tabela 18, também presente no Anexo 2. O componente mais importante e ao qual se deve dar mais atenção são as mangas filtrantes, analisando-as visualmente e também com um diferencial de pressão. Estas, segundo o manual (Anexo 1), requerem uma atenção mais apertada no início, para assim se poder definir intervalos de substituição corretos.

Caso a reparação e posterior acompanhamento dos filtros seja cumprida o ventilador deverá funcionar em perfeitas condições.

COMPONENTE	DESCRIÇÃO DA ACÇÃO DE MANUTENÇÃO	PERIODICIDADE
Corpo	Verificação do estado geral da chapa, estanqueidade das portas e locais de junção de partes do filtro. Eliminar fugas e pontos de corrosão	Mensal
Mangas filtrantes	Verificação de estado, substituir danificadas (furos ou rasgos) A limpeza das mesmas depende do tipo de material e o seu grau de humidade, deve-se fazer uma inspeção da colmatagem (visualmente e através do diferencial de pressão) para definir intervalos de substituição	Semanal
Válvulas pneumáticas	Verificar o funcionamento das mesmas em cada ciclo, inspecionar fugas e actuação.	Semanal
Instalação ar comprimido geral	Inspeção de fugas de ar. Verificar pressão de alimentação	Semanal
Válvula rotativa	Lubrificar chumaceiras dos rolamentos Verificar estado da corrente, substituir se necessário	Trimestral

Tabela 18 – Ação de manutenção e periodicidade de manutenção de cada componente

4.7 Instrução de trabalho

A raspagem não é dotada de uma instrução de trabalho clara e atual. Existem dois documentos, elaborados por pessoas diferentes que funcionam como instruções de trabalho. Estes documentos são pouco claros quanto às funções e método de trabalho dos operadores.

Para tornar o método de trabalho “*Standardizado*” foi criada uma instrução de trabalho que tem como objetivo guiar, formar e esclarecer dúvidas quanto a:

- Controlo diário das máquinas;
- Etapas a seguir na raspagem de pneus e no controlo diário;
- Decisões em situações de dúvida;
- Como agir e determinadas etapas das operações;
- Restrições impostas na raspagem;
- Marcações nos pneus;
- Aspeto visual.

A instrução foi dividida em sete capítulos que vão ser apresentados. Sugere-se o acompanhamento da instrução de trabalho presente no Anexo 3.

Capítulo 1 - Objetivo

Exposição do motivo pelo qual a instrução de trabalho foi criada

Capítulo 2 – Âmbito

Descrição da aplicação da instrução de trabalho

Capítulo 3 – Responsabilidades

Exposição do departamento responsável pelas ações de controlo a efetuar

Capítulo 4 – Equipamentos

Enumeração dos equipamentos presentes na área de raspagem para possibilitar a boa operacionalidade da área.

Capítulo 5 – Instrução de trabalho

Exposição das limitações quanto à raspagem, como profundidade de raspagem máxima, artigos que não podem raspar, etc. São também apresentadas as instruções de controlo diário das máquinas e da operação de raspagem normal. As instruções estão representadas sob a forma de fluxogramas para uma identificação mais rápida e simples das etapas de cada instrução. No fluxograma utilizam-se cores que têm um significado específico:

- Caixas amarelas – todas as caixas amarelas têm ligação a um anexo que se encontra no capítulo 6 da IT e que visam explicar essa etapa da instrução de trabalho.
- Caixas vermelhas – Representam o início de cada instrução.
- Caixas verdes – Final da instrução
- Caixas azuis – etapa da operação.
- Losangos cor-de-laranja – Representam perguntas e momentos nos quais têm que ser tomadas decisões.

Capítulo 6 – Anexos

O capítulo 6 expõe o que fazer em cada uma das etapas da instrução de trabalho identificadas com o fundo da caixa a amarelo. Para facilitar e explicitar melhor o que fazer em cada uma das etapas foi criada uma metodologia.

Cada anexo possui um quadro, se necessário, que contém normalmente cinco colunas:

- Coluna 1 – Número da etapa;
- Coluna 2 – Passo da etapa;
- Coluna 3 – Descrição clara da atividade a realizar na etapa;
- Coluna 4 – Chave. É descrita a forma como identificar se a etapa foi concluída, por exemplo, quando se desmonta a tampa de trás de um telemóvel. Quando se montar de volta sabe-se que já está fechada quando se ouvir um *Click*, ou seja, a chave é o *Click*, ou barulho feito ao fechar.
- Coluna 5 – Ilustração. Pretende-se fazer uma identificação visual da tarefa, para que seja mais fácil e rápida a consulta da instrução.

As cinco colunas não são obrigatórias. Caso se entenda que não são necessárias algumas das colunas apresentadas, podem ser retiradas, como acontece no anexo 2 da instrução de trabalho. Os anexos contêm também uma breve explicação e ações que podem ser tomadas em cada etapa caso algo não corra como previsto. O anexo 5 é o único diferente, visto ser um anexo que pretende identificar situações de não conformidade por aspeto visual, sendo assim um anexo de caráter visual (consulta de imagens).

Capítulo 7 – Medidas que não podem raspar

Apresentação, em forma de tabelas, dos artigos que não são permitidos raspar. Este capítulo foi encriptado para proteger a confidencialidade dos clientes da Continental-Mabor.

Ferramentas de trabalho

Das ferramentas de trabalho, o micrómetro de profundidade estava desadequado à sua função. Este tinha uma ponteira bicuda (Figura 77), o que faz que, quando se mede a profundidade do pneu esta se espete na borracha não permitindo repetibilidade de valores. Dessa forma, a ponteira foi substituída por uma ponteira cilíndrica (Figura 78), que permitiu boa repetibilidade de valores, o que faz com que o aparelho esteja a funcionar corretamente para a tarefa exigida na instrução de trabalho.

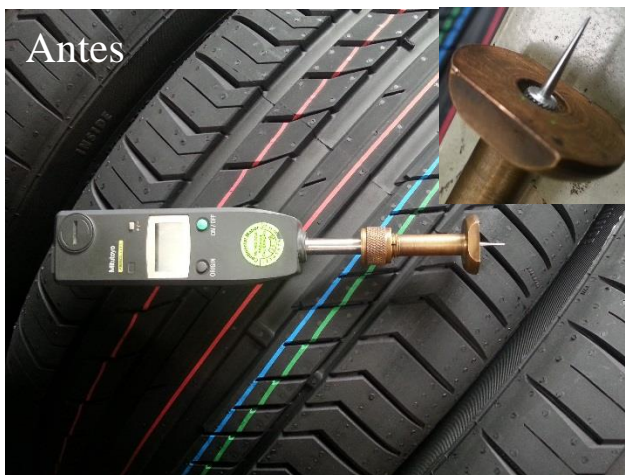


Figura 77 – Micrómetro com ponteira bicuda



Figura 78 – Micrómetro com ponteira cilíndrica

Conclusão da instrução de trabalho

A instrução ficou por implementar visto carecer de aprovação por parte do departamento de uniformidade. Foi criada a partir de longas horas de observação, formação com os operadores da raspagem e operação da máquina. Teve também como base informação cruzada de alguns documentos da Continental-Mabor, como por exemplo, instruções de trabalho e diretrizes da Continental.

5 Análise de resultados

No presente capítulo são apresentados os resultados alcançados com as implementações.

Como se pôde observar durante toda a dissertação, foram feitas três implementações bastante importantes para atingir o objetivo proposto pela Continental-Mabor, otimizar o processo de raspagem. Esta otimização visa essencialmente reduzir ao máximo o número de *Scrap* existente, tornando assim a área de raspagem mais eficiente.

Implementações:

- Zona de raspagem;
- Desmontagem do anel;
- Predefinição de 0,3mm de profundidade de raspagem em todos os pneus.

Através da base de dados da Continental-Mabor foi possível obter a comparação entre o antes e o depois das implementações. A primeira implementação foi feita dia 20 de Abril de 2015, 64 dias após o início da dissertação, seguindo-se as outras duas pouco tempo depois. Foram recolhidos dados dessas implementações durante todo o mês de Maio e Junho.

Irão ser apresentadas comparações de dados do mês de Maio e Junho de 2015 com:

- Maio 2014;
- Junho 2014
- Janeiro, Fevereiro e Março 2015.

O mês de Abril não é incluído na análise visto ser um mês em que até dia 20 não houve implementações e em que o resto dos dias são considerados de adaptação.

5.1 Maio 2014 vs Maio 2015

A análise foi feita tendo em conta a mesma altura do ano, dado que nesta altura se fabricam os mesmos artigos e as condições são as mesmas.

Para a análise é importante ter em conta o que se poupou com as implementações. Desta forma sabe-se que o custo do *Scrap* da medida padrão é de 23€.

Tabela 19 – Comparação Maio 2014 com Maio 2015

Análise Conicidade	Maio 2014	%	Maio 2015	%	Diferença	Diferença [%]
Média ganho conicidade	0,87 daN		2,53 daN		+ 1,66 daN	
Total pneus raspados – 90E	5531		3878			
Nº pneus recuperados	3434	62%	3235	83%		+ 34%
Nº pneus não recuperados	2097	38%	643	17%		
Nº pneus raspados Scrap 90E	96	1,74%	48	1,24%	- 48	-29%
Produção [pneus/mês]	1709907		1730000			
Produção média diária [pneus/dia]	55158		55806			
Produção mensal que raspa 90E	0,32%		0,22%			

Como se pode constatar pela Tabela 19, houve um aumento significativo do ganho de conicidade, 1,66 daN, em relação ao ano de 2014, o que se fez sentir no número de pneus com código 90E recuperados, que aumentou 34% em Maio de 2015. Com isto o número de *Scraps* diminuiu em proporção 29%, o que significa que se no ano passado houve despesa com 96 *Scraps* 2208€, este ano essa despesa diminuiu para 1104€.

A partir do Gráfico 15, é possível analisar mais facilmente a quantidade de pneus com conicidade que recuperaram e foram para venda. Note-se que nesta análise excluem-se os pneus que recuperaram mas deram *Scrap*.

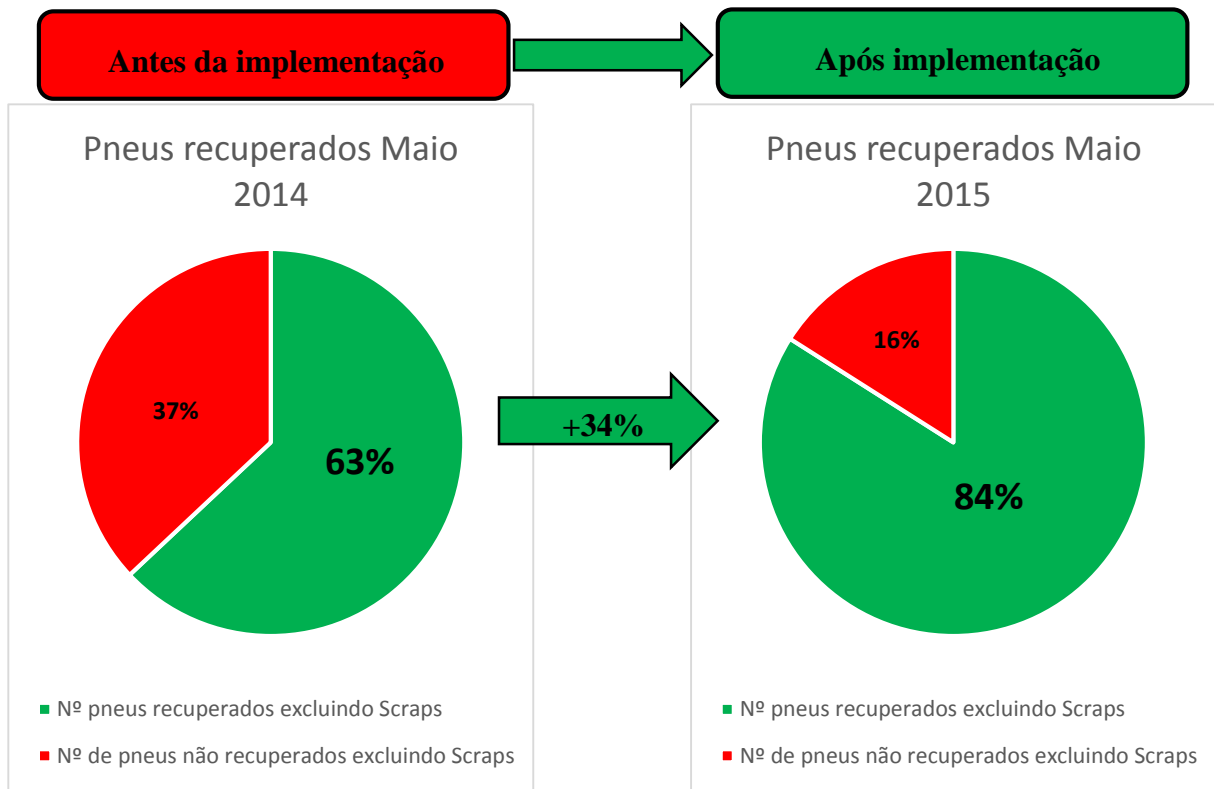


Gráfico 15 – Diferença de pneus recuperados de Maio de 2014 para Maio 2015

5.2 Junho de 2014 vs Junho 2015

A análise foi feita tendo em conta a mesma altura do ano, dado que nesta altura se fabricam os mesmos artigos e as condições são as mesmas.

Para a análise é importante ter em conta o que se poupou com as implementações. Desta forma sabe-se que o custo do *Scrap* da medida padrão é de 23€.

Como se pode constatar pela Tabela 20, houve um aumento significativo do ganho de conicidade, 2,6 daN, em relação ao ano de 2014, o que se fez sentir no número de pneus com código 90E recuperados, que aumentou 53% em Junho de 2015. Com isto o número de *Scraps* diminuiu em proporção 88%, o que significa que em Junho do ano de 2014 houve despesa com 194 *Scraps* 4462€, este ano essa despesa diminuiu para 506€.

Tabela 20 – Comparação Junho 2014 com Junho 2015

	Junho 2014	%	Junho 2015	%	Diferença	Diferença [%]
Média ganho conicidade	0,14 daN		2,74 daN		+ 2,6 daN	
Total pneus raspados – 90E	4056		3739			
Nº pneus recuperados	2293	56%	3239	87%		+ 55%
Nº pneus não recuperados	1763	43%	500	13%		
Nº pneus raspados Scrap 90E	194	4,78%	22	0,59%	- 172	-88%

A partir do Gráfico 16, é possível analisar mais facilmente a quantidade de pneus com conicidade que recuperaram e foram para venda. Note-se que nesta análise excluem-se os pneus que recuperaram mas deram *Scrap*.

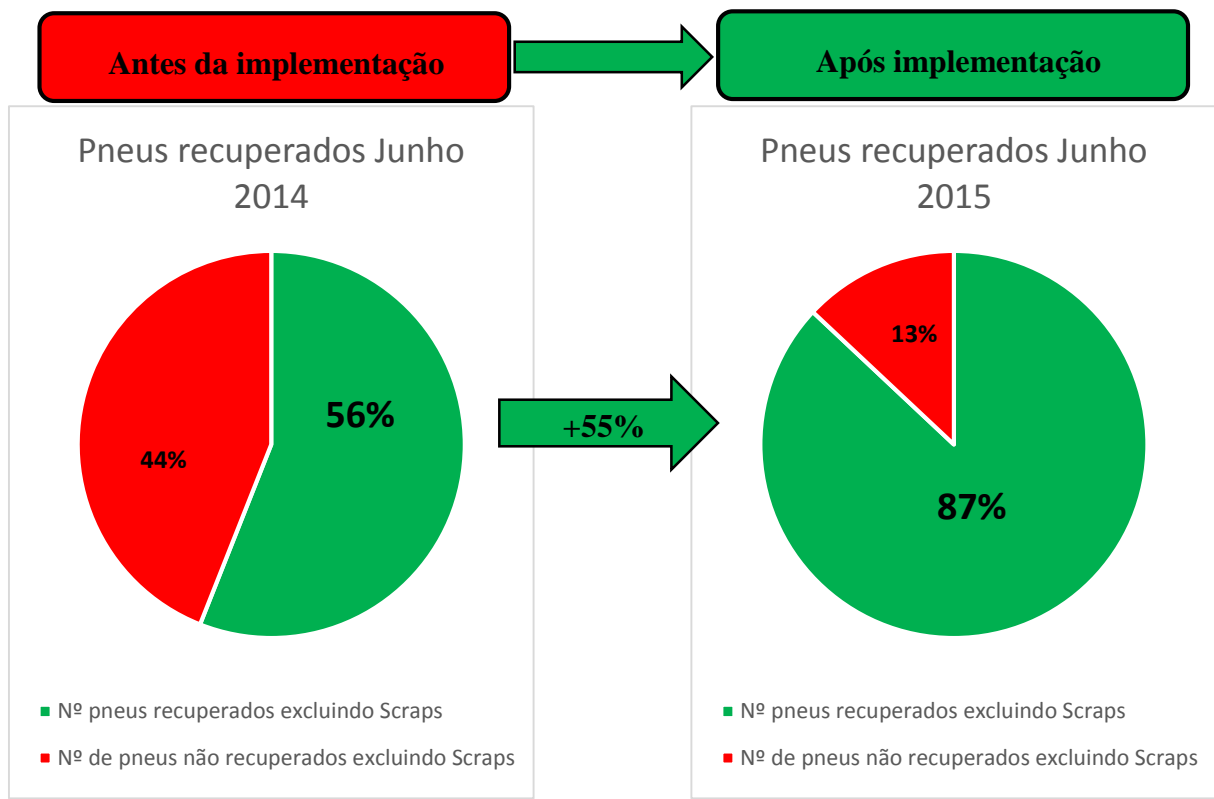


Gráfico 16 - Diferença de pneus recuperados de Junho de 2014 para Junho 2015

5.3 Maio e Junho 2015 vs Janeiro, Fevereiro e Março 2015

A análise seguinte visa comparar o imediatamente antes e depois das implementações, no sentido de mostrar o resultado atingido a curto prazo. Esta vai ser dividida em duas análises: na primeira faz-se a comparação da contribuição da conicidade para o bolo de *Scraps* após raspagem. A segunda análise visa analisar o número de pneus recuperados antes e depois das implementações.

Análise 1

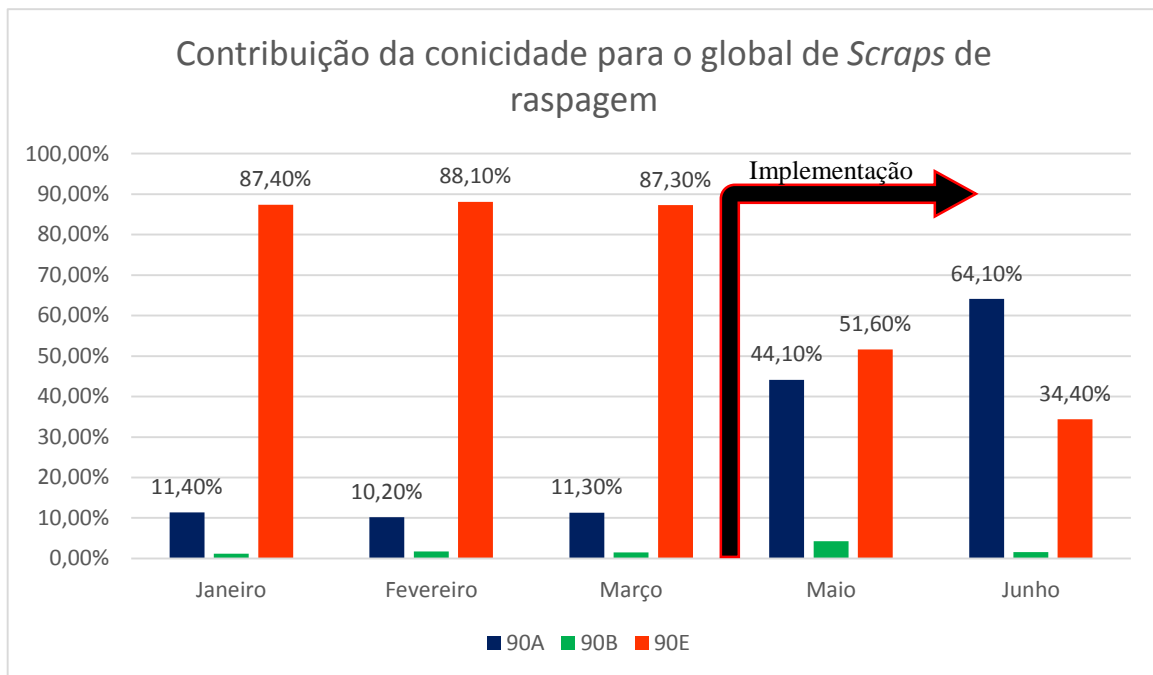


Gráfico 17 – Contribuição da conicidade para o global de *Scraps*

Como se pode constatar pelo Gráfico 17 houve redução do contributo de conicidade para bolo de *Scraps* de 40% em Maio e voltou a reduzir mais 20% em Junho. Isto significa que as implementações feitas surtiram um resultado significativo a curto prazo.

Análise 2

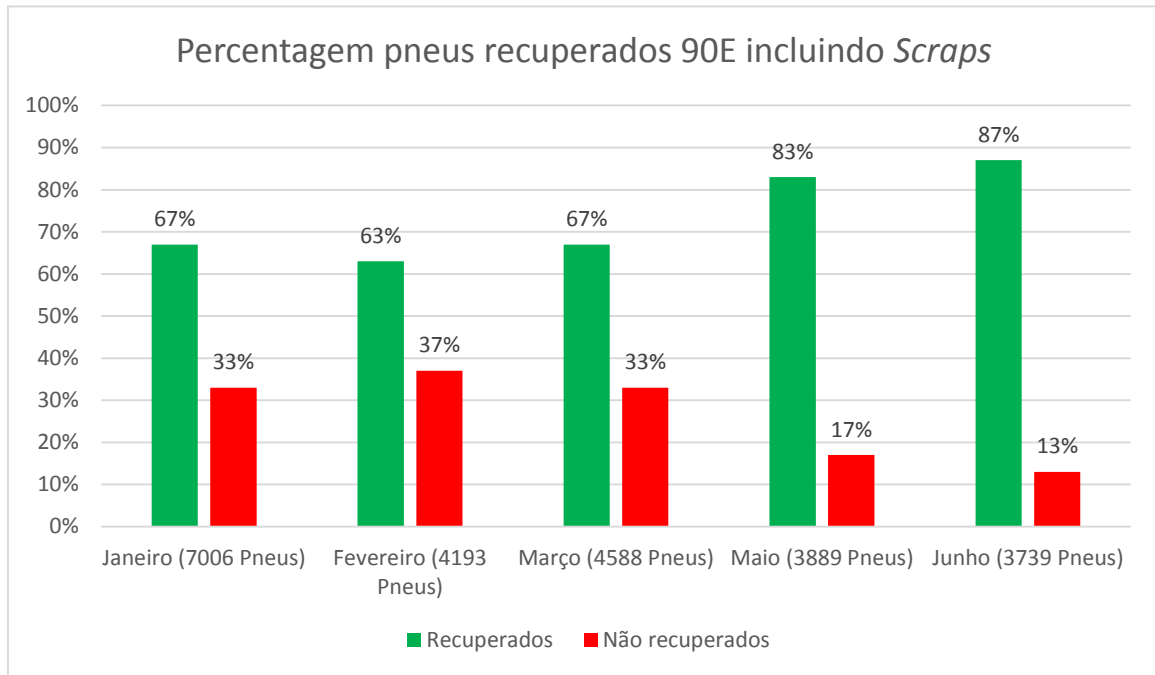


Gráfico 18 – Percentagem de pneus recuperados 90E incluindo Scraps

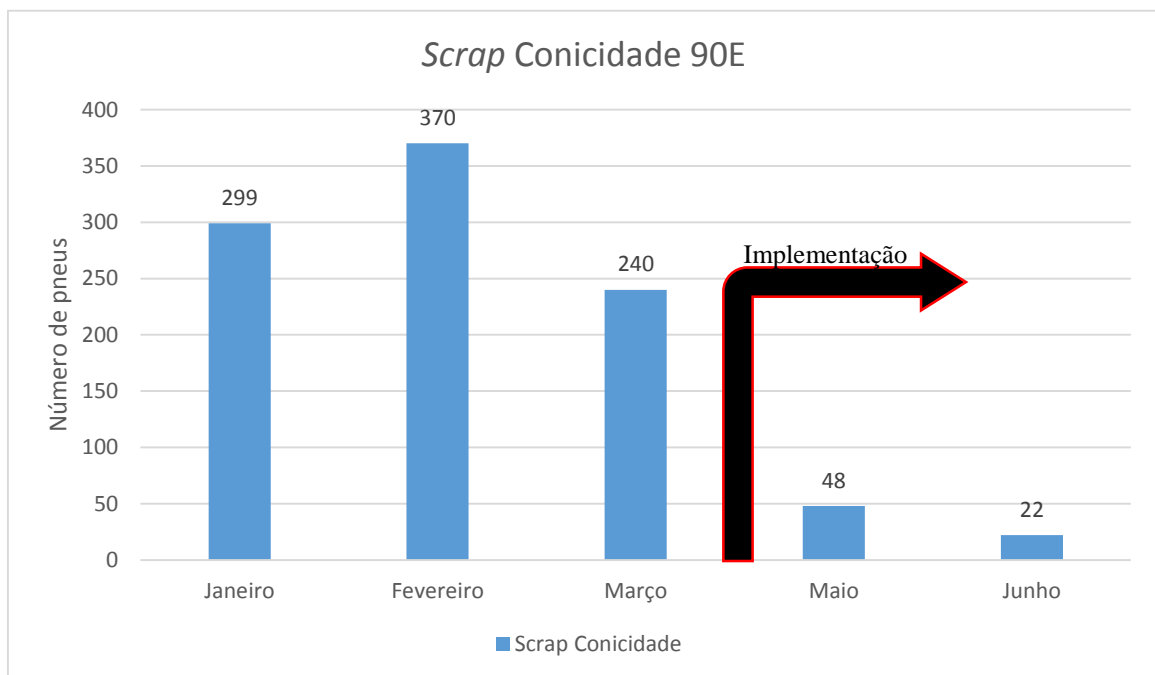


Gráfico 19 – Scrap Conicidade 90E

Dos Gráficos 18 e 19 conclui-se que houve uma recuperação de pneus significativa após as implementações. Aumentaram assim os pneus recuperados 24% em Maio e 30% em Junho. Reduziu também o número de pneus *Scrap* para 48 no mês do Maio e 22 no mês de Junho.

Em termos monetários e como demonstra o Gráfico 20, as implementações levaram a uma diminuição muito significativa das despesas com *Scrap* de conicidade.

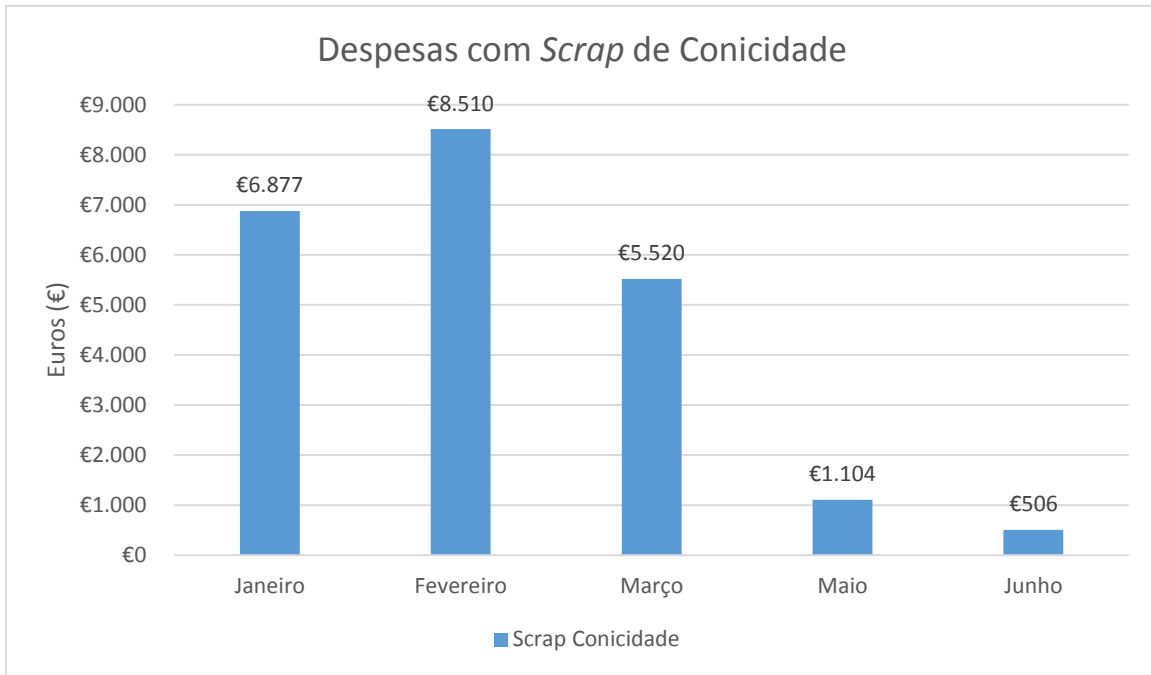


Gráfico 20 – Despesas com *Scrap* de conicidade

6 Conclusão

Esta dissertação foi desenvolvida em ambiente empresarial, na Continental – Mabor na área da raspagem de pneus cujo principal objetivo é a eliminação de alguns dos defeitos através do processo de raspagem recuperando deste modo o pneu para o circuito comercial.

O trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação permitiu otimizar o processo de correção da conicidade por raspagem, e deste modo reduzir o número de *Scraps* e consequentemente aumentar o número de pneus recuperados.

Pode concluir-se que o objetivo proposto pela Continental-Mabor foi atingido com sucesso.

No âmbito desta dissertação foram propostas e implementadas alterações na área da raspagem que possibilitam que esta área funcione como uma área de trabalho mais eficiente e agradável. Foram disponibilizadas aos operadores melhores condições de trabalho, e condições que permitem uma mais fácil e melhor afinação das máquinas. Foi também analisado o sistema de aspiração para que o resultado final da raspagem tenha mais qualidade e não interfira com a saúde dos operadores. Ainda em vista a qualidade e eficiência de trabalho foram deixadas propostas de melhoria para o *Layout* e implementação da metodologia 5S's.

No decurso desta dissertação foi ainda desenvolvida uma instrução de trabalho para guiar, formar e ajudar os operadores e pessoas envolvidas na raspagem

Foi ainda desenhada uma nova mó para a raspagem de pneus com 275 mm de largura.

As alterações implementadas ao longo da dissertação foram

- Nova zona de raspagem que permite recuperação de valores de conicidade em 100%;
- Peça retirada da máquina, eliminando agravamento de valores de conicidade por esta causa;
- Predefinição da máquina para raspar sempre 0,3 mm de profundidade, exceto exceções que gerem mau aspeto visual.

Concluiu-se ainda após a experiência de otimização dos parâmetros, que o diâmetro do pneu é um parâmetro importante e portanto será um fator a incluir numa experiência posterior.

Essas três alterações contribuíram para:

- Aumento do ganho de conicidade;
- Redução do *Scrap* de conicidade

O trabalho desenvolvido ao longo da dissertação - otimização do processo de correção – permitiu:

- Um aumento de 34% e 55% do número de pneus recuperados em Maio e Junho do ano 2015, respetivamente, em relação ao período homólogo do ano anterior;
- Redução da significância da conicidade para o *Scrap* em 60%, 1º trimestre 2015 vs Maio e Junho de 2015;
- Redução de 300 pneus/mês *Scrap* após raspagem à conicidade no 1º trimestre de 2015 para 48 em Maio e 22 em Junho reduzindo assim as despesas em cerca de cerca de 7000€/mês para 1100€ em Maio 2015 e 500€ em Junho de 2015.

Referências

- [1] C. M. I. de Pneus, *Mabor - 50 Anos de Sucesso*, 1a ed. 2005.
- [2] Continental, «Continental Corporation -A review of more than 140 years of dynamic development.»
Disponível em: http://www.continental-corporation.com/www/portal_com_en/themes/continental/history/
- [3] S. Camarinha, «Lousado, terra da melhor fábrica de pneus do mundo Continental - Fazemos Bem.»
- [4] «Especial 1000 Maiores Empresas», p. 45, 03-Dez-2014.
- [5] M. K. C. AG, *Continental - Manufacturing Process*. 2009.
- [6] H. Pacejka, «Tire and vehicle dynamics», 2005.
- [7] M. Pottinger, «The Tire Pavement Interface: A Symposium», 1986.
- [8] NPTEL, «NPTEL - Página youtube.»
Disponível em: <https://www.youtube.com/user/nptelhrd>
- [9] C. Tires, «Technical Data Book 2013-2014 Pass, Van, 4x4.»
Disponível em: [http://www.continental.co.za/Uploads/Technical Data Book_2013-2014 Pass, Van, 4x4\(1\).pdf](http://www.continental.co.za/Uploads/Technical Data Book_2013-2014 Pass, Van, 4x4(1).pdf)
- [10] F. Mowzol-Voit, «Tire construction PLT», 2011.
- [11] A. Gent e J. Walter, «Pneumatic Tire», 2006.
- [12] S. Clark, «Mechanics of pneumatic tires», 1981.
- [13] F. da Silva, «Manual de Uniformidade», 2005.
(Fonte disponível na fábrica Continental-Mabor Indústria de Pneus)
- [14] I. A. Standard, «Tire Uniformity», 2001.
Disponível em: <http://www.gsp9700.com/technical/itw.pdf>
- [15] J. Z. Stephanie Fraley, Mike Oom, Ben Terrien, «Design of experiments via taguchi methods: orthogonal arrays», 2007.
Disponível em:
https://controls.engin.umich.edu/wiki/index.php/Design_of_experiments_via_taguchi_methods:_orthogonal_arrays
- [16] S. K. Ho e S. Cicmil, «Japanese 5-S practice», *TQM Mag.*, vol. 8, n. 1, pp. 45–53, Fev. 1996.
- [17] B. R. Munson, A. P. Rothmayer, T. H. Okiishi, e W. W. Huebsch, *Fundamentals of Fluid Mechanics, 6th Edition*. 2009.

- [18] D. Tomasi, «Fitting of Experimental Data», 2011.
- [19] Driftingstreet, «Oversteer Understeer - Slip Angle.»
Disponível em: <http://www.driftingstreet.com/oversteer-understeer-slip-angle.html>
- [20] «Why do some motorcycles still wear bias-ply tires?»
Disponível em: <http://www.revzilla.com/common-tread/why-things-are-bias-ply-and-radial-tires>
- [21] Bridgestone, «Tyre knowledge| Tyre information| Know bias tyres| Radial tyres| Tubeless tyres.»
Disponível em: <http://www.bridgestone.co.in/TyreKnowledge.aspx>
- [22] D. S. Dan Parker, «Tire Uniformity Tester for Automotive Service Industry», *Hunter Engineering Company*, 2000
Disponível em: <http://www.gsp9700.com/technical/4693T/4693T.htm>
- [23] «Programa 5s | Takt Lean Manufacturing.»
Disponível em: <http://takttime.net/artigos-lean-manufacturing/lean-toyota-kaizen/programa-5s/>
- [24] Micro-Poise, «ASTEC PLUS Tire Evaluation Center.»
Disponível em: <http://www.micropoise.com/tire-industry/astec-plus.>

Anexos

Anexo 1 - Dados Experiência Taguchi

Taguchi Analysis: Pneu 1; Pneu 2; ... versus Pressão [BAR; Abert. Jante; ...

Linear Model Analysis: Means versus Pressão [BAR; Abert. Jante; Prof. Rasp. ; T. rasp. [s]

Estimated Model Coefficients for Means

Term		Coef
Constant		2,15444
Pressão 3,0		-0,26167
Pressão 3,5		0,19000
Abert. J 6,0		-0,01222
Abert. J 6,5		0,12722
Prof. Ra 0,1		-0,73056
Prof. Ra 0,3		-0,06444
T. rasp. 8,5		0,05833
T. rasp. 12,0		-0,21056

S = *

Analysis of Variance for Means

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Pressão [BAR]	2	0,32912	0,32912	0,16456	*	*
Abert. Jante [In]	2	0,08868	0,08868	0,04434	*	*
Prof. Rasp. [mm]	2	3,50967	3,50967	1,75483	*	*
T. rasp. [s]	2	0,21272	0,21272	0,10636	*	*
Residual Error	0	*	*	*		
Total	8	4,14019				

Response Table for Means

	Pressão	Abert. Jante	Prof. Rasp.	T. rasp.
Level	[BAR]	[In]	[mm]	[s]
1	1,893	2,142	1,424	2,213
2	2,344	2,282	2,090	1,944
3	2,226	2,039	2,949	2,307
Delta	0,452	0,242	1,526	0,363
Rank	2	4	1	3

Main Effects Plot for Means

Taguchi Analysis: Pneu 1; Pneu 2; Pneu 3; ... versus Pressão [BAR; Prof. Rasp. ; T. rasp. [s]

Linear Model Analysis: Means versus Pressão [BAR]; Prof. Rasp. [mm]; T. rasp. [s]

Estimated Model Coefficients for Means

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2,15444	0,07019	30,694	0,001
Pressão 3,0	-0,26167	0,09926	-2,636	0,119
Pressão 3,5	0,19000	0,09926	1,914	0,196
Prof. Ra 0,1	-0,73056	0,09926	-7,360	0,018
Prof. Ra 0,3	-0,06444	0,09926	-0,649	0,583
T. rasp. 8,5	0,05833	0,09926	0,588	0,616
T. rasp. 12,0	-0,21056	0,09926	-2,121	0,168

S = 0,2106 R-Sq = 97,9% R-Sq(adj) = 91,4%

Analysis of Variance for Means

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Pressão [BAR]	2	0,32912	0,32912	0,16456	3,71	0,212
Prof. Rasp. [mm]	2	3,50967	3,50967	1,75483	39,58	0,025
T. rasp. [s]	2	0,21272	0,21272	0,10636	2,40	0,294
Residual Error	2	0,08868	0,08868	0,04434		
Total	8	4,14019				

Response Table for Means

Level	Pressão [BAR]	Prof. Rasp. [mm]	T. rasp. [s]
1	1,893	1,424	2,213
2	2,344	2,090	1,944
3	2,226	2,949	2,307
Delta	0,452	1,526	0,363
Rank	2	1	3

Main Effects Plot for Means

Taguchi Analysis: Pneu 1; Pneu 2; Pneu 3; Pneu 1R; ... versus Pressão [BAR; Prof. Rasp.

Linear Model Analysis: Means versus Pressão [BAR]; Prof. Rasp. [mm]

Estimated Model Coefficients for Means

Term		Coef	SE Coef	T	P
Constant		2,15444	0,09150	23,546	0,000
Pressão 3,0		-0,26167	0,12940	-2,022	0,113
Pressão 3,5		0,19000	0,12940	1,468	0,216
Prof. Ra 0,1		-0,73056	0,12940	-5,646	0,005
Prof. Ra 0,3		-0,06444	0,12940	-0,498	0,645

S = 0,2745 R-Sq = 92,7% R-Sq(adj) = 85,4%

Analysis of Variance for Means

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Pressão [BAR]	2	0,3291	0,3291	0,16456	2,18	0,229
Prof. Rasp. [mm]	2	3,5097	3,5097	1,75483	23,29	0,006
Residual Error	4	0,3014	0,3014	0,07535		
Total	8	4,1402				

Response Table for Means

Level	Pressão [BAR]	Prof. Rasp. [mm]
1	1,893	1,424
2	2,344	2,090
3	2,226	2,949
Delta	0,452	1,526
Rank	2	1

Anexo 2 - Manual de operação e manutenção



MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

MÁQUINA:

Filtro de mangas

CLIENTE:

SAPA

MODELO: MAG 420


Nº DE SÉRIE: 12-200-FS
12-300-FS

DATA: 05-2012

Rua Gago Coutinho, 470 – Lote 4
4745-521 S. ROMÃO DO CORONADO


Telefone: 229 742 197
Fax: 229 742 199

geral@despoiravent.pt
www.despoiravent.pt

	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO VENTILADOR CENTRIFUGO	Maio-2012
		FP 800

Índice

1. DESCRIÇÃO	3
2. OPERAÇÃO E FUNCIONAMENTO	7
3. PLANO DE MANUTENÇÃO	9
4. PEÇAS DE RESERVA.....	10
5. CERTIFICADO DE CONFORMIDADE	11


	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO VENTILADOR CENTRIFUGO	Maio-2012
		FP 800

1. DESCRIÇÃO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - FILTRO

Modelo	MAG 420
Nº de mangas	380
Área filtrante	420 m ²
Tecido	Nomex
Gramagem	450gr/m ²
Taxa de trabalho	138m ³ /h/m ²
Nº de Válvulas	38 (1" gás)
Comando	Duplo timer
Consumo de ar comprimido	160m ³ /h
Pressão de serviço	6 bar
Descarga	2 Válvulas rotativas 350 1.5cv 33rpm
Recolha	Por Big-Bag

CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO

	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO VENTILADOR CENTRIFUGO	Maio-2012
		FP 800


CARACTERISTICAS MANGA

CARACTERISTICAS

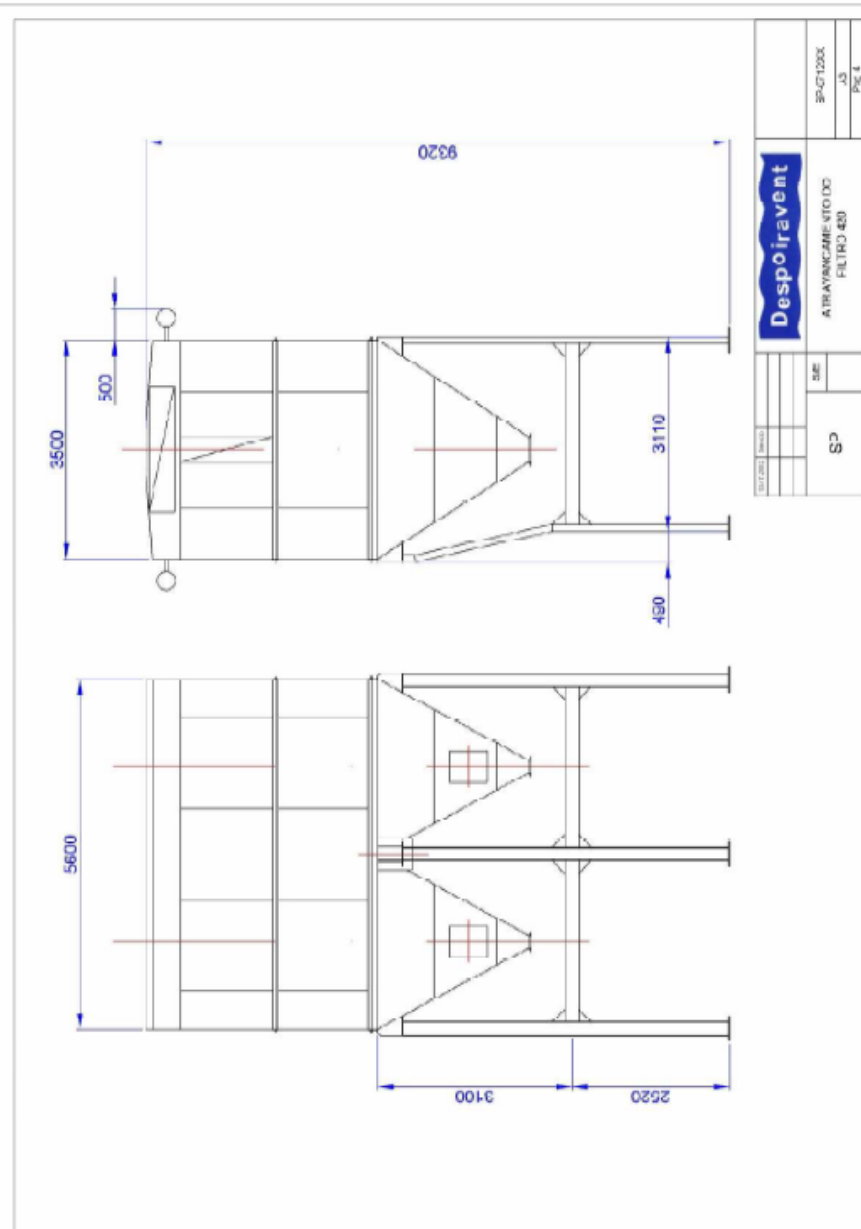
Materia prima:	100% Nomex®	
Peso: DIN 53854	400 g/m ²	
Suporte tecido:	100% Nomex®	
Espessura: DIN 53855	2,0 mm	
Densidade: DIN 53855	0,20	
Permeabilidade ao ar: DIN 53887	250 - 300 l/dm ² .min (20 mm C.A.)	
Resistencia a temperatura:	200°C em continuo. Até 210°C em picos (calor seco)	
Resistencia aos acidos:	Razoavel	
Resistencia aos alcalis:	Boa	
Resistencia aos agentes oxidantes:	Fraca	
Resistencia aos solventes organicos:	Muito Boa	
Resistencia a hidrólise:	Fraca	
Encolhimento com a temperatura:	Comprimento:	< 1% (Ar quente 200°C 1 hora)
	Largura:	< 1%
Resistencia biologica:	Muito Boa	
Resistencia a tracção: DIN 53857 (Banda de 25 x 5 cm)	Longitudinal:	50 Kg
	Transversal:	140 Kg
Alongamento a ruptura:	Longitudinal:	25 %
	Transversal:	50 %
Acabamento:	Chamuscado numa face e calandrado	


Despoiravent	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	Maio-2012
	VENTILADOR CENTRIFUGO	FP 800



	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO VENTILADOR CENTRIFUGO	Maio-2012
		FP 800

ATRAVANCAMENTOS:



	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO VENTILADOR CENTRIFUGO	Maio-2012
		FP 800

2. OPERAÇÃO E FUNCIONAMENTO

O Filtro de Mangas, que é basicamente composto por Plenum Superior, Corpo Central e Moega de Recolhimento, é previsto para operar em condições rígidas e contínuas, sendo dotado de Sistema Automático de Limpeza das mangas filtrantes.

O princípio de funcionamento consiste na introdução do ar contaminado no corpo central do filtro, através de antecâmara central devidamente dimensionada no sentido de evitar o choque direto do ar contaminado com as mangas, assim como, reduzir a velocidade do fluxo e precipitar, por efeito de gravidade, as partículas de maior granulometria. O ar, ainda contaminado, é então conduzido para o interior do corpo lateral e forçado a passar através das mangas de filtragem, local de retenção das partículas ainda em suspensão. Na sequência o ar, já isento de impurezas, passa para o plenum superior, saindo do filtro por meio de uma abertura localizado na lateral.

As mangas de filtragem serão montadas sobre estruturas de arame (manequins), que visam à manutenção de seu perfil cilíndrico quando em operação e respectivo aumento de vida útil, dotadas em sua extremidade superior de um Venturi, cuja finalidade é provocar a aceleração do ar comprimido de limpeza quando injetado no interior de cada manga.

O processo de limpeza consiste fundamentalmente na injeção de ar comprimido no interior das mangas, proporcionado por Programador Sequencial Eletrônico que poderá ser acionado por tempo ou por diferença de pressão no filtro de mangas. Tal Programador é projetado no sentido de permitir perfeito comando e controle do sistema, inclusive no que concerne à regulação do tempo de injeção do ar comprimido em cada fila de mangas, assim como, no intervalo de tempo decorrido entre a limpeza de uma fila e sua subsequente.

O sistema é composto por depósito de ar comprimido, que funciona como um pulmão conectado às válvulas de diafragma. O conjunto é completado por tubos com furos alinhados no centro de cada manga (rampas), cada correspondente a uma fila de mangas e devidamente conectado a uma das válvulas acima citadas.

O ar comprimido proveniente do depósito é liberado pelas válvulas, com comando efetuado por solenoides, de forma sequencial em cada uma das filas de mangas. Isso provocará em cada uma delas uma onda de choque com a conseqüente expansão, provocando a desagregação do material acumulado em sua superfície externa, o qual naturalmente irá ser depositado na moega de recolha.

Todo o conjunto é rigidamente apoiado numa estrutura de perfil de aço, sendo o acesso ao topo efetuado por meio de escada com guarda-corpos.

O topo do filtro de mangas será inclinado para escoamento da água de chuva e dotado de proteção tipo guarda-corpos e rodapés periféricos e portas de visita com fecho rápido para retirada das mangas de filtragem e acesso à rede de ar comprimido, etc. A operação do sistema poderá ser monitorizado através de manómetro diferencial, incorporado no Programador Sequenciador, montado no topo do equipamento.

	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	Maio-2012
	VENTILADOR CENTRIFUGO	FP 800

PARAMETROS PROGRAMADOR AUTEL:

ECONOMIZER				
CUSTOMER		SERIAL NO.		DATE
ECONOMIZER model		ORDER NO.		JOB ORDER NO.
SOFTWARE version		JOB ORDER NO.		
PARAMETERS CONFIGURATION FORM				
Parameter	Function	Possible values	Default value	Setting Value
E1	Pause time unit	0= Seconds 1= Minutes	0	
E1+E2	Work time scale	See table	0-0	
E3	Activation of automatic load recognition	0= Disabled 1= Enabled	1	
E4	Start of the cleaning cycle	0= Pause Phase 1= Work Phase	0	
E5	Activation of load control functioning	0= Disabled 1= Enabled	0	
E6	Activation of cleaning cycle end type	0= LV Current 1= I&I Cell	1	
E7	Activation of the optional analog output	0= Disabled 1= Enabled	0	
E8	Activation of the optional total output	0= Disabled 1= Enabled	0	
E9	Activation of jump output from charge alarm	0= Disabled 1= Enabled	0	
E10	Visualization of the analog output	0= Current 1= Voltage	0	
E11	Activation compensation in pressure temperature	0= Disabled 1= Activated	0	
E12	Configuration input n°1	From 0 to 8	1	
E13	Configuration input n°2	From 0 to 8	3	
E14	Configuration input n°3	From 0 to 8	0	
E15	Configuration input n°4	From 0 to 8	0	

Working time chart:

E1	E2	Working time scale
1	0	scale 0) 0/100 seconds
1	1	scale 1) 0/100 seconds
0	1	scale 2) 0/99 seconds
0	1	scale 3) 0/99 seconds

AUTEL s.r.l. - Via D. Spadolini, 4 - 41045 SASSUOLO (MO) (ITALY) - Tel. 059/53680210 - Fax 059/53680272 - Pág. 8/14

ECONOMIZER				
CUSTOMER		SERIAL NO.		DATE
ECONOMIZER model		ORDER NO.		JOB ORDER NO.
SOFTWARE version		JOB ORDER NO.		
PARAMETERS PROGRAMMING FORM				
Parameter Eno	Function	Possible values	Default value	Setting Value
L1	Hourcounter	0 - 45534 hours	0	
L2	Cyclecounter	0 - 45534 cycles	0	
F1	Functioning readiness	0 - 24	0	
F2	Automatic pause time or maximum pause Autopause	1 - 999 seconds or minutes	5	
F3	Manual pause time or maximum pause Autopause	1 - 999 seconds or minutes	5	
F4	Work time	0.03 - 0.06 seconds 0.3 - 99.9 seconds 3 - 999 seconds 30 - 9999 seconds	0.25	
F5	Start cleaning pressure or maximum pressure Autopause	From 0 to 7.5, positive	00	
F6	End cleaning pressure or maximum pressure Autopause	From 0 to 7.5, positive	40	
F7	Positioning function	0= Disabled 1= Internal 2= External	2	
F8	Positioning time or cycles selection	0= Time 1= Cycles	1	
F9	Value of time or cycles	1 - 999 seconds 1 - 999 cycles	2	
F10	Internal positioning pressure threshold	From 0 to 7.5, positive	15	
F11	Positioning pause time	1 - 999 seconds or minutes	5	
F12	Positioning work time	0.03 - 0.09 seconds 0.3 - 99.9 seconds 3 - 999 seconds 30 - 9999 seconds	0.25	
P13	Relay 1 pressure threshold	From 0 to 7.5, positive	120	


AUTEL s.r.l. - Via D. Spadolini, 4 - 41045 SASSUOLO (MO) (ITALY) - Tel. 059/53680210 - Fax 059/53680272 - Pág. 9/14

ECONOMIZER				
Parameter Eno	Function	Possible values	Default value	Setting Value
P14	Relay 1 functioning selection	0 - 15	1	
P15	Function of relay 1	0=Normal 1=Hysteresis pressure 2=Temperature	0	
P16	Value of relay 1 function	From 1 to 7.5, positive or from 1 - 999 seconds	1	
P17	Relay 1 pressure threshold	From 0 to 7.5, positive	200	
P18	Relay 2 functioning selection	0 - 15	1	
P19	Function of relay 2	0=Normal 1=Hysteresis pressure 2=Temperature	0	
P20	Value of relay 2 function	From 1 to 7.5, positive or from 1 - 999 seconds	1	
P21	Enable processing	0= Disabled 1= Enabled	0	
P22	Processing threshold	From 0 to 7.5, positive	100	
P23	Hourcounter functionality	0= always enabled 1= pressure threshold 2= cleaning phase	0	
P24	Hourcounter pressure threshold	From 0 to 7.5, positive	10	
P25	Number of repetitive clean for each output	0 - 10 clean	1	
P26	Pause time among consecutive clean	1 - 999 seconds or minutes	1	
P27	Time of the alarm detection	0= Disabled 1 - 999 seconds	0	
P28	Max number of valve to jump with the alarm	0= No jump 1 - 15 jumps	0	
P29	ID device for RS485	1 - 254	1	
P30	RS485 baud rate setting	0 = 4200 1 = 9600 2 = 19200 3 = None	1	
P31	Parity bit setting	1= Even 2= Odd	0	
P32	Value of pressure responding to the maximum value of the analog output	From 0 to 7.5, positive	0	

AUTEL s.r.l. - Via D. Spadolini, 4 - 41045 SASSUOLO (MO) (ITALY) - Tel. 059/53680210 - Fax 059/53680272 - Pág. 10/14


ECONOMIZER				
Parameter Eno	Function	Possible values	Default value	Setting Value
P33	Value of pressure responding to the maximum value of the analog output	From 0 to 7.5, positive	000	
P34	Pause time from external contact	1 - 999 seconds	30	
P35	Alarm time of tank's manual	0= Disabled 1 - 999 seconds	0	
P36	Tank's connector threshold with serial	1 - 999 Kpa	100	
P37	Number of valves at command or cleaning work	1 - Command "n" or 1 - Command "n-1"	See Model	
P38	Ev command readiness	0 - A 0	0	
P39	Excitation value time for self-cleaning/cleaning	0.50 - 0.95 seconds	1.00	
P40	Time before cleaning off	1 - 999 seconds	1	
P41	Time before opening call	1 - 999 seconds	1	
P42	Time before start call	0 - 999 seconds	0	
P43	Relay 3 pressure threshold	From 0 to 7.5, positive	250	
P44	Relay 3 functioning selection	0 - 15	1	
P45	Function of relay 3	0=Normal 1=Hysteresis pressure 2=Temperature	0	
P46	Value of relay 3 function	From 1 to 7.5, positive or from 1 - 999 seconds	1	
P47	Relay 4 pressure threshold	From 0 to 7.5, positive	300	
P48	Relay 4 functioning selection	0 - 15	1	
P49	Function of relay 4	0=Normal 1=Hysteresis pressure 2=Temperature	0	
P50	Value of relay 4 function	From 1 to 7.5, positive or from 1 - 999 seconds	1	
P51	Unit pressure sensor	0 = bar Pa 1 = mmHg 2 = Kpa 4 = mbar	1	

AUTEL s.r.l. - Via D. Spadolini, 4 - 41045 SASSUOLO (MO) (ITALY) - Tel. 059/53680210 - Fax 059/53680272 - Pág. 11/14

	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	Maio-2012
	VENTILADOR CENTRIFUGO	FP 800

3. PLANO DE MANUTENÇÃO

COMPONENTE	DESCRIÇÃO DA ACÇÃO DE MANUTENÇÃO	PERIODICIDADE
Corpo	Verificação do estado geral da chapa, estanqueidade das portas e locais de junção de partes do filtro. Eliminar fugas e pontos de corrosão	Mensal
Mangas filtrantes	Verificação de estado, substituir danificadas (furos ou rasgos) A limpeza das mesmas depende do tipo de material e o seu grau de humidade, deve-se fazer uma inspecção da colmatagem (visualmente e através do diferencial de pressão) para definir intervalos de substituição	Semanal
Válvulas pneumáticas	Verificar o funcionamento das mesmas em cada ciclo, inspecionar fugas e actuação.	Semanal
Instalação ar comprimido geral	Inspeção de fugas de ar. Verificar pressão de alimentação	Semanal
Válvula rotativa	Lubrificar chumaceiras dos rolamentos Verificar estado da corrente, substituir se necessário	Trimestral

	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	Maio-2012
	VENTILADOR CENTRIFUGO	FP 800

4. PEÇAS DE RESERVA


COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	QUANTIDADE
Manga filtrante	Ref.º: M134X3000S/N – 100% Aramida (Nomex)	380
Manequins ou estruturas de manga	Ref.º: MV134X2980 – Porta manga c/ venturi	380
Valvas pneumáticas	AUTEL Ref.º: AE – 18 25 B 0 020	38
Sequenciador	AUTEL ECO32	2
Valvula-rotativa	VR350-1.5cv/33rpm	2

Despoiravent	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	Maio-2012
	VENTILADOR CENTRIFUGO	FP 800

5. CERTIFICADO DE CONFORMIDADE

Despoiravent	DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE CE
DESPOEIRAMENTO E VENTILAÇÃO, LDA.	
<p>Conforme com o disposto na Directiva 1999/5/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de Março de 1999, transposta para a legislação nacional pelo Decreto-Lei nº 192/2000, de 18 de Agosto.</p>	
Artigo 3:	Normas para quais se declara conformidade com os requisitos essenciais:
(a) Requisitos de segurança:	EN60950:2000
(b) Compatibilidade Electromagnética	EN301489-1/6
Fabricante:	Despoiravent, depoeiramento e ventilação, lda.
Morada:	Rua Gago Coutinho, 470 - Lote 4 4745-521 - S.ROMÃO DO CORONADO PORTUGAL
Tipo de equipamento:	FILTRO DE MANGAS
Modelo:	MAG 420
Nº de Série	12-601-FM
<p>Declaro que o equipamento acima especificado está de acordo com a(s) directiva(s) e requisitos essenciais.</p>	
Assinatura:	 (Pedro Seródio)
Cargo:	Responsável por departamento técnico
Data:	18 de Dezembro de 2012
Local:	S. Romão do Coronado

Anexo 3 - Instrução de trabalho

		PoMS	Gestão da Qualidade Continental Mabor
Processo:	Inspeção Final	Autor:	Luís Linhares
Sub-processo:	Rework	Telefone:	
Categoria:	Instrução de Trabalho	Revisão:	
Data:		Referência:	

Raspagem de Pneus

- 1. OBJECTIVO:**
Definir método de trabalho de raspagem de pneus com mós de contorno. Com esta instrução pretende-se corrigir pneus com problemas de variação de força radial (RFPP), força radial primeiro harmónico (RF1H), *radial runout* e conicidade.
- 2. ÂMBITO:**
É aplicável a todas os artigos que a central autoriza e que o Departamento de Qualidade (DQ) aprova como artigos aptos a corrigir com o equipamento existente.
- 3. RESPONSABILIDADES:**
É da responsabilidade do DP-V a realização e avaliação dos controlos a efectuar.
- 4. EQUIPAMENTOS**
Maquina de raspagem
Micrómetro de profundidade com ponta cilíndrica
Cartas de Controlo
Caneta prateada
- 5. Instrução de trabalho**
 - 5.1. Limitações**
 - 5.1.1. A profundidade de raspagem não pode ultrapassar os 0,3 mm.
 - 5.1.2. Os artigos considerados de Inverno com o simbolo alpino na parede do pneu, não podem raspar, bem como todos os artigos presentes na Tabela 7 (última pagina).
 - 5.1.3. Só podem ser classificados como OE os pneus provenientes dos SlowMovers. Todos os outros são classificados como MS, exceto se o cliente permitir raspagem do piso (Tabela 8).
 - 5.1.4. Só podem sofrer processo corretivo 10% dos pneus de cada artigo.
 - 5.1.5. Pó de raspagem tem que ser removido da superfície do pneu.
 - 5.1.6. Mó não pode ter grão inferior a 80.
 - 5.1.7. Raspagens que não cumpram profundidade máxima e aspeto OK vão diretamente para *SCRAP*.

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada. 1/18

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

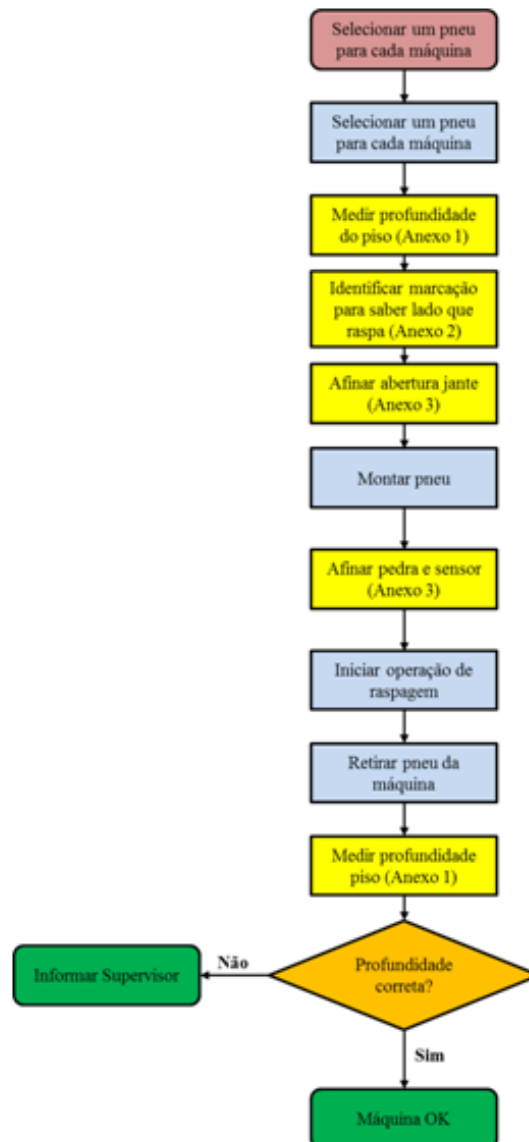
Raspagem de Pneus

5.2. Instrução para controlo diário, primeiro SET-UP

5.2.1 Deve ser seguida a instrução de trabalho presente no ponto 5.2.3, para cada máquina diariamente.

5.2.2 Cada uma das caixas a amarelo tem anexada a si uma instrução descritiva, presente neste documento em páginas posteriores, que devem ser consultadas para uma correta organização do trabalho e operação da máquina. A caixa verde significa que se pode iniciar a operação normal da máquina (capítulo 5.3)

5.2.3 Instrução de trabalho para controlo diário, primeiro SET-UP.



Processo: Inspeção Final
 Sub-processo: Rework
 Categoria: Instrução de Trabalho
 Data:

Autor: Luís Linhares
 Telefone:
 Revisão:
 Referência:

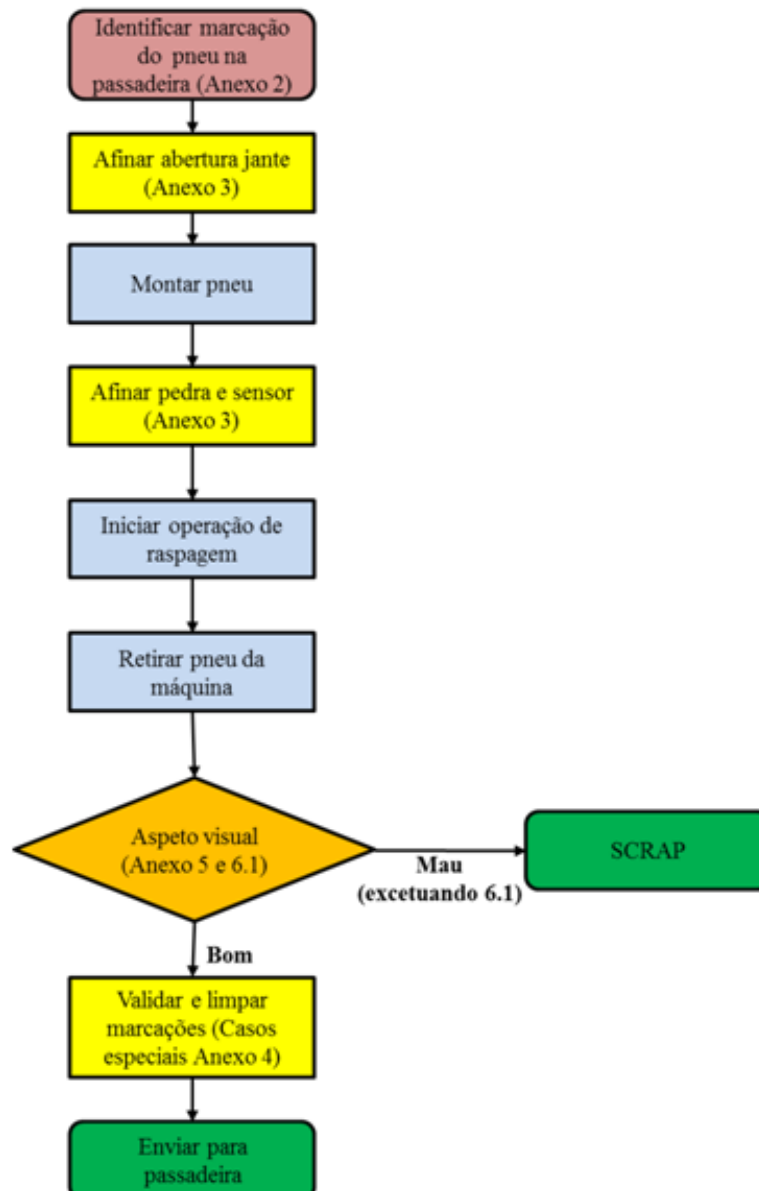
Raspagem de Pneus

5.3. Instrução para operação normal da máquina de raspagem

5.3.1 Para operação da máquina deve ser seguida a instrução de trabalho presente no ponto 5.3.2.

5.3.2 Cada uma das caixas a amarelo tem anexada a si uma instrução descritiva, presente neste documento em páginas posteriores, que devem ser consultadas para uma correta organização do trabalho e operação da máquina.

5.3.3 Instrução de trabalho para operação normal da máquina.





PoMS

Gestão da Qualidade

Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
 Sub-processo: Rework
 Categoria: Instrução de Trabalho
 Data:

Autor: Luís Linhares
 Telefone:
 Revisão:
 Referência:

Raspagem de Pneus

6. Anexos

6.1 Anexo 1 – Medição da profundidade do piso

Ferramentas necessárias

- Caneta prateada;
- Micrômetro de profundidade com ponta cilíndrica;
- Folha de controlo de profundidade de raspagem (uma por máquina).

Operação dividida em duas partes, medição antes e *depois de raspar* (Tabelas 1 e 2).

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus

Tabela 1 – Complemento ao anexo 1 - Operação parte 1



Nº1	Passo	Atividade	Chave	Porquê	Ilustração
1		Com caneta prateada marcar <u>quatro pontos</u> na zona de raspagem. Um verticalmente à zona onde estão marcadas as pintas, e os outros três com ângulo de 90°, 180° e 270°.	Pintas bem marcadas	Caso pintas não estejam bem marcadas pode borratar ou sair	
2		Limpar zona de raspagem	Piso limpo	Obtenção de medição mais precisa	
3		Medir profundidade na zona da marcação	Medição estável	Pode haver flutuações caso não seja bem medido	
4		Apontar na folha profundidade do piso			

Processo: Inspeção Final
 Sub-processo: Rework
 Categoria: Instrução de Trabalho
 Data:

Autor: Luís Linhares
 Telefone:
 Revisão:
 Referência:

Raspagem de Pneus

Tabela 2 - Complemento ao anexo 1 - Operação parte 2

Nº2	Passo	Atividade	Chave	Porquê	Ilustração
1	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Limpar zona raspada</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Limpar zona de raspagem	Piso limpo	Obtenção de uma medição mais precisa, não influenciada por sujidade	
2	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Medir</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Medir profundidade nas zonas das marcações	Medição estável		
3	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Preencher folha</div>	Apontar na folha profundidade de piso raspado			



PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
 Sub-processo: Rework
 Categoria: Instrução de Trabalho
 Data:

Autor: Luís Linhares
 Telefone:
 Revisão:
 Referência:

Raspagem de Pneus

6.2 Anexo 2 – Marcação no pneu a raspar

Em qualquer altura em que se pegue num pneu para raspar deve, imediatamente, ser identificada a marcação para assim se saber qual o ombro(s) que irá raspar. Esta marcação só deverá ser limpa no final da operação, para assim evitar que no processo o operador se esqueça qual a correção que tem que fazer ao pneu, ou como tem que o validar.

Na Tabela 3 estão identificadas as marcações existentes e que poderão aparecer nos pneus que chegam na passadeira superior da área da raspagem e a respetiva ação corretiva que tem que ser feita.

Caso o pneu não marque pintas: Informar imediatamente grader ou supervisor.




Nota: As pintas podem ser vermelhas ou brancas.

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus

Tabela 3 - Marcações

Código	Ação	Ilustração
2C ●●	Raspar só o lado das pintas	
9C ●●	Raspar só o lado das pintas	
1 ou 5 ●●	Raspar os dois lados	

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.



PoMS

Gestão da Qualidade

Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
 Sub-processo: Rework
 Categoria: Instrução de Trabalho
 Data:

Autor: Luís Linhares
 Telefone:
 Revisão:
 Referência:

Raspagem de Pneus

6.3 Anexo 3 – Afinação da máquina

A afinação do pneu à máquina é feita através de três ajustes:

- Ajuste da abertura de jante;
- Ajuste da posição da pedra;
- Ajuste do sensor.

Ferramentas necessárias:

- Lanterna.


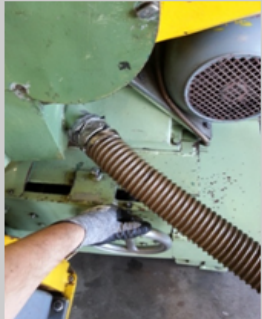

A afinação da máquina deve ser feita de maneira a que o contorno da pedra esteja coincidente com com o contorno do pneu

Processo: Inspeção Final
 Sub-processo: Rework
 Categoria: Instrução de Trabalho
 Data:

Autor: Luís Linhares
 Telefone:
 Revisão:
 Referência:

Raspagem de Pneus

Tabela 4 – Afinação da máquina

Nº	Passo	Atividade	Chave	Porquê	Ilustração
1	Afinar Jante	Movimentar ajuste de abertura de jante até à posição adequada		Se o pneu estiver demasiado aberto ou fechado podemos ter o seu contorno mais ou menos arredondado, o que poderá fazer com que não consigamos afinar a pedra adequadamente	
2	Afinar Pedra	Com a máquina em modo de afinação (Programa 1), deslocar pedra, espreitando pela janela posterior com auxílio de uma lanterna, e deslocá-la até esta ter o seu contorno coincidente com a área que se pretende raspar (ver figura da página 11 para contorno coincidente).	Contornos coincidentes	Caso isto não aconteça a rapagem irá ser feita no sitio errado	
3	Afinar Sensor	Com a máquina em modo de afinação, mover o carro longitudinal até a pedra estar a mais ou menos 1 cm do pneu. Posteriormente mover o sensor para frente, rodando o perno de afinação, até este acender a luz.	Distância pneu-pedra e luz sensor acessa	Poderá raspar demasiado fundo caso este passo não seja bem executado	

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

10/18



POMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus



Figura 1 – Representação de contorno da pedra coincidente com contorno do pneu



PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
 Sub-processo: Rework
 Categoria: Instrução de Trabalho
 Data:

Autor: Luís Linhares
 Telefone:
 Revisão:
 Referência:

Raspagem de Pneus

6.4 Anexo 4 – Validação do pneu

É necessário ter atenção ao validar o pneu quando este não vem pela passadeira. Quando o pneu vem pela passadeira este já traz associado ao seu código de barras um código de anomalia e deve ser validado como MS, mas quando os pneus vem da área *SLOW MOVERS* o código de anomalia não consta dos dados dos pneus.

Então como proceder se o pneu for *SLOWMOVER*?

Caso o pneu seja *SLOW MOVER* o campo “*Anomaly Code*” deverá ser preenchido da seguinte forma:

- Se raspou dois ombros – Código de anomalia 90A
- Se raspou um ombro – Código de anomalia 90E

Nota: Pneu MS validar com “*Classification R*”, Pneu OE validar com “*Classification O*”



POMS

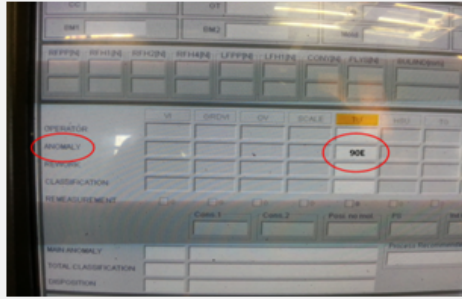
Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus

Tabela 5 – Validação do pneu

Nº	Passo	Atividade	Chave	Porquê	Ilustração
1	Pneu Slow Mover	Marcar código anomalia	Raspou 2 ombros – 90A Raspou 1 ombro – 90E	Caso esta marcação não seja bem feita, a base de dados irá estar baralhada, visto que poderemos ter pneus marcados como pneus com conicidade, sendo estes pneus que raspam os 2 lados	

Raspagem de Pneus

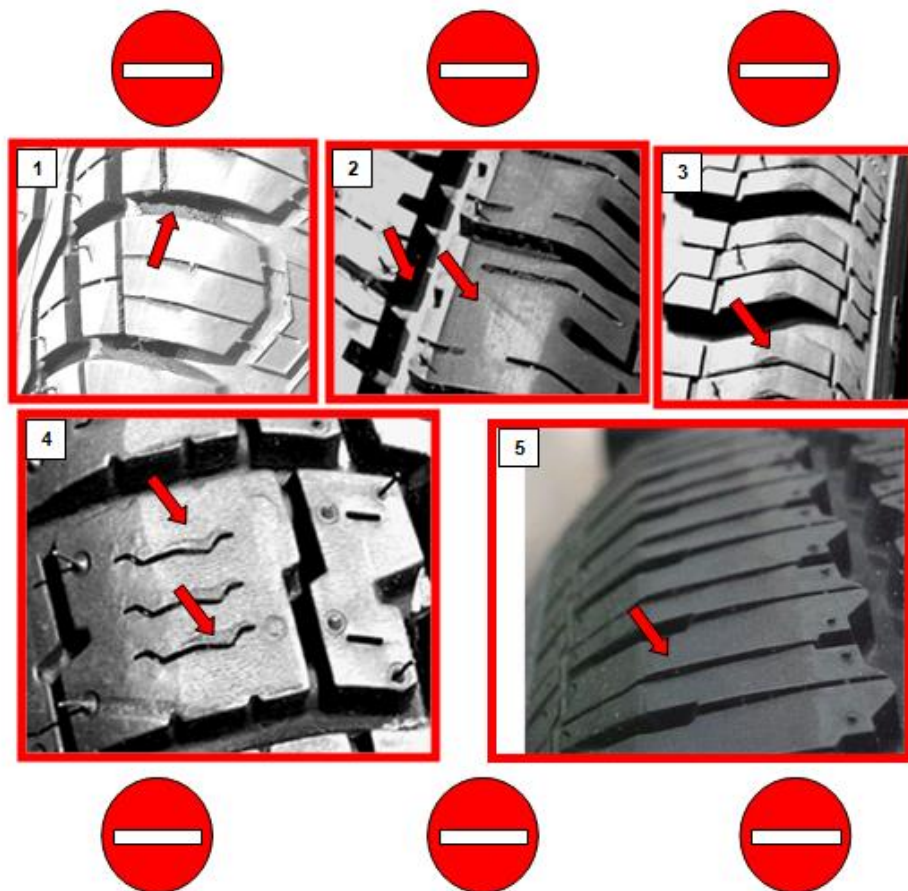
6.5 Anexo 5 – Área de raspagem correta

O pneu tem que estar raspado corretamente, em da zona onde raspou e do aspeto visual, para poder seguir pelo fluxo normal, caso não o seja será necessário levar o pneu a um *grader* para este poder avaliá-lo corretamente.

O que se entende por aspeto visual correto?

O pneu tem que terminar a operação de raspagem evitando os exemplos a seguir.

1. Sujidade, pó;
2. Degrau entre zona raspada e zona não raspada;
3. Arrancamento de material;
4. Arrastamento, efeito de "pele";
5. Rebarbas não retiradas.





PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus

Tabela 6 – Área de raspagem

Nº	Passo	Atividade	Chave	Porquê	Ilustração
1	Área de raspagem	Verificar se a área de raspagem está correta	Raspa do rasgo para o lado (ver ilustração)	Caso não raspe como está representado, o pneu não recupera ou agrava a anomalia que vai corrigir.	



PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus

6.6 Anexo 6 – Outras questões

6.6.1 – Imaginemos que definimos a máquina para raspar 0,3mm, que estava bem afinada e que após a raspagem o penu ficava com arrastamento ou arrancamento.

Qual a solução?

A solução será reduzir na profundidade de raspagem, visto que nem todos os pneus reagem da mesma maneira à abrasão. Estes podem por exemplo ter um composto diferente ou até mesmo pelo facto de o padrão do piso ser também diferente.



PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus

Tabela 7 - Pneus que não podem raspar

Tabela 8 – Clientes OE que permitem raspagem no piso

Cliente	Quality Index	Artigo
	006	Todos
	025	Todos
	012	Todos
	013	Exceto 0350694
	011	Todos
	014	Todos



PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Inspeção Final
Sub-processo: Rework
Categoria: Instrução de Trabalho
Data:

Autor: Luís Linhares
Telefone:
Revisão:
Referência:

Raspagem de Pneus

Carta de controlo



Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Referência: PLLO-V-FF-R-00-FO-0109-14
Revisão: 1
Doc. Origem: PLLO-V-FF-R-00-WI-0232-14

Controlo da Raspagem de Pneus

DP - V	Máquina de Raspagem # _____	Ano _____	Mês _____	Frequência 1x/Dia 1º turno a trabalhar																													
CONTROLADOR																																	
TURNO (A,B,C,D,E)																																	
DIA	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		
Profundidade de Raspagem (Dif. - mm)																																	
Dia	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		
Pneu virgem (mm)																																	
Pneu raspado (mm)																																	
Diferença (mm)																																	

