



MELHORIA DA FIABILIDADE E MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS PNEUMÁTICAS DE CONTROLO EM APLICACOES INDUSTRIAIS

PAULO ALEXANDRE VIEIRA DE SOUSA
dezembro de 2019

MELHORIA NA FIABILIDADE E MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS PNEUMÁTICAS DE CONTROLO EM APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

Paulo Alexandre Vieira de Sousa
1130562

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica,

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

MELHORIA NA FIABILIDADE E MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS PNEUMÁTICAS DE CONTROLO EM APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

Paulo Alexandre Vieira de Sousa
1130562

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação da Professora Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos e sob coorientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva.

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor António Paulo Monteiro Batista

Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Antes de mais, gostaria de agradecer aos meus pais por sempre me terem apoiado durante todo o meu percurso escolar, particularmente nos últimos anos, com conselhos e ensinamentos que se provaram essenciais para superar algumas das dificuldades sentidas durante a elaboração deste trabalho.

À minha namorada, Yaroslava, pela disponibilidade, carinho e compreensão que demonstrou durante esta etapa tão importante da minha vida académica.

À minha família e amigos, pelo interesse e apoio que demonstraram ao longo do percurso do meu estágio.

À Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A., em especial ao Engenheiro José Conde e ao Engenheiro Nuno Costa, por me terem fornecido as condições e ferramentas necessárias à realização deste trabalho e por me terem dado liberdade para pôr em prática algumas das ideias de melhoria que me foram surgindo ao longo do estágio.

À Professora Doutora Sandra Ramos, minha orientadora, pela disponibilidade, acompanhamento e ajuda que demonstrou durante toda esta etapa da minha vida.

PALAVRAS CHAVE

Continental Mabor, Manutenção, *Mean Time Between Failures*, Fiabilidade, *Lean*

RESUMO

Esta dissertação foi elaborada em colaboração com a Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A., empresa que se dedica à produção de pneus, maioritariamente para a indústria automóvel, sob a forma de estágio curricular.

Este projeto teve como principal foco a redução de gastos inerentes à utilização e manutenção das válvulas proporcionais para o processo de vulcanização, procurando assim aumentar o *Mean Time Between Failures (MTBF)* e reduzir o *Mean Time To Repair (MTTR)* das mesmas. Para tal, as principais melhorias foram realizadas no âmbito da qualidade das reparações, tanto internas como externas, da gestão de stocks e também na criação de ferramentas, o que inclui a recolha de dados, para que se possam elaborar estudos concretos acerca da atual fiabilidade das válvulas.

Apesar de menos enfatizadas, foram efetuadas também algumas melhorias na oficina da Engenharia 5, maioritariamente relacionadas com aspetos de organização e limpeza, aplicando algumas das ferramentas associadas à metodologia *Lean*.

KEYWORDS

Continental Mabor, Maintenance, *Mean Time Between Failures*, Reliability, *Lean*

ABSTRACT

This dissertation was developed in collaboration with Continental Mabor - Indústria de Pneus S.A., a company that dedicates itself to the production of tires, mainly for the automotive industry, under the form of a curricular internship.

The main focus of this project was to reduce the costs inherent to the use and maintenance of proportional valves for the vulcanization process, searching for ways to increase the *Mean time Between Failures (MTBF)* and reduce the *Mean Time To Repair (MTTR)* of the latter. To reach that goal, most of the improvements were focused on the quality of the repairs, both internal as external, stock management as well as in the creation of tools, which includes gathering data, for carrying out more concrete studies about the current reliability of the valves.

Although less emphasized, there were also carried out some improvements in the Engineering 5 workshop, mostly related to the aspects of organization and cleanliness, applying some of the tools associated with the *Lean* methodology.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AMI	Armazém de Materiais Indiretos
DE	Departamento de Engenharia
EBIDTA	Earnings Before Interests, Deductions, Taxes and Amortization
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time To Repair
OICA	International Organization of Motor Vehicle Manufacturers
SWOT	Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats
UTA	Unidade de Tratamento de Ar

Lista de Unidades

°C	Grau Celsius
kg	Quilograma
cm ²	Unidade de área
mm ³ /seg	Unidade de caudal
ml/min	Unidade de caudal
m ³ /h	Unidade de caudal
mm	Unidade de comprimento
µm	Unidade de comprimento
mA	Unidade de medição da intensidade de corrente
Bar	Unidade de pressão
Psig	Unidade de pressão Imperial

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Cluster</i>	Grupo/Ramo
<i>Delay</i>	Atraso
<i>Downtime</i>	Tempo de Inatividade
<i>Eco-friendly</i>	Amigo do ambiente
<i>Feedback</i>	Opinião/Parecer
<i>Gemba</i>	Chão de Fábrica
<i>Green Tire</i>	Pneu por vulcanizar
<i>In Loco</i>	No próprio local
<i>Input</i>	Sinal de entrada
<i>Lead Time</i>	Tempo de Espera
<i>Output</i>	Sinal de saída
<i>Popup</i>	Janela de introdução de dados
<i>Scrap</i>	Pneu Defeituoso
<i>Seiketsu</i>	Padronização
<i>Seiri</i>	Utilização
<i>Seiso</i>	Limpeza
<i>Seiton</i>	Organização
<i>Setpoint</i>	Ponto de ajuste
<i>Shitsuke</i>	Disciplina
<i>Slitter</i>	Máquina de corte de rolos
<i>Spares</i>	Peças de reposição
<i>Textbox</i>	Caixa de texto

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - REDUÇÃO DO PREÇO DO FORD MODEL T APÓS INTRODUÇÃO DA LINHA DE MONTAGEM [3].	9
FIGURA 2 - REDUÇÃO NO TEMPO NECESSÁRIO PARA A PRODUÇÃO DO FORD MODEL T [4].	10
FIGURA 3 - NÚMERO DE AUTOMÓVEIS PRODUZIDOS ANUALMENTE EM MILHÕES, ADAPTADO DE [5].	10
FIGURA 4 - PRINCIPAIS FABRICANTES AUTOMÓVEIS EM PORTUGAL [8],	11
FIGURA 5 - PRINCIPAIS FORNECEDORES E FABRICANTES DE ACESSÓRIOS PARA A INDÚSTRIA AUTOMÓVEL EM PORTUGAL, ADAPTADO DE [8].	12
FIGURA 6 - PRIMEIRA FÁBRICA DA CONTINENTAL EM HANOVER [11].	13
FIGURA 7 - DIVISÕES DO GRUPO CONTINENTAL [10].	14
FIGURA 8 - VALORES DE VENDAS E EBITDA DE CADA DIVISÃO DO GRUPO CONTINENTAL.	15
FIGURA 9 - FÁBRICAS PRODUTORAS DE PNEUS DO GRUPO CONTINENTAL.	15
FIGURA 10 - COMPONENTES DA ANÁLISE SWOT.	16
FIGURA 11 - ANÁLISE SWOT DA DIVISÃO DE PNEUS DO GRUPO CONTINENTAL. ADAPTADO DE [15] E [16].	17
FIGURA 12 - INSTALAÇÕES DA CONTINENTAL EM PORTUGAL [17].	18
FIGURA 13 - FÁBRICA DA MABOR NO SÉC. XX (À ESQUERDA) E FÁBRICA DA CONTINENTAL MABOR NA ATUALIDADE. FONTE: FLICKR	19
FIGURA 14 - DIVERSIDADE DE VEÍCULOS EM QUE SE UTILIZAM PNEUS.	20
FIGURA 15 - DIFERENTES TIPOS DE APLICAÇÕES DA BORRACHA.	20
FIGURA 16 - PRIMEIRO VEÍCULO MOVIDO A MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, EQUIPADO COM PNEUS DE BORRACHA. FONTE: DAIMLER.	21
FIGURA 17 - PRINCIPAIS EVOLUÇÕES DO PNEU AO LONGO DOS ANOS. ADAPTADO DE: HANKOOK TIRE.	21
FIGURA 18 - PNEU DO TIPO RADIAL E PNEU DO TIPO BIAS. FONTE: CARLISLE BRAND TIRES.	22
FIGURA 19 - IMPACTO DE UM FURO NUM PNEU <i>TUBELESS</i> E NUM PNEU COM CÂMARA DE AR. ADAPTADO DE YOKOHAMA.	23
FIGURA 20 – MATERIAIS UTILIZADOS, NUM PNEU DE UM VEÍCULO AUTOMÓVEL, E SUAS QUANTIDADES. ADAPTADO DE CONTINENTAL TIRES.	24
FIGURA 21 – DIFERENTES CAMADAS DE UM PNEU. FONTE: MICHELIN.	26
FIGURA 22 - INFORMAÇÕES CONTIDAS NO FLANCO DO PNEU. FONTE: CONTINENTAL TIRES.	29
FIGURA 23 - ÍNDICE DE VELOCIDADE DOS PNEUS.	31
FIGURA 24 - ÍNDICE DE CARGA DO PNEU.	31
FIGURA 25 - SEQUÊNCIA DE FABRICAÇÃO DE UM PNEU.	31
FIGURA 26 - TRANSFORMAÇÃO DO COMPOSTO EM FOLHAS PARA FÁCIL TRANSPORTE.	32
FIGURA 27 - TIPO DE MISTURADOR UTILIZADO EM LOUSADO. FONTE: HF MIXING GROUP.	32
FIGURA 28 - ZONA DE PREPARAÇÃO.	33
FIGURA 29 - MÁQUINA DE CONSTRUÇÃO DE PNEUS.	33
FIGURA 30 - PROCESSO DE VULCANIZAÇÃO DO PNEU EM VERDE. FONTE: SICK	34
FIGURA 31 - ZONA DE INSPEÇÃO FINAL.	34
FIGURA 32 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO [30].	35
FIGURA 33 - LIGAÇÕES CRUZADAS ENTRE MOLÉCULAS.	36

FIGURA 34 - PNEU NO SEU FORMATO FINAL, APÓS A VULCANIZAÇÃO. FONTE: ALL CARS CHANNEL.	37
FIGURA 35 - PNEU EM "VERDE", ANTES DE SER VULCANIZADO. FONTE: SYSTRAPLAN.	37
FIGURA 36 - PRENSA DE VULCANIZAÇÃO DO FABRICANTE HF. FONTE: HF MIXING GROUP.	37
FIGURA 37 - 3 PRINCIPAIS INTERVENIENTES NA CURA DE UM PNEU [32].	38
FIGURA 38 - EXEMPLO DE UM MOLDE UTILIZADO NAS PRENSAS DE VULCANIZAÇÃO. FONT: REYNOLDS ADVANCED MATERIALS.	38
FIGURA 39 - EXEMPLO DE UM DIAFRAGMA. FONTE: CONTINENTAL TIRES	38
FIGURA 40 - PROCESSO DE CURA DE UM PNEU [33].	40
FIGURA 41 - VÁLVULA PROPORCIONAL DO FABRICANTE SAMSON. FONTE: SAMSON CONTROLS	40
FIGURA 42 - COMPOSIÇÃO DA VÁLVULA PROPORCIONAL (AUTORIA PRÓPRIA).	41
FIGURA 43 - PONTOS DE FUGA DE UMA VÁLVULA PROPORCIONAL. ADAPTADO DE [34].	42
FIGURA 44 – DIFERENTES SOLUÇÕES DE VEDAÇÃO FORNECIDAS PELA FISHER. FONTE: EMERSON	43
FIGURA 45 - VÁLVULAS PROPORCIONAIS DE DIFERENTES FABRICANTES. FONTES: EMERSON E SAMSON CONTROLS.	43
FIGURA 46 - ATUADORES DO TIPO PNEUMÁTICO (A), ELÉTRICO- HIDRÁULICO (B) E ELÉTRICO (C). FONTE: SAMSON CONTROLS.	44
FIGURA 47 - POSICIONADORES DO TIPO PNEUMÁTICO (A), I/P ANALÓGICO (B) E DIGITAL (C). FONTE: SAMSON CONTROLS.	45
FIGURA 48 - CORPO DE 2 VIAS (A) E CORPO DE 3 VIAS (B). FONTE: SAMSON CONTROLS.	45
FIGURA 49 - VÁLVULA NO SEU ESTADO NORMAL.	46
FIGURA 50 - VÁLVULA EM SITUAÇÃO DE TRABALHO (AUTORIA PRÓPRIA).	47
FIGURA 51 - PERCENTAGEM DE ABERTURA CORRESPONDENTE AO <i>INPUT</i> ELÉTRICO.	48
FIGURA 52 - AUMENTO DO CAUDAL COM A ABERTURA DA VÁLVULA (AUTORIA PRÓPRIA).	48
FIGURA 53 – PERCENTAGEM DO CAUDAL MÁXIMO POR PERCENTAGEM DE ABERTURA DA VÁLVULA [38].	49
FIGURA 54 – SEDE E OBTURADOR.	49
FIGURA 55 - EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO DE UMA VÁLVULA PROPORCIONAL INSTALADA NA <i>CONTINENTAL</i> (AUTORIA PRÓPRIA).	49
FIGURA 56 - AS 5 VERTENTES DA METODOLOGIA 5S. FONTE: MARUCCI	50
FIGURA 57 - EXEMPLO DE UM LOCAL DE TRABALHO LIMPO E ORGANIZADO. FONTE: STRATEGOS.	51
FIGURA 58 - ESQUEMATIZAÇÃO DA ZONA DE VULCANIZAÇÃO.	55
FIGURA 59 - POSICIONADOR 3760. FONTE: SAMSON	57
FIGURA 60 - POSICIONADOR 3763. FONTE: SAMSON	57
FIGURA 61 - POSICIONADOR 4763. FONTE: SAMSON	58
FIGURA 62 - POSICIONADOR 3730-1. FONTE: SAMSON	58
FIGURA 63 - MODELOS DE POSICIONADORES E SUAS QUANTIDADES.	59
FIGURA 64 - ATUADOR DO TIPO 3271 (AUTORIA PRÓPRIA).	59
FIGURA 65 - ATUADOR DO TIPO 3277 (AUTORIA PRÓPRIA).	60
FIGURA 66 - MODELOS E QUANTIDADES DE ATUADORES PRESENTES NA ZONA DE VULCANIZAÇÃO.	60
FIGURA 67 - CORPO DE UMA VÁLVULA DO TIPO 241 (AUTORIA PRÓPRIA).	61
FIGURA 68 – DIFERENÇAS ENTRE AS FLANGES DN15 E DN25 (AUTORIA PRÓPRIA).	62
FIGURA 69 – QUANTIDADE DE VÁLVULAS POR REPARAR EM SETEMBRO DE 2018.	63

FIGURA 70 - TEMPERATURAS SUPORTADAS POR CADA MODELO DE POSICIONADOR E SEU GRAU DE PROTECÇÃO. (FONTE: SAMSON)	64
FIGURA 71 - POSICIONADOR A OPERAR SEM TAMPA (À ESQUERDA) E A TEMPERATURA A QUE ESTÁ SUJEITO (À DIREITA), EM °C (AUTORIA PRÓPRIA).	64
FIGURA 72 - GUIA DE SPARES PARA VÁLVULAS PROPORCIONAIS. FONTE: SAMSON	65
FIGURA 73 - FERRAMENTAS NECESSÁRIAS À REPARAÇÃO DE UMA VÁLVULA PROPORCIONAL.	66
FIGURA 74 - MÁ LOCALIZAÇÃO DA MANGUEIRA DE FORNECIMENTO DE AR COMPRIMIDO.	66
FIGURA 75 - ÓLEO DETECTADO NO INTERIOR DE ALGUNS POSICIONADORES. FONTE: SAMSON	67
FIGURA 76 - UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR UTILIZADAS NAS PRENSAS DE VULCANIZAÇÃO (AUTORIA PRÓPRIA).	67
FIGURA 77 - FALTA DE MARCAÇÕES NO CHÃO.	68
FIGURA 78 - MAU ESTADO DAS BANCADAS DOS TÉCNICOS DE REPARAÇÕES (À ESQUERDA) E DESAPROVEITAMENTO DE ESPAÇO (À DIREITA).	68
FIGURA 79 - SEPARAÇÃO DE LIXO INCORRETA - LATAS DE SPRAY NO CONTENTOR DA SUCATA.	69
FIGURA 80 - VISÃO DO OBJETIVO A CUMPRIR.	69
FIGURA 81 - VÁLVULAS COMPLETAS E POSICIONADORES, NA PALETE DE MATERIAL REPARADO, PRONTOS PARA SEGUIR PARA ARMAZÉM.	71
FIGURA 82 - CONSUMO DE OBTURADORES E POSICIONADORES REPARADOS DO AMI EM 2018.	72
FIGURA 83 - TEMPERATURA A QUE OS COMPONENTES INTERNOS DE UM POSICIONADOR SEM TAMPA ESTÃO SUJEITOS, EM °C.	74
FIGURA 84 - DOCUMENTOS CRIADOS PARA A SENSIBILIZAÇÃO DOS TÉCNICOS.	74
FIGURA 85 - LISTA DE SPARES DO POSICIONADOR 3763 (PORÇÃO DO GUIA).	75
FIGURA 86 - PÁGINA INICIAL DA BASE DE DADOS DE REPARAÇÕES.	77
FIGURA 87 - POPUP DE INTRODUÇÃO DE NOVA REPARAÇÃO.	78
FIGURA 88 - ERRO POR FALTA DE PREENCHIMENTO DE DADOS.	79
FIGURA 89 - UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR COMPRIMIDO MBS6 EM FUNCIONAMENTO.	80
FIGURA 90 - MÓDULOS SELECIONADOS PARA INTEGRAR A UTA.	80
FIGURA 91 - VÁLVULA SELECIONADA NO CONFIGURADOR DA UTA MSB6. [43]	81
FIGURA 92 - FILTRO REGULADOR MS6-LFR, COM FILTRO DE 40 µM.	82
FIGURA 93 - MÓDULOS DE DISTRIBUIÇÃO MS6-FRM.	82
FIGURA 94 - FILTRO REGULADOR MS6-LFR, COM FILTRO DE 5 µM.	83
FIGURA 95 - UTA MONTADA NO SEU LOCAL FINAL.	84
FIGURA 96 - RENDERIZAÇÃO DO RESULTADO FINAL DESEJADO.	84
FIGURA 97 - BLOCO DISTRIBUIDOR FR-8-1/4. FONTE: FESTO	85
FIGURA 98 - BUJÕES B-1/4, DA FESTO. FONTE: FESTO	85
FIGURA 99 - BLOCOS DISTRIBUIDORES DEPOIS DE MONTADOS.	86
FIGURA 100 - FUGA MÁXIMA ADMISSÍVEL POR KVS E PRESSÃO DE TESTE. FONTE: SAMSON	87
FIGURA 101 - DIMENSÕES DAS FLANGES FABRICADAS PARA O TESTE. [44]	87
FIGURA 102 - FLANGES FABRICADAS PARA REALIZAR O TESTE DE FUGA.	88
FIGURA 103 - QUADRO COM CAUDALÍMETROS CEDIDO PELA FESTO.	88
FIGURA 104 - TESTE EXPERIMENTAL COM AS FLANGES FABRICADAS E OS CAUDALÍMETROS FORNECIDOS.	89
FIGURA 105 - EXEMPLO DE UM ROTÂMETRO. FONTE: KYTOLA	90

FIGURA 106 - MODO DE FUNCIONAMENTO DE UM ROTÂMETRO. ADAPTADO DE: ALICAT	90
FIGURA 107 - VALOR DE FUGA MÁXIMO QUE PODE SER OBTIDO EM QUALQUER CONDIÇÃO DE TESTE. AUTORIA PRÓPRIA.	91
FIGURA 108 – ROTÂMETROS SELECIONADOS DA SÉRIE E DA KYTOLA.	91
FIGURA 109 – IMAGEM ILUSTRATIVA DE UM TORNO DE BANCADA. FONTE: KAISERKRAFT.	92
FIGURA 110 - EXEMPLO DE CONJUNTO DE FUSO/PORCA DE ESFERAS CONSTRUÍDO PELA BOSCH-REXROTH. FONTE: BOSCH-REXROTH.	93
FIGURA 111 - RASGO PARA CHAVETA PRESENTE NO FUSO ESCOLHIDO.	93
FIGURA 112 - FORMA DO MANÍPULO.	94
FIGURA 113 - PREVENÇÃO CONTRA A ROTAÇÃO ENTRE OS DOIS ELEMENTOS (À ESQUERDA) E PREVENÇÃO CONTRA O MOVIMENTO LINEAR ENTRE OS MESMOS (À DIREITA).	94
FIGURA 114 - ACOPLAMENTO FINAL ENTRE O MANÍPULO E O FUSO.	95
FIGURA 115 – ESTRUTURA IDEALIZADA PARA O EQUIPAMENTO.	95
FIGURA 116 - IMAGEM DA ESTRUTURA COM OS ELEMENTOS ANTERIORMENTE REFERIDOS JÁ MONTADOS.	96
FIGURA 117 - SOLUÇÃO APLICADA PARA APENAS CONFERIR MOVIMENTO LINEAR À FLANGE MÓVEL.	97
FIGURA 118 - LIGAÇÃO POR MEIO DE PARAFUSO COM ANILHA ENTRE O ROLAMENTO DA CHUMACEIRA E O FUSO.	98
FIGURA 119 - DESENHO FINAL DO EQUIPAMENTO DE TESTE DE VÁLVULAS PROPORCIONAIS.	98
FIGURA 120 - SUPORTE CRIADO PARA SUPORTAR OS ROTÂMETROS.	98
FIGURA 121 – EQUIPAMENTO DE TESTE JÁ FABRICADO – VISTA Nº1.	99
FIGURA 122 - EQUIPAMENTO DE TESTE JÁ FABRICADO – VISTA Nº2.	99
FIGURA 123 - EQUIPAMENTO DE TESTE JÁ FABRICADO – VISTA Nº3.	100
FIGURA 124 - EQUIPAMENTO DE TESTE JÁ FABRICADO – VISTA Nº4.	100
FIGURA 125 - TIPOS DE REPARAÇÃO EFETUADOS.	101
FIGURA 126 - TIPOS DE AVARIAS REGISTRADAS.	102
FIGURA 127 - VÁLVULA A SER COLOCADA NO EQUIPAMENTO PARA A REALIZAÇÃO DO TESTE DE FUGA.	102
FIGURA 128 - VÁLVULA POR REPARAR COM CONJUNTO DE SEDE E OBTURADOR EM BOM ESTADO (FUGA DENTRO DOS LIMITES ESTIPULADOS).	103
FIGURA 129 - VÁLVULA REPARADA COM EXCESSO DE FUGA - Nº2.	104
FIGURA 130 - VÁLVULA REPARADA COM EXCESSO DE FUGA - Nº1.	104
FIGURA 131 - ESTADO DAS BANCADAS APÓS A PINTURA.	105
FIGURA 132 - ESTANTE DE ARRUMAÇÃO DAS MALAS DE FERRAMENTAS.	107
FIGURA 133 - MANGUEIRAS HIDRÁULICAS ESPALHADAS PELA OFICINA.	107
FIGURA 134 - SOLUÇÃO DE ARRUMAÇÃO DE MANGUEIRAS HIDRÁULICAS JÁ INSTALADO.	109
FIGURA 135 - LATAS DE SPRAY COLOCADAS NO CONTENTOR DA SUCATA.	109
FIGURA 136 - CESTO PARA AS LATAS DE SPRAY APÓS INSTALAÇÃO.	110
FIGURA 137 - REDUÇÃO DE MOBILIDADE CAUSADA PELOS TRICICLOS.	111
FIGURA 138 - ZONA CRIADA PARA ARMAZENAR TRICICLOS.	112
FIGURA 139 - ZONA DOS CONTENTORES DE RECICLAGEM ANTES DA PINTURA (À ESQUERDA) E APÓS A MESMA (À DIREITA).	112

FIGURA 140 - ZONA DO CONTENTOR DA SUCATA ANTES DA DEMARCAÇÃO (À ESQUERDA) E APÓS A MESMA (À DIREITA).	113
FIGURA 141 - DEFINIÇÃO DA ZONA PARA COLOCAÇÃO DA VASSOURA E APANHADOR.	113
FIGURA 142 - RESULTADOS DAS AUDITORIAS INTERNAS À OFICINA EM 2018.	114

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - METODOLOGIA UTILIZADA PARA A MELHORIA DA FIABILIDADE E MANUTENÇÃO DAS VÁLVULAS PROPORCIONAIS.	4
TABELA 2 - METODOLOGIA UTILIZADA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NA OFICINA DE REPARAÇÕES.	5
TABELA 3 - NÚMERO DE AUTOMÓVEIS PRODUZIDOS EM PORTUGAL, ADAPTADO DE [6][7].	11
TABELA 4 - PRINCIPAIS PRODUTOS DESENVOLVIDOS POR CADA DIVISÃO DO GRUPO CONTINENTAL.	14
TABELA 5 - TIPOS DE BORRACHA UTILIZADA NUM PNEU. FONTE: BRIDGESTONE.	25
TABELA 6 - OUTROS QUÍMICOS MISTURADOS COM A BORRACHA. FONTE: BRIDGESTONE.	25
TABELA 7 - OUTROS MATERIAIS UTILIZADOS NO PNEU. FONTE: BRIDGESTONE.	26
TABELA 8 - CAMADAS DO PNEU E SEUS MATERIAIS. ADAPTADO DE [26].	27
TABELA 9 - DESCRIÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NO PNEU [27].	30
TABELA 10 - COMPONENTES PRODUZIDOS EM CADA ÁREA DO DP2.	32
TABELA 11 - ETAPAS DA VULCANIZAÇÃO DE UM PNEU. ADAPTADO DE CONTINENTAL TIRES.	39
TABELA 12 - FUGAS MÁXIMAS DEFINIDAS PELA NORMA ANSI FCI 70-2 [36].	42
TABELA 13 - FUGA MÁXIMA PERMITIDA PARA CLASSE VI [36].	43
TABELA 14 - NÚMERO DE REPARAÇÕES INTERNAS, POR EQUIPAMENTO, EM 2018.	72
TABELA 15 - TEMPO DE REPARAÇÃO POR EQUIPAMENTO E CUSTO DA MÃO-DE-OBRA.	72
TABELA 16 - CUSTOS TOTAIS DE REPARAÇÃO DE VÁLVULAS COMPLETAS E POSICIONADORES, EM 2018.	73
TABELA 17 - RESTANTE MATERIAL UTILIZADO PARA A INSTALAÇÃO DOS BLOCOS DISTRIBUIDORES.	85
TABELA 18 - ESPECIFICAÇÕES DA ESTANTE PARA ARRUMAÇÃO DAS MALAS DE FERRAMENTAS.	106
TABELA 19 - MANGUEIRAS HIDRÁULICAS UTILIZADAS NA OFICINA.	108
TABELA 20 - ESPECIFICAÇÕES DO ARMÁRIO DE ARRUMAÇÃO DE MANGUEIRAS HIDRÁULICAS.	108
TABELA 21 - ESPECIFICAÇÕES DO CESTO PARA LATAS DE <i>SPRAY</i> .	110

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Metodologia utilizada	4
1.4	Estrutura da Dissertação	5
1.5	Empresa de acolhimento	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	Indústria automóvel	9
2.1.1	Indústria Automóvel em Portugal	11
2.2	Empresa acolhedora do estágio	12
2.2.1	Grupo Continental	12
2.2.2	Análise SWOT da divisão de pneus da Continental	16
2.2.3	Continental em Portugal	18
2.3	História do pneu	19
2.4	Tipos de pneus	22
2.4.1	Pneu radial e pneu <i>bias</i>	22
2.4.2	Pneu com câmara de ar e pneu <i>tubeless</i>	23
2.5	Constituição do pneu	24
2.5.1	Materiais utilizados	24
2.5.2	Camadas do pneu	26
2.5.3	Leitura das informações presentes no pneu	29
2.6	Processo de fabrico do pneu	31
2.7	Processo de vulcanização	36
2.8	Prensas de vulcanização	37
2.9	Válvulas proporcionais	40
2.9.1	Introdução às válvulas proporcionais	40
2.9.2	Tipos de válvulas proporcionais	43
2.9.3	Funcionamento de uma válvula proporcional	46

2.10	Metodologia 5S	50
3	DESENVOLVIMENTO	55
3.1	Caracterização da zona de vulcanização	55
3.2	Caracterização das válvulas proporcionais existentes	56
3.3	Situação inicial – válvulas proporcionais	62
3.4	Situação inicial – oficina de reparações	68
3.5	Visão	69
3.6	Projeto de melhoria – Válvulas proporcionais	70
3.6.1	Estudo de reparações internas vs externas	70
3.6.2	Sensibilização dos técnicos para falhas na manutenção	73
3.6.3	Criação de um guia rápido de substituição	75
3.6.4	Criação de uma base de dados de reparações	76
3.6.5	Instalação de uma unidade de tratamento de ar na oficina de reparações	79
3.6.6	Desenvolvimento e implementação de um equipamento de teste de válvulas proporcionais	86
3.6.7	Resultados obtidos	101
3.6.7.1	Base de dados de reparações	101
3.6.7.2	Equipamento de teste de fugas	102
3.7	Projeto de melhoria – Oficina da Engenharia 5	105
3.7.1	Pintura das bancadas de trabalho	105
3.7.2	Estante para arrumação de malas de ferramentas	106
3.7.3	Solução de arrumação de mangueiras hidráulicas	107
3.7.4	Cesto de separação de latas de <i>spray</i>	109
3.7.5	Outras melhorias	111
3.7.5.1	Zona de triciclos	111
3.7.5.2	Pintura da zona de reciclagem	112
3.7.5.3	Outras demarcações	113
3.7.6	Resultados obtidos	113
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	117
4.1	CONCLUSÕES	117
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	118
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	121

6	ANEXOS	127
6.1	ANEXO 1 – Documentos de sensibilização dos técnicos de manutenção.....	127
6.2	Anexo 2 – Guia de <i>Spares</i>	129
6.3	Anexo 3 – Desenho do suporte dos blocos de distribuição	135
6.4	Anexo 4 - Desenhos equipamento de teste de estanquicidade	136
6.5	Anexo 5 - Desenho da estante de arrumação de malas de ferramentas.....	144
6.6	Anexo 6 - Desenho do armário de arrumação de mangueiras hidráulicas.....	145
6.7	Anexo 7 - Desenho da cesta para latas de <i>spray</i>	146

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objectivos

1.3 Metodologia utilizada

1.4 Estrutura da dissertação

1.5 Empresa de acolhimento

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A crescente competitividade na indústria da produção de pneus para o ramo automóvel, leva as empresas que se dedicam à produção dos mesmos a uma busca incessante pela máxima eficiência dos seus equipamentos, tentando ao máximo diminuir os *downtimes* para assim satisfazer as necessidades de produção estipuladas.

As válvulas proporcionais, tema central desta dissertação, são equipamentos cruciais no controlo da entrada de vapor nas prensas de vulcanização, o que significa que quando estas não operam corretamente, o processo de vulcanização não vai ser realizado conforme desejado, o que leva à produção de *scraps* e à consequente paragem da máquina para substituição da válvula em questão.

Para mitigar este problema, foram introduzidas melhorias ao nível das reparações internas das válvulas, entre as quais: criação de um guia de reparação para as válvulas *SAMSON*, atualização de códigos internos de componentes e gestão da quantidade de *stocks* no *software SAP*, criação de ferramentas para registo de reparações, melhoramento do fluxo das reparações, implementação de uma unidade de tratamento de ar na oficina da Engenharia 5, entre outros.

Foram também realizadas alterações na oficina com o intuito de melhorar as condições de trabalho dos colaboradores, implementando metodologias *Lean*, nomeadamente os 5'S.

1.2 Objetivos

Este projeto teve como principal foco a implementação de melhorias na fiabilidade e manutenção de válvulas proporcionais. Ao implementar melhorias neste campo será possível poupar dinheiro em reparações desnecessárias e aumentar a produtividade.

Para além do foco nas válvulas proporcionais, parte do projeto será também dedicado à melhoria das condições da oficina de trabalho dos técnicos de manutenção, algo que trará um maior nível de satisfação aos mesmo e, em retorno, aumentará a qualidade do seu trabalho.

1.3 Metodologia utilizada

Dado que o projeto incidiu em duas problemáticas distintas, uma diretamente relacionada com a fiabilidade e manutenção das válvulas proporcionais e a outra orientada para a organização da oficina de reparações da Engenharia 5, as etapas de elaboração do trabalho apresentadas estarão separadas por tópicos. Na Tabela 1 é possível observar a metodologia utilizada para as melhorias aplicadas no campo das válvulas proporcionais, enquanto que na Tabela 2 demonstram-se as etapas da metodologia utilizada para as melhorias diretamente relacionadas com a oficina de reparações.

Tabela 1 - Metodologia utilizada para a melhoria da fiabilidade e manutenção das válvulas proporcionais.

<i>Etapas</i>	<i>Descrição</i>
1	Introdução e estudo teórico acerca das válvulas proporcionais: modo de funcionamento e seus constituintes.
2	Avaliação das condições atuais da oficina para a reparação das válvulas proporcionais.
3	Análise dos problemas de manutenção já reportados pelo fabricante das válvulas proporcionais.
4	Apresentação de melhorias de carácter urgente a introduzir.
5	Estudo dos códigos de <i>spares</i> a adicionar/alterar/eliminar no software de gestão SAP.
6	Criação de um vídeo introdutório para a reparação de válvulas proporcionais, com uma substituição típica de componentes.
7	Levantamento fotográfico de todos os componentes presentes no AMI e elaboração de um guia de substituição para válvulas proporcionais SAMSON.
8	Criação de uma base de dados de reparações das válvulas proporcionais SAMSON.
9	Conceção de uma UTA para realização de reparações com ar comprimido devidamente limpo.
10	Estudo sobre as poupanças monetárias associadas à reparação interna de válvulas proporcionais.
11	Conceção de um equipamento de teste de estanquicidade de válvulas proporcionais.
12	Análise acerca falta de qualidade do ar comprimido fornecido às prensas – melhorias que deverão ser implementadas no futuro.
13	Avaliação de resultados e considerações finais.

Tabela 2 - Metodologia utilizada para a implementação de melhorias na oficina de reparações.

<i>Etapa</i>	<i>Descrição</i>
1	Avaliação das condições atuais da oficina de reparações.
2	Criação de uma estante de arrumação para as malas de ferramentas dos colaboradores.
3	Análise e implementação de um novo <i>layout</i> para a oficina de reparações.
4	Introdução de metodologias <i>Lean</i> para uma melhor organização da oficina de reparações.
5	Participação nas auditorias internas mensais à oficina de reparações de forma a obter <i>feedback</i> acerca das melhorias implementadas e obter novas sugestões de melhoria.
6	Avaliação dos resultados.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está subdividida em sete capítulos, sendo estes os seguintes:

No primeiro capítulo, “Introdução”, é feita uma apresentação do tema sobre o qual irá ser realizado o trabalho, bem como os objetivos finais a serem cumpridos. Por fim, é feito um resumo da metodologia utilizada para resolver o problema em mãos.

O segundo capítulo, “Enquadramento Teórico”, apresenta a empresa no contexto nacional e internacional, sendo também feita também uma referência à indústria automóvel global e a sua direta relação com a indústria de pneus. São também introduzidos todos os conceitos teóricos que fundamentam as tomadas de decisão e melhorias implementadas.

De seguida, no terceiro capítulo, são apresentadas as melhorias efetuadas ao longo do tempo de estágio na empresa, mostrando de que forma foram idealizadas e quais os resultados obtidos com as mesmas.

O quarto capítulo tem como objetivo fazer uma conclusão acerca do trabalho realizado, revelando se a problemática foi totalmente solucionada ou se ainda existem sugestões para trabalhos a realizar no futuro.

Os últimos dois capítulos, “Bibliografia” e “Anexos”, apresentam todas as referências em que foram baseados os estudos para a elaboração do trabalho.

1.5 Empresa de acolhimento

A empresa acolhedora deste estágio foi a Continental Mabor, situada em Lousado, concelho de Famalicão. O período de estágio foi de seis meses, desde Setembro de 2018 até Março de 2019, e contou com a orientação da Professora Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Indústria automóvel
- 2.2 Empresa acolhedora do estágio
 - 2.3 História do pneu
 - 2.4 Tipos de pneus
 - 2.5 Constituição do pneu
- 2.6 Processo de fabrico do pneu
 - 2.7 Processo de vulcanização
 - 2.8 Prensas de vulcanização
 - 2.9 Válvulas proporcionais
 - 2.10 Metodologia 5S

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria automóvel

Impulsionada pela invenção do motor a combustão interna nos finais do século XIX [1], a indústria automóvel teve um ritmo de crescimento vagaroso nas primeiras décadas, devido ao facto dos automóveis serem inteiramente construídos à mão e, portanto, inacessíveis à classe trabalhadora devido aos seus altos preços de retalho.

Com a introdução da linha de montagem na indústria automóvel, ideia implementada por Henry Ford em 1913, após verificar como se desmantelava e embalava a carne para consumo humano [2], os tempos de produção foram reduzidos drasticamente, aumentando o número de unidades produzidas e reduzindo o preço final.

O automóvel tornou-se assim um produto produzido em massa e acessível à classe trabalhadora.

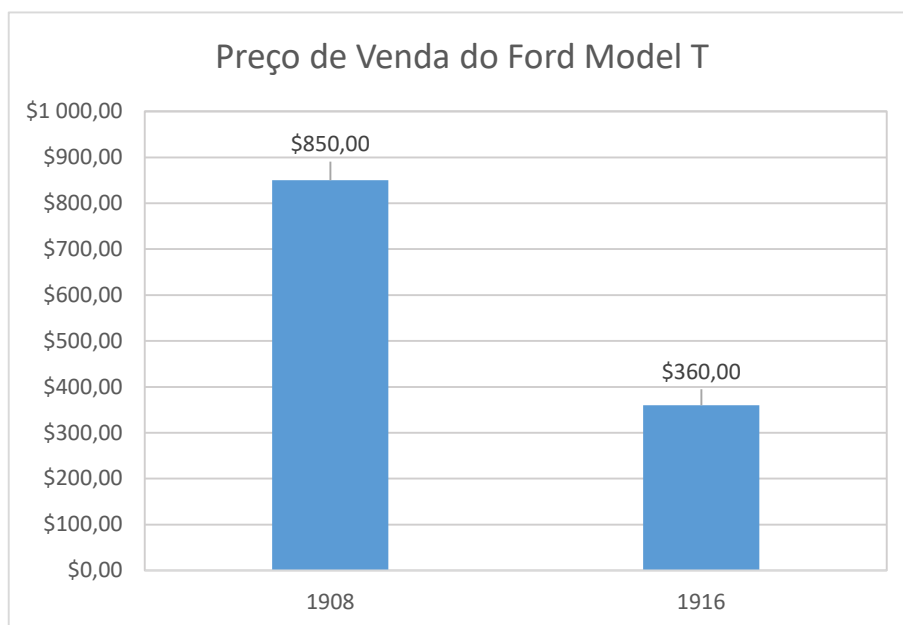


Figura 1 - Redução do preço do Ford Model T após introdução da linha de montagem [3].

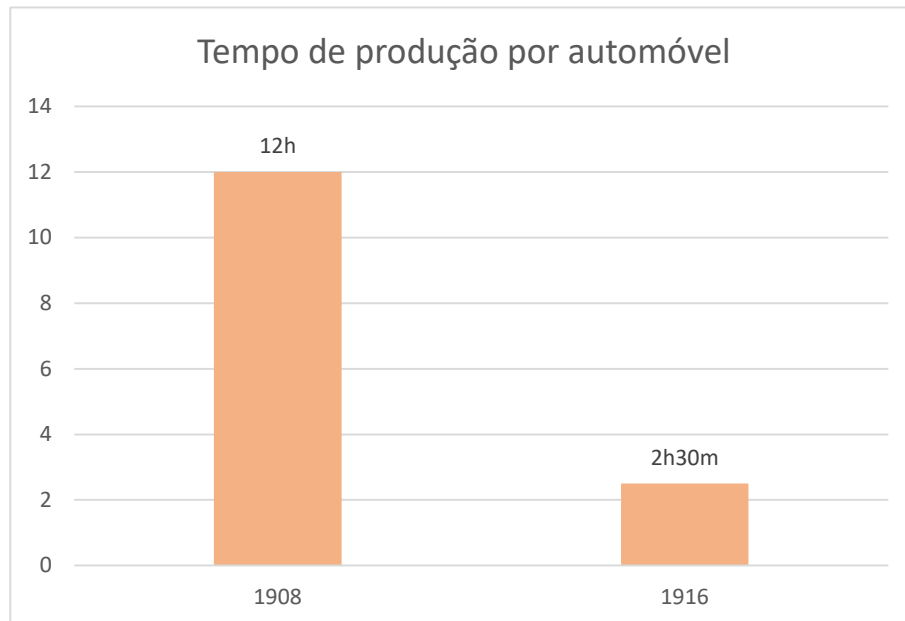


Figura 2 - Redução no tempo necessário para a produção do Ford Model T [4].

Ao observar o sucesso atingido pela *Ford Motor Company* com a implementação da linha de montagem nas suas fábricas, mais empresas seguiram o exemplo e começaram a fabricar automóveis em massa. A partir daí, e até aos dias de hoje, a indústria automóvel tem crescido incessantemente e sem perspectivas de estagnação, tendo-se vindo a revelar uma grande fonte de receita não só para os grandes fabricantes automóveis, como também para as empresas subcontratadas para fazer componentes para os mesmos.

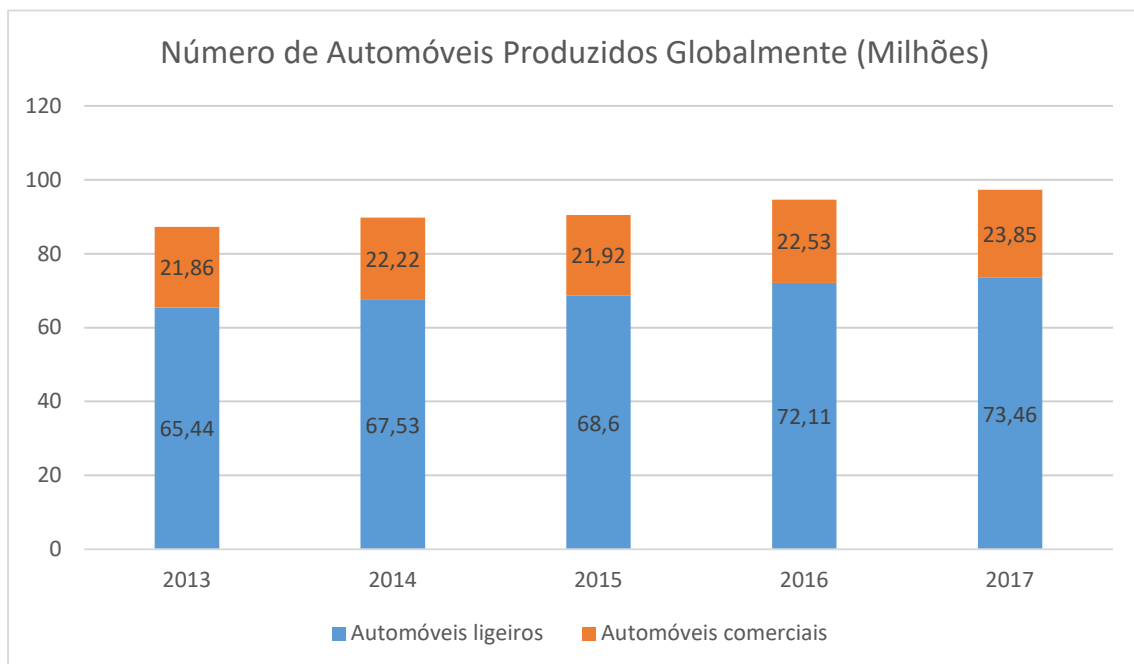


Figura 3 - Número de automóveis produzidos anualmente em milhões, adaptado de [5].

2.1.1 Indústria Automóvel em Portugal

Apesar dos dados da *OICA (International Organization of Motor Vehicle Manufacturers)* sugerirem que em 1999 eram produzidos mais veículos automóveis em Portugal do que em 2017 [6][7], é inegável o facto de que este mercado está novamente a ganhar força no nosso país, trazendo investimento para a nossa indústria e criando empregos para milhares de portugueses.

Tabela 3 - Número de automóveis produzidos em Portugal, adaptado de [6][7].

Ano	Número de automóveis produzidos
1999	252.290
2017	175.544

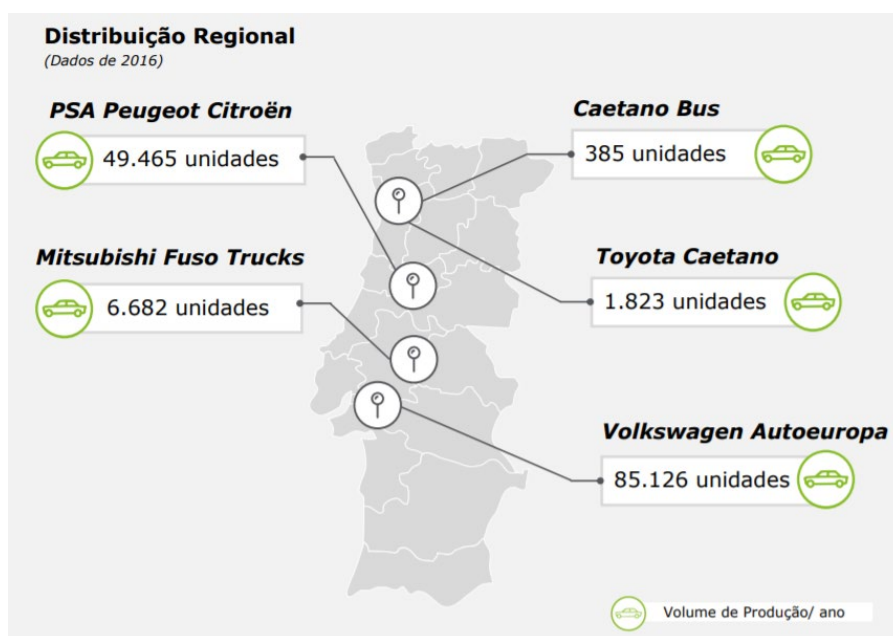


Figura 4 - Principais fabricantes automóveis em Portugal [8],

Segundo um estudo levado a cabo em 2016 pela *Deloitte* em Portugal [8], as três principais indústrias responsáveis pelo total do volume de negócios de fornecedores e acessórios para a indústria automóvel são:

- Componentes elétricos, eletrónicos e de automação – 28%;
- Chassis – 12%;
- Pneus – 9%.

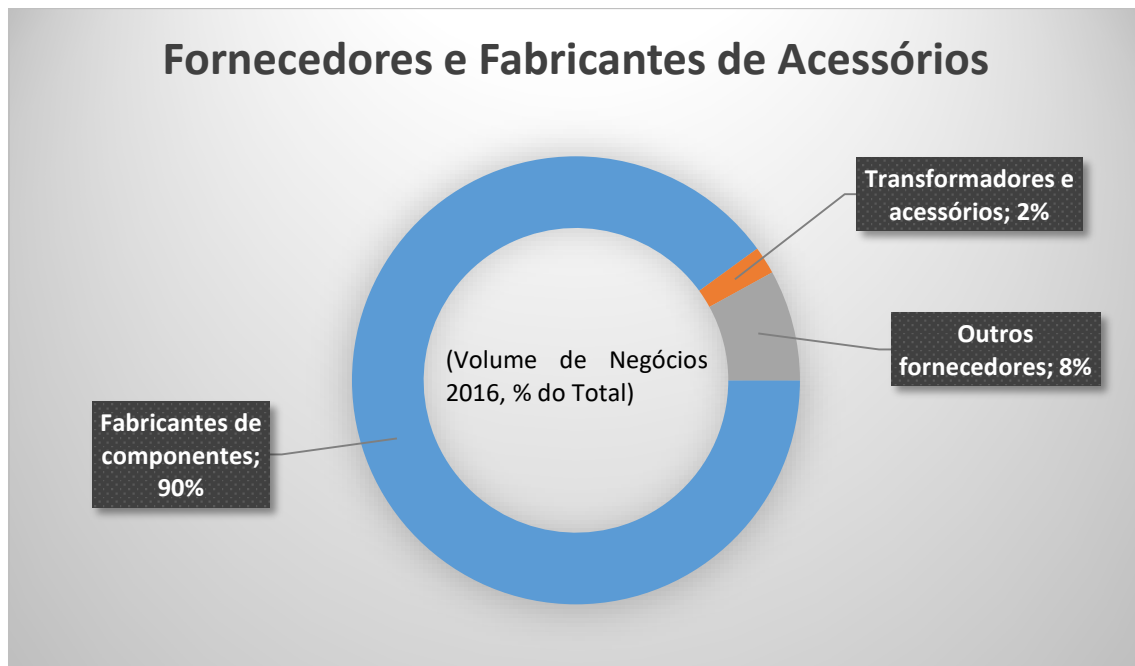


Figura 5 - Principais fornecedores e fabricantes de acessórios para a indústria automóvel em Portugal, adaptado de [8].

O impacto direto do *cluster* da indústria automóvel em Portugal, representado por mais de 900 empresas, é particularmente sentido quando se avaliam as estatísticas a ele associadas.

Atualmente, este mercado cria emprego direto para 124 000 Portugueses e é fonte de 21,6% do total de receitas fiscais em Portugal. O setor automóvel é também responsável por 11% do total das exportações do país e dos 175.544 veículos fabricados em 2017, 96% foram exportados [9].

2.2 Empresa acolhedora do estágio

2.2.1 Grupo Continental

A Continental foi fundada em Hannover no ano de 1871 e, inicialmente, produzia produtos suaves de borracha, tecidos emborrachados e pneus maciços para carruagens e bicicletas [10].

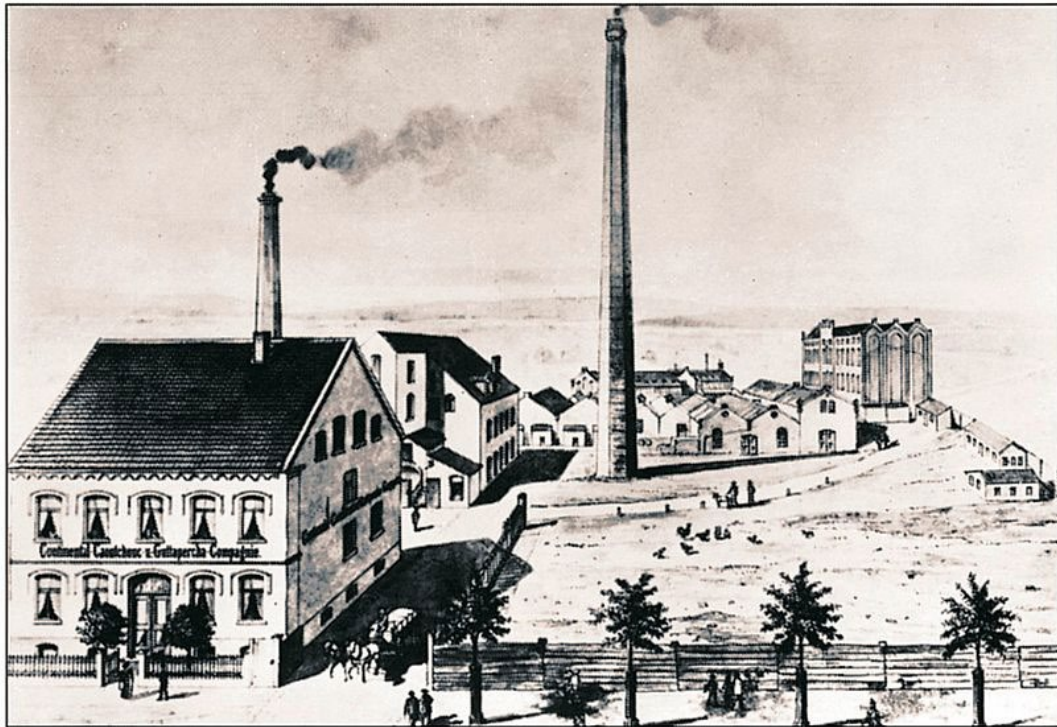


Figura 6 - Primeira fábrica da Continental em Hannover [11].

A Continental foi, desde cedo, grande impulsionadora de projetos inovadores e que mudaram o rumo da história, entre os quais:

- O primeiro dirigível alemão, LZ 1, utilizou material da Continental para selar os recipientes de gás;
- Em 1904 a Continental apresentou o primeiro pneu automóvel com piso padronizado;
- Louis Blériot, aviador francês, efetua a primeira travessia aérea do canal da Mancha num avião cuja fuselagem e asas são revestidas com material da marca Continental;
- Em 1908 a Continental inventou a jante amovível para automóveis, cuja invenção foi importantíssima na poupança de tempo e esforço na troca de pneus;
- A Continental foi a primeira empresa a desenvolver amortecedores pneumáticos para camiões e autocarros.

Atualmente, o grupo Continental emprega mais de 230.000 colaboradores em todo o mundo [12] e está dividido em cinco divisões, sendo estas:

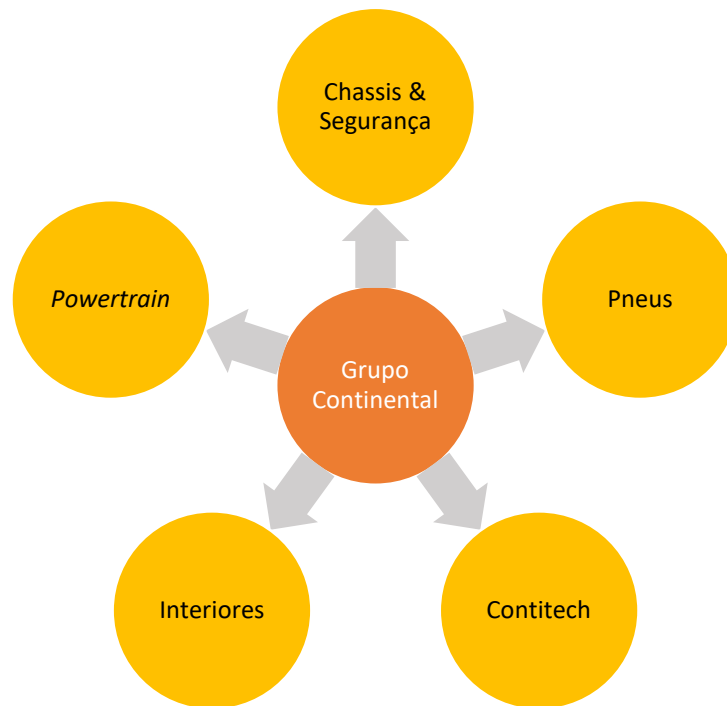


Figura 7 - Divisões do grupo Continental [10].

Cada uma destas divisões é “independente” e produz artigos diferentes mas sempre relacionados com a indústria automóvel. Os principais produtos desenvolvidos por cada uma delas são:

Tabela 4 - Principais produtos desenvolvidos por cada divisão do grupo Continental.

Divisões	Produtos desenvolvidos
Chassis & Segurança	Tecnologias modernas para a segurança ativa e passiva de dinâmica do veículo.
<i>Powertrain</i>	Soluções de sistemas inovadores e eficientes para o <i>powertrain</i> do presente e do futuro, para os veículos de todas as categorias.
Pneus	Produce pneus para todos os tipos de veículos, desde ligeiros de passageiros até pesados de mercadorias, autocarros, bicicletas e motos.
Interiores	Combina todas as atividades relacionadas com a apresentação e gestão de informações do veículo.
Contitech	Desenvolve e produz peças funcionais, componentes e sistemas para a indústria automóvel e para outras indústrias-chave.

Ao analisar o relatório financeiro de 31 de Março de 2017, cujos dados apresentados são relativos ao período entre 1 de Janeiro e 31 de Março de 2017, do grupo Continental AG, é possível constatar que atualmente existem quatro divisões com valores de vendas semelhantes, no entanto, a divisão de pneus é a que tem o *EBIDTA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization)* superior, revelando-se uma divisão fundamental para o bom funcionamento do grupo [13].

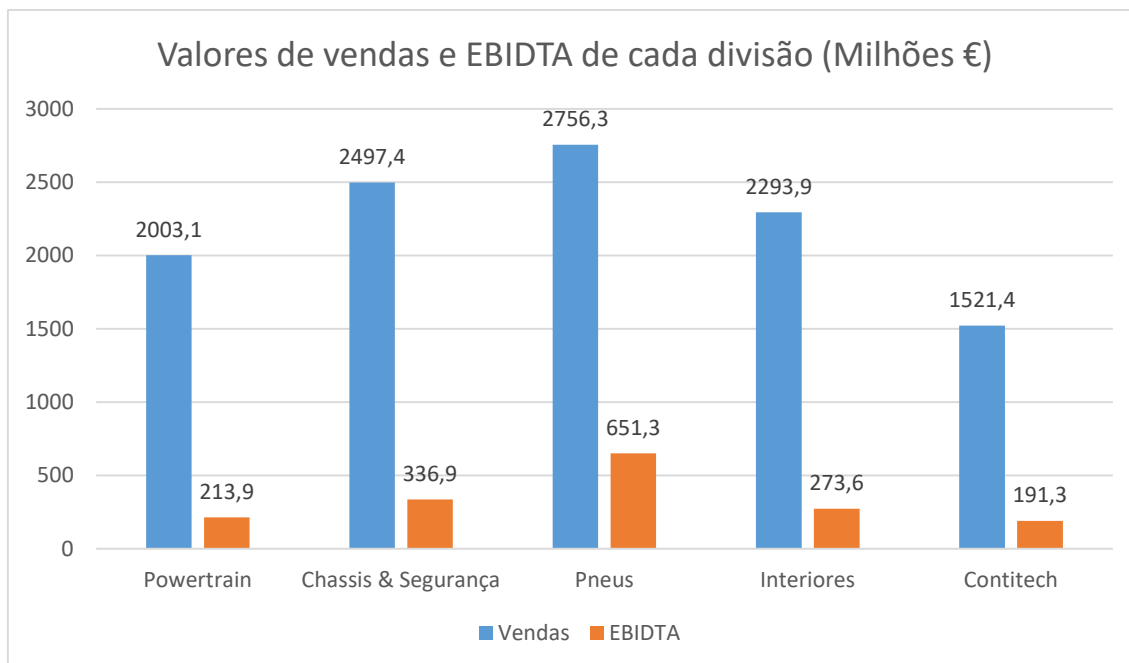


Figura 8 - Valores de Vendas e EBIDTA de cada divisão do grupo Continental.

Se nos concentrarmos na divisão de pneus do grupo, divisão essa em que foi realizado este estágio, podemos verificar que existem atualmente 21 fábricas espalhadas pelo mundo, sendo que a maioria se encontra na Europa e nas Américas.

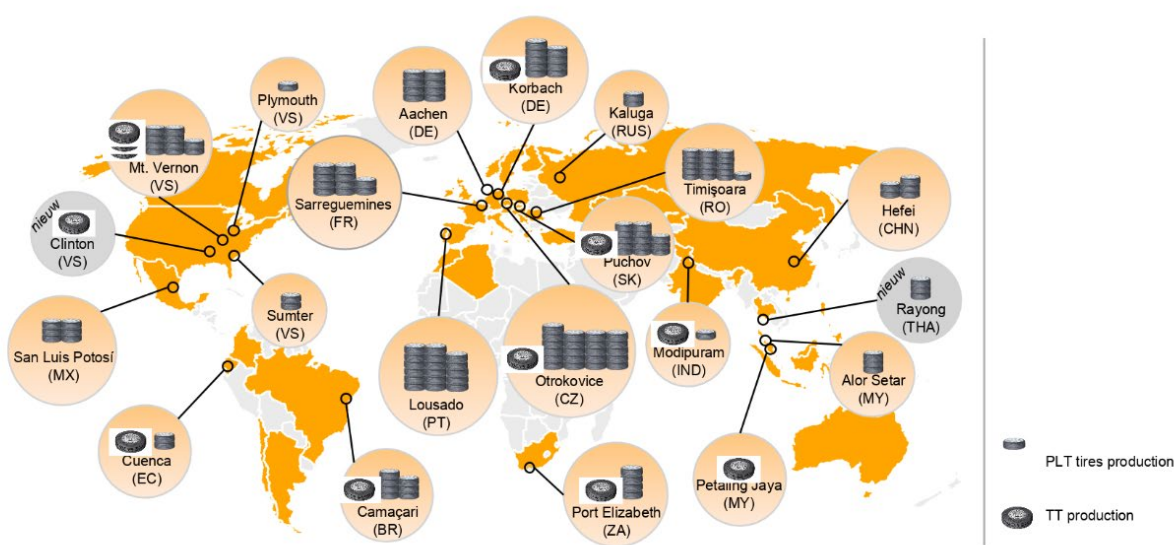


Figura 9 - Fábricas produtoras de pneus do grupo Continental.

2.2.2 Análise SWOT da divisão de pneus da Continental

Segundo Gürel, Emet (2017), a análise *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*), é uma ferramenta utilizada para o planeamento e gestão estratégicos de organizações e pode ser utilizada de forma eficiente para construir uma estratégia organizacional e competitiva.

De certa forma, as empresas pertencem a dois ambientes, o ambiente interno, relativo ao que se passa dentro da organização, e o ambiente externo, que engloba as relações com as outras organizações e com o mercado.

A análise SWOT engloba estas duas vertentes, criando assim uma “simples mas poderosa ferramenta para medir as capacidades e deficiências dos recursos de uma organização, as suas oportunidades de mercado e as ameaças externas ao seu futuro” (Thompson *et al.*, 2007).

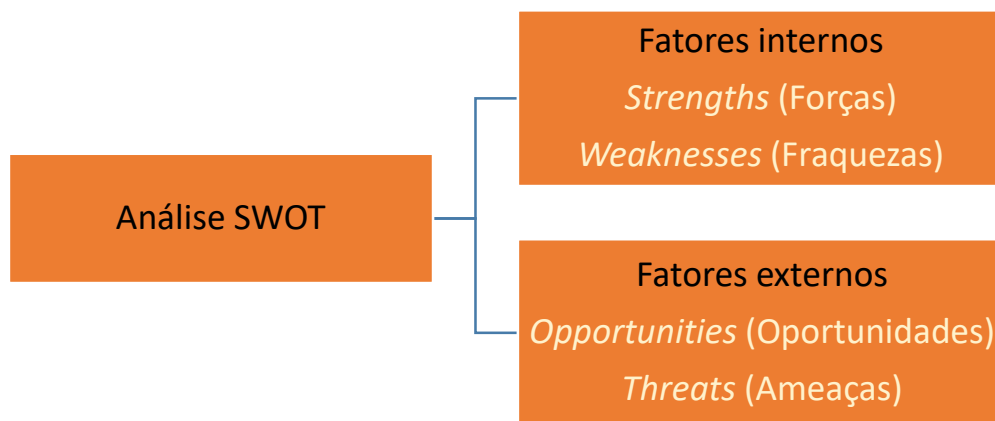


Figura 10 - Componentes da análise SWOT.

Conforme Gürel, Emet (2017) revela, os quatro componentes da análise *SWOT* podem ser descritos como:

- Forças da organização – Características que conferem vantagem sobre os concorrentes na indústria;
- Fraquezas da organização – Características que colocam a organização em desvantagem face à concorrência;
- Oportunidades de mercado – Elementos externos do mercado que dão benefícios à organização;
- Ameaças do mercado – Elementos externos do mercado que podem causar problemas à organização.

Strengths / Forças

- É uma empresa com mais de 140 anos, estabelecida e reconhecida no mundo inteiro;
- Leque abrangente de produtos - a empresa possui produtos capazes de satisfazer todos os tipos de necessidades;
- Cultura corporativa - a empresa confia totalmente nos seus colaboradores, desde a gestão de topo até à base da pirâmide hierárquica, dando oportunidades de crescimento e evolução em todas as carreiras;
- Possui um Free Cash Flow elevado, o que permite à empresa abraçar novos projetos e expandir para novas áreas de negócio.

Weaknesses / Fraquezas

- Elevados custos de produção - dado o facto de que a maioria da produção é efetuada na Europa e na América, em países "desenvolvidos", os custos de produção são relativamente elevados;
- Margens de lucro baixas - consequência do facto dos custos de produção serem elevados e a exigência de um preço de venda competitivo, as margens de lucro são reduzidas;
- Pouca visibilidade na Índia e em outros países emergentes;
- Ter de lidar com a crise financeira que afeta os principais mercados-alvo: EUA, Europa e Japão.

Opportunities / Oportunidades

- Grande potencial de crescimento na Índia - a Índia é o 2º país mais populoso do mundo, com um crescimento de população situado nos 35% entre 2000 e 2018 [14], revelando-se um excelente mercado para investir;
- Investir no mercado dos pneus amigos do ambiente - com a crescente preocupação dos consumidores para com o ambiente, a Continental tem no mercado dos pneus *eco-friendly* uma boa oportunidade de investimento;

Threats / Ameaças

- Forte competição por parte de outros fabricantes de pneus, tanto internacionalmente como nacionalmente;
- Custos de matéria-prima inconstantes - o custo da matéria-prima necessária para o fabrico de pneus está diretamente relacionado com o preço do petróleo, o que leva a que os custos de produção sejam instáveis;
- Adesão cada vez maior aos transportes públicos pela população.

Figura 11 - Análise SWOT da divisão de pneus do grupo Continental. Adaptado de [15] e [16].

2.2.3 Continental em Portugal

A Continental está presente em Portugal através da fábrica de Lousado, Famalicão, onde se dedica à produção de pneus e em Palmela, onde faz a montagem dos pneus nas jantes dos carros produzidos pela Volkswagen Autoeuropa.

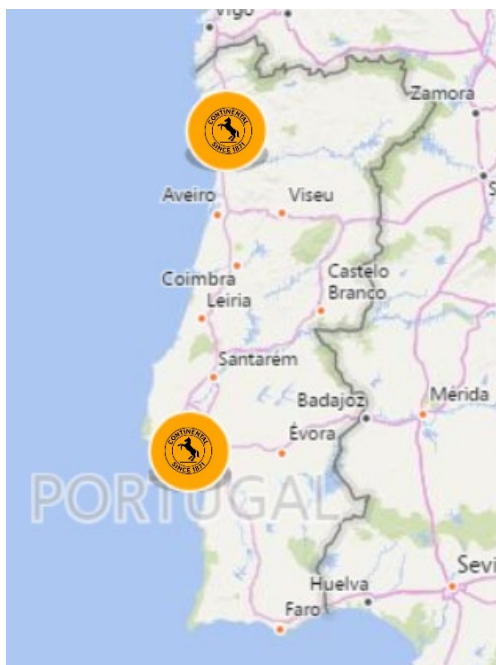


Figura 12 - Instalações da Continental em Portugal [17].

A presença, dedicada à produção de pneus, da Continental em Portugal surge em 1989. Apesar da fábrica de Lousado já existir e produzir pneus desde os anos 40 sob a marca Mabor, foi em 1989, com o surgimento da Autoeuropa em Portugal e com a exigência do Estado Português para que fossem incorporados componentes feitos no país que a Continental, que já era acionista da Mabor, viu uma oportunidade de investimento.

“Estávamos em 1990 e a Continental Mabor torna-se uma realidade.”, com a Continental a deter 60% do capital e os restantes 40% a pertencerem à Mabor. “Depois, demorou apenas três anos para que a multinacional alemã se tornasse o único acionista da fábrica nortenha.” [16].

Atualmente, em Lousado, são produzidos pneus para veículos ligeiros de passageiros, pequenos comerciais e também veículos agrícolas. A produção está fixada no 18 milhões de pneus por ano e sem previsão de abrandamento, mesmo sem descurar a qualidade e eficiência. A fábrica da Continental em Lousado já foi considerada mais do que uma vez a melhor do grupo em termos de qualidade do produto produzido [18].



Figura 13 - Fábrica da Mabor no séc. XX (à esquerda) e fábrica da Continental Mabor na atualidade. Fonte: Flickr

De momento, são produzidos mais de 200 artigos diferentes por dia, o que também a torna a mais complexa do grupo [18].

2.3 História do pneu

O pneu é o componente que faz a ligação entre o veículo e a estrada, garantindo assim que o mesmo terá a capacidade de acelerar, travar e curvar em segurança. Tudo isto é possível graças ao atrito produzido pelo pneu em contacto com o solo, que terá de ser suficientemente elevado para permitir que os ocupantes do veículo se desloquem em segurança, mas sem comprometer seriamente o desempenho do mesmo.

A habilidade de que o pneu confere ao veículo de acelerar, curvar e travar em segurança, ajuda também, em conjunto com as suspensões do mesmo, a amortecer as irregularidades presentes no piso que percorre.

Por estes dois motivos, o material principal utilizado para a construção dos pneus, há mais de um século, é a borracha, cujo atrito que produz em contacto com diferentes tipos de piso é o requerido para veículos com as mais diversas finalidades e a sua maleabilidade e capacidade de amortecimento conferem o conforto desejado.



Figura 14 - Diversidade de veículos em que se utilizam pneus.

A utilização da borracha como a conhecemos nos dias de hoje deveu-se a Charles Goodyear, inventor Americano, nascido no ano de 1800 no estado do Connecticut [19].

Apesar da borracha já ser utilizada há centenas de anos, a sua utilidade era limitada, dado o facto de que a mesma não conseguia manter a sua forma, ficando pegajosa com o calor e inflexível com o frio [20]

Charles Goodyear, após conseguir um contrato para o fabrico de sacos de correio em borracha para os EUA e perceber que a borracha utilizada até então iria criar grandes problemas nos dias de maior calor, decidiu resolver esse problema e criar uma borracha que pudesse ser útil em todos os tipos de ambiente. Após vários anos de tentativas falhadas e, por acaso, deixou cair borracha com enxofre num forno quente. Após o sucedido observou que a borracha já não derretia com o calor nem rachava com o frio, mantendo as suas propriedades numa grande faixa de temperaturas [21].

Charles Goodyear inventou assim a vulcanização da borracha, processo fulcral para a utilização da borracha numa infinidade de produtos da atualidade.



Figura 15 - Diferentes tipos de aplicações da borracha.

Pouco depois da descoberta do processo de vulcanização, começaram a ser fabricados os primeiros pneus sólidos de borracha, no entanto, só eram utilizados em veículos que circulavam a baixa velocidade, dada a sua baixa capacidade de absorção de irregularidades do piso.



Figura 16 - Primeiro veículo movido a motor de combustão interna, equipado com pneus de borracha. Fonte: Daimler.

O pneu sofreu, naturalmente, muitas evoluções ao longo dos anos, sendo as principais:

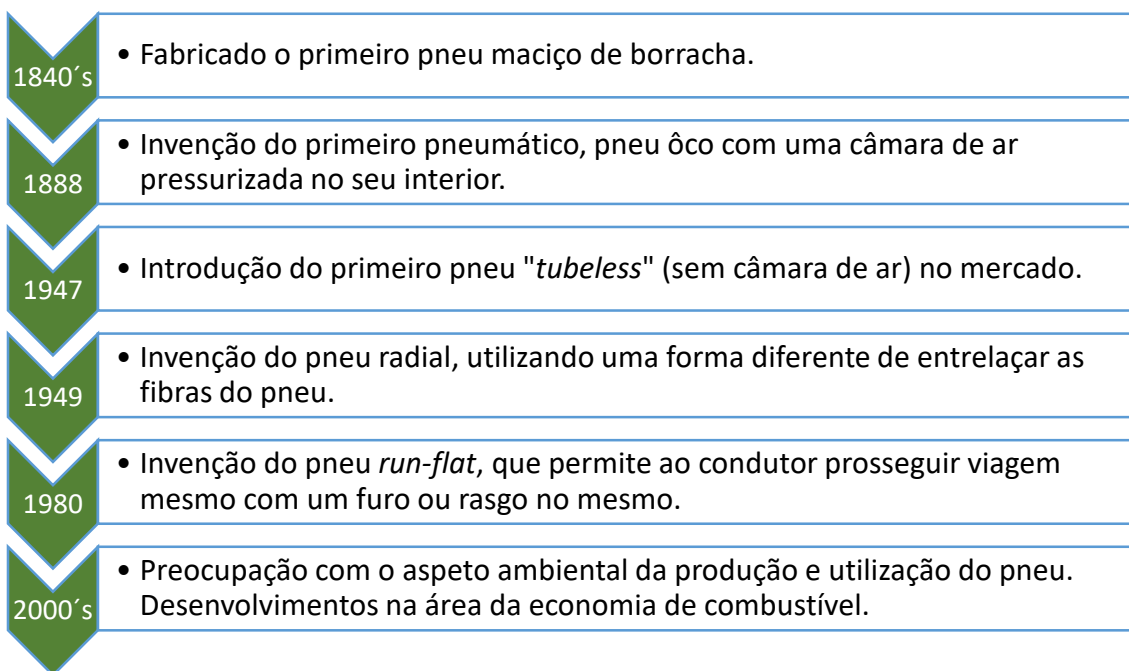


Figura 17 - Principais evoluções do pneu ao longo dos anos. Adaptado de: Hankook Tire.

2.4 Tipos de pneus

2.4.1 Pneu radial e pneu *bias*

Os pneus podem ter dois tipos de construção, o tipo de construção radial e o tipo de construção *bias*. Este último foi principalmente utilizado na primeira metade do século passado, tendo na atualidade uma quota de mercado muito baixa.

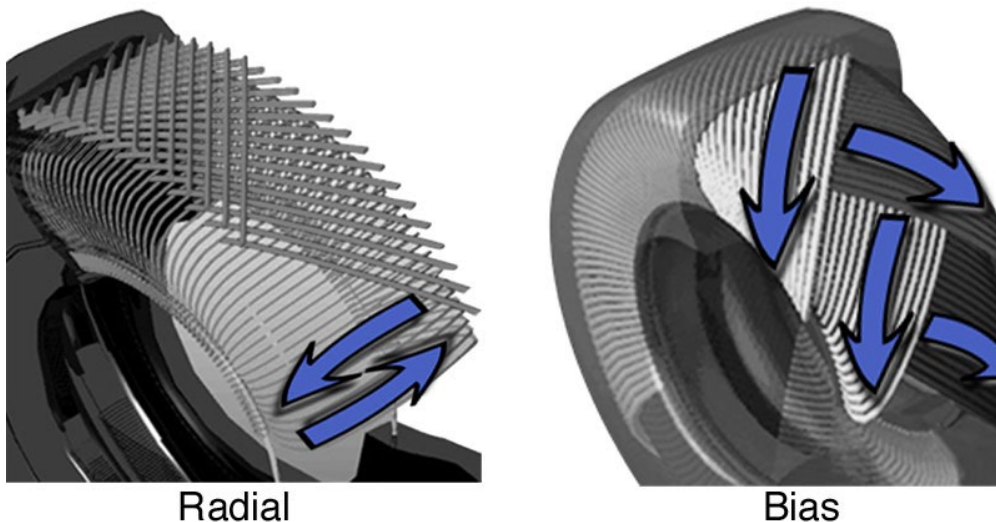


Figura 18 - Pneu do tipo radial e pneu do tipo bias. Fonte: Carlisle Brand Tires.

A grande diferença entre os dois tipos de construção é a forma como estão orientadas as cordas que formam a malha do mesmo. Enquanto que num pneu radial as cordas se encontram dispostas a 90° em relação ao sentido de rotação do mesmo, as cordas do pneu tipo *bias* encontram-se a aproximadamente 30° [22].

Principais vantagens do pneu do tipo radial:

- Maior poupança de combustível;
- Providencia uma melhor tração;
- Melhor resistência ao corte na zona de contacto com a estrada;
- Mantém-se a uma temperatura mais baixa que o pneu do tipo *bias*;
- Maior vida útil do piso.

Principais vantagens do pneu do tipo *bias*:

- Tipo de construção da malha permite obter flancos mais resistentes;
- Usualmente mais fácil de reparar quando danificado;
- Geralmente mais barato que o pneu do tipo radial;
- Potencialmente mais confortável – absorve melhor as irregularidades.

2.4.2 Pneu com câmara de ar e pneu *tubeless*

A grande diferença entre o pneu com câmara de ar e o pneu *tubeless* é o facto do primeiro possuir uma câmara em borracha que contém o ar, enquanto que no último a vedação do ar está garantida unicamente pelo conjunto jante/pneu. Outra das particularidades em que diferem os dois tipos de pneus é que no pneu *tubeless* a válvula para insuflação do pneu situa-se na jante, enquanto que no pneu com câmara de ar a válvula encontra-se na própria câmara de ar.

Dado que a borracha utilizada no fabrico de pneus é porosa, para o pneu *tubeless* conseguir vedar eficientemente o ar necessita de uma camada extra de borracha no seu interior, garantindo assim um contacto hermético entre a jante e o mesmo [23]. Atualmente, é o tipo de pneu mais utilizado para veículos automóveis, dadas algumas das suas vantagens [24]:

- A ausência de câmara de ar elimina os problemas normalmente associados à utilização da mesma;
- O ar não vaza repentinamente quando o pneu sofre um furo ou outro tipo de estrago (figura 19);
- O ar está em contacto direto com a jante, melhorando o arrefecimento do mesmo;
- Ajuda a diminuir o peso do conjunto, reduz o seu custo e permite uma manutenção mais fácil do pneu.

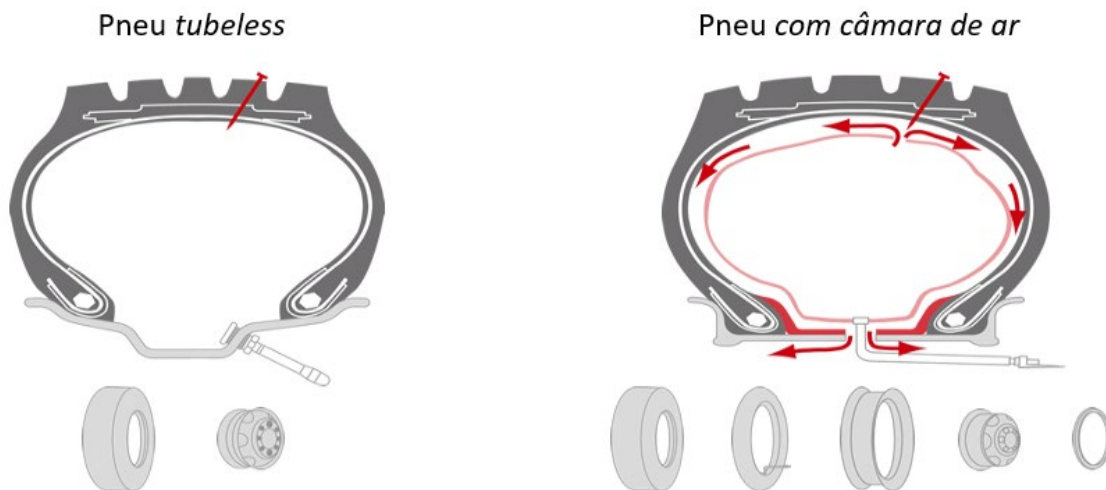


Figura 19 - Impacto de um furo num pneu *tubeless* e num pneu com câmara de ar. Adaptado de Yokohama.

2.5 Constituição do pneu

2.5.1 Materiais utilizados

Numa indústria tão competitiva como a indústria dos pneus, todos os intervenientes têm vindo, ao longo das últimas décadas, a tentar encontrar o melhor compromisso entre longevidade e desempenho dos pneus, muitas vezes adicionando, alterando ou removendo matérias-primas dos mesmos.

Atualmente, os pneus dos veículos automóveis têm a seguinte constituição:

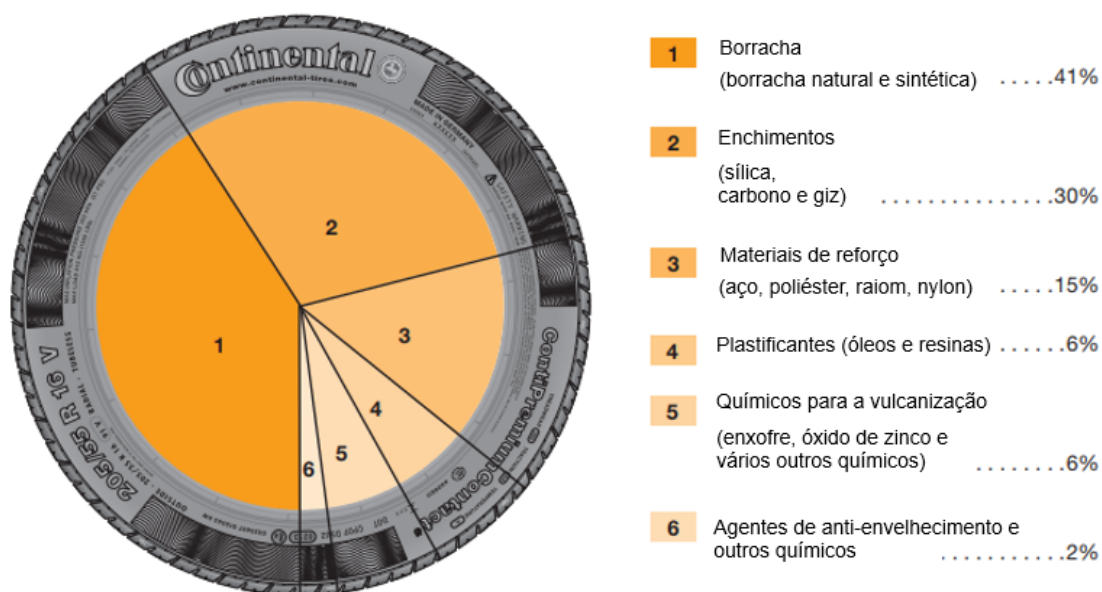


Figura 20 – Materiais utilizados, num pneu de um veículo automóvel, e suas quantidades. Adaptado de Continental Tires.

Cada um destes componentes tem a sua finalidade e desempenha um papel fulcral para garantir a segurança com que o automóvel acelera, curva e trava. As propriedades dos principais materiais constituintes do pneu são as seguintes:

Tabela 5 - Tipos de borracha utilizada num pneu. Fonte: Bridgestone.

	Borracha Natural	Borracha Sintética
Borrachas		
	A maior parte da borracha natural vem da planta da borracha. As propriedades da borracha natural incluem a durabilidade e resistência à abrasão.	A borracha sintética, que é um produto à base de petróleo, tem propriedades de resistência ao calor.

Tabela 6 - Outros químicos misturados com a borracha. Fonte: Bridgestone.

	Negro de fumo	Silica	Óleo
Químicos misturados com a borracha			
	Aumenta a resistência da borracha.	O dióxido de silício garante uma maior eficiência de combustível e aderência ao piso molhado.	O óleo suaviza a borracha.
	Antioxidante	Enxofre	Acelerador da vulcanização
			
	O antioxidante previne a oxidação da borracha.	O enxofre garante uma maior elasticidade da borracha.	O acelerador da vulcanização ajuda a criar ligações entre a borracha e o enxofre.

Tabela 7 - Outros materiais utilizados no pneu. Fonte: Bridgestone.

	Poliéster	Raiom	Aço
Materiais de construção			
	Material utilizado para produzir a malha dos pneus.	Material utilizado para produzir a malha dos pneus.	O aço é utilizado em forma de malha para dar resistência à carcaça do pneu. É também utilizado em forma de cabo no aro do talão, zona do pneu que fixa o pneu à jante.

2.5.2 Camadas do pneu

O pneu é um produto complexo e com várias vertentes. Fruto de evoluções conseguidas durante mais de um século, e também de uma indústria extremamente competitiva, os pneus de hoje em dia têm de conseguir atingir um equilíbrio perfeito entre segurança, desempenho e longevidade. Para tal, o pneu é dividido em oito camadas, cada uma com o seu propósito [25].



Figura 21 – Diferentes camadas de um pneu. Fonte: Michelin.

Tabela 8 - Camadas do pneu e seus materiais. Adaptado de [26].

Camada	Descrição	Material
1	Revestimento interior	Borracha sintética
2	Carcaça	Filamentos (têxteis ou de aço) embutidos em borracha
3	Zona baixa	Borracha
4	Aro do talão	Filamentos de aço
5	Flanco	Borracha
6 e 7	Lonas de topo	Filamentos de aço revestidos de borracha
8	Piso	Borracha

Revestimento interior

O revestimento interior é constituído por borracha sintética estanque ao ar e atua como uma câmara de ar.

Carcaça

A carcaça é formada por malhas de filamento têxtil ou de aço embutidas na borracha e formam arcos retos, no caso do pneu radial, que enrolam no ar do talão do pneu. As funções principais destas malhas são:

- Suportar a carga e a velocidade com ajuda da pressão;
- Contribuir para a estabilidade e conforto;
- Contribuir para o rendimento e eficiência energética do pneu.

Zona baixa

Garante a transmissão das forças de aceleração e travagem, por parte do automóvel, para o solo.

Aro de talão

É constituído por filamentos de aço inextensível, de comprimento proporcional ao diâmetro do pneu. Tem como intuito:

- Fixar o pneu à jante;
- Realizar a estanquicidade do pneu;
- Transmitir as forças de aceleração e travagem do automóvel para o solo.

Flanco

O flanco é a zona lateral do pneu e contém todas as informações sobre o mesmo. Cumpre várias finalidades, tais como:

- Suportar o peso do automóvel;
- Suportar as constantes flexões mecânicas;
- Ajudar na estabilidade e no amortecimento de irregularidades.

Lonas de topo

As lonas de topo são constituídas por filamentos de aço revestidos de borracha e garantem resistência mecânica à força centrífuga criada pela rotação do pneu a alta velocidade. Estas lonas são criadas em camadas dispostas obliquamente umas no topo das outras, criando triângulos extremamente resistentes.

Estas lonas são bastante complexas pois para além de terem de resistir às forças centrífugas e transversais às quais o pneu está sujeito, também têm de ter alguma flexibilidade para conseguir absorver quaisquer irregularidades da estrada.

Piso

O piso é a parte do pneu que está em contacto direto com o solo e é constituído por uma camada espessa de borracha. Este também possui, exceptuando alguns pneus de competição, sulcos padronizados de forma a conseguir escoar a água e garantir aderência em casos de piso molhado. Para além disso, tem de garantir:

- Resistência ao desgaste e agressões;
- Baixo atrito;
- Conforto acústico (baixa sonoridade durante a rotação);
- Estética apelativa, que é importante para muitos utilizadores.

2.5.3 Leitura das informações presentes no pneu

O flanco contém todas as informações relativas ao pneu, desde a idade, medida, ano de fabrico, velocidade máxima recomendada, entre outros. Apesar de existirem dezoito informações distintas no pneu convencional (Figura 22), apenas nove delas se aplicam na Europa, estando as restantes associadas a outros países, tais como o Brasil, os EUA ou a China.

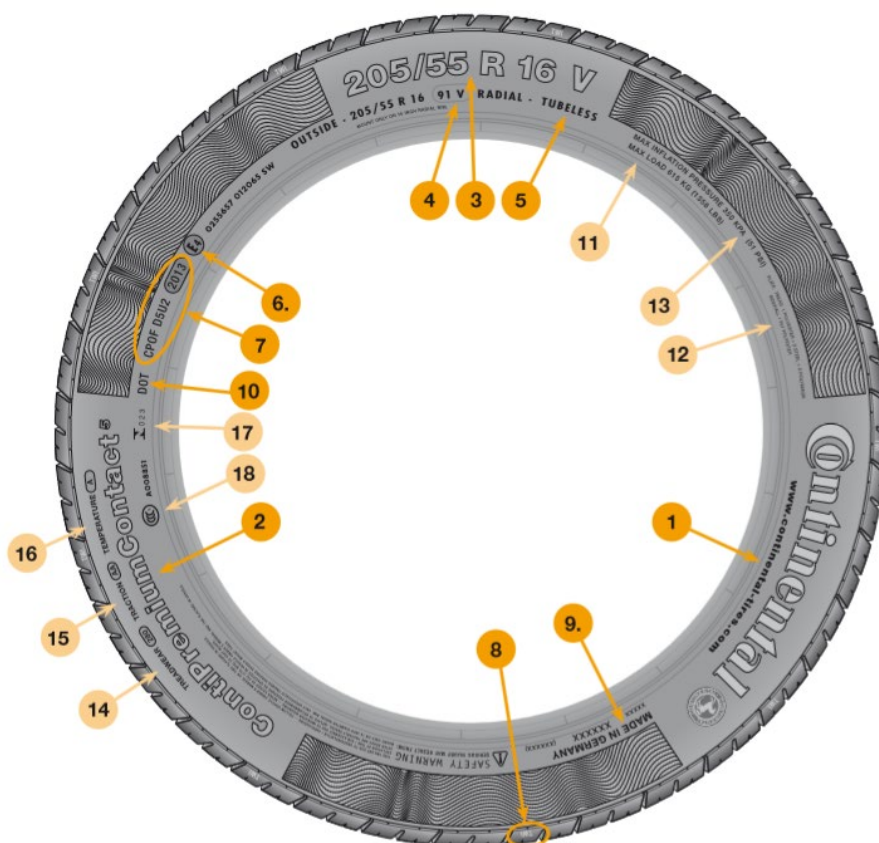


Figura 22 - Informações contidas no flanco do pneu. Fonte: Continental Tires.

Tabela 9 - Descrição das informações contidas no pneu [27].

Número	Descrição	Informação complementar
1	Fabricante	
2	Nome do produto	
3	Tamanho do pneu	“205” - Diâmetro do pneu; “55” - Altura do pneu, em percentagem, em relação à largura; “R” – Pneu de construção radial; “16” – Diâmetro da jante, em polegadas.
4	Índice de carga e velocidade	“91” – Índice de carga; “V” – Índice de velocidade.
5	Pneu radial <i>tubeless</i>	
6	Concordância com a norma internacional	“E” – Homologação europeia; “4” – Holanda.
7	Código do fabricante	Formato “A B C”: “A & B” – Código da fábrica, tipo de pneu e tamanho; “C” – Data de produção, com os primeiros dois dígitos a indicar a semana e os últimos dois dígitos a indicar o ano.
8	Indicador do desgaste do piso (T.W.I)	Uma série de relevos, com 1,6 mm de altura, que se encontram ao longo do sulco do pneu. Quando ficarem ao mesmo nível que o piso, está na altura de trocar de pneu.
9	País de fabrico	

O índice de carga (Figura 23) define qual é a carga máxima, em quilogramas, suportada por cada pneu. O pneu dado como exemplo na Figura 22 consegue suportar uma carga de 615 kg, mantendo as suas propriedades.

Por outro lado, o índice de velocidade (Figura 24), tal como o nome indica, revela a velocidade máxima que o pneu foi desenhado para suportar.

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

Figura 24 - Índice de carga do pneu.

SI	Maximum speed for passenger car tyres
P	150 km/h / 93 mph
Q	160 km/h / 99 mph
R	170 km/h / 106 mph
S	180 km/h / 112 mph
T	190 km/h / 118 mph
H	210 km/h / 130 mph
V	240 km/h / 150 mph
W	270 km/h / 169 mph
Y	300 km/h / 187 mph
ZR	exceeding 240 km/h / 150 mph

Figura 23 - Índice de velocidade dos pneus.

2.6 Processo de fabrico do pneu

Fruto da evolução que ocorreu desde a criação do mesmo no século XIX, o pneu é um produto complexo, composto por várias matérias-primas dispostas em diferentes camadas. A sua sequência de fabrico é composta por cinco etapas essenciais, asseguradas por cinco departamentos de produção (DP). Estas etapas são, essencialmente, a misturação das matérias-primas, preparação dos componentes, vulcanização do pneu e a inspeção final para assegurar a qualidade do produto.



Figura 25 - Sequência de fabricação de um pneu.

Misturação – DP1

Na etapa da misturação, atribuída ao DP1, é realizada a mistura das diferentes matérias-primas necessárias ao fabrico do pneu. Dado que se trata de um produto que necessita de cumprir normas apertadas e que em caso de defeito pode pôr em causa vidas humanas, é importante assegurar que as matérias-primas estão misturadas nas proporções corretas e a sua qualidade está de acordo com os requisitos, pelo que a primeira etapa é a da pesagem dos mesmos.

Após a pesagem, são introduzidos todos os componentes (borracha natural, borracha sintética, sílica, negro de fumo, óleos, entre outros) numa misturadora industrial, que os irá aglomerar e criar o composto necessário às etapas seguintes. Este composto é então convertido em folhas, através da passagem por rolos, para fácil transporte para as etapas seguintes.



Figura 27 - Tipo de misturador utilizado em Lousado. Fonte: HF Mixing Group.



Figura 26 - Transformação do composto em folhas para fácil transporte.

Preparação – DP2

O DP2 tem a seu cargo operações realizadas a quente e a frio, pelo que se encontra sob supervisão de dois departamentos de engenharia (DE) distintos. A zona fria é onde se efetuam as operações de calandragem, enquanto que a zona quente é onde se efetuam as operações de extrusão.

Tabela 10 - Componentes produzidos em cada área do DP2.

Processo de fabrico	Componentes produzidos
Extrusão (área quente)	Paredes, pisos e núcleos do talão.
Calandragem (área fria)	Tecido têxtil, borracha, tecido metálico, cinta têxtil.

Todos os semi-produtos produzidos por calandragem são cortados em “*slitters*” para que formem rolos de largura pré-definida e seja facilitado o transporte para a próxima fase de produção.



Figura 28 - Zona de Preparação.

Construção – DP 3

Na zona de construção é feita a montagem de todos os componentes produzidos ao longo das etapas anteriores. A carcaça do pneu, constituída pela camada estanque, paredes, talões e reforços são montadas num dos lados da máquina, enquanto que o piso e as malhas interiores são montadas no outro lado da mesma.

No final, os dois subconjuntos são assemblados e formam o pneu em verde, denominado de “*green tire*” [28], que se encontra pronto para a última etapa do processo de produção, a vulcanização.



Figura 29 - Máquina de construção de pneus.

Vulcanização – DP4

Os pneus deixam a zona de construção através de transportadores de tela e são levados às cabines de pintura para ser lubrificado o seu interior. O objetivo deste tratamento é o de alongar a vida útil dos diafragmas, elemento preponderante na operação de vulcanização. De seguida, os pneus em verde são transportados por carros até às prensas, onde são submetidos a um processo de vulcanização que tem uma duração de aproximadamente 10 minutos, e decorre em temperaturas que excedem os 170 °C, para dar o formato final ao pneu [29].

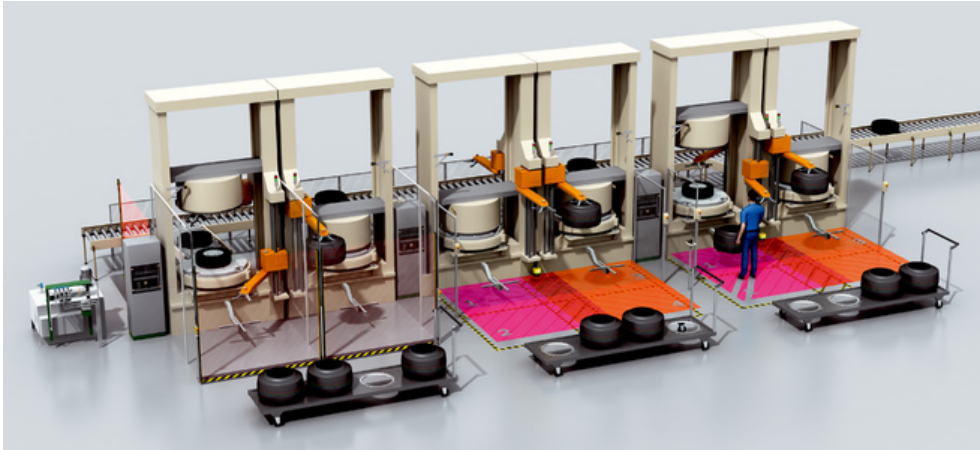


Figura 30 - Processo de vulcanização do pneu em verde. Fonte: SICK

Inspeção final – DP5

Acabado o ciclo de vulcanização e conferida a forma final ao pneu, este é transportado através de transportadores de tela automáticos até à zona de inspeção final.

Nesta zona, são efetuadas verificações de forma a encontrar quaisquer anomalias presentes no produto acabado. Com o objetivo de não deixar seguir nenhum pneu defeituoso para o armazém de produto acabado, para além de ser feita uma análise lote a lote, através da inspeção de secções de pneus, é também feita manualmente uma inspeção visual a todos os produtos.

Esta inspeção manual, para além de procurar por defeitos de fabrico, visa também remover rebarbas e imperfeições deixadas pelo processo de vulcanização.



Figura 31 - Zona de inspeção final.

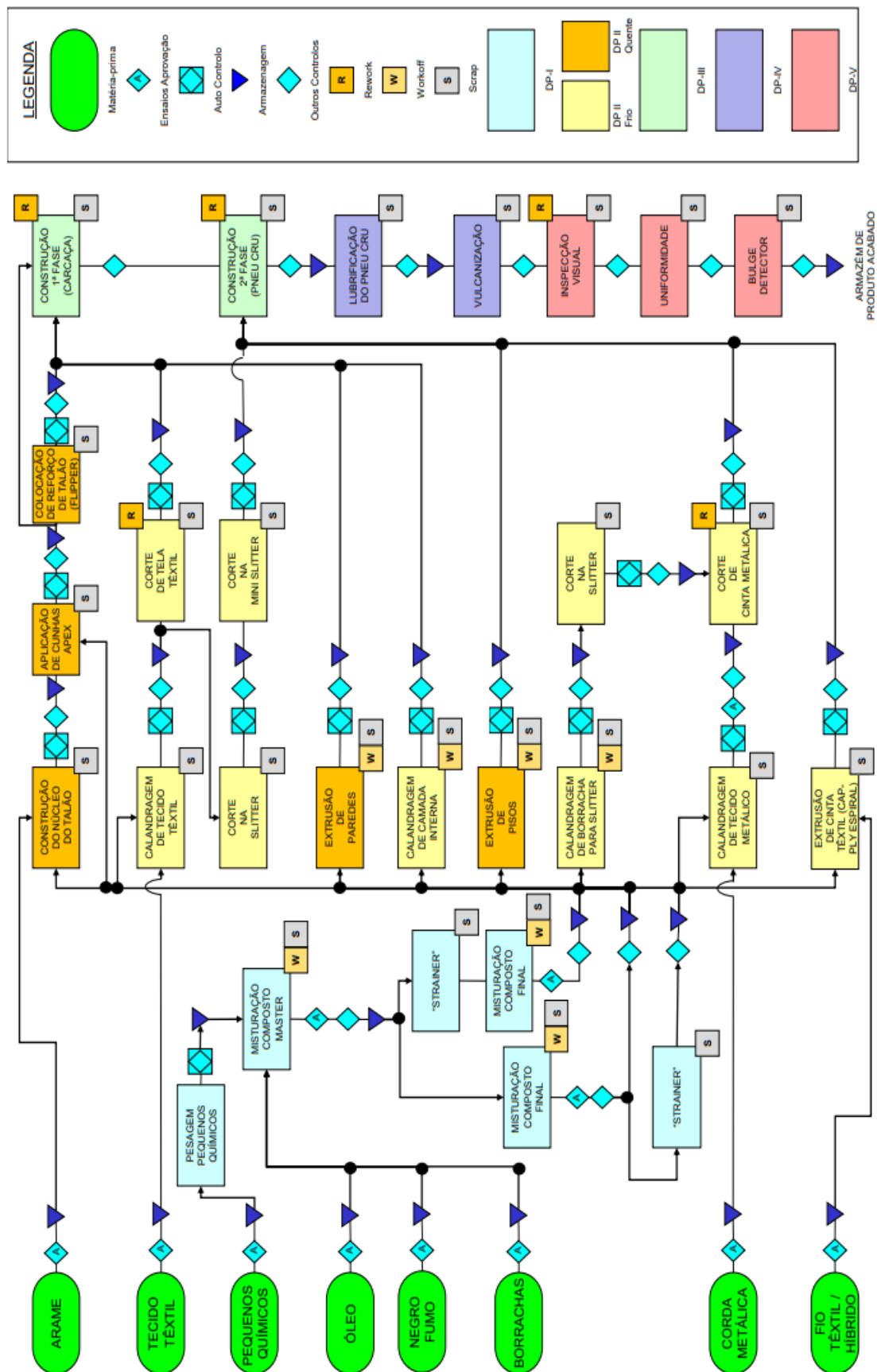


Figura 32 - Fluxograma do processo de produção [30].

2.7 Processo de vulcanização

A vulcanização da borracha, como referido anteriormente, foi descoberta “ocasionalmente” por Charles Goodyear em 1839 para dar resposta ao facto da mesma, até então, ser demasiado viscosa quando sujeita ao calor e demasiado quebradiça em ambientes frios, não podendo ser utilizada para um grande número de fins. Este processo é geralmente aplicado em materiais elastómeros, materiais esses que retornam aproximadamente à sua forma original após sofrer uma grande deformação mecânica.

A vulcanização pode ser definida como um processo que aumenta a força retrátil e reduz a quantidade de deformação permanente restante, após a remoção da força de deformação. Assim sendo, a vulcanização aumenta a elasticidade do material, diminuindo a sua plasticidade. Para o elastómetro obter estas propriedades, o processo de vulcanização promove ligações “cruzadas” entre as moléculas do mesmo, aquecendo a borracha junto com agentes vulcanizantes num molde sob pressão.

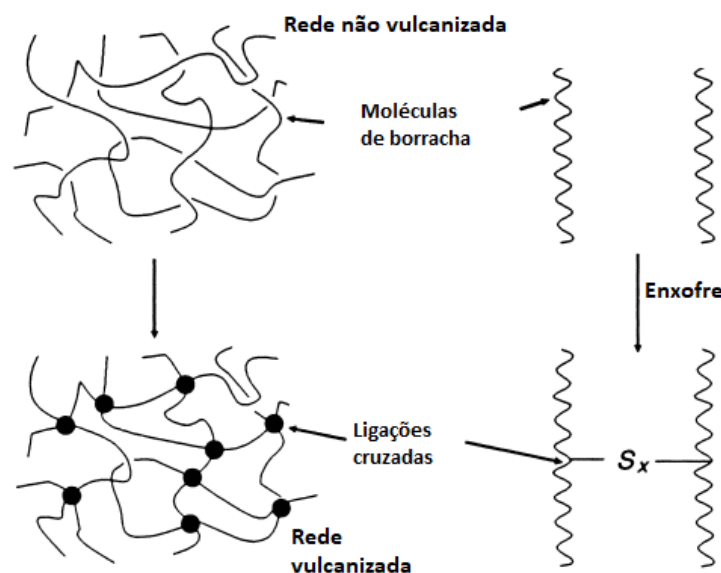


Figura 33 - Ligações cruzadas entre moléculas.

Após a formação destas ligações “cruzadas”, a borracha torna-se num produto insolúvel em qualquer tipo de solvente e não pode ser processada por qualquer processo que exija que ela flua, como por exemplo a misturação, a calandragem ou a extrusão. Assim sendo, é importante que a vulcanização seja realizada apenas após ter sido dada a forma final ao produto.

Para que a vulcanização ocorra da melhor forma, tem de se garantir que o tempo de cura não é excessivamente longo, resultando na perda das importantes ligações “cruzadas” e que o *delay* na formação das ligações é suficiente para que o pneu em verde tome a forma do molde. Após a forma do pneu ser a final, a criação de ligações deve ser rápida e com uma extensão controlada [31].



Figura 35 - Pneu em "verde", antes de ser vulcanizado.
Fonte: Systraplan.



Figura 34 - Pneu no seu formato final, após a vulcanização. Fonte: All Cars Channel.

2.8 Prensas de vulcanização

A passagem pelas prensas de vulcanização constitui o último passo do processo produtivo do pneu, sendo estes equipamentos os responsáveis pela “cura” da borracha e, conseqüentemente, dar o aspeto final ao produto.



Figura 36 - Prensa de vulcanização do fabricante HF. Fonte: HF Mixing Group.

O processo de vulcanização de um pneu no interior de uma prensa de vulcanização é relativamente simples e requer apenas três intervenientes: o pneu em “verde”, um diafragma em borracha e um molde de aço.

Claramente, existe uma infinidade de componentes que suportam e garantem o bom funcionamento do processo e da interação entre estes intervenientes, nomeadamente as válvulas proporcionais, tema central desta dissertação. Portanto, apesar de o

processo ser simples, as prensas de vulcanização são equipamentos bastante complexos.

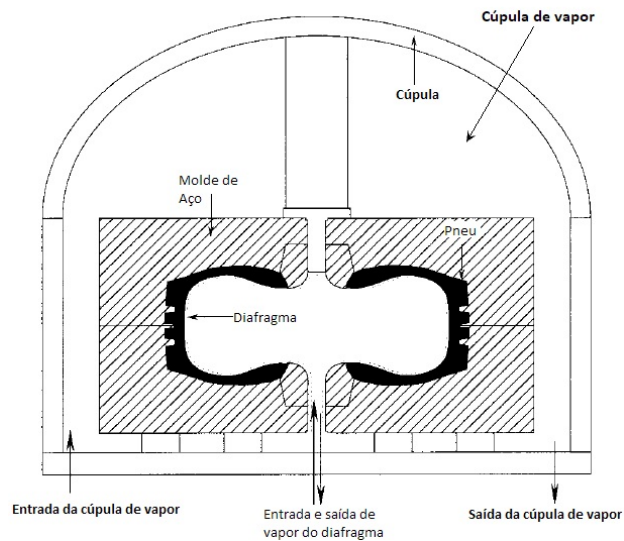


Figura 37 - Três principais intervenientes na cura de um pneu [32].

Essencialmente, o pneu é colocado no centro de um molde em aço e a força radial que é exercida por parte de um diafragma em borracha contra o pneu em “verde” garante que este toma o formato do molde.

O processo de vulcanização tem a duração média de 10 a 15 minutos, diretamente dependente do tamanho do pneu e da espessura da borracha, e os principais parâmetros a ter em conta durante a mesma são a pressão do diafragma e a temperatura do molde. Basta que qualquer um destes parâmetros não esteja sob controlo, que começam a ser produzidos “scrap”.

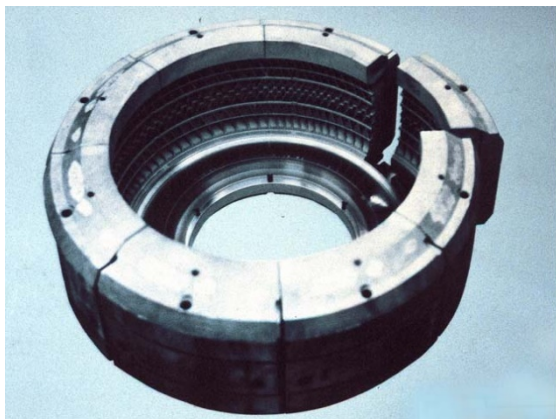


Figura 38 - Exemplo de um molde utilizado nas prensas de vulcanização. Font: Reynolds Advanced Materials.

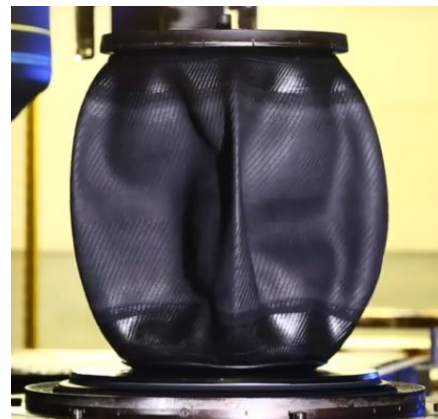
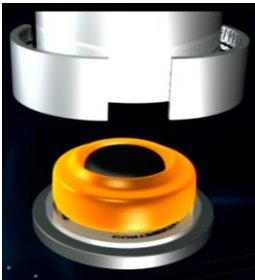
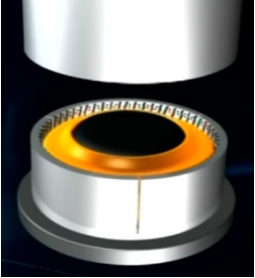
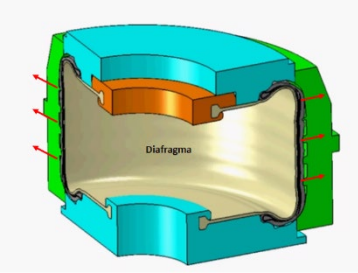
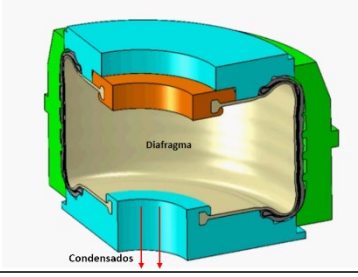


Figura 39 - Exemplo de um diafragma. Fonte: Continental Tires

A cura de um pneu no interior da prensa de vulcanização pode ser descrito em cinco etapas, representadas na tabela 11.

Tabela 11 - Etapas da vulcanização de um pneu. Adaptado de Continental Tires.

Etapa	Descrição
1	 O diafragma encontra-se colapsado, sob vácuo, e as duas meias metades do molde encontram-se separadas. O pneu em “verde” é então colocado no interior da prensa por meio de braços hidráulicos.
2	 As duas meias moldações fecham sob ação de cilindros hidráulicos e é inserido vapor de baixa pressão no diafragma, para garantir um bom posicionamento do pneu.
3	 Após as duas moldações estarem corretamente fechadas e o pneu centrado nas mesmas, é inserido vapor de alta pressão no interior do diafragma para que o pneu tome a forma do molde.
4	 São retirados, através de uma tubagem própria, os condensados criados no interior do diafragma devido às trocas de calor entre o mesmo, o pneu e o molde.
5	 Findo o tempo de cura, o pneu encontra-se pronto para ser retirado da prensa. Todo o vapor e condensados que ainda se encontram no interior do diafragma são retirados sob vácuo e o diafragma volta a ficar colapsado. De seguida, o molde é novamente aberto e o pneu retirado para um transportador automático que o levará à zona de inspeção final.

2.9 Válvulas proporcionais

2.9.1 Introdução às válvulas proporcionais

As válvulas proporcionais exercem duas funções fundamentais nas prensas de vulcanização, sendo estas:

- Regular a pressão no interior do diafragma ao longo do processo de cura (figura 40);
- Controlar a temperatura do molde através da cúpula de vapor (figura 37).

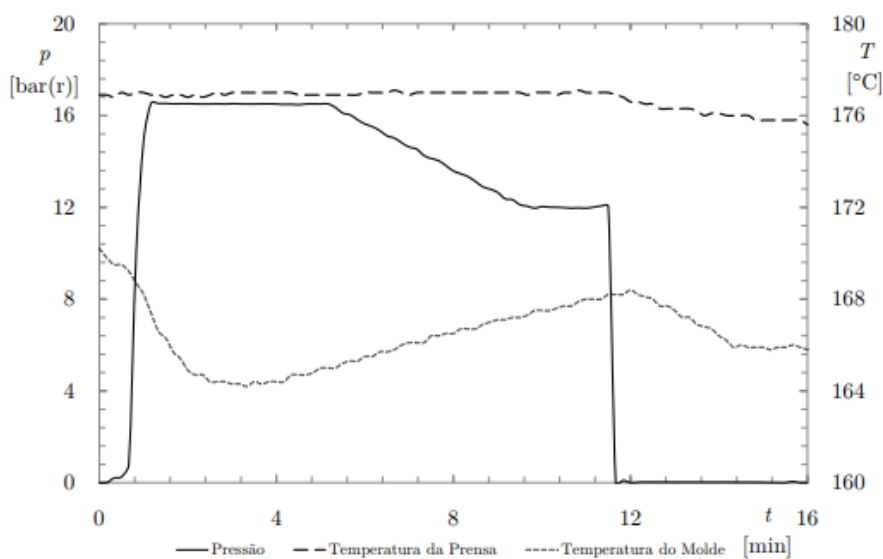


Figura 40 - Processo de cura de um pneu [33].

Dado que a pressão no interior do diafragma e a temperatura do molde não são constantes durante o tempo de cura, devido a exigências do processo (Tabela 11), é necessário um equipamento que consiga regular a entrada de vapor em pequenos incrementos.



Figura 41 - Válvula proporcional do fabricante SAMSON.

Fonte: SAMSON Controls

A válvula proporcional é capaz de manipular o fluxo de um fluído, sendo este um gás, vapor, água ou mesmo um composto químico, de forma a manter a variável do processo que se quer controlar o mais próxima possível do *set point* desejado [34].

Apesar da válvula proporcional ser geralmente referida como um todo, na realidade, esta pode ser decomposta em três subconjuntos, sendo estes o atuador, o posicionador e o corpo da válvula. Apesar de muitas vezes haver referências à “arcada”, que é onde se dá o acoplamento da haste com o obturador, esta na realidade faz parte do atuador e, portanto, não é considerada subconjunto.

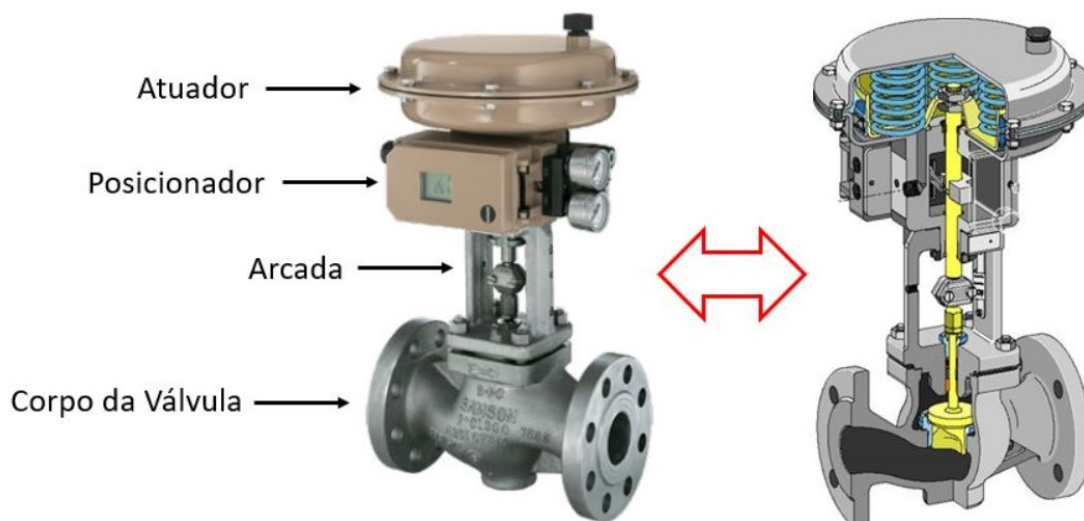


Figura 42 - Composição da válvula proporcional (autoria própria).

As válvulas proporcionais são equipamentos complexos e que envolvem conceitos de mecânica, pneumática e eletrónica. Dada a sensibilidade de alguns dos componentes que constituem estes subconjuntos e o inerente desgaste associado a equipamentos que operam em condições de alta temperatura e com constantes fugas de vapor e óleo, este tipo de válvulas tem tendência a exigir mais manutenção e cuidados do que válvulas de outro tipo.

Aquando da seleção de um fabricante ou tipo de válvula proporcional para o controlo de um determinado processo, a escolha do equipamento deve ser baseada nos seguintes pontos [35]:

- Baixo *dead band* (tempo que a válvula demora a movimentar-se após receber o sinal), garantindo a vedação apropriada;
- Menor fuga possível quando fechada.

Ao contrário de outros tipos de válvulas, as válvulas proporcionais, mesmo quando novas e sem desgaste, têm a si associadas uma fuga máxima admissível, não conseguindo vedar totalmente o fluído a controlar quando totalmente fechada.

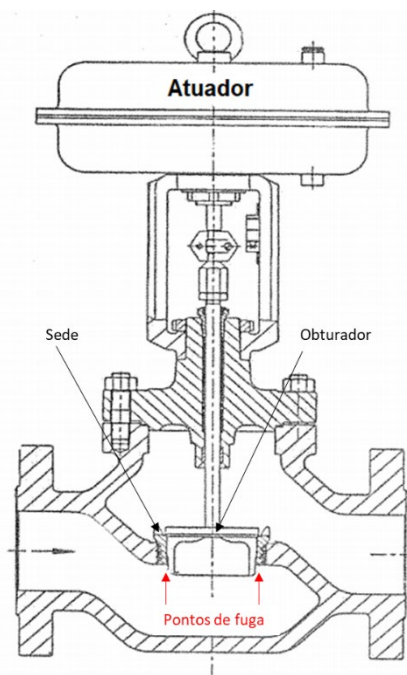


Figura 43 - Pontos de fuga de uma válvula proporcional. Adaptado de [34].

Esta fuga máxima é definida pela norma *ANSI FCI 70-2* e está distribuída por seis classes, dependendo do tipo de válvula. Para além de definir a fuga máxima, esta norma explicita também em que tipo de condições devem ser efetuados os testes, nomeadamente a que temperatura, pressão diferencial e em que tipo de fluido.

Tabela 12 - Fugas máximas definidas pela norma *ANSI FCI 70-2* [36].

Classe de Fuga	Fuga Máxima Permitida	Meio de Teste	Pressão de Teste
I	-	-	-
II	0.5% da capacidade máxima	Ar ou água (10-52° C)	45-60 psig ou máx. diferencial de operação, o que for menor
III	0.1% da capacidade máxima	Ar ou água (10-52° C)	45-60 psig ou máx. diferencial de operação, o que for menor
IV	0.01% da capacidade máxima	Ar ou água (10-52° C)	45-60 psig ou máx. diferencial de operação, o que for menor
V	5×10^{-12} m ³ / seg de água por mm de diâmetro da sede por bar	Água (10-52° C)	Queda de pressão máxima de serviço ao longo do obturador
VI	Ver tabela 13	Ar ou nitrogénio (10-52° C)	50 psig ou a pressão diferencial máxima permitida ao longo do obturador

Tabela 13 - Fuga máxima permitida para classe VI [36].

Diâmetro da Entrada do Fluido (mm)	Fuga Máxima (ml/min)
76	0.9
102	1.7
152	4
203	6.75
254	9
305	11.5

Quando se seleciona um fabricante ou modelo de válvula proporcional, o aspeto da fuga máxima deve ser levado em conta, podendo conjugar diferentes materiais para o conjunto sede/obturador, componentes que garantem a vedação do fluido sob pressão. Diferentes exigências do processo a controlar podem ditar a escolha de uma classe de vedação, tal como a temperatura e o tipo do fluido, a pressão de trabalho ou o *MTBF* desejado para a válvula.

Shutoff per IEC 60534-4 and ANSI/FCI 70-2	Metal seat - Class IV (standard)
	Metal seat - Class V (optional)
	PTFE seat - Class VI (optional)

Figura 44 – Diferentes soluções de vedação fornecidas pela Fisher. Fonte: Emerson

2.9.2 Tipos de válvulas proporcionais

Conforme referido anteriormente, as válvulas proporcionais podem ser divididas em três subconjuntos, sendo estes o atuador, o posicionador e o corpo da válvula. Cada fabricante tem a sua abordagem à construção de uma válvula proporcional e oferece soluções diferentes de materiais, geometrias e formas de controlo.



Figura 45 - Válvulas proporcionais de diferentes fabricantes. Fontes: Emerson e SAMSON Controls.

Atuadores

Podem ser utilizados diferentes tipos de atuadores, de acordo com as exigências do projeto onde irão ser aplicadas as válvulas. Estes podem ser accionados de forma hidráulica, pneumática ou elétrica.

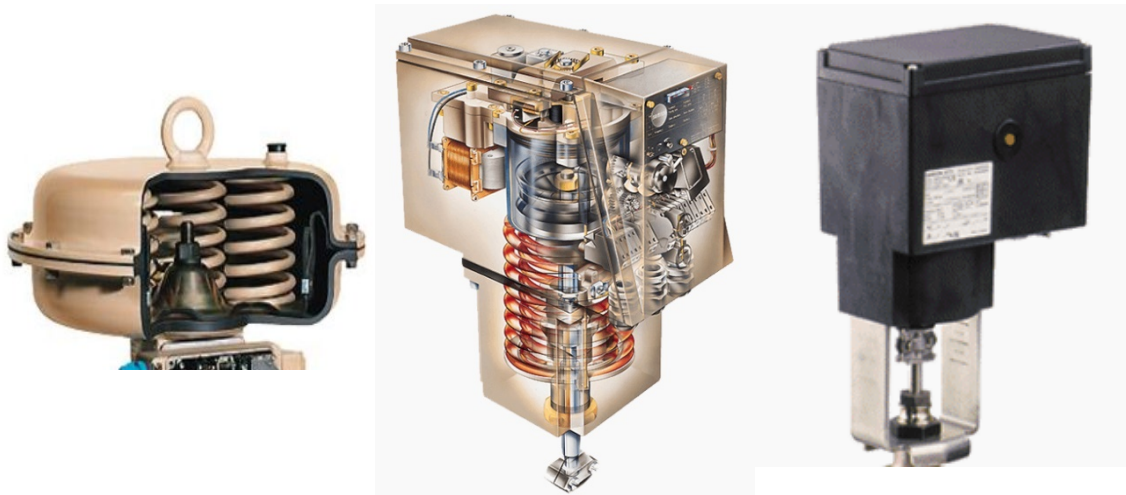


Figura 46 - Atuadores do tipo pneumático (a), elétrico- hidráulico (b) e elétrico (c). Fonte: SAMSON Controls.

Os atuadores pneumáticos são os mais utilizados na indústria, dada a sua simplicidade de desenho e confiabilidade [34], e os únicos a serem abordados nesta dissertação.

Aquando da escolha do atuador pneumático, as principais especificações a ter em conta são o diâmetro da membrana e o material da mesma, a pressão máxima de trabalho e a força exercida pelas molas.

Posicionadores

A válvulas operadas pneumaticamente dependem de um posicionador para receber um sinal de *input* de um controlador de processo e traduzirem-no em movimento do obturador. Estes posicionadores estão disponíveis em três configurações [34]:

- Posicionador pneumático – um sinal pneumático é fornecido ao posicionador e este traduz o mesmo numa posição de válvula requerida. De seguida, fornece ao atuador ar com a pressão necessária para mover a válvula para a posição correta;
- Posicionador I/P analógico – este posicionador desempenha a mesma função que o anterior, só que utiliza um sinal de *input* elétrico (4-20 mA) em vez de pneumático.
- Posicionador digital – Este equipamento funciona de forma muito similar ao posicionador I/P analógico, recebendo também um sinal de *input* elétrico, estando a única diferença na forma como é convertido o sinal. Enquanto que o controlador digital converte o sinal fornecido de forma digital, o posicionador I/P analógico converte-o de forma analógica.



Figura 47 - Posicionadores do tipo pneumático (a), I/P analógico (b) e digital (c). Fonte: SAMSON Controls.

As principais características a ter em conta aquando da escolha do posicionador para a finalidade pretendida são:

- Consumo de ar – todos os posicionadores, mesmo quando não estão a receber *inputs* para controlar a válvula, consomem ar comprimido e, sendo esta uma das formas de energia mais caras da indústria, é um aspeto importante a ter em conta;
- Grau de proteção – cada posicionador está classificado com um grau *IP* (*International Protection Rating*), que define a sua estanquicidade perante poeiras e fluidos, podendo esta classificação ser determinante num tipo de indústria em que estes estejam sujeitos a um meio ambiente com existência de poeiras, fugas de vapor, óleo, entre outros;
- Temperatura de operação – cada modelo está preparado para suportar uma gama de temperaturas diferente. Situações em que seja necessário operarem em ambientes muito frios ou muito quentes pode, requerer um tipo de modelo especial;
- Preço – por vezes, existem várias soluções de posicionador para a mesma aplicação, variando os preços consoante as suas características e funcionalidades. Para indústrias que consumam muitos destes equipamentos, pode ser necessário avaliar as reais exigências do processo e optar pela solução economicamente mais viável.

Corpo da válvula

Existem vários tipos de corpos de válvulas, havendo possibilidade de estes operarem em diferentes condições, dependendo do tipo de indústria.

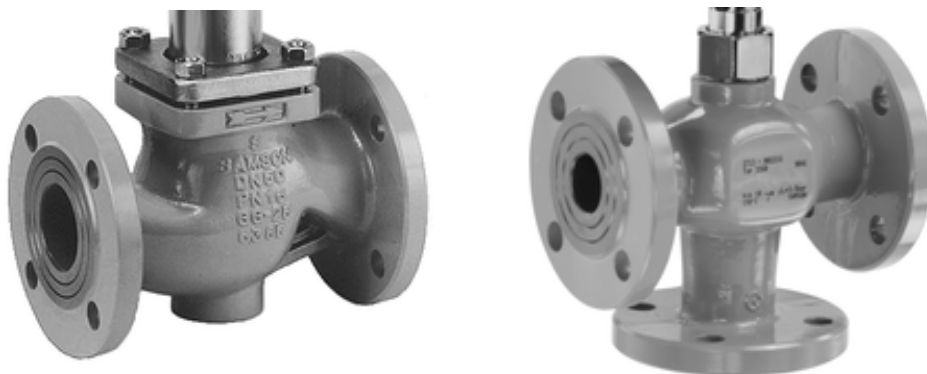


Figura 48 - Corpo de duas vias (a) e corpo de três vias (b). Fonte: SAMSON Controls.

Durante a escolha do tipo de corpo mais apropriado para o processo em causa, é necessário ter em atenção os seguintes aspectos:

- Diâmetro nominal – O diâmetro nominal é igual na entrada e na saída do corpo, sendo preciso escolher um diâmetro adequado para instalar nas tubagens existentes ou contidas no projeto;
- Pressão nominal – É necessário escolher um corpo que seja capaz de suportar a pressão à qual o fluido lhe é fornecido;
- Material – os danos causados por embates a alta velocidade de pedaços de tubagem corroída, bem como de condensados criados pelo vapor, quando é este o fluido que a mesma controla, podem levar a um desgaste prematuro do corpo da válvula. Para mitigar esse problema, os fabricantes disponibilizam corpos de diferentes materiais, podendo estes ser utilizados em diferentes tipos de condições.
- Coeficiente de vazão (Cv) – o coeficiente de vazão da válvula determina o caudal máximo capaz de a atravessar. Este caudal terá de ser sempre maior do que o caudal máximo exigido pelo processo a controlar, de forma a que a válvula consiga assegurar as necessidades de fornecimento ao mesmo.

2.9.3 Funcionamento de uma válvula proporcional

Como foi referido anteriormente, as válvulas proporcionais podem ser constituídas por diferentes tipos de atuadores, posicionadores ou corpos da válvula. Desta forma, o seu modo de funcionamento varia de acordo com as combinações destes mesmos componentes.

Para explicar o funcionamento de uma válvula proporcional, será utilizada uma válvula típica instalada na *Continental* como exemplo, tendo neste caso um atuador pneumático de membrana e um posicionador digital.

Válvula em estado normal

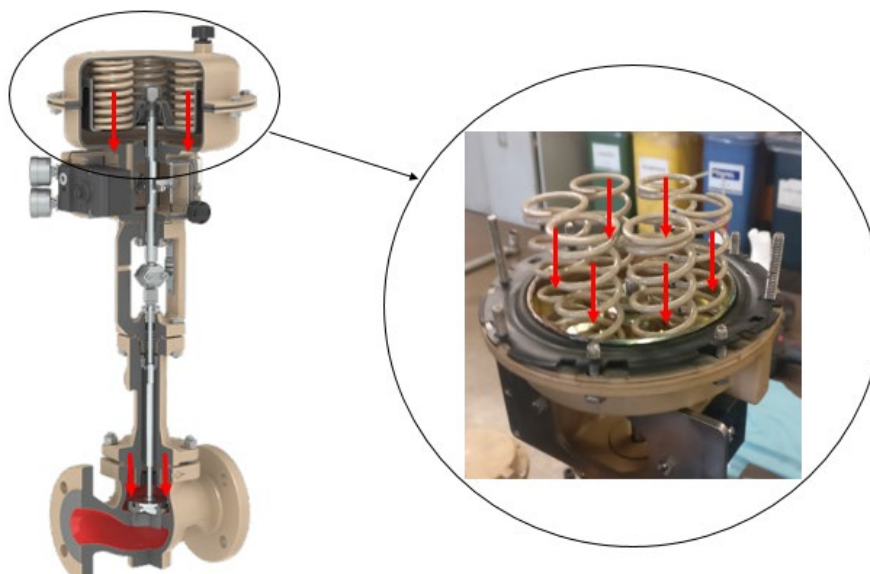
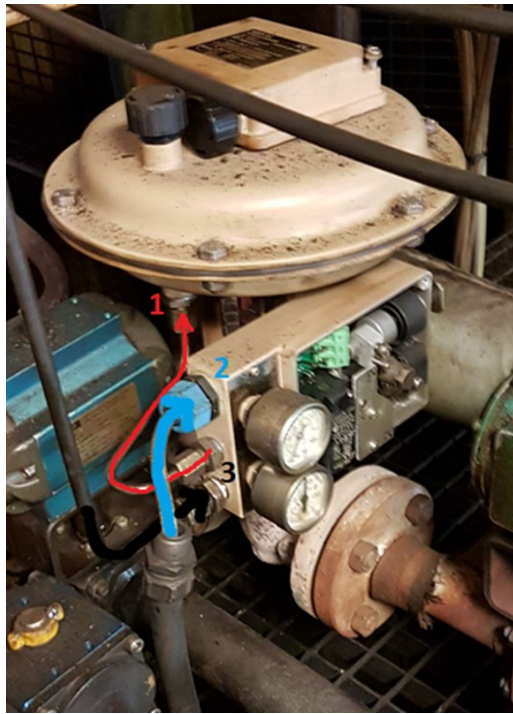


Figura 49 – Válvula proporcional no seu estado normal.

No seu estado normal, desprovida de qualquer *input* do tipo pneumático ou elétrico, a válvula encontra-se totalmente fechada. As seis molas (neste caso) do atuador, exercem uma força na membrana, acoplada a um prato metálico, que é transmitida ao obturador, garantindo assim o encosto deste à sede. Esta é a situação em que a força de encosto do obturador na sede é máxima, pelo que a fuga tem de respeitar o que está estipulado na norma *ANSI FCI 70-2* para a classe de vedação assegurada pelo fabricante.

Válvula em situação de trabalho



Legenda:

- 1** – *Output* de ar comprimido do posicionador para o atuador;
- 2** – *Input* do sinal eléctrico – 4 a 20 mA;
- 3** – Fornecimento de ar comprimido para o posicionador.

Figura 50 - Válvula em situação de trabalho (autoria própria).

Em situação de trabalho, é dado um *input* eléctrico ao posicionador, por parte do controlador do processo, de 4 a 20 mA. Este *input* corresponde a 0% e a 100% de abertura, respectivamente.

Tratando-se de válvulas proporcionais, dentro da gama de 4 a 20 mA, podem atingir uma grande variedade de posições (proporcionais ao sinal eléctrico), estando apenas limitadas pelo curso de abertura máximo, que para as versões instaladas na *Continental* é de 15 mm [37].

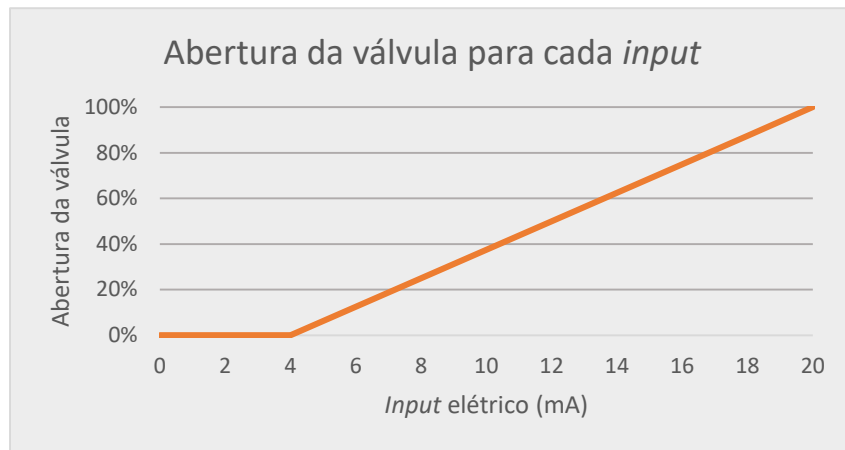


Figura 51 - Percentagem de abertura correspondente ao *input* elétrico.

Na realidade, a abertura da válvula não é tão linear quanto demonstrada no gráfico, dada a sua *rangeabilidade*, que define a “sensibilidade” de abertura da mesma. Esta, para os modelos instalados na *Continental*, é de 50:1, o que significa que a válvula só tem “sensibilidade” para abrir em incrementos de 2%.

Após ser dado o *input* elétrico ao posicionador, este converte-o, através do conversor eletropneumático (conversor I/P), na pressão necessária a fornecer ao atuador para atingir a posição desejada [34].

Por último, e após a conversão do sinal elétrico em pressão necessária para atingir determinada abertura, esta é fornecida ao atuador através da ligação pneumática entre o posicionador e o mesmo, e a válvula desloca-se para o *setpoint* definido.

Um dos aspetos a ter em conta é que, apesar do facto de um sinal de 12 mA abrir a válvula a 50% do curso total, isso não significa que o caudal de fluído que por ela atravessa seja igual a 50% do máximo admissível.

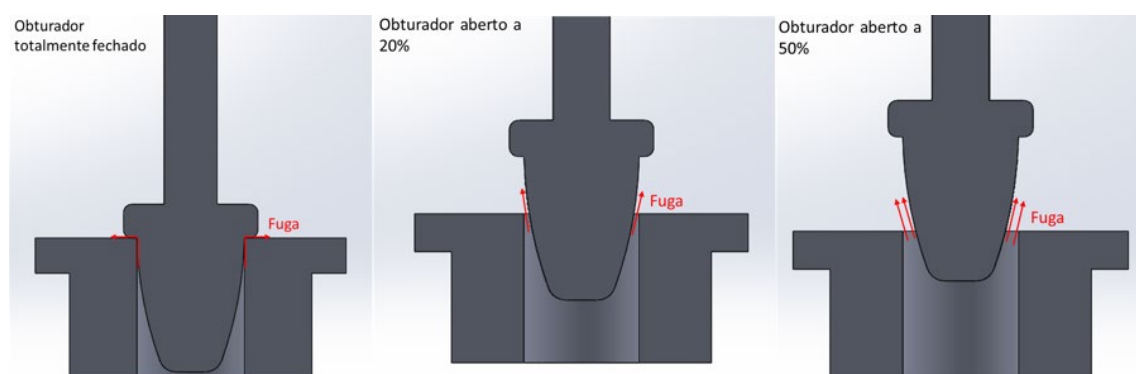


Figura 52 - Aumento do caudal com a abertura da válvula (autoria própria).

Este fenómeno deve-se ao facto do obturador ter uma forma cónica, o que leva a que o aumento de caudal seja de certa forma exponencial em relação à percentagem de abertura da válvula.

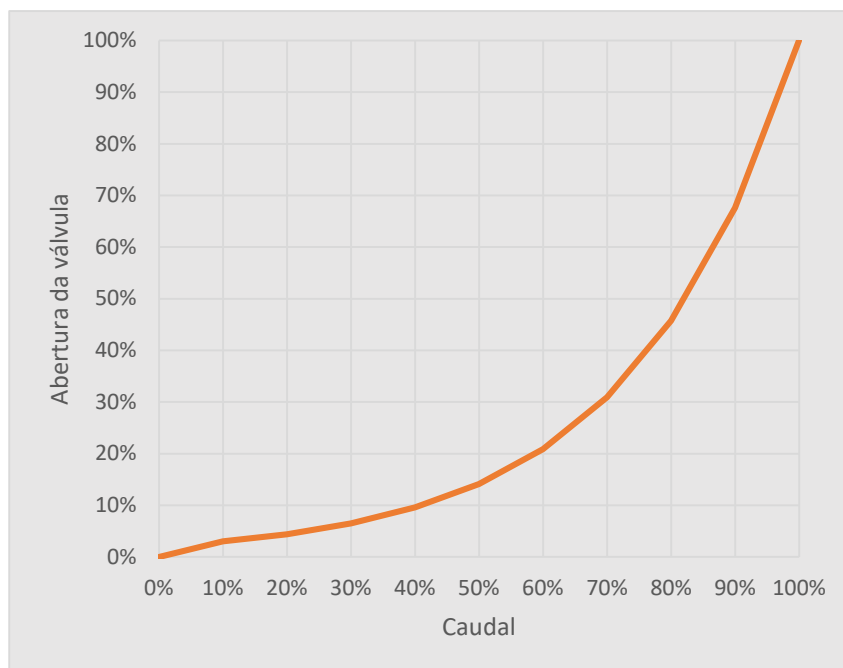


Figura 53 – Percentagem do caudal máximo por percentagem de abertura da válvula [38].



Figura 54 – Sede e obturador.

Exemplo prático

Ao ser dado um *input* de 12 mA ao posicionador, este vai converter esse sinal na quantidade de pressão necessária para deslocar o obturador até 50% do seu curso total, ou seja, 7,5 mm.

Caso as molas do atuador atuem de 0.4 a 2 bar (tipos de atuadores e de molas enunciados mais à frente), ou seja, quando o *output* é de até 0.4 bar, as molas do atuador conseguem manter a válvula totalmente fechada, abrindo a partir daí linearmente até aos 2 bar. O *output* terá de ser de 1.2 bar, para que a válvula abra a 50%. Este princípio só é válido caso a pré-tensão das molas tenha sido feita correctamente.

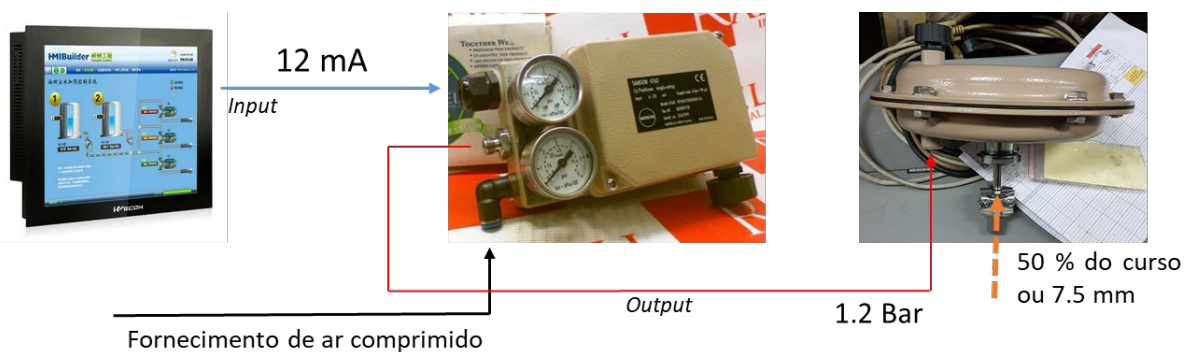


Figura 55 - Exemplo de funcionamento de uma válvula proporcional instalada na Continental (autoria própria).

Assim sendo, ao fornecer ar comprimido ao posicionador, e dando um *input* de 12 mA ao mesmo, poderão ser feitas as seguintes observações:

- O *output* será de 1.2 bar (caso o atuador tenha molas de 0.4 a 2 bar);
- A válvula abrirá a 50% do curso total, ou seja, 7.5 mm;
- O caudal de fluido a atravessar a válvula será de aproximadamente 80% do caudal máximo;

2.10 Metodologia 5S

A metodologia dos 5S constitui uma base essencial para a implementação de melhorias no posto de trabalho. Sendo considerada uma das práticas fundamentais do pensamento *Lean*, a aplicação desta metodologia encontra-se cada vez mais em voga nos dias de hoje.

Esta metodologia consiste numa técnica de limpeza visual e pressupõe o cumprimento de cinco pontos-chave, sendo estes [39]:

- *Seiri* (Utilização) – Consiste em classificar e separar todo o material que não é utilizado frequentemente;
- *Seiton* (Organização) – Organização do posto de trabalho, colocando cada instrumento no seu devido lugar;
- *Seiso* (Limpeza) – Implica a limpeza de toda a área e equipamentos de trabalho, para garantir boas condições de higiene e segurança;
- *Seiketsu* (Normalização) – A normalização garante a manutenção dos primeiros três pilares da metodologia, já que ao criar procedimentos-padrão, todos os colaboradores conseguem realizar as tarefas da mesma forma;
- *Shitsuke* (Disciplina) – A disciplina garante um comprometimento com a metodologia implementada. Sem a mesma, é impossível garantir que as melhorias sejam atingidas e mantidas a longo-prazo.



Figura 56 - As 5 vertentes da metodologia 5S. Fonte: Marucci

A aplicação desta metodologia apresenta muitos benefícios práticos, entre os quais:

- 1 - Uma maior organização do espaço de trabalho pode levar a uma diminuição do risco de acidentes;
- 2 - Uma maior satisfação por parte dos colaboradores ao trabalharem num espaço limpo e organizado;
- 3 - Maior aproveitamento dos materiais – apenas se mantém o estritamente necessário;
- 4 - Aumento de produtividade devido ao tempo que se poupa na procura de ferramentas.



Figura 57 - Exemplo de um local de trabalho limpo e organizado. Fonte: Strategos.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Caracterização da zona de vulcanização
- 3.2 Caracterização das válvulas proporcionais existentes
 - 3.3 Situação inicial – válvulas proporcionais
 - 3.4 Situação inicial – oficina de reparações
 - 3.5 Visão
- 3.6 Projeto de melhoria – Válvulas proporcionais
- 3.7 Projeto de melhoria – Oficina da Engenharia 5
 - 3.8 Resultados obtidos

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da zona de vulcanização

Atualmente, na Continental Mabor existem vinte filas de prensas de vulcanização, agrupadas duas a duas, formando assim um canal. Ao todo são dez canais, sendo que a partir do canal número sete existem o lado A e o lado B de cada fila, fruto da constante expansão da fábrica e necessidade de instalação de novas prensas para o aumento de produção. Na Figura 58 é possível observar uma representação esquemática da distribuição das prensas na zona de vulcanização.

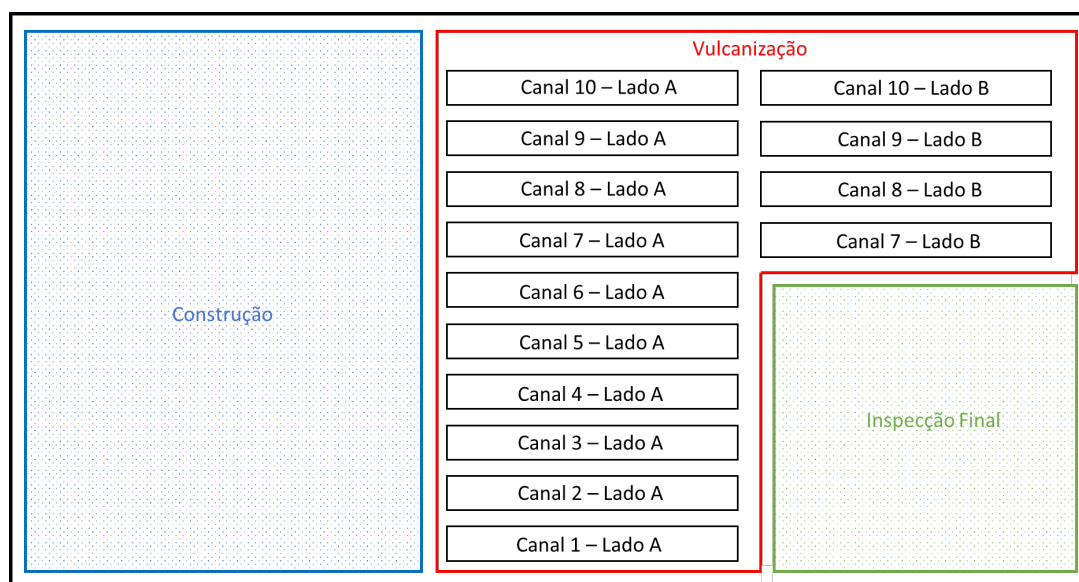


Figura 58 - Esquematização da zona de vulcanização.

Atualmente existem 269 prensas de vulcanização em Lousado, distribuídas por três fabricantes. Dependendo das especificações da mesma, do seu fabricante ou do pneu produzido, estas podem conter duas, quatro ou seis válvulas proporcionais no seu “kit de vapor”.

É importante relevar que cada prensa contém duas cavidades, podendo produzir dois pneus em simultâneo. Caso as cavidades sejam comuns, a alimentação de vapor é dada ao mesmo tempo e na mesma quantidade a ambas, o que significa que cada cavidade terá de ser carregada com um pneu ao mesmo tempo. Caso as cavidades sejam independentes, é possível fornecer vapor em quantidades e durações diferentes, o que permite que estejam pneus em diferentes fases de vulcanização em cada cavidade.

Prensas com duas válvulas proporcionais

As prensas que utilizam apenas duas válvulas proporcionais têm cavidades comuns, ou seja, ambas as cavidades estão na mesma fase de cura a dado tempo. Estas apenas necessitam de duas válvulas proporcionais, uma para regular a pressão interna dos diafragmas de ambas as cavidades e outra para regular as temperaturas externas dos moldes mesmas cavidades

Prensas com quatro válvulas proporcionais

As prensas com quatro válvulas proporcionais possuem cavidades independentes, sendo possível vulcanizar diferentes tipos de pneus em cada cavidade. Estas possuem uma válvula proporcional, por cavidade, para controlar a pressão interna dos diafragmas e outra para controlar a temperatura dos moldes, também por cavidade.

Prensas com seis válvulas proporcionais

Nos canais mais recentes, nomeadamente o canal 7B e o canal 8B, foram instaladas prensas com seis válvulas proporcionais. Estas prensas de cavidades independentes produzem pneus com especificações apertadas e que necessitam de um processo de cura totalmente sob controlo.

Neste caso, existe uma válvula proporcional para regular a pressão interna do diafragma, outra válvula proporcional para regular a temperatura do molde e uma última para regular a temperatura do “pisso” do molde, isto por cavidade. Desta forma, estas são as prensas que permitem o maior controlo das temperaturas nas diferentes zonas do molde.

No total, existem 782 válvulas proporcionais a controlar o vapor nas prensas de vulcanização da fábrica da *Continental* em Lousado. Este valor totaliza apenas as válvulas que estão em funcionamento nas prensas, deixando de fora as que estão para reparação na oficina ou em *stock* no armazém de materiais indiretos (AMI).

3.2 Caracterização das válvulas proporcionais existentes

Dado que em qualquer ramo da indústria a evolução ao longo dos anos é incessante, não sendo o mercado das válvulas proporcionais uma exceção, é natural que com a passagem do tempo e com a ampliação das infraestruturas da *Continental Mabor* se tenham atualizado ou adicionado variantes às mesmas.

Na primeira quinzena de setembro de 2018, existiam codificados (no software de gestão *SAP*) e em utilização:

- 4 modelos de posicionadores;
- 2 modelos de atuadores;
- 2 tipos de corpos de válvulas;
- 5 combinações de válvulas completas (atuador + posicionador + corpo da válvula).

Posicionadores

Atualmente existem quatro modelos de posicionadores em utilização nas 269 prensas existentes. Dois destes modelos são considerados obsoletos pela *SAMSON*, pelo que para além de terem deixado de ser fabricados, também não são garantidos *spares* para os mesmos.

- Posicionador 3760 - Obsoleto

Este é o posicionador mais antigo em utilização na *Continental* de Lousado. Este é um modelo básico, mas eficaz, podendo ser montado nos dois tipos de atuadores existentes.



Figura 59 - Posicionador 3760. Fonte: SAMSON

- Posicionador 3763 - Obsoleto

Este posicionador foi desenvolvido na década de 90, tratando-se de um modelo considerado obsoleto nos dias de hoje. Apenas pode ser montado no atuador mais antigo, 3271.

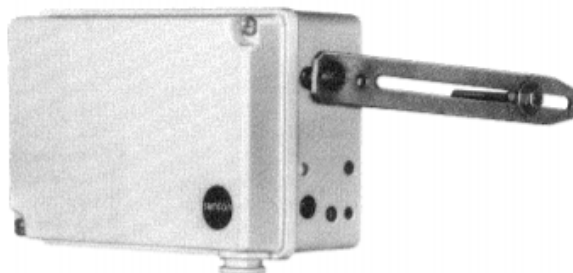


Figura 60 - Posicionador 3763. Fonte: SAMSON

- Posicionador 4763

Este posicionador, apesar de ser comercializado desde o início dos anos 2000, ainda é amplamente utilizado na *Continental* e considerado “recente” pelo seu fabricante, a *SAMSON*, ainda sendo possível comprá-los novos e encomendar *spares*. Este modelo veio substituir o posicionador 3763 e só pode ser montado no atuador mais antigo, o 3271.



Figura 61 - Posicionador 4763. Fonte: SAMSON

- Posicionador 3730-1

Este posicionador é o mais recente da gama da *SAMSON* utilizado na fábrica da *Continental* em Lousado. Já converte o *input* de forma digital e tem a capacidade de se diagnosticar a si próprio, apresentando os eventuais erros num pequeno ecrã frontal. De todos os modelos é o mais simples de calibrar e veio substituir o modelo 3760. Este posicionador só pode ser aplicado no atuador mais recente, o 3277.



Figura 62 - Posicionador 3730-1. Fonte: SAMSON

Dado que o posicionador é um dos elementos-chave de uma válvula proporcional, e que esta não consegue funcionar sem o mesmo, existe um total de 782 posicionadores em funcionamento nas prensas de vulcanização.

Neste momento, já existe uma grande predominância dos modelos mais recentes sobre os mais antigos, em termos de quantidade, tal como demonstra a Figura 63.

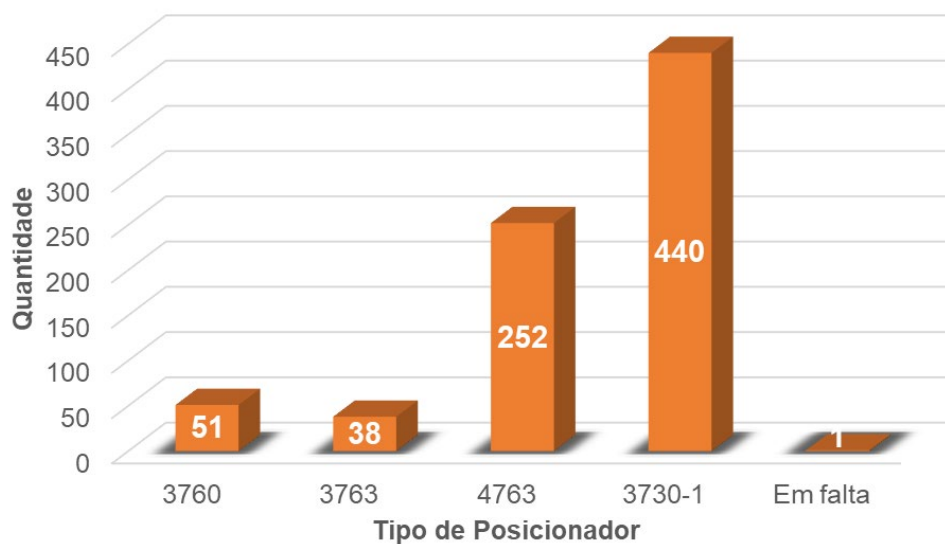


Figura 63 - Modelos de posicionadores e suas quantidades.

Atuadores

- Atuador 3271

Este é o atuador mais antigo dos dois, com um perfil mais baixo que o atuador 3277 e uma área do diafragma de 240 cm². As molas deste atuador têm uma pré-tensão de 0.4 – 2 bar (enquanto é fornecida uma pressão de até 0.4 bar, este mantém-se totalmente fechado, abrindo depois a válvula linearmente ao serem fornecidos de 0.4 até ao máximo de 2 bar).



Figura 64 - Atuador do tipo 3271 (autoria própria).

- Atuador 3277

Modelo mais recente que o 3271 e já utilizado na maioria das válvulas presentes na área da vulcanização. Possui uma área de diafragma de 120 cm² e uma pré-tensão das molas de 1.4 – 2.3 bar.



Figura 65 - Atuador do tipo 3277 (autoria própria).

O número de atuadores presentes na área de vulcanização, por modelo, são os apresentados na figura 66.

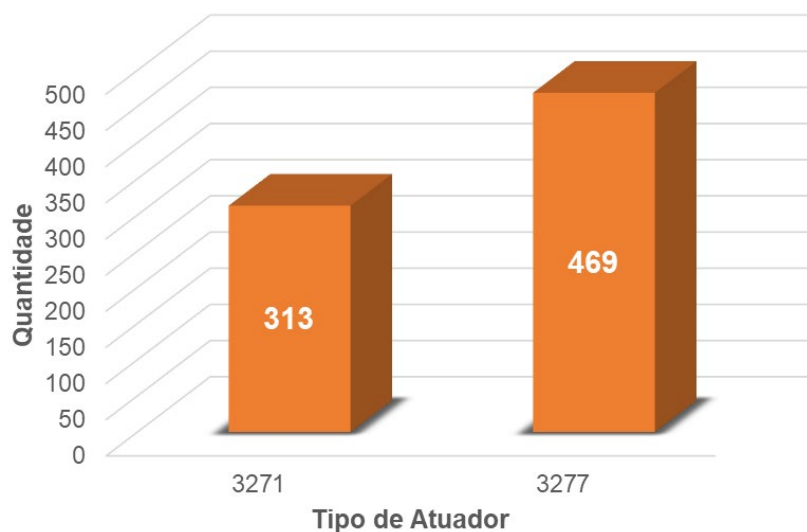


Figura 66 - Modelos e quantidades de atuadores presentes na zona de vulcanização.

Corpos das válvulas

À data de setembro de 2018, existiam corpos de válvulas distintos, codificados no *software* de gestão SAP.

- Corpo do tipo 241 – DN25; PN25; Kvs 4

Este corpo é fabricado com material GGG (ferro fundido) e tem as seguintes características:

- DN25 – Aplicação em tubagem com diâmetro nominal de 25 mm [\[40\]](#);
- PN25 – Pressão nominal da flange de 25 bar [\[40\]](#);
- Kvs 4 – Caudal de fluído que atravessa a válvula quando esta está totalmente aberta e com uma pressão diferencial de 1 bar, expresso em m³/h [\[41\]](#). Neste caso, o caudal seria de 4 m³/h para as condições explicitadas anteriormente.

- Corpo do tipo 241 – DN15; PN25; Kvs 2.5

Este corpo, tal como o anterior, é fabricado com material GGG e tem as seguintes características:

- DN15 – Aplicação em tubagem com diâmetro nominal de 15 mm;
- PN25 – Pressão nominal da flange de 25 bar;
- Kvs 2.5 – Caudal de fluído que atravessa a válvula de 2.5 m³/h para as condições explicitadas anteriormente.

Os corpos das válvulas possuem o diâmetro nominal (DN) e a pressão nominal (PN), bem como o sentido em que devem ser montados na parte lateral, para fácil identificação. O Kvs, por sua vez, é identificado numa chapa localizada no atuador.

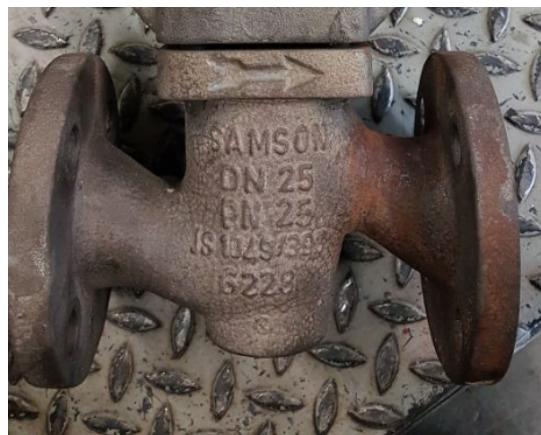


Figura 67 - Corpo de uma válvula do tipo 241 (autoria própria).

É importante salientar que uma válvula DN15 não pode ser montada numa tubagem DN25 e vice-versa, dado que as dimensões e furações das flanges são totalmente diferentes, tal como definido pela norma *ANSI B 16.5* [42].

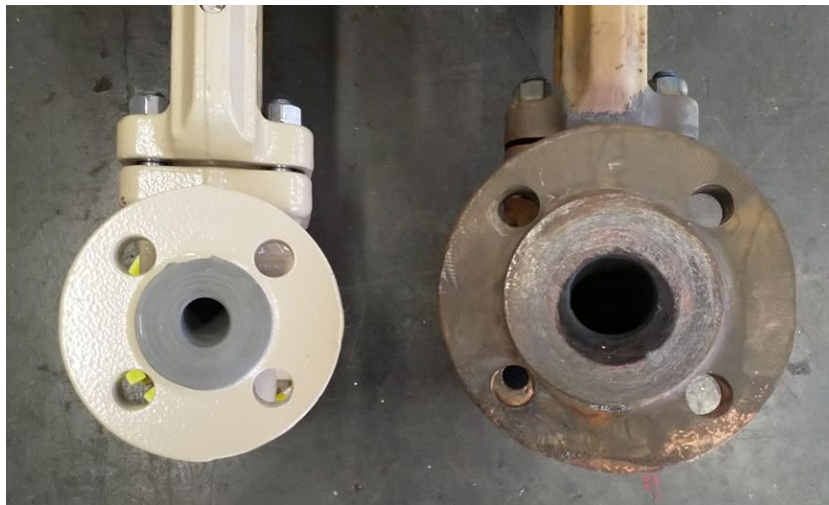


Figura 68 – Diferenças entre as flanges DN15 e DN25 (autoria própria).

Válvulas completas

À data de setembro de 2018, existiam cinco combinações de válvulas codificadas no AMI, sendo estas:

- Corpo do tipo 241 com DN15 + Atuador 3277 + Posicionador 3730-1;
- Corpo do tipo 241 com DN25 + Atuador 3277 + Posicionador 3730-1;
- Corpo do tipo 241 com DN25 + Atuador 3277 + Posicionador 3760;
- Corpo do tipo 241 com DN25 + Atuador 3271 + Posicionador 4763;
- Corpo do tipo 241 com DN25 + Atuador 3271 + Posicionador 3763.

3.3 Situação inicial – válvulas proporcionais

Aquando do início do estágio curricular do qual resultou esta dissertação, a *Continental Mabor* via nas válvulas proporcionais uma grande problemática por resolver.

Fruto da existência de grandes gastos económicos nas reparações no OEM (*Original Equipment Manufacturer*), a estratégia para 2018 passou a ser de reparar as válvulas internamente. Devido ao facto do único técnico especializado na reparação das mesmas estar muito próximo da reforma e de ter de dividir o seu tempo entre a reparação de válvulas proporcionais e a manutenção curativa das prensas de vulcanização, dando sempre prioridade à última, algumas condições teriam de ser criadas para assegurar que o plano de reparação conseguia ser sustentável.

Quantidade excessiva de válvulas por reparar

Para além do número de válvulas à espera de reparação ser claramente excessivo, esgotando o *stock* de segurança do AMI e obrigando até certo ponto à criação de mais uma zona para armazenamento de válvulas por reparar (paleta azul da Figura 69).

O acondicionamento das mesmas também não era o ideal, tratando-se de equipamentos de elevado valor monetário, quase que “atirados” para a estante de material por reparar.



Figura 69 – Quantidade de válvulas por reparar em setembro de 2018.

Manutenção curativa incorreta

Tal como qualquer equipamento em que esteja envolvido desgaste mecânico e/ou eletrónico, a questão que se coloca não é de se este vai avariar, mas sim de quando vai avariar.

Tratando-se de uma indústria tão exigente e competitiva, a resposta às avarias tem de ser incisiva e imediata, ainda para mais quando basta que uma válvula proporcional não funcione corretamente para que se comece a dar a produção material não-conforme e a consequente paragem da prensa ou cavidade (dependendo do facto de ser de cavidades comuns ou independentes). Assim sendo, quando a avaria é simples (neste caso a descalibração de posicionadores), a sua resolução é feita “*in loco*”.

Dado que o ambiente na zona onde se efetua a reparação é extremamente quente, existindo constantes fugas de vapor/óleo e com mobilidade reduzida, os técnicos tendem a realizar o trabalho o mais rapidamente possível, por vezes descurando a qualidade da reparação. Isto leva a que alguns dos posicionadores sejam deixados com a tampa aberta e/ou sem bucins (vedantes) colocados.

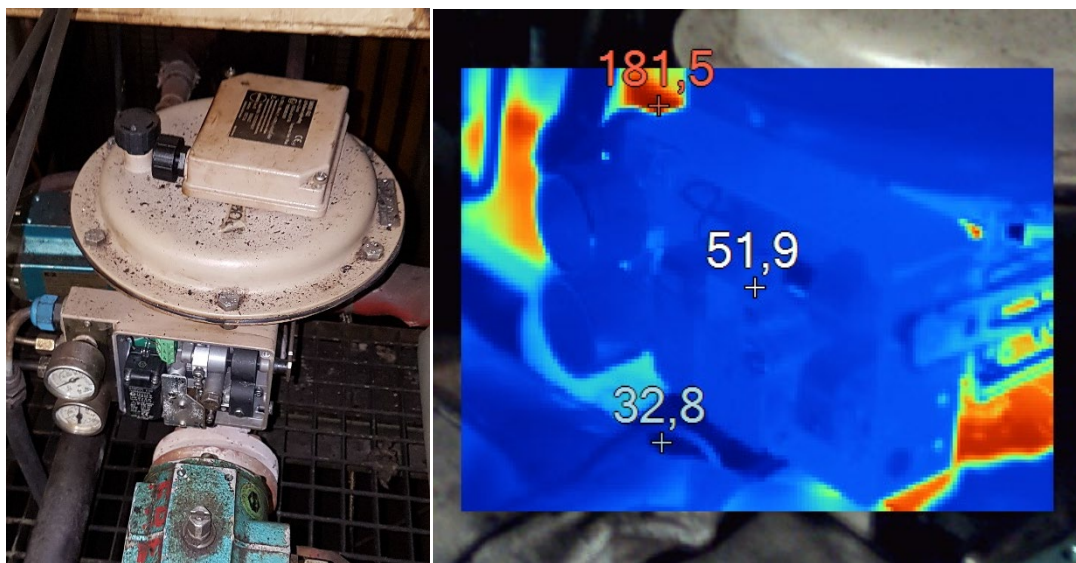


Figura 71 - Posicionador a operar sem tampa (à esquerda) e a temperatura a que está sujeito (à direita), em °C (autoria própria).

Todos os posicionadores utilizados na *Continental* estão preparados para suportar as condições existentes na zona das prensas de vulcanização, isto se os componentes internos estiverem devidamente protegidos do ambiente agressor que existe à sua volta.

Tipo	3763	4763	3760	3730-1
				
T _{amb. máx.}	80°C	70°C	70°C	80°C
IP	IP 54	IP 54	IP 54	IP 66

Figura 70 - Temperaturas suportadas por cada modelo de posicionador e seu grau de protecção. (Fonte: SAMSON)

Registo de reparações inexistente

Até à data de setembro de 2018, não existia qualquer tipo de registo de reparações efetuadas internamente. Era, assim, impossível saber quantas reparações eram efetuadas num determinado espaço de tempo (anualmente, por exemplo), quais os principais modos de falha das válvulas e quais os componentes mais substituídos nas mesmas.

Desta forma, a inexistência de qualquer tipo de registo de reparações, para além de dificultar o trabalho nos estudos de poupança nas reparações internas comparativamente com as reparações no OEM (revelados posteriormente), tornava impossível estimar um MTBF das válvulas proporcionais.

Guia de *spares* desatualizado

O guia de componentes de substituição fornecido pela *SAMSON* encontrava-se desatualizado e demasiado confuso, dificultando o trabalho dos técnicos quando havia a necessidade de levantar componentes do AMI para uma reparação urgente.

[illegible]

Figura 72 - Guia de *spares* para válvulas proporcionais. Fonte: SAMSON

Teste de fugas nas válvulas proporcionais

As válvulas proporcionais, dado o seu modo de funcionamento, têm sempre uma fuga máxima admissível, mesmo quando completamente fechada. Esta fuga é definida pela norma *ANSI FCI 70-2* da classe de vedação da válvula em questão, tal como explicitado anteriormente.

À data de setembro de 2018, não existia qualquer tipo de equipamento que permitisse testar internamente a fuga de uma válvula proporcional, algo que é extremamente importante. Caso a válvula tenha uma fuga superior ao admissível e vá para uma prensa de vulcanização (como será revelado posteriormente), irá certamente prejudicar o processo que está a controlar.

Para além disto, o teste de fuga de válvulas proporcionais, revela-se também crucial para efetuar um primeiro diagnóstico a uma válvula após chegar à oficina para reparação. Muitas das vezes, o diagnóstico do modo de falha de uma válvula proporcional é mal efetuado pelos técnicos que retiram a mesma das prensas, levando a um gasto desnecessário na substituição do conjunto sede/obturador.

Melhoria de condições de trabalho do técnico de reparações

Apesar das válvulas proporcionais se revelarem equipamentos complexos, envolvendo conceitos de pneumática, mecânica e eletrônica, a quantidade de ferramentas necessárias para efetuar a reparação das mesmas demonstra-se surpreendentemente pequena (figura 73).



Figura 73 - Ferramentas necessárias à reparação de uma válvula proporcional.

Em adição às ferramentas demonstradas na figura 73, é também necessária uma fonte de ar comprimido, para que seja possível testar fugas no atuador (membrana rota) e realizar a calibração de posicionadores.

Aquando do início do estágio do qual resultou esta dissertação, a mangueira de ar comprimido encontrava-se extremamente longe da bancada de trabalho, levando a um esforço desnecessário em constantes deslocações para a ir buscar e pousar. Para além do mais, quando esta se encontrava totalmente esticada para fornecer ar comprimido à válvula em reparação, obstruía a passagem de outros técnicos presentes na oficina.

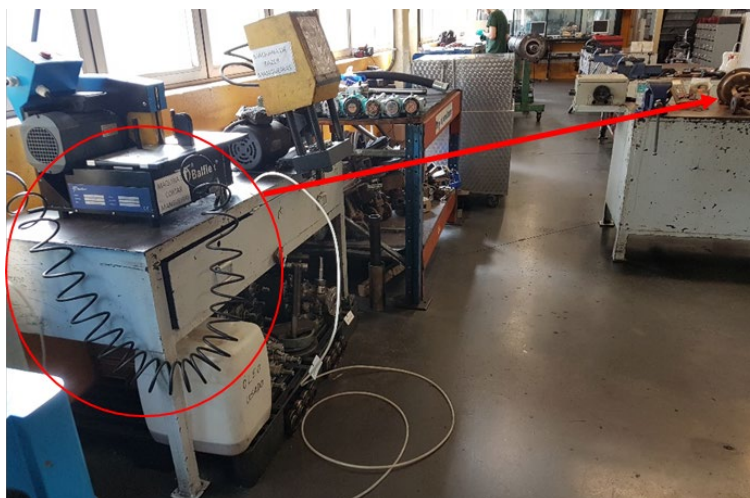


Figura 74 - Má localização da mangueira de fornecimento de ar comprimido.

Qualidade do ar comprimido utilizado nas reparações

Foi constatado que a qualidade do ar comprimido utilizado nas reparações não cumpria os requisitos necessários para que fosse utilizado em componentes tão sensíveis como os posicionadores. Fruto do facto da linha de ar comprimido utilizada na reparação de válvulas proporcionais ser também utilizada na reparação de cilindros hidráulicos, esta, por vezes, ficava contaminada com óleo e inseria-o no interior dos posicionadores aquando da reparação.



Figura 75 - Óleo detectado no interior de alguns posicionadores. Fonte: SAMSON

Qualidade do ar comprimido utilizado nas reparações

Para além da qualidade do ar comprimido utilizado nas reparações das válvulas proporcionais não ser adequada, constatou-se também que a qualidade do ar comprimido fornecido às próprias prensas não cumpria os requisitos de qualidade (água, partículas e óleo) exigidos pelo fabricante das válvulas e definidos pela norma ISO 8573-1.



Figura 76 - Unidades de tratamento de ar utilizadas nas prensas de vulcanização (autoria própria).

3.4 Situação inicial – oficina de reparações

Dado ser uma oficina antiga e com um alto volume de reparações, a oficina da Engenharia 5 encontrava-se desorganizada e a precisar de uma reestruturação.

O facto dos técnicos terem um local de trabalho desorganizado e antiquado, para além de não lhes serem dadas ferramentas adequadas para desempenhar as suas tarefas com eficiência, leva a uma desmoralização dos mesmos e consequente decréscimo na qualidade das reparações efetuadas.



Figura 78 - Mau estado das bancadas dos técnicos de reparações (à esquerda) e desaproveitamento de espaço (à direita).



Figura 77 - Falta de marcações no chão.



Figura 79 - Separação de lixo incorreta - latas de *spray* no contentor da sucata.

3.5 Visão

Após identificados os problemas a resolver, é necessário criar uma estratégia para os eliminar. A busca pela eficiência máxima de um processo pode ser equiparada a subir umas escadas, em que cada degrau é uma etapa que resolve um problema já identificado e que é necessário ultrapassar. Só após serem ultrapassados todos os degraus, resolvendo todos os problemas que prejudicam o processo a melhorar, é que se pode atingir o objectivo pretendido.

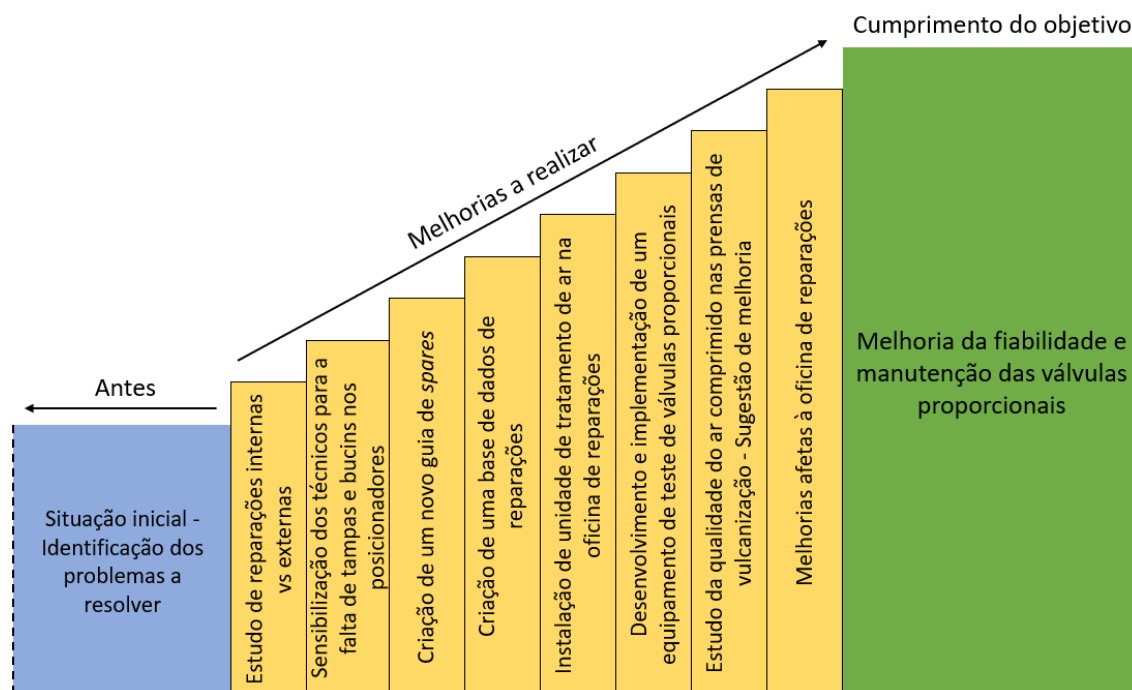


Figura 80 - Visão do objetivo a cumprir.

As melhorias realizadas no âmbito deste projeto e apresentadas na Figura 80 visam essencialmente:

- Reduzir custos – com o teste de fugas de válvulas proporcionais, pode-se realizar um diagnóstico ao conjunto de sede/obturador, componentes de substituição mais caros de uma válvula proporcional, antes de reparar a válvula, deixando de ser necessário substituir este conjunto 100% das vezes;
- Aumentar a fiabilidade das válvulas proporcionais – ao garantir que o ar comprimido está de acordo com as especificações do fabricante, o tempo útil de vida dos posicionadores irá ser drasticamente aumentado;
- Criar a possibilidade de realizar estudos estatísticos – ao introduzir o registo de reparações e compilando-o numa base de dados tornará possível realizar estudos estatísticos sobre os modos de falha das válvulas proporcionais e eventuais acções corretivas a serem tomadas;
- Melhorar as condições de trabalho dos técnicos – ao melhorar as condições de trabalho dos técnicos de reparações, garantindo que têm um local limpo e organizado, levará a um aumento da qualidade das suas reparações.

3.6 Projeto de melhoria – Válvulas proporcionais

3.6.1 Estudo de reparações internas vs externas

Ao longo dos últimos anos, o local onde eram feitas as reparações das válvulas proporcionais utilizadas na *Continental Mabor* não estava totalmente definido. Na prática, caso a quantidade de válvulas por reparar e o tempo disponível por parte do técnico especializado nas reparações (que também estava alocado à manutenção curativa) assim o permitisse, estas eram reparadas internamente. Caso existissem reparações demasiado complexas para efetuar internamente ou o técnico não tivesse tempo para efetuar as mesmas, estas iriam para o fabricante, a *SAMSON*, para serem reparadas.

Esta política mudou no início de 2018, quando o grupo *Continental* decidiu que todas as reparações de válvulas proporcionais deveriam passar a ser realizadas internamente, de forma a poder implementar uma estratégia sustentável de gastos em reparações.

Desta forma, e com a intenção de avaliar economicamente o impacto da decisão tomada, foi realizado um estudo para o ano de 2018 com as poupanças obtidas ao realizar todas as reparações internamente, tanto para válvulas completas como para posicionadores.

Para além de serem feitas reparações de válvulas completas, são também feitas reparações apenas de posicionadores, dado que uma grande percentagem das avarias de válvulas proporcionais são causadas por falhas nos mesmos. Como estes podem ser trocados no local rapidamente e sem necessidade de retirar o resto da válvula da

máquina, existe a necessidade de manter *stock* no AMI apenas destes componentes (separados do resto da válvula).



Figura 81 - Válvulas completas e posicionadores, na paleta de material reparado, prontos para seguir para armazém.

Então, para realizar este estudo, dado que à data ainda não existia um registo de reparações, foi necessário recorrer ao *software* de gestão *SAP* e analisar dois tipos de levantamentos do AMI:

- Levantamento de obturadores – é um componente substituído em quase todas as reparações de válvulas completas (seria igual pesquisar por levantamentos de sedes, já que são sempre mudados em conjunto), sendo um bom indicador para quantificar as mesmas;
- Levantamento de posicionadores – visto que não existe nenhum componente substituído em todas as reparações de posicionadores, a pesquisa teria de ser por levantamento de posicionadores já reparados e prontos a serem montados.

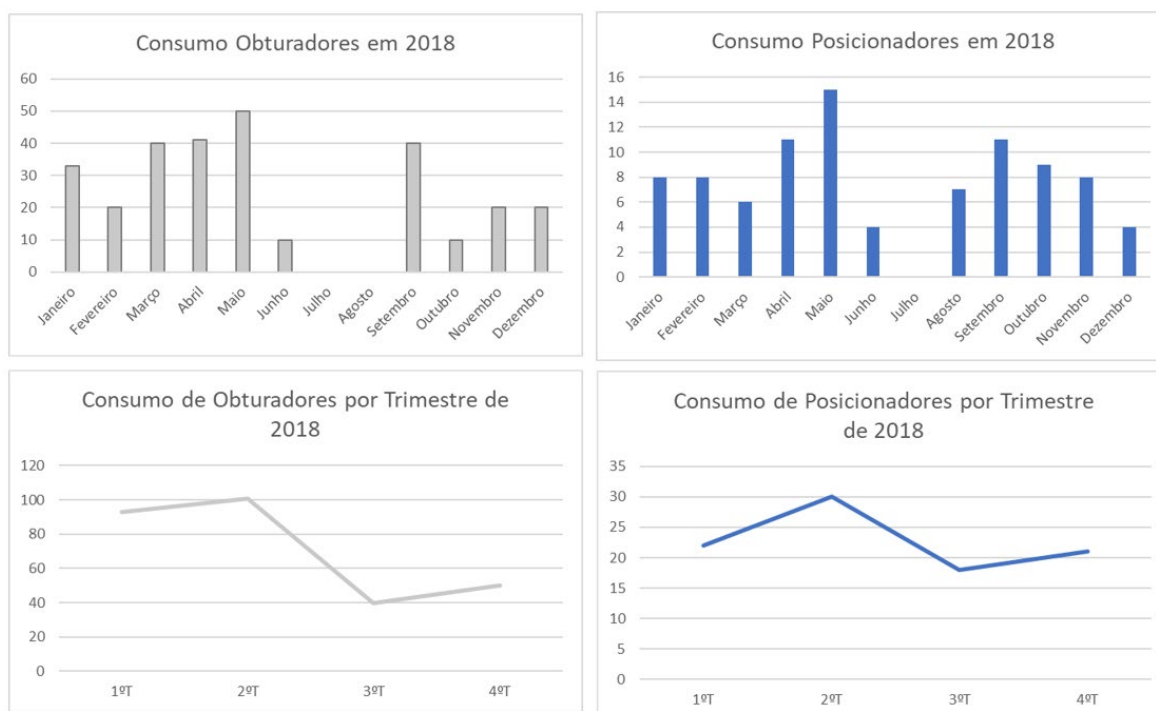


Figura 82 - Consumo de obturadores e posicionadores reparados do AMI em 2018.

Através dos consumos identificados na Figura 82, podemos concluir que o número total de reparações, para o ano de 2018, foi o seguinte:

Tabela 14 - Número de reparações internas, por equipamento, em 2018.

Equipamento	Número de reparações (2018)
Válvulas completas	284
Posicionadores	91

De seguida, foi estimado um tempo médio de reparação por válvula completa e por posicionador, bem como o custo da mão-de-obra do técnico que efetua as reparações.

Tabela 15 - Tempo de reparação por equipamento e custo da mão-de-obra.

Equipamento	Tempo de reparação	Custo mão-de-obra
Válvulas completas	3 h	11,4 €/h
Posicionadores	2 h	

Visto que o custo dos *sparcs* é o mesmo quer as reparações sejam feitas internamente, quer sejam feitas externamente (no fabricante), a poupança irá estar unicamente na diferença de preços da mão-de-obra.

Infelizmente, para as reparações dos posicionadores não foi possível apreçar o custo da mão-de-obra externa, pelo que foi utilizado o preço médio do total das reparações dos mesmos. Por sua vez, o custo da mão-de-obra utilizado para os cálculos das reparações externas das válvulas completas foi providenciado pelo próprio fabricante, a *SAMSON*.

Tabela 16 - Custos totais de reparação de válvulas completas e posicionadores, em 2018.

Custo total das reparações (2018)				
Válvulas Completas	Componentes (Média)	Mão-de-obra	Nº Reparções	Total
Reparação Interna	788,61 €	34,20 €	284	233 678 €
Reparação na SAMSON	788,61 €	160,00 €		269 405 €
Posicionadores	Componentes	Mão-de-obra	Nº Reparções	Total
Reparação Interna	259,00 €	22,80 €	91	25 644 €
Reparação na SAMSON	350 €			31 850 €

Poupança Total Anual: **41.933€**

Através deste estudo foi possível tirar duas importantes conclusões:

- Ao realizar as reparações internamente é possível poupar anualmente, nas reparações de válvulas proporcionais e posicionadores, mais de 40000 €;
- Dado que na atualidade existem 782 válvulas proporcionais na fábrica e 284 delas são reparadas anualmente (36% do parque total de válvulas), medidas teriam de ser tomadas para um aumento da fiabilidade das mesmas.

3.6.2 Sensibilização dos técnicos para falhas na manutenção

Conforme referido anteriormente, um dos problemas que afetava o tempo útil de vida dos posicionadores era o facto de serem deixados sem tampas e/ou buçins enquanto operavam nas prensas.

Estes, devido ao desgaste mecânico dos componentes internos das válvulas e ao facto de trabalharem de uma forma muito precisa (conseguem abrir a válvula em incrementos de 2%), sofrem descalibrações, o que requer que nos casos mais simples estes sejam resolvidos na própria máquina.

Isto torna-se um problema, devido ao facto do ambiente na zona das prensas ser extremamente quente, com pouca mobilidade e fugas de vapor constantes, o que leva os técnicos a realizarem a operação de calibração do posicionador o mais expeditamente possível, resultando em tampas e/ou buçins não colocados.

3.6.3 Criação de um guia rápido de substituição

Dada a complexidade e desatualização do guia de *spares* fornecido pela *SAMSON* (Figura 72), revelou-se necessário proceder à criação de um novo guia. O objetivo seria criar uma ferramenta mais visual e que facilitasse o trabalho dos técnicos que não estavam habituados a requisitar componentes que se encontravam no AMI.

De forma a materializar esta ideia, foi feito um levantamento de todos os códigos representativos de componentes de substituição de válvulas proporcionais, no sistema de gestão *SAP*, e de seguida foi feito um registo fotográfico de todos esses componentes para incluir no guia.

O guia parte da válvula proporcional completa, mostrando todas as combinações e seus códigos de armazém, e passa para os seus principais constituintes (atuador, posicionador e corpo da válvula), mostrando fotografias de cada componente, a sua descrição, código de *spare SAMSON* e código de armazém *Continental*.

Desta forma, é possível a um técnico que não tenha qualquer tipo de experiência na reparação de válvulas proporcionais, encomendar um componente de substituição do AMI, bastando para isso ter uma referência visual do componente a encomendar. Esta ferramenta facilita também as comunicações com o fabricante, quer seja para obter informações ou fazer reclamações, já que inclui também a referência do fabricante para cada componente.

O guia completo pode ser encontrado no Anexo 2.

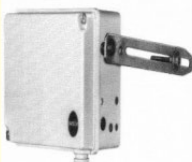
Posicionador	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
 3763 (já não se fabrica. Substituído pelo Pos. 4763)	-	Posicionador Completo	Descontinuado	
	1	Membrana de Medida	1190-3449	87088463
	2	Conversor Electro-Pneumático 6112	1008928	88072933
	3	Membrana Dupla do Amplificador	1490-7317	87088465
	4	Prato da Membrana Dupla	1690-4237	87200600
	5	Junta Cilíndrica do Amplificador	0430-1183	87197622
	6	Bloco com Manómetro 0-6 bar	1400-5351	87080916
	7	Junta Cilíndrica da Entrada	1690-4844	87197621
	8	Mola de Membrana do Amplificador	0270-1133	7088801
	9	Obturador do Amplificador	0220-3079	87200584
	10	Bloco XP	1190-0708	87235493
	11	Conjunto Tubeira/Palheta	1180-5318	80072915
	12	Ligador para Sinal de Comando	8804-1178	87258314
	13	Mola de Pressão	0270-1529	7200585
	14	Junta p/Bloco Manómetro	0430-0877	87196773
	15	Manómetro 0-6 bar	0080-0180	88073345
Fotos (nº componente):				
				

Figura 85 - Lista de *spares* do posicionador 3763 (porção do guia).

Atualmente, este guia vai na segunda revisão, tendo sido atualizado com os novos componentes codificados ao longo do projeto e que serão abordados mais em detalhe posteriormente.

3.6.4 Criação de uma base de dados de reparações

Um dos passos fundamentais para se conseguir atingir o objetivo de melhorar a fiabilidade e a qualidade das reparações das válvulas proporcionais, é a introdução de uma base de dados de reparações.

A introdução de um registo de reparações e posterior compilação desse mesmo registo numa base de dados, tem como finalidade:

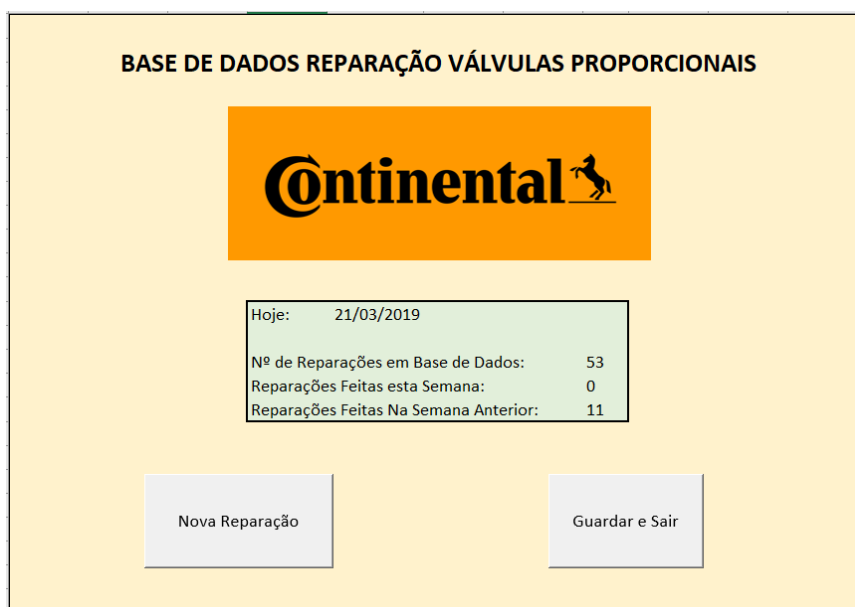
- Estudar os modos de falhas das válvulas proporcionais – avarias mais frequentes;
- Perceber quais são os componentes mais substituídos e em que quantidades;
- Conseguir saber o número exato de reparações num determinado espaço de tempo;
- Perceber quais são as configurações mais problemáticas (atuador + posicionador + corpo da válvula);
- Testar novos componentes – perceber se uma mudança de material ou fornecedor para certo componente aumenta de facto a fiabilidade das válvulas;
- Obter um *MTBF* para as válvulas proporcionais.

Sem esta ferramenta, qualquer “melhoria” efetuada no âmbito das válvulas proporcionais seria inconclusiva, não havendo qualquer tipo de indicador que pudesse indiciar um aumento, ou diminuição, na fiabilidade das mesmas.

De forma a conseguir concretizar os objetivos acima propostos, a introdução de dados terá de ser capaz de conseguir responder a quatro questões:

- “Quando?” – Quando é que ocorreu a avaria. Servirá para obter um número concreto de reparações num determinado espaço de tempo, bem como estudar o *MTBF* da válvula ou a duração de um componente em teste;
- “Qual?” – A todas as válvulas reparadas é atribuído um número único, por meio de uma chapa de identificação, pelo que introduzir este número permitirá que no futuro seja possível obter um historial da mesma;
- “Porquê?” – Qual foi o motivo de avaria da válvula. Este dado permite perceber quais são as principais causas de avaria das válvulas proporcionais, de forma a poderem ser criadas soluções para atenuar as mesmas;
- “O quê?” – Neste campo, são introduzidos todos os componentes que foram substituídos durante a reparação. Permite perceber quais são os componentes mais problemáticos, ou se o teste de um novo material ou fornecedor para qualquer um destes surtiu efeito.

Dado que se pretende que o registo das reparações seja efetuado pelo próprio técnico aquando da finalização da mesma, a base de dados terá de ser simples, intuitiva, rápida de preencher e formulada de forma a induzir o mínimo de erros possível. Assim sendo, para a criação desta mesma base de dados foi utilizado o *software Microsoft Excel®*, visto que é capaz de registar e compilar as reparações de forma a poderem ser trabalhadas estatisticamente no futuro.



BASE DE DADOS REPARAÇÃO VÁLVULAS PROPORCIONAIS

Continental

Hoje: 21/03/2019

Nº de Reparções em Base de Dados:	53
Reparções Feitas esta Semana:	0
Reparções Feitas Na Semana Anterior:	11

Nova Reparação

Guardar e Sair

Figura 86 - Página inicial da base de dados de reparações.

A página inicial da base de dados de reparações, revela algumas informações em relação aos dados contidos na mesma. Para além de conter o número total de reparações registadas, contém o número de reparações efetuadas na semana atual, bem como o número de reparações efetuadas na semana anterior.

Para além destes dados, são também apresentados dois botões, um para introduzir uma nova reparação e outro para sair do aplicativo, caso seja necessário. Caso se carregue no botão de “Nova Reparação”, aparecerá uma *popup*, onde será feita a introdução dos dados da reparação.

Nova Reparação - Válvula Proporcional

Continental

Data: 21/03/2019 N° Série Válvula: []

Constituição da Válvula:

Posicionador: [?] Atuador: [] Corpo da Válvula: []

Causa da Avaria:

☐ Falta de Estanquicidade ☐ Posicionador Avariado ☐ Fuga no Atuador

Material Substituído

Atuador: ☐ Membrana ☐ Anel de Vedação ☐ Retentor

Corpo da Válvula: ☐ Sede e Obturador ☐ Porca do Empanque ☐ Casquilho-Guia ☐ Junta do Corpo ☐ Empanque

Posicionador: ☐ Kit Membranas e Juntas ☐ Conversor Eletro-Pneumático

Outro Material Substituído: []

Comentários: []

[Inserir Reparação] [Cancelar]

Modelos de Posicionadores

[Imagem 1] [Imagem 2] [Imagem 3] [Imagem 4]

[Fechar]

Posicionador [?] **Atuador** 3730-1 4763 **Corpo da Válvula** 3763 3760

Posicionador [?] **Atuador** [] **Corpo da Válvula** 3271 - 240cm2 3277 - 120cm2

Posicionador [?] **Atuador** [] **Corpo da Válvula** []

Causa da Avaria DN15;PN25;Kvs2.5 DN15;PN40;Kvs1 DN25;PN25;Kvs4 DN25;PN40;Kvs2.5 DN25;PN40;Kvs4

☐ Falta de Estanquicidade ☐ Posicionador Avariado ☐ Fuga no Atuador

Figura 87 - *Popup* de introdução de nova reparação.

Tal como foi referido anteriormente, um dos objetivos estabelecidos para a criação da base de dados foi que a introdução dos dados da reparação na mesma fosse o mais simples e rápida possível. Desta forma, recorreu-se ao *Visual Basic* e a variados tipos de controlos de formulário para realizar a introdução dos mesmos.

Dado que é relativamente simples confundir alguns dos modelos dos posicionadores, principalmente por parte dos técnicos mais inexperientes, foi também criada uma *popup* (caixa a vermelho) aquando da escolha do posicionador acoplado à válvula, pelo que ao clicar na imagem de qualquer um deles é imediatamente introduzido o modelo do mesmo na *textbox* correspondente.

Para efetuar a introdução do material substituído durante a reparação optou-se por colocar apenas os componentes substituídos mais frequentemente, de forma a simplificar o processo de introdução de dados, pelo que qualquer outro componente que tenha sido substituído e não conste na lista pré-definida pode ser inserido em formato de texto livre.

Caso haja algum comentário a fazer em relação à reparação, quer seja por se ter encontrado uma situação anormal ou por se ter efetuado alguma alteração para realizar um teste, existe também um campo reservado para esse efeito.

Os campos do número de série e corpo da válvula são de preenchimento obrigatório, pelo que sem os mesmos não poderá ser gravada a reparação (Figura 88).

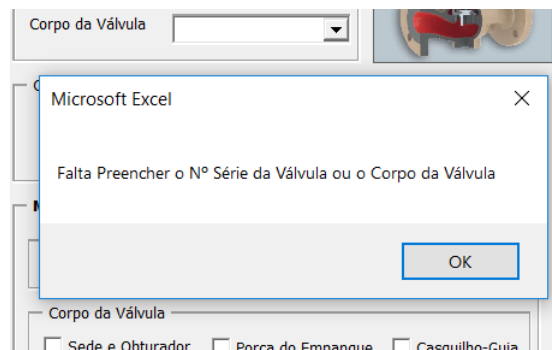


Figura 88 - Erro por falta de preenchimento de dados.

Após preenchidos todos os dados, basta clicar no botão de “Inserir Reparação”, ou premir as teclas *Alt + i*, para que a reparação seja guardada na base de dados.

Desde a data de implementação da base de dados de reparações, 30 de novembro de 2018, até à data de finalização do projeto de estágio foram registadas 53 reparações.

Durante este período, foi registado um hiato de reparações entre 15 de dezembro de 2018 e 21 de janeiro de 2019, motivado pela cessação de produção durante a época do Natal e o arranque da mesma no início do ano, o que levou à necessidade de alocar o técnico afeto as reparações de válvulas proporcionais à manutenção preventiva.

3.6.5 Instalação de uma unidade de tratamento de ar na oficina de reparações

Conforme referido anteriormente, foi detetado que o ar comprimido utilizado para a reparação e calibração das válvulas proporcionais possuía óleo na sua composição, o que levava a crer que seria esta a causa da avaria de muitos posicionadores digitais.

De forma a solucionar este problema, decidiu-se implementar uma unidade de tratamento de ar, que fosse capaz de fornecer ar comprimido com a qualidade requerida pelo fabricante das válvulas.

Para que fosse criada uma nova picagem de ar comprimido para o fornecimento de ar a esta unidade de tratamento de ar foi necessário efetuar uma mudança de *layout* na oficina, trocando de lugar a bancada de reparação de válvulas proporcionais com a bancada de reparação de cilindros hidráulicos. Esta alteração teve também outra finalidade, explicada mais à frente.

A escolha da UTA a utilizar recaiu sobre o modelo *MSB6* da *Festo*, dada a facilidade e rapidez de obtenção dos componentes necessários à construção da mesma, já que é a mesma unidade que é utilizada nas prensas de vulcanização para o fornecimento de ar comprimido.



Figura 89 - Unidade de tratamento de ar comprimido MBS6 em funcionamento.

Dado que esta UTA é modular, foram efetuadas algumas alterações para que fosse capaz de satisfazer as condições necessárias à implementação na oficina de reparações. Estas mesmas condições são:

- Capacidade de suportar uma pressão máxima de 6 bar (pressão da rede de fornecimento);
- Filtrar o ar comprimido de forma a cumprir os requisitos do fabricante;
- Ter três saídas de ar comprimido, cada uma delas regulável.

O último requisito foi estabelecido de forma a poderem ser testados outro tipo de equipamentos, que requeiram diferentes pressões de teste, no futuro.

Desta forma, foi utilizado o configurador de unidades de tratamento de ar da *FESTO*, para obter a conjugação de componentes necessários à aplicação desejada. Por já se encontrarem codificados no *software* de gestão *SAP*, possibilitando uma execução mais expedita do projeto, todos os módulos selecionados possuem rosca interna de 1/2 polegada.

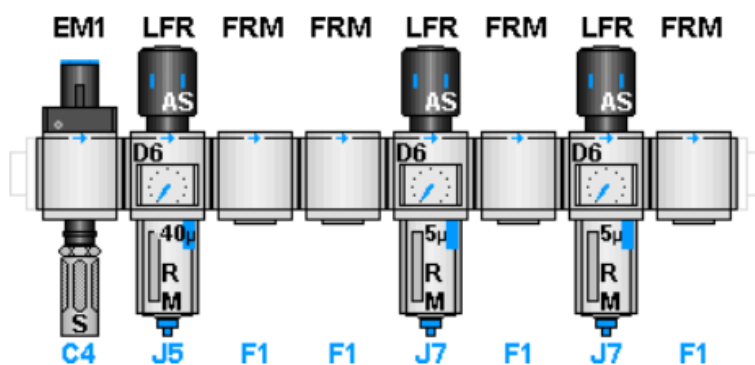


Figura 90 - Módulos selecionados para integrar a UTA.

Módulo nº 1 – Válvula Manual

O primeiro módulo da UTA é uma válvula de abertura manual, que permite impedir a passagem de ar comprimido proveniente da rede, quando necessário. A presença desta válvula é crucial para efetuar manutenção ou substituição dos componentes da UTA.

Unidade de tratamento de ar 1

Unidade de tratamento de ar	✓	EM1 Válvula de abertura e fechamento, manual	★	▼
Silenciador 1	✓	S Silenciador	★	▼
			copiar x	1



Figura 91 - Válvula selecionada no configurador da UTA MSB6. [\[43\]](#)

Módulo nº 2 – Filtro Regulador

O segundo módulo serve dois propósitos, o de filtrar o ar comprimido que por si atravessa e o de regular a pressão do mesmo. Foi selecionado um módulo com um filtro de 40 µm, para efetuar uma primeira filtragem do ar, e com uma faixa de regulação de pressão de 0.3 a 7 bar.

Optou-se também por selecionar um copo de polímero com dreno manual para efetuar a manutenção do mesmo.

Unidade de tratamento de ar 2

Unidade de tratamento de ar	✓	LFR Filtro regulador	★	▼
Faixa de regulação de pressão 2	✓	D6 0.3 ... 7 bar	★	▼
Grau de filtragem 2	✓	E 40 µm	★	▼
Copo 2	✓	R Copo de polímero com proteção de polímero	★	▼
Dreno 2	✓	M Manual	★	▼
>>> Alternativas para manômetros 2		Sem	★	▼
Escala de manômetro alternativa 2		Manômetro MS	★	▼
Opção com trava 2		AS Pode ser travado com acessórios	★	▼

copiar x 1



Figura 92 - Filtro regulador MS6-LFR, com filtro de 40 µm.

Módulos nº 3 e 4 – Módulos de distribuição

Os módulos de distribuição é onde se dá a saída do ar tratado pela UTA. O módulo nº 3 atua como saída para o distribuidor que serve para realizar os testes a 6 bar (explicado mais à frente), enquanto que o módulo nº 4 apenas serve de “espaçador” para que se possa instalar um caudalímetro no seu lugar, caso haja necessidade no futuro.

Unidade de tratamento de ar 4

Unidade de tratamento de ar	✓	FRM Módulo de distribuição	★	▼
>>> Alternativas para manômetros 4		Sem	★	▼
>>> Opção adicional 4		Sem	★	▼
Pressostato 4		Sem	★	▼

copiar x 1



Figura 93 - Módulos de distribuição MS6-FRM.

Módulo nº 5 – Filtro Regulador

O módulo nº 5 é constituído por um filtro regulador semelhante ao do módulo nº 2. A única diferença entre os dois é que este último possui um elemento filtrante mais fino, capaz de bloquear partículas até 5 µm de diâmetro.

Unidade de tratamento de ar 5

Unidade de tratamento de ar	✓	LFR Filtro regulador	☆ ▼
Faixa de regulação de pressão 5	✓	D6 0.3 ... 7 bar	☆ ▼
Grau de filtragem 5	✓	C 5 µm	☆ ▼
Copo 5	✓	R Copo de polímero com proteção de polímero	☆ ▼
Dreno 5	✓	M Manual	☆ ▼
>>> Alternativas para manómetros 5		Sem	★ ▼
Escala de manómetro alternativa 5		Manómetro MS	★ ▼
Opção com trava 5		AS Pode ser travado com acessórios	☆ ▼

copiar x 1



Figura 94 - Filtro regulador MS6-LFR, com filtro de 5 µm.

Módulo nº 6 – Módulo de distribuição

O módulo nº 6 tem as mesmas características que os módulos nº 3 e nº 4, e serve para realizar os testes a uma pressão de 4 bar. O ar extraído deste mesmo módulo já se encontra filtrado a 5 µm.

Módulo nº 7 – Filtro regulador

Este módulo é igual ao módulo nº 5, contendo um elemento filtrante de 5 µm e uma faixa de regulação de 0.3 a 7 bar.

Módulo nº 7 – Módulo de distribuição

Este módulo é o que fornecerá ar comprimido ao distribuidor definido para realizar os testes de 0 a 4 bar.



Figura 95 - UTA montada no seu local final.

Blocos distribuidores

De forma a poderem, no futuro, vir a ser testados mais equipamentos com recurso a esta UTA e sem ser necessário remover ou contaminar os acessórios utilizados alocados à manutenção de válvulas proporcionais, decidiu-se instalar três blocos distribuidores diretamente debaixo da UTA.

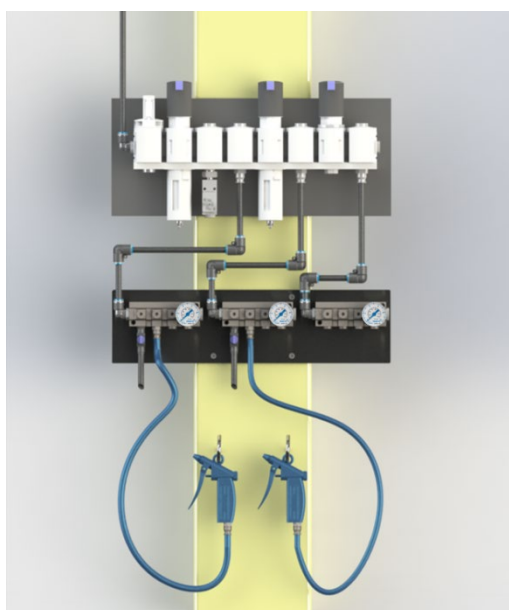


Figura 96 - Renderização do resultado final desejado.

Desta forma, foi colocada uma chapa de aço com as dimensões de 570 mm x 200 mm, para servir como suporte dos blocos distribuidores. Esta possui 10 mm de espessura e contém todas as arestas arredondadas, de forma a prevenir potenciais cortes por parte dos técnicos.

Esta encontra-se suportada por quatro parafusos M8x20, da norma DIN 7991, que fixam diretamente à viga. Os blocos, por sua vez, ficam presos ao suporte por meio de 2 parafusos (cada bloco) M6x30 DIN 912.

Os blocos distribuidores são da FESTO, modelo FR-8-1/4, e possui uma entrada e oito saídas de fluido. A conexão de entrada é feita por meio de rosca G1/2 e as conexões de saída por meio de rosca G1/4.

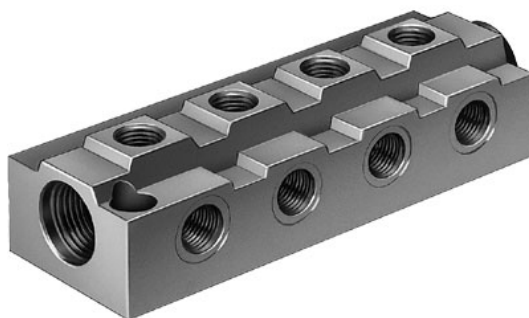


Figura 97 - Bloco distribuidor FR-8-1/4. Fonte: FESTO

Para tapar as saídas não utilizadas do bloco distribuidor foram utilizados bujões de 1/4 de polegada, também da FESTO.



Figura 98 - Bujões B-1/4, da FESTO. Fonte: FESTO

O restante material utilizado (todo ele proveniente da FESTO), encontra-se listado na Tabela 17:

Tabela 17 - Restante material utilizado para a instalação dos blocos distribuidores.

Descrição	Referência
Válvulas abertura manual (UTA)	HE-2-1/2-QS-12
Válvulas abertura manual (blocos distribuidores)	HE-2-1/4-QS-8
Cotovelos para ligação entre 2 tubos	QSL-12
Cotovelos para ligação entre tubo e bloco distribuidor	QSL-1/2-12
Manómetros de pressão	MA-50-16-1/4-EN
Tubos de ligação	PAN-12X1,75-NT

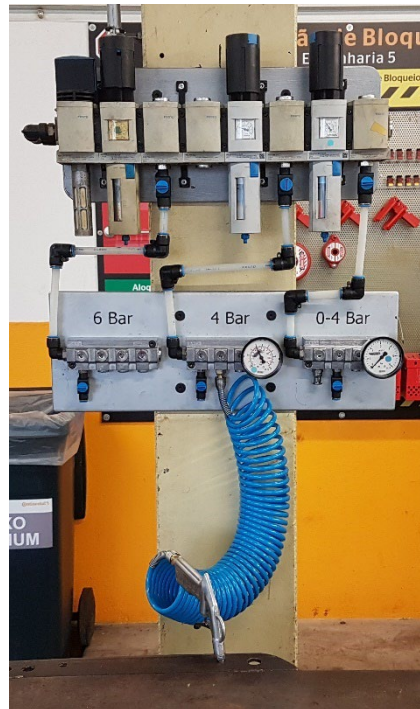


Figura 99 - Blocos distribuidores depois de montados.

3.6.6 Desenvolvimento e implementação de um equipamento de teste de válvulas proporcionais

Um dos problemas iniciais identificados em relação à reparação das válvulas proporcionais internamente, era o facto de não haver maneira de testar a fuga das mesmas.

O facto de não haver um equipamento que medisse o caudal de ar que escapava da válvula quando esta se encontrava sob pressão, impunha dois problemas, sendo estes:

- Quando uma válvula chegava para reparação, mesmo que o problema detetado não estivesse relacionado com um excesso de fuga, era impossível saber o estado do conjunto sede/obturador e se precisava de ser substituído;
- No final de cada reparação, não era possível saber se a válvula cumpria os requisitos do fabricante e do processo.

De forma a solucionar esta problemática, foi então criado um equipamento que fosse capaz de testar, de forma expedita, a fuga de qualquer válvula proporcional.

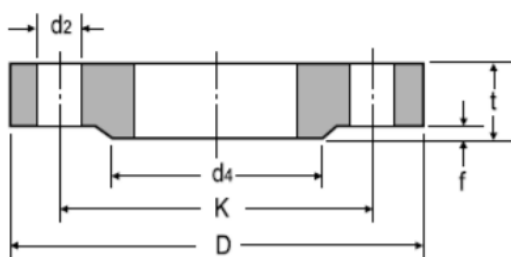
Para saber qual seria a fuga máxima admissível para as várias versões de corpos existentes na fábrica da *Continental*, foram utilizados os valores de referência utilizados pelo fabricante (*SAMSON*), aquando dos seus testes internos. Os valores de referência estão apresentados na Figura 100.

Kvs	Fuga máx. para Classe IV Teste com ar comprimido a 1 bar ($P_1 = 1$ bar, $P_2 = 0$ bar)
1	0,003 Nm ³ /h = 0.0016 m ³ /h = 0.026 l/min
1.6	0,005 Nm ³ /h = 0.0026 m ³ /h = 0.043 l/min
2.5	0,007 Nm ³ /h = 0.0040 m ³ /h = 0.067 l/min
4	0,012 Nm ³ /h = 0.0063 m ³ /h = 0.105 l/min

Kvs	Fuga máx. para Classe IV Teste com ar comprimido a 6 bar ($P_1 = 6$ bar, $P_2 = 0$ bar)
1	0.011 Nm ³ /h = 0.0017 m ³ /h = 0.028 l/min
1.6	0.017 Nm ³ /h = 0.0027 m ³ /h = 0.045 l/min
2.5	0.027 Nm ³ /h = 0.0042 m ³ /h = 0.070 l/min
4	0.043 Nm ³ /h = 0.0066 m ³ /h = 0.110 l/min

Figura 100 - Fuga máxima admissível por Kvs e pressão de teste. Fonte: SAMSON

Após saber qual é a fuga máxima admissível para cada pressão de teste e Kvs da válvula, foram fabricadas duas flanges para efetuar um teste preliminar de fuga e comparar com os valores apresentados pelo fabricante. Estas foram desenhadas de acordo com a norma DIN 2545 e com as especificações de trabalho DN25 e PN40.



DN	ISO	DIN	d4	D	t	f	K φ	No. of Holes	d2	KG
10	17.2	14	40	90	-	2	60	4	14	0.72
15	21.3	20	45	95	16	2	65	4	14	0.81
20	26.9	25	58	105	18	2	75	4	14	1.24
25	33.7	30	68	115	18	2	85	4	14	1.38
32	42.4	38	78	140	18	2	100	4	18	2.03

Figura 101 - Dimensões das flanges fabricadas para o teste. [44]

A pensar na futura aplicação destas mesmas flanges no equipamento de teste de válvulas proporcionais, foram efetuadas algumas modificações ao desenho apresentado na norma.

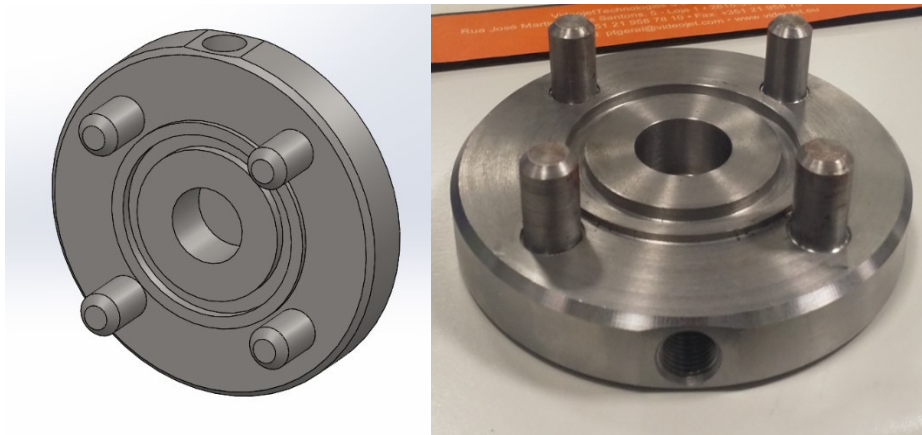


Figura 102 - Flanges fabricadas para realizar o teste de fuga.

As modificações efetuadas à flange apresentada na norma *DIN 2545*, para que estas pudessem ser incorporadas na máquina de teste, foram:

- Entrada/saída do fluído de teste (ar comprimido) pelo topo;
- Substituição dos furos por pernos – a ligação entre as flanges de teste e as flanges das válvulas são dadas por encosto, de forma a tornar o teste mais expedito;
- Incorporação de um rasgo para a colocação de um o-ring de vedação.

Após ter as flanges de teste fabricadas, e um equipamento que conseguisse fornecer o ar comprimido à pressão recomendada (UTA), apenas faltava um dispositivo que conseguisse medir o caudal de fluído que escapava da válvula por meio de fuga.

Para isso, foi gentilmente cedido pela *Festo* um quadro com diversos caudalímetros digitais pertencentes à sua gama, para que pudesse ser escolhido o que mais se adequava à aplicação pretendida.

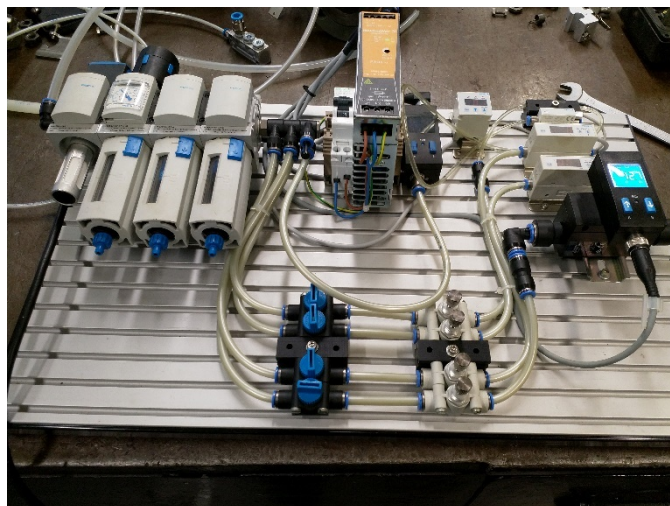


Figura 103 - Quadro com caudalímetros cedido pela *FESTO*.

Após serem testados os diversos caudalímetros fornecidos com diferentes válvulas, chegou-se à conclusão que mesmo o caudalímetro capaz de ler a gama de valores de caudal mais baixa, não era o mais adequado para o efeito pretendido. Apesar de conseguir ler os valores de fuga desejados, era demasiado inconstante e “saltava” entre valores muito rapidamente, impossibilitando uma medida precisa.

Deste teste, foi também possível tirar uma segunda conclusão, a fuga máxima encontrada numa válvula por reparar e devidamente sinalizada por ter “excesso de fuga” (papel verde preso à arcada) foi de cerca de 10 IN/min, o que estabeleceu um limite para o qual a fuga prejudicava claramente o processo (ou seja, era detetada pelos técnicos) e necessitaria de ser intervencionada.

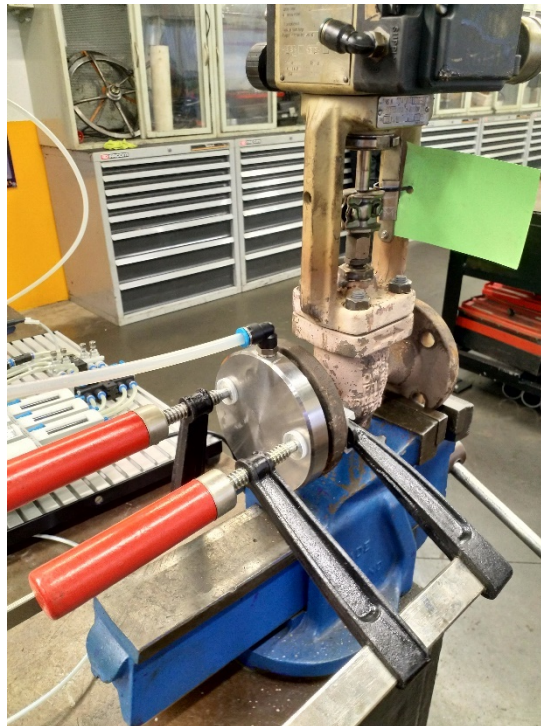


Figura 104 - Teste experimental com as flanges fabricadas e os caudalímetros fornecidos.

Desta forma, descartou-se a implementação de um caudalímetro digital e optou-se pela alternativa mais simples e eficiente (para este propósito), o rotâmetro.

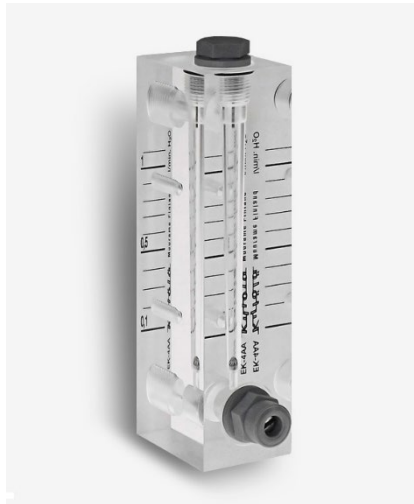


Figura 105 - Exemplo de um rotâmetro.
Fonte: Kytola

Este equipamento mecânico é simples e económico, não necessitando de nenhuma ligação elétrica para funcionar, o que facilita ainda mais a sua implementação na máquina de testes.

O rotâmetro possui uma entrada de fluido de teste (geralmente ar ou água) na sua base, e uma saída do mesmo no seu topo. Entre a entrada e saída do fluido a testar, encontra-se uma forma cônica com um pequeno peso e uma escala. Quanto mais este ascender, maior será o caudal de fluido a atravessar o equipamento.

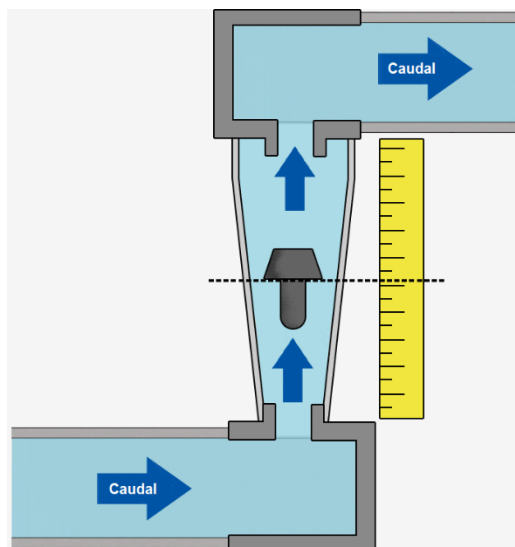


Figura 106 - Modo de funcionamento de um rotâmetro. Adaptado de: Alicat

Com o limite mínimo de fuga estabelecido pelo fabricante e o limite máximo obtido nos testes experimentais realizados recorreu-se ao fabricante de rotâmetros *KYTOLA* para obter os equipamentos corretos para o teste.

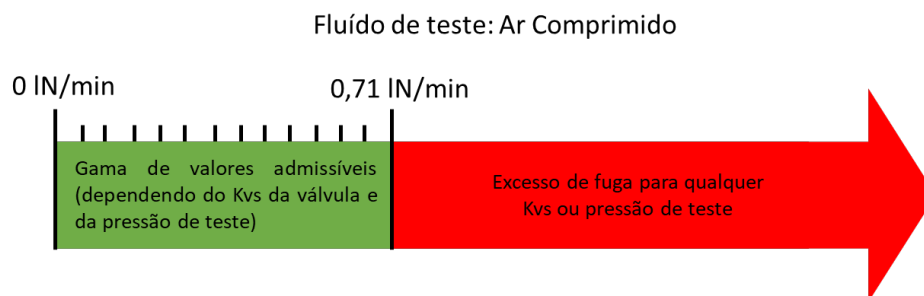


Figura 107 - Valor de fuga máximo que pode ser obtido em qualquer condição de teste. Autoria própria.

De acordo com a gama de rotâmetros oferecida pela *KYTOLA*, o modelo mais indicado é o E, capaz de medir a gama de valores pretendida. Desta forma, foram escolhidos dois rotâmetros deste modelo, um para testar a fuga máxima admissível, e outro para verificar o quão fora dos limites estabelecidos é que as válvulas estavam a ser retiradas das prensas e com que frequência.

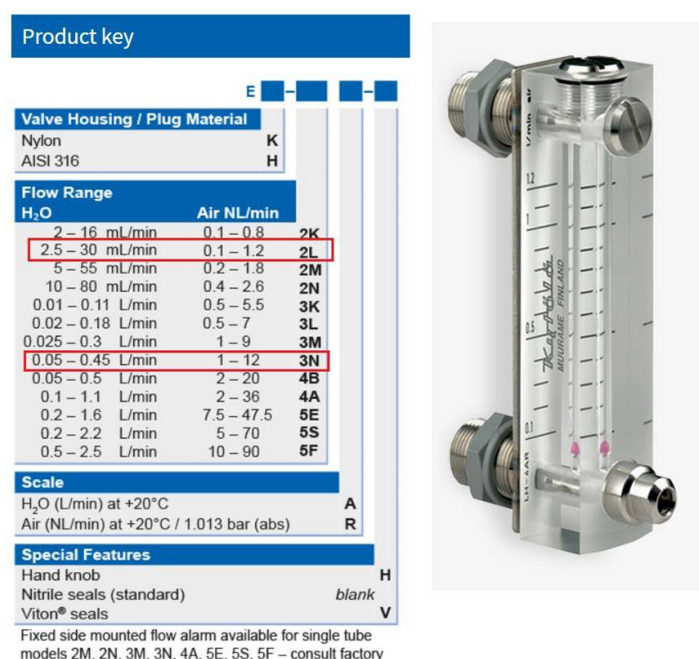


Figura 108 – Rotâmetros selecionados da série E da *KYTOLA*.

Após ser escolhida a gama de valores pretendida, foi necessário também escolher o material das conexões, a escala pretendida e as funções especiais.

O material escolhido para as conexões foi o AISI 316, dada a sua maior durabilidade em relação ao Nylon®. A escala pretendida é a do ar, já que o teste será efetuado com este fluido e como função especial optou-se por incluir um manípulo manual (atua como uma válvula de abertura e fecho).

A inclusão do manípulo manual nas especificações dos rotâmetros é fundamental, já que estarão ligados em paralelo e, como tal, não poderão estar ambos abertos em simultâneo. Caso isto acontecesse, a medição da fuga não seria correta e comprometeria os resultados do teste.

Assim sendo, os rotâmetros comprados foram os seguintes:

- KYTOLA Model EH-2L-R-H;
- KYTOLA Model EH-3N-R-H.

Tendo já seleccionado os equipamentos de medição de fuga e fabricado as flanges para proceder ao teste, fica apenas a faltar a estrutura que irá permitir realizar o mesmo.

Concepção do equipamento

A concepção do dispositivo teve como ponto de partida o modo de funcionamento dum torno de bancada.

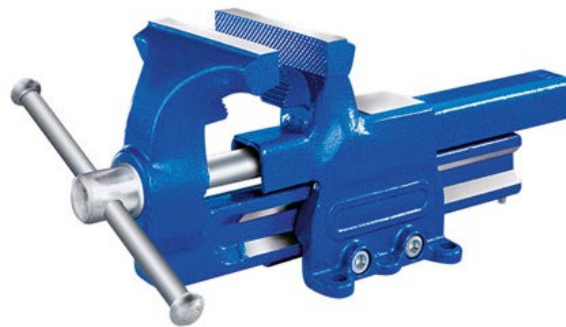


Figura 109 – Imagem ilustrativa de um torno de bancada. Fonte: Kaiserkraft.

No caso do equipamento de teste de fugas de válvulas proporcionais as “garras” do torno seriam substituídas pelas flanges de teste, pelo que a válvula a ser testada ficaria presa de forma estanque entre as mesmas. A colocação e remoção da válvula do equipamento seria facilitada pelo fuso que providencia um movimento linear à flange móvel e que é acionado por um manípulo rotativo, permitindo assim operar o equipamento de forma fácil e rápida por apenas um técnico.

- Movimento linear

Para aplicar o movimento linear à flange móvel, optou-se por utilizar um fuso de esferas. Dado que já existiam vários fusos de esferas no AMI, foi necessário encontrar o que mais se ajustava à aplicação pretendida e construir o resto do equipamento a partir daí, mesmo que não fosse potencialmente o mais indicado para o efeito.

Desta forma, o conjunto de fuso e porca de esferas existente em AMI e que mais se enquadrava dentro do pretendido foi fabricado pela *Bosch-Rexroth*, tendo o fuso um diâmetro de 15 mm e comprimento de 336 mm.



Figura 110 - Exemplo de conjunto de fuso/porca de esferas construído pela *Bosch-Rexroth*. Fonte: Bosch-Rexroth.

- Manípulo

A ideia inicial foi a de escolher um manípulo já existente no AMI, de forma a tornar o processo de desenho e fabrico do equipamento mais expedito. Dado que nenhum se enquadrava com a função pretendida e o tempo que demoraria a encomendar um novo era demasiado logo, decidiu-se desenhar e fabricar um manípulo à medida.

Já que o fuso escolhido possui um rasgo destinado a uma chaveta na extremidade voltada para o utilizador, conforme é possível observar na Figura 111, este foi aproveitado para o desenho do manípulo.

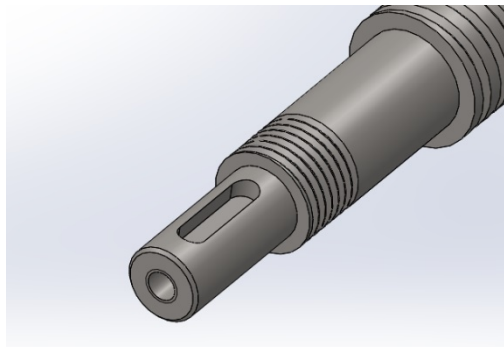


Figura 111 - Rasgo para chaveta presente no fuso escolhido.

O desenho do manípulo é bastante simples e tem como principais características o comprimento da pega com 110 mm e o diâmetro da mesma situado nos 14 mm (estas medidas foram adoptadas após observar e medir alguns manípulos de tornos de bancada).

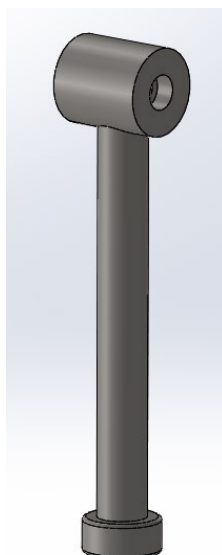


Figura 112 - Forma do manípulo.

Em termos de prevenção de rotação do manípulo em relação ao fuso, foi utilizada uma chaveta, acoplada conforme é apresentado na Figura 112.

Quanto à prevenção do movimento linear entre os dois elementos, foi realizado um furo roscado na extremidade do fuso e acoplado o manípulo ao mesmo por meio de um parafuso *ISO 4762*, com a especificação M5 x 8.

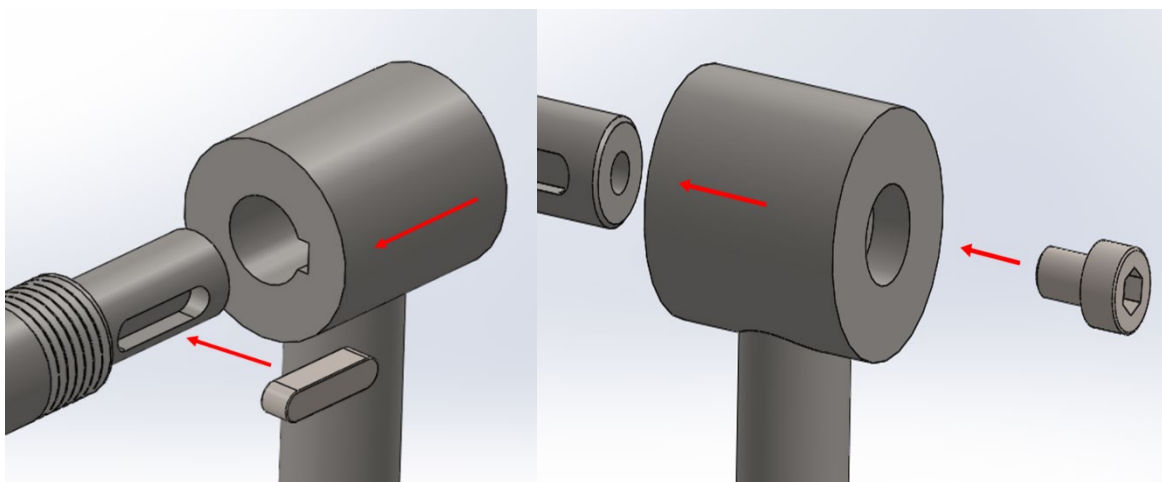


Figura 113 - Prevenção contra a rotação entre os dois elementos (à esquerda) e prevenção contra o movimento linear entre os mesmos (à direita).

O acoplamento final entre o manípulo e o fuso é demonstrado na figura 114, tanto em formato de simulação, como o resultado final.



Figura 114 - Acoplamento final entre o manipulador e o fuso.

- Estrutura

A estrutura foi desenhada e fabricada em chapa de aço com 10 mm de espessura, material capaz de suportar o esforço exigido pelo teste, e acabamento da mesma foi efetuado conforme a cor *RAL 5019*, para se manter enquadrado com os restantes equipamentos presentes na oficina de reparações. Esta, na sua forma final, tem 420 mm de comprimento, 200 mm de largura e 200 mm de altura.

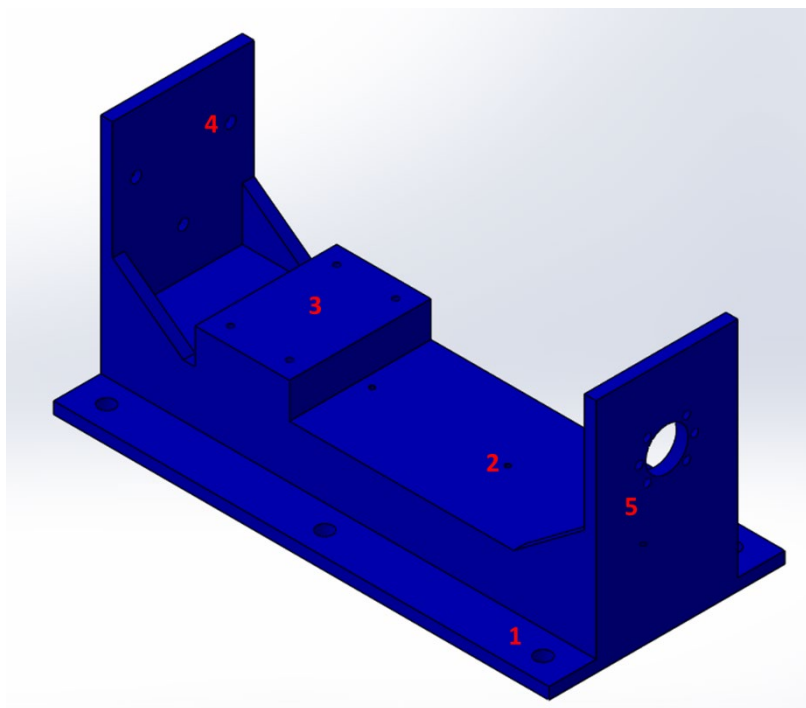


Figura 115 – Estrutura idealizada para o equipamento.

As principais características da estrutura, numeradas na Figura 115, são as seguintes:

- 1 - A estrutura é presa à bancada de trabalho por meio de seis parafusos M12 (três de cada lado);
- 2 - A guia da flange móvel (desenho e função explicitada mais à frente), é acoplada à estrutura por meio de três parafusos M4 (ISO 10642);
- 3 - A base da válvula proporcional pousará na zona três da estrutura, de modo a não exercer um esforço excessivo (na direção vertical) nas flanges, onde será adicionada uma placa de teflon com 5 mm de espessura, presa por quatro parafusos M5 (ISO 10642);
- 4 - A flange fixa ficará unida à estrutura por meio de três parafusos M8 (ISO 10642);
- 5 - A porca de esferas que proporcionará o movimento linear ao fuso, fica presa na zona 5 da estrutura, por meio de seis parafusos M6 (ISO 4762) com porca (ISO 7040).

Na Figura 116 é apresentada uma imagem da estrutura já com os elementos anteriormente mencionados, montados no seu local.

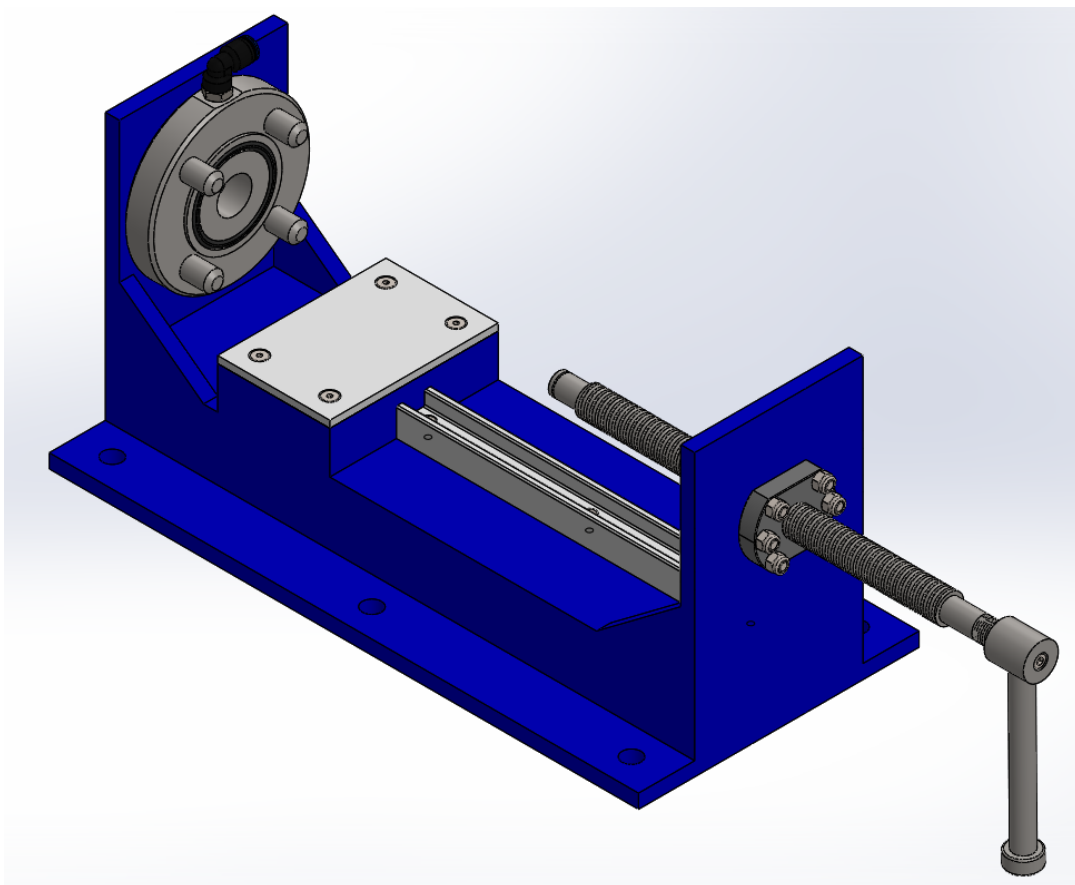


Figura 116 - Imagem da estrutura com os elementos anteriormente referidos já montados.

- Acoplamento da flange móvel ao fuso

Dado que se quer que a flange móvel apenas tenha movimento linear, sem qualquer tipo de movimento rotativo, esta não poderia ser acoplada da mesma forma que o manípulo.

A solução encontrada para evitar o movimento rotativo da flange foi a de utilizar um conjunto de chumaceira (acoplada à flange e ao fuso) e guia linear (em teflon).

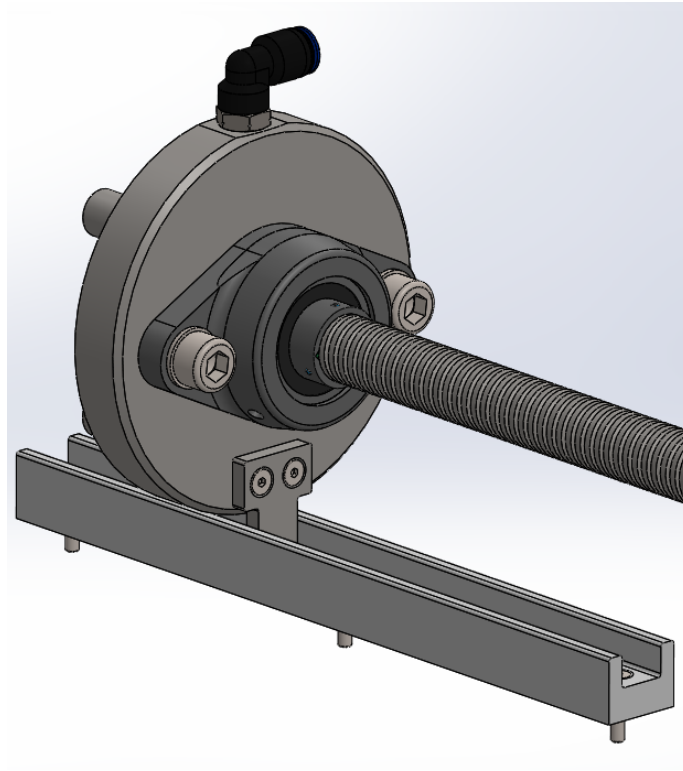


Figura 117 - Solução aplicada para apenas conferir movimento linear à flange móvel.

A chumaceira *PCJTY15* da *INA/FAG* é fixa à flange por meio de 2 parafusos M10 (*ISO 4762*) e o rolamento da mesma fica acoplado ao fuso através de um parafuso M6 (*ISO 4018*) com anilha (*ISO 7094*).

Por sua vez, o que realmente garante o movimento linear da flange é o “dente” em aço, aparafusado à mesma com 2 parafusos M4 (*ISO 10642*), e que desliza através da guia que está fixa à estrutura.

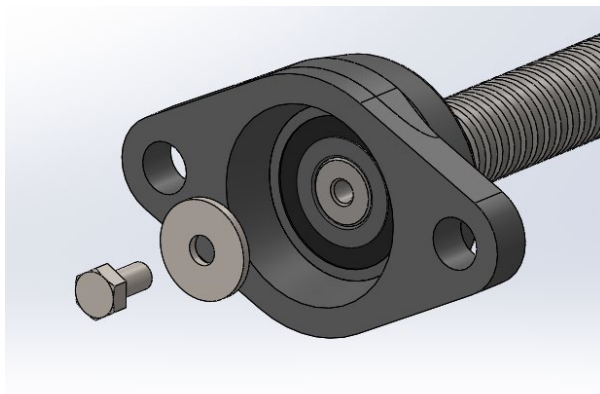


Figura 118 - Ligação por meio de parafuso com anilha entre o rolamento da chumaceira e o fuso.

Resultado final

De seguida, são mostradas algumas imagens do equipamento completo, antes de ser fabricado (Figura 119) e fotografias do mesmo após ser recebido na empresa.

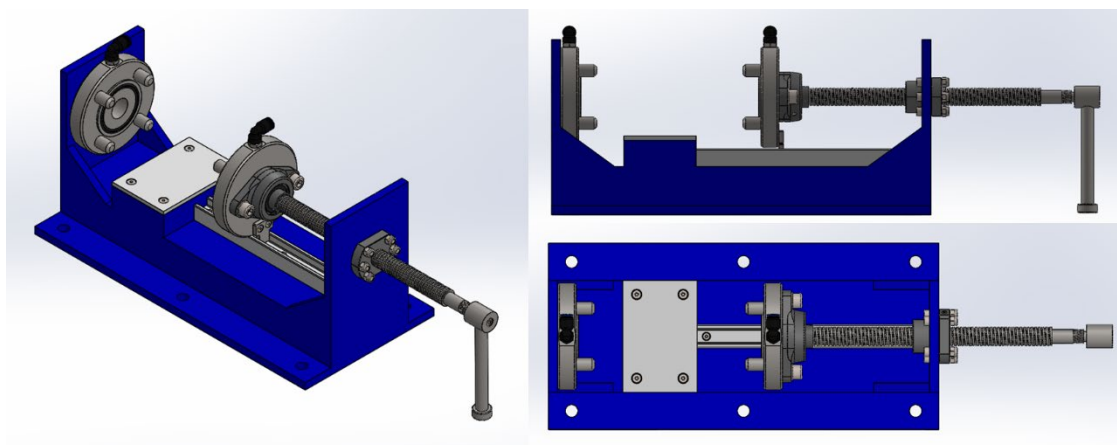


Figura 119 - Desenho final do equipamento de teste de válvulas proporcionais.

Foi também criado um suporte para os rotâmetros, com fixação na viga onde se encontra a UTA. Desta forma, todas as ferramentas ficam concentradas no mesmo local.

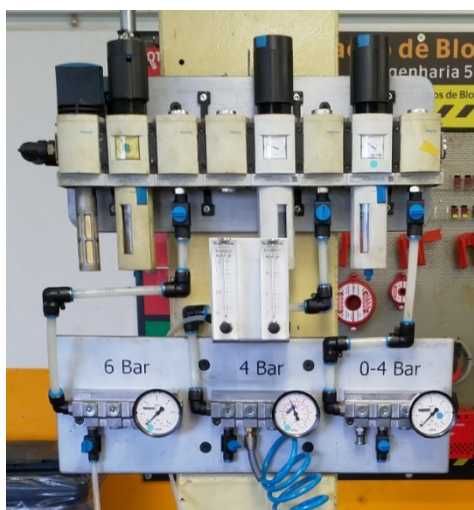


Figura 120 - Suporte criado para suportar os rotâmetros.

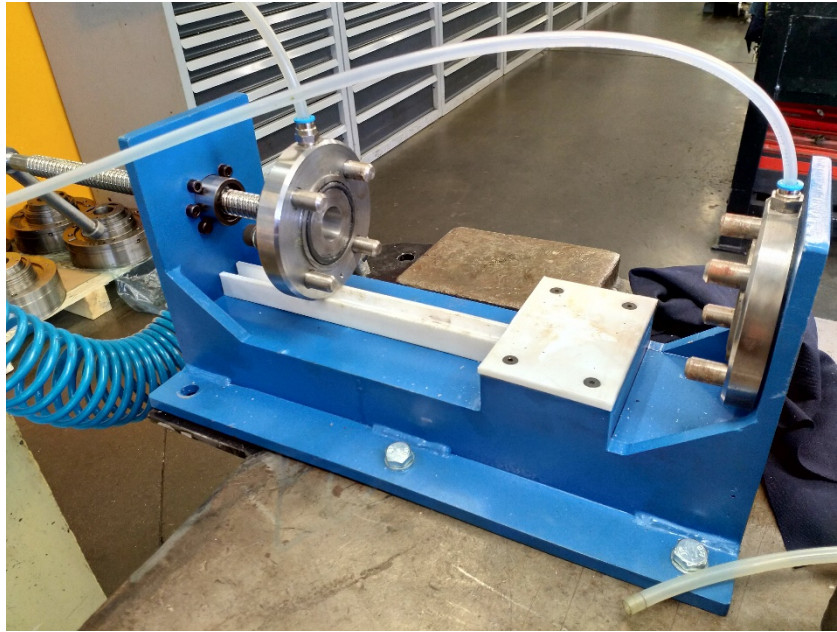


Figura 121 – Equipamento de teste já fabricado – vista nº1.

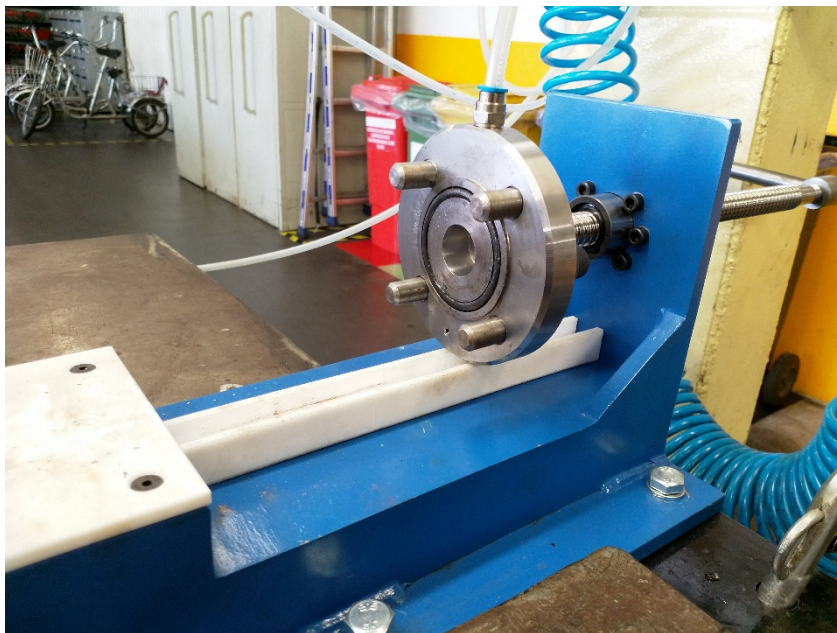


Figura 122 - Equipamento de teste já fabricado – vista nº2.



Figura 123 - Equipamento de teste já fabricado – vista nº3.

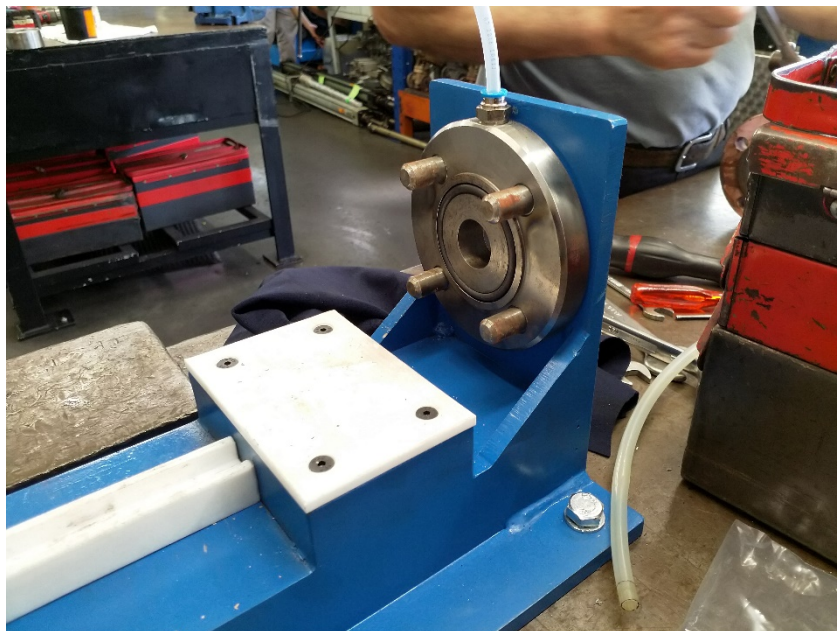


Figura 124 - Equipamento de teste já fabricado – vista nº4.

3.6.7 Resultados obtidos

3.6.7.1 Base de dados de reparações

Aquando do final deste projeto de estágio, tinham sido registadas 54 reparações na base de dados. Apesar deste número ainda não ser suficiente para poder estipular com precisão um *MTBF*, tanto das válvulas completas, como de certos componentes, já permite tirar algumas conclusões gerais.

- Tipologia de reparação

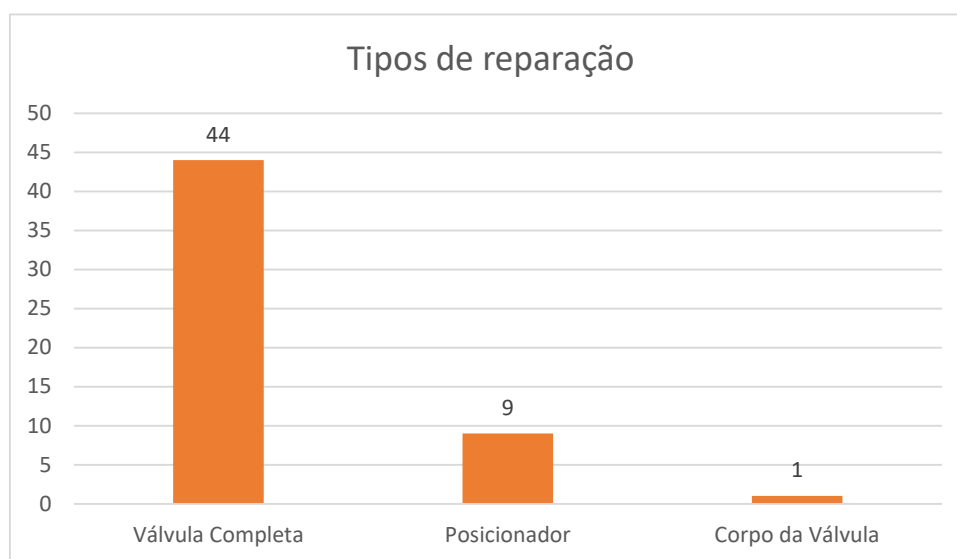


Figura 125 - Tipos de reparação efetuados.

Através de uma análise às reparações registadas na base de dados, é possível concluir que cerca de 81% das reparações efetuadas foram as válvulas completas (podendo ter sido reparado qualquer um dos três componentes), enquanto que as reparações de posicionadores não acoplados a uma válvula representaram 17%. O único corpo de válvula dado como “reparado”, foi na realidade uma reclamação e posterior devolução ao fabricante, dado que tinha a rosca onde aperta a sede do obturador partida.

- Tipos de avaria mais recorrentes

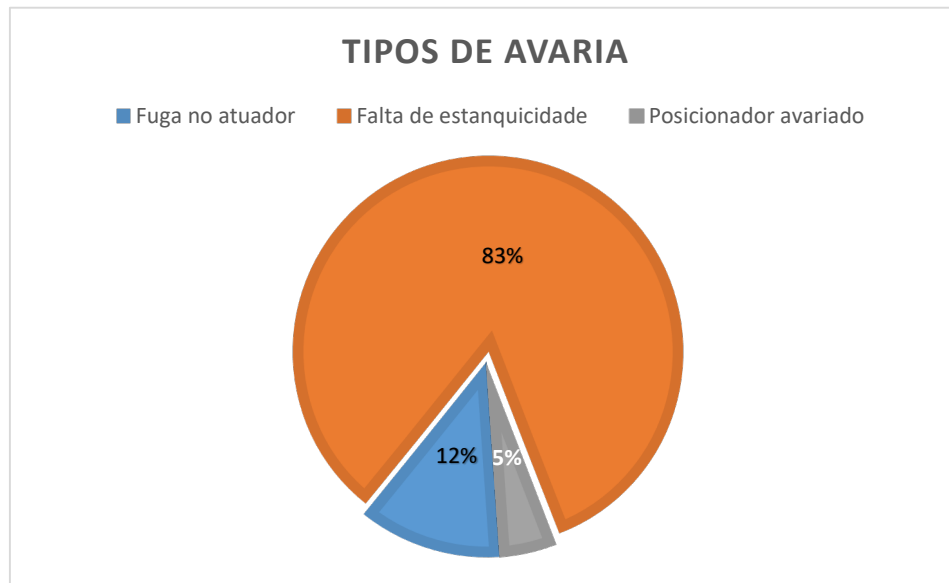


Figura 126 - Tipos de avarias registadas.

Segundo os dados retirados da base de dados de reparações, 83% das avarias afetas às válvulas proporcionais, deveram-se à falta de estanquicidade proporcionada pelo conjunto sede/obturador, enquanto que 12% do total de avarias se deveu a fugas na membrana do atuador. As avarias de posicionador apresentadas no gráfico são consideradas como falhas graves no componente e que não puderam ser reparadas diretamente na máquina onde estavam instalados.

3.6.7.2 Equipamento de teste de fugas

Dado que a finalização da instalação do equipamento de teste de fugas de válvulas proporcionais se deu na semana de finalização do projeto, devido a alguns atrasos não previstos, apenas foi possível testar dez válvulas. Destas, sete encontravam-se já reparadas e prontas para instalação em prensas de vulcanização, enquanto que as restantes se encontravam por reparar.

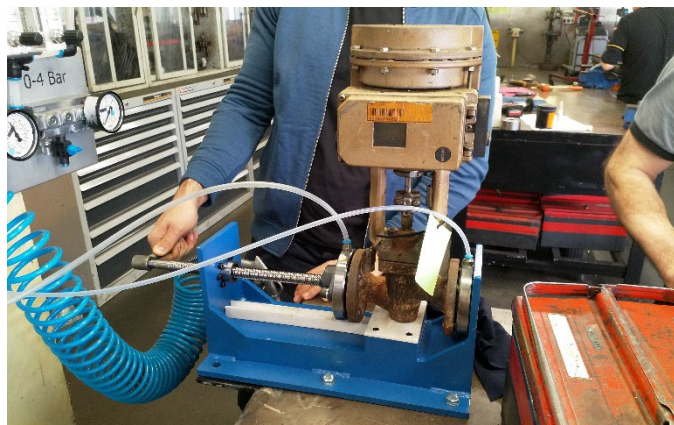


Figura 127 - Válvula a ser colocada no equipamento para a realização do teste de fuga.

A realização do teste em válvulas por reparar revelou-se útil para despistar qual seria a causa da avaria da mesma, dado que a maior parte das vezes estas eram colocadas na oficina sem haver uma causa de avaria definida, e assim evitando a substituição de conjuntos de sede e obturador sem necessidade.

Das três válvulas por reparar testadas, duas encontravam-se com excesso de fuga, justificando assim a substituição do conjunto de sede e obturador. A última, não revelando excesso de fuga, teria como causa de falha o atuador ou o posicionador. Desta forma, já não se justificava o gasto extra na substituição do conjunto de sede e obturador, como seria efetuado caso não se realizasse o teste.



Figura 128 - Válvula por reparar com conjunto de sede e obturador em bom estado (fuga dentro dos limites estipulados).

Em relação ao grupo de sete válvulas reparadas e que estavam prontas a ser instaladas, duas não passaram no teste e revelaram fugas muito superiores ao estabelecido pelo fabricante (Figuras 129 e 130). Este enorme excesso de fuga prejudica claramente o processo de vulcanização e pode vir a gerar novas paragens desnecessárias de prensas, devido a falhas no controlo do mesmo. A causa deste excesso deve-se a um conjunto de sede e obturador que deveria ter sido substituído e não o foi, possivelmente porque as válvulas em questão teriam também problemas a nível do atuador ou posicionador e, após eliminado esse problema, descartou-se a possibilidade de haver também problemas com este conjunto.

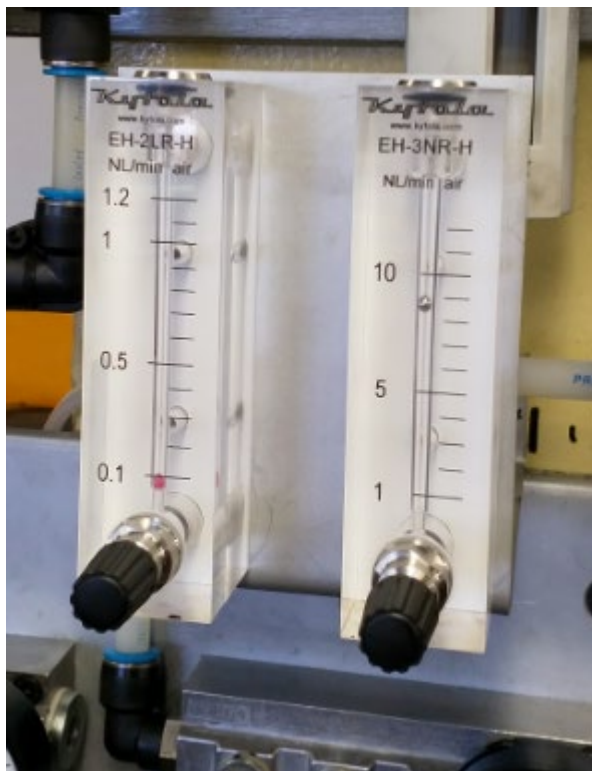


Figura 130 - Válvula reparada com excesso de fuga - nº1.



Figura 129 - Válvula reparada com excesso de fuga - nº2.

3.7 Projeto de melhoria – Oficina da Engenharia 5

Conforme demonstrado no capítulo relativo à situação inicial da oficina da Engenharia 5, à data do início do presente projeto haviam muitas melhorias que poderiam ser implementadas para que a oficina se tornasse num local de trabalho mais limpo e organizado.

As melhorias mais significativas, e que serão apresentadas durante este capítulo, foram as seguintes:

- Pintura das bancadas de trabalho;
- Criação de uma estante para arrumação de malas de ferramentas;
- Criação de uma solução para arrumação de mangueiras hidráulicas;
- Criação de um cesto para a separação das latas de aerossóis;
- Demarcações no chão relativas a algumas zonas e máquinas.

3.7.1 Pintura das bancadas de trabalho

Conforme mostrado na Figura 78 (à esquerda), as bancadas de trabalho encontravam-se com sinais evidentes de desgaste a nível de pintura, pelo que foram todas lixadas e pintadas de preto (RAL 9005), cor que reuniu consenso.



Figura 131 - Estado das bancadas após a pintura.

3.7.2 Estante para arrumação de malas de ferramentas

Na Figura 78 (à direita), pode ser observado um recanto por baixo das escadas de acesso à oficina, que se encontrava desaproveitado. Dado esse desaproveitamento de espaço, este local por vezes via-se repleto de material desnecessário, que apenas contribuía para a desorganização da oficina.

Assim sendo, decidiu-se criar neste local uma solução para arrumar devidamente as malas de ferramentas dos técnicos da oficina, dado que estas não cabiam todas debaixo das bancadas de trabalho, tendo muitas vezes de ser colocadas em cima dos cacifos, ou até mesmo no chão.

As especificações definidas para o desenho e construção da estante, bem como os materiais utilizados, encontram-se enumerados na Tabela 17.

Tabela 18 - Especificações da estante para arrumação das malas de ferramentas.

Especificações	Unidade de medida
Altura	1150 mm
Largura	500 mm
Comprimento	1400 mm
Nº prateleiras	4
Altura das prateleiras	3 superiores – 230 mm Inferior – 330 mm
Material da estrutura	Tubo quadrado de 40x40x2 [mm]
Material dos revestimentos laterais	Chapa de aço inoxidável com 1 mm de espessura
Material das prateleiras	Chapa de aço inoxidável com 3 mm de espessura
Cor da estrutura	RAL 9005

A estante já construída e colocada no seu local final, pode ser observada na Figura 132.



Figura 132 - Estante de arrumação das malas de ferramentas.

3.7.3 Solução de arrumação de mangueiras hidráulicas

À data de Setembro de 2018 não existia uma solução de arrumação para as mangueiras hidráulicas utilizadas na manutenção das prensas de vulcanização. Assim sendo, muitas das vezes estas encontravam-se “espalhadas” pela oficina, reduzindo a mobilidade dos técnicos na oficina.



Figura 133 - Mangueiras hidráulicas espalhadas pela oficina.

Para a conceção da solução de arrumação das mangueiras hidráulicas, foi feito um estudo de todas as mangueiras utilizadas pela oficina, para assim saber quantas divisórias seriam necessárias e com que dimensões.

Tabela 19 - Mangueiras hidráulicas utilizadas na oficina.

Código Continental	Descrição	Quantidade máxima em armazém (m)
80074778	Mangueira 381-10 - Parker	15
7225150	Mangueira 381-6 Parker	6
7225149	Mangueira 421-6 - Parker	3
7355834	Mangueira R2AT 1/2" 250 BAR	30
7356221	Mangueira 381 - 12	32
7356474	Mangueira 381 - 16	20
7356030	Mangueira 381-20	15

Para definir o tamanho das divisórias, partiu-se do princípio que a solução criada teria de ser capaz de armazenar a quantidade máxima possível de levantar do armazém para cada tipo de mangueira. Desta forma, e para economizar espaço, definiu-se que o armário teria de ter quatro divisórias verticais para as mangueiras de menor diâmetro, e uma divisória horizontal para as mangueiras de maior diâmetro.

Tabela 20 - Especificações do armário de arrumação de mangueiras hidráulicas.

Especificações	Unidade de medida
Altura	1180 mm
Largura	1040 mm
Comprimento	1540 mm
Nº de divisórias	5
Dimensões das divisórias	Verticais – 715 mm de altura Horizontal – 317 mm de altura
Material da estrutura	Tubo quadrado de 40x40x2 [mm]
Material de revestimento	Chapa de aço inoxidável com 3 mm de espessura
Acabamento	RAL 7001



Figura 134 - Solução de arrumação de mangueiras hidráulicas já instalado.

3.7.4 Cesto de separação de latas de *spray*

Por falta de existência de local para colocar as latas de *spray* que se encontravam vazias, era frequente observar as mesmas a serem colocadas no contentor da sucata. Desta forma, decidiu-se criar um local próprio para colocar as mesmas, permitindo assim que fosse feita a reciclagem das latas.

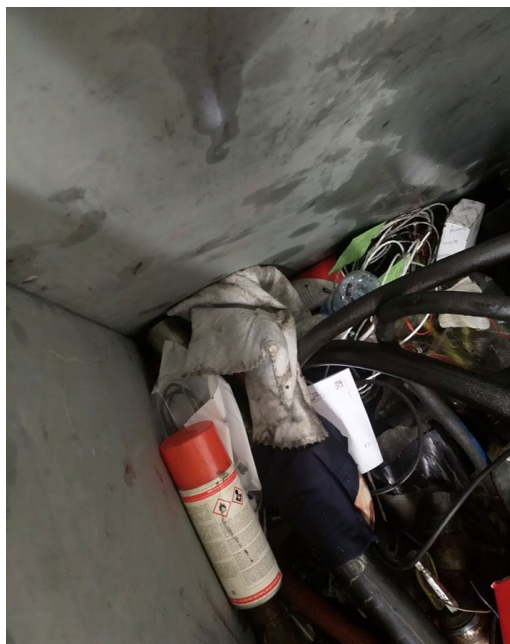


Figura 135 - Latas de *spray* colocadas no contentor da sucata.

Conforme aplicado noutras secções da fábrica, a solução implementada seria um “cesto” que ficaria apoiado no contentor da sucata, e que permitiria o seu transporte conjuntamente com o mesmo para proceder à reciclagem das latas.

Tabela 21 - Especificações do cesto para latas de *spray*.

Especificação	
Largura	300 mm
Comprimento	450 mm
Altura	400 mm
Material utilizado	Chapa aço macio, perfurada – espessura 3 mm
Acabamento	RAL 9005



Figura 136 - Cesto para as latas de *spray* após instalação.

3.7.5 Outras melhorias

3.7.5.1 Zona de triciclos

Dada a extensa área da zona de vulcanização, muitas das vezes os técnicos utilizam um triciclo para se deslocarem mais rapidamente entre a oficina, as prensas e o AMI. Para além do triciclo ser um meio de locomoção mais eficiente, este também possui um cesto na sua parte traseira, cesto esse que permite carregar o material para as reparações.

Apesar destes triciclos reduzirem drasticamente os tempos de deslocação e facilitarem o transporte de materiais, muitas das vezes eram deixados em qualquer parte da oficina, causando transtorno e reduzindo a mobilidade dentro da mesma.



Figura 137 - Redução de mobilidade causada pelos triciclos.

Para resolver esse problema, foi criada uma zona onde seria possível deixar os triciclos dentro da oficina, promovendo assim uma maior organização da mesma. Esta zona foi demarcada com fita adesiva de sinalização e consegue armazenar quatro triciclos em simultâneo.



Figura 138 - Zona criada para armazenar triciclos.

3.7.5.2 Pintura da zona de reciclagem

De forma a tornar a zona dos contentores de reciclagem mais organizada e visualmente apelativa, decidiu-se pintar o local de cada contentor com a sua cor. Aproveitando o facto de que se estava a renovar a zona, foi também demarcada com fita de sinalização o local do escadote.



Figura 139 - Zona dos contentores de reciclagem antes da pintura (à esquerda) e após a mesma (à direita).

3.7.5.3 Outras demarcações

Para além das melhorias apresentadas anteriormente, foram também feitas outras demarcações e definições de certos espaços, com o intuito de melhorar o aspeto geral e a organização da oficina.



Figura 140 - Zona do contentor da sucata antes da demarcação (à esquerda) e após a mesma (à direita).



Figura 141 - Definição da zona para colocação da vassoura e apanhador.

3.7.6 Resultados obtidos

Conforme referido anteriormente, todas as oficinas da Continental Mabor são sujeitas a uma auditoria interna mensal, com o objetivo de avaliar o desempenho ao nível dos 5'S e sugerir novas melhorias a implementar.

Os objetivos estabelecidos para este projeto, no que toca às melhorias diretamente relacionadas com a oficina, foram:

- Implementar melhorias que permitissem que os resultados das auditorias internas à oficina subissem de forma constante para valores acima dos 80%, até ao final do ano de 2018;
- Demonstrar aos colaboradores que estão a ser feitos esforços para melhorar as suas condições de trabalho, e que todos têm responsabilidade na manutenção e melhoria da organização e limpeza da oficina.

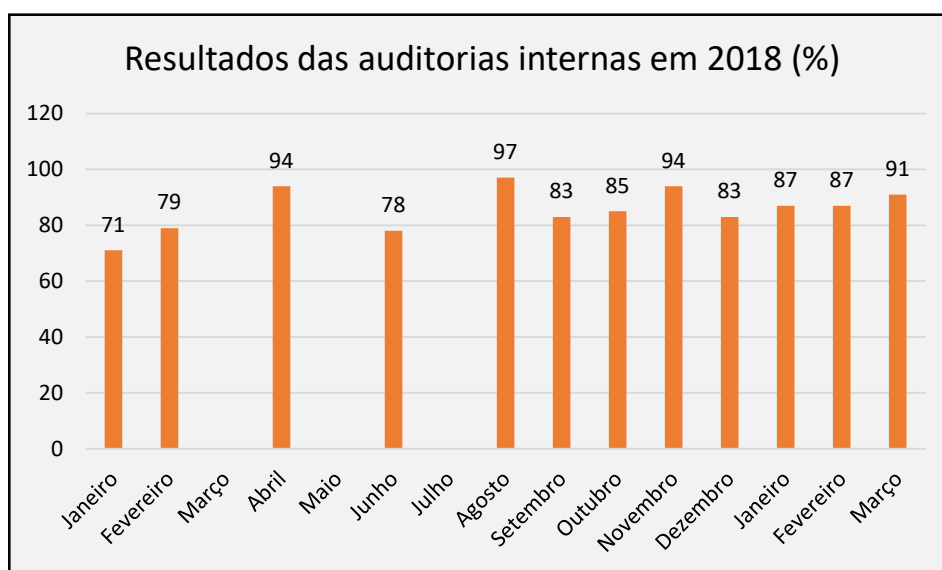


Figura 142 - Resultados das auditorias internas à oficina em 2018.

Conforme é possível observar na Figura 142, os resultados das auditorias internas à oficina tinham resultados muito díspares até à data do início do projeto. Isto deve-se ao facto da equipa auditora ser diferente de mês para mês, o que leva a este tipo de “desvios” nos resultados. É também importante ressaltar que nos meses de Março, Maio e Julho, não foi possível realizar as auditorias, daí o seu resultado ser nulo.

Observando os resultados das auditorias internas durante os seis meses em que durou o projeto, pode-se então considerar que o objetivo estabelecido foi cumprido, mantendo-se os resultados constantes e acima dos 80%. Acima de tudo, o *feedback* por parte dos técnicos de manutenção sobre as melhorias implementadas foi muito positivo, e notou-se um aumento de sugestões para novas melhorias e um maior cuidado na limpeza e organização do seu local de trabalho, para manter os bons resultados.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

À data da conclusão deste projeto, pode-se considerar que se alcançaram melhorias consideráveis.

Em termos de melhorias diretamente afetas às válvulas proporcionais, pode-se salientar a criação do guia de *spares*, a criação da base de dados de reparações e a introdução do equipamento de teste de fugas como as mais importantes.

Enquanto o novo guia de *spares* e o equipamento de teste de fugas trouxeram resultados imediatos, já comprovados no capítulo dos resultados obtidos, a base de dados de reparações precisará de mais algum tempo para que possa vir a dar frutos. Tirando proveito destas três novas ferramentas, tanto os técnicos de manutenção como o departamento de engenharia terão mais conhecimento e controlo sobre o que se passa na reparação das válvulas proporcionais, algo que trará potencialmente um aumento de qualidade nas reparações, e também um aumento de fiabilidade das mesmas.

Quanto às melhorias relacionadas com a oficina, destaca-se a criação da estante para malas de ferramentas, a criação da solução de arrumação para mangueiras hidráulicas e a demarcação de várias zonas destinadas aos equipamentos da oficina.

Neste campo as melhorias também se fizeram sentir na forma dos resultados das auditorias internas, que subiram para o valor estabelecido aquando do início do projeto e se mantiveram estáveis, revelando um compromisso por parte de todos para com as melhorias efetuadas.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Durante a elaboração deste projeto, foram identificados mais alguns tópicos a serem desenvolvidos, e que não o foram por restrições de tempo. Estes são:

- Estudo sobre a fiabilidade dos *spares* mandados fazer localmente, e que não são do fabricante;
- Estudo sobre a implementação de novas UTA's nas prensas de vulcanização – as atuais não cumprem os requisitos do fabricante das válvulas proporcionais;
- Desenvolvimento de uma plataforma conjunta, entre a *Continental* e a *Samson*, onde o fabricante regista as reparações externas.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] Enciclopedia Britannica, Automotive history. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry>. Acedido em 05.04.2019.
- [2] The Henry Ford, Swift & Company's Meat Packing House. Disponível em: <https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-collections/artifact/354536>. Acedido em 07.04.2019.
- [3] PBS, Henry Ford. Disponível em: https://www.pbs.org/wgbh/theymadeamerica/whomade/ford_hi.html. Acedido em 07.04.2019.
- [4] History, Ford's assembly line starts rolling. Disponível em: <https://www.history.com/this-day-in-history/fords-assembly-line-starts-rolling>. Acedido em 07.04.2019.
- [5] Statista, Estimated worldwide automobile production from 2000 to 2008. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/>. Acedido em 12.04.2019.
- [6] OICA, 1999 Production Statistics. Disponível em: <http://www.oica.net/category/production-statistics/1999-statistics/>. Acedido em 15.04.2019.
- [7] OICA, 2017 Production Statistics. Disponível em: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2017-statistics/>. Acedido em 15.04.2019.
- [8] Fleet Magazine, Estudo do Cluster da Indústria Automóvel em Portugal . Disponível em: <https://fleetmagazine.pt/wp-content/uploads/2018/01/Estudo-Mobinov-1.pdf>. Acedido em 22.04.2019.
- [9] Portugal In, Automotive Industry. Disponível em: <http://www.portugalin.gov.pt/automotive-industry/>. Acedido em 02.05.2019.
- [10] Continental Pneus, Factos & Números. Disponível em: <https://www.continental-pneus.pt/ligeiros/empresa/sobre-n%C3%B3s/corporativo>. Acedido em 07.05.2019.
- [11] Continental Corporation, Our History. Disponível em: <https://www.continental.com/en/company/history>. Acedido em 07.05.2019.
- [12] Statista, Number of Continental Employees. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/264243/number-of-continental-ags-employees/>. Acedido em 07.05.2019.
- [13] Continental Corporation, Financial Report 2017. Disponível em:

- <https://www.continental-corporation.com/resource/blob/46316/80e01306e7562f3d18d4709907e328c2/financial-report-as-at-march-31--2017-data.pdf>. Acedido em 07.05.2019.
- [14] Internet World Stats, Top 10 Countries With The Highest Population. Disponível em: <https://www.internetworldstats.com/stats8.htm>. . Acedido em 12.05.2019.
- [15] Mba Skool, Continental Tyres SWOT Analysis, Competitors & USP. Disponível em: <https://www.mbaskool.com/brandguide/automobiles/3853-continental-tyres.html>. Acedido em 17.05.2019.
- [16] Gürel E., Tat M. (2017). Swot Analysis: A Theoretical Review. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319367788_SWOT_ANALYSIS_A_THEORETICAL_REVIEW. Acedido em 23.05.2019.
- [17] Continental Corporation, Continental Locations Worldwide. Disponível em: <https://www.continental-corporation.com/en/company/continental-locations-worldwide>. Acedido em 26.05.2019.
- [18] JN, Lousado, terra da melhor fábrica de pneus do mundo Continental. Disponível em: <https://www.jn.pt/micro-sites/fazemos-bem/noticias/interior/lousado-terra-da-melhor-fabrica-de-pneus-do-mundo-continental-4018962.html>. . . Acedido em 27.05.2019.
- [19] Enciclopedia Britannica, Charles Goodyear. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Charles-Goodyear>. Acedido em 28.05.2019.
- [20] Continental Tire, History of the passenger Tire. Disponível em: <https://www.continentaltire.com/content/history-passenger-tire>. Acedido em 31.05.2019.
- [21] Connecticut History, Charles Goodyear and the Vulcanization of Rubber. Disponível em: <https://connecticuthistory.org/charles-goodyear-and-the-vulcanization-of-rubber/>. Acedido em 02.06.2019.
- [22] OTR Wheel Engineering, Radial vs Bias: What You Need To Know. Disponível em: <https://otrwheel.com/otr-blog/radial-vs-bias-need-know/>. Acedido em 08.06.2019.
- [23] Big Tyres, TUBE-TYPE (TT) VS TUBELESS (TL) TYRES. Disponível em: <https://www.bigtyres.co.uk/blog/tube-type-or-tubeless-tyres-tt-tl.html>. Acedido em 08.06.2019.
- [24] Yokohama, Tire Knowledge. Disponível em: https://www.yokohama.com/global/product/tire/learn/knowledge/other_tire_construction/. Acedido em 11.06.2019.
- [25] Michelin, Constituição de um pneu. Disponível em: <https://www.michelin.pt/auto/sugestoes-e-conselhos/como-cuidar-dos-meus-pneus/o-comportamento-esta-diferente>. Acedido em 17.06.2019.
- [26] Ferreira A. (2018). Tese de Mestrado - INTEGRAÇÃO E MELHORIA DE PROCESSOS NA

VULCANIZAÇÃO DE PNEUS. Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto.

[27] Continental Tires, Tire Basics. Disponível em:

[https://blobs.continental-](https://blobs.continental-tires.com/www8/servlet/blob/160650/d2e4d4663a7c79ca81011ab47715e911/download-tire-basics-data.pdf)

[tires.com/www8/servlet/blob/160650/d2e4d4663a7c79ca81011ab47715e911/download-tire-basics-data.pdf](https://blobs.continental-tires.com/www8/servlet/blob/160650/d2e4d4663a7c79ca81011ab47715e911/download-tire-basics-data.pdf). Acedido em 19.06.2019.

[28] Continental Tires, How To Build a Radial Tire. Disponível em:

<https://www.continentaltire.com/content/how-build-radial-tire>. Acedido em 22.06.2019.

[29] Mendes F. (2010). Tese de Mestrado - Melhoria da logística interna na produção de pneus na Continental Mabor. Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[30] Castro I. (2015). Tese de Mestrado - Gestão de resíduos sólidos na Continental: melhoria de práticas e de processos. Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[31] Mark J., Erman B. (1994). The Science and Technology of Rubber, 1ª edição. Academic Press. ISBN-10: 1493301535

[32] Han I., et al. (1999). Optimal cure steps for product quality in a tire curing process. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/243892245_Optimal_cure_steps_for_product_quality_in_a_tire_curing_process. Acedido em 25.06.2019.

[33] Andrade J. (2014). Tese de Mestrado - Projeto de rede de produção e distribuição de vácuo usado na vulcanização de pneus. Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[34] Fisher (2017). Control Valve Handbook, 5ª edição. Emerson.

[35] Baumann H. (2008). Control Valve Primer – A User's Guide, 4ª edição. ISA. ISBN-10: 1934394505

[36] Gemco Valve, ANSI Valve Leakage Standards. Disponível em:

<https://gemcovalve.com/wp-content/uploads/2015/01/ANSI-VALVE-LEAKAGE-STANDARDS-Gemco-Valve.pdf>. Acedido em 02.07.2019.

[37] SAMSON Group, Series 240 Pneumatic Control Valves. Disponível em:

<https://www.samsongroup.com/document/t80120en.pdf>. Acedido em 02.07.2019.

[38] SAMSON Group, Valve Flow Coefficients. Disponível em:

<https://www.samsongroup.com/document/t80003en.pdf>. Acedido em 02.07.2019.

[39] Costa C., et al. (2018). Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/328919885_Implementation_of_5S_Methodology_in_a_Metalworking_Company. Acedido em 09.07.2019.

[40] GT Trade, DIN 2501 PN16 PLATE FLANGE. Disponível em:

<http://gttrade.by/d/320784/d/din-2501-pn16-plate-flange.pdf>. Acedido em 09.07.2019.

[41] Grundfos, Kvs Value. Disponível em:

<https://www.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/kvs-value.html>.

Acedido em 12.07.2019.

[42] Pipe Fitting Web, ANSI Flanges. Disponível em:

<https://www.pipefittingweb.com/flange/pdf/ansi-flange.pdf>. Acedido em 21.07.2019.

[43] Festo, Unidade Combinada MSB6. Disponível em:

https://www.festo.com/cat/pt_pt/products_MSB6#. Acedido em 21.07.2019.

[44] Pipe Fitting Web, DIN Flanges. Disponível em:

<https://www.pipefittingweb.com/flange/pdf/din-flange.pdf>. Acedido em 22.07.2019.

ANEXOS

- 6.1 Anexo 1 – Documentos de sensibilização dos técnicos de manutenção
- 6.2 Anexo 2 – Guia de *Spares*
- 6.3 Anexo 3 – Desenho do suporte dos blocos de distribuição
- 6.4 Anexo 4 - Desenhos equipamento de teste de estanquicidade
- 6.5 Anexo 5 - Desenho da estante de arrumação de malas de ferramentas
- 6.6 Anexo 6 - Desenho do armário de arrumação de mangueiras hidráulicas
- 6.7 Anexo 7 - Desenho da cesta para latas de *spray*

6 ANEXOS

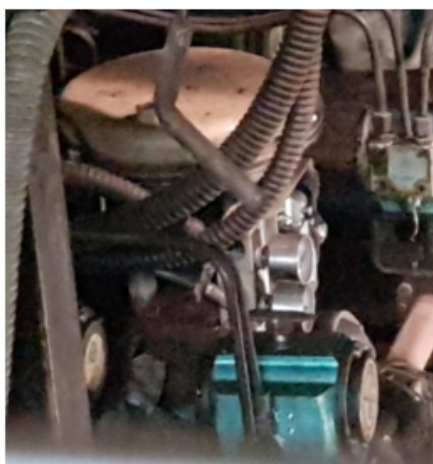
6.1 ANEXO 1 – Documentos de sensibilização dos técnicos de manutenção



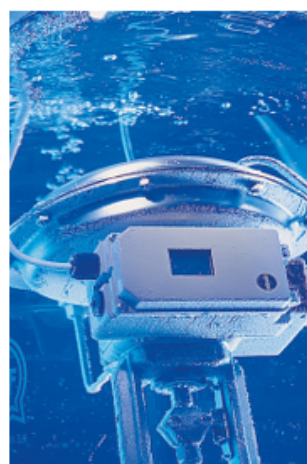
AVISO

É pedido o favor a todos os técnicos que realizam a manutenção das válvulas proporcionais para que voltem a colocar as tampas dos posicionadores após realizarem a manutenção dos mesmos.

É de sublinhar que o escape constante do posicionador cria uma atmosfera limpa e arrefecida no interior, e que a tampa aberta e/ou a falta de bucins conduzirá seguramente a um tempo de vida mais curto de todas as membranas e juntas do mesmo, o que irá resultar em trabalho desnecessário de reparação.



Situação atual de alguns posicionadores



Posicionador do tipo 3730-1 a operar submerso, com tampa e bucins devidamente colocados

Tipo	3763	4763	3760	3730-1
				
T _{amb. máx.}	80°C	70°C	70°C	80°C
IP	IP 54	IP 54	IP 54	IP 66

Obrigado pela atenção!

Temperatura Posicionadores

Após analisar as condições térmicas em que se encontram a trabalhar alguns dos posicionadores das válvulas proporcionais SAMSON, é reforçado o pedido aos técnicos que efetuam manutenção destes equipamentos para que evitem deixar as tampas dos mesmos abertas.

A falta de **tampas, buçins ou válvulas de escape** leva a que os posicionadores trabalhem em condições para as quais não foram desenvolvidos, resultando numa redução drástica no tempo útil de vida dos mesmos.

Tipo	3763	4763	3760	3730-1
				
T _{amb. máx.}	80°C	70°C	70°C	80°C
IP	IP 54	IP 54	IP 54	IP 66

IP Rating	First Digit - SOLIDS	Second Digit - LIQUIDS
IP54	Protected from limited dust ingress	Protected from water spray from any direction, limited ingress protection
IP66	Protected from total dust ingress	Protected from high pressure water jets from any direction, limited ingress protection

Figura 1 - Especificações dos diferentes posicionadores

Estes dados só serão verdadeiros quando todos os componentes acima mencionados estiverem devidamente colocados.

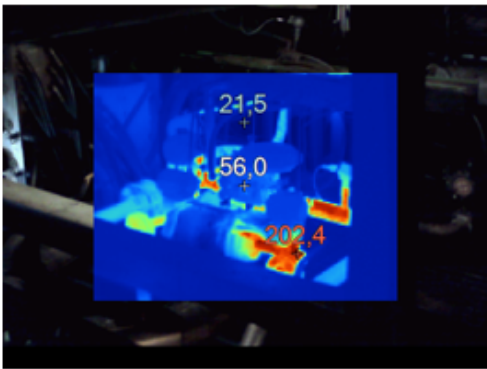


Figura 3 - Temperaturas extremas a que um posicionador sem tampa está sujeito

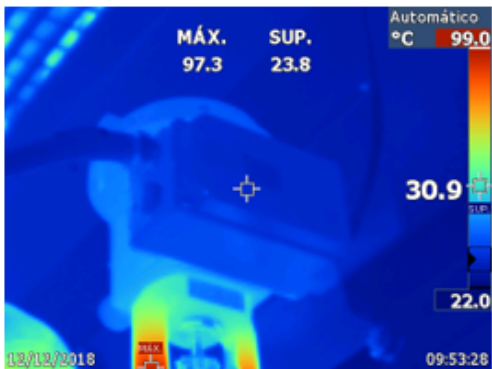


Figura 23 - Posicionador devidamente protegido, máxima durabilidade garantida.

6.2 Anexo 2 – Guia de *Spares*

Material de Substituição de Válvulas Proporcionais SAMSON



Material de Substituição – Válvulas Completas

Válvulas Completas	Válvula	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
	VALV.241 DN15+Atuador 3277+POS.3730-1	Corpo T.3241, DN 15, WN1.0619, PN 40, Kvs 1 Exp., Stell Atuador T.3277, 120 cm2, 1.4-2.3 bar, MF Posicionador T.3730-1, 4 - 20 mA Peças de montagem	1026632 1089719 4747080 1061188	80378578
	VALV.241 DN25+Atuador 3277+POS.3760	Corpo T.3241, DN25, WN1.0619, PN40, Kvs 2.5 Exp, Stell Atuador T.3277-5, 120 cm2, 1.4 - 2.3 bar, MF Posic. T. 3760, 4-20 mA, Mola 1, c/ 1 Manómetro Peças de montagem	1026165 1089719 - -	88074305
	VALV.241 DN25+Atuador 3277+POS.3730-1	Corpo T.3241, DN25, WN1.0619, PN40, Kvs 2.5 Exp, Stell Atuador T.3277-5, 120 cm2, 1.4 - 2.3 bar, MF Posicionador T.3730-1, 4 - 20 mA Peças de montagem	1026165 1089719 4747080 1061188	80665436
	VALV.241 DN25+Atuador 3271+POS 3763	Corpo T.3241, DN25, WN1.0619, PN40, Kvs 2.5 Exp., Stell Atuador T.3271, 240 cm2, 0.6 - 3 bar, MF Posic. T. 3763, 4-20 mA, R1L1 Peças de mont. c/ bloco e 1 manómetro	1026165 1005116 - -	80577334
	VALV.241 DN25+Atuador 3271+POS.4763	Corpo T.3241, DN25, WN1.0619, PN40, Kvs 2.5 Exp., Stell Atuador T.3271, 240 cm2, 0.4 - 2 bar, MF Posicionador T. 4763, 4-20 mA, R1L1 2 manómetros, caixa inox Peças de montagem	1026165 1005107 1008581 1402-0938 1012389	88074035

Utilizar Preferencialmente os Códigos a Verde

Material de Substituição – Corpos de Válvulas

Corpo da Válvula	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
Corpos Completos		Corpo DN 15; PN 40; Kvs 1	1026632	80371876
		Corpo DN 15; PN 25; Kvs 2.5	1027620	-
		Corpo DN 25; PN 40; Kvs 2.5	1026165	87083718
		Corpo DN 25; PN 40; Kvs 4	1026801	-
		Corpo DN 25; PN 25; Kvs 4	1036376	-

Corpo da Válvula	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
Componentes Comuns		Kit Empanque (Anéis PTFE, mola e anilha)	1120-2401	7429141
		1 Empanque (Anéis PTFE)	0430-0404	87084956
		2 Mola do Empanque	0270-1017	7352930
		3 Anilha do Empanque	0340-0878	7429142
		4 Porca Cega 34mm	0250-0581	7370059
		5 Porca Cega 41.5mm	0250-0780	7370058
		6 Porca do Empanque	1690-2238	7429143
		7 Casquilho-Guia	0310-0924	7429144
		8 Junta do Corpo	8414-1482	87087207
		9 Contra Porca	0250-0721	7370060
		10 Ferramenta Remoção Casquilho-Guia	1280-3061	7429005
		11 Ferramenta Remoção Casquilho-Guia 1	1280-3081	7429006

Fotos (nº componente):



Corpo da Válvula	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
Sedes e obturadores		Obturador Kvs 1	1890-3381	7427286
		1 Obturador Kvs 2.5	1890-3390	87089277
		Obturador Kvs 4	1890-3402	87089277
		2 Sede Kvs 1	0110-2527	7427287
		Sede Kvs 2.5/4	0110-2528	87093761

Fotos (nº componente):



 Ao utilizar o código a laranja virão obturadores Kvs 4 até acabar o stock, sendo depois substituídos pelos Kvs 2.5.

Material de Substituição – Posicionadores

Posicionador	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
3730-1	-	Posicionador Completo	4747080	80370852
	1	Vedante traseira	0430-1664	80632173
	2	Peças mont.p/ atuador 240cm ²	1400-7454	80377475
	3	Peças mont.p/ atuador 120cm ²	1400-7452	80377465
	4	Placa ligações pneumáticas	1400-7461	80503845
	5	O-Ring traseira 7x25	8421-0272	7422842
	6	Filtro entrada 100µm	0550-0213	7429465

Fotos (nº componente):



1



2



3



4



5

6

Sem foto

Posicionador	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
3763 (Já não se fabrica. Substituído pelo Pos. 4763)	-	Posicionador Completo	Descontinuado	
	1	Membrana de Medida	1190-3449	87088463
	2	Conversor Electro-Pneumático 6112	1008928	88072933
	3	Membrana Dupla do Amplificador	1490-7317	87088465
	4	Prato da Membrana Dupla	1690-4237	87200600
	5	Junta Cilíndrica do Amplificador	0430-1183	87197622
	6	Bloco com Manómetro 0-6 bar	1400-5351	87080916
	7	Junta Cilíndrica da Entrada	1690-4844	87197621
	8	Mola de Membrana do Amplificador	0270-1133	7088801
	9	Obturador do Amplificador	0220-3079	87200584
	10	Bloco XP	1190-0708	87235493
	11	Conjunto Tubeira/Palheta	1180-5318	80072915
	12	Ligador para Sinal de Comando	8804-1178	87258314
	13	Mola de Pressão	0270-1529	7200585
	14	Junta p/Bloco Manómetro	0430-0877	87196773
	15	Manómetro 0-6 bar	0080-0180	88073345

Fotos (nº componente):



1



2



3



4



5



6



7



8



9



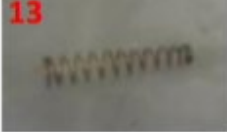
10



11



12



13



14



15

Material de Substituição – Posicionadores

Posicionador	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
3760 (Já não se fabrica. Pode ser substituído pelo pos. 3730-1 + placa lig. + peças mont.)	-	Posicionador Completo	4747080	88074303
			ou 1400-7461	
			ou 1400-7452	
	1	Conversor Eletro-Pneumático 6109	1008907	87179343
	2	Filtro de Alimentação	0550-0652	87187655
	3	Filtro do Módulo Conversor	1690-6256	87187654
	4	Amplificador P.N (Completo)	1170-1620	87187651
	5	Membrana de Redutor de Pressão	0520-1121	7374255
	6	Mola de Medida Nº1	1400-6892	7187653
	7	Membrana de Medida	0520-1058	87187652

Fotos (nº componente):



Posicionador	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
4763	-	Posicionador Completo	1008581	87176996
			ou 1402-0938	
	1	Bloco XP	1790-7171	87216176
	2	Conj. Tubeira-Palheta	1180-8700	87222185
	3	Junta	0520-0559	87216175
	4	Kit Membranas e Juntas	1400-6792	87222184
	5	Membrana	1790-7249	87216173
	6	Mola	0270-2275	7216172
	7	Obturador	1690-1830	87216171
	8	Placa Eletrónica	0450-1575	87242951
	9	Conversor Electro-Pneumático 6109	1008907	87179343
	10	Membrana de Medida	0520-1058	87187652
	11	Manómetro 0-6 bar	0080-0180	88073345

Fotos (nº componente):



Material de Substituição – Atuadores

Atuador	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
Tipo 3277 - 120cm ²	-	Atuador Completo	1089719	88074304
			ou 1400-6816	
			ou 1400-6819	
	1	Membrana 120cm ²	0520-1116	87180831
	2	Membrana 120cm ² em Silicone	0520-1633	7422843
	3	Porca de membrana	8353-0533	7196772
	4	Placa Comutação AM	1400-6819	87192737
	5	Placa Comutação NM	1400-6822	80503844
	6	Acoplamento das Hastes	1400-6817	80626773
	7	Mola 1.4-2.3 Bar	0270-2319	7354240
	8	Retentor	8406-0025	87185257
	9	Escape de ar	1790-7408	7429463

Fotos (nº componente):







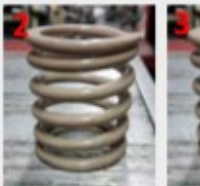




 Optar Preferencialmente pela Membrana em Silicone

Atuador	Nº.	Componente	Ref. Samson	Cód. Continental
Tipo 3271 - 240cm ²	-	Atuador Completo	1005107	80377396
		1 Membrana 240cm ²	0520-0498	87084257
		2 Mola 0.4-2 Bar	0270-1016	7088741
		3 Mola 0.6-3 Bar	0270-1146	7088834
		4 Acoplamento das Hastes	1400-6817	80626773
		5 Porca de membrana	8353-0533	7196772
		6 Retentor	8406-0025	87185257
	7	Escape de ar	1990-1714	7429464

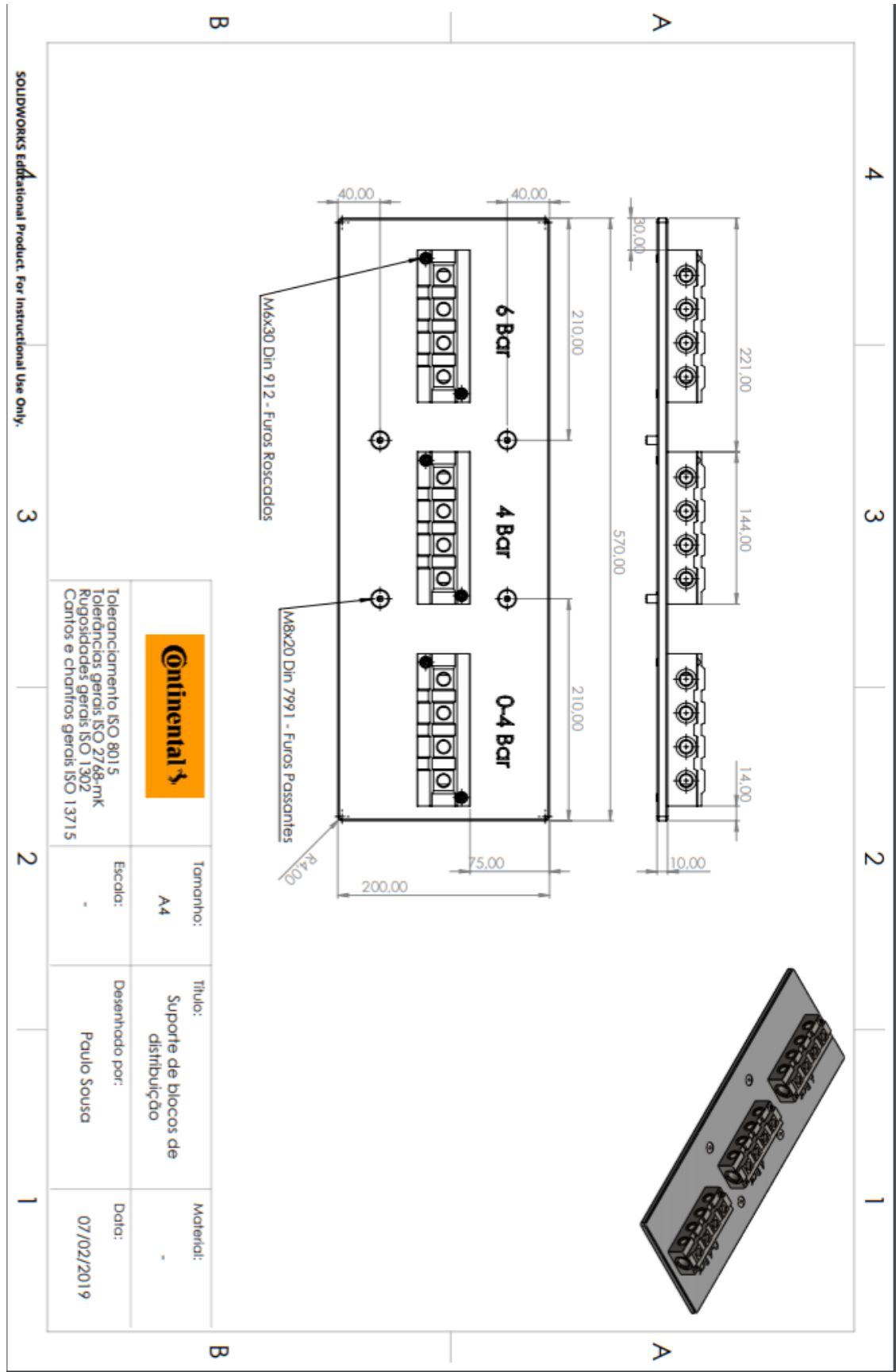
Fotos (nº componente):

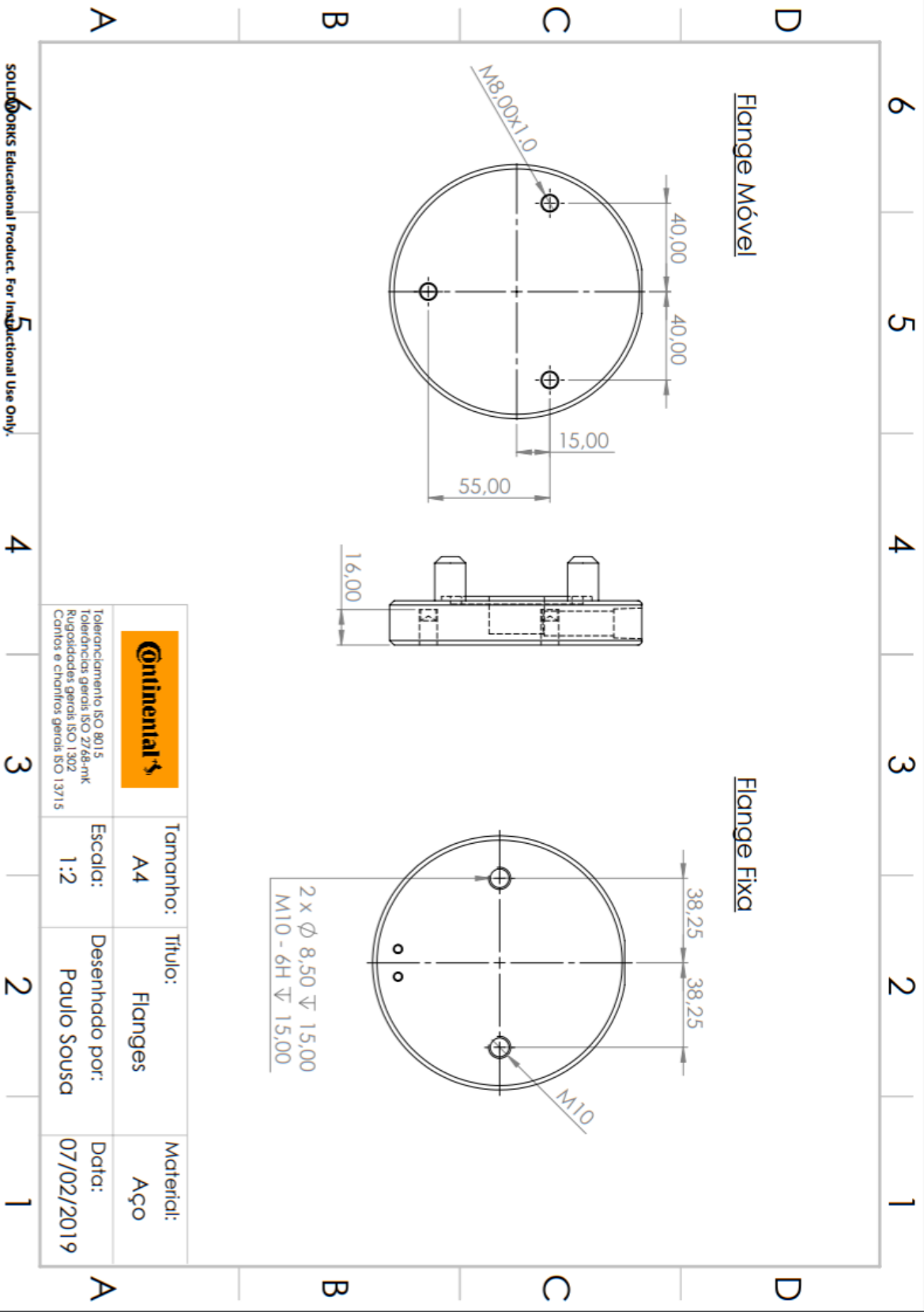




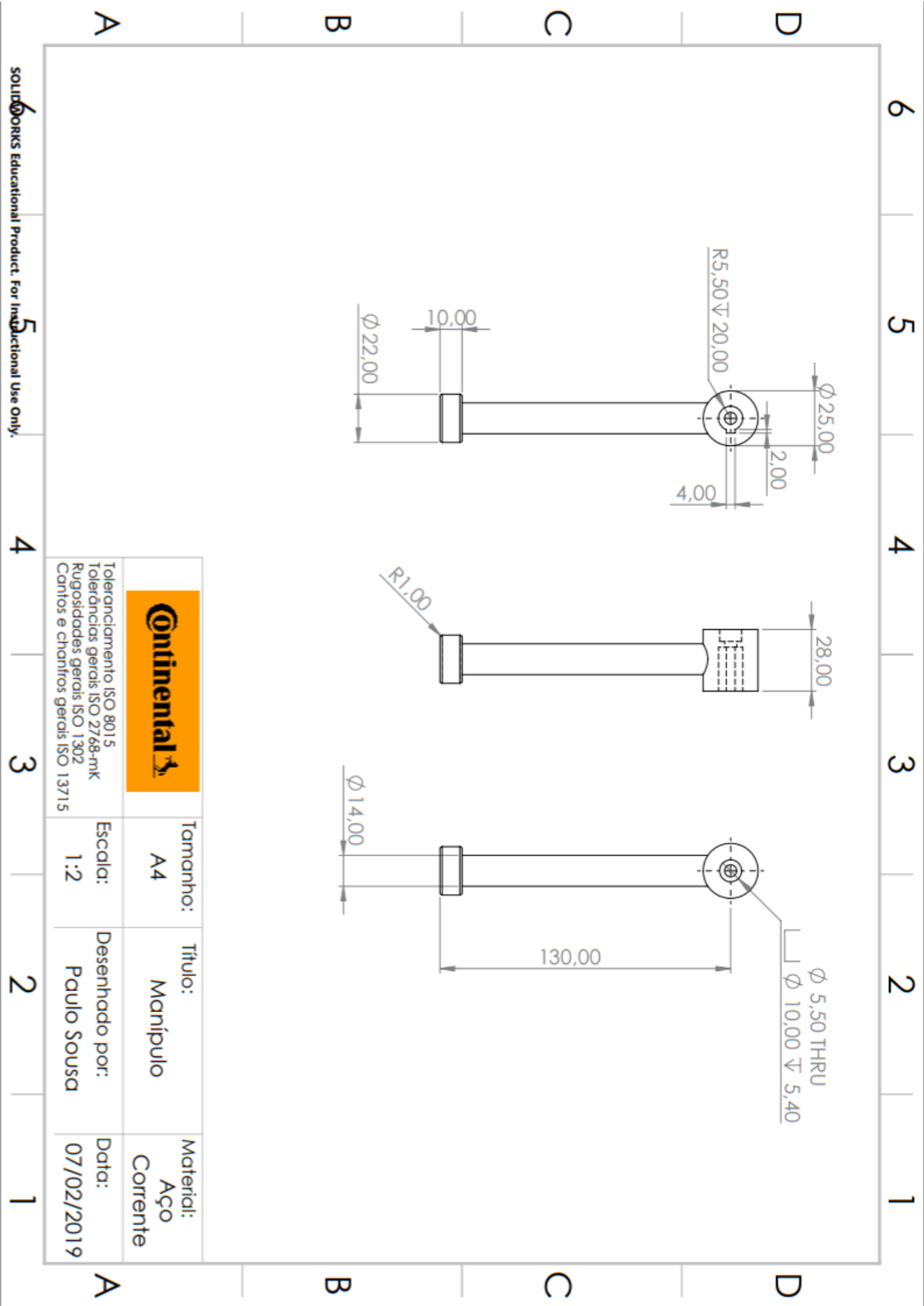

6.3 Anexo 3 – Desenho do suporte dos blocos de distribuição

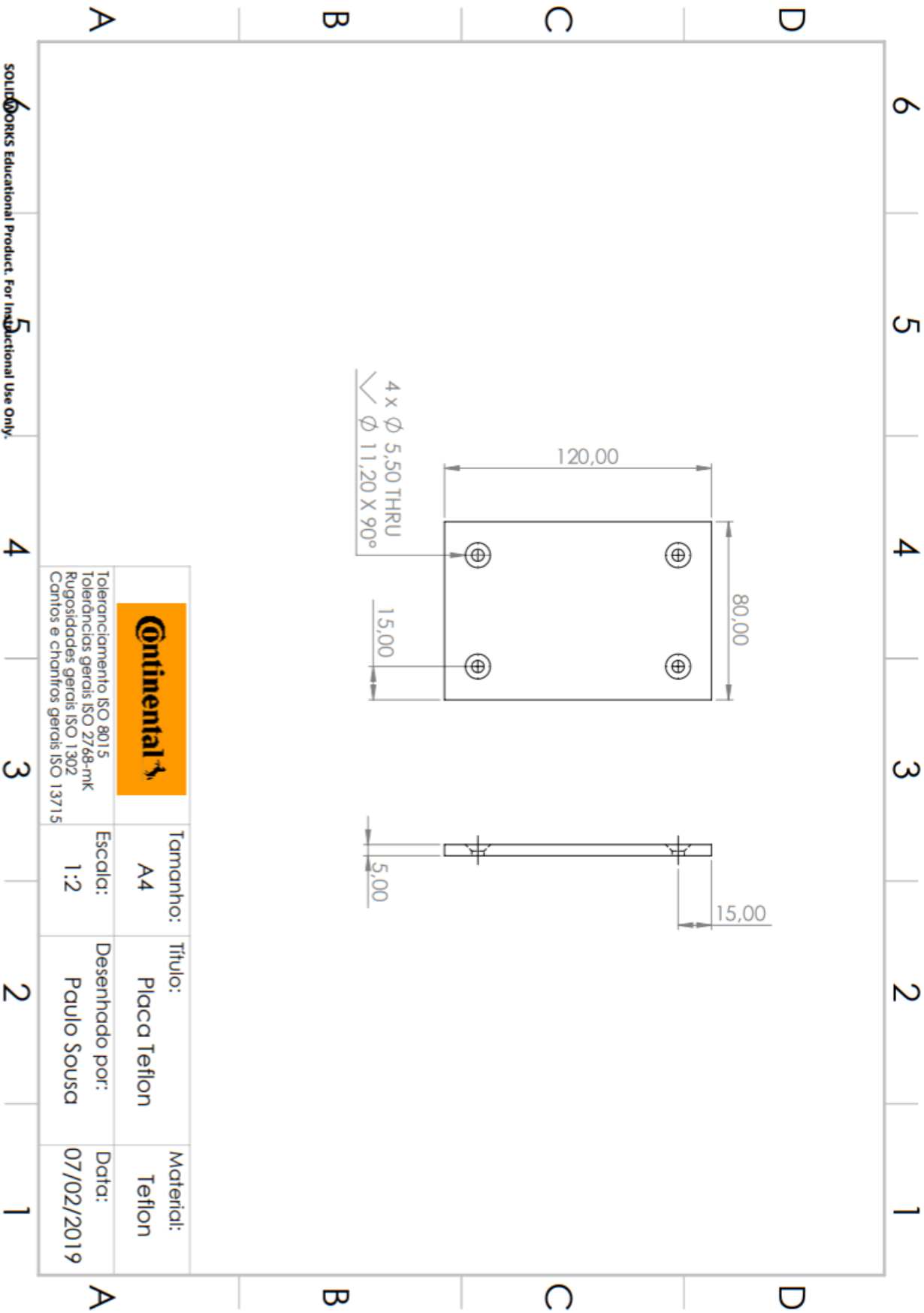


6.4 Anexo 4 - Desenhos equipamento de teste de estanquicidade









8

7

6

5

4

3

2

1

F

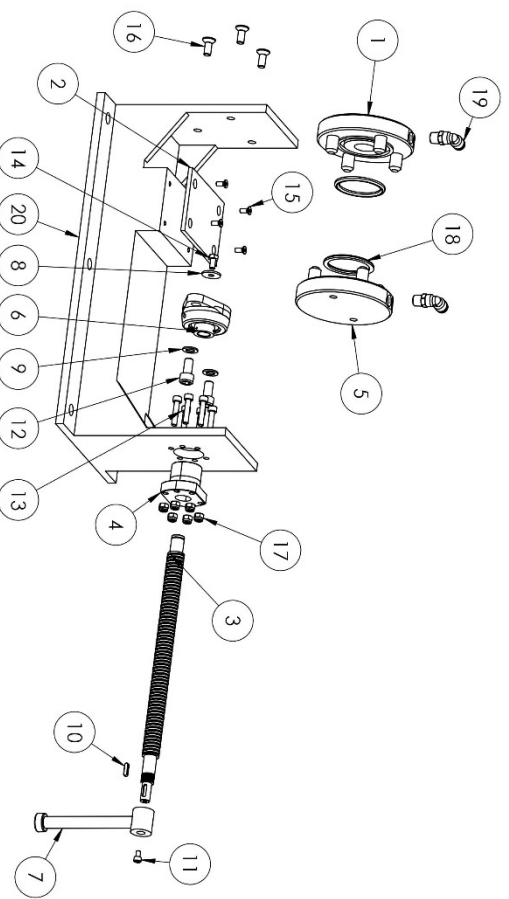
E

D

C

B

A



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Flange fixa		1
2	placa teflon		1
3	fuso		1
4	Porca de Esferas		1
5	Flange móvel		1
6	INAFAG PCJTY15-XL		1
7	Manipulo		1
8	Washer ISO 7094 - 6		1
9	Washer ISO 7092 - 10		2
10	Parallel key A4 x 4 x 16 DIN 6885		1
11	ISO 4762 M5 x 8 - 8N		1
12	ISO 4762 M10 x 20 - 20N		2
13	ISO 4762 M6 x 30 - 30N		6
14	ISO 4018 - M6 x 12-NN		1
15	ISO 10642 - M5 x 12 - 12N		4
16	ISO 10642 - M8 x 20 - 20N		3
17	ISO 7040-M6-N		6
18	O-ring		2
19	Festo QSL-1_4-8	Montado após entrega	2
20	estrutura		1

Tamanho:

A4

Escala:

-

Desenhado por:

Paulo Sousa

Data:

07/02/2019

Título:

Equipamento Teste Estanquicidade

Material:

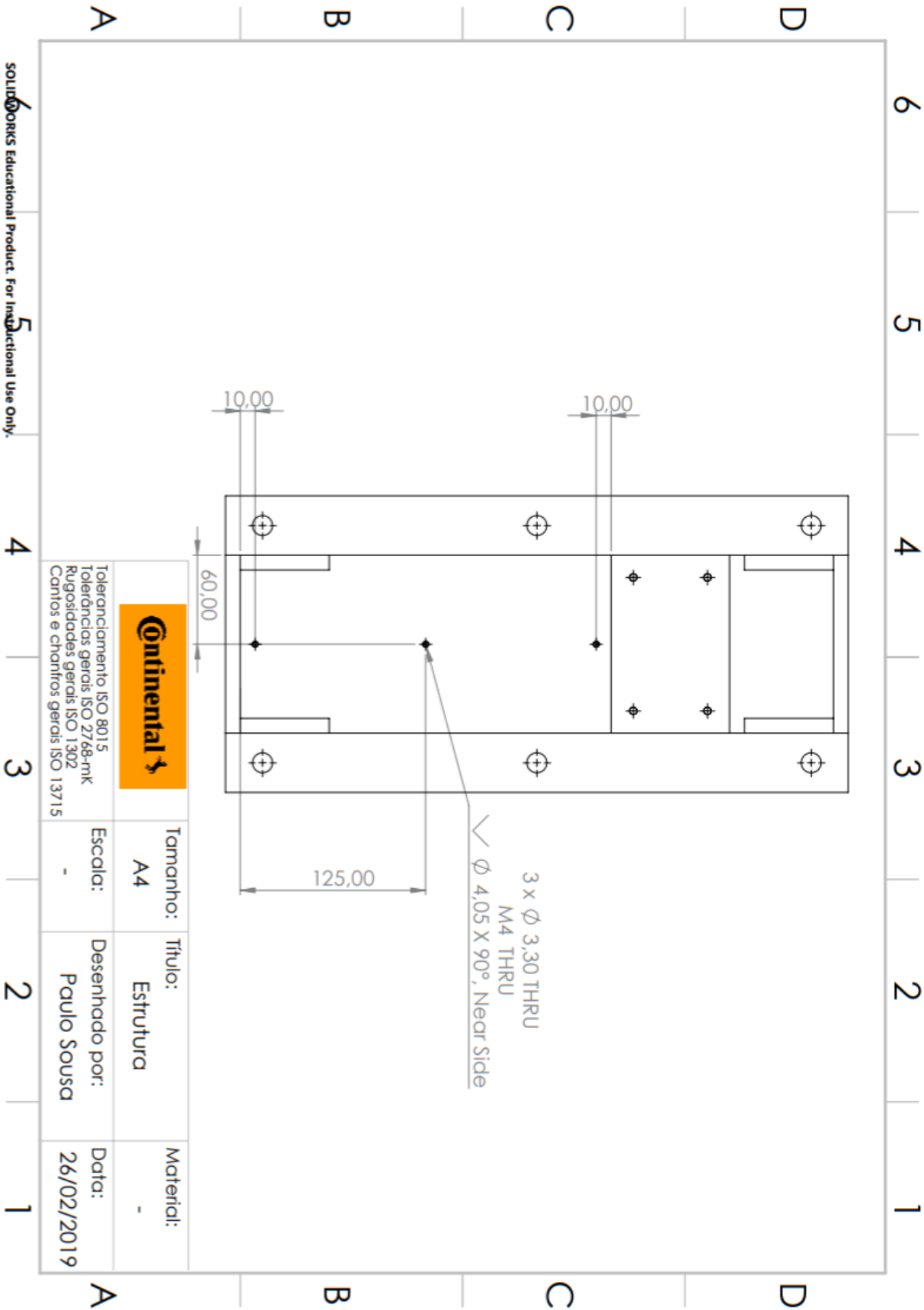
-

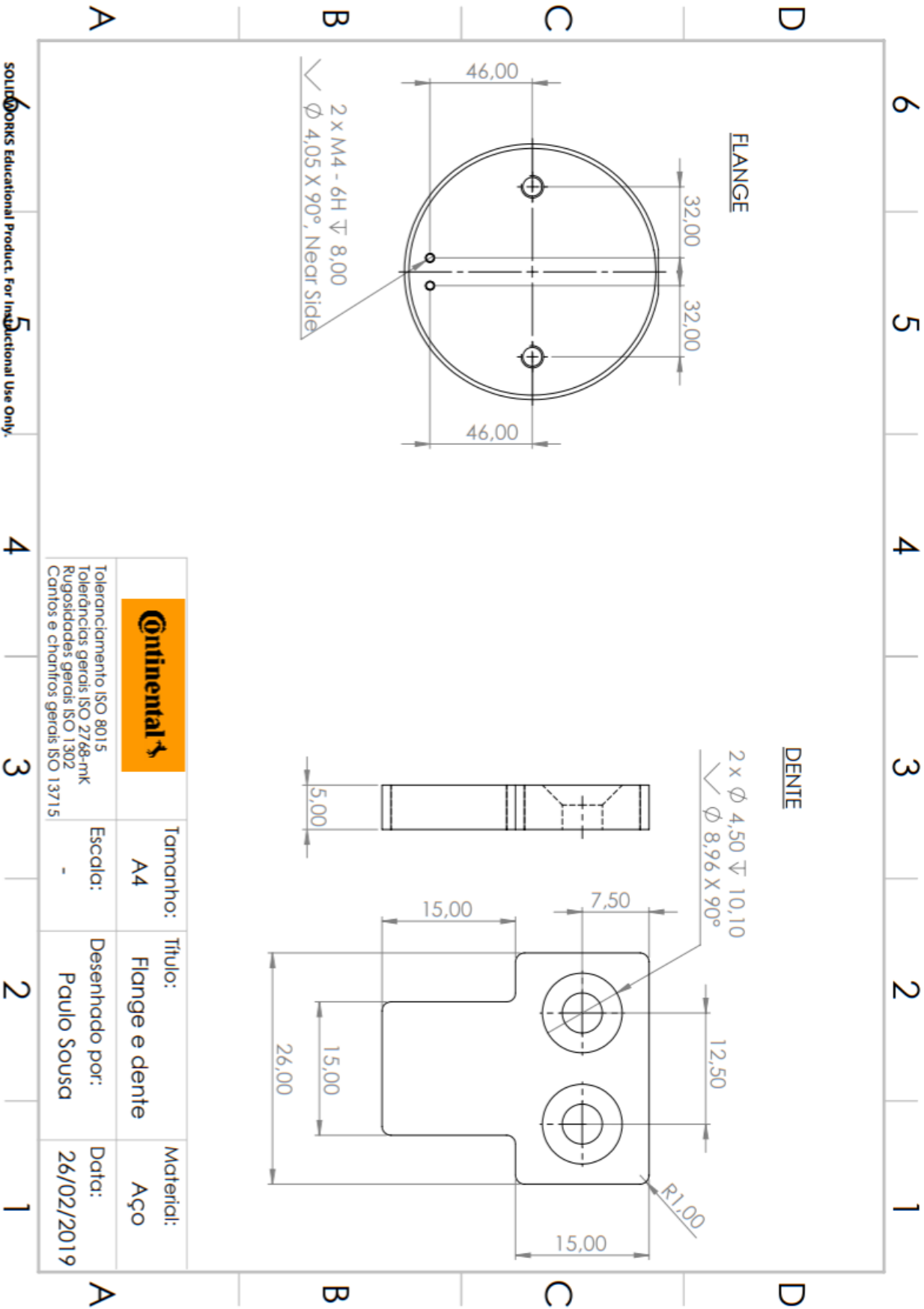
Continental

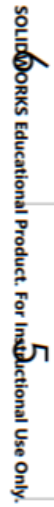
SOLOWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

MELHORIAS NA FIABILIDADE E MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS DE CONTROLO PNEUMÁTICAS EM APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

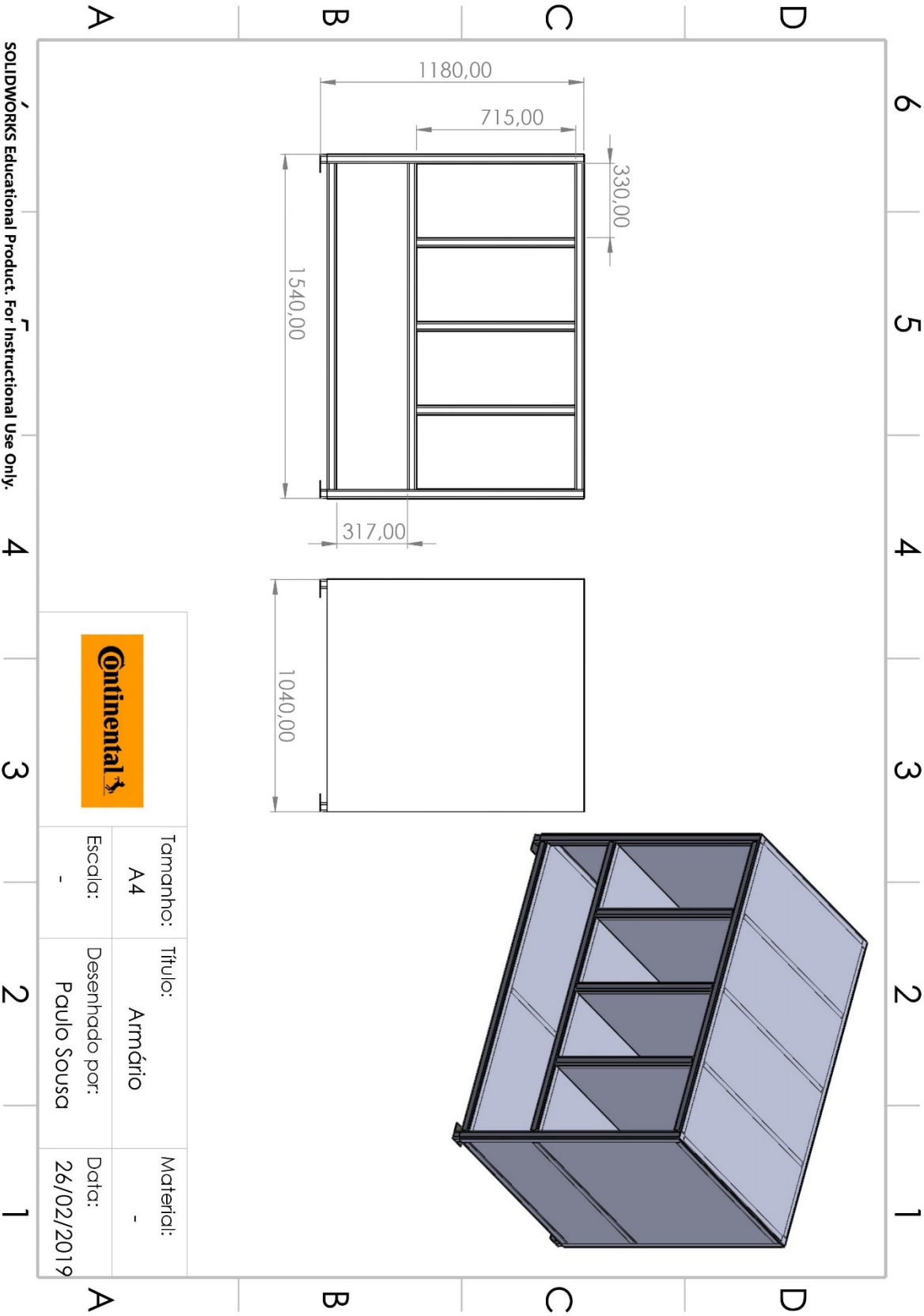
PAULO SOUSA







6.6 Anexo 6 - Desenho do armário de arrumação de mangueiras hidráulicas



6.7 Anexo 7 - Desenho da cesta para latas de spray

