

MELHORIA/SIMPLIFICAÇÃO ERGONÓMICA DE LINHAS DE MONTAGEM

Ricardo Sarmento Mota



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2014

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Ricardo Sarmento Mota, N° 1070299, 1070299@isep.ipp.pt

Orientação científica: Manuel Fernando dos Santos Silva, mss@isep.ipp.pt

Empresa: Grohe Portugal – Componentes Sanitários, LDA.

Supervisão: Celso Maia, Celso.Maia@grohe.com



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

29 de julho de 2014

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Manuel Silva, orientador académico do ISEP, quero desde já expressar o meu mais sincero agradecimento, quer pela oportunidade de estágio apresentada, quer pela orientação e auxílio prestado durante o correr do estágio e realização da dissertação de mestrado.

Ao Engenheiro Celso Maia, que supervisionou o meu estágio na Grohe, agradeço a total confiança que depositou em mim, dando-me assim a oportunidade de evoluir.

Ao Nelson Cascais, Porcina Oliveira, Catarina Costa, Jorge Leite, Paulo Henriques, Paula Loureiro agradeço todos os ensinamentos que me transmitiram e o acompanhamento prestado que tão importante se revelou para o sucesso deste projeto. Um agradecimento especial ao Richard Silva, responsável pela construção das linhas de montagem, tendo sido não só uma peça fulcral na implementação de todos os projetos elaborados como um companheiro de trabalho dedicado e disponível.

Quero agradecer a todos os colaboradores do departamento de montagem por se terem demonstrado tão recetivos e me terem disponibilizado todas as condições para que este projeto fosse levado a bom porto.

Não posso deixar de agradecer também aos meus amigos, que me acompanharam sempre ao longo do meu percurso académico e com quem partilhei não só bons momentos mas também experiências e conhecimentos.

Aos meus pais e irmão reservo um especial agradecimento por todas as oportunidades que me proporcionaram e por todo o acompanhamento prestado ao longo deste estágio.

À minha namorada, Luísa Monteiro agradeço todo o apoio e dedicação que demonstrou ao longo deste estágio.

A todos vós, muito obrigado.

Resumo

Hoje em dia, com os avanços constantes na indústria, novas áreas começam cada vez mais a ser foco de atenção por parte das organizações. Motivados pela procura de melhores condições para os seus colaboradores e por todos os benefícios que este tipo de intervenção oferece, tanto a curto, como principalmente a médio e longo prazo, a Grohe Portugal, mais especificamente o seu departamento de montagem, achou relevante potenciar a aplicação da Ergonomia nos seus postos de trabalho.

Posto isto, esta dissertação pretende apresentar o trabalho desenvolvido junto da organização que teve como objetivo projetar e executar uma linha de montagem que tivesse em consideração os seguintes aspetos:

- Ergonomia;
- Automatização ou semi-automatização de operações;
- Simplificação de aspetos operacionais;
- Sistemas de abastecimento mais robustos e de fácil uso;
- Simplificação de *setups*;
- Definição de dimensões normalizadas para futuros projetos.

As soluções encontradas tiveram como objetivo primordial satisfazer o maior número possível de colaboradores, sendo que para tal foram utilizados dados referentes à antropometria da população Portuguesa.

Para a realização e conclusão deste projeto, o trabalho foi decomposto em várias etapas, de entre as quais se destacam:

- Análise e estudo dos métodos de montagem;
- Levantamento de todos os componentes e operações que constituem o processo de fabrico das diversas famílias onde foram implementados novos projetos;

- Definição e uniformização da estrutura das novas linhas de montagem;
- Estudo e definição da disposição dos componentes na nova linha, bem como da sua forma de abastecimento;
- Projeto da linha de montagem em 3D com recurso ao *software* SolidWorks (DassaultSystemes, 2014);
- Montagem final da linha, bem como o acompanhamento da sua fase de arranque.

Durante o estágio foi ainda pensado e implementado um projeto paralelo com vista à constante manutenção e melhoria do departamento de montagem cujo objetivo, através de “*plant walks*”, é detetar de entre outras, situações de falta de identificação de componentes ou equipamentos, degradação de ferramentas, fugas ou derrames nas linhas, etc.

O balanço final do trabalho foi bastante positivo, tendo-se alcançado melhorias em alguns índices de qualidade, tempos de abastecimento e condições ergonómicas dos postos de trabalho que sofreram intervenção, tendo essas melhorias resultado numa avaliação positiva por parte dos colaboradores que integram essas mesmas linhas.

Palavras-Chave

Montagem, linhas de montagem, estudo de métodos, operadores, ergonomia e antropometria, abastecimento, *plant walks*.

Abstract

Nowadays, with the constant advancements in industry, new areas begin increasingly to be the focus of organizations. Driven by the demand for better conditions for its employees and all the benefits that this kind of intervention receives, either in the short as mostly in the medium and long term, Grohe Portugal, more specifically its Assembly department thought relevant to potentiate the application of ergonomics in its workstations.

Hence, this dissertation intends to present the work with the organization whose objective was to design and implement workstations which take into consideration the following aspects:

- Ergonomics;
- Automation or semi-automation of operations;
- Simplification of operational aspects;
- Better supply systems;
- Simplification of setups;
- Setting standards for future projects.

The solutions had as main objective to satisfy the largest number of employees, and were based on data relating to studies on the anthropometry of the Portuguese population.

For the realization and conclusion of this project, work was decomposed into several steps, among which are highlighted the following:

- Analysis and study of assembly methods;
- Survey of all components that make up the manufacturing process of several families where new projects were implemented;
- Definition and standardization of the structure of the new assembly lines;

- Study and definition of the arrangement of components in the new line, as well as its form of supply;
- Design of the assembly line in 3D using the SolidWorks software (DassaultSystemes, 2014);
- Final assembly of the line, as well as monitoring the start-up phase.

During the internship was also thought and implemented a parallel project with a view to the continuous maintenance and improvement of the Assembly department whose purpose, through “plant walks”, is detecting and correcting the needed aspects.

The overall result for this internship was positive because there were achieved improvements in quality stats, in supply cycle time and at the ergonomic aspects of the assembly lines. From this improvements came a positive evaluation from the employees.

Keywords

Assembly, assembly lines, motion studies, operators, ergonomics and anthropometry, supply, plant walks.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XV
ACRÓNIMOS	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. CALENDARIZAÇÃO	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	5
2. A GROHE PORTUGAL	7
2.1. A GROHE PORTUGAL	7
2.2. PROCESSO PRODUTIVO – FLUXO DE MATERIAL	8
2.2.1. <i>Fundição</i>	8
2.2.2. <i>Maquinagem</i>	12
2.2.3. <i>Lixamento e polimento</i>	12
2.2.4. <i>Galvânica</i>	14
2.2.5. <i>Montagem</i>	15
2.3. APROFUNDAMENTO DO ESTUDO DA MONTAGEM	17
2.3.1. <i>Constituição e layout</i>	17
2.3.2. <i>Abastecimento</i>	26
2.3.3. <i>Firewall e rejeição</i>	29
2.3.4. <i>Prémio de desempenho</i>	31
2.4. PROCESSO PRODUTIVO – DEPARTAMENTOS DE SUPORTE	31
2.4.1. <i>Recursos humanos</i>	32
2.4.2. <i>Informática</i>	32
2.4.3. <i>Compras</i>	32
2.4.4. <i>Financeira</i>	33
2.4.5. <i>Engenharia</i>	33
2.4.6. <i>Logística</i>	33
2.4.7. <i>Qualidade</i>	33
2.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	34

3.	ERGONOMIA APLICADA AO POSTO DE TRABALHO	35
3.1.	CONCEITO E OBJETIVOS DA ERGONOMIA	35
3.2.	DISCIPLINAS DA ERGONOMIA	37
3.3.	VERTENTES DA ERGONOMIA.....	39
3.4.	TIPOS DE ERGONOMIA	40
3.4.1.	<i>Ergonomia de concepção e correção.....</i>	<i>40</i>
3.4.2.	<i>Ergonomia do produto e produção.....</i>	<i>41</i>
3.4.3.	<i>Ergonomia antropométrica, informacional, dos sistemas e heurística.....</i>	<i>42</i>
3.5.	ERGONOMIA NO POSTO DE TRABALHO.....	43
3.5.1.	<i>Bancada de trabalho.....</i>	<i>47</i>
3.6.	ANTROPOMETRIA	53
3.6.1.	<i>Antropometria estática e dinâmica</i>	<i>54</i>
3.6.1.1.	<i>Antropometria estática</i>	<i>55</i>
3.6.1.2.	<i>Antropometria dinâmica.....</i>	<i>63</i>
3.7.	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	64
4.	ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS	65
4.1.	ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS.....	65
4.1.1.	<i>Estudo dos métodos</i>	<i>66</i>
4.1.2.	<i>Gráficos de atividades</i>	<i>67</i>
4.1.3.	<i>Estudo de tempos</i>	<i>71</i>
4.1.3.1.	<i>Importância dos tempos padrão</i>	<i>71</i>
4.1.3.2.	<i>Métodos de medida do trabalho</i>	<i>72</i>
4.1.3.2.1.	<i>Estudo dos tempos por cronometragem</i>	<i>73</i>
4.2.	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	75
5.	ALTERAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM.....	77
5.1.	METODOLOGIA ADOTADA	77
5.1.1.	<i>Dimensionamento padrão das linhas.....</i>	<i>80</i>
5.1.2.	<i>Estudo dos componentes.....</i>	<i>84</i>
5.1.3.	<i>Fase de projeto</i>	<i>85</i>
5.2.	PROJETO COZINHAS MINTAS	86
5.2.1.	<i>Situação inicial</i>	<i>86</i>
5.2.2.	<i>Alternativas consideradas.....</i>	<i>88</i>
5.2.3.	<i>Situação Final.....</i>	<i>89</i>
5.2.4.	<i>Validação do projeto</i>	<i>90</i>
5.2.4.1.	<i>Recolha de opiniões dos operadores</i>	<i>90</i>
5.2.4.2.	<i>Ergo check list</i>	<i>92</i>
5.2.4.3.	<i>Taxa de incompletos</i>	<i>92</i>
5.3.	PROJETO TERMOSTÁTICAS	93
5.3.1.	<i>Bancada da embalagem.....</i>	<i>93</i>
5.3.1.1.	<i>Situação inicial</i>	<i>93</i>
5.3.1.2.	<i>Alternativas consideradas.....</i>	<i>98</i>

5.3.1.3.	<i>Situação final</i>	102
5.3.1.4.	<i>Validação do projeto</i>	102
5.3.1.4.1.	<i>Recolha de opiniões dos operadores</i>	103
5.3.1.4.2.	<i>Abastecimento</i>	104
5.3.2.	<i>Primeira bancada</i>	105
5.3.2.1.	<i>Situação inicial</i>	105
5.3.2.2.	<i>Alternativas consideradas</i>	106
5.3.2.3.	<i>Situação final</i>	112
5.3.2.4.	<i>Validação do projeto</i>	113
5.3.2.4.1.	<i>Recolha de opiniões dos operadores</i>	113
5.3.2.4.2.	<i>Abastecimento</i>	114
5.4.	PROJETO COZINHAS	114
5.4.1.	<i>Situação inicial</i>	115
5.4.2.	<i>Alternativas consideradas</i>	117
5.4.3.	<i>Situação final</i>	118
5.4.4.	<i>Validação do projeto</i>	119
5.4.4.1.	<i>Recolha de opiniões dos operadores</i>	119
5.4.4.2.	<i>Taxa de incompletos</i>	120
5.5.	PROJETO BANHEIRAS E CHUVEIROS	121
5.5.1.	<i>Situação inicial</i>	121
5.5.2.	<i>Alternativas consideradas</i>	122
5.5.3.	<i>Situação final</i>	122
5.5.4.	<i>Validação do projeto</i>	123
5.5.5.	<i>Recolha de opiniões dos operadores</i>	123
5.6.	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	124
6.	CAMINHADA DA SEGURANÇA E AMBIENTE	127
6.1.	CONCEITO E OBJETIVO	127
6.2.	1ª CAMINHADA DA SEGURANÇA E AMBIENTE	128
6.3.	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	129
7.	CONCLUSÕES	131
7.1.	CONCLUSÕES DOS PROJETOS REALIZADOS	131
7.1.1.	<i>Projeto Cozinhas Mintas</i>	131
7.1.2.	<i>Projeto Termostáticas</i>	133
7.1.3.	<i>Projeto Cozinhas</i>	135
7.1.4.	<i>Projeto Banheiras e Chuveiros</i>	137
7.2.	SUGESTÕES E PROPOSTAS DE MELHORIAS FUTURAS	138
7.3.	CONCLUSÃO	138
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	141
	ANEXO A. LAYOUT DO DEPARTAMENTO DE MONTAGEM	143
	ANEXO B. CHECK LIST PARA ANÁLISE DAS OPERAÇÕES	145

ANEXO C. CHECK LIST – MICROMOVIMENTOS	149
ANEXO D. POSTO DE RECOLHA DE OPINIÕES	155
ANEXO E. PROJETO COZINHAS MINTAS – BANCADA DE EMBALAGEM	159
ANEXO F. QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DO PROJETO.....	169
ANEXO G. PROJETO TERMOSTÁTICAS – BANCADA DE EMBALAGEM	171
ANEXO H. PROJETO TERMOSTÁTICAS – BANCADA DO PRIMEIRO POSTO.....	183
ANEXO I. PROJETO COZINHAS – BANCADA DE EMBALAGEM	191
ANEXO J. PROJETO BANHEIRAS E CHUVEIROS – BANCADA DE EMBALAGEM.....	205
ANEXO K. CAMINHADA DA SEGURANÇA E AMBIENTE	213
ANEXO L. ERGO CHECK LIST	219

Índice de figuras

Figura 1	Calendarização do estágio.....	4
Figura 2	Fornos da fundição: forno de fusão (esquerda), forno de manutenção (direita).....	9
Figura 3	Fabrico dos machos: máquina de produção (esquerda), machos (direita).....	9
Figura 4	Posto baixa pressão (esquerda), posto gravidade (direita).	10
Figura 5	Posto de corte dos cachos na fundição.	10
Figura 6	Máquinas granalhadoras da fundição.	11
Figura 7	Maquinagem: carregamento da fresa.	12
Figura 8	Posto de lixamento: lixamento automático (esquerda), lixamento manual (direita). ...	13
Figura 9	Posto de inspeção visual.....	13
Figura 10	Postos de polimento: automático (esquerda), manual (direita).	14
Figura 11	Galvânica: carregamento dos corpos nas suspensões metálicas (esquerda), tanque de cromagem e niquelagem (direita).....	15
Figura 12	Linha de montagem.	15
Figura 13	Posto de informação da equipa Firewall.	17
Figura 14	Linha de montagem em U e áreas de trabalho.	20
Figura 15	Primeiro posto da linha termostática TH04.....	21
Figura 16	E-plant das linhas de montagem.....	21
Figura 17	Teste de água da linha termostática TH04.	22
Figura 18	Bancada de embalagem da linha termostática TH04.	23
Figura 19	Torneira embalada com ligação excêntrica (esquerda) e ligação excêntrica (direita)..	23
Figura 20	Palete com produto final junto à linha termostática TH04.....	24
Figura 21	Identificação da linha TH04 (esquerda), suporte da primeira peça e quadro de documentação de apoio (direita).	24
Figura 22	Sinalética utilizada no departamento de montagem.	25
Figura 23	Equipamentos de proteção individual (EPI).....	25
Figura 24	Abastecimento de corpos à linha: através de suspensões (esquerda) e em caixas Grohe (direita).....	26
Figura 25	Armazém dinâmico geral (esquerda) e lugares de palete (direita).	27
Figura 26	Armazém dinâmico com estante de <i>picking</i>	27
Figura 27	Etiquetas de identificação das posições do dinâmico.	28
Figura 28	Taxas de rejeição mensais no ano de 2013.....	30
Figura 29	Taxas de rejeição discriminadas por tipo de erro.	30
Figura 30	Organograma da empresa.	32
Figura 31	Primeira regra de Grandjean (Grandjean, 2004).	45

Figura 32	Segunda regra de Grandjean (Grandjean, 2004).	45
Figura 33	Quinta regra de Grandjean (Grandjean, 2004).	46
Figura 34	Sétima regra de Grandjean (Grandjean, 2004).	46
Figura 35	Alturas das bancadas de trabalho dependendo do tipo de trabalho (Grandjean, 2004).	48
Figura 36	Efeito da variação da fadiga visual consoante a variação do nível de iluminação. (Hopkinson e Collins, 1970).	50
Figura 37	Recomendação para iluminação num posto de trabalho. (Iida, 2005).....	53
Figura 38	Dimensões antropométricas estáticas (Wickens <i>et al.</i> , 1998).	54
Figura 39	Exemplos de dimensões antropométricas dinâmicas (Gonçalves, 2013).	55
Figura 40	Dimensões antropométricas analisadas por Pheasant (1986) (Grandjean, 2004).	56
Figura 41	Dimensões antropométricas – posição em pé (Arezes <i>et al.</i> , 2006).	58
Figura 42	Dimensões antropométricas – posição sentado (Arezes <i>et al.</i> , 2006).....	59
Figura 43	Planos tri-ortogonais para estudo da antropometria dinâmica (Iida, 2005).	63
Figura 44	Antropometria dinâmica – posição sentado (Iida, 2005).	64
Figura 45	Exemplo de gráfico homem/máquina. (IST, 2006).	68
Figura 46	Gráfico de atividades múltiplas (Silva, 2012a).	69
Figura 47	Exemplo de gráfico de duas mãos (Peixoto, 2013).	70
Figura 48	Posto de recolha de opiniões dos colaboradores.	79
Figura 49	Foto do suporte da primeira peça antes de ser alterado.	82
Figura 50	Módulo de gavetas, fita-cola e suporte da primeira peça.	82
Figura 51	Rampa de escoamento da bancada de embalagem.	83
Figura 52	Identificação das linhas de montagem: antiga (esquerda) e nova (direita).	83
Figura 53	Quadro com a documentação de apoio à linha.	84
Figura 54	Projeto da bancada de embalagem da linha termostática.	86
Figura 55	Cozinha Minta 1 antes das alterações.	87
Figura 56	Perno roscado (esquerda) e tampão de borracha (direita).	88
Figura 57	Componentes dispostos no armazém dinâmico (esquerda) e dispostos na linha (direita).	89
Figura 58	Cozinha Minta 1 depois das alterações.	90
Figura 59	Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das Cozinhas Mintas antes das alterações.	91
Figura 60	Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das Cozinhas Mintas após as alterações.	91
Figura 61	Crivos (esquerda), tampa vermelha (meio) e tampa azul (direita).	94
Figura 62	Gráfico de duas mãos para a sequência de montagem dos crivos e tampas (antes da alteração).	94
Figura 63	Tubos que albergavam os crivos, tampas e válvulas antirretorno.	95
Figura 64	Exemplos de disposição dos tubos na TH03 (esquerda) e na TH02 (direita).	96
Figura 65	Abastecimento dos tubos nas linhas Termostáticas.	96

Figura 66	Posição dos sacos plásticos na antiga bancada.....	97
Figura 67	Bancada de embalagem da linha termostática TH02 antes das alterações.	97
Figura 68	Suporte criado para a bancada de embalagem das linhas Termostáticas: projeto (esquerda) e suporte finalizado (direita).....	98
Figura 69	Gráfico de duas mãos para a sequência de montagem dos crivos e tampas (após alterações).	99
Figura 70	Posto de colocação dos crivos e tampas.	100
Figura 71	Abastecimento dos sacos plásticos (esquerda) e posição dos sacos na linha (direita).	101
Figura 72	Bancada da embalagem das linhas Termostáticas após alteração.	102
Figura 73	Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas Termostáticas antes das alterações.	103
Figura 74	Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas Termostáticas após as alterações.	104
Figura 75	Bancada inicial do primeiro posto da linha termostática TH01.	105
Figura 76	Cartucho termostático (esquerda) e colocação manual do mesmo (direita).	106
Figura 77	Manga batente (esquerda) e colocação manual da mesma (direita).	107
Figura 78	Funcionamento da primeira solução desenvolvida para colocação do cartucho e manga batente.	108
Figura 79	Solução adotada para colocar o cartucho termostático (esquerda) e respetivo modo de funcionamento (direita).	109
Figura 80	<i>Mock up</i> da primeira bancada criado a partir de cartão e fita adesiva.....	110
Figura 81	Depósitos para abastecimento dos tubos.	111
Figura 82	Novo método de abastecimento dos tubos: despejar caixa do componente no depósito (esquerda) e direcionar componente para o tubo respetivo (direita).	112
Figura 83	Bancada do primeiro posto da linha termostática TH01.	112
Figura 84	Resultados da avaliação pelos colaboradores da bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas antes das alterações.	113
Figura 85	Resultados da avaliação pelos colaboradores da bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas após as alterações.	114
Figura 86	Exemplo de torneira de cozinha alta (esquerda) e de uma cozinha baixa (direita). ...	115
Figura 87	Bancada de embalagem da linha de montagem CZ03 antes das alterações.	116
Figura 88	Bancada de embalagem da linha de montagem CZ05 antes das alterações.	116
Figura 89	Exemplo de suporte usado na bancada de embalagem das linhas de Cozinhas.	117
Figura 90	Suporte e componentes da bancada de embalagem da CZ03.....	118
Figura 91	Bancada de embalagem da linha CZ05 depois das alterações.....	118
Figura 92	Bancada de embalagem da linha CZ03 depois das alterações.....	119
Figura 93	Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas das Cozinhas antes das alterações.	120

Figura 94	Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas das Cozinhas após as alterações.	120
Figura 95	Bancada inicial de embalagem da linha das Banheiras e Chuveiros – BC01.....	122
Figura 96	Bancada final de embalagem das linhas das Banheiras e Chuveiros – BC01.	123
Figura 97	Resultados da avaliação pelos colaboradores da bancada de embalagem das linhas BC antes das alterações.	124
Figura 98	Resultados da avaliação pelos colaboradores de bancada da embalagem das linhas BC após as alterações.	124
Figura 99	Exemplos de situações identificadas na primeira caminhada da segurança e ambiente... ..	129
Figura 100	Registo fotográfico relacionado com o item 32.....	129

Índice de tabelas

Tabela 1	Níveis de iluminação recomendada dependendo do tipo de aplicação (Iida, 2005).....	51
Tabela 2	Comparação entre as normas alemãs e americanas (Grandjean, 2004).....	52
Tabela 3	Dimensões antropométricas analisadas por Pheasant (1986) (Grandjean, 2004).....	57
Tabela 4	Medidas antropométricas estudadas no estudo antropométrico da população portuguesa (Arezes <i>et al.</i> , 2006).....	58
Tabela 5	Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Feminina (Arezes <i>et al.</i> , 2006).....	61
Tabela 6	Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Feminina (continuação) (Arezes <i>et al.</i> , 2006).....	61
Tabela 7	Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Masculina (Arezes <i>et al.</i> , 2006).....	62
Tabela 8	Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Masculina (continuação) (Arezes <i>et al.</i> , 2006).....	62
Tabela 9	Caixas utilizadas no acondicionamento de componentes e respetivas dimensões.....	85
Tabela 10	Resultados referentes à taxa de incompletos antes e depois das alterações.....	93
Tabela 11	Capacidade dos componentes nas CCP.....	100
Tabela 12	Resultados referentes à taxa de incompletos antes e depois das alterações – posto de montagem CZ03.....	121
Tabela 13	Opiniões dos operadores relativamente à antiga bancada de embalagem das Cozinhas Mintas.....	132
Tabela 14	Opiniões dos operadores relativamente à nova bancada de embalagem das Cozinhas Mintas.....	133
Tabela 15	Opiniões dos operadores relativamente à antiga bancada de embalagem das Termostáticas.....	134
Tabela 16	Opiniões dos operadores relativamente à nova bancada de embalagem das Termostáticas.....	134
Tabela 17	Opiniões dos colaboradores relativamente à antiga bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas.....	135
Tabela 18	Opiniões dos colaboradores relativamente à nova bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas.....	135
Tabela 19	Opiniões dos colaboradores relativamente às antigas bancadas de embalagem das Cozinhas.....	136
Tabela 20	Opiniões dos colaboradores relativamente às novas bancadas de embalagem das Cozinhas.....	136

Tabela 21	Opinião dos colaboradores relativamente à antiga bancada de embalagem das Banheiras e Chuveiros.....	137
Tabela 22	Opinião dos colaboradores relativamente à nova bancada de embalagem das Banheiras e Chuveiros.....	137

Acrónimos

- BC – Banheiras e Chuveiros
- BOM – *Bill of Materials*
- BP – Baixa Pressão
- BR – *Blue and Red*
- CCP – Caixa de Cartão Pequena
- CGG – Caixa Grohe Grande
- CGP – Caixa Grohe Pequena
- CI – Centro de informação
- CL – Clássicas
- CM – Cozinhas Minta
- CTHX – Cartuchos Termostáticos
- CZ – Cozinhas
- DEE – Departamento de Engenharia Eletrotécnica
- DIN – *Deutsches Institut für Normung*
- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- IEA – *International Ergonomics Association*
- IES – *Illuminating Engineering Society*
- ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

- LB – Lavatórios e Bidés
- LS – Laser
- PM – Pré-Montagens
- TH – Termostáticas
- VE – Válvulas embutidas

1. INTRODUÇÃO

Este documento pretende descrever o trabalho desenvolvido na Grohe Portugal, no âmbito da unidade curricular da Tese/Dissertação. Na sequência dos bons resultados alcançados anteriormente na parceria desta empresa com o Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE), do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), adveio esta nova oportunidade de estágio na área de Sistemas e Planeamento Industrial. A principal área de incidência do estágio foi a apresentação de soluções de otimização e simplificação ergonómica das linhas de montagem da fábrica.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O grupo alemão Grohe AG, fundado por Friedrich Grohe em 1936, atua no ramo da produção de componentes sanitários, mais especificamente torneiras e chuveiros, e é atual líder mundial no seu ramo de negócios. A sua estrutura empresarial, sediada na Alemanha, conta atualmente com seis fábricas. Apesar da sua maioria estar situada em solo Europeu (três na Alemanha e uma em Portugal) também conta com uma fábrica no Canadá e outra na Tailândia.

A fábrica portuguesa, situada em Albergaria-a-Velha, foi fundada em 1998 e representa uma parte fundamental na produção total do grupo, uma vez que apresenta capacidade para produzir não só produtos comuns a outras unidades do grupo, como é responsável por produtos exclusivamente fabricados nesta unidade, como é o caso de algumas torneiras Termostáticas e da linha de torneiras de Cozinhas Mintas.

Apesar de operar constantemente com prazos apertados e objetivos de produção bastante ambiciosos, a fábrica apresenta condições de trabalho bastante satisfatórias. Contudo, a constante procura da melhoria dessas mesmas condições levou a Grohe Portugal a propor ao ISEP este projeto que visa a alteração/substituição das atuais linhas de produção por outras com melhores condições ergonómicas.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste estágio, como já foi referido, foi melhorar as condições ergonómicas nas linhas de montagem das torneiras. Contudo, existem algumas condicionantes impostas que tiveram de ser equacionadas no momento de projetar essas mesmas linhas:

- As novas linhas deveriam estar preparadas para produzir todos os produtos da família de produtos em que estão inseridas, ou seja, a linha Termostática TH01 tem que estar preparada para produzir os mesmos produtos que as restantes quatro, o que não ocorre atualmente, pois dentro da mesma família há produtos que só podem ser produzidos numa determinada linha. Pode-se entender este requisito como uma necessidade de normalizar as linhas dentro da mesma família;
- Têm, sempre que possível, que estar preparadas para que o seu abastecimento seja o mais simples possível, pretendendo-se desta forma que os componentes sejam colocados na linha no mesmo contentor em que se encontram disponíveis no dinâmico, salvo exceções em que realmente se justifique;
- A autonomia da linha não deve ser inferior a uma hora, isto é, em condições normais de funcionamento, a linha deverá poder produzir durante uma hora sem necessidade de intervenção do abastecedor;
- Deverá ser analisada e revista a disposição dos componentes na linha com o objetivo de mitigar um outro problema que se verifica atualmente: uma taxa significativa de rejeição por falta de componentes na embalagem do produto acabado.

1.3. CALENDARIZAÇÃO

Durante o estágio foi elaborada uma estratégia de atuação englobando as diferentes famílias de linhas e qual a ordem de alteração, dependendo da prioridade imposta pelo departamento de montagem. Cada projeto diferente foi dividido numa série de tarefas comuns a praticamente todos os projetos, como é o caso da observação do método produtivo, estudo dos componentes presentes na linha, idealização e realização do projeto em SolidWorks (DassaultSystemes, 2014), realização de documentação de apoio à linha, montagem da mesma e, por fim, acompanhamento e correções da nova bancada.

A figura seguinte (Figura 1) representa o cronograma relativo à forma como foi adjudicado o tempo de estágio.

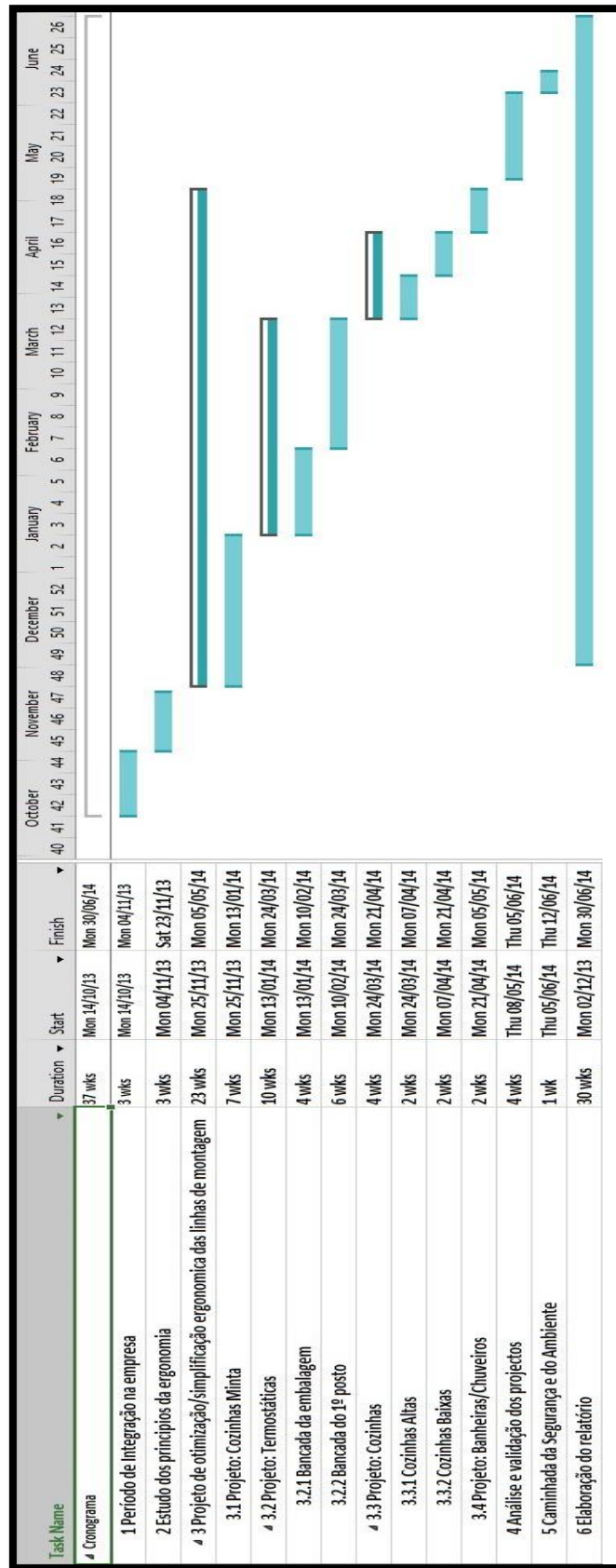


Figura 1 Calendarização do estágio.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Nesta secção apresenta-se a estrutura desta dissertação, que é constituída pelos seguintes sete capítulos:

O Capítulo 1 é destinado à introdução da dissertação, pretendendo assim enquadrar o leitor no âmbito do estágio e dos projetos e ações desenvolvidas na Grohe Portugal.

No capítulo seguinte, 2, é apresentada a Grohe Portugal, bem como a sua estrutura, departamentos, políticas e modos de funcionamento.

No terceiro capítulo, são apresentados aspetos teóricos relativos à Ergonomia. Este capítulo pretende fundamentar as escolhas e decisões tomadas ao longo da realização do estágio.

O quarto capítulo aborda o estudo de tempos e métodos. Algumas destas ferramentas revelaram-se importantes para fazer o levantamento e acompanhamento inicial das linhas e identificar situações que deveriam ser corrigidas.

O quinto capítulo é reservado à descrição dos vários projetos de alteração das linhas de produção que foram desenvolvidos no âmbito do estágio.

Foi incluído um sexto capítulo neste relatório onde se apresenta um projeto desenvolvido em paralelo com o cerne deste trabalho e que foi proposto ao departamento com intuito de melhorar a organização do mesmo.

Por último, o sétimo capítulo destina-se às considerações e conclusões finais do trabalho, bem como à apresentação de propostas de possíveis melhorias futuras.

2. A GROHE PORTUGAL

Pretende-se neste capítulo fazer uma breve apresentação ao grupo Grohe e, de uma forma mais detalhada, à Grohe Portugal. Numa fase inicial do estágio revelou-se importantíssimo despende algum tempo a observar toda a estrutura e processo de fabrico da empresa, pois só assim é possível compreender que tipo de soluções se poderão adequar a essa mesma estrutura.

2.1. A GROHE PORTUGAL

Situada em Albergaria-a-Velha, a fábrica da Grohe Portugal é uma das seis fábricas que constituem atualmente o grupo. Inaugurada a 28 de Maio de 1998, e iniciando o seu funcionamento em 2000, a fábrica possuía capacidade de produção de cerca de 1 milhão de produtos acabados, capacidade essa que aumentou significativamente em 2004, altura em que a fábrica sofreu uma enorme expansão, expansão essa que elevou a capacidade de produção para mais de 5 milhões de produtos anuais, o que representa cerca de 25% da produção atual total da marca.

O fluxo de fabrico é repartido por cinco grandes departamentos, que no conjunto das suas operações permitem a obtenção do produto final, podendo assim afirmar-se que todos os produtos produzidos na Grohe Portugal (à exceção dos cartuchos termostáticos e das válvulas embutidas) passam por esses cinco departamentos, a saber: (i) fundição, (ii)

maquinagem, (iii) lixamento e polimento, (iv) galvanica e (v) montagem que, na sua maioria, trabalham entre 5 e 6 dias por semana, 24 horas por dia, repartidas em 3 ou 4 turnos.

2.2. PROCESSO PRODUTIVO – FLUXO DE MATERIAL

Nesta subsecção apresentam-se os cinco departamentos acima referidos, departamentos esses que estão diretamente envolvidos na obtenção do produto final. Como foi referido anteriormente, o produto flui através dos departamentos até que, após deixar a montagem, é carregado na galera de um camião que logo que cheio parte para o centro logístico localizado em Hemer, na Alemanha, evitando assim o armazenamento de produto acabado na fábrica.

2.2.1. FUNDIÇÃO

Este é o departamento onde se inicia todo o processo e engloba uma secção vulgarmente chamada “macharia”. O processo inicia-se com a fusão de vários metais e a obtenção da liga, liga esta que depois de moldada virá a ser o corpo da torneira.

Para a obtenção da liga, a fundição está equipada com dois fornos de fusão (Figura 2 (esquerda)), estando estes a trabalhar intercalados para que quando num está a começar a ser feita nova liga, o outro está cheio e pronto para fornecer. Existem também fornos de manutenção incorporados em cada máquina (Figura 2 (direita)), para que estas mantenham a liga sempre à temperatura necessária para que possa ser vazada para as coquilhas (moldes). Estes fornos estão equipados com balanças, e transmitem em tempo real informação relativa à quantidade de material que dispõem, informação essa que pode ser observada no posto de controlo da fundição e junto dos fornos centrais, conseguindo-se assim evitar paragens por falta de liga nas máquinas.



Figura 2 Fornos da fundição: forno de fusão (esquerda), forno de manutenção (direita).

Paralelamente a esta operação, na “macharia” (Figura 3 (esquerda)) são feitos os moldes interiores da peça (denominados por machos) (Figura 3 (direita)), através de uma mistura de sílicas, areia e resina. Estes moldes interiores irão ocupar um espaço no interior da coquilha, não permitindo assim que o material vazado ocupe esse mesmo espaço

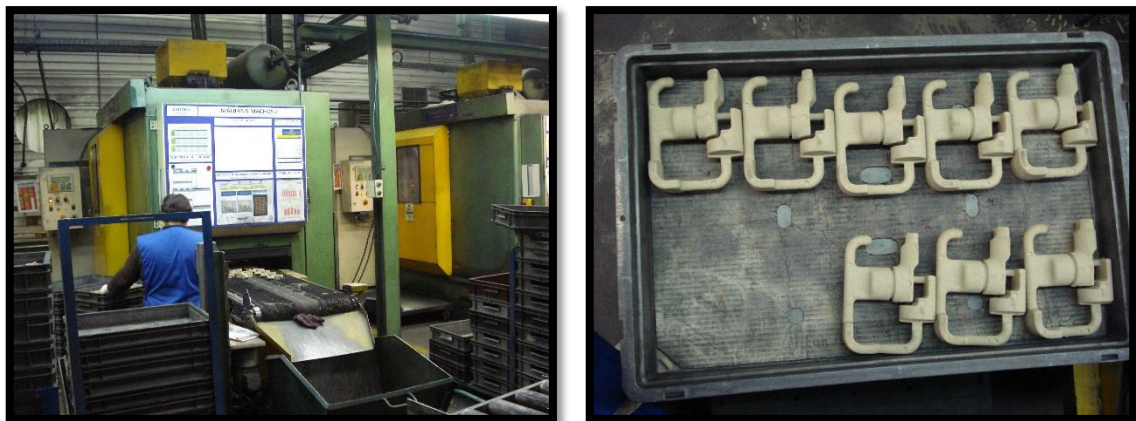


Figura 3 Fabrico dos machos: máquina de produção (esquerda), machos (direita).

Existem atualmente seis máquinas de vazamento automático, denominadas por Baixa Pressão (BP1 até BP6) semelhantes às apresentadas na Figura 4 (esquerda) e duas máquinas de vazamento gravítico (Figura 4 (direita)). Nestas últimas o vazamento é feito manualmente e de cima para baixo por ação da gravidade, o que requer um certo domínio da técnica por parte do operador, ao contrário das BP em que o vazamento é feito de forma automática e a liga é injetada de baixo para cima.



Figura 4 Posto baixa pressão (esquerda), posto gravidade (direita).

Findo este processo, obtém-se um cacho, geralmente composto por dois corpos de torneiras. Este cacho será transportado até ao posto seguinte, onde é serrado o material em excesso obtendo-se apenas os corpos das torneiras. A Figura 5 apresenta um dos postos de corte dispostos pelo departamento da fundição.



Figura 5 Posto de corte dos cachos na fundição.

Estando os corpos separados, são inseridos numa máquina de grandes dimensões, designada por granalhadora (Figura 6), cujo funcionamento é muito semelhante ao de uma máquina de lavar roupa doméstica. Esta máquina faz girar o tambor, repleto de corpos que ao chocarem entre si vão libertar a areia excedente que ficou depositada no interior do corpo (proveniente dos machos).



Figura 6 Máquinas granalhadoras da fundição.

Ao longo de todo este processo, e como seria de esperar, vão sendo executados testes de qualidade do produto. Numa primeira fase, ainda no forno de fundição, são recolhidas três amostras que são vertidas para um molde específico através do qual se obtém uma espécie de três copinhos em metal. Esses três copos são sujeitos a três testes diferentes:

- No primeiro são recolhidas pequenas amostras de material e é realizada uma espectroscopia onde é verificado, através da análise do espectro do material, se a composição química da liga respeita os parâmetros estipulados para aquele tipo de liga;
- No segundo teste a superfície da amostra é polida para verificar se a liga se encontra uniforme. Durante este teste são procuradas imperfeições na superfície do material (designadas vulgarmente por cometas) que, ao surgirem, indicam que a liga não se encontra em condições de avançar para a próxima fase, prevenindo assim o despiste tardio deste tipo de problemas que costumavam ser detetados apenas no lixamento e polimento;
- No terceiro e último teste é analisada a forma como a liga flui no molde e cria o copo. Através deste teste conseguem-se retirar informações sobre as ligações químicas da liga, que se traduzem em informações sobre, por exemplo, o ponto de rutura da peça e a resistência do material.

Numa fase posterior, e já depois de moldados os corpos, são escolhidas amostras que são sujeitas ao processo de lixamento e polimento ainda na fundição, para que sejam novamente despistados problemas que possam vir a surgir com a superfície do material.

Caso se verifique que o material não está em conformidade esse lote de corpos será rejeitado e voltará a servir de alimentação ao início do processo, ou seja, ao forno de fundição.

2.2.2. MAQUINAGEM

Neste departamento são realizadas todas as operações de maquinagem da peça, entre elas o corte e remoção de excesso de material, e as furações e roscas, para que assim a peça fique pronta para, após todo o tratamento de superfície, receber os restantes componentes. Neste departamento o trabalho é todo automatizado, sendo que apenas cabe aos operadores de cada máquina fazer o carregamento e descarregamento da mesma (Figura 7).



Figura 7 Maquinagem: carregamento da fresa.

Em relação à qualidade, e uma vez que a interferência da mão humana no processo é praticamente inexistente, apenas são realizados testes de estanquicidade nos produtos mais complexos que costumam apresentar uma percentagem de peças para a sucata que justifica esse mesmo controle.

2.2.3. LIXAMENTO E POLIMENTO

Neste departamento, em conjunto com a galvânica, é onde se realiza o tratamento de superfície da peça, sendo por isso um trabalho muito importante e muito meticuloso, pois não são tolerados defeitos de superfície.

Numa primeira fase a peça é lixada com recurso a robôs que, de forma automática, conseguem tratar a maior parte da superfície da peça (Figura 8 (esquerda)). Contudo, existem áreas da peça que o robô não consegue alcançar, pelo que o próximo passo é um

lixamento manual, realizado por operadores com bastante experiência (Figura 8 (direita)). Este processo tem como objetivo, além de tratar as áreas inaccessíveis para o robô, recuperar alguma zona que por algum motivo (como por exemplo, desgaste das ferramentas) não tenha ficado bem tratada.

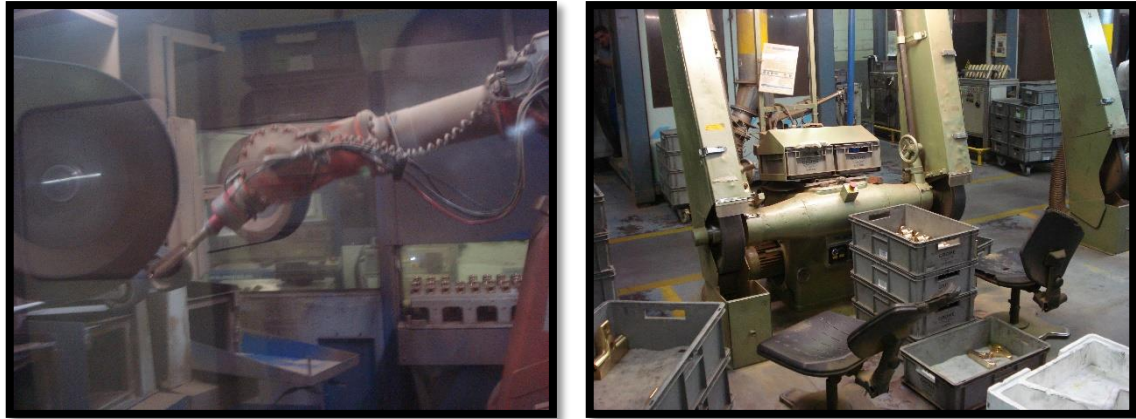


Figura 8 Posto de lixamento: lixamento automático (esquerda), lixamento manual (direita).

Terminado o lixamento todas as peças são sujeitas a uma inspeção visual realizada num dos postos criados para o efeito, como o da Figura 9. Estes postos estão espalhados pelo departamento, e aqui as peças são sujeitas a uma inspeção visual, onde os operadores analisam cuidadosamente a superfície da torneira e decidem se esta pode avançar para a fase seguinte. Em caso de defeito, estes são assinalados e a peça volta ao posto do lixamento manual.

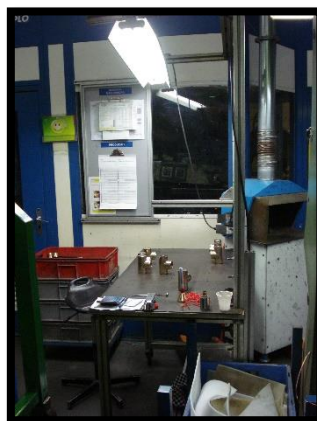


Figura 9 Posto de inspeção visual.

Por último, todas as peças são polidas, mais uma vez alternando entre os processos automáticos (Figura 10 (esquerda)) e a experiência manual dos operadores (Figura 10 (direita)), seguindo-se novamente um posto de inspeção visual onde é verificada se a

superfície da peça, agora polida, se encontra sem qualquer tipo de imperfeição. Sendo aprovadas, as peças passam por um processo de lavagem e desengorduramento a fim de perderem todas as limalhas e restos de massa de polir que poderiam vir a contaminar o tanque de cromagem no departamento seguinte.



Figura 10 Postos de polimento: automático (esquerda), manual (direita).

2.2.4. GALVÂNICA

É na galvanica que o processo de fabrico do corpo da torneira termina, ocorrendo aqui a última fase do tratamento da superfície do mesmo. Aqui, as peças são colocadas em suspensões metálicas (Figura 11 (esquerda)) percorrendo depois as diferentes fases do processo de eletrodeposição das peças, entre elas a sua limpeza, niquelagem (banho de níquel) e cromagem (banho de crómio) (Figura 11 (direita)). Todo o processo é monitorizado através de uma consola central que indica quantas suspensões estão a ser processadas e em que fase do processo estas se encontram. Finalizado todo o processo, é realizada uma nova inspeção visual, apenas aos modelos cujo histórico de peças rejeitadas justifique. Após inspeccionadas, as peças aprovadas podem seguir o seu percurso para o departamento de montagem; por outro lado, as peças que não cumprirem todos os requisitos de qualidade terão de ser sujeitas aos processos de descromagem/desniquelagem para assim poderem ser recuperadas no polimento.



Figura 11 Galvânica: carregamento dos corpos nas suspensões metálicas (esquerda), tanque de cromagem e niquelagem (direita).

2.2.5. MONTAGEM

Recebidos os corpos, o departamento da montagem é responsável pelas operações restantes, de forma a deixar o produto devidamente montado, embalado e colocado na palete pronto para ser expedido. Quando rececionados na linha (Figura 12), os corpos passam por quatro fases distintas. Antes de se iniciar a primeira fase o corpo é inspecionado, sendo que caso o corpo já tenha sido inspecionado na galvânica, a inspeção é breve; por outro lado, caso não tenha sido inspecionado na galvânica, ou caso seja um corpo comprado fora (visto que a fábrica não possui capacidade de produzir corpos suficientes para a procura e necessidade que lhe é exigida), a inspeção é bem mais rigorosa. Validado o corpo, pode finalmente ter início a primeira fase da montagem, onde são colocados a grande maioria dos componentes constituintes da torneira e onde ocorrem também a maior parte das operações de manuseamento da mesma.



Figura 12 Linha de montagem.

Na segunda etapa os produtos são submetidos a um ou a dois testes diferentes (ar e água) onde é verificado se a torneira não apresenta fugas quando submetida a um teste de pressão, e nos casos em que o produto dispõe de um elemento termostático de regulação de temperatura, é testado o correto funcionamento do mesmo. Caso a peça não se encontre na conformidade, e o defeito seja de algum componente, esse componente é substituído de imediato e a torneira volta a ser testada. Por outro lado, caso seja o corpo que não cumpre os requisitos especificados, volta para a galvânica onde é descromado/desniquelado para que depois possa ser sucitado. Se a peça passar no teste é colocada no terceiro posto, onde são colocados os componentes finais (manípulos e alavancas, por exemplo) e é efetuada uma última limpeza e inspeção visual. Se a peça for aprovada segue para a última etapa do processo que consiste na embalagem da mesma e colocação do produto final na palete.

Estando a paleta finalizada e pronta para ser expedida, ainda é sujeita a um último controlo de qualidade por parte de uma equipa denominada Firewall (Figura 13). Esta equipa atua basicamente como representação do cliente final, na medida em que escolhem três produtos terminados de uma paleta completa e estes são sujeitos a uma inspeção completa onde são verificados se foram usados os componentes corretos, defeitos no corpo, correto acondicionamento na caixa, entre outros. No decorrer desta inspeção pode-se estar perante os seguintes cenários:

- Três peças conformes (OK): a paleta é validada, pode ser fechada, etiquetada e colocada no camião;
- Pelo menos uma peça não conforme (NOK): são verificadas mais dez peças. Caso o número de NOK no final da inspeção seja inferior a quatro, essas peças são corrigidas e a paleta é validada. Caso seja igual ou superior a quatro, a paleta é rejeitada e terá de ser verificada na sua totalidade. Neste último caso a paleta poderá ser recuperada, caso o motivo seja o esquecimento ou troca de algum componente, ou, no extremo, sucitada (após retirar todos os componentes que se possam aproveitar, os corpos voltam a servir de matéria-prima na fundição).

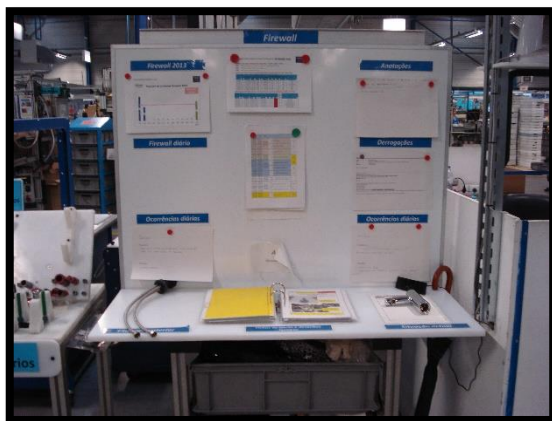


Figura 13 Posto de informação da equipa Firewall.

2.3. APROFUNDAMENTO DO ESTUDO DA MONTAGEM

Uma vez que todo o trabalho desenvolvido teve como principal foco o departamento de montagem, pretende-se nesta secção fazer uma análise e exposição mais detalhada sobre a organização e o modo de funcionamento deste departamento.

2.3.1. CONSTITUIÇÃO E LAYOUT

No departamento de montagem as linhas de montagem encontram-se organizadas por famílias, onde são agrupados os produtos de acordo com a sua aplicação final, agrupando assim os produtos com características e componentes comuns ao processo de montagem. Atualmente é possível identificar onze grupos distintos de famílias de linhas, em que o número de linhas associadas à montagem de cada família varia consoante a necessidade de produção desse tipo de produtos. Para tornar mais fácil a identificação das linhas, ferramentas e outros componentes pertencentes a essas mesmas linhas, a cada família foi atribuída uma cor que é usada para a identificar e tudo o que possa estar relacionado com ela.

Para melhor se perceber que tipo de produtos é produzido em cada linha, segue-se uma breve descrição sobre cada família:

- **CL (Clássicas)** – Nesta família de torneiras, apesar de se terem linhas com variados nomes, todas têm em comum a produção de torneiras com um estilo mais retro, geralmente com dois manípulos. Podem-se encontrar nesta família torneiras com as mais diversas aplicações. Esta família é composta por um total de 8 linhas;

- **BC (Banheiras e Chuveiros)** – Torneiras comuns de banheira e chuveiro com sistema monocomando, ou seja, uma alavanca que controla o caudal e a mistura entre a água quente e fria. Esta família é composta por um total de 4 linhas;
- **CZ (Cozinhas)** – Vários modelos de torneiras de cozinhas altas e baixas consoante o modelo da bica e podem ou não ter a variante de chuveirinho e ligação para máquina de lavar loiça. Esta família é composta por um total de 5 linhas;
- **CM (Cozinhas Mintas)** – Torneiras de cozinha que, para além de terem um *design* moderno, podem apresentar tecnologia mais evoluída, como é o caso das Mintas Touch. Esta família é composta por um total de 2 linhas;
- **LB (Lavatórios e Bidés)** – Torneiras monocomando para casa de banho com aplicação para lavatórios e bidés. Esta família é composta por um total de 5 linhas;
- **TH (Termostáticas)** – Torneiras de banheira ou chuveiro com inclusão de elemento termostático que permite um ajuste preciso da temperatura da água. Esta família é composta por um total de 5 linhas;
- **BR (Blue and Red)** – Torneiras de cozinha topo de gama com controlo de manípulo e monocomando. Estas torneiras permitem obter diretamente água a 100°C e, por outro lado, também é possível obter água gaseificada. Esta família é composta por um total de 2 linhas;
- **PM (Pré-Montagens)** – Responsável por diversas pré-montagens que irão integrar os mais diversos produtos, mas que ao serem feitas à parte permitem uma redução significativa do tempo de montagem na linha. São exemplos destas pré-montagens componentes que necessitam de inserção de anéis de borracha (exemplo de pré-montagem da PM01), caixas com bicas para as diversas torneiras de cozinha (em que, dada a dimensão da bica, a torneira leva a bica à parte dentro da embalagem), inversores para as diversas torneiras de banheira (peça que permite a comutação entre a utilização do chuveiro ou a saída de água da torneira) e tirantes (peça metálica normalmente disposta na parte posterior da torneira que permite o controlo do estado do sifão de escoamento). Esta família é composta por um total de 5 linhas;

- **CTHx (Cartuchos Termostáticos)** – Linhas onde são montados os cartuchos termostáticos. Além de satisfazer as necessidades da fábrica de Albergaria, uma grande parte da produção segue para outras fábricas do grupo e diretamente para o cliente final (peças de substituição). Esta família é composta por um total de 3 linhas;
- **LS (Laser)** – Linhas de gravação a *laser*, responsáveis por gravar indicações nos corpos das torneiras. Esta família é composta por um total de 3 linhas;
- **VE (Válvulas Embutidas)** – Válvulas simples de corte de água que poderão ser aplicadas nas cozinhas, lavandarias ou casas de banho. Esta família é composta por um total de 2 linhas.

Além de todas as linhas, podem-se ainda identificar neste departamento outras infraestruturas necessárias ao seu correto funcionamento, como é o caso dos seis armazéns dinâmicos (identificados por CL, Geral, CZ, CTHx, BR e PM) que servem para o abastecimento de componentes necessários ao funcionamento das linhas, um “supermercado” onde estão dispostos os diversos tipos de componentes que irão integrar as pré-montagens, uma zona de trabalho onde os afinadores preparam e reparam as ferramentas utilizadas nas linhas e três centros de informação (CI) que estão responsáveis por imprimir e fornecer às linhas as ordens de produção, etiquetas e carimbos. É também nos CI que os *Team Leaders*, responsáveis por gerir um grupo de trabalhadores, recolhem todas as informações necessárias para que possam alocar os seus recursos às linhas necessárias para cumprir o planeamento semanal.

Para que seja mais fácil entender a disposição do departamento de montagem, no Anexo A é apresentado o *layout* do departamento.

Como é possível verificar pela Figura 14, verifica-se que a grande maioria das linhas de montagem tem a forma de U (as linhas das válvulas embutidas e das pré montagens apresentam apenas uma bancada). Esta forma foi adotada com o objetivo de compactar as linhas, reduzindo assim a sua extensão total, o que proporciona também uma maior aproximação por parte dos operadores, permitindo que em situações excecionais consigam facilmente executar tarefas de postos anteriores ou posteriores. Normalmente, as linhas são operadas por dois ou três trabalhadores (dependendo da família de linhas), podendo este número, por vezes, ser reforçado em situações de urgência na expedição do produto.

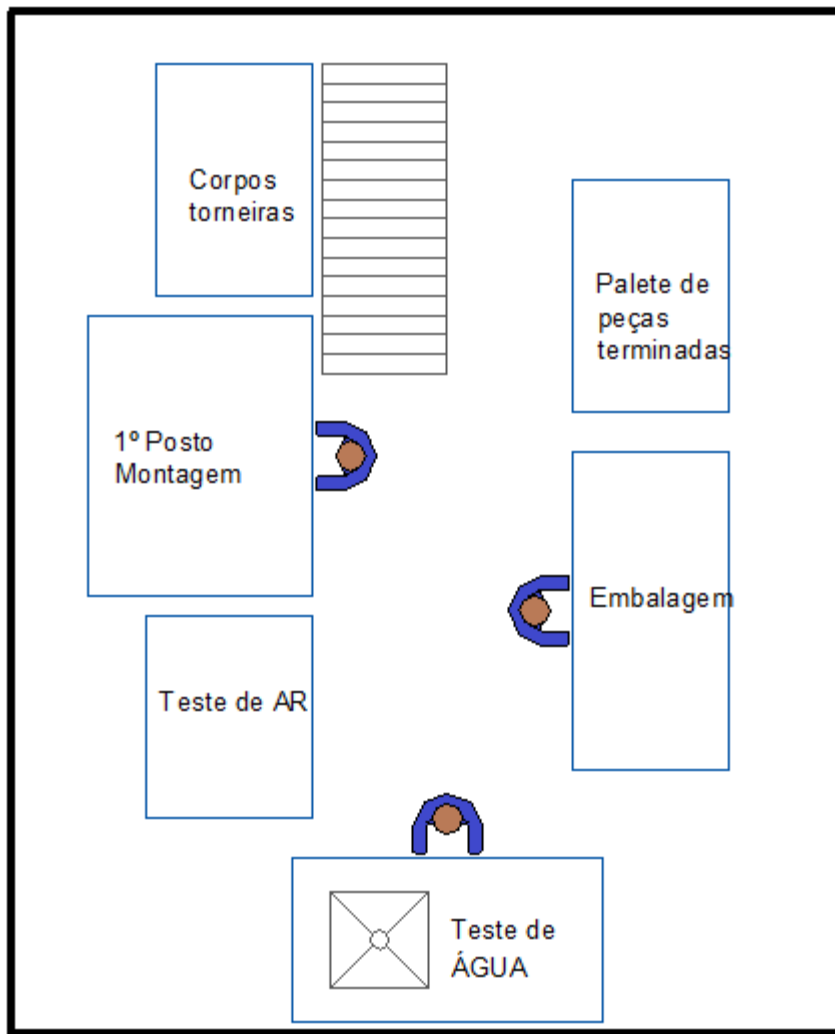


Figura 14 Linha de montagem em U e áreas de trabalho.

Na primeira parte da linha, identificada na Figura 14 por “1º posto – montagem” é onde ocorre a maior parte do trabalho de montagem da torneira. Este posto caracteriza-se por apresentar normalmente um grande número de máquinas aparafusadoras que auxiliam o operador na montagem dos vários componentes no corpo da torneira. A Figura 15 apresenta um exemplo de uma das bancadas do primeiro posto, neste caso referente a uma linha da família das Termostáticas, a TH04.

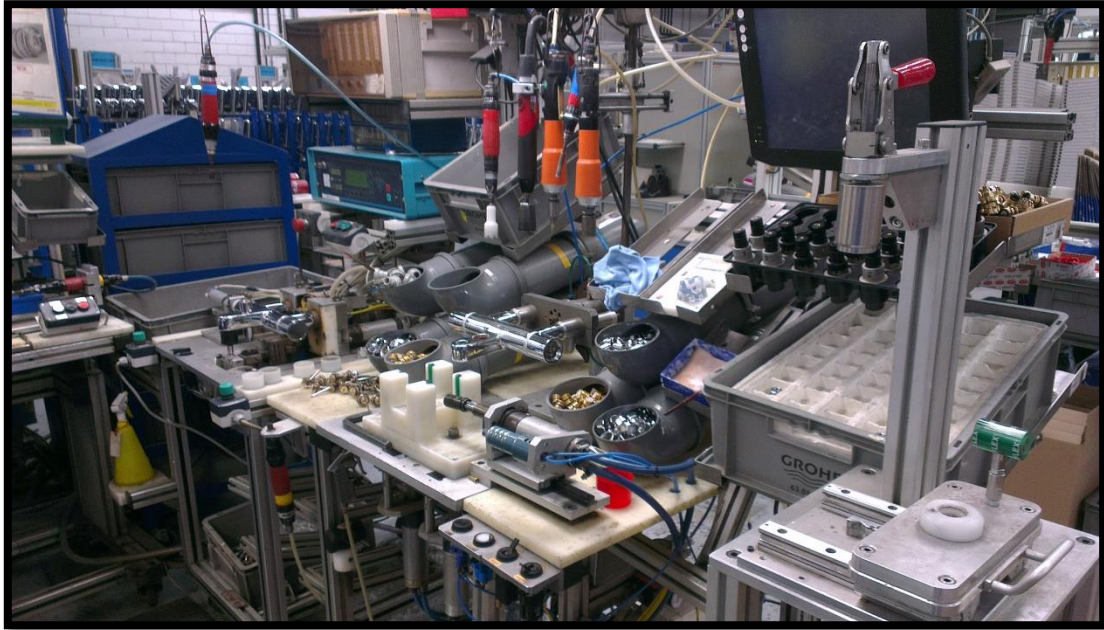


Figura 15 Primeiro posto da linha termostática TH04.

Como se pode reparar na Figura 15, o abastecimento da maior parte dos componentes é realizado com recurso a tubos que podem ser abastecidos pela parte posterior da linha e conduzem os componentes até junto do operador. Os componentes de maiores dimensões ou suscetíveis a riscos e danos nos tubos são deixados nas caixas Grohe. É também no primeiro posto que se situa o e-plant (Figura 16). É no e-plant que os operadores registam o número de peças que fazem, verificam as ordens e quantidades a produzir, registam defeitos e consultam listas de componentes e instruções de montagem.



Figura 16 E-plant das linhas de montagem.

Terminada a primeira fase de montagem, as toneiras são submetidas a um teste de ar. Este teste é controlado por um autômato e tem como função verificar a estanquicidade dos corpos. No caso de se tratar de torneiras Termostáticas, após o teste de ar, são submetidas a um novo teste, desta vez de água. Com este teste é verificado se o elemento termostático funciona corretamente, ou seja, se está a garantir que o ajuste da temperatura da água à saída da torneira corresponde ao pretendido conforme a posição do manípulo. A Figura 17 apresenta o posto de teste de água da linha TH04.

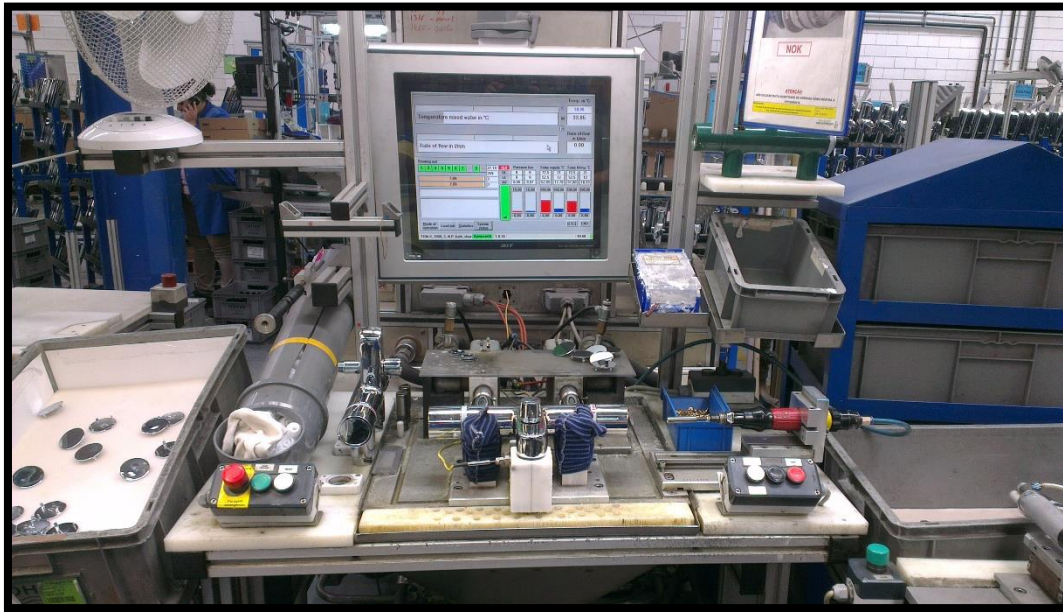


Figura 17 Teste de água da linha termostática TH04.

Numa última fase, e já na bancada de embalagem (Figura 18), a torneira é colocada num suporte onde (dependendo das famílias e dos produtos) pode ocorrer ou não a montagem dos últimos componentes, é limpa e inspecionada uma última vez, colocada num saco plástico e embalada. Juntamente com a torneira, são colocados na embalagem uma série de outros componentes que variam conforme o produto e família do produto em questão.



Figura 18 Bancada de embalagem da linha termostática TH04.

São exemplo desses componentes, mangueiras para chuveiros, chuveiros, conjuntos de anilhas, ligações e apliques para fixação da torneira, entre outros. A Figura 19 (esquerda) apresenta um produto de uma linha termostática embalado juntamente com um outro componente denominado por ligação excêntrica (Figura 19 (direita)), ligação essa que permite a montagem da torneira na parede.

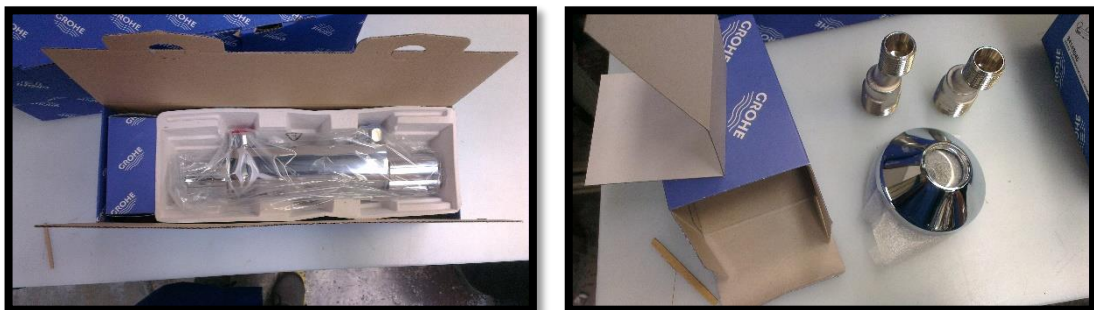


Figura 19 Torneira embalada com ligação excêntrica (esquerda) e ligação excêntrica (direita).

Depois de fechada a embalagem é colocada diretamente na palete (Figura 20), que após completa e verificada pela Firewall é colocada num tapete rolante que a transporta até ao posto onde é protegida com plástico (filmada) e segue para o armazém, onde é carregada diretamente para a galera de um camião para ser expedida.



Figura 20 Palete com produto final junto à linha termostática TH04.

Nesta última bancada de embalagem encontram-se também afixados a identificação da linha (Figura 21 (esquerda)), o suporte da primeira peça e um quadro que alberga a documentação de apoio à linha (Figura 21 (direita)).



Figura 21 Identificação da linha TH04 (esquerda), suporte da primeira peça e quadro de documentação de apoio (direita).

Com o objetivo de facilitar a identificação do estado atual das linhas, é usada uma sinalética visual (Figura 22). Através dos vários sinais adotados é possível identificar se a linha está em produção, parada, em mudança de produção, em pausa para almoço, entre outros.

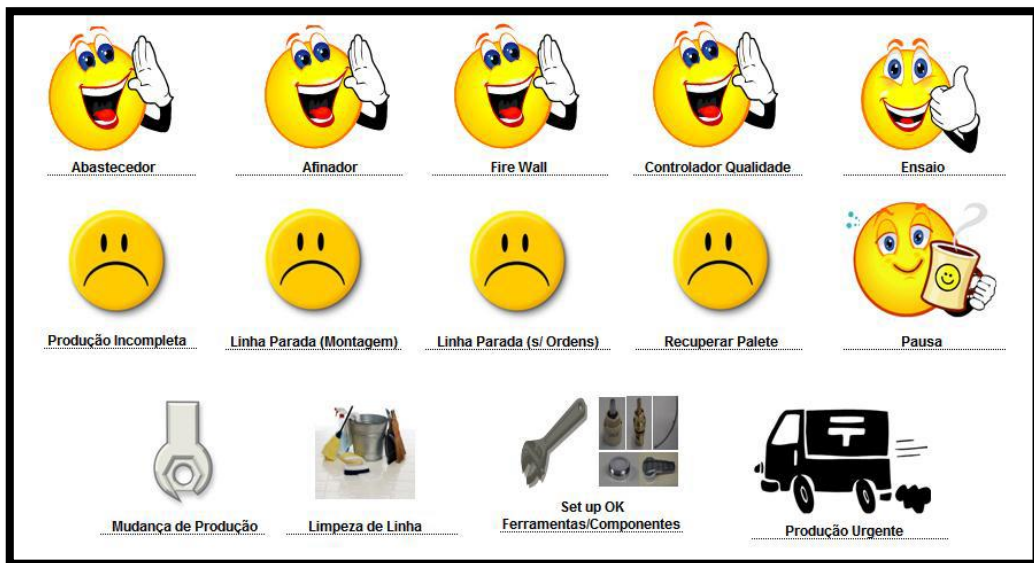


Figura 22 Sinalética utilizada no departamento de montagem.

Por questões de segurança, existem regras acerca dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) que devem ser usados na fábrica (Figura 23). No caso do departamento de montagem, o *kit* é composto por luvas, calçado de segurança e uma bata. Noutros departamentos pode ainda ser necessário o uso de protetores de ouvidos e óculos de proteção.



Figura 23 Equipamentos de proteção individual (EPI).

2.3.2. ABASTECIMENTO

Em virtude do elevado número de linhas de montagem, e da elevada taxa de produção requerida, o abastecimento às linhas de montagem é uma das áreas mais importantes do departamento, pois a mínima falha causa paragens nas linhas, que se traduzem automaticamente numa redução em termos de quantidade de produto de saída. Dada a existência de uma grande variedade de componentes diferentes, foram criados diferentes tipos de abastecimento de forma a suprir as várias necessidades.

No caso dos corpos, podem-se identificar dois tipos de abastecimento diferente: recorrendo à utilização de suspensões (Figura 24 (esquerda)), ou dispostos em caixas plásticas (caixas padrão da Grohe, que são utilizadas em diversos componentes) (Figura 24 (direita)). A escolha do tipo de abastecimento foi feita tendo em conta alguns fatores como: quem é o fornecedor (fornecedor externo ou a galvânica), tipo de corpo (dimensões e peso), se passou pelo processo de gravação a *laser* e foi recondicionado e, por fim, se vai ser utilizado imediatamente ou se vai ser armazenado e entrar em produção mais tarde.



Figura 24 Abastecimento de corpos à linha: através de suspensões (esquerda) e em caixas Grohe (direita).

Quanto aos restantes materiais e componentes, podem-se encontrar a grande maioria nos armazéns dinâmicos dispostos no departamento (Figura 25 (esquerda)). Estes armazéns apresentam um lugar definido para cada componente e o seu *stock* é repostado pelo armazém central, que tem a preocupação de os manter sempre abastecidos e com material disponível. Contudo, existem produtos que são produzidos com muito pouca frequência, logo os componentes que os constituem não estão no armazém dinâmico. Quando necessários, devem ser requisitados diretamente ao armazém central e são trazidos deste para zonas de armazenamento temporário (lugares de paletes) próximas das linhas onde irão ser consumidos (Figura 25 (direita)).



Figura 25 Armazém dinâmico geral (esquerda) e lugares de palete (direita).

Como já referido anteriormente, o departamento de montagem conta com seis armazéns dinâmicos, sendo a sua localização próxima das linhas às quais se destinam a maior parte dos componentes que albergam. Na sua grande maioria os armazéns dinâmicos são constituídos por dois tipos distintos de armazenamento:

- Estantes dinâmicas de *picking* – infraestrutura dotada de rampas de escoamento, onde os componentes colocados na sua parte posterior (accedida pelo armazém central) são transportados com recurso a rolamentos dispostos na parte inferior da estante, por ação da gravidade. A Figura 26 apresenta um esquema ilustrativo da estrutura da uma estante dinâmica e um armazém dinâmico utilizado na montagem com estrutura similar.



Figura 26 Armazém dinâmico com estante de *picking*.

- Lugares de palete – zonas marcadas no chão e dimensionadas para receber produtos que, dada a sua dimensão ou peso, são mantidos nas euro-paletes tal e qual são rececionados no armazém.

Para facilitar a correta identificação e reduzir o risco de ocorrerem trocas entre componentes similares, todos os lugares do dinâmico são etiquetados, identificando o produto que ocupa essa mesma posição, a foto do componente, o código de barras associado e qual a posição do dinâmico que está a ocupar. A Figura 27 apresenta os dois tipos de etiquetas usadas atualmente na identificação das posições dos armazéns dinâmicos.



Figura 27 Etiquetas de identificação das posições do dinâmico.

Como se verifica na figura anterior (Figura 27), existe ainda uma outra característica muito importante nas etiquetas, que está diretamente ligada com a forma como é caracterizado o componente. Existem portanto dois tipos de etiquetas:

- Brancas – servem para identificar componentes comuns que, dado o seu tamanho, podem ser manuseados normalmente. A quantidade destes componentes presentes no dinâmico contam para o *stock* da fábrica, e apenas é dada baixa de cada um deles quando se regista uma palete de produto final em que esses componentes estejam integrados na Bill of Material (BOM)¹ do produto.
- Roxas – identificam componentes que, dadas as suas reduzidas dimensões, podem facilmente ser perdidos com o decorrer do transporte e manuseamento. Para evitar

¹ Bill of Materials – Lista todos os componentes que integram um determinado produto final.

situações extremas em que os *stocks* assumem a existência de componentes na fábrica quando na realidade não existem, e uma vez que o valor destes componentes é praticamente insignificante face aos custos da paragem de uma linha, é assumido que todos esses componentes foram gastos no momento em que são colocados em dinâmico, despoletando então nova encomenda dos mesmos. São exemplos deste tipo de componentes pequenos parafusos, vedantes, anilhas, entre outros do mesmo género.

2.3.3. FIREWALL E REJEIÇÃO

Como já foi descrito anteriormente, a Firewall é a equipa responsável pela última inspeção dos lotes (paletes) de produto acabado antes destes abandonarem a fábrica. Por uma questão de organização dos defeitos encontrados, os vários defeitos foram organizados em classes, podendo assim de forma fácil perceber-se o que está na origem dos mesmos. Podem-se então identificar os seguintes conjuntos de defeitos mais frequentes:

- Pancadas;
- Falta de componentes;
- Montagem incorreta;
- Falha na gravação;
- Defeito na cromagem (proveniente da Galvânica);
- Defeitos de escolha amarela (defeitos anteriores à galvânica que já deveriam ter sido detetados anteriormente como, por exemplo, polimento defeituoso).

No início de cada ano é delineado o objetivo mensal de rejeição a que a fábrica se propõe e todos os departamentos trabalham juntos para atingir essas metas. Por exemplo, em 2011 o objetivo da percentagem de rejeição era <1,6%, sendo que o valor médio alcançado rondou os 1,23%. Para 2012 o objetivo baixou para <1%, sendo que o atingido rondou os 0,8%. Após isso, em 2013 o objetivo passou para <0,8% e conseguiu-se atingir o valor de 0,7%. Para o presente ano, pretende-se atingir o objetivo de uma taxa de rejeição inferior a 0,5%.

Na Figura 28, apresenta-se o gráfico das taxas de rejeição mensais relativo ao ano de 2013 verificadas pela equipa Firewall.

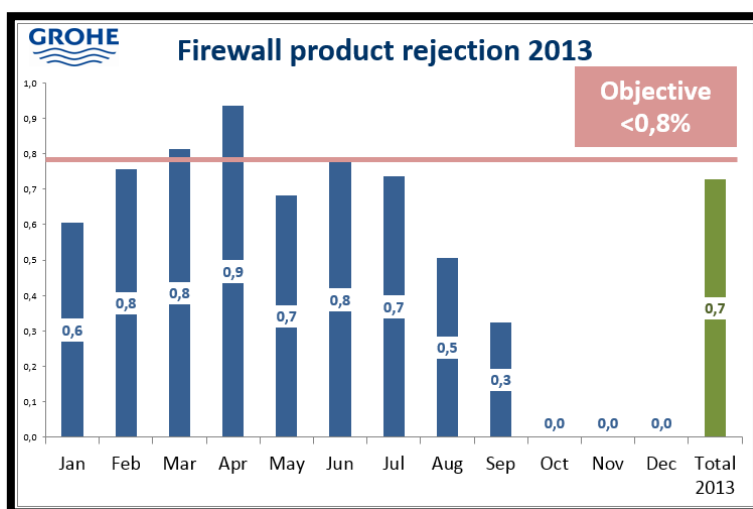


Figura 28 Taxas de rejeição mensais no ano de 2013.

Para se perceber melhor o peso de cada tipo de defeito, e qual a frequência da sua ocorrência (em percentagem), a Figura 29 apresenta o gráfico com a evolução dos defeitos mensais ao longo do ano de 2013, estando estes divididos segundo as categorias apresentadas anteriormente.

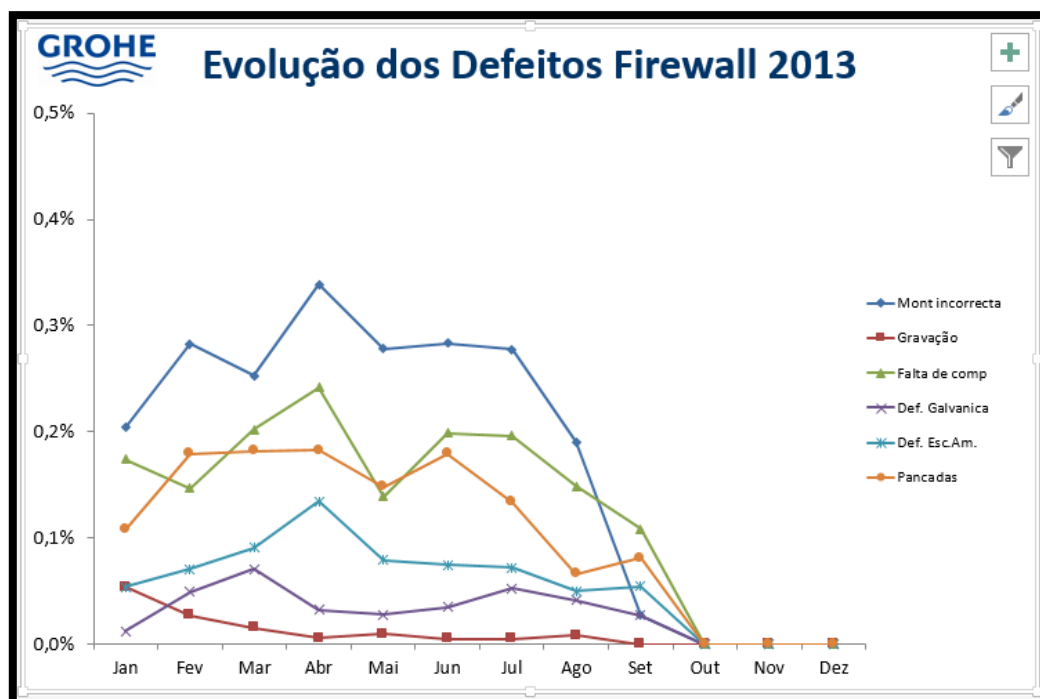


Figura 29 Taxas de rejeição discriminadas por tipo de erro.

2.3.4. PRÉMIO DE DESEMPENHO

Como medida de motivação dos operadores, existe um prémio mensal e não fixo atribuído aos funcionários do departamento. Este prémio pretende aliciar os operadores a desempenhar melhor as suas funções, distribuindo assim uma parte do que podem dar a ganhar à organização por eles próprios.

Para o cálculo do valor deste prémio, pesam os seguintes fatores:

- Produtividade do departamento – tem por base o desempenho do departamento onde o operador desempenha as suas funções. É sobre o valor alcançado neste fator que vão recair os restantes fatores, podendo esses contribuir de forma positiva ou negativa para o mesmo.
- Índice de sucata e retrabalho total da fábrica – uma vez que os índices de sucata e retrabalho são fatores transversais a todo o processo, é calculado o valor relativo ao mês em consideração, podendo este acrescer ou ser subtraído ao prémio do operador.
- Assiduidade do operador – por último, este fator apenas penaliza o operador, que verá o seu prémio drasticamente reduzido caso apresente faltas não justificadas, podendo mesmo perder o prémio do mês.

2.4. PROCESSO PRODUTIVO – DEPARTAMENTOS DE SUPORTE

Esta secção destina-se a apresentar a restante estrutura organizacional da Grohe que, de forma direta, dá suporte a todos os outros departamentos, disponibilizando-lhes os recursos e condições que lhes possibilitem obter o produto final. A Figura 30 apresenta os vários departamentos que constituem a organização, sendo que todos os apresentados (com exceção dos que integram as Operações, já referidos nas secções anteriores) integram os ditos departamentos de suporte.

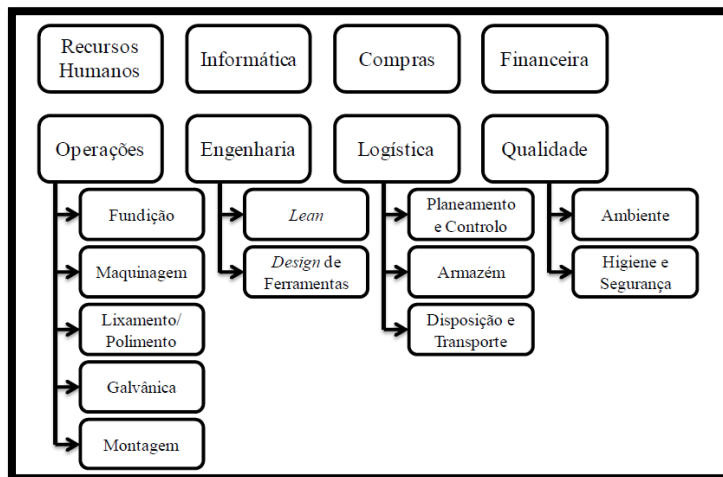


Figura 30 Organograma da empresa.

2.4.1. RECURSOS HUMANOS

Como em qualquer organização, o departamento dos recursos humanos tem a seu cargo prover toda a organização com as pessoas necessárias e competentes às diversas funções necessárias. São parte fulcral no desempenho da organização uma vez que acompanham os trabalhadores auxiliando na resolução das diversas questões que possam surgir.

2.4.2. INFORMÁTICA

Este departamento, além de ser responsável pela manutenção do material informático da organização, serve de ponte de ligação na resolução de problemas dos sistemas informáticos e das comunicações entre a fábrica e os serviços centralizados na Alemanha. É importante que o sistema esteja a funcionar sem interrupções, uma vez que os dados vão sendo atualizados em tempo real com recurso a aplicações de *software* de gestão como o SAP (SAP, 2014b), Ariba (SAP, 2014a), entre outros.

2.4.3. COMPRAS

Como em qualquer empresa, este departamento é responsável pela aquisição dos materiais necessários para a normal laboração da fábrica. Além da aquisição dos materiais, é responsável por procurar obtê-los da forma mais vantajosa possível para a organização, procurando assim negociar preços, tempos de entrega, forma de embalagem e quantidades por embalagem.

2.4.4. FINANCEIRA

Responsável pelo planeamento financeiro da fábrica. Está ainda incluído neste departamento toda a contabilidade associada à fábrica de Albergaria-a-Velha.

2.4.5. ENGENHARIA

Das diversas funções que este departamento tem a seu encargo, podem-se destacar algumas com maior relevância, a saber:

- Estudo de tempos e métodos;
- Engenharia do produto;
- Desenvolvimento de novas ferramentas;
- Investimentos e controlo de custos.

Este departamento engloba ainda uma equipa responsável por aplicar a metodologia de *Lean Manufacturing*, procurando implementar constantemente uma política de melhoria contínua na fábrica.

2.4.6. LOGÍSTICA

O departamento de logística atua em diversas áreas da organização, sendo as que merecem maior destaque o planeamento e controlo da produção, o armazenamento e as questões relacionadas com o transporte de mercadorias.

2.4.7. QUALIDADE

Sendo este um dos valores pela qual a Grohe se rege e pretende que os seus produtos sejam reconhecidos, cabe ao departamento da qualidade a responsabilidade de garantir que todos os produtos e matérias são manuseados e montados com recurso às ferramentas e técnicas mais apropriadas.

Além da qualidade, estão ainda incluídos neste departamento as secções do ambiente e segurança no trabalho.

2.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentada toda a estrutura organizativa da Grohe Portugal, bem como os seus departamentos e de que forma contribuem para o sucesso desta organização. Pode-se então concluir que a fábrica tem capacidade para realizar todo o processo produtivo, desde a fundição do material até à montagem final da torneira, sendo que esse processo é realizado ao longo dos seus cinco departamentos de processo: fundição, maquinagem, lixamento e polimento, galvanização e montagem.

No Capítulo 3 abordam-se os conceitos teóricos que serviram de pilar ao trabalho desenvolvido durante o estágio. Este estudo passará pelos princípios da ergonomia, dos tempos e métodos, bem como outras filosofias relacionadas com melhorias contínuas.

3. ERGONOMIA APLICADA AO POSTO DE TRABALHO

Pretende-se neste terceiro capítulo introduzir o tema da ergonomia bem como os conceitos que lhe estão associados e que serviram de pilar ao trabalho realizado na organização.

3.1. CONCEITO E OBJETIVOS DA ERGONOMIA

Proveniente das palavras Gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis ou regras), a palavra ergonomia é normalmente associada ao estudo do homem e do seu trabalho. Como ponto de partida para abordar o tema, são expostas algumas perspetivas diferentes de alguns autores.

“Ergonomia é a disciplina científica preocupada com o entendimento das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. É a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos para projetar, de forma a otimizar o bem-estar humano e a performance geral do sistema” (IEA, 2014).

“A ergonomia é a aplicação das ciências biológicas conjuntamente com as ciências da engenharia para lograr o ótimo ajustamento do homem ao seu trabalho, e assegurar, simultaneamente, eficiência e bem-estar” (ILO, 2014).

Posto isto, é relevante reter a ideia que a ergonomia procura minimizar os fatores intrínsecos ao trabalho que têm influências negativas sobre o ser humano (Iida, 2005), ou seja “procura reduzir a fadiga, *stress*, erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, durante o seu relacionamento com esse sistema produtivo”. Ainda segundo Iida (2005) foram apontados quatro objetivos principais na aplicação da ergonomia:

- **Saúde** – “a saúde do trabalhador é mantida quando as exigências do trabalho e do ambiente não ultrapassam as suas limitações energéticas e cognitivas, de modo a evitar as situações de *stress*, riscos de acidentes e doenças ocupacionais.”
- **Segurança** – “a segurança é conseguida com os projetos do posto de trabalho, ambiente e organização do trabalho, que estejam dentro das capacidades e limitações do trabalhador, de modo a reduzir os erros, acidentes, *stress* e fadiga.”
- **Satisfação** – “satisfação é o resultado do atendimento das necessidades e expectativas do trabalhador. Contudo, há muitas diferenças individuais e culturais. Uma mesma situação pode ser considerada satisfatória para uns e insatisfatória para outros, dependendo das necessidades e expectativas de cada um. Os trabalhadores satisfeitos tendem a adotar comportamentos mais seguros e são mais produtivos que aqueles insatisfeitos.”
- **Eficiência** – “é a consequência de um bom planeamento e organização do trabalho, que proporcione saúde, segurança e satisfação ao trabalhador. Ela deve ser colocada dentro de certos limites, pois o aumento indiscriminado da eficiência pode implicar em prejuízos à saúde e segurança.”

O autor Iida (2005) salienta ainda que o último objetivo não se pode sobrepor a nenhum dos anteriores, ou seja, deve-se procurar um aumento da eficiência através da ergonomia mas sempre sem descurar nenhum dos outros fatores.

Por outro lado, segundo Wickens *et al.* (1998) são eleitos três objetivos de otimização para a ergonomia: desempenho, segurança e satisfação do operador. No desempenho, por exemplo, são reunidos diversos fatores tais como a produtividade e a diminuição de erros. Em relação à produtividade, Wickens *et al.* (1998), tal como Iida (2005), alertam para o

facto de não poder ocorrer uma sobreposição deste objetivo face os restantes, isto é, deve-se priorizar a segurança e a saúde. Contudo, com a correta aplicação dos princípios da ergonomia é possível alcançar soluções que conjuguem os três fatores, encontrando-se assim um ponto de equilíbrio.

3.2. DISCIPLINAS DA ERGONOMIA

A ergonomia resulta da junção de um conjunto de muitas outras disciplinas que, conjugadas entre si, possibilitam a perceção de todos os princípios inerentes à ergonomia. Das várias disciplinas que constituem a ergonomia, destacam-se as seguintes: a Biomecânica, a Antropometria, a Medicina no trabalho, a Psicossociologia e a Fisiologia. De seguida é feita uma breve introdução a cada uma destas disciplinas:

Segundo Costa e Barroso (2003) “a **Biomecânica** é um corpo interdisciplinar de conhecimentos acerca dos fatores que influenciam e controlam o movimento humano”, ou seja, pode-se constatar que a biomecânica emprega os conhecimentos de mecânica aplicados ao corpo humano na medida em que estuda as forças e os seus momentos aplicadas à postura adotada no momento de elevação, manuseamento e transporte de cargas.

A **Antropometria** dedica-se ao estudo das proporções corporais do ser humano, ou seja, as medidas relacionadas com as características físicas do ser humano. De entre estas proporções, destacam-se por exemplo a altura, peso, estatura, alcances dos membros, amplitude de movimentos, etc. Não menosprezando as outras áreas, a antropometria será novamente abordada com mais detalhe posteriormente, dada a importância que os limites máximos de alcance dos membros têm no desenvolvimento de postos de trabalho.

A **Medicina no Trabalho** contribui para a ergonomia com o objetivo de garantir a saúde e bem-estar dos colaboradores, sendo este um dos fatores chave da aplicação da ergonomia. Contudo, é importante referir que no caso da ergonomia, além da preocupação com o bem-estar dos operadores, procura-se simultaneamente um aumento da eficiência do sistema.

A **Psicossociologia** ocupa-se de perceber junto aos trabalhadores qual a sua posição e opinião em relação ao trabalho. As ferramentas mais comumente utilizadas são entrevistas e questionários, através dos quais se tenta saber quais os fatores que estão a contribuir para a motivação (ou falta dela) por parte dos operadores.

Por último, a **Fisiologia** ocupa-se do estudo do funcionamento do corpo humano. Ao relacionar o corpo humano com as condições, cargas e ritmos impostos pelo trabalho, fornece dados importantes referentes à necessidade de períodos de repouso, bem como à energia necessária para realizar o trabalho. É através da Fisiologia que se obtêm, por exemplo, estudos sobre o comportamento e desgaste muscular inerente à atividade (Costa e Barroso, 2003).

Dentro do estudo da ergonomia, e de acordo com a IEA, existem diferentes áreas que focam características específicas dos atributos humanos, a saber (IEA, 2014):

- Ergonomia cognitiva – “Ocupa-se dos processos mentais, como a percepção, memória, raciocínio e resposta motora, relacionados com as interações entre as pessoas e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem a carga de trabalho mental, tomada de decisões, interação homem-computador, *stress* e formação.”
- Ergonomia física – “Ocupa-se das características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionadas com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseamento de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados com o trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde do trabalhador.”
- Ergonomia organizacional – “Ocupa-se da otimização dos sistemas sociotécnicos, abrangendo as estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, projeto de trabalho, programação do trabalho em grupo, projeto participativo, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.”

Posto isto, conclui-se que a disciplina ergonomia pode ser subdividida numa série de outros fatores com que o trabalhador se vai deparar no seu posto de trabalho, como por exemplo: o conforto, a adaptabilidade do posto ao trabalhador, a funcionalidade, a segurança, entre outras.

3.3. VERTENTES DA ERGONOMIA

Segundo alguns autores, como por exemplo Montmollin (1995), existem “duas ergonomias [...] relacionadas com as duas grandes correntes complementares que caracterizam, atualmente, a ergonomia”, a centrada no fator humano e a centrada na atividade humana. Apesar de muitas vezes serem vistas como visões contraditórias, estas devem ser vistas como complementares.

Para melhor se entender o porquê destas duas vertentes distintas, vai-se recuar um pouco até às origens da ergonomia. Remontando aos finais da II Guerra Mundial, a ergonomia, enquanto disciplina que se conhece atualmente, surgiu em Inglaterra e, apoiando-se nas mais diversas áreas (medicina, anatomia, fisiologia, arquitetura, *design* e engenharia de iluminação), focava-se na criação de postos de trabalho e equipamentos. Entretanto, nos Estados Unidos da América começaram a desenvolver-se estudos muito semelhantes apelidados, neste país, de Human Factors. Com o decorrer da Guerra, e durante a década seguinte, a colaboração entre cientistas Americanos e cientistas dos países aliados foi-se tornando cada vez mais frequente e, após a colaboração dos Americanos no desenvolvimento da Ergonomic Research Society (organização originária da Inglaterra) e os desenvolvimentos conseguidos pela Human Factors Society (organização americana análoga à Ergonomic Research Society que operava nas áreas militares), ocorreu uma aproximação entre as duas, sendo que a Americana tornou-se o modelo a seguir por parte dos Ingleses. Como refere Massena (2006), a Ergonomia dos Fatores Humanos pode caracterizar-se por ser mais tecnológica e por estar associada aos países de língua Inglesa e ao Japão e, ainda, por ser orientada pelos estudos desenvolvidos, principalmente, pela Human Factors & Ergonomics Society.

Esta vertente descrita anteriormente, que resultou da junção dos estudos e avanços ergonómicos conseguidos pelos Ingleses e Americanos, é atualmente conhecida por Ergonomia dos Fatores Humanos e pode ser referida como a “mais antiga e presentemente a mais americana” considerando “(...) a ergonomia como a utilização das ciências para melhorar as condições de trabalho” (Montmollin, 1995).

A segunda vertente da ergonomia, atualmente designada por Ergonomia da Atividade Humana, foi caracterizada por Montmollin (1995) como sendo “mais recente e mais europeia” considerando “(...) a ergonomia como o estudo específico do trabalho humano.”. Esta vertente, que se desenvolveu em particular nos países francófonos, tem as

suas origens em França e na Bélgica, mais concretamente no trabalho desenvolvido pela Société d'Ergonomie de Langue Française, e assenta na visão da psicologia do trabalho orientada à compreensão da atividade em situação real (Massena, 2006).

Em forma de síntese, podem-se descrever as duas correntes diferentes da seguinte forma:

- A ergonomia centrada no fator humano foca-se no estudo das características do ser humano e na adaptação dos postos de trabalho (ferramentas, máquinas, equipamentos, mobiliários, etc.) a essas mesmas características.
- Por outro lado, a ergonomia centrada na atividade humana tenta identificar em que contexto é que o colaborador executa as suas tarefas e quais os pontos onde podem ser introduzidas melhorias que contribuam positivamente para o aumento da segurança e saúde do operador, bem como para a diminuição de acidentes e erros.

Visto que as duas ergonomias atuam em vertentes diferentes não se deve optar por uma em detrimento da outra. O ideal é conseguir aplicar conjuntamente as duas, alcançando assim resultados quer ao nível da adaptação do posto de trabalho ao ser Humano, quer ao nível das atividades e operações que este desempenha, procurando sempre a melhor (ou menos prejudicial) forma de o fazer.

3.4. TIPOS DE ERGONOMIA

Quando uma organização pretende implementar melhorias no campo da ergonomia, dada a diversidade das áreas em que se pode intervir, alguns autores, como o caso de Rebelo (2004), defendem que existem três tipos diferentes de ergonomia, dependendo da aplicação que é pretendida. Citando (Rebelo, 2004): “o campo de intervenção da Ergonomia é vasto podendo ser classificado de acordo com objeto, objetivo e contexto de intervenção”.

Os três tipos que Rebelo (2004) identifica são: a **Ergonomia de conceção e correção**, a **Ergonomia do produto e produção** e, por último, a **Ergonomia antropométrica, informacional, dos sistemas e heurística**.

3.4.1. ERGONOMIA DE CONCEÇÃO E CORREÇÃO

O critério adjacente à aplicação deste tipo de ergonomia é identificado como “o momento de intervenção” (Silva *et al.*, 1996), ou seja, se esta for levada a cabo no momento inicial de conceção de um novo posto de trabalho (ergonomia pró-ativa) ou de correção nos casos

em que é utilizada para resolver problemas adjacentes a postos ou equipamentos que já se encontram em funcionamento (ergonomia reativa).

Com a aplicação da **ergonomia de concepção** pretende-se que ocorra uma antecipação das diversas questões que podem vir a tornar-se problemáticas aquando da aplicação dessa nova solução, quer esta se trate de um novo produto, máquina ou posto de trabalho. Assim sendo, conclui-se que este método tem como objetivo acompanhar desde o início o projeto. A aplicação da ergonomia de concepção requer, da parte de quem a aplica, um estudo acerca das funções que se pretende que o operador desempenhe, quais os componentes e ferramentas que lhe vão estar associados, bem como de que forma é possível adaptar o projeto ao contexto de trabalho e ao operador que irá interagir com ele.

Uma das técnicas que faz uma aproximação do novo projeto à realidade para o qual ele se vai aplicar é a construção de modelos tridimensionais recorrendo a materiais de baixo custo, ou até mesmo a desperdícios (cartão e madeiras), e é denominada por “*mock-ups*”. Através da construção destes modelos e recorrendo, por exemplo, a implementações ou melhorias que já tenham sido implementadas noutras situações pode-se, de uma forma mais crítica, antever potenciais problemas bem como corrigir certas especificações que iriam resultar mais tarde em situações disfuncionais no contexto real (Iida, 2005).

Por outro lado, tem-se a **ergonomia de correção** que é caracterizada pela necessidade de intervir para corrigir algo que está a contribuir de forma negativa quer para a saúde ou segurança dos trabalhadores, quer para a qualidade ou produtividade da linha. Contudo, não será igualmente fácil detetar um problema que ponha em causa a saúde do operário da mesma forma que se deteta um problema que coloque em causa a qualidade do produto, pois este último manifesta-se muito mais rapidamente que um problema de saúde que pode demorar anos até ser detetado. Posto isto, é importantíssimo ter em atenção e analisar todos os detalhes do meio envolvente ao posto de trabalho, como iluminação, ruídos, colocação de dispositivos de segurança, entre outros.

3.4.2. ERGONOMIA DO PRODUTO E PRODUÇÃO

Segundo Rebelo (2004) a **ergonomia do produto** “é uma disciplina que disponibiliza metodologias que permitem guiar as escolhas estratégicas do desenvolvimento de um produto, numa perspetiva de *Design Total*”. Pode-se retirar desta afirmação que a ergonomia do produto está normalmente associada à concepção, pois na altura de projetar

um novo produto deve-se tentar encontrar um equilíbrio entre os diferentes aspetos que lhe vão estar inerentes, como por exemplo: o desempenho, conforto na utilização, funcionalidade, adaptabilidade ao utilizador, desempenho, entre outros.

Em relação à **ergonomia de produção**, por outro lado, concentra-se em analisar as condições atuais de trabalho a que o operador está sujeito e introduzir melhorias no sistema. Pode-se então associar a ergonomia de produção com a ergonomia de correção, uma vez que se necessita de, numa primeira fase, perceber como é que o operador faz o seu trabalho para, numa fase posterior, conseguir perceber de que forma se podem fazer alterações para melhorar as condições de trabalho para o colaborador, sem prejudicar a qualidade, eficiência ou produtividade do sistema.

3.4.3. ERGONOMIA ANTROPOMÉTRICA, INFORMACIONAL, DOS SISTEMAS E HEURÍSTICA

Os quatro últimos tipos de ergonomias que se pretendem retratar no relatório decorrem da “evolução tecnológica das situações de trabalho e das funções atribuídas ao trabalho humano” (Silva *et al.*, 1996). Num cenário de melhoria contínua, quando se pretendem estudar os aspetos que a ergonomia integra, revela-se importante integrar este tipo de conceitos.

Também retratada por alguns autores como ergonomia gestual, a **ergonomia antropométrica** incide maioritariamente sobre as posturas e gestos adotados durante o desempenho das tarefas inerentes à produção. A origem deste tipo de ergonomia remonta a Taylor e ao seu estudo dos “componentes do trabalho em termos de gestos e tempo necessário para os realizar” (Silva *et al.*, 1996). Taylor trabalhou no sentido de otimizar a execução de tarefas, promovendo para isso a rapidez e poupança nos movimentos sem dar atenção ao desgaste físico dos operários, o que levou ao aparecimento de estudos no sentido de procurar um ponto de “equilíbrio fisiológico: adequação dos postos de trabalho aos dados antropométricos e biomecânicos, condições ambientais [...], tipos de tarefas a executar [...] ritmo de produção exigido, etc.” (Silva *et al.*, 1996).

A **ergonomia informacional** defende que é essencial dimensionar e localizar dispositivos de informação e controlo para que o colaborador tenha ao seu dispor, em tempo real, todas as informações que necessita sem necessidade de ter que adotar posturas incorretas. Desta forma, o colaborador passa a ser considerado um agente ativo do sistema que “assume

funções de recepção, tratamento e transmissão de informações” (Silva *et al.*, 1996) e deve reagir conforme as mesmas. “O cerne da questão é: como transmitir bem e rapidamente, diminuindo a probabilidade de erro” (Silva *et al.*, 1996).

O estudo da **ergonomia dos sistemas**, segundo Laville (1976) (citado por Silva *et al.* (1996)) “Trata das interações dos diferentes elementos humanos e materiais de um sistema de produção, procurando definir: a divisão das tarefas entre operadores, instrumentos e máquinas; as condições de funcionamento ótimo desse conjunto de elementos e a carga de trabalho para cada operador”. No âmbito da aplicação da ergonomia dos sistemas, admite-se que o Homem é parte integrante de um sistema e deve ser estudado em conjunto com os restantes componentes do mesmo, para que a interação de todas as partes integrantes seja otimizada.

A **ergonomia heurística**, também conhecida por *previsional*, pretende “centrar a análise no modo como o trabalhador antecipa os acontecimentos, planifica e prevê a evolução do sistema” (Silva *et al.*, 1996). Uma vez que o ser humano é provido de capacidades cognitivas, vai reagir em diferentes situações de acordo com a sua experiência e convicções procurando assim a melhor forma de desempenhar as suas tarefas. Este tipo de ergonomia veio contestar o pensamento Taylorista “*one best way*” assumindo-se então que “não existe uma única maneira de realizar bem uma atividade: mesmo quando esta é fortemente codificada existem variações e diferentes estratégias a considerar” (Silva *et al.*, 1996).

3.5. ERGONOMIA NO POSTO DE TRABALHO

Como referido anteriormente, um estudo ergonómico tem como objetivo tornar um determinado posto o mais adaptado possível ao Homem e por isso faz todo o sentido neste momento aprofundar o estudo da ergonomia nos postos de trabalho. Segundo Melo (2009), existe um conjunto de tópicos distintos que se deve ter em conta e abordar quando se pretender estudar um posto de trabalho:

- Análise e uniformização dos postos de trabalho – engloba a área de trabalho, máquinas e equipamentos, ferramentas, etc.

- Análise e uniformização do meio envolvente – abrange todas as condições a que o operador está sujeito enquanto desempenha o seu trabalho, como o ruído, vibrações, temperatura, iluminação, entre outras.
- Análise e uniformização da organização do trabalho – esta análise inclui a análise do ritmo e tempo de trabalho, bem como das pausas.
- Análise e uniformização dos métodos de trabalho – verificando se alguma das tarefas pode ser prejudicial no operador a curto ou longo prazo.
- Organização do pessoal – ter em atenção se o perfil do trabalhador se adequa ao posto de trabalho. Fatores como a idade, sexo, constituição física e estado de saúde devem ser foco de atenção aquando do desenvolvimento de um novo posto de trabalho.

Contudo, existem barreiras à aplicação da ergonomia, e uma das maiores barreiras que se ergue na altura do projeto de um posto de trabalho é que as pessoas não são todas iguais.

Dada a enorme diversidade física entre as pessoas é impossível responder a todas as necessidades e com uma só solução otimizar o posto para todos os seus utilizadores.

Segundo Grandjean (2004), devem ser tomadas em atenção “orientações gerais práticas para a configuração do espaço de trabalho”, o que levou o referido autor a transpor estas orientações em sete regras.

A primeira regra de Grandjean (2004) refere que se deve “evitar qualquer postura curvada ou não natural do corpo”. Este tipo de situações pode ser evitado se se repensar a tarefa e a forma como é executada. Na figura seguinte (Figura 31) pode-se ver um mau exemplo de uma postura de trabalho que poderia ser evitada se a tarefa fosse realizada, por exemplo, na vertical, em que o colaborador podia adotar uma postura natural sem necessitar de se inclinar para desempenhar a mesma.



Figura 31 Primeira regra de Grandjean (Grandjean, 2004).

A segunda regra referida por Grandjean (2004) pretende “evitar a imobilidade, para a frente ou para o lado, dos braços estendidos”. O autor refere que esse tipo de postura leva rapidamente à fadiga e diminuição da precisão e destreza dos movimentos por parte do trabalhador. A Figura 32 apresenta um exemplo de uma tarefa que requer uma elevação constante de um dos braços por parte do colaborador.



Figura 32 Segunda regra de Grandjean (Grandjean, 2004).

Segundo a terceira regra, deve-se “procurar, na medida do possível, trabalhar sempre sentado” (Grandjean, 2004). O autor refere ainda que a melhor solução deve passar por alternar o trabalho de pé com o trabalho sentado.

A quarta regra é referente aos movimentos e diz que “o movimento dos braços deve ser cada um em sentido oposto ou em direção simétrica” (Grandjean, 2004). Segundo o autor, ao se trabalhar com os dois membros em forma simétrica favorece-se “o comando nervoso da atividade”, evitando assim a permanência estática de um dos lados do corpo.

A quinta regra afirma “que a altura do campo de trabalho (altura da superfície de trabalho) deve permitir a observação visual ótima com a postura do corpo mais natural possível”

(Grandjean, 2004). O autor refere ainda que “quanto menor a distância visual ótima, mais alto deve ser o campo de trabalho”. A Figura 33 mostra um exemplo de uma tarefa que necessita que a altura da bancada de trabalho seja elevada para permitir uma boa visualização de todo o processo.



Figura 33 Quinta regra de Grandjean (Grandjean, 2004).

A sexta regra refere que “alavancas, ferramentas e materiais de trabalho devem estar ordenados nas máquinas e locais de trabalho de tal forma que os movimentos mais frequentes sejam feitos com os cotovelos dobrados e próximos do corpo” (Grandjean, 2004). O facto de os braços estarem próximos do corpo permite que estes estejam numa posição de descanso; pelo contrário, se estiverem afastados do tronco cria-se uma tensão nos músculos provocando a fadiga.

A sétima, e última, regra defende que o “trabalho manual pode ser elevado usando apoios para as mãos, antebraço e cotovelo”. Estes apoios devem ser revestidos e protegidos com material macio e devem ser reguláveis. A Figura 34 apresenta um exemplo de um posto de trabalho com apoio para os antebraços e pés, permitindo assim um maior conforto e descanso dos membros superiores e inferiores enquanto estes se encontram em repouso.

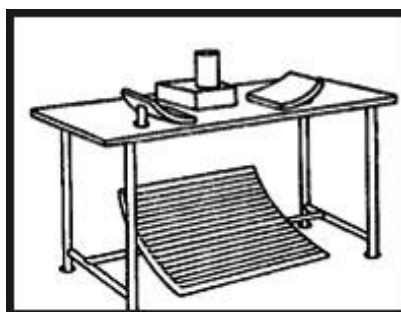


Figura 34 Sétima regra de Grandjean (Grandjean, 2004).

3.5.1. BANCADA DE TRABALHO

Dada a realidade do departamento de montagem da fábrica da Grohe Portugal, em que a grande maioria dos postos de trabalho se encontram dimensionados para que o trabalho desempenhado seja realizado exclusivamente em pé, torna-se relevante referir alguns aspetos que se devem ter em conta neste tipo de trabalho.

Como tem vindo a ser referido, no momento de se pensar e dimensionar um posto de trabalho, existem vários aspetos que requerem grande atenção por parte de quem o dimensiona, como por exemplo: “a postura adequada do corpo, movimentos corporais necessários, alcances dos movimentos, antropometria dos ocupantes do cargo, necessidades de iluminação, ventilação, dimensões das máquinas, equipamentos e ferramentas” (Iida, 2005).

A altura da bancada é um dos parâmetros mais relevantes uma vez que a bancada nem deve ser demasiado alta (pois os colaboradores mais baixos teriam de erguer os ombros e os braços para compensar a altura) nem pode ser demasiado baixa (pois os colaboradores mais altos teriam de adotar uma postura inclinada para conseguirem trabalhar). Iida (2005) e Grandjean (2004) defendem que a altura da bancada de trabalho deve estar relacionada com dois principais fatores: a altura do chão ao cotovelo e o tipo de trabalho que se pretende desempenhar.

Em relação à altura do chão ao cotovelo, Grandjean (2004) afirma que “em trabalhos essencialmente de pé, as alturas recomendadas são de 5 a 10 cm abaixo da altura dos cotovelos.” Grandjean utilizou então a média do valor do chão ao cotovelo, que “perfaz no homem 105 cm e na mulher 98 cm” (Grandjean, 2004), para concluir que as dimensões médias para a altura da bancada de trabalho são:

- Entre 950 mm a 1000 mm para o homem;
- Entre 880 mm a 930 mm para a mulher.

Em relação à influência que o tipo de trabalho a desempenhar tem na altura da bancada de trabalho, este mesmo autor afirma que:

- Para um trabalho delicado (por exemplo, desenho) é aconselhado o apoio dos cotovelos, já que a musculatura do tronco ficará aliviada desta forma, e a altura adequada está entre 5 a 10 cm abaixo da altura do cotovelo.
- Em atividades manuais talvez seja necessário o devido espaço para recipientes, ferramentas e os bens do trabalho: a altura adequada seria 10 a 15 cm abaixo da altura do cotovelo.
- Se o trabalho em pé requer o emprego de força e necessita da ajuda do peso do tronco, então a altura da bancada deve ser mais baixa (por exemplo, para trabalhos com madeira ou trabalhos pesados de montagens), situando a altura adequada entre 15 a 40 cm abaixo da altura do cotovelo.

Na Figura 35 encontram-se representadas estas várias alturas possíveis, dependendo do tipo de trabalho a ser efetuado.

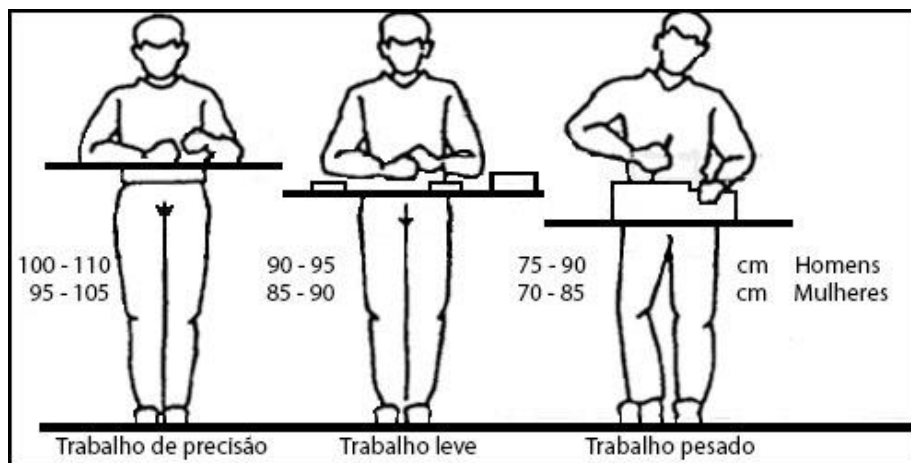


Figura 35 Alturas das bancadas de trabalho dependendo do tipo de trabalho (Grandjean, 2004).

Por último, Grandjean (2004) sugere que a melhor solução a adotar em relação à altura da bancada passaria por uma bancada que permitisse uma fácil regulação em termos de altura. Contudo, na impossibilidade de existir esta regulação, o autor supra referido afirma que devem ser privilegiadas as pessoas mais altas em detrimento das mais baixas uma vez que a adoção de soluções para as pessoas mais baixas é menos complexa, como é o caso da aplicação de estrados ou pisos falsos.

Outra questão que se deve ter em conta no posto de trabalho é a iluminação. Iida (2005) associa a ocorrência de fadiga visual durante o desempenho do trabalho a seis fatores: iluminação desajustada, falta de contraste entre os componentes e a bancada de trabalho,

falta de definição dos detalhes e contornos (por exemplo em marcas visuais e guias), objetos em movimento, má postura corporal (adoção de posturas erradas que influenciam a incidência da iluminação) e necessidade de fixação de detalhes (grande esforço dos olhos para acomodação e convergência).

A fadiga visual caracteriza-se normalmente por “sensações dolorosas de irritações (ardência), acompanhadas de lacrimação e avermelhamento das pálpebras e da conjuntiva, visão dupla, dores de cabeça, diminuição da força de acomodação e da força de convergência e, por último, diminuição da acuidade visual, da sensibilidade aos contrastes e da velocidade de percepção” (Grandjean, 2004). Posto isto, pode-se atribuir a este efeito, entre outros problemas, a ocorrência de acidentes de trabalho, aumento de falhas, baixa da produtividade, bem como da qualidade da produção. Em concordância com um relatório do “Safety Council dos Estados Unidos da América”, “5% de todos os acidentes de trabalho na indústria têm como causa direta a iluminação insuficiente e o ambiente luminoso e a fadiga visual são participantes na origem de 20% de todos os acidentes” (Grandjean, 2004).

Interessa então perceber quais as condições de iluminação ideais a que um operador deve estar sujeito, de forma a poder desempenhar as suas funções minimizando o efeito da fadiga visual. Hopkinson e Collins (1970) realizaram um estudo em que constataram que a partir dos 10 lx² o rendimento visual aumenta, contudo o valor máximo da intensidade da iluminação não deve ultrapassar os 1000 lx, pois “a partir desse ponto os aumentos da iluminação não provocam melhoras sensíveis no rendimento, e a fadiga visual começa a aumentar” (Iida, 2005), como se pode ver na Figura 36.

² $Lux (lx) = 1 \text{ Lúmen}(Lm)/m^2$

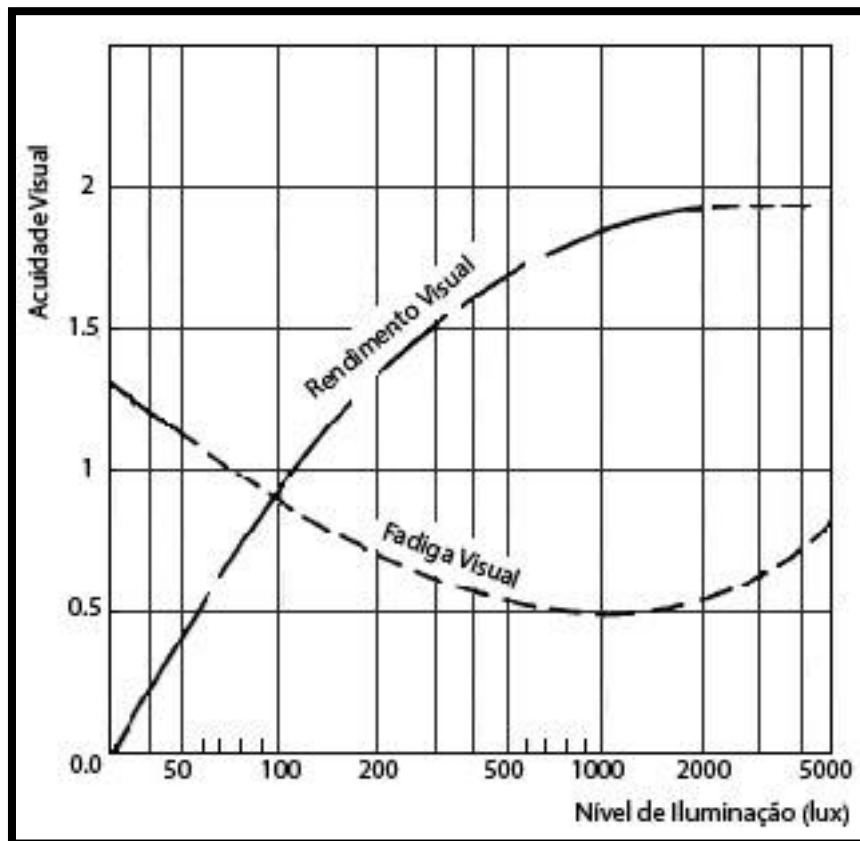


Figura 36 Efeito da variação da fadiga visual consoante a variação do nível de iluminação.
(Hopkinson e Collins, 1970).

Grandjean (2004) refere que a intensidade de iluminação “acima de 1000 lx aumenta o risco de reflexos perturbadores, de sombras muito pronunciadas ou outros contrastes exagerados”, além de que o excesso de iluminação não só prejudica o operador como acarreta custos para a organização.

Iida (2005) refere que, antigamente, os valores recomendados para a intensidade da iluminação eram baseados numa política de poupança energética, sendo que “os valores recomendados até à década de 50 oscilavam entre os 10 e 50 lx”. Atualmente existem valores recomendados de acordo com o tipo de trabalho a realizar. Estes valores têm como principal objetivo beneficiar o operador e a organização ao reduzir a fadiga visual e aumentar a produtividade do operador.

Iida (2005) apresenta uma proposta para a intensidade luminosa recomendada dependendo da tarefa a realizar e do local onde esta é realizada (Tabela 1).

Tabela 1 Níveis de iluminação recomendada dependendo do tipo de aplicação (Iida, 2005).

TIPO	ILUMINAÇÃO RECOMENDADA (lux)	EXEMPLOS DE APLICAÇÃO
ILUMINAÇÃO GERAL PARA LOCAIS DE POUCO USO	20-50	Iluminação mínima de corredores e almoxarifados, zonas de estacionamento.
	100-150	Escadas, corredores, banheiros, zonas de circulação, depósitos e almoxarifados.
ILUMINAÇÃO GERAL EM LOCAIS DE TRABALHO	200-300	Iluminação mínima de serviço. Fábricas com maquinaria pesada. Iluminação geral de escritórios, hospitais, restaurantes.
	400-600	Trabalhos manuais médios. Oficinas em geral. Montagem de automóveis. Indústria de confecções. Leitura ocasional e arquivo. Sala de primeiros socorros.
	1000*-1500*	Trabalhos manuais precisos. Montagem de pequenas peças, instrumentos de precisão e componentes eletrônicos. Trabalhos com revisão e desenhos detalhados.
ILUMINAÇÃO LOCALIZADA	1500-2000	Trabalhos minuciosos e muito detalhados. Manipulação de peças pequenas e complicadas. Trabalhos de relojoaria.

(*) pode ser combinado com a iluminação local.

A tabela seguinte (Tabela 2) apresenta uma comparação entre os valores de intensidade luminosa aconselhados pelas normas alemãs (DIN – *Deutsches Institut fur Normung*) e pela IES (*Illuminating Engineering Society*), dependendo do tipo de trabalho a realizar (Grandjean, 2004).

Tabela 2 Comparação entre as normas alemãs e americanas (Grandjean, 2004).

	DIN [42] em lx	IES [106] em lx
Linha de montagem grosseira	250	320
Linha de montagem fina	1000	5400
Linha de montagem muito fina	1500	10800
Trabalho grossero em máquina-ferramenta	250	540
Trabalho fino em máquina-ferramenta	500	5400
Trabalho muito fino em máquina-ferramenta	1000	10800
Desenho técnico	1000	2200
Contabilidade, trabalho de escritório	500	1600

Por ultimo, o grupo Grohe definiu através da norma interna GSE-409.1.001 (Grohe, 2000) que para os postos de inspeção visual a intensidade da luz deve variar entre os 700 e os 1000 lx no local onde a torneira é colocada.

Outra questão que importa referir, além da intensidade da iluminação, é o tipo de lâmpadas que se devem aplicar nos postos de trabalho. Atualmente podem-se referir dois tipos de iluminação como sendo as mais recorrentes nas organizações: lâmpadas incandescentes e lâmpadas fluorescentes.

Segundo Grandjean (2004), a iluminação incandescente “fornece uma luz que tem uma parcela elevada de tons vermelhos e amarelos [...] indicada para residências [...] para a criação de um certo clima de “fim de trabalho diário”. Iida (2005) refere que uma das principais desvantagens da iluminação incandescente é a de emitir calor, podendo atingir temperaturas de “60° C provocando mau estar a dores de cabeça por radiação direta quando muito próximos da cabeça”.

Por serem mais eficientes, as lâmpadas fluorescentes apresentam um rendimento três a quatro vezes superior ao das lâmpadas incandescentes. Grandjean (2004) refere ainda que a iluminação fluorescente apresenta “uma baixa densidade luminosa do corpo luminoso, portanto, diminuição do perigo de ofuscamento. Possibilidade de composição de cores semelhante à luz do dia, através disso pode-se evitar a perturbadora mistura de luz do dia e luz de lâmpadas incandescentes”. A cintilação, por vezes visível, associada a este tipo de iluminação que pode perturbar o operador e provocar fadiga visual, é vista como uma desvantagem inerente à aplicação deste tipo de iluminação.

Por último, salienta-se a posição onde deve ser colocada a iluminação em relação ao operador. Iida (2005) refere que a iluminação deve ser colocada “acima de 30° em relação à linha de visão (horizontal) e, se possível, devem ser colocadas lateralmente ou atrás do trabalhador para evitar a luz direta ou refletida nos seus olhos”. A Figura 37 apresenta uma recomendação em relação à colocação correta da iluminação num posto de trabalho.

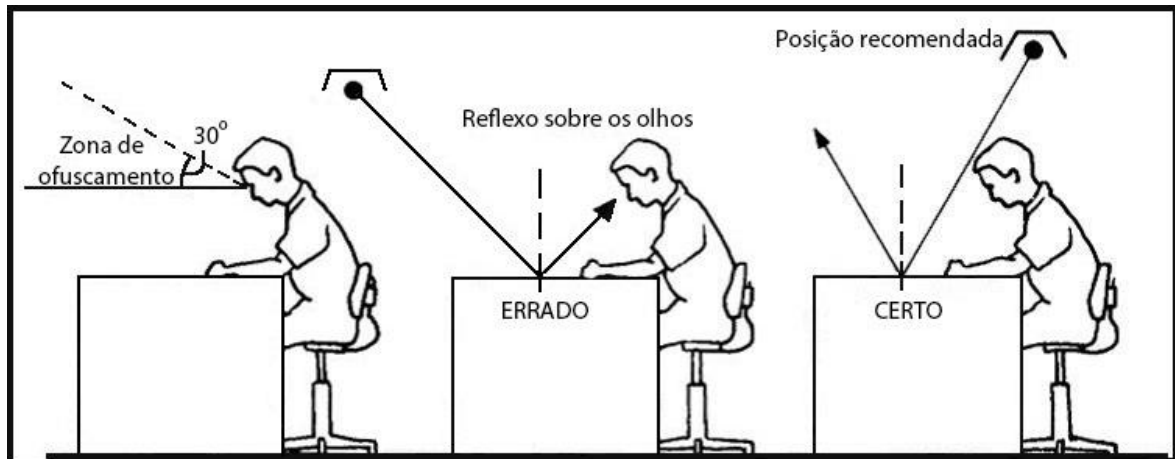


Figura 37 Recomendação para iluminação num posto de trabalho. (Iida, 2005).

3.6. ANTROPOMETRIA

A Antropometria ocupa-se do estudo das características físicas do Homem, de entre as quais se podem destacar o peso, altura, estatura, alcances, distâncias, espessuras e comprimentos. Porém, para alguns autores, como é o caso de Fragoso e Vieira (1999), a antropometria pode ainda ir mais longe, preocupando-se em estudar todas “as características mensuráveis do corpo humano (características ósseas, musculares e do tecido adiposo)”. Posto isto, a antropometria tem-se mostrado imprescindível “na análise ergonómica de postos de trabalho, bem como na definição das condições de segurança e de conforto dos trabalhadores. Para além disso constitui uma ferramenta imprescindível em indústrias como a do vestuário, do calçado e muitas outras” (Arezes *et al.*, 2006).

No caso de se pretender analisar um posto de trabalho, a Antropometria permite ter a perceção de quais os equipamentos desajustados ergonomicamente e que podem contribuir para a deterioração da saúde dos colaboradores ou para a ocorrência de acidentes de trabalho no decorrer da utilização dos mesmos. A Antropometria possibilita então conceber equipamentos que se consigam adaptar ao maior número de pessoas possíveis.

3.6.1. ANTROPOMETRIA ESTÁTICA E DINÂMICA

É possível subdividir a antropometria em dois tipos diferentes (a antropometria estática e a antropometria dinâmica) e ambas devem ser consideradas na altura de desenvolver novos postos de trabalho.

A antropometria estática estuda as proporções físicas do ser humano “normalmente caracterizadas por comprimentos segmentares, larguras e profundidades corporais [...] superfícies e os volumes corporais” (Rebelo, 2004). São exemplos de características abrangidas pela anatomia estática as seguintes características: a estatura, o peso, a altura do ombro/cotovelo, comprimentos, larguras, distâncias, espessuras, etc.

Grandjean (2004) descreve o trabalho estático como sendo “um estado de contração prolongado da musculatura, o que geralmente implica um trabalho de manutenção de postura”. O trabalho estático “provoca nos músculos exigidos uma fadiga penosa, que pode evoluir até dores insuportáveis [...] conduz também ao surgimento de lesões de desgaste nas articulações, discos intervertebrais e tendões”.

A Figura 38 apresenta alguns exemplos para melhor se compreender o que são as dimensões antropométricas estáticas.

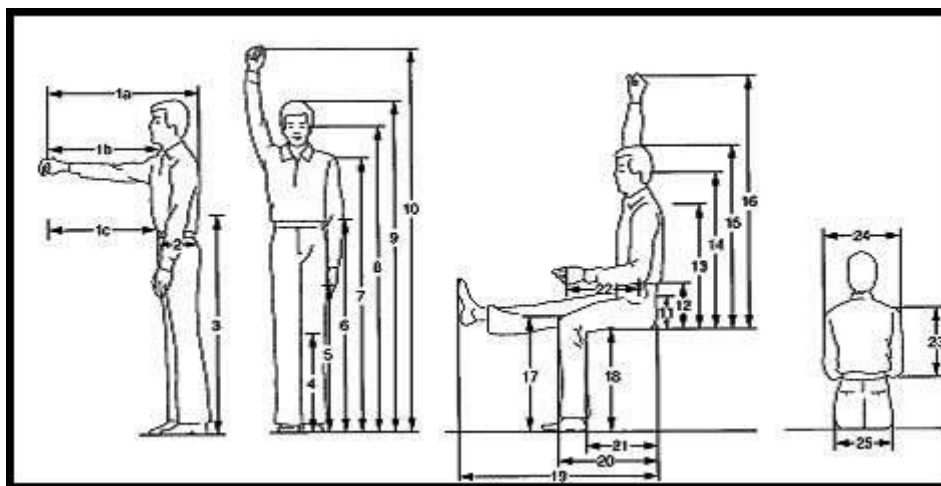


Figura 38 Dimensões antropométricas estáticas (Wickens *et al.*, 1998).

Por outro lado, a antropometria dinâmica vem complementar a estática na medida em que “mede os alcances dos movimentos” (Iida, 2005). Ou seja, analisa quais os “aspectos relacionados com o deslocamento dos segmentos corporais no espaço, as trajetórias distais como, por exemplo, a mão e as correspondentes velocidades e acelerações” (Rebelo, 2004). A Figura 39 apresenta exemplos de antropometria dinâmica.

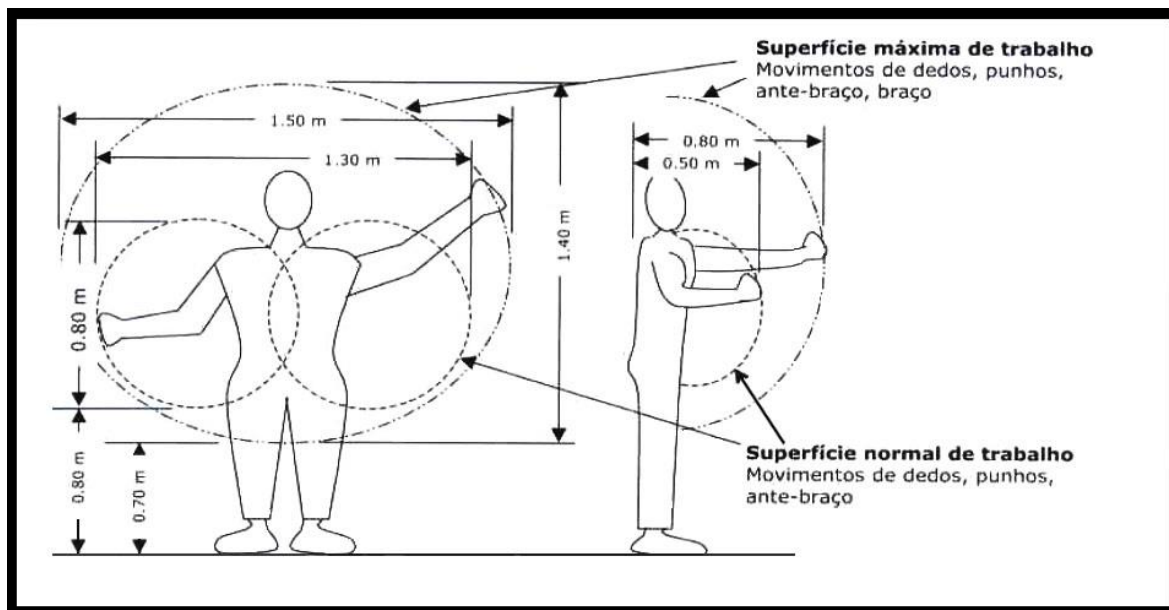


Figura 39 Exemplos de dimensões antropométricas dinâmicas (Gonçalves, 2013).

3.6.1.1. ANTROPOMETRIA ESTÁTICA

Quando se pretende dimensionar um novo posto de trabalho existem diversos fatores que devem ser tidos em conta como, por exemplo, quais as características dos colaboradores que vão ocupar esse posto. São do sexo feminino, masculino ou ambos? Este tipo de questões, relevantes para o novo projeto, a maior parte das vezes leva a uma utopia, pois não é possível satisfazer as necessidades e proporcionar as melhores condições a toda a gente. Assim sendo, deve ser pensada uma solução que consiga satisfazer o maior número de pessoas possível. Como refere Lida (2005) “todas as populações humanas são compostas de indivíduos de diferentes tipos físicos ou biótipos”, porém não se deve deixar que este facto seja impeditivo para se tentar melhorar as condições ergonómicas ao maior número de colaboradores possíveis.

Uma das formas correntemente utilizadas para lidar com a variabilidade é o uso de percentis. Segundo a norma DIN.33.402-1 (2008) “um valor percentil indica quantos por cento dos indivíduos de uma população – em relação a uma determinada dimensão corporal – são menores do que o valor correspondente ao percentil”. Por exemplo, ao se referir que o percentil 95 masculino da população portuguesa mede 1820 mm quer-se dizer que 95% da população tem esta estatura ou um valor inferior e 5% da população tem uma estatura superior aos 1820 mm.

Posto isto, e para tentar tornar um posto de trabalho ergonomicamente adaptado ao maior número de colaboradores possíveis, Iida (2005) defende que para a dimensão mínima deve ser usado o valor do percentil 95 masculino, uma vez que “quase sempre as medidas antropométricas de homens são maiores que as de mulheres”. Por outro lado, quando se pretende determinar a dimensão máxima deve ser usado o percentil 5 feminino, pois desta forma garante-se que a altura dos dispositivos é adequada para pessoas mais baixas, garantindo assim que todas as outras não terão problemas.

Existem várias tabelas que reúnem os dados antropométricos relativos à população. Estas tabelas apresentam normalmente a média e desvio padrão e percentil 5, 50 e 95 feminino e masculino. Um desses estudos, e consequente tratamento de dados antropométricos, é a base de dados de Pheasant (1986). Pheasant (1986) (citado por Costa e Barroso (2004)) analisou diversas dimensões do corpo Humano da população inglesa compreendida na faixa etária dos 19 aos 65 anos. A Figura 40 apresenta quais as dimensões corporais analisadas e a Tabela 3 os resultados obtidos em milímetros.

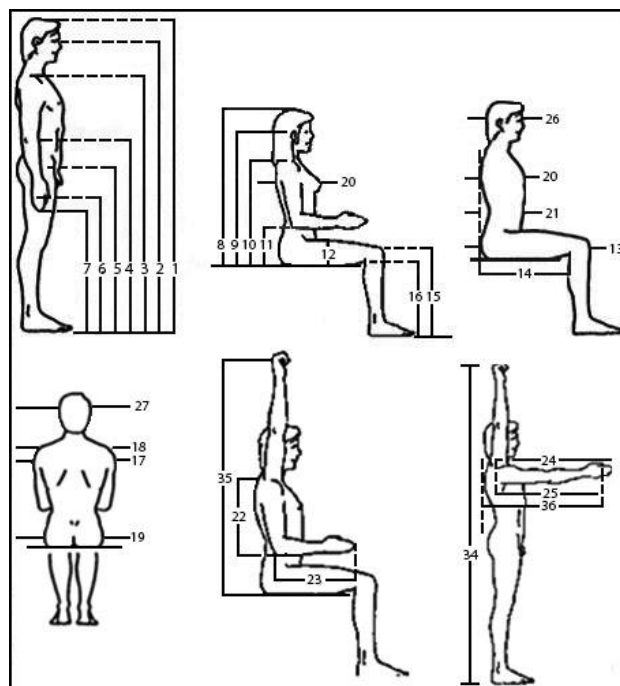


Figura 40 Dimensões antropométricas analisadas por Pheasant (1986) (Grandjean, 2004).

Tabela 3 Dimensões antropométricas analisadas por Pheasant (1986) (Grandjean, 2004).

Partes do corpo	Homens				Mulheres			
	5 % il	50 %il	95 % il	S	5 % il	50 %il	90 % il	S
1. Estatura	1645	1745	1845	62	1520	1635	1750	69
2. Altura dos olhos	1535	1635	1735	61	1420	1530	1640	68
3. Altura dos ombros	1370	1465	1560	58	1240	1320	1400	50
4. Altura dos cotovelos	1020	1095	1170	46	925	1000	1075	46
5. Altura dos quadris	840	910	980	44	760	840	920	48
6. Altura do punho	700	760	820	36	665	730	795	40
7. Altura da ponta dos dedos	605	660	715	34	565	635	705	43
8. Altura do alto da cabeça (sujeito sentado)	865	920	975	32	800	865	930	39
9. Altura dos olhos (sujeito sentado)	750	800	850	31	680	740	800	37
10. Altura dos ombros (sujeito sentado)	550	595	640	28	480	525	570	27
11. Altura dos cotovelos (sujeito sentado)	195	235	275	25	165	205	245	23
12. Espessura das coxas	-	150	265	70	125	155	185	19
13. Comprimento nádegas - joelhos	560	600	640	25	525	580	635	33
14. Comprimento nádegas - dobra interna do joelho	445	495	545	29	435	490	545	33
15. Altura dos joelhos	500	545	590	28	455	505	555	30
16. Altura da dobra interna do joelho	415	455	495	25	355	395	435	23
17. Largura dos ombros (deltóide)	425	465	505	23	355	400	445	27
18. Largura dos ombros (crista da omoplata)	370	400	430	17	325	360	395	20
19. Largura dos quadris	315	350	385	21	305	375	445	42
20. Profundidade do tórax	215	250	285	20	205	255	305	30
21. Profundidade do abdome	230	275	320	28	205	260	315	33
22. Comprimento ombro - cotovelo	335	365	395	18	305	335	365	19
23. Comprimento cotovelo - ponta dos dedos	445	475	505	19	400	435	470	21
24. Comprimento do braço	735	785	835	31	660	720	780	36
25. Comprimento do ombro-pega	615	665	715	29	555	610	665	32
26. Profundidade da cabeça	185	195	205	7	165	180	195	8
27. Largura da cabeça	145	155	165	5	135	145	155	6
28. Comprimento da mão	170	185	200	10	160	175	190	10
29. Largura da mão	80	85	90	4	65	75	85	5
30. Comprimento do pé	240	260	280	12	215	240	265	14
31. Largura do pé	90	100	110	6	80	90	100	6
32. Envergadura	1675	1795	1915	73	1505	1635	1765	79
33. Envergadura dos cotovelos	880	950	1020	42	785	865	945	48
34. Altura de pega (de pé)	1950	2065	2180	71	1805	1935	2065	79
35. Altura de pega (sentado)	1160	1245	1330	53	1075	1170	1265	59
36. Alcance frontal de pega	730	780	830	30	655	715	775	35

Um estudo semelhante ao anteriormente apresentado, intitulado de Estudo Antropométrico da população portuguesa, foi realizado em Portugal (em 2006) pelo Instituto para a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho e teve como principal objetivo a criação de uma base de dados que fosse representativa da população portuguesa adulta. Serviram de amostra para este estudo 492 homens (55%) e 399 mulheres (45%) na sua grande maioria trabalhadores na indústria, e com idades compreendidas entre os 17 e 65 anos (Arezes *et al.*, 2006).

De entre as várias dimensões antropométricas possíveis, o estudo incide sobre um conjunto de vinte e quatro dimensões estáticas consideradas mais relevantes no âmbito da ergonomia e antropometria aplicada ao meio ocupacional. A Tabela 4 descreve as vinte e quatro medidas estudadas, acrescentando a estas medidas antropométricas o peso.

Tabela 4 Medidas antropométricas estudadas no estudo antropométrico da população portuguesa (Arezes *et al.*, 2006).

Dimensões		
01 Estatura	10 Altura sentado	19 Espessura abdominal
02 Altura dos olhos	11 Altura dos olhos (relação ao assento)	20 Alcance funcional vertical (sentado)
03 Altura do ombro	12 Altura lombar (relação ao assento)	21 Distância ombro-assento
04 Altura do punho	13 Espessura máxima da coxa	22 Distância cotovelo-assento
05 Largura de ombros (bideltóide)	14 Altura do joelho	23 Largura de ombros (biacromial)
06 Altura do cotovelo	15 Altura do poplíteo	24 Largura das ancas
07 Distância cotovelo-punho	16 Comprimento coxa-poplíteo	25 Peso (kg)
08 Alcance funcional anterior	17 Comprimento máximo da coxa	
09 Alcance funcional vertical (de pé)	18 Espessura do peito	

De entre as vinte e quatro dimensões consideradas, as primeiras nove estão associadas ao trabalho em pé, sendo que as restantes são normalmente associadas ao trabalho sentado. A Figura 41 corresponde a uma representação gráfica das nove primeiras dimensões, sendo que as restantes estão representadas na Figura 42 (exceto o item 25).

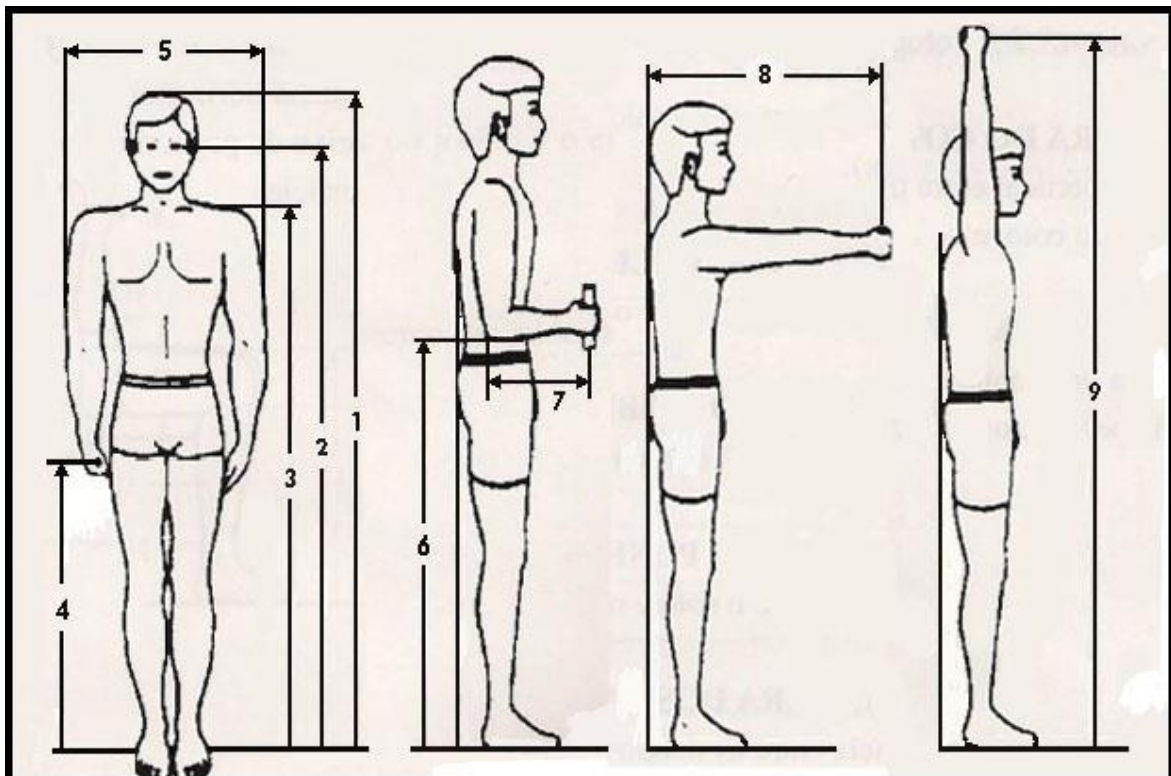


Figura 41 Dimensões antropométricas – posição em pé (Arezes *et al.*, 2006).

Caracterização das dimensões – posição em pé:

1. **Estatura** – distância vertical do solo até ao vértex (ponto mais alto da cabeça).
2. **Altura dos olhos** – distância vertical entre o solo e o canto exterior do olho.
3. **Altura do ombro** – distância vertical entre o solo e o acrómio.
4. **Altura do punho** – distância entre o solo e o eixo da pega no punho.
5. **Largura dos ombros (bideltóide)** – distância entre as máximas saliências dos músculos deltóides, direito e esquerdo.
6. **Altura do cotovelo** – distância vertical entre o solo e o ponto mais baixo do osso na dobra do cotovelo.
7. **Distância cotovelo-punho** – distância horizontal entre a parte posterior do braço e o eixo da pega, com o cotovelo dobrado em ângulo reto.
8. **Alcance funcional anterior** – distância horizontal entre a superfície de apoio vertical e o eixo da pega, mantendo as omoplatas encostadas aquela superfície.
9. **Alcance funcional vertical (de pé)** – distância vertical entre o solo e o eixo da pega, mantendo o braço esticado.

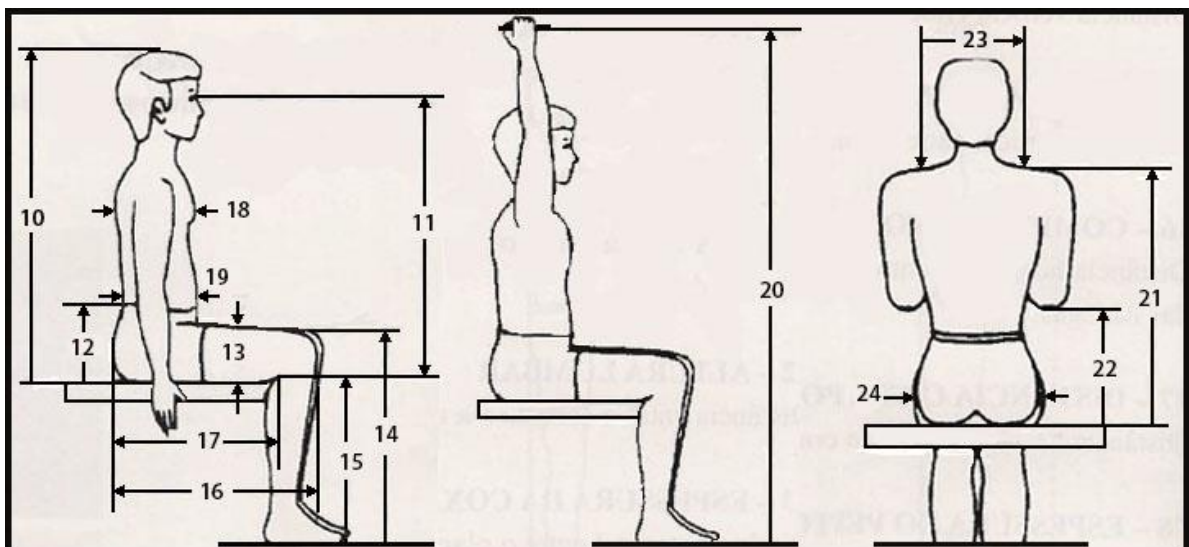


Figura 42 Dimensões antropométricas – posição sentado (Arezes *et al.*, 2006).

Caracterização das dimensões – posição sentado:

10. **Altura sentado** – distância vertical entre o assento e o vértex (ponto mais alto da cabeça).
11. **Distância olhos-assento** – distância vertical entre o plano do assento e o canto do olho.
12. **Altura lombar** – distância entre o assento e a região lombar.
13. **Espessura da coxa** – distância vertical entre o plano do assento e o ponto mais alto da coxa.
14. **Altura do joelho** – distância vertical entre o solo e o ponto mais alto da parte superior da rótula do joelho.
15. **Altura do poplíteo** – distância vertical entre o solo e a concavidade anterior do joelho.
16. **Comprimento máximo da coxa** – distância horizontal entre o ponto mais extremo da parte superior do joelho e o extremo das nádegas.
17. **Distância coxa-poplíteo** – distância horizontal entre a concavidade anterior do joelho e o extremo das nádegas.
18. **Espessura do peito (busto)** – máxima espessura do tórax ao nível do mamilo.
19. **Espessura abdominal** – máxima espessura do abdómen estando o indivíduo sentado.
20. **Alcance funcional vertical (sentado)** – distância vertical entre o assento e o eixo do punho, com o braço esticado.
21. **Distância ombro-assento** – distância vertical entre o plano do assento e o acrômio.
22. **Distância cotovelo-assento** – distância vertical entre o plano do assento e o ponto mais baixo do osso na dobra do cotovelo, formando este um ângulo reto com o antebraço na horizontal.
23. **Largura dos ombros (biacromial)** – distância entre acrômios.

24. Largura das ancas (sentado) – largura do corpo medida na zona mais larga das ancas.

As tabelas seguintes (Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8) apresentam os resultados obtidos no estudo. A informação foi organizada segundo a média, desvio padrão e percentis principais (1, 5, 95 e 99) e é apresentada em milímetros e em quilogramas.

Tabela 5 Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Feminina (Arezes *et al.*, 2006).

Dimensões	M	DP	Percentil			
			1.º	5.º	95.º	99.º
Estatuta	1.565	66	1.411	1.456	1.674	1.719
Altura dos olhos	1.465	66	1.311	1.356	1.574	1.619
Altura do ombro	1.295	56	1.165	1.203	1.387	1.425
Altura do punho	685	40	592	620	750	778
Altura do cotovelo	965	46	859	890	1.040	1.071
Distância cotovelo-punho	320	17	280	292	348	360
Alcance funcional anterior	675	33	597	620	730	753
Alcance funcional vertical (de pé)	1.860	85	1.661	1.719	2.000	2.058
Altura sentado	865	35	783	807	923	947
Altura dos olhos (relação ao assento)	760	35	679	703	817	841
Altura lombar (relação ao assento)	220	20	174	187	253	266
Espessura máxima da coxa	165	15	130	140	190	200

Tabela 6 Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Feminina (continuação) (Arezes *et al.*, 2006).

Dimensões	M	DP	Percentil			
			1.º	5.º	95.º	99.º
Altura do joelho	480	27	416	435	525	544
Altura do popliteo	365	23	312	327	403	418
Comprimento coxa-popliteo	470	30	401	421	520	540
Comprimento máximo da coxa	570	32	496	518	622	644
Espessura do peito	275	30	206	226	324	344
Espessura abdominal	260	36	177	201	319	343
Alcance funcional vertical (sentado)	1.165	57	1.033	1.072	1.258	1.297
Distância ombro-assento	595	34	516	539	650	673
Distância cotovelo-assento	250	28	185	204	296	315
Largura de ombros (biacromial)	300	25	243	260	341	358
Largura de ombros (bideltóide)	445	31	373	394	496	517
Largura das ancas	400	27	337	355	445	463
Peso (kg)	64	10	41	48	80	87

Tabela 7 Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Masculina (Arezes *et al.*, 2006).

Dimensões	M	DP	Percentil			
			1.º	5.º	95.º	99.º
Estatura	1.690	76	1.514	1.566	1.814	1.866
Altura dos olhos	1.585	74	1.412	1.463	1.707	1.758
Altura do ombro	1.395	65	1.245	1.289	1.501	1.545
Altura do punho	735	43	635	664	806	835
Altura do cotovelo	1.050	51	931	966	1.134	1.169
Distância cotovelo-punho	350	18	308	320	380	392
Alcance funcional anterior	730	62	584	627	833	876
Alcance funcional vertical (de pé)	2.030	94	1.810	1.875	2.185	2.250
Altura sentado	920	37	833	859	981	1.007
Altura dos olhos (relação ao assento)	810	34	730	754	866	890
Altura lombar (relação ao assento)	215	20	169	183	247	261
Espessura máxima da coxa	175	17	134	146	204	216
Altura do joelho	525	30	455	475	575	595
Altura do poplíteo	400	26	341	358	442	459
Comprimento coxa-poplíteo	485	32	410	432	538	560

Tabela 8 Dados antropométricos estáticos da População Portuguesa Masculina (continuação) (Arezes *et al.*, 2006).

Dimensões	M	DP	Percentil			
			1.º	5.º	95.º	99.º
Comprimento máximo da coxa	590	33	513	536	644	319
Espessura do peito	265	23	211	227	303	339
Espessura abdominal	265	32	191	213	317	1.377
Alcance funcional vertical (sentado)	1.250	55	1.123	1.160	1.340	708
Distância ombro-assento	630	33	552	575	685	325
Distância cotovelo-assento	255	30	185	206	304	386
Largura de ombros (biacromial)	335	22	284	299	371	546
Largura de ombros (bideltóide)	475	30	404	425	525	437
Largura das ancas	380	24	323	340	420	100
Peso (kg)	74	11	48	56	92	667

3.6.1.2. ANTROPOMETRIA DINÂMICA

Uma vez que as tarefas são executadas com recurso ao movimento, torna-se importante complementar os dados estáticos com os valores referentes à antropometria dinâmica, uma vez que a antropometria dinâmica tem como objetivo medir os alcances dos movimentos do ser humano.

Uma das formas correntemente utilizadas para registar os movimentos é um sistema de planos tri-ortogonais, podendo assim posteriormente avaliar-se os movimentos e alcances contidos em cada plano. A Figura 43 apresenta os vários planos a que normalmente se recorre.

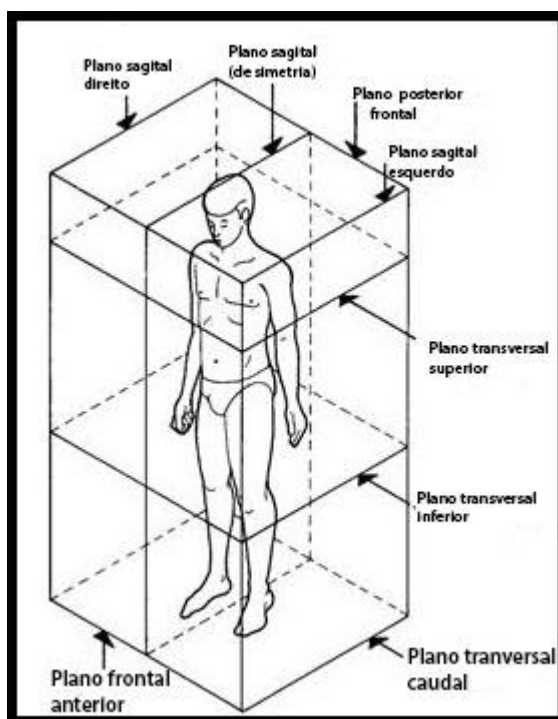


Figura 43 Planos tri-ortogonais para estudo da antropometria dinâmica (Iida, 2005).

A Figura 44 apresenta um exemplo de antropometria dinâmica, neste caso para a posição de trabalho sentado segundo dois planos definidos.

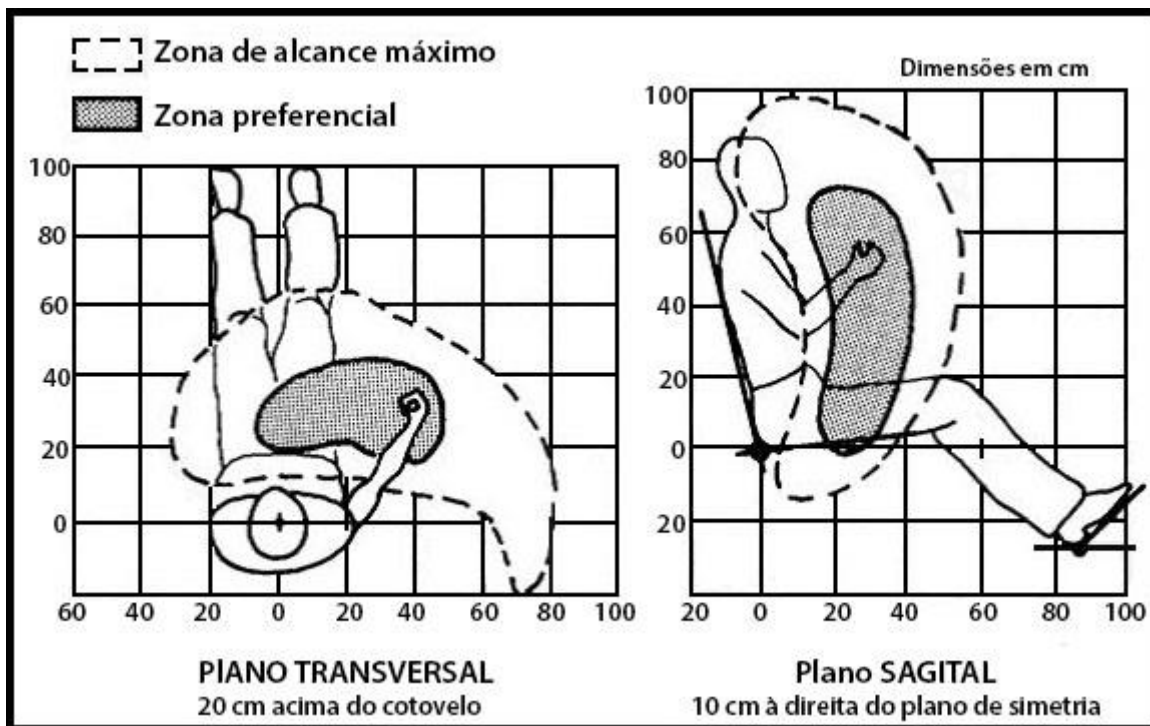


Figura 44 Antropometria dinâmica – posição sentado (Iida, 2005).

É perceptível na imagem a existência de duas zonas de trabalho, uma preenchida a cinzento, e a segunda delimitada por uma linha tracejada. Estas duas áreas de trabalho representam os limites preferenciais e máximos que o operador consegue alcançar. Os limites preferenciais de trabalho correspondem à zona de trabalho ideal, em que o colaborador consegue alcançar ou trabalhar sem necessitar para isso de movimentar outras partes do corpo. Por outro lado, a área de trabalho máximo já requer por parte do colaborador a movimentação simultânea do tronco e dos ombros, por exemplo para que seja possível alcançar qualquer componente.

3.7. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Com este capítulo pretendeu-se abordar o tema da ergonomia, bem como os principais fatores tidos em conta para o desenvolvimento dos novos postos de trabalho. Este estudo permitiu criar bases para fundamentar algumas das decisões que foram tomadas no decorrer do estágio, nomeadamente na fase de projeto de novas bancadas de trabalho.

No capítulo seguinte introduz-se o tema do estudo de tempos e método, uma vez que esses conceitos foram aplicados em alguns dos casos com o objetivo de avaliar e repensar a forma como algumas tarefas eram efetuadas nas linhas de montagem.

4. ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS

Neste capítulo pretende-se complementar o estudo teórico abordando o tema do estudo de tempos e métodos. O estudo dos métodos tem um papel importantíssimo nas organizações como ferramenta que permite um estudo com vista à melhoria dos métodos e otimização de trabalho numa organização, estudo esse que deve ser complementado com o estudo de tempos para assim se poder normalizar e quantificar os ganhos provenientes das alterações.

4.1. ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS

O estudo de tempos e métodos é uma disciplina que se baseia no estudo do trabalho, e pode ser separada nas duas componentes que a constituem: o estudo dos tempos ou da medida do trabalho, e o estudo dos métodos. Criado por Taylor, o estudo dos tempos tem como principal objetivo a determinação dos tempos padrão para as diferentes operações que constituem uma dada atividade. Por outro lado, o estudo dos métodos, desenvolvido pelo casal Gilbreth, tem como objetivo estudar e melhorar os métodos de trabalho.

Segundo Meyers e Stewart (2002), a realização de estudos de tempos e métodos tem como objetivo reduzir desperdícios e melhorar o trabalho, sendo que está normalmente associado

a políticas de controlo de custos, bem como a ações de melhoria das condições de trabalho e motivação dos colaboradores.

4.1.1. ESTUDO DOS MÉTODOS

O estudo dos métodos tem como objetivo o aumento da produtividade e da melhoria das condições de trabalho, procedendo-se a uma análise detalhada da forma como o trabalho é executado, sempre com vista à implementação de melhorias ao nível dos processos e procedimentos, do aperfeiçoamento do posto de trabalho, dos equipamentos / máquinas, da economia na utilização dos materiais, máquinas, energia, espaço e mão-de-obra, na redução da fadiga e esforço e no aumento da higiene e segurança no trabalho (IST, 2004).

Silva (2012a) identificou os seguintes objetivos que se pretendem alcançar com este tipo de estudos, sendo que todos eles culminam num objetivo genérico de melhoria geral da eficiência:

- Aumento ou manutenção da produção utilizando uma menor quantidade de trabalho, materiais ou equipamento;
- Melhorias na implantação de fábricas, oficinas, escritórios e postos de trabalho;
- Diminuição de todos os tipos de desperdícios;
- Melhorias na qualidade do produto ou serviço sem que se traduza num aumento do trabalho ou equipamento;
- Economizar todo o esforço humano através da eliminação de toda a fadiga inútil;
- Melhoria nas condições de higiene e segurança no trabalho;
- Melhoria nas condições materiais de trabalho do pessoal pelo aumento do nível de comodidade, tornando assim o trabalho mais atrativo.

Para proceder à aplicação deste tipo de ferramenta, Silva (2012a) detalhou as seguintes etapas:

Escolher/Selecionar: Esta etapa tem como objetivo a definição do problema. Para se detetarem potenciais problemas é necessário (*i*) listar os trabalhos realizados no posto em

estudo, (ii) assinalar os que se pretende melhorar, (iii) determinar a ordem de importância (através da análise de fatores como o volume de trabalho, nota histórica do trabalho, características e possibilidade de investimento), (iv) verificar com a chefia a urgência do programa e (v) estabelecer um plano cronológico de ações.

Registrar: É necessário definir e limitar o trabalho a estudar. Depois de definido deve proceder-se à observação do trabalho, registando detalhadamente as várias observações feitas no posto de trabalho.

Examinar: Com recurso ao método interrogativo, deve proceder-se à análise das operações. É normal recorrer-se a *check lists* para detalhar ao pormenor as várias fases do projeto, tentando em simultâneo encontrar aspetos que possam ser melhorados. No Anexo B são apresentados alguns exemplos de *check lists* usadas para o efeito.

Elaborar/Estabelecer: Nesta fase devem ser elaboradas uma ou mais soluções baseadas nas ideias que foram surgindo nas fases anteriores.

Adotar/Controlar: Nesta última fase, e após aprovação das alterações por parte da chefia, está na altura de aplicar o novo método. É importante nesta fase de aplicação envolver os operadores na solução para fazê-los sentir parte da mudança. Após implementada, e já na fase de controlar, é importante no período imediatamente seguinte à instalação de um novo método acompanhar o mesmo a fim de evitar que defeitos ou vícios do método anterior se instalem e comecem a ser aplicados no novo método.

4.1.2. GRÁFICOS DE ATIVIDADES

É recorrente utilizarem-se gráficos e diagramas para auxiliar a análise das atividades. Este tipo de gráficos permite decompor o processo nas várias operações que o constituem, bem como representá-las com uma escala temporal.

Existem diferentes tipos de gráficos de atividades:

Gráfico Homem/Máquina: este tipo de gráfico é utilizado para o estudo e análise do trabalho de um operador sobre uma máquina e permite a identificação de vários aspetos, como por exemplo o tempo improdutivo do operador/máquina, bem como a quantidade de máquinas que o operador consegue operar de forma a minimizar, ou mesmo anular, esses tempos improdutivos. A Figura 45 mostra um exemplo de um gráfico Homem/Máquina

onde são alocadas duas máquinas ao mesmo operador. Através da análise de um ciclo completo pode-se verificar que a ocupação das máquinas é de 100% e o operador apenas fica livre 1 minuto por ciclo (7 minutos), o que resulta numa ocupação de aproximadamente 85,7%.

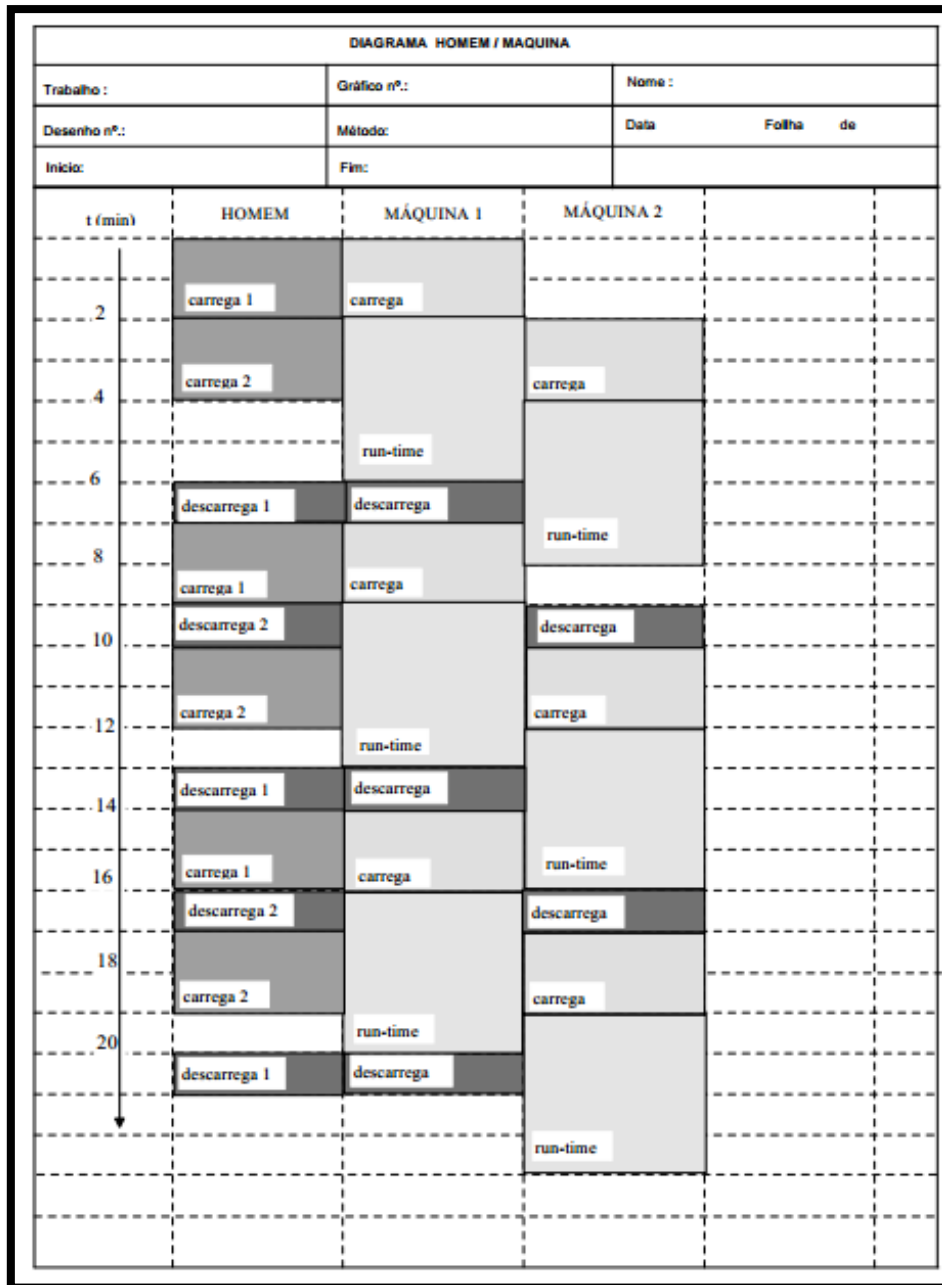


Figura 45 Exemplo de gráfico homem/máquina. (IST, 2006).

Gráfico de atividades múltiplas: os gráficos de atividades múltiplas são muito semelhantes aos gráficos Homem/Máquina, contudo destinam-se a avaliar ou apenas máquinas ou apenas homens, por exemplo, em situações de vários operários a trabalhar em

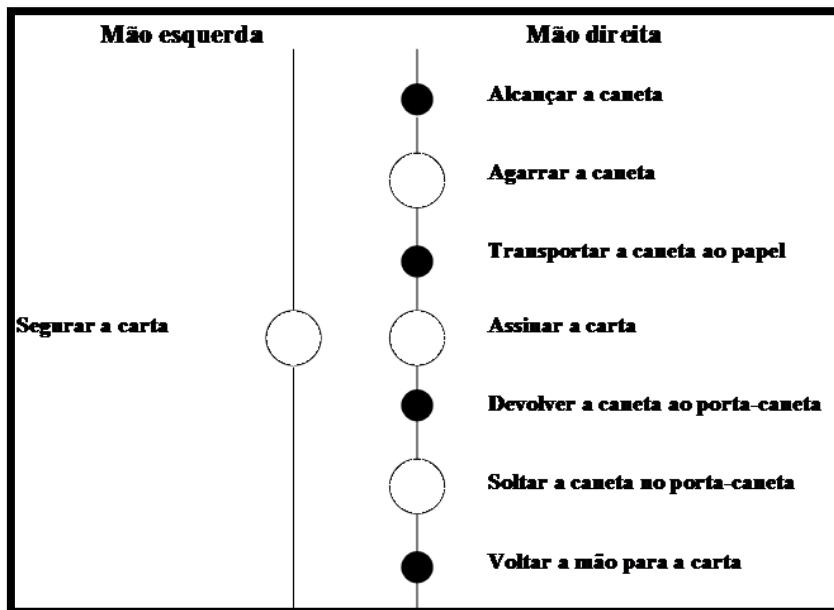


Figura 47 Exemplo de gráfico de duas mãos (Peixoto, 2013).

Existe ainda uma forma mais detalhada de analisar os movimentos, denominada por estudo dos micromovimentos, que por vezes é utilizada para examinar trabalhos que implicam elevados volumes de produção manual. O estudo dos micromovimentos assenta nos dezassete elementos básicos de movimento, chamados *Therbligs*, que quando sequenciados podem formar qualquer tarefa (Silva, 2012b). Gilbreth definiu como *Therbligs* os seguintes movimentos:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. Procurar | 10. Inspeccionar |
| 2. Selecionar | 11. Montar |
| 3. Agarrar | 12. Desmontar |
| 4. Transporte vazia | 13. Utilizar |
| 5. Transporte carregada | 14. Atraso inevitável |
| 6. Segurar | 15. Atraso evitável |
| 7. Largar | 16. Planear |
| 8. Posicionar | 17. Descansar |
| 9. Pré-Posicionar | |

É comum neste tipo de estudos recorrer-se à cronociclografia (filmagens a elevada velocidade) para ser possível identificar os movimentos, pois os primeiros quinze micromovimentos são tão curtos que podem passar despercebidos numa observação normal. No Anexo C podem ser consultados exemplos de *check lists* utilizadas no estudo de cada um dos micromovimentos.

Por último, importa salientar que apesar das vantagens inerentes ao estudo dos micromovimentos como, por exemplo, possibilitar detetar: (i) uso ineficiente das mãos, (ii) transportes longos ou desnecessários, (iii) tempos perdidos, (iv) utilização das mãos para tarefas que podem ser efetuadas por dispositivos mecânicos, tem também as desvantagens de ter elevados custos e dos trabalhadores não se comportarem naturalmente durante estes estudos, pois sabem que estão a ser filmados.

4.1.3. ESTUDO DE TEMPOS

O estudo dos tempos pode ser visto como uma ferramenta que, quando aplicada, pode trazer ganhos significativos à organização através da redução dos custos. A aplicação desta ferramenta tem por base a padronização do trabalho, conceito este que consiste na uniformização do trabalho, para que posteriormente a cada atividade possa estar associado um tempo padrão. O conceito de tempo padrão pode ser definido como o tempo necessário à realização de um determinado trabalho, por um trabalhador qualificado a trabalhar ao ritmo normal, segundo o método previamente estabelecido e sob condições normais de trabalho (Silva, 2012b).

Uma organização que opera segundo os tempos-padrão tende a apresentar desempenhos mais elevados, sendo que, segundo Meyers e Stewart (2002), as organizações que aplicam estes conceitos atingem, em média, desempenhos de 85%, contrariamente às que não os aplicam, cujos desempenhos rondam os 60%.

4.1.3.1. IMPORTÂNCIA DOS TEMPOS PADRÃO

Para uma melhor perceção da importância dos tempos padrão, foram identificados por Silva (2012b) algumas áreas onde estes são relevantes, nomeadamente: (i) o planeamento de capacidades, ou seja, a determinação da capacidade disponível para produzir; (ii) a realização de estimativas de custos mais exatas para obter o correto custo e/ou preço de um determinado produto, podendo assim obter-se orçamentos mais exatos; (iii) o cálculo de

ocupação dos recursos disponíveis, permitindo assim não só o planeamento das necessidades de mão-de-obra/equipamentos, como o balanceamento do trabalho realizado/das linhas de produção e o estabelecimento de prazos mais exatos e, por consequência, maior facilidade de cumprimentos dos mesmos; (iv) a avaliação de diferentes métodos e trabalhadores que podem trazer inúmeras vantagens como redução/eliminação de tempos improdutivos, avaliação mais exata do desempenho dos trabalhadores, estipulação de objetivos/incentivos e prémios de produtividade e comparação de métodos de trabalho com base no estudo dos tempos.

É de salientar que os tempos padrão devem ser considerados válidos até que se verifique uma alteração do método ou das condições de trabalho. Os tempos padrão devem ser reavaliados caso se verifique uma destas situações.

4.1.3.2. MÉTODOS DE MEDIDA DO TRABALHO

O termo “medida do trabalho” refere-se à realização do estudo dos tempos e pode ser realizado recorrendo a diferentes métodos. Silva (2012b) destaca os seguintes métodos:

- Auto estimativa – este método consiste na recolha do tempo consumido na realização de um trabalho, por parte do operador que o executa. É um método simples que consiste na recolha do tempo necessário para executar cada tarefa; contudo, uma vez que é o próprio trabalhador a executar a recolha, esta pode interferir com o normal decorrer do trabalho.
- Registo de dados históricos – este registo consiste na contagem do número de produtos obtidos através de uma atividade realizada por um operador, departamento ou centro de trabalho durante um período de tempo definido. É visto como um método simples mas pouco preciso, uma vez que não tem em consideração o fator ritmo de trabalho nem os tempos de concessão de cada trabalhador.
- Estudo dos tempos por cronometragem – é a técnica mais comumente usada nas organizações para a obtenção dos tempos padrão, uma vez que apesar de mais complexa, tem em consideração uma maior quantidade de fatores inerentes à produção. A sua aplicação é baseada na realização dos seguintes passos (i) obtenção de informação relevante, (ii) divisão do trabalho em elementos, (iii)

cronometragem e registo dos tempos, (iv) avaliação do ritmo do operador, (v) consideração dos tempos de concessão e (vi) cálculo dos tempos padrão.

- Amostragem do trabalho – este método consiste na observação, em instantes aleatórios, das atividades que o operador se encontra a fazer. Após várias observações procede-se ao cálculo da percentagem do número de observações em que o colaborador/equipamento está a efetuar dada operação e avalia-se então a proporção de tempo que ele ocupa a exercer as diferentes atividades. É de salientar que este método geralmente requer um elevado número de observações.
- Tempo padrão – Por vezes, algumas atividades apresentam operações em comum com outras. Se conhecermos os tempos padrão para todas as operações que constituem uma nova atividade podemos obter o seu tempo padrão através da soma dos tempos associados às várias operações que constituem essa nova atividade.
- Tempo de movimentos Pré-Determinados – grande parte do trabalho industrial pode ser descrito em termos dos sete movimentos básicos: (i) alcançar, (ii) segurar, (iii) mover, (iv) rodar, (v) aplicar pressão, (vi) posicionar, (vii) desligar. Ao se determinar os tempos parciais de cada movimento, pode-se, através da soma dos mesmos, calcular o tempo normal de uma determinada atividade. Com a aplicação do fator de concessões pode-se obter o tempo padrão.

4.1.3.2.1. ESTUDO DOS TEMPOS POR CRONOMETRAGEM

Sendo este um dos métodos mais precisos, e mais utilizados na indústria, vai ser efetuada uma explicação mais detalhada sobre o procedimento a seguir para o cálculo dos tempos padrão. Com recurso à utilização de um cronómetro, são medidos os tempos necessários à realização das várias atividades que constituem a operação que se pretende analisar.

Antes de iniciar o registo dos tempos, o analista deve escolher um operador que cumpra os seguintes requisitos: (i) deve ser um profissional treinado na função, (ii) o operador deve utilizar os métodos adequados na realização das operações e (iii) apresenta um desempenho médio. Ainda antes de iniciar a cronometragem, é necessário analisar o método utilizado, de modo a que se possam identificar as operações envolvidas e decompô-las nos vários elementos do trabalho. Terminada esta fase, deve ser pensado, por

parte do analista, qual o método correto para cronometrar cada elemento, bem como o número de cronometragens necessárias para garantir uma determinada precisão.

Para o cálculo do número de cronometragens necessárias para garantir a precisão pretendida, é necessário proceder à obtenção de uma amostra inicial de cerca de quinze ciclos, e depois, recorrendo à Equação 1 é possível calcular o número mínimo de amostras que se devem obter para garantir a precisão pretendida.

Equação 1 – Cálculo do número mínimo de amostras necessárias.

$$n = \left(\frac{Zs}{A\bar{x}} \right)^2$$

Na Equação 1, n representa o número de cronometragens a executar, Z representa o valor da curva normal para o grau de confiança pretendida, s represente o desvio padrão para as medições já efetuadas, A representa a precisão pretendida, e \bar{x} representa a média (também das medições já efetuadas).

Posto isto, e após recolhidas as n amostras, pode-se proceder ao cálculo do tempo padrão da operação. O primeiro passo é determinar o tempo de ciclo (CT) que corresponde ao cálculo da média do tempo medido ao operador durante os diversos ciclos que ele executou. A Equação 2 representa o cálculo necessário para a obtenção do tempo de ciclo onde $\sum tempo$ representa o somatório do tempo medido e $nciclos$ corresponde ao número de ciclos que foram usados como amostra.

Equação 2 – Cálculo do tempo de ciclo.

$$CT = \frac{\sum tempo}{nciclos}$$

Após se obter o tempo de ciclo, pode-se proceder ao cálculo do tempo normal (NT), que é obtido através da Equação 3. Este tempo normal corresponde ao tempo que um operador demora a realizar um ciclo a trabalhar ao ritmo normal (PR corresponde ao fator de ritmo).

Equação 3 – Cálculo do tempo normal.

$$NT = CT \times PR$$

Para terminar o cálculo do tempo padrão, falta incluir o fator de concessões (AF). Existem duas formas distintas para calcular o fator de concessões: a primeira, quando as concessões são consideradas como uma percentagem do tempo total ($\%A_{total}$), aplicando a Equação 4; a segunda forma é através da Equação 5, em que as concessões são vistas como uma percentagem do tempo de trabalho ($\%A_{trabalho}$).

Equação 4 – Cálculo de AF – %tempo total.

$$AF = \frac{1}{1 - \%A_{total}}$$

Equação 5 – Cálculo de AF – %tempo de trabalho.

$$AF = 1 + \%A_{trabalho}$$

Dispondo do tempo normal (NT) e do fator de concessões (AF), pode-se proceder ao cálculo do tempo padrão (ST) com recurso à Equação 6.

Equação 6 – Expressão para determinar o tempo padrão.

$$ST = NT \times AF$$

4.2. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi abordado o estudo de tempos e métodos que consiste num conjunto de ferramentas que têm como objetivo o aumento da produtividade, através da eliminação de tempos improdutivo. Das várias ferramentas utilizadas, destaca-se o diagrama mão direita/mão esquerda pois foi uma das ferramentas aplicada na procura de novas e melhores formas de desempenhar algumas atividades. É importante também destacar que o estudo de tempos por cronometragem é atualmente o método utilizado para melhorar a produtividade na Grohe.

No próximo capítulo será apresentado parte do trabalho desenvolvido durante o estágio. Descrevem-se vários projetos realizados, indicando as várias etapas constituintes e as escolhas efetuadas.

5. ALTERAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM

Como já foi descrito anteriormente, a fábrica produz diferentes famílias de produtos. Das várias famílias apresentadas, foi proposto que fossem desenvolvidas novas soluções para linhas das seguintes famílias: (i) Cozinhas Mintas, (ii) Termostáticas, (iii) Cozinhas (altas e baixas) e (iv) Banheiras e Chuveiros. Neste capítulo pretende-se abordar o trabalho desenvolvido em prol da simplificação/otimização ergonómica das linhas de montagem especificadas.

Inicialmente é feita uma descrição de alguns aspetos que se pretendeu normalizar em todas as linhas, seguindo-se as apresentações individuais dos vários projetos referentes às diferentes famílias.

5.1. METODOLOGIA ADOTADA

Com vista a alcançar os objetivos propostos, foi necessário estabelecer um plano de ações e conseqüentemente os métodos que iriam ser aplicados.

Numa primeira fase de contacto com a organização, foi necessário um extenso trabalho de observação para conhecer e compreender a situação atual da empresa. Foram feitas visitas

aos vários departamentos, com especial incidência no departamento de montagem, e dentro do mesmo, nas linhas em que foi pedida a intervenção. Foram feitas também consultas de diversos documentos na intranet a fim de perceber se já existiam ações por parte da organização nesse sentido.

Terminada a fase de adaptação inicial, começaram-se a desenvolver os novos projetos das linhas de montagem. A fase de conceção dos novos postos de trabalho começou com uma análise do método utilizado, recorrendo para isso (e dependendo dos casos) ao método interrogativo, diagramas de mão direita/mão esquerda, opiniões dos principais intervenientes no processo e observação direta e registo.

Um dos principais objetivos foi normalizar as linhas de montagem. Com esta normalização pretendeu-se também que todas as linhas estejam preparadas para poder produzir qualquer produto da família de produtos onde a linha se insere. Para cada família, foi necessário proceder ao estudo de todos os produtos dessas mesmas famílias, bem como de todos os componentes que os constituem, pois só dessa forma se pode garantir que a nova bancada consegue albergar todos esses componentes. Ainda no âmbito desse estudo, teve de ser feita uma análise à forma de acondicionamento dos componentes quando entregues ao departamento de montagem, a fim de tentar perceber qual o espaço necessário para os acomodar na linha de montagem.

Findo este passo, e antes de começar a conceção dos novos postos de trabalho, recorreu-se à pesquisa bibliográfica relacionada com a Ergonomia e Antropometria para fixar alguns pressupostos para que as novas linhas conseguissem adaptar-se ao maior número possível de trabalhadores. A observação direta da atividade dos operadores na produção permitiu relacionar os conhecimentos teóricos com os práticos, desta forma aproveitando a realidade existente e compreendê-la, identificando os pontos fortes a serem mantidos e os pontos fracos a serem alterados.

Depois de reunida toda a informação, o próximo passo foi avaliar a forma pretendida para os componentes estarem dispostos na bancada. O objetivo nesta fase foi de tentar agilizar o mais possível o abastecimento, sem que isso interferisse de forma negativa com o normal funcionamento da linha de montagem.

Estando reunida toda a informação necessária, e com auxílio do *software* SolidWorks (DassaultSystemes, 2014), procedeu-se à realização do projeto. Esta ferramenta permitiu,

de uma forma muito aproximada à realidade, avaliar o aspeto final da bancada de trabalho, bem como prever aspetos técnicos de ferramentas e matérias que poderiam levar a atrasos na altura da construção da bancada. Num dos projetos (Termostáticas), dado a sua complexidade, a construção de um *mock-up* mostrou-se necessário para que assim fosse possível testar o seu funcionamento em operação.

Uma das situações que surge com frequência quando se pretende implementar algo novo é a resistência à mudança por parte dos principais intervenientes e colaboradores dos postos de trabalho. Na tentativa de mitigar este aspeto, foi realizado um esforço acrescido na recolha das opiniões dos colaboradores, tendo sido criados postos de recolha de opiniões escritas para alguns projetos (Figura 48), para que todos tivessem oportunidade de integrar o processo, independentemente do turno em que estariam a trabalhar, pois por vezes os colaboradores que estão no turno da noite não conseguem fazer-se ouvir, e por isso tendem a sentir-se de parte nas soluções encontradas. No Anexo D são apresentados os cartazes elaborados para os postos de recolha de opiniões, bem como o boletim criado para o efeito.



Figura 48 Posto de recolha de opiniões dos colaboradores.

Tendo o departamento da montagem uma secção designada por ferramentaria, equipada e preparada para construir novas bancadas, possibilitou o acompanhamento e colaboração no

processo de montagem de todas as bancadas que foram implementadas no decorrer deste estágio.

Estando a bancada pronta e aplicada na linha de montagem, o último (e não menos importante) passo foi intervir junto dos operadores para que as novas disposições dos componentes fossem respeitadas (passando assim a estar uniformizadas em todas as linhas da mesma família) e acompanhar a fase de adaptação para que a resistência inicial pudesse ser superada no menor espaço de tempo possível. Pontualmente surgiram situações que necessitaram de reajustes.

5.1.1. DIMENSIONAMENTO PADRÃO DAS LINHAS

Neste projeto dimensionaram-se seis postos de trabalho em quatro famílias distintas de linhas de montagem, sendo que cinco desses postos correspondem a bancadas de embalagem e um posto corresponde à primeira bancada, onde ocorre a maior parte da assemblagem da torneira. Todos estes postos têm em comum o facto de serem postos de trabalho em pé.

Os parâmetros definidos para cada posto relacionam-se com iluminação, alturas das rampas (onde são colocadas as caixas com os componentes), largura e profundidade do tampo, número máximo de rampas, local para rampa de escoamento (caixas vazias), local para quadro elétrico (apenas para o primeiro posto), local para interruptor e tomadas, local da informação relativa à disposição de componentes, tamanho e posição do quadro informativo, altura e forma da identificação das linhas, distâncias de alcance às caixas, posição para caixas com luvas e panos, posição e dimensão do suporte para a primeira peça.

Nesta fase foram seguidos os pressupostos apresentados por Melo (2009), com o intuito de analisar e uniformizar os postos de trabalho, bem como as condições de iluminação a que os operadores estão sujeitos. Com as alterações pretendeu-se também que os métodos de trabalho fossem especificados e ficassem descritos para que os operadores procedessem de forma semelhante, podendo assim a organização tirar vantagens desse aspeto caso pretenda mais tarde aplicar estudos de tempos ou obter tempos padrão das operações.

O abastecimento do material necessário às tarefas deve ser feito por detrás do posto de trabalho, através de rampas ou tubos, de modo a que durante o abastecimento não seja

perturbado o normal funcionamento da linha; contudo, serão discriminadas em cada projeto as opções tomadas.

Em relação à iluminação, uma vez que as linhas antigas já possuíam iluminação fluorescente, e tendo em conta as vantagens que estas trazem em relação às lâmpadas incandescentes, decidiu-se aproveitar as mesmas, fixando a sua altura a 1000 mm da bancada e com incidência direta em cima dos postos onde são feitas as principais operações de controlo e inspeção. Ao colocar-se a luz nesta posição, evita-se quer o encandeamento do operador, como as sombras na área de trabalho, garantindo-se assim que a intensidade da luz que incide sobre a bancada está dentro dos parâmetros definidos pela norma Grohe GSE-409.1.001, referida anteriormente (Grohe, 2000).

A altura da bancada ao chão foi outro aspeto que se pretendeu normalizar. De acordo com Grandjean (2004) “Em atividades manuais talvez seja necessário o devido espaço para recipientes, ferramentas e os bens do trabalho: a altura adequada seria 100 a 150 mm abaixo da altura do cotovelo”. É de salientar que dos cerca de 270 operadores que trabalham nas linhas de montagem apenas 3 (cerca de 1%) é do sexo masculino; por isso, o valor de referência considerado para dimensionar a bancada foi o obtido pelo estudo antropométrico da população portuguesa referente ao percentil 95º da população do sexo feminino, ou seja 1040 mm. Posto isto, a medida escolhida para a altura da bancada ao chão foi de 900 mm, podendo esta, em casos excecionais, variar entre os 850 mm e 900 mm.

Quando se inicia uma nova ordem de produção, a primeira peça é colocada num suporte na linha e aí permanece até se terminar a ordem. A posição onde era colocada essa peça estava geralmente fixada na parte posterior da bancada de embalagem, a uma altura média de 1550 mm (Figura 49).

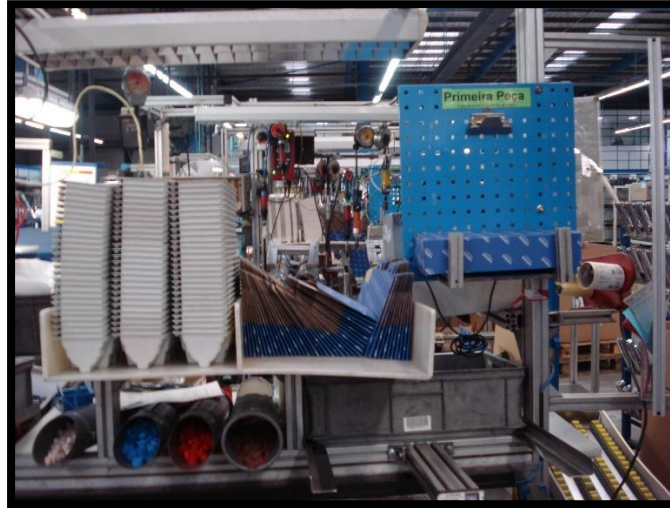


Figura 49 Foto do suporte da primeira peça antes de ser alterado.

Apesar de não estar propriamente acessível, trata-se de um suporte que apenas é acedido uma a duas vezes por turno, o que não é suficiente para poder ser considerado um esforço considerável. Contudo, e mesmo pelo aspeto estético da linha, o suporte da primeira peça foi passado para baixo do nível do tampo da bancada de embalagem e, em conjunto com as duas gavetas (que albergam panos e luvas limpos e sujos) e com um local para depósito do desenrolador de fita-cola, formaram um módulo que desde então é aplicado sempre na mesma posição em todas as bancadas de embalagem alteradas. Esta questão permitiu, mais uma vez, normalizar outro aspeto nas linhas, dando assim impressão de uma maior organização e um aspeto mais cuidado das linhas de montagem. A Figura 50 apresenta o módulo que integra as gavetas, o suporte da fita-cola e o suporte da primeira peça nas linhas alteradas.

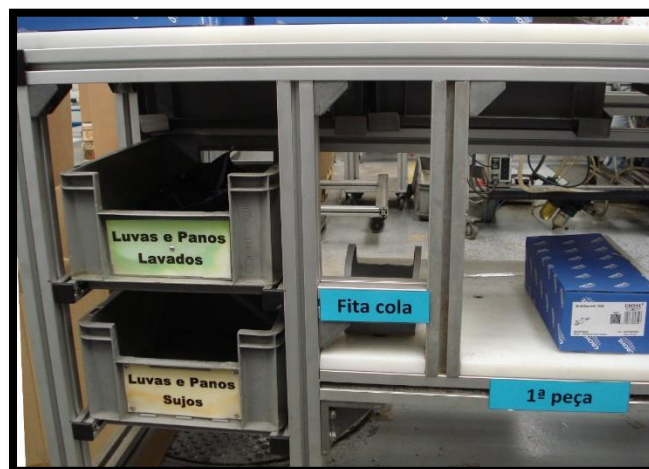


Figura 50 Módulo de gavetas, fita-cola e suporte da primeira peça.

Outro aspeto que se pretendeu normalizar foi a rampa de escoamento para caixas vazias. Desta forma, todas as linhas novas têm uma rampa de escoamento que transporta a caixa depois de vazia para a parte posterior da linha, podendo assim o operador, em pouco tempo, desfazer-se da caixa vazia e deixar a cheia acessível. A Figura 51 apresenta um exemplo de uma das rampas de escoamento.

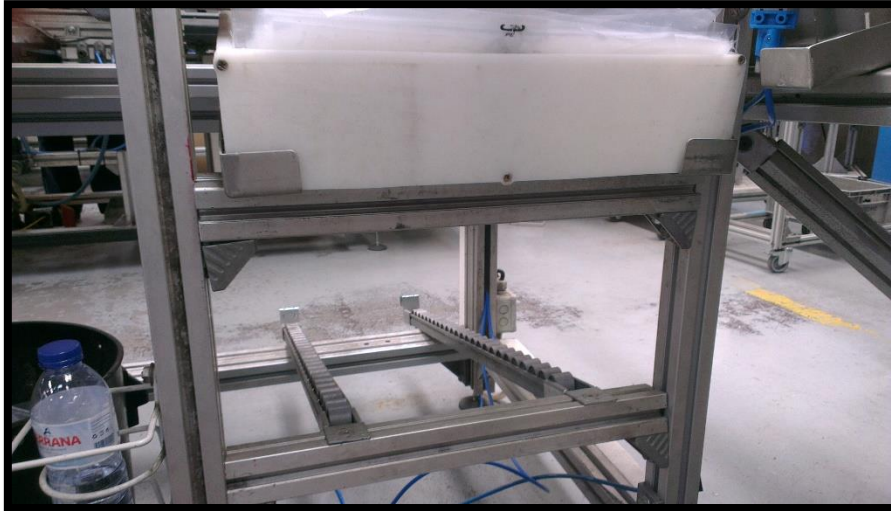


Figura 51 Rampa de escoamento da bancada de embalagem.

Por uma questão de organização, todas as linhas possuem a identificação com a respetiva cor que identifica essa família de linhas. Até à data, as identificações mais comuns utilizadas na montagem eram semelhantes às que estão apresentadas na Figura 52 (esquerda). Com a alteração das linhas, passaram-se a colocar as identificações num suporte triangular, permitindo assim que as identificações sejam vistas dos vários pontos do departamento (Figura 52 (direita)).



Figura 52 Identificação das linhas de montagem: antiga (esquerda) e nova (direita).

Como foi referido, todas as linhas possuem um quadro informativo que contém documentação de apoio à linha. Com as alterações efetuadas, uniformizou-se a altura e as dimensões dos quadros. A Figura 53 apresenta um exemplo de um quadro e respetiva documentação de apoio.



Figura 53 Quadro com a documentação de apoio à linha.

Por último, é de notar que este trabalho teve como objetivo tornar os postos de trabalho ergonómicos e que se consigam adaptar ao maior número de pessoas possível, sendo impossível afirmar que o posto satisfaz todos os colaboradores. Para as linhas desenvolvidas, o número de operários afetados nos três turnos com as alterações aplicadas até à data é de sessenta e nove, sendo seis (para linhas com 2 colaboradores por turno) ou nove (para linhas com 3 colaboradores por turno) por linha, uma vez que mesmo nas linhas em que só se alterou uma bancada é aplicado um critério de rotatividade diária do posto de trabalho.

5.1.2. ESTUDO DOS COMPONENTES




O estudo de componentes foi realizado para todas as famílias de linhas. Com este estudo verificavam-se que componentes eram utilizados na montagem de todos os modelos das torneiras da família de linhas em estudo para assim, na fase de projeto, garantir-se que a

nova linha estava apta para qualquer produto. O procedimento aplicado no estudo era comum a todos os projetos e tinha como principais ferramentas o sistema SAP (SAP, 2014b) e o manual que já se encontrava implementado no departamento de montagem denominado por “Manual de Atualização dos Dinâmicos” (Peixoto e Costa, 2012).

O *output* obtido com este procedimento era depois analisado em termos de componentes por produto, e usado para realizar os esquemas de Distribuição de Componentes também em anexo ao relatório, junto aos projetos de cada uma das linhas.

Importa também salientar que, juntamente com o estudo dos componentes, foi realizado um estudo dos recipientes onde normalmente estes vêm embalados, sendo que na grande maioria estão dispostos em caixas Grohe de duas dimensões distintas, ou em caixas de cartão de pequenas dimensões. A Tabela 9 apresenta as dimensões das caixas normalmente utilizadas para os componentes. É de notar que existem exceções em relação a componentes que vêm embalados em caixas de cartão do fornecedor mas, por norma, a dimensão das caixas é sempre aproximada às dimensões padrão de uma das outras caixas.

Tabela 9 Caixas utilizadas no acondicionamento de componentes e respetivas dimensões.

Denominação	Profundidade	Largura	Altura	Foto
Caixa Grohe Grande (CGG)	600 mm	400 mm	180 mm	
Caixa Grohe Pequena (CGP)	400 mm	300 mm	170 mm	
Caixa Cartão Pequena (CCP)	240 mm	120 mm	100 mm	

5.1.3. FASE DE PROJETO

Como já foi referido anteriormente, esta fase, também comum a todos os projetos, foi realizada com recurso ao *software* SolidWorks (DassaultSystemes, 2014) e com auxílio da

base de dados da Bosch Rexroth (Bosch, 2013), que coloca ao dispor grande parte dos componentes utilizados no desenvolvimento e montagem das linhas de produção. A Figura 54 mostra um exemplo de um dos projetos realizados para dimensionar uma das bancadas. Neste caso, e a título de exemplo, apresenta-se a bancada de embalagem das linhas Termostáticas. Em anexo a este relatório podem ser consultados todos os projetos realizados nas diferentes bancadas alteradas.

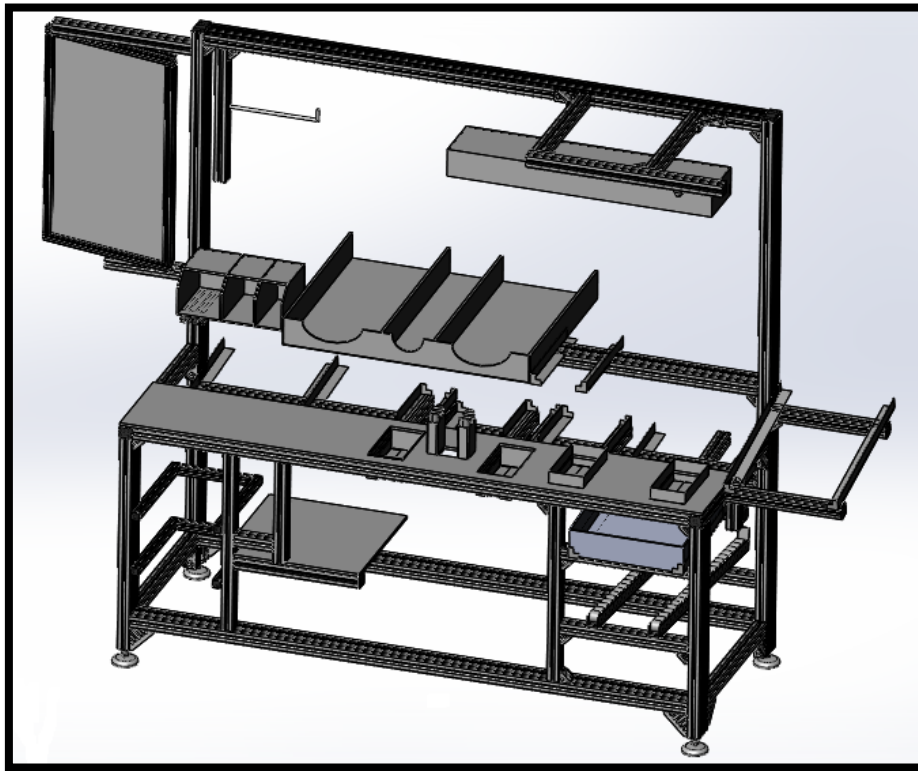


Figura 54 Projeto da bancada de embalagem da linha termostática.

5.2. PROJETO COZINHAS MINTAS

A família de linhas de montagem das Cozinhas Mintas é composta por duas linhas. O projeto de alteração destas linhas incidiu apenas sobre a bancada de embalagem.

5.2.1. SITUAÇÃO INICIAL

Este foi o primeiro projeto desenvolvido no âmbito do estágio. Após várias observações dos diferentes turnos e de diferentes produtos, concluiu-se que havia questões que necessitavam de intervenção. A primeira questão que rapidamente saltava à vista, é que a bancada não estava preparada para albergar todos os componentes necessários à montagem de alguns produtos mais complexos, sendo que estes, por vezes, eram amontoados na

bancada ou, em algumas situações extremas, transladados em pequenas quantidades para as caixas de outros, ficando a mesma caixa com mais do que um componente. Este procedimento conduzia a um método de trabalho não especificado e desorganizado, que se traduzia numa percentagem significativa de taxa de rejeição do produto final por aparecimento de produtos incompletos, sendo que para o ano de 2013 foi em média de 11%.

Outra questão que também se levantou foi referente ao tamanho do tampo da bancada. Este media 800 mm de profundidade, e a área livre para trabalho era cerca de 250 mm, sendo que os restantes 550 mm eram usados para pousar caixas de componentes, o que limitava demasiado o espaço de trabalho e manuseio para as caixas com o produto final. Uma vez que o primeiro nível de componentes se situava à altura do tampo, para agarrar estes componentes o operador necessitava de elevar a mão a cerca de 250 mm do tampo (altura da caixa mais espaço livre para agarrar o componente), o que fixava o segundo nível de componentes a uma altura de alcance de cerca de 500 mm no tampo. A Figura 55 apresenta o aspeto inicial da linha de montagem Cozinha Minta 1 antes da intervenção.



Figura 55 Cozinha Minta 1 antes das alterações.

Outra questão que se pode verificar através da Figura 55 é o facto de existirem dois tubos que albergavam dois componentes diferentes na linha. Os dois componentes em questão são o perno roscado (Figura 56 (esquerda)) e tampão de borracha (Figura 56 (direita)).

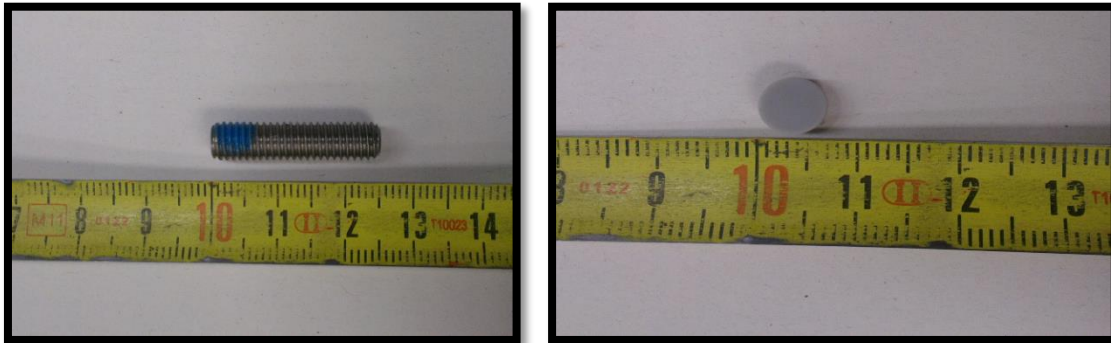


Figura 56 Perno roscado (esquerda) e tampão de borracha (direita).

5.2.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

O primeiro aspeto que se pretendeu normalizar foi em relação ao tamanho que a linha deveria ter para poder acomodar todos os componentes necessários a todos os produtos da família das Cozinhas Mintas. Decidiu-se então optar pela largura de 2000 mm de espaço livre entre os “pés” da bancada, tendo ficado a dimensão total de 2090 mm (pois o perfil de alumínio usado na construção das bancadas é de 45 mm de largura).

Em relação à profundidade do tampo, esta foi fixada em 350 mm, sendo que esta medida liberta espaço de manobra ao operador para poder manusear todos os tipos de embalagens usados naquela família de linhas e, ao mesmo tempo, permite deixar o primeiro nível de componentes a uma distância de alcance de 400 mm. Apesar de na situação ideal os componentes deverem estar a cerca de 300 mm, esta situação limitava mais uma vez a área de trabalho.

A diminuição da profundidade do tampo permitiu também que a posição dos componentes dispostos no primeiro nível da bancada ficasse à face da mesma. Com esta alteração, eliminou-se a necessidade que existia da mão ter de contornar a caixa para alcançar o componente, podendo agora alcançá-lo livremente. Simultaneamente, esta alteração permitiu que o segundo nível de componentes pudesse ser disposto cerca de 150 mm mais baixo, ou seja, a altura de alcance passou para cerca de 350 mm do tampo, o que se traduziu numa diminuição significativa do esforço ao longo do turno de trabalho.

Em relação aos componentes referidos na subseção anterior, que inicialmente estavam dispostos na bancada em tubos, adotou-se uma outra solução para os dispor na nova bancada de trabalho. A nova solução adotada teve dois objetivos principais: (i) suprimir a necessidade de transferência dos mesmos das caixas de cartão pequenas (forma como são fornecidos ao departamento) para os tubos e (ii) aproximar os componentes do operador e do sítio onde são aplicados.

A Figura 57 (esquerda) mostra a forma os componentes referidos estão dispostos no armazém dinâmico (e chegam à linha) assim como a solução encontrada para dispô-los na nova bancada de trabalho (Figura 57 (direita)). Atualmente o abastecimento destes dois componentes limita-se à troca de caixa cheia por caixa vazia.



Figura 57 Componentes dispostos no armazém dinâmico (esquerda) e dispostos na linha (direita).

O projeto realizado em SolidWorks, com o *layout* da nova bancada de embalagem e o esquema relativo à documentação que apresenta as posições dos componentes na linha podem ser consultados no Anexo E.

5.2.3. SITUAÇÃO FINAL

A Figura 58 apresenta a bancada de embalagem da linha CM01 após as alterações descritas na subseção anterior. É de salientar que foi aplicado um suporte à nova linha para conter a disposição dos componentes, de acordo com o produto que se pretende fabricar. Com esta medida, e como já foi referido, pretende-se uniformizar o método de trabalho, criando uma rotina definida para todos os operadores na esperança de ver reduzido o número de produtos rejeitados por falta de componentes na embalagem.



Figura 58 Cozinha Minta 1 depois das alterações.

5.2.4. VALIDAÇÃO DO PROJETO

Para validar o projeto foram pensados e postos em prática três métodos distintos, sendo que um deles é mais subjetivo (assenta na opinião dos colaboradores que costumam operar nestas linhas) e os outros dois mais objetivos. Um destes é através da aplicação de uma *Ergo check list* criada para o efeito e o outro método resulta da análise dos dados referentes ao número de produtos incompletos detetados após a mudança.

5.2.4.1. RECOLHA DE OPINIÕES DOS OPERADORES

Um dos métodos escolhidos para validação do projeto, como referido, assenta na opinião dos operadores da linha de produção. Apesar de ser um método subjetivo, não deve ser de todo descurado, uma vez que os operadores são os principais afetados com as alterações que se realizaram. Pretende-se então apurar o nível de satisfação dos operadores tendo como base de comparação a situação inicial em que a linha se encontrava.

Foi realizado um questionário anónimo (ver o questionário no Anexo F) aos colaboradores dos três turnos que operam nas linhas onde foram realizadas alterações. O número de questionários elaborados varia então consoante o número de linhas pertencentes à família de linhas onde se fez a alteração e consoante o número de operadores por turno que ocupam essas linhas.

No caso das Cozinhas Mintas existem duas linhas de produção onde trabalham dois colaboradores por turno, pelo que o número total de questionários realizados foi de doze, que corresponde ao número de colaboradores que trabalha nas linhas.

Em seguida são apresentadas duas figuras referentes aos gráficos obtidos com a avaliação dos colaboradores relativamente à situação inicial (Figura 59) e final (Figura 60) das bancadas de embalagem das linhas de montagem das Cozinhas Mintas.

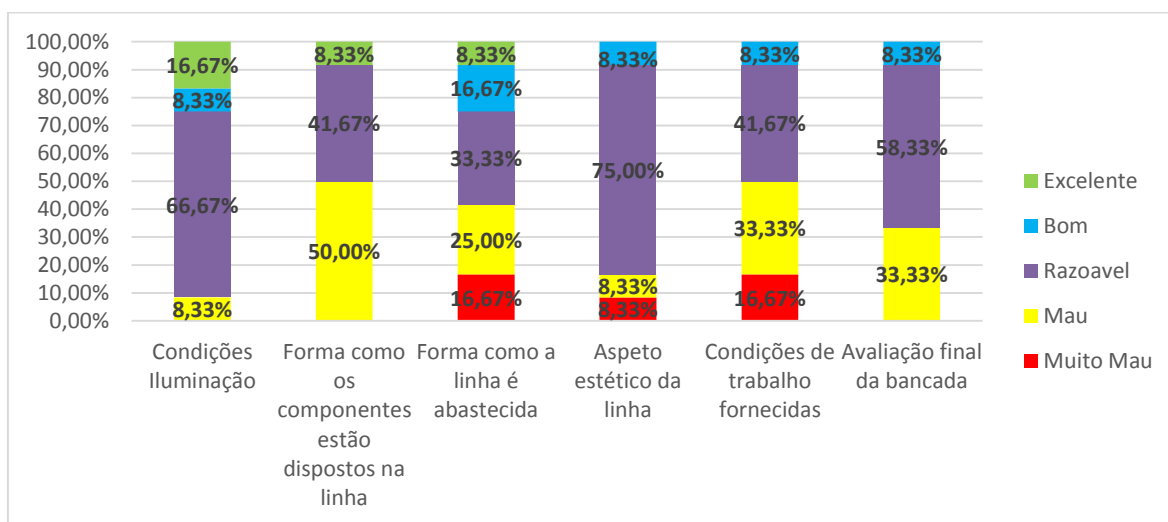


Figura 59 Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das Cozinhas Mintas antes das alterações.

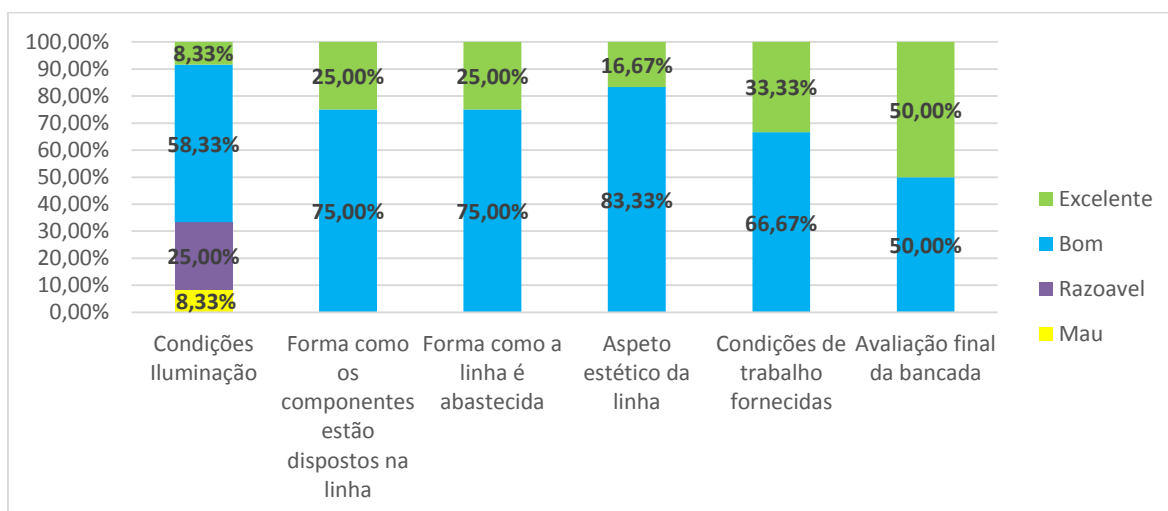


Figura 60 Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das Cozinhas Mintas após as alterações.

Em relação à última questão, que averigua a integração dos operadores nas alterações efetuadas, 100 % respondeu afirmativamente.

5.2.4.2. ERGO CHECK LIST

Foi proposto ao departamento da higiene e segurança, com colaboração do posto médico da Grohe Portugal, a criação de uma *check list* fundamentada nos princípios da ergonomia para poder ser aplicada às linhas de montagem. O objetivo desta iniciativa ter sido proposta a outro departamento era procurar a validação do projeto por parte de uma outra entidade externa à montagem e que lida diariamente com as influências que uma linha de montagem ergonomicamente incorreta tem para o colaborador.

A aplicação desta *Ergo check list* (como foi denominada) resulta numa classificação. No caso de esta ser positiva e favorável a linha é marcada com um autocolante que indica a data em que foi feita a vistoria e que a linha se encontra conforme. Em caso de a classificação ser negativa o procedimento repete-se, colocando a distinção com a data e a simbologia representativa da reprovação da linha de montagem e é estabelecido um prazo para corrigir a situação.

Infelizmente, e por estar dependente de outros departamentos, apenas na fase final do estágio ficaram especificados os princípios de funcionamento, bem como a *check list* final, pelo que até ao fim do estágio não foi possível aplicar este método no departamento de montagem. A *Ergo check list* pode ser consultada no Anexo L.

5.2.4.3. TAXA DE INCOMPLETOS

Foram analisados os valores relativos à falta de componentes nos produtos montados nas linhas CM01 e CM02 no período entre Fevereiro e Maio de 2014, com o objetivo de comparar com os valores obtidos em igual período do ano de 2013 e também nos últimos quatro meses de 2013. O objetivo da comparação foi apurar se a nova forma de disposição dos componentes na linha, bem como o esforço no sentido da uniformização da disposição e da documentação de apoio criada surtiu efeitos na diminuição desta taxa (taxa de incompletos). A tabela seguinte apresenta os valores obtidos nos diferentes períodos (antes e após a alteração).

Tabela 10 Resultados referentes à taxa de incompletos antes e depois das alterações.

Período	Produção (peças)	Taxa de incompletos	Incompletos (peças)
01/02/2013 a 31/05/2013	12941	10,3 %	1333
01/09/2013 a 31/12/2013	13272	10,6 %	1407
01/02/2014 a 31/05/2014	14984	6,4 %	959

O mês de Janeiro de 2014 não foi considerado pois foi a altura em que decorreram as alterações nestas linhas.

Como pode ser verificado através da análise da Tabela 10, a melhoria foi de 3,9% quando comparado com igual período em 2013 e foi na ordem dos 4,2% em relação aos 4 meses anteriores à alteração da bancada.

5.3. PROJETO TERMOSTÁTICAS

Em relação às linhas Termostáticas, foi proposto que se alterasse quer a primeira bancada, onde ocorre grande parte da montagem da torneira, quer a última, de embalagem. Para melhor se perceber as alterações efetuadas em cada uma das bancadas, os projetos foram divididos em duas subseções distintas, cada um referente a uma bancada diferente. Serão apresentadas primeiro as alterações relativas à bancada de embalagem, respeitando assim a ordem cronológica da realização dos projetos durante o estágio.

É de salientar que a família de linhas Termostáticas é uma das mais importantes de toda a fábrica, trabalhando quase sempre seis dias por semana. Para melhor se compreender a importância destas cinco linhas, e analisando o *output* mensal da fábrica para o mês de maio do presente ano, verifica-se que são responsáveis por 25,2% da faturação da mesma.

5.3.1. BANCADA DA EMBALAGEM

5.3.1.1. SITUAÇÃO INICIAL

Numa primeira fase de observações da bancada de embalagem, notou-se que poderia haver uma correção do método, em relação à forma como era realizada o conjunto de operações nesta bancada. Ao contrário das Cozinhas Mintas, nas Termostáticas existe uma série de

componentes que ainda são montados na torneira no posto de embalagem. De entre os componentes montados, destacam-se os dois crivos (Figura 61 (esquerda)), uma tampa de cor vermelha (Figura 61 (meio)) e outra de cor azul (Figura 61 (direita)), uma vez que são comuns a todos os produtos desta família de linhas.



Figura 61 Crivos (esquerda), tampa vermelha (meio) e tampa azul (direita).

Para melhor se perceber a forma como esta operação é efetuada, recorreu-se à realização de um diagrama mão direita/mão esquerda. A Figura 62 representa o diagrama referente à forma como eram realizadas as tarefas de montagem dos componentes supra mencionados.



Figura 62 Gráfico de duas mãos para a sequência de montagem dos crivos e tampas (antes da alteração).

Como se pode verificar pela análise do gráfico de duas mãos, ao longo da sequência de montagem a mão esquerda está a ser utilizada apenas para segurar a torneira enquanto a mão direita alcança e monta os componentes nesta. Tendo em conta que nesta altura do processo uma torneira termostática tem em média um peso de 1 kg, o esforço empregue na tarefa de suportar a torneira com uma mão durante cerca de 5 segundos, e repetido 300 vezes por turno, pode perfeitamente ser eliminado.

Outra questão que se pretendeu alterar foi a forma como estes componentes eram colocados na linha. Inicialmente os componentes eram colocados em tubos (Figura 63) que se prolongavam desde a parte posterior da linha até junto da operadora.

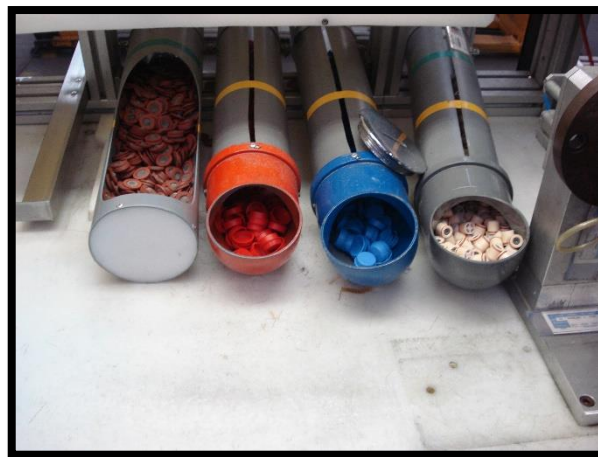


Figura 63 Tubos que albergavam os crivos, tampas e válvulas antirretorno.

O principal motivo para se pretender alterar os tubos prendeu-se com a questão do abastecimento dos mesmos não estar otimizado, demorando em média 31 segundos para cada componente. Em relação à capacidade dos tubos para os componentes que albergavam, apresentavam uma capacidade média de 750 peças, o que se traduzia numa autonomia de 2,5 turnos para as tampas vermelhas, tampas azuis e válvulas antirretorno e 1,25 turnos para os crivos (cada peça leva dois crivos). Outra questão relativa ao abastecimento é o facto de que este não era efetuado nas melhores condições para o abastecedor, uma vez que a parte posterior dos tubos não apresentava qualquer tipo de acabamento que facilitasse a sua tarefa, chegando mesmo a não estar normalizados de linha para linha, como se pode verificar pela Figura 64.



Figura 64 Exemplos de disposição dos tubos na TH03 (esquerda) e na TH02 (direita).

Além das características referidas, é também possível reparar que não existe nenhum tipo de suporte onde o abastecedor possa sustentar o peso da caixa com os componentes, enquanto abastece os tubos (Figura 65), tendo que pressionar a caixa contra a linha (e auxiliando com o joelho) para conseguir cumprir com a tarefa.



Figura 65 Abastecimento dos tubos nas linhas Termostáticas.

O último ponto que se pretendeu alterar foi a posição dos sacos plásticos na linha. Antes de ser embalado na caixa de cartão, cada produto é colocado dentro de um saco plástico, sendo que em média esta operação é repetida 300 vezes por turno. Até à data da alteração, existiam dois aspetos que se pretendeu mudar: (i) a posição dos sacos, uma vez que se encontravam a uma altura de 500 mm em relação à altura do tampo (cerca de 1400 mm em

relação ao chão) e (ii) o facto de apenas poderem ser abastecidos pelo interior da linha, o que provocava uma perturbação na rotina normal dos operadores quando era necessário abastecer os sacos plásticos. A Figura 66 apresenta a posição dos sacos plásticos na bancada de embalagem antes das alterações. É possível reparar que os sacos estavam por cima do suporte giratório onde é feita a montagem do manípulo na torneira, limpeza da mesma e colocação do saco plástico.



Figura 66 Posição dos sacos plásticos na antiga bancada.

A Figura 67 apresenta a linha TH02 antes das alterações, onde podem ser observados os vários aspetos referidos anteriormente.



Figura 67 Bancada de embalagem da linha termostática TH02 antes das alterações.

5.3.1.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Quando analisada a questão da operadora ter que suportar o peso da torneira com a mão esquerda enquanto termina a montagem da mesma, foi equacionada a possibilidade de criar um suporte onde ela pudesse pousar a torneira de modo a dividir as tarefas de montagem pelas duas mãos. A disposição do suporte em relação à bancada e aos componentes que iriam ser montados foi pensado para que os movimentos que a operadora fosse efetuar para terminar a montagem pudessem ser simétricos e em direções opostas, podendo assim ser minimizada a procura dos mesmos na bancada.

Com recurso ao *software* SolidWorks (DassaultSystemes, 2014), foram então projetados os suportes que se pretendia que cumprissem os seguintes requisitos: (i) capacidade de segurar todos os produtos da família de linhas das Termostáticas, (ii) conseguissem fixar o corpo na posição pretendida sem que fosse preciso despende tempo ou esforço com operações de encaixe e (iii) fossem robustos o suficiente para suportar a torneira mas, ao mesmo tempo, tivessem a proteção necessária para que não constituíssem perigo de danificar a torneira ou magoar os operadores.

A Figura 68 mostra os suportes criados para o efeito. Como se pode ver pelo projeto (Figura 68 (esquerda)), foram feitas furações para que pudesse ser aplicado um material de proteção Fibroflex (Fibro, 2014) para assim proteger a torneira contra pancadas indesejadas e a área superior do suporte (mais próxima da zona de trabalho da operadora) foi arredondada para evitar que possíveis pancadas com as mãos nos vértices do suporte resultassem em lesões. Na Figura 68 (direita) é possível ver o aspeto final do suporte já com o Fibroflex aplicado (Fibro, 2014). O projeto dos suportes pode ser consultado no Anexo G.

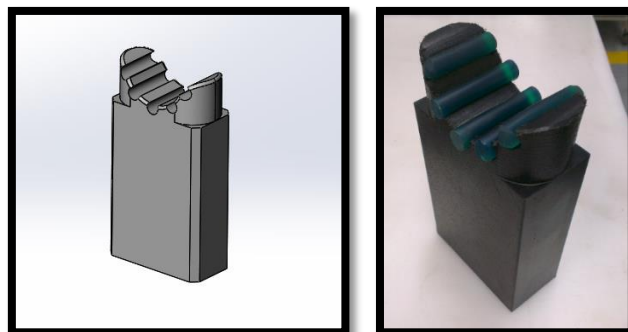


Figura 68 Suporte criado para a bancada de embalagem das linhas Termostáticas: projeto (esquerda) e suporte finalizado (direita).

Criados os suportes, o novo método de trabalho idealizado dispensa que o operador utilize a mão esquerda apenas como suporte, e possa começar a realizar as tarefas com ambas as mãos. A Figura 69 apresenta o gráfico de duas mãos representativo do novo método de trabalho proposto para a sequência de tarefas de colocar os crivos e as tampas.

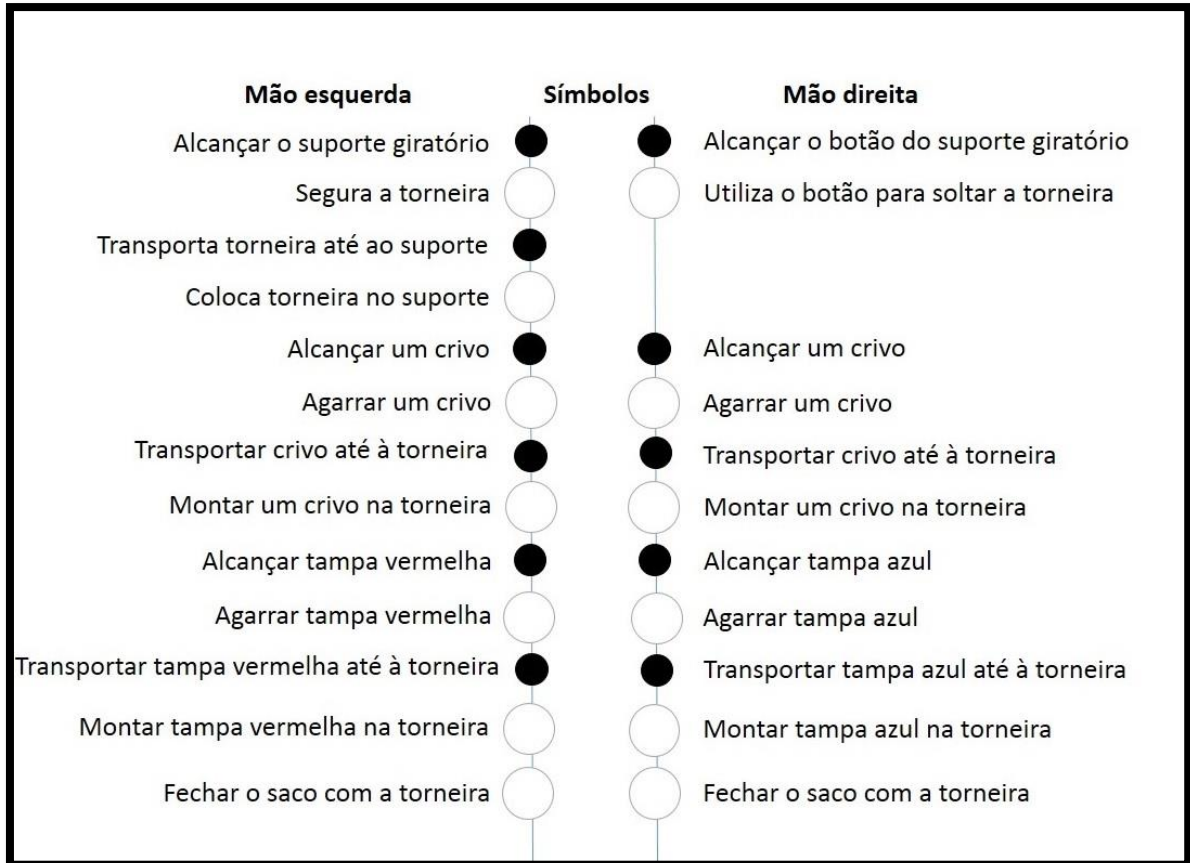


Figura 69 Gráfico de duas mãos para a sequência de montagem dos crivos e tampas (após alterações).

Para implementar este método eram necessárias alterações na disposição dos componentes. Como é possível verificar na Figura 63, a disposição dos componentes não era indicada para que o trabalho fosse realizado com as duas mãos e de forma simétrica. Posto isto, foram consideradas duas soluções alternativas para esta situação:

1. Manter os tubos, alterando a sua posição na bancada de trabalho e desenvolvendo um sistema que facilitasse o seu correto abastecimento.
2. Eliminar os tubos, pensando numa alternativa que melhorasse o tempo de abastecimento dos componentes.

Optou-se pelo ponto dois, uma vez que dada a dimensão dos componentes era perfeitamente viável colocá-los em recipientes mais pequenos que permitissem um abastecimento rápido. Adicionalmente, uma vez que um tubo não permitia que fossem usadas as duas mãos em simultâneo para agarrar a peça, teria de ser criado um segundo tubo para os crivos. Em alternativa, pensou-se em usar as já anteriormente referidas CCP para albergar os crivos e as tampas. Desta forma, foi possível dispor os componentes numa área circundante dos suportes. A tabela seguinte (Tabela 11) apresenta as capacidades das caixas para cada um dos componentes em questão.

Tabela 11 Capacidade dos componentes nas CCP.

Componente	Capacidade
Crivo	1000
Tampa azul	325
Tampa vermelha	325

Para que o normal funcionamento da linha não fosse afetado quando o abastecedor precisasse de encher a caixa, foi criado espaço para que cada linha tivesse duas caixas de cada componente; desta forma o abastecedor poderia levar a caixa vazia trocando por uma cheia enquanto os operadores utilizavam a outra. A Figura 70 apresenta o aspeto final da zona de colocação dos crivos e tampas.



Figura 70 Posto de colocação dos crivos e tampas.

Como se pode ver na figura anterior, cada componente tem imediatamente atrás a segunda caixa; desta forma rapidamente pode ser trocada uma caixa pela outra e prosseguir a montagem. Este princípio foi ainda aplicado a dois outros componentes (válvulas antirretorno e parafusos) uma vez que também se encontravam em tubos e assim normalizou-se a disposição de todos os componentes na bancada.

Outra questão referida anteriormente, e que se pretendia alterar, era referente à posição dos sacos plásticos na linha e a forma como os mesmos eram abastecidos. A solução pensada para este caso passou por passar os sacos para baixo do nível da bancada, ficando o seu suporte a 800 mm do chão, o que diminui o esforço (principalmente ao nível do ombro) para conseguir alcançá-los. Em relação ao abastecimento, o novo suporte para os sacos funciona sobre o sistema de gaveta, o que permite ao abastecedor puxar a gaveta pela parte posterior da linha, abastecer os sacos e voltar a colocar a gaveta no sítio, sem perturbar o trabalho do operador. A Figura 71 (esquerda) mostra o processo de abastecimento atual dos sacos plásticos e a Figura 71 (direita) mostra a posição dos sacos perante o operador.



Figura 71 Abastecimento dos sacos plásticos (esquerda) e posição dos sacos na linha (direita).

No Anexo G pode ser consultado o projeto realizado em SolidWorks, com o *layout* da nova bancada de embalagem. Pode ainda ser visualizado no mesmo anexo o esquema relativo à documentação que apresenta as posições dos componentes na linha.

5.3.1.3. SITUAÇÃO FINAL

A Figura 72 apresenta a nova bancada de embalagem desenvolvida para as linhas Termostáticas. À semelhança de todos os projetos, esta bancada encontra-se adaptada para produzir qualquer produto das linhas Termostáticas. Apesar de isso ainda não acontecer na atualidade, por existirem incompatibilidades em algumas ferramentas no primeiro posto que variam de linha para linha, foi deixada já na linha a documentação referente aos componentes que constituem cada um dos produtos, bem como qual a posição que deveriam ocupar na nova bancada, para que assim este aspeto ficasse normalizado em todas as linhas.



Figura 72 Bancada da embalagem das linhas Termostáticas após alteração.

5.3.1.4. VALIDAÇÃO DO PROJETO

Para validar o projeto, foram pensados e postos em prática três métodos distintos. Os dois primeiros já foram referidos e são semelhantes aos usados nas linhas Cozinhos Mintas. O terceiro método aqui aplicado é relativo ao abastecimento das linhas, uma vez que era uma tarefa que se encontrava longe de estar otimizada e um dos objetivos principais do projeto foi obter melhorias neste aspeto. Como foi referido anteriormente, a Ergo *check list* não ficou terminada a tempo de poder ser integrada no relatório.

5.3.1.4.1. RECOLHA DE OPINIÕES DOS OPERADORES

À semelhança do que ocorreu com o projeto anterior, foram realizados questionários aos colaboradores das linhas Termostáticas com o intuito de sondar a sua opinião sobre as alterações efetuadas na bancada de embalagem das linhas Termostáticas. O questionário usado foi semelhante ao utilizado anteriormente (apresentado no Anexo F).

O número de colaboradores sondados foi de 30, mas apenas se obtiveram 23 participações no inquérito, pelo que os resultados são baseados nas 23 participações que se obtiveram.

Em seguida são apresentadas duas figuras referentes aos gráficos obtidos com a avaliação dos colaboradores relativamente à situação inicial (Figura 73) e final (Figura 74) das bancadas de embalagem das linhas de montagem Termostáticas.

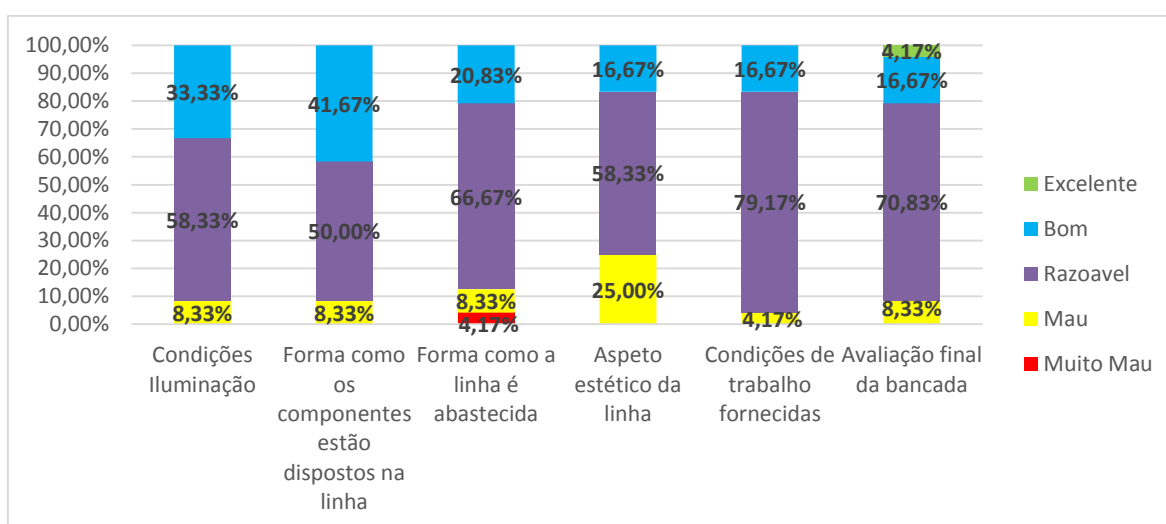


Figura 73 Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas Termostáticas antes das alterações.

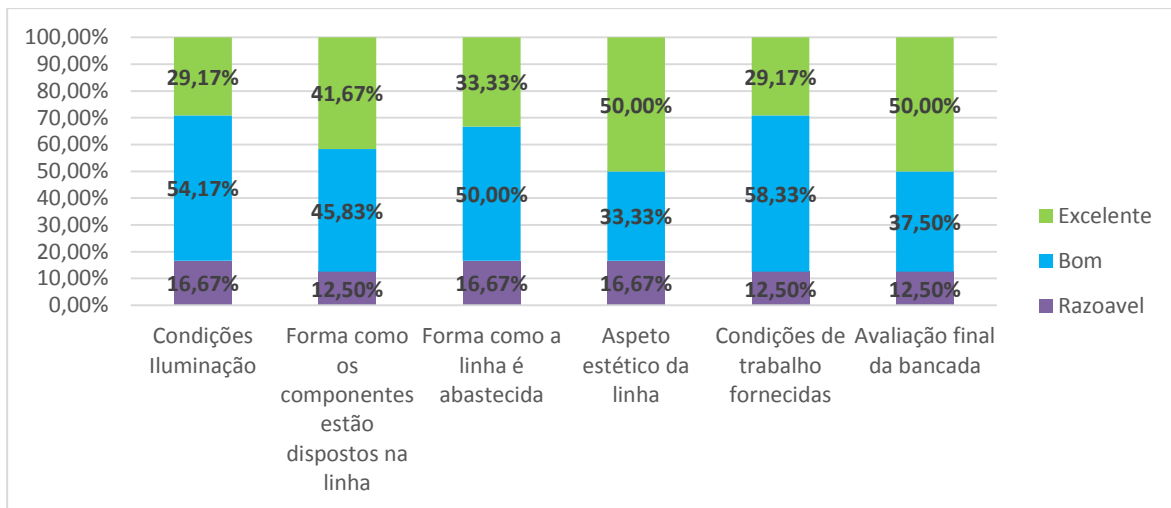


Figura 74 Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas Termostáticas após as alterações.

Em relação à questão sobre a integração dos colaboradores no processo de mudança, obteve-se uma resposta negativa, que se traduz numa percentagem de $\approx 4,35\%$, sendo que as restantes 22 respostas foram afirmativas ($\approx 95,65\%$).

5.3.1.4.2. ABASTECIMENTO

Foram medidos os tempos relativos ao abastecimento dos componentes nos tubos, sendo que a média das medições efetuadas indica que para abastecer um tubo o abastecedor leva 31 segundos a fazê-lo. Com o novo sistema das caixas o abastecedor levou em média 4 segundos para pegar na caixa vazia, enchê-la e colocá-la no sítio. Na prática o abastecedor necessita de encher as duas caixas para completar a capacidade de um tubo, o que traduzido em tempo significa 8 segundos de abastecimento (divididos em dois abastecimentos de 4 segundos).

Em termos práticos, faz parte da rotina do abastecedor, apesar de os tubos terem capacidade para aguentar dois turnos, passar uma vez por turno e encher todos os tubos, o que perfazia um tempo de 31 segundos por cada um dos 4 tubos em cada uma das 5 linhas, ou seja, 620 segundos no total para abastecer os tubos (não foram considerados os tempos de deslocação). Com o novo sistema de disposição dos componentes o abastecedor demora um total de 160 segundos, o que significa uma diminuição de 460 segundos na sua rotina de abastecimento.

5.3.2. PRIMEIRA BANCADA

Como já referido, é na primeira bancada que ocorrem a grande maioria das operações de montagem de componentes na torneira e, por consequência, onde estão presentes a grande maioria das ferramentas. Em comparação com a bancada de embalagem, que apenas necessita de uma aparafusadora pneumática, a primeira bancada necessita entre 5 e 8 aparafusadoras (dependendo do produto), o que se traduz numa elevada quantidade de ferramentas no mesmo posto. Além das ferramentas, a bancada necessita de acomodar diversos componentes.

5.3.2.1. SITUAÇÃO INICIAL

Em relação à situação inicial da bancada, como se pode verificar na Figura 75, a maior parte dos componentes estão dispostos em tubos, à semelhança do que acontecia na bancada de embalagem, verificando-se exatamente a mesma situação que se verificava na bancada de embalagem em relação ao abastecimento (Figura 65).



Figura 75 Bancada inicial do primeiro posto da linha termostática TH01.

Outra questão que se verificava é que para alguns produtos não existia espaço para a colocação de todos os componentes, pelo que por vezes tinham de se colocar caixas de cartão pequenas pousadas na bancada para colmatar essa lacuna.

5.3.2.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Em primeiro lugar foram detetadas duas tarefas que, pela forma como eram realizadas, apresentavam riscos para a saúde das operadoras. A primeira tarefa é relativa à colocação do cartucho termostático no corpo da torneira. A colocação deste componente era feita manualmente e com recurso à aplicação de alguma pressão sobre o topo do mesmo contra o corpo da torneira. Sendo esta uma tarefa que tinha de ser repetida para todos os produtos (numa média de 300 repetições por turno) causava desconforto, fadiga e, por vezes, dor aos operadores. Na Figura 76 (esquerda) é apresentado o cartucho termostático e na Figura 76 (direita) pode-se ver a operadora a colocar um desses cartuchos manualmente.

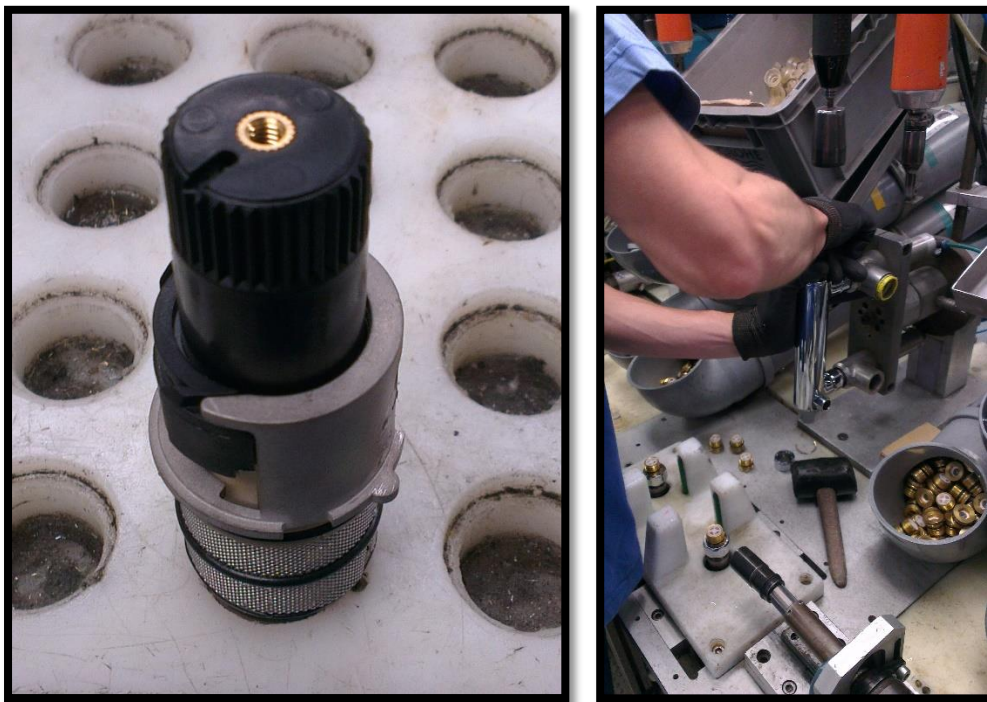


Figura 76 Cartucho termostático (esquerda) e colocação manual do mesmo (direita).

A segunda tarefa é relativa à colocação de outro componente no produto nesse mesmo posto. O segundo componente em questão é denominado por manga batente e é colocado na extremidade oposta do cartucho termostático para suportar o manípulo da torneira. Até à data da alteração, este componente era colocado com recurso a uma pancada no componente, usando para tal um maço de borracha. A Figura 77 (esquerda) mostra a manga batente e na Figura 77 (direita) pode-se ver como se realizava a colocação da mesma.



Figura 77 Manga batente (esquerda) e colocação manual da mesma (direita).

Foi pensado num sistema que fosse capaz de colocar estes dois componentes na posição correta sem que o operador necessitasse de efetuar qualquer tipo de esforço. Foi então projetado um protótipo que exercia a pressão necessária para montar os componentes através de um cilindro pneumático. O maior desafio prendeu-se com o facto de ambos os componentes terem uma posição específica para serem colocados, pelo que a ferramenta desenvolvida tinha de ter guiamento para que ambos os componentes entrassem de forma correta.

A ferramenta desenvolvida para ser aplicada no cilindro e colocar os componentes é apresentada na Figura 78, onde é possível ver o funcionamento da ferramenta de colocação do cartucho e da manga batente. No Anexo H é possível observar com maior detalhe o projeto da ferramenta criada para a colocação destes componentes.

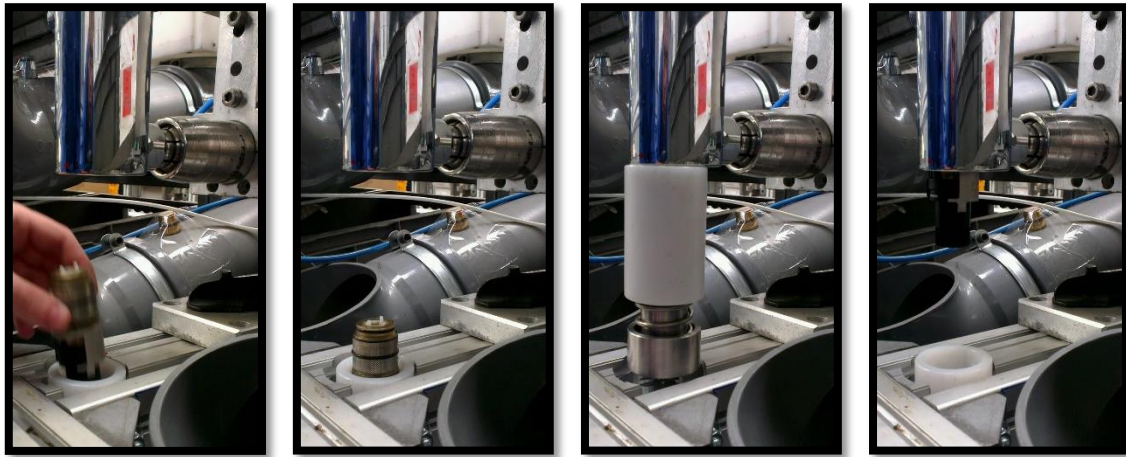


Figura 78 Funcionamento da primeira solução desenvolvida para colocação do cartucho e manga batente.

Este sistema foi aplicado numa linha, ficando à experiência durante duas semanas. Após este período, chegou-se à conclusão que apesar de funcional não era robusto o suficiente. Com as colocações sucessivas de peças, ou com os ajustes das guias quando se mudava de produto, por vezes a peça não ficava perfeitamente alinhada, sendo que a partir daí danificava os cartuchos termostáticos. Decidiu-se abandonar esta solução e partir para outra que não necessitasse de qualquer ajuste independentemente do produto. A solução encontrada passou por desenvolver uma ferramenta que fizesse de “batente”, exercendo assim a força necessária para colocar ambos os componentes no sítio, mais uma vez com recurso a um cilindro pneumático, mas desta vez associado a um braço pantógrafo. A maior diferença entre esta solução e a anterior é que esta solução necessita que o guiamento das peças seja feito pelo operador, evitando assim qualquer tipo de *setup* ou alteração de ferramentas quando se troca de produto. A Figura 79 apresenta a segunda solução encontrada para colocar o cartucho e a manga batente, solução que se adotou e se encontra atualmente em funcionamento.

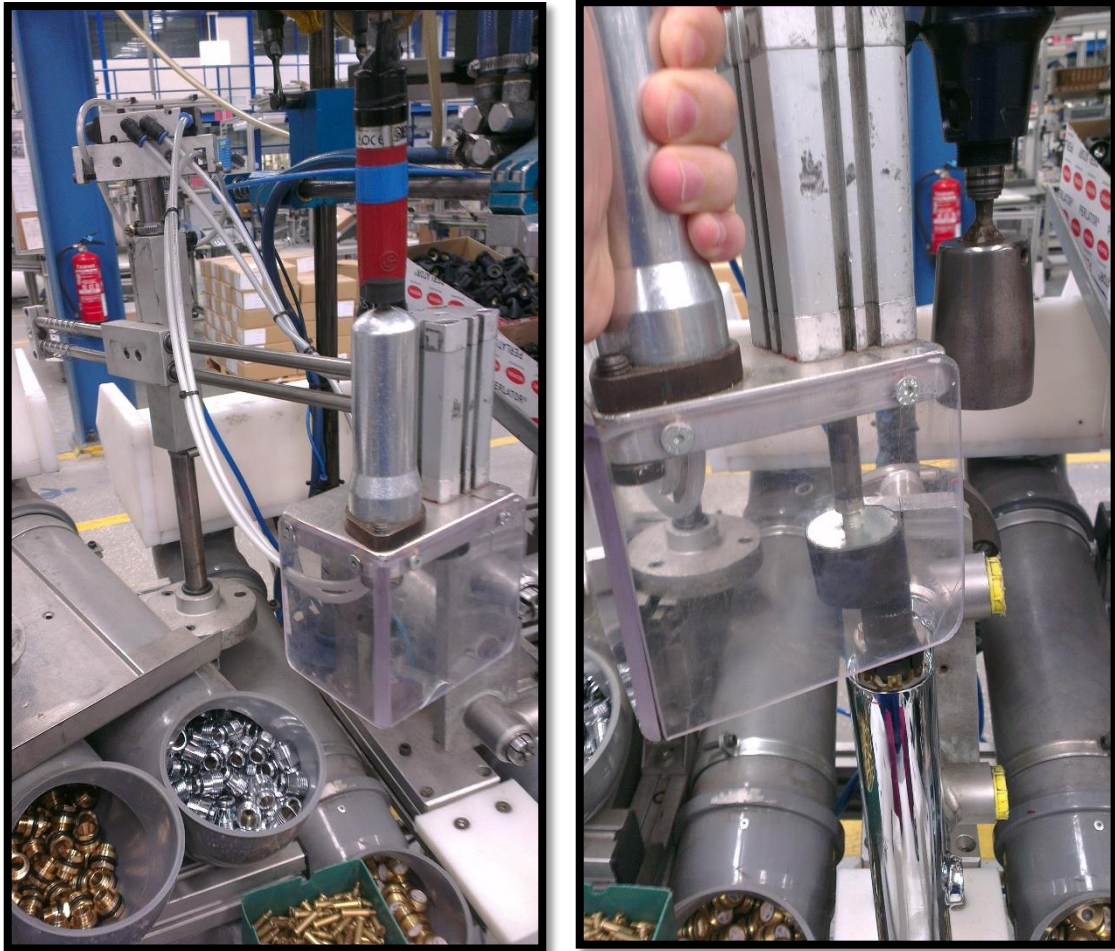


Figura 79 Solução adotada para colocar o cartucho termostático (esquerda) e respetivo modo de funcionamento (direita).

Em relação à forma como os componentes iriam ser dispostos na nova bancada de trabalho, pretendia-se diminuir o número de componentes que eram colocados em tubos, diminuindo assim o tempo de abastecimento da linha. Para auxiliar o desenvolvimento da bancada, uma vez que esta apresenta um grau mais elevado de complexidade face às bancadas de embalagem, foi desenvolvido um *mock-up* com cartão e fita adesiva (Figura 80).



Figura 80 *Mock up* da primeira bancada criado a partir de cartão e fita adesiva.

Com este modelo podem-se simular, em conjunto com os operadores, posturas de trabalho e alcances em relação aos componentes, bem como experimentar várias alternativas de posicionamento de componentes. Dos vários ensaios realizados no modelo surgiu a versão final da distribuição dos componentes na nova bancada.

Com esta nova bancada foram criados três novos espaços para CGP, o que permitiu acabar com a necessidade de passar os componentes para os tubos plásticos e, por consequência, reduzir o tempo de abastecimento da bancada. Os restantes cinco componentes permaneceram nos tubos, pois se fossem também mantidos em caixas não iriam ficar dentro do alcance do operador.

Como referido anteriormente, o abastecimento dos tubos não se encontrava otimizado, sendo que sempre que possível retiraram-se os tubos das linhas. Neste projeto, em que permaneceu a necessidade de manter os tubos na bancada, foi pensada uma solução que permitisse reduzir o tempo de abastecimento dos tubos e também eliminar o facto de o abastecedor ter de suportar a caixa dos componentes enquanto abastece os tubos. A solução encontrada passou por projetar uma espécie de depósito que permita ao abastecedor verter a caixa dos componentes de uma só vez para o depósito, apenas necessitando depois de

direcionar os componentes para os respectivos tubos. A Figura 81 apresenta a solução aplicada à linha.



Figura 81 Depósitos para abastecimento dos tubos.

Pode-se ver na Figura 82 o novo método de abastecimento. Na Figura 82 (esquerda) vê-se o abastecedor a despejar uma caixa de casquilhos no depósito. Uma vez que o depósito é comum a quatro tubos que albergam quatro componentes diferentes, antes de despejar a caixa o abastecedor deve levantar a tampa que corresponde ao componente que pretende abastecer (identificado por uma etiqueta também visível na figura). Terminado este passo, direciona os componentes que ficaram no depósito para o respetivo tubo (Figura 82 (direita)), deixando os restantes três tapados para que não ocorra mistura de componentes.

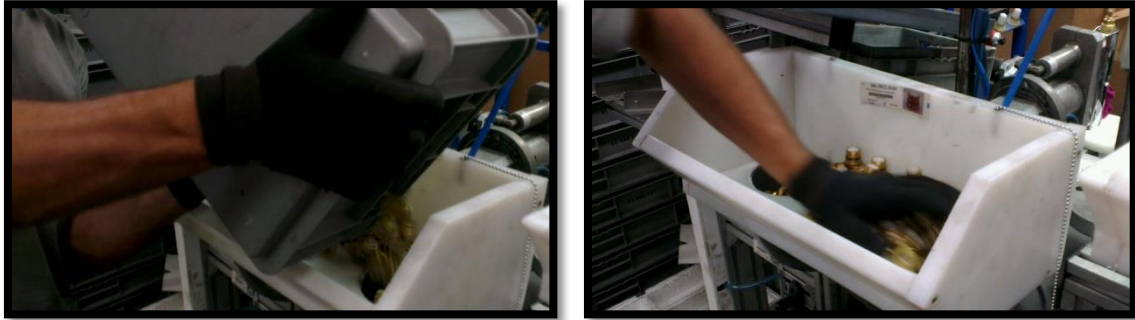


Figura 82 Novo método de abastecimento dos tubos: despejar caixa do componente no depósito (esquerda) e direcionar componente para o tubo respectivo (direita).

Pode ser consultado no Anexo H o projeto em SolidWorks da bancada, bem como os esquemas relativos às ferramentas que foram desenvolvidas para a colocação do cartucho e da manga batente.

5.3.2.3. SITUAÇÃO FINAL

A Figura 83 mostra a nova bancada desenvolvida para o primeiro posto das linhas Termostáticas. É possível verificar, como foi descrito anteriormente, os espaços criados para colocar os componentes que foram retirados dos tubos. Foi também eliminado o excesso de tempo, uma vez que as torneiras apenas são pousadas nos suportes existentes para o efeito.



Figura 83 Bancada do primeiro posto da linha termostática TH01.

5.3.2.4. VALIDAÇÃO DO PROJETO

5.3.2.4.1. RECOLHA DE OPINIÕES DOS OPERADORES

Após a implementação desta linha, deu-se prioridade à réplica de outros projetos que já tinham sido implementados (bancada de embalagem das linhas Termostáticas), pelo que antes de terminar o estágio apenas ficou alterada uma bancada do primeiro posto. Assim apenas se tem uma amostra de seis colaboradores que foram diretamente afetados pelas alterações, ou seja, dois por turno. Dos seis colaboradores questionados todos se mostraram disponíveis para participar no inquérito. A Figura 84 e a Figura 85 apresentam os gráficos relativos à avaliação pelos colaboradores da antiga e da nova bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas.

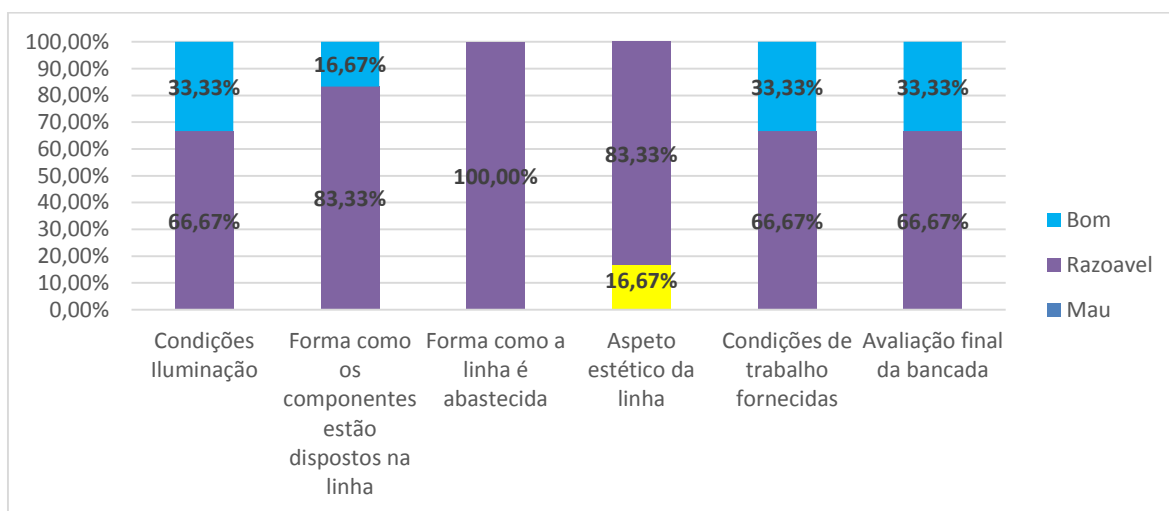


Figura 84 Resultados da avaliação pelos colaboradores da bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas antes das alterações.

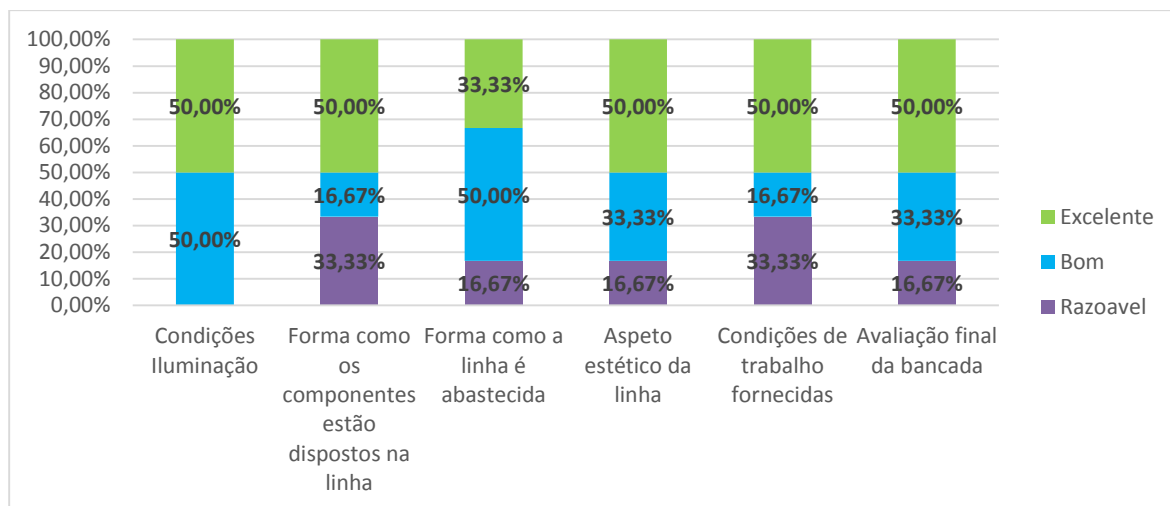


Figura 85 Resultados da avaliação pelos colaboradores da bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas após as alterações.

Em relação à questão número três, todos os colaboradores responderam afirmativamente.

5.3.2.4.2. ABASTECIMENTO

Em comparação com a bancada inicial, como referido, conseguiu-se reduzir em três o número de componentes que estavam dispostos em tubos. Desta forma eliminou-se o tempo associado ao seu enchimento, que era em média de 31 segundos por tubo (como já apresentado anteriormente), passando esta ação a traduzir-se por colocar a caixa na linha (tempo associado de 2 segundos), o que se traduz numa poupança de 29 segundos por tubo, ou seja, 87 segundos por linha.

Em relação aos tubos que permaneceram na linha, com os novos depósitos criados o tempo médio de abastecimento dos tubos é de 19 segundos, permitindo assim poupar 12 segundos por tubo. Esta poupança traduz-se atualmente num total de 72 segundos por bancada e por turno, uma vez que os tubos são enchidos uma vez. Assim que todas as linhas tiverem sido alteradas a poupança de tempo passará a ser 360 segundos no total da rotina do abastecedor para estas bancadas.

5.4. PROJETO COZINHAS

As linhas de produção das Cozinhas estão divididas em duas secções diferentes, a saber: (i) Cozinhas altas (CZ04 e CZ05) e (ii) Cozinhas baixas (CZ01, CZ02 e CZ03). As denominações de Cozinhas altas e Cozinhas baixas devem-se às características do produto

aqui fabricado, mais concretamente ao tipo de bicas utilizado na torneira. A Figura 86 apresenta dois exemplos de torneiras de cozinha onde se pode verificar à esquerda um exemplo de uma torneira de cozinha alta e à direita um exemplo de um produto de uma cozinha baixa.



Figura 86 Exemplo de torneira de cozinha alta (esquerda) e de uma cozinha baixa (direita).

O projeto desenvolvido para estas linhas incidu apenas sobre a bancada de embalagem. Apesar de serem diferentes para as duas secções, as alterações são mínimas e apenas se refletem ao nível da quantidade de componentes que cada uma alberga. A forma como foram tratados os dois projetos foi muito semelhante.

5.4.1. SITUAÇÃO INICIAL

À semelhança do que acontecia nas Cozinhas Mintas, quer as linhas das Cozinhas altas como as das Cozinhas baixas não se encontravam normalizadas entre si, sendo que entre linhas diferentes (da mesma secção) existiam diferenças em relação ao tamanho da bancada e ao número de componentes que a linha suportava.

Durante a observação e abordagem dos operadores, os principais problemas que saltaram à vista prendiam-se com a questão da linha não conseguir suportar todos os componentes necessários para os vários produtos ali produzidos, acontecendo em alguns casos (mais uma vez à semelhança das Cozinhas Mintas) ser necessário colocar mais do que um componente na mesma caixa, e a altura a que estavam dispostos os componentes em relação à altura do tampo.

A Figura 87 mostra a bancada de embalagem da linha de montagem CZ03 antes das alterações e a Figura 88 apresenta a bancada de embalagem da linha de montagem CZ05, também antes das alterações.



Figura 87 Bancada de embalagem da linha de montagem CZ03 antes das alterações.



Figura 88 Bancada de embalagem da linha de montagem CZ05 antes das alterações.

Como é possível verificar pelas figuras apresentadas anteriormente (Figura 87 e Figura 88), ambas as bancadas apresentam várias caixas plásticas dispostas junto ao suporte. Essas caixas são utilizadas para colocar componentes de pequenas dimensões, semelhantes aos componentes mostrados na Figura 56. Outra característica que se pode verificar nestas linhas é que os suportes variam conforme a torneira que se está a produzir, sendo que durante o *setup* da linha estes suportes são substituídos. Os suportes encontram-se aplicados numa placa de alumínio (Figura 89) cujas dimensões já se encontravam

normalizadas (300 mm por 500 mm). Posto isto, o tampo teve de ser recortado, permitindo a fácil substituição dos suportes.

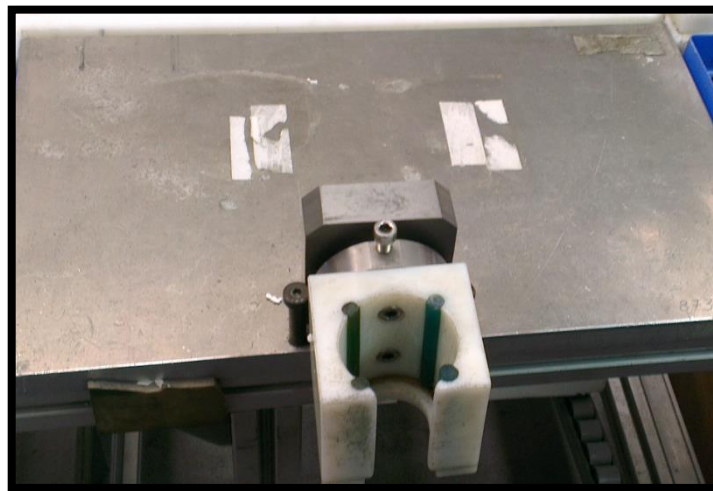


Figura 89 Exemplo de suporte usado na bancada de embalagem das linhas de Cozinhos.

O número de componentes de pequenas dimensões que se encontravam em caixas de plástico pousadas no tampo é de três para o caso das Cozinhos altas e quatro para as Cozinhos baixas.

5.4.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Em termos de alternativas consideradas, e após se verificar que o projeto das Cozinhos Mintas tinha tido boa aceitação por parte dos colaboradores, as novas bancadas de embalagem das Cozinhos altas e baixas foram desenvolvidas partindo dos mesmos princípios, já referidos na subsecção 5.2.2 (referente ao projeto das Cozinhos Mintas), divergindo apenas na solução adotada para os componentes de pequenas dimensões.

Uma vez que a bancada de embalagem das Cozinhos necessita de ter um espaço recortado no tampo para se aplicar o suporte, e esse mesmo suporte vai ocupar uma área de 300 mm por 500 mm, se se fossem dispor os componentes em CCP, à semelhança do que aconteceu nas Cozinhos Mintas, aquele posto de montagem iria ficar demasiado extenso (largura total de 500 mm + 3×125 mm para o caso das Cozinhos altas e 500 mm + 4×125 mm para o caso das Cozinhos baixas). Por este motivo optou-se por deixar os componentes em caixas mais pequenas, uniformizando apenas o tipo de caixas a usar nas linhas. Com o uso destas caixas conseguiu-se manter os componentes próximos da operadora e da sua área de

aplicação. A Figura 90 apresenta o exemplo de *layout* dos componentes dispostos nestas novas caixas para o caso da CZ03.

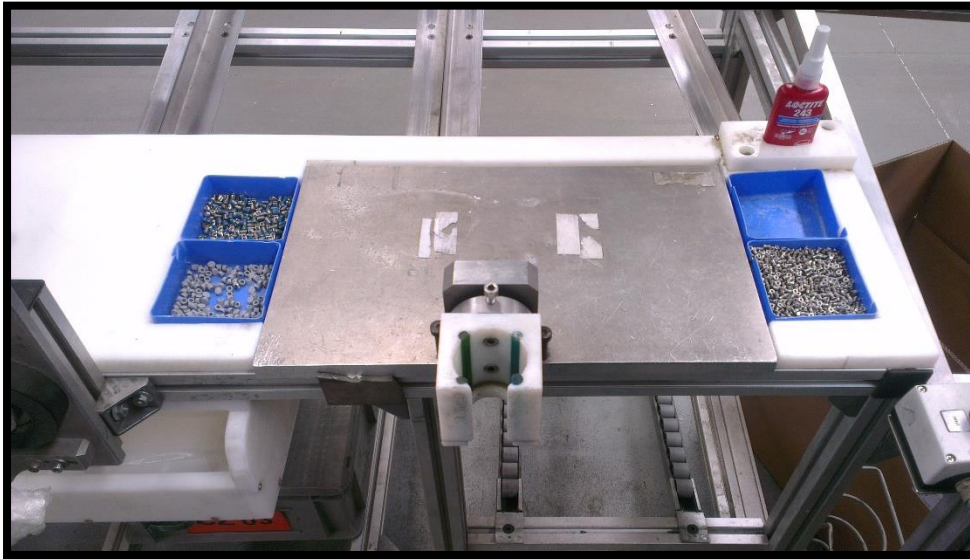


Figura 90 Suporte e componentes da bancada de embalagem da CZ03.

Os projetos em SolidWorks relativos às novas bancadas de embalagem das Cozinhas altas e das Cozinhas baixas podem ser consultados no Anexo I.

5.4.3. SITUAÇÃO FINAL

A Figura 91 e a Figura 92 apresentam o aspeto final da bancada de embalagem das Cozinhas altas (CZ05) e das Cozinhas baixas (CZ03), respetivamente.



Figura 91 Bancada de embalagem da linha CZ05 depois das alterações.



Figura 92 Bancada de embalagem da linha CZ03 depois das alterações.

5.4.4. VALIDAÇÃO DO PROJETO

5.4.4.1. RECOLHA DE OPINIÕES DOS OPERADORES

As linhas da família das Cozinhas não têm colaboradores fixos, sendo que eles vão alternando os postos de trabalho entre as várias Cozinhas e, por vezes, entre outras linhas de famílias de produtos diferentes. Posto isto, procurou-se obter a opinião dos colaboradores que habitualmente trabalham nestes postos, sendo que o número de colaboradores inquiridos foi de 12, obtendo-se um total de 10 participações.

A Figura 93 e a Figura 94 apresentam os resultados obtidos relativos à opinião dos colaboradores em relação à antiga e à nova bancada de embalagem das linhas das Cozinhas.

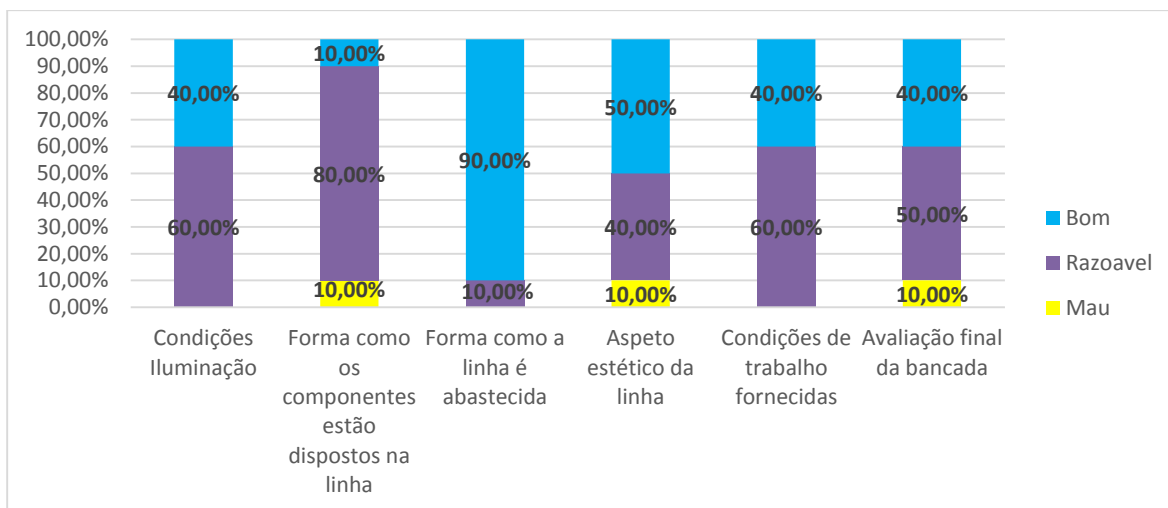


Figura 93 Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas das Cozinhas antes das alterações.

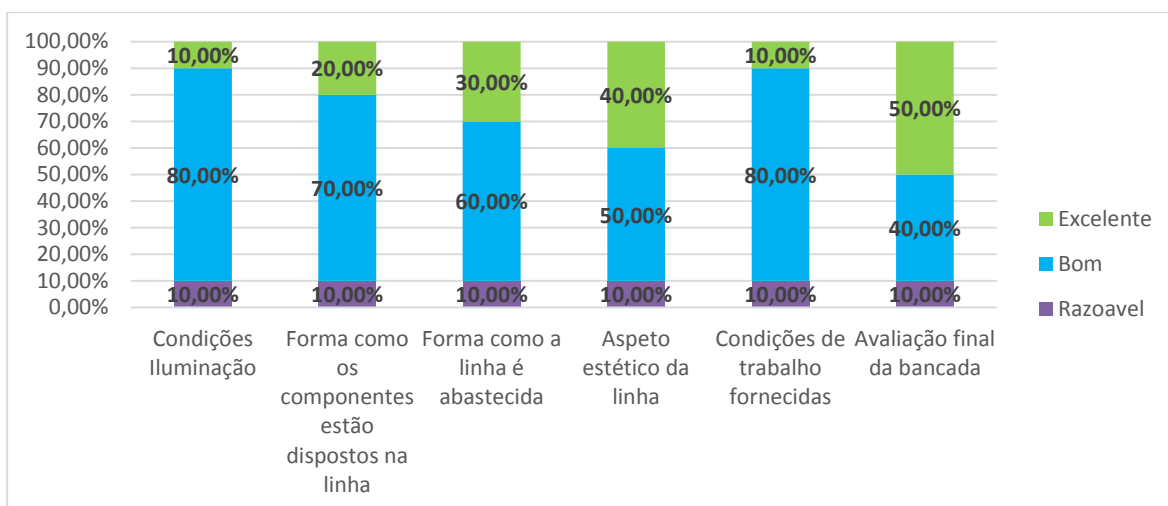


Figura 94 Resultados da avaliação pelos colaboradores das bancadas de embalagem das linhas das Cozinhas após as alterações.

Em relação à última questão, 100 % dos colaboradores afirmou que se sentiu integrado no processo de recolha de dados.

5.4.4.2. TAXA DE INCOMPLETOS

Uma vez que as alterações destas linhas foram executadas durante o mês de abril, apenas foram usados valores referentes ao mês de maio de 2014 para validar o projeto. Só foi possível fazer esta comparação para o projeto da bancada do posto de montagem CZ03, uma vez que relativamente à bancada do posto de montagem CZ05 não existem valores referentes a essa linha (apenas existem valores relativos ao conjunto das Cozinhas altas

(CZ04 e CZ05) e deste conjunto apenas foi alterada uma bancada). A Tabela 12 apresenta os valores obtidos nos diferentes períodos (antes e após a alteração).

Tabela 12 Resultados referentes à taxa de incompletos antes e depois das alterações – posto de montagem CZ03.

Período	Taxa de incompletos
01/05/2013 a 31/05/2013	2,2%
01/05/2014 a 31/05/2014	0 %

Como pode ser verificado através da análise da Tabela 12, quando comparado com igual período em 2013, no presente ano não foram encontrados defeitos referentes a produtos incompletos. Também não foi possível contabilizar estes dados em termos de número de torneiras porque apenas se dispõe do valor total de produção do conjunto das Cozinhas baixas.

5.5. PROJETO BANHEIRAS E CHUVEIROS

O projeto desenvolvido para estas linhas apenas incidiu sobre a bancada de embalagem. Como já foi referido, a família das Banheiras e Chuveiros é constituída por quatro linhas. Estas linhas têm a particularidade que todas as operações de montagem da torneira são realizadas no primeiro posto e na bancada de testes, sendo que a bancada de embalagem apenas se destina ao embalamento do produto.

5.5.1. SITUAÇÃO INICIAL

Em relação ao projeto das Banheiras e Chuveiros, a bancada de embalagem não tinha capacidade nem sítio definido para colocar todos os componentes necessários à produção de alguns produtos mais complexos. A outra questão que se verificava nesta bancada, e à semelhança de todos os projetos anteriores, era relativa à altura dos componentes.

A Figura 95 mostra a bancada de embalagem da linha BC01 antes de ser alterada.



Figura 95 Bancada inicial de embalagem da linha das Banheiras e Chuveiros – BC01.

5.5.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

De todos os projetos desenvolvidos, este foi o menos complexo, visto que na bancada de embalagem desta família de linhas apenas é realizado o embalamento da torneira, sendo que todas as montagens são terminadas no posto anterior. Posto isto, este projeto resumiu-se ao estudo dos componentes e da sua disposição na nova bancada, uma vez que todos os outros critérios de construção da bancada se mantiveram de acordo com os padrões estabelecidos. No Anexo J pode ser consultado o projeto em SolidWorks e a documentação relativa à linha das Banheiras e Chuveiros.

5.5.3. SITUAÇÃO FINAL

A Figura 96 mostra a bancada de embalagem da linha BC01 após as alterações. À semelhança de todas as outras bancadas de embalagem, foi feita a documentação que define o sítio onde cada componente deve ser colocado, dependendo do produto.



Figura 96 Bancada final de embalagem das linhas das Banheiras e Chuveiros – BC01.

5.5.4. VALIDAÇÃO DO PROJETO

Uma vez que este foi o último projeto a ser realizado, foi colocado em funcionamento já no início do mês de maio, não existem ainda dados suficientes para poder validar o projeto de uma forma objetiva. Posto isto, apenas vão ser apresentados os resultados relativos à opinião dos operadores. Mais uma vez, importa referir que não foi possível obter a *Ergo check list* a tempo de a poder aplicar na linha.

5.5.5. RECOLHA DE OPINIÕES DOS OPERADORES

Para as linhas das Banheiras e Chuveiros foram distribuídos inquéritos a 9 colaboradores que habitualmente operam nesta linha de montagem, tendo-se obtido um total de 5 participações. Em relação à opinião dos colaboradores que participaram no questionário obtiveram-se os gráficos apresentados na Figura 97 e na Figura 98.

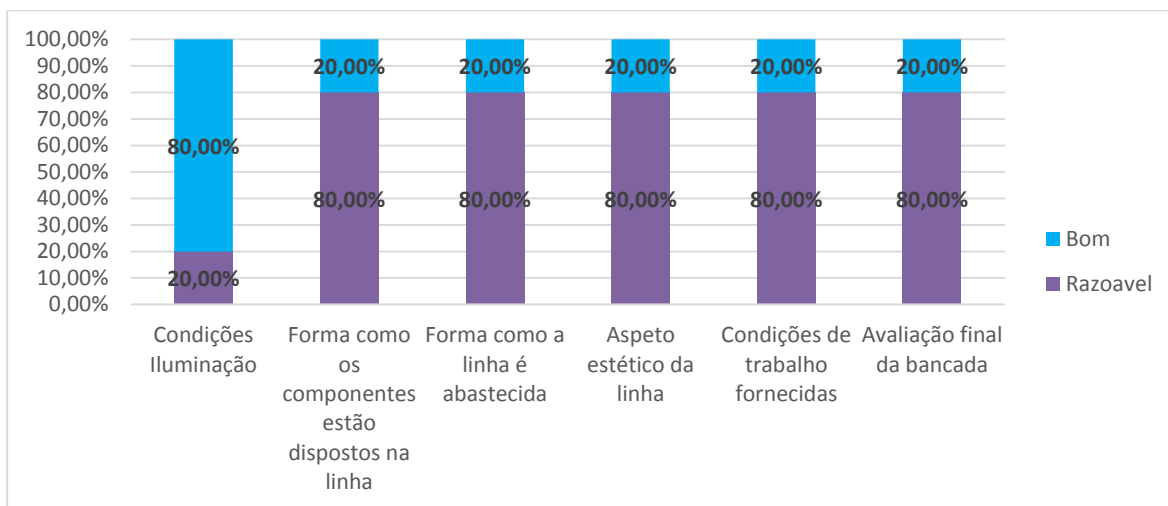


Figura 97 Resultados da avaliação pelos colaboradores da bancada de embalagem das linhas BC antes das alterações.

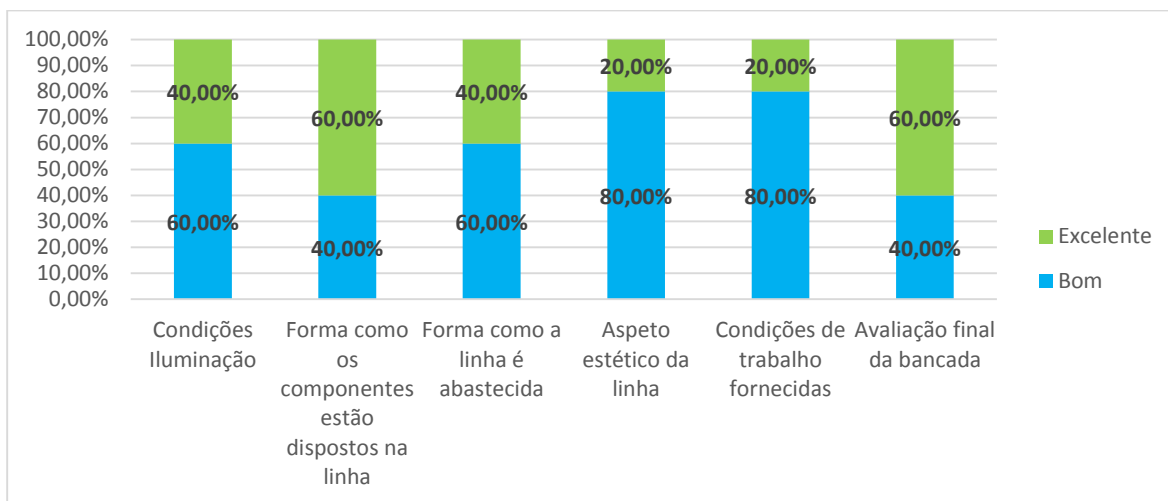


Figura 98 Resultados da avaliação pelos colaboradores de bancada da embalagem das linhas BC após as alterações.

Em relação à última questão, 100% dos colaboradores responderam afirmativamente.

5.6. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste presente capítulo foram abordados os vários projetos desenvolvidos no âmbito do tema central deste estágio. De uma forma geral, o *feedback* obtido por parte dos operadores na fase de investigação constituiu uma ferramenta importante para o sucesso dos projetos. É também de salientar, que uma das maiores barreiras sentidas durante o estágio, e apesar da integração dos colaboradores nos projetos, verificou-se na altura da implementação.

Como era de esperar, ocorreu uma resistência à mudança e à adaptação aos novos métodos de trabalho e à nova disposição dos componentes nas bancadas de trabalho.

A fase de validação do projeto também constituiu um desafio, uma vez que nem sempre se conseguiu quantificar da melhor forma as melhorias em aspetos ergonómicos, pois o impacto que estas melhorias têm no operador não se conseguem quantificar no imediato. Desta forma, procurou-se em cada projeto alcançar outros tipos de melhorias, que pudessem ser quantificadas e resultar num ganho imediato, como foi o caso da redução do tempo de abastecimento e da diminuição da taxa de peças incompletas.

No capítulo seguinte é apesentado um projeto denominado “Caminhada da segurança e ambiente” que foi desenvolvido em paralelo com o estágio.

6. CAMINHADA DA SEGURANÇA E AMBIENTE

Este capítulo destina-se a apresentar um projeto denominado caminhada da segurança e ambiente, implementado no departamento de montagem em paralelo com a realização dos projetos já apresentados. Pretende-se também apresentar qual o objetivo do projeto e os moldes em que se pretende aplicar.

6.1. CONCEITO E OBJETIVO

O conceito da caminhada da segurança e ambiente já existia na Grohe Portugal numa secção que está responsável pelo projeto e fabrico das ferramentas, comumente designada por “Ferramentaria”.

A caminhada da segurança e ambiente, na prática, consiste numa caminhada pelo departamento onde devem ser identificadas, anotadas e fotografadas todas as situações que possam constituir na prática: (i) oportunidades de melhoria no departamento, (ii) situações de não conformidade com os regulamentos ou que possam pôr em risco a saúde e segurança dos colaboradores, (iii) situações de falta de manutenção ou limpeza e (iv) falta de identificação e organização de zonas, equipamentos e ferramentas.

Dado o tamanho do departamento de montagem, para implementar esta nova prática o departamento foi dividido em duas zonas distintas (ver Anexo K) que seriam auditadas de forma intercalada à segunda-feira, ou seja, cada zona era auditada quinzenalmente. Desta auditoria deveriam resultar uma série de itens, que posteriormente eram organizados num ficheiro Excel, juntamente com uma hiper ligação para a respetiva fotografia, onde eram também definidos os seguintes aspetos: *(i)* data limite para resolução do problema, *(ii)* ação que deveria ser levada a cabo para a resolução do problema e *(iii)* o responsável por solucionar o problema. Foi ainda criado um outro documento, denominado por “folha de encargo”, que tem como objetivo formalizar a passagem de informação ao responsável por resolver o caso. No Anexo K pode ser consultada também a restante documentação criada que se encontra descrita anteriormente.

Por último, importa salientar que à semelhança do que acontece na ferramentaria, pretende-se que a equipa que realiza a caminhada da segurança e ambiente seja rotativa e sempre composta no mínimo por três elementos *(i)* uma chefia do departamento de montagem, *(ii)* um operador ou afinador e *(iii)* alguém externo ao departamento. Ao incluir estas três pessoas estão-se a diversificar as opiniões obtidas, quer por quem está acostumado ao departamento, quer por quem não o conhece tão bem e não tem ideias pré formatadas sobre o mesmo, ao mesmo tempo que se garante que todos os colaboradores da Grohe Portugal podem contribuir para a melhoria deste departamento de montagem.

6.2. 1ª CAMINHADA DA SEGURANÇA E AMBIENTE

Após validado o conceito por parte da chefia, foi realizada a primeira caminhada da segurança onde foram identificados 58 itens que se enquadravam nas situações descritas anteriormente. A Figura 99 apresenta alguns exemplos de situações identificadas.

GROHE		Montagem - CAMINHADA SEGURANÇA E AMBIENTE							
Iti	Data	Facto	Causa	Ação	Res	Prazo	Estad	Lir	
28	09-05-2014	Fuga de agua - CTHXL	Desleixo - Falta de manutenção	Verificar motivo e resolver		02-06-2014	DO	*	
29	09-05-2014	Zona perigosa com água e material cablagem eléctrica CTHXL	Negligência	Alterar disposição		02-06-2014	DO	*	
30	09-05-2014	Bancada cartucho desorganizada e em sitio não apropriado	Desleixo	Criar local e identificar		26-05-2014	DO	*	
31	09-05-2014	Aspirador Th's em local não identificado	Desleixo	Criar local e identificar		26-05-2014	DO	*	
32	09-05-2014	Carros ferramentas TH's desorganizados e sujos	Desleixo	Organizar ferramenta e limpar carros		09-06-2014	DO	*	

Figura 99 Exemplos de situações identificadas na primeira caminhada da segurança e ambiente.

O item 32 é um exemplo de desorganização num dos carrinhos onde são colocadas as ferramentas, neste caso para o chuveiro auto 1000. Este tipo de situação leva a que em caso de *setup*, o afinador tenha de perder mais tempo à procura das ferramentas do que perderia se o carro estivesse organizado corretamente. A Figura 100 apresenta duas fotos relacionadas com o item 32.



Figura 100 Registo fotográfico relacionado com o item 32.

6.3. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Estando esta iniciativa numa fase de arranque, e dada a carga de trabalho a que os colaboradores do departamento estão sujeitos, tornou-se complicado atribuir as tarefas de modo a conseguir resolver-se todos os itens que se identificaram, estando até à data cerca de vinte resolvidos.

O capítulo seguinte destina-se à conclusão do trabalho. É reservado para análise e discussão de resultados, considerações finais do trabalho e ainda propostas de melhoria futuras.

7. CONCLUSÕES

Neste sétimo e último capítulo pretende-se fazer um balanço entre o trabalho proposto e os resultados obtidos com os projetos implementados. São também aqui referidas quais as principais dificuldades sentidas ao longo do projeto, bem como algumas propostas para trabalhos futuros ainda no âmbito da ergonomia na Grohe Portugal.

7.1. CONCLUSÕES DOS PROJETOS REALIZADOS

O objetivo principal do estágio, de otimizar e simplificar ergonomicamente as linhas de montagem, foi bem-sucedido. Contudo, importa salientar que dada a dimensão da fábrica e a diversidade de famílias, ainda existem muitas linhas a necessitar de intervenção.

Partindo para uma análise mais individualizada dos vários projetos, passa-se então a resumir as conclusões por projeto desenvolvido.

7.1.1. PROJETO COZINHAS MINTAS

Em relação ao projeto das Cozinhas Mintas, o primeiro projeto realizado no âmbito do estágio curricular, os resultados obtidos foram bastante satisfatórios.

Em primeiro lugar, conseguiu-se uniformizar as duas linhas pertencentes a esta família, estando neste momento as duas exatamente iguais e aptas para produzir todos os produtos

pertencentes a esta família. De igual forma, conseguiu-se definir um método de funcionamento específico para cada produto, normalizando assim os aspetos relativos à disposição e organização dos componentes na linha. Com a formação dos colaboradores e a sua adoção do método proposto evitou-se a perda de tempo desnecessária que os operadores tinham quando mudavam de turno ao pôr a bancada da forma que mais lhes convinha. Com esta definição e organização conseguiu-se uma melhoria significativa na taxa de produtos incompletos (produto final embalado com componentes em falta) que tinha como principal causa de ocorrência o facto de os componentes não terem sítio definido para serem colocados e, por vezes, a mesma posição na linha servir para albergar componentes diferentes. Entre 1 de fevereiro de 2014 e 31 de maio de 2014 a taxa de incompletos foi de 6,4%, ou seja, menos 3,9% que em igual período do ano de 2013 e menos 4,2% que nos últimos 4 meses de 2013.

Aliado a isto, também houve uma melhoria na disposição dos componentes, tendo por exemplo o segundo nível de componentes (que antes se encontravam a cerca de 500 mm do tampo da bancada) passado para 350 mm, reduzindo assim o esforço repetido que os operadores tinham que fazer para alcançar estes componentes. Como forma de avaliar estas alterações, os colaboradores foram questionados tendo-se obtido para este projeto as opiniões apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 Opiniões dos operadores relativamente à antiga bancada de embalagem das Cozinhas Mintas.

Contagem de Opinião	Rótulos de Coluna					Total Geral
Rótulos de Linha	Muito Mau	Mau	Razoavel	Bom	Excelente	Total Geral
Condições Iluminação		8,33%	66,67%	8,33%	16,67%	100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha		50,00%	41,67%		8,33%	100,00%
Forma como a linha é abastecida	16,67%	25,00%	33,33%	16,67%	8,33%	100,00%
Aspeto estético da linha	8,33%	8,33%	75,00%	8,33%		100,00%
Condições de trabalho fornecidas	16,67%	33,33%	41,67%	8,33%		100,00%
Avaliação final da bancada		33,33%	58,33%	8,33%		100,00%
Total Geral		6,94%	26,39%	52,78%	8,33%	100,00%

Como se pode verificar pela análise desta tabela, a resposta obtida com maior frequência foi “Razoável” seguindo-se a classificação “Mau”.

Em relação à mesma bancada, após as alterações efetuadas os resultados obtidos através do questionário realizado foram mais positivos. Como se pode ver pela Tabela 14, a grande maioria das respostas foram no sentido de classificar os vários itens da bancada com

“Bom”, seguindo-se a resposta “Excelente”, sendo que os únicos itens que tiveram cotação mais negativa foram relativos às condições de iluminação.

Tabela 14 Opiniões dos operadores relativamente à nova bancada de embalagem das Cozinhas Mintas.

Contagem de Opinião	Rótulos de Coluna				
Rótulos de Linha	Mau	Razoavel	Bom	Excelente	Total Geral
Condições Iluminação	8,33%	25,00%	58,33%	8,33%	100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha			75,00%	25,00%	100,00%
Forma como a linha é abastecida			75,00%	25,00%	100,00%
Aspetto estético da linha			83,33%	16,67%	100,00%
Condições de trabalho fornecidas			66,67%	33,33%	100,00%
Avaliação final da bancada			50,00%	50,00%	100,00%
Total Geral	1,39%	4,17%	68,06%	26,39%	100,00%

7.1.2. PROJETO TERMOSTÁTICAS

O projeto das linhas Termostáticas constituiu o maior desafio do estágio, dada a complexidade do primeiro posto e o número de componentes e de tarefas que eram realizados em ambos.

Após a alteração das bancadas, pode-se concluir que o projeto foi bem-sucedido, tendo-se alcançado melhorias tanto ao nível do abastecimento, como ao nível do esforço utilizado para proceder à montagem da torneira. Ao eliminar os tubos presentes na bancada de embalagem, conseguiu-se reduzir o tempo total de abastecimento das cinco linhas em 460 segundos. Este tempo pode ser melhorado se as rotinas dos abastecedores forem alteradas e programadas de acordo com a capacidade das novas bancadas, evitando assim que alguns componentes sejam abastecidos todos os turnos, mesmo quando ainda existem componentes suficientes para aguentar todo esse turno. Em relação à bancada do primeiro posto, o tempo de abastecimento poupado com as alterações foi de 159 segundos por bancada, e por turno, podendo de igual forma ser diminuído se forem estudadas em detalhe as rotinas de abastecimento. Ainda em relação ao abastecimento, mas do ponto de vista ergonómico, conseguiu-se com estas alterações eliminar algumas posturas incorretas que os abastecedores tinham de fazer para suportar o peso das caixas enquanto abasteciam os tubos e com a alteração da posição dos sacos plásticos permitiu-se que o abastecimento deste componente possa ser realizado pela parte posterior da linha, evitando assim a perturbação do normal funcionamento da linha durante o seu abastecimento.

Em relação às melhorias ergonómicas, além da aproximação dos componentes ao operador, conseguiu-se modificar a forma como algumas tarefas mais penosas eram realizadas, nomeadamente (i) o caso da operadora suportar o peso da torneira na bancada de embalagem enquanto montava os crivos e as tampas, (ii) a criação de um mecanismo para colocar o cartucho e a manga batente eliminando assim o esforço que o operador tinha de empregar para a inserção do cartucho e a utilização do maço de borracha para “martelar” a manga batente. Como forma de apurar a opinião dos colaboradores perante essas alterações, recorreu-se aos questionários, tendo-se obtido os resultados apresentados nas Tabela 15, Tabela 16, Tabela 17 e Tabela 18:

- Bancada de embalagem:

Tabela 15 Opiniões dos operadores relativamente à antiga bancada de embalagem das Termostáticas.

Contagem de Opinião	Rótulos de Coluna					
Rótulos de Linha	Muito Mau	Mau	Razoavel	Bom	Excelente	Total Geral
Condições Iluminação		8,33%	58,33%	33,33%		100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha		8,33%	50,00%	41,67%		100,00%
Forma como a linha é abastecida	4,17%	8,33%	66,67%	20,83%		100,00%
Aspeto estético da linha		25,00%	58,33%	16,67%		100,00%
Condições de trabalho fornecidas		4,17%	79,17%	16,67%		100,00%
Avaliação final da bancada		8,33%	70,83%	16,67%	4,17%	100,00%
Total Geral		0,69%	10,42%	63,89%	24,31%	0,69%

Tabela 16 Opiniões dos operadores relativamente à nova bancada de embalagem das Termostáticas.

Contagem de Opinião	Rótulos de Coluna			
Rótulos de Linha	Razoavel	Bom	Excelente	Total Geral
Condições Iluminação	16,67%	54,17%	29,17%	100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha	12,50%	45,83%	41,67%	100,00%
Forma como a linha é abastecida	16,67%	50,00%	33,33%	100,00%
Aspeto estético da linha	16,67%	33,33%	50,00%	100,00%
Condições de trabalho fornecidas	12,50%	58,33%	29,17%	100,00%
Avaliação final da bancada	12,50%	37,50%	50,00%	100,00%
Total Geral	14,58%	46,53%	38,89%	100,00%

Como se pode verificar, a maior parte dos colaboradores cotava os diversos aspetos da bancada antiga com a classificação “Razoável”, seguindo-se a classificação “Bom”. Com as alterações da bancada de embalagem, conseguiu-se um aumento da classificação por parte dos operadores em relação ao seu posto de trabalho, tendo-se agora obtido uma classificação de “Bom” para 46,53% dos itens respondidos nos vários questionários, seguindo-se a classificação excelente denotada em 38,89% das questões realizadas.

- Bancada do primeiro Posto

Tabela 17 Opiniões dos colaboradores relativamente à antiga bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas.

Contagem de Opinião		Rótulos de Coluna		
Rótulos de Linha	Mau	Razoavel	Bom	Total Geral
Condições Iluminação		66,67%	33,33%	100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha		83,33%	16,67%	100,00%
Forma como a linha é abastecida		100,00%		100,00%
Aspeto estético da linha	16,67%	83,33%		100,00%
Condições de trabalho fornecidas		66,67%	33,33%	100,00%
Avaliação final da bancada		66,67%	33,33%	100,00%
Total Geral		2,78%	77,78%	19,44%

Tabela 18 Opiniões dos colaboradores relativamente à nova bancada do primeiro posto das linhas Termostáticas.

Contagem de Opinião		Rótulos de Coluna		
Rótulos de Linha	Razoavel	Bom	Excelente	Total Geral
Condições Iluminação		50,00%	50,00%	100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha	33,33%	16,67%	50,00%	100,00%
Forma como a linha é abastecida	16,67%	50,00%	33,33%	100,00%
Aspeto estético da linha	16,67%	33,33%	50,00%	100,00%
Condições de trabalho fornecidas	33,33%	16,67%	50,00%	100,00%
Avaliação final da bancada	16,67%	33,33%	50,00%	100,00%
Total Geral	19,44%	33,33%	47,22%	100,00%

Como é possível concluir pelos resultados obtidos, em relação à antiga bancada 77,78% das questões obtiveram cotação “Razoável”, seguindo-se o “Bom” com 19,44%. Após as alterações 47,22% dos colaboradores atribuíram cotação máxima ao seu posto de trabalho sendo que a classificação atribuída com maior frequência a seguir foi “Bom”, com 33,33% de atribuições nas diferentes questões.

7.1.3. PROJETO COZINHAS

O projeto das Cozinhas incidiu sobre as duas subfamílias que existem atualmente nesta família: as Cozinhas altas e as Cozinhas baixas.

Apesar dos produtos serem diferentes, e por consequência a disposição dos componentes e os espaços necessários para os albergarem serem diferentes, aplicaram-se todas as medidas padrão que tinham sido estipuladas. O resultado do projeto foi satisfatório, tanto do ponto de vista dos resultados obtidos na melhoria da qualidade (diminuição de taxa de

incompletos), como do ponto de vista de satisfação dos colaboradores com as condições que o novo posto de trabalho oferece.

Em relação à diminuição da taxa de incompletos, apenas se conseguiram apurar os valores referentes ao mês de maio de 2014. Como foi descrito anteriormente, durante o mês de maio de 2014 não existiram ocorrências de produtos incompletos comparativamente a igual período de 2013 em que este valor foi de 2,2%. Contudo, como não foi possível obter mais dados acerca das taxas de incompletos destas linhas, não se devem sobrevalorizar os resultados, uma vez que a linha se encontra em funcionamento muito recentemente. O facto de não terem sido verificadas ocorrências durante o mês de maio de 2014 pode ser explicado, por exemplo, pelo acompanhamento da fase de arranque da linha, ou pelo reforço da atenção por parte dos colaboradores por se estarem a ambientar às alterações realizadas.

À semelhança de todos os outros projetos, foram conseguidas melhorias ergonómicas que se traduziram numa redução do esforço dos colaboradores no seu posto de trabalho. A Tabela 19 e a Tabela 20 apresentam os resultados obtidos com a aplicação dos questionários aos colaboradores destas linhas.

Tabela 19 Opiniões dos colaboradores relativamente às antigas bancadas de embalagem das Cozinhas.

Contagem de Opinião	Rótulos de Coluna			
Rótulos de Linha	Mau	Razoavel	Bom	Total Geral
Condições Iluminação		60,00%	40,00%	100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha	10,00%	80,00%	10,00%	100,00%
Forma como a linha é abastecida		10,00%	90,00%	100,00%
Aspeto estético da linha	10,00%	40,00%	50,00%	100,00%
Condições de trabalho fornecidas		60,00%	40,00%	100,00%
Avaliação final da bancada	10,00%	50,00%	40,00%	100,00%
Total Geral	5,00%	50,00%	45,00%	100,00%

Tabela 20 Opiniões dos colaboradores relativamente às novas bancadas de embalagem das Cozinhas.

Contagem de Opinião	Rótulos de Coluna			
Rótulos de Linha	Razoavel	Bom	Excelente	Total Geral
Condições Iluminação	10,00%	80,00%	10,00%	100,00%
Forma como os componentes estão dispostos na linha	10,00%	70,00%	20,00%	100,00%
Forma como a linha é abastecida	10,00%	60,00%	30,00%	100,00%
Aspeto estético da linha	10,00%	50,00%	40,00%	100,00%
Condições de trabalho fornecidas	10,00%	80,00%	10,00%	100,00%
Avaliação final da bancada	10,00%	40,00%	50,00%	100,00%
Total Geral	10,00%	63,33%	26,67%	100,00%

Como se pode verificar pelas tabelas apresentadas (Tabela 19 e Tabela 20), 50% dos itens avaliados em relação à bancada antiga foram classificados com “Razoável”, seguindo-se 45% de classificados com “Bom”, o que se traduz num nível de satisfação bastante positivo em relação à bancada antiga. Contudo, com a nova bancada conseguiu-se que a maioria dos itens passassem a obter classificação de “Bom” (63,33%), passando a segunda classificação mais atribuída a ser “Excelente” com 26,67%.

7.1.4. PROJETO BANHEIRAS E CHUVEIROS

Este último projeto, estando já a metodologia sistematizada, e sendo que pelas características do produto não era necessário qualquer tipo de suporte ou ferramenta na terceira bancada, apenas se resumiu à aplicação das características padrão definidas anteriormente para todas as linhas. Como se pode verificar, a opinião dos colaboradores que participaram no questionário sobre a linha antiga já era bastante aceitável, contudo ainda houve espaço para melhorias. As tabelas seguintes (Tabela 21 e Tabela 22) resumem a opinião dos colaboradores.

Tabela 21 Opinião dos colaboradores relativamente à antiga bancada de embalagem das Banheiras e Chuveiros.

Contagem de Opinião		Rótulos de Coluna		
Rótulos de Linha	Razoavel	Bom	Total Geral	
Condições Iluminação	20,00%	80,00%	100,00%	
Forma como os componentes estão dispostos na linha	80,00%	20,00%	100,00%	
Forma como a linha é abastecida	80,00%	20,00%	100,00%	
Aspeto estético da linha	80,00%	20,00%	100,00%	
Condições de trabalho fornecidas	80,00%	20,00%	100,00%	
Avaliação final da bancada	80,00%	20,00%	100,00%	
Total Geral	70,00%	30,00%	100,00%	

Tabela 22 Opinião dos colaboradores relativamente à nova bancada de embalagem das Banheiras e Chuveiros.

Contagem de Opinião		Rótulos de Coluna		
Rótulos de Linha	Bom	Excelente	Total Geral	
Condições Iluminação	60,00%	40,00%	100,00%	
Forma como os componentes estão dispostos na linha	40,00%	60,00%	100,00%	
Forma como a linha é abastecida	60,00%	40,00%	100,00%	
Aspeto estético da linha	80,00%	20,00%	100,00%	
Condições de trabalho fornecidas	80,00%	20,00%	100,00%	
Avaliação final da bancada	40,00%	60,00%	100,00%	
Total Geral	60,00%	40,00%	100,00%	

Como se pode concluir pela Tabela 21, não existiam opiniões negativas em relação à antiga bancada de embalagem, sendo que 70% das questões foram respondidas com classificação razoável. Com as alterações, 60% dos inquiridos passou a classificar a nova bancada de embalagem com a cotação “Bom”.

7.2. SUGESTÕES E PROPOSTAS DE MELHORIAS FUTURAS

Dada a limitada duração do projeto, não foi possível pensar e projetar novas bancadas para todos os postos de trabalho das diferentes famílias de produtos. Sendo assim, ficam as seguintes propostas de possíveis melhorias a implementar no futuro:

- Efetuar novas medições da intensidade da iluminação em todas as linhas da fábrica, pois alguns colaboradores demonstraram-se descontentes com a iluminação.
- Desenvolver novos projetos para as linhas que não foram alteradas, aplicando (sempre que possível) todos os padrões definidos ao longo deste trabalho, permitindo assim normalizar o departamento de montagem ao máximo.
- Continuar com o trabalho de replicação das linhas que já foram projetadas, permitindo assim a atualização e uniformização de todas as linhas para as quais foram efetuados projetos de alteração.
- Aplicar e expandir o conceito Ergo *check list* a toda a fábrica, permitindo assim identificar situações e condições de trabalho prejudiciais aos colaboradores e corrigi-las num curto espaço de tempo.

Outro assunto que na opinião do autor poderia trazer ganhos para o departamento de montagem, e devia ser foco de atenção, é a questão do abastecimento. Terminada a fase de replicação das bancadas, e estando todas normalizadas em termos de capacidades de componentes e forma de abastecimento, a rotina do abastecedor devia ser alvo de estudo com o intuito de otimizar o trabalho do mesmo.

7.3. CONCLUSÃO

A realização dos diferentes projetos permitiu ao departamento de montagem, além de melhorar as condições de trabalho de alguns dos seus postos, normalizar as linhas de montagem e definir padrões que podem ser aplicados na maioria dos postos.

Com a normalização dos postos conseguiu-se uma melhor organização do trabalho, sendo que nas linhas onde ocorreu a intervenção os colaboradores ficaram com um método de trabalho definido e uniforme que se traduziu, em alguns casos, em melhorias, quer no abastecimento, quer nos índices de qualidade relativos aos produtos das linhas em questão.

Com a aplicação dos princípios da ergonomia às linhas, foram corrigidas situações de más posturas, conseguindo-se melhorias principalmente ao nível da altura a que os componentes estavam dispostos na linha, o que se traduziu numa redução do esforço exercido pelos colaboradores ao longo do turno, e num conseqüente aumento da satisfação dos mesmos em relação ao seu posto de trabalho.

No caso do projeto das Termostáticas em específico, ainda foi possível corrigir alguns métodos de trabalho, com a aplicação de novos suportes e ferramentas que vieram colmatar situações de esforço excessivo e desnecessário que os operadores tinham de exercer durante o cumprimento das suas tarefas.

Em relação à caminhada da segurança e do ambiente, trata-se de um conceito que poderá vir a ser útil no departamento. Contudo é necessária a atribuição de recursos ao mesmo para que funcione. Pensa-se que com este tipo de iniciativa poderá conseguir-se melhorar a organização do departamento e das várias ferramentas que se encontram no mesmo e são necessárias à produção. Este tipo de iniciativa pode levar à eliminação de vários desperdícios, como por exemplo, tempo perdido à procura de ferramentas que não estão no sítio onde deveriam estar, ou redução de intervenções corretivas, uma vez que as situações que vão sendo detetadas podem ir sendo corrigidas ao longo do tempo.

Pessoalmente, esta oportunidade de estágio na Grohe Portugal representou não só um primeiro contacto com a indústria, mas também uma oportunidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos durante o percurso académico e de desenvolvimento de competências transversais e profissionais relacionadas com temas com os quais ainda não tinha havido oportunidade de contactar.

Referências documentais

- AREZES, P. M., BARROSO, M. P., CORDEIRO, P., COSTA, L. G. D. & MIGUEL, A. S. 2006. Estudo Antropométrico da População Portuguesa, Lisboa.
- BOSCH. 2013. Rexroth [Online]. Available: http://boschrexroth-us.com/country_units/america/united_states/sub_websites/brus_dcl/Documentation_and_resources/cad_files_solid_models/index.jsp [Accessed 15/11//2013].
- COSTA, L. F. T. & BARROSO, M. P. 2003. Introdução à Ergonomia e Abordagem Ergonómica de Sistemas, Guimarães, Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas.
- COSTA, L. F. T. & BARROSO, M. P. 2004. Antropometria e aplicação de dados Antropométricos, Guimarães, Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas.
- DASSAULTSYSTEMES. 2014. Solidworks [Online]. Available: <http://www.solidworks.com/> [Accessed 01/05/2014].
- DIN.33.402-1 2008. Ergonomics - Body dimensions of people - Part 1 : Terms and definitions, measuring procedures.
- FIBRO. 2014. Fibroflex [Online]. Available: http://www.fibro.de/en/standard-parts/pdf-downloads.html?eID=dam_frontend_push&docID=2163 2014].
- FRAGOSO, I. & VIEIRA, F. 1999. Actas do 1º ciclo de conferências, Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana.
- GONÇALVES, M. A. 2013. Análise Ergonómica de Postos de Trabalho, VLM Consultores.
- GRANDJEAN, E. 2004. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem, Bookman.
- GROHE 2000. GSE. 409.1.001. Grohe.
- HOPKINSON, R. G. & COLLINS, J. B. 1970. The ergonomics of lighting, Macdonald & Co.
- IEA. 2014. International Ergonomics Association [Online]. Available: <http://www.iea.cc> [Accessed 16/01//2014].
- IIDA, I. 2005. Ergonomia: projeto e produção, Edgard Blücher.
- ILO. 2014. International Labour Organization [Online]. Available: <http://www.ilo.org/global/topics/ergonomic-and-social-development/lang-en/index.htm> [Accessed 16/01//2014].
- IST, I. S. T. 2004. Engenharia dos Métodos [Online]. Universidade Técnica de Lisboa. Available:

<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/71877/1/diagram%20homemmaquina%20e%20curvas%20experiencia.pdf> [Accessed 25/06/2004].

IST, I. S. T. 2006. Diagrama homem/máquina [Online]. Universidade Técnica de Lisboa. Available:

<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/71877/1/diagram%20homemmaquina%20e%20curvas%20experiencia.pdf>. [Accessed 25/06/2006].

MASSENA, M. M. D. M. 2006. Potencialidades da análise ergonómica do trabalho na construção de uma prevenção integrada e participada.

MELO, J. 2009. Ergonomía Prática - Guía para la evaluación de un puesto de trabajo.

MEYERS, F. E. & STEWART, J. R. 2002. Motion and time study for lean manufacturing.

MONTMOLLIN, M. 1995. A Ergonomia, Instituto Piaget.

PEIXOTO, D. 2013. Gestão de componentes em dinâmico. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

PEIXOTO, D. & COSTA, C. 2012. Manual de Actualização dos Dinâmicos.

REBELO, F. 2004. Ergonomia no Dia a Dia.

SAP. 2014a. ARIBA [Online]. Available: <http://www.ariba.com> [Accessed 01/05/2014a].

SAP. 2014b. SAP solutions [Online]. Available: <http://www.sap.com/portugal/solution.html> [Accessed 01/05/2014b].

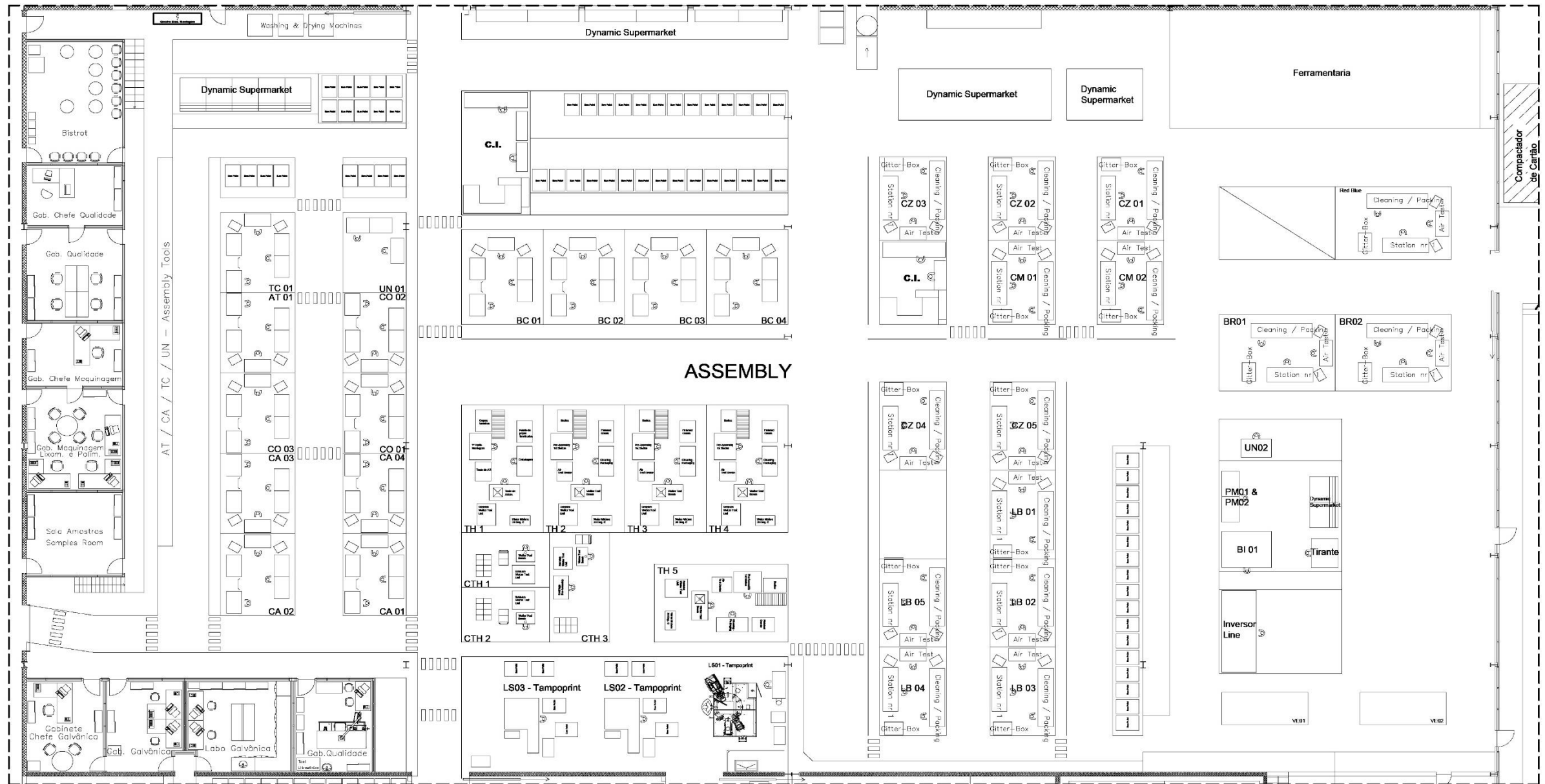
SILVA, A., FREITAS, I., LACOMBLEZ, M., MARUJO, H. & ABERTA, U. 1996. Ergonomia e antropometria, Universidade Aberta.

SILVA, M. 2012a. Estudo dos Métodos e Simplificação do Trabalho, Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto.

SILVA, M. 2012b. A Medida do Trabalho, Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto.


WICKENS, C. D., GORDON, S. E. & LIU, Y. 1998. An introduction to human factors engineering, Longman.

Anexo A. Layout do departamento de montagem



Anexo B. *Check list* para análise das operações


Check List para a Análise das Operações



- **Materiais**
 - pode-se substituir o material por outro mais barato?
 - o material encontra-se uniforme a nas condições adequadas quando chega ao operador?
 - o material é do tamanho, peso e acabamento ideal para a sua utilização mais económica?
 - o material é utilizado na sua extensão máxima?
 - pode ser encontrada alguma utilização para a sucata e para as peças rejeitadas?
 - pode o número de armazenamentos de materiais e partes do processo ser reduzido?

ETEME – Estudos de Tempos e Métodos Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Check List para a Análise das Operações



- **Manuseamento de materiais**
 - pode o número de vezes que o material é manuseado ser reduzido?
 - podem as distâncias envolvidas ser diminuídas?
 - o material é recebido, movimentado e armazenado em contentores adequados?
 - os contentores são mantidos limpos?
 - existem atrasos na entrega dos materiais ao operador?
 - o operador pode ser libertado do manuseamento de materiais através da utilização de tapetes?
 - é possível reduzir ou eliminar o retrocesso de materiais?
 - é possível através de uma alteração de *layout* ou recombinação de operações eliminar a necessidade de movimentar os materiais?

ETEME – Estudos de Tempos e Métodos Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Check List para a Análise das Operações



- Ferramentas, grampos e fixações
 - as ferramentas são as mais adequadas para este trabalho?
 - as ferramentas encontram-se em boas condições?
 - se são ferramentas de corte de metal, os ângulos de corte das ferramentas são os correctos e encontram-se localizadas num departamento central de afiar as ferramentas?
 - podem as ferramentas ou as fixações ser alteradas de forma a que seja necessário menos perícia para realizar a operação?
 - as duas mãos encontram-se ocupadas com trabalho produtivo ao utilizar as ferramentas ou fixações?
 - é possível utilizar alimentadores , sistemas de ejeção, sistemas de fixação automáticos, etc.?
 - é possível realizar uma alteração de engenharia sobre o produto de forma a simplificar o projecto?

Check List para a Análise das Operações



- Máquinas – *setup*
 - deve o operador efectuar o *setup* da sua própria máquina?
 - pode o número de *setups* ser reduzido através de uma escolha adequada do tamanho do lote?
 - é possível obter os desenhos, ferramentas e demais equipamentos sem demoras?
 - existem demoras para efectuar a inspecção das primeiras peças produzidas?

Check List para a Análise das Operações



- Máquinas – operação
 - pode a operação ser eliminada?
 - pode o trabalho ser efectuado em múltiplos?
 - podem a velocidade ou o avanço da máquina ser aumentados?
 - é possível utilizar um avanço automático?
 - pode a operação ser dividida em duas operações mais curtas (ou mais)?
 - podem duas ou mais operações ser combinadas numa única? Deve-se considerar o efeito das combinações no período de treino dos operadores.

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Check List para a Análise das Operações



- Máquinas – operação
 - pode a sequência da operação ser alterada?
 - pode a quantidade de sucata ou trabalho defeituoso ser reduzido?
 - pode a peça ser pré-posicionada para a próxima operação?
 - podem as interrupções ser reduzidas ou eliminadas?
 - podem uma inspecção ser combinada com uma operação?
 - a máquina encontra-se em boas condições?

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Check List para a Análise das Operações



- Operadores

- o operador é qualificado mental e fisicamente para desempenhar esta operação?
- é possível eliminar fadiga desnecessária através de uma alteração nas ferramentas, fixações, *layout* ou condições de trabalho?
- o salário base é o adequado para este tipo de trabalho?
- a supervisão é satisfatória?
- é possível melhorar o desempenho do trabalhador através de formação adicional?

Check List para a Análise das Operações




- Condições de trabalho

- a iluminação, aquecimento e ventilação são as adequadas para o trabalho?
- as instalações sanitárias, cacifos, vestiários e áreas de descanso são as mais adequadas?
- existem perigos desnecessários envolvidos na operação?
- existe a possibilidade de o operador desempenhar a sua tarefa quer sentado, quer de pé?
- a duração do dia de trabalho e dos períodos de descanso encontram-se otimizados?
- a instalação fabril encontra-se em boas condições de limpeza e organização?

Anexo C. *Check list* – Micromovimentos


Estudo de Micromovimentos *Check List* para Seleccionar



- o *layout* encontra-se organizado de forma a eliminar a procura de artigos?
- é possível normalizar as ferramentas e os materiais?
- os componentes e os materiais encontram-se adequadamente referenciados e etiquetados?
- é possível arranjar disposições melhores de forma a facilitar ou eliminar a selecção, tais como recipientes com prateleiras compridas, bandejas que pré-posicionam os componentes e contentores transparentes?
- os componentes comuns são intercambiáveis?
- os componentes e os materiais encontram-se misturados?
- a iluminação é satisfatória?
- os componentes podem ser pré-posicionadas durante as operações anteriores?
- é possível utilizar cores para facilitar a selecção de componentes?

ETEME – Estudos de Tempos e Métodos Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Agarrar



- é possível agarrar mais do que um objecto ao mesmo tempo?
- os objectos podem ser empurrados (e deslizar) em vez de carregados?
- uma reentrância na frente do contentor vai permitir facilitar agarrar componentes pequenos?
- é possível pré-posicionar as ferramentas e os componentes para facilitar o agarramento?
- é possível usar chaves especiais ou ferramentas combinadas?
- é possível utilizar com vantagem uma ponta do dedo de borracha, ou outro dispositivo, por exemplo, magnético ou por vácuo?
- o artigo é transferido de uma mão para a outra?
- o projecto adequado de um grampo ou fixação permite agarrar facilmente o componente para o remover?

ETEME – Estudos de Tempos e Métodos Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Transporte



- pode algum destes movimentos ser completamente eliminado?
- a distância percorrida é a melhor?
- são utilizados os meios adequados (mãos, tenazes, tapetes, etc.)?
- são utilizados os membros (e músculos) correctos do corpo (dedos, antebraços, ombros, etc.)?
- é possível utilizar um transportador?
- é possível efectuar os transportes de forma mais satisfatória em quantidades maiores?
- é possível efectuar os transportes através de dispositivos operados pelos pés?

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Transporte



- os transportes são mais demorados devido à necessidade de existir um posicionamento delicado a seguir?
- os transportes podem ser eliminados disponibilizando pequenas ferramentas adicionais e localizando-as perto do local de utilização?
- os componentes mais frequentemente utilizados encontram-se localizados perto do ponto de utilização?
- são utilizados contentores ou bandejas adequados, e a operação encontra-se com a disposição mais adequada?
- as operações anterior e posterior encontram-se adequadamente relacionadas com esta?

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Transporte



- é possível eliminar alterações bruscas de direcção?
- é possível eliminar eventuais barreiras?
- para o peso do material transportado, é utilizado o membro do corpo mais rápido?
- existem alguns movimentos do corpo que podem ser eliminados?
- é possível efectuar os movimentos dos braços simultaneamente, de forma simétrica e em direcções opostas?
- os objectos podem ser empurrados (e deslizar) em vez de carregados?
- os movimentos dos olhos encontram-se correctamente coordenados com os movimentos das mãos?

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Segurar



- pode-se utilizar um grampo, clip, vácuo, gancho, rack, fixação ou outro dispositivo mecânico?
- pode-se usar um adesivo ou o atrito?
- é possível utilizar um stop mecânico para evitar segurar?
- quando a operação de segurar não for possível de eliminar, pode-se usar um apoio para os braços?

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Largar



- pode-se eliminar este movimento?
- pode-se utilizar uma largada por queda?
- a largada pode ser efectuada em trânsito?
- é necessário uma largada cuidadosa? Isto pode ser evitado?
- pode ser utilizado algum tipo de ejector (mecânico, ar comprimido, gravidade)?
- os contentores de material têm o formato adequado?
- no final da largada, a mão ou o meio de transporte já se encontram na posição mais adequada para iniciar o movimento seguinte?
- pode ser utilizado um tapete transportador?

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Posicionar



- o posicionamento é necessário?
- as tolerâncias podem ser aumentadas?
- podem ser eliminadas arestas vivas e cantos?
- é possível utilizar uma guia, chanfres, funil, batente, encaixe, etc.?
- é possível utilizar apoios para os braços para ajudar a firmar as mãos e reduzir o tempo de posicionamento?
- o objecto foi agarrado tendo em vista o posicionamento mais fácil?
- é possível utilizar um dispositivo operado pelo pé para ajudar no posicionamento?

EEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Pré-Posicionar



- é possível pré-posicionar o objecto em trânsito?
- a ferramenta pode ser equilibrada de forma a manter a pega na posição vertical?
- é possível arranjar um dispositivo de apoio de forma a que a pega da ferramenta fique na posição adequada?
- as ferramentas podem ser suspensas?
- as ferramentas podem ser armazenadas na localização correcta para trabalhar?
- pode ser utilizada uma guia?
- é possível projectar o objecto de forma a que todos os lados sejam iguais?
- é possível utilizar um armazém de ferramentas?
- é possível utilizar um dispositivo para empilhar?
- é possível utilizar uma fixação rotativa?

ETEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos *Check List* para Inspeccionar



- é possível eliminar a inspecção ou combiná-la com outra operação?
- é possível utilizar múltiplos testes?
- é possível utilizar um teste de vibração, pressão, rigidez, etc.?
- a intensidade da iluminação pode ser aumentada, ou as fontes de iluminação ser rearranjadas, para facilitar a tarefa e reduzir o tempo de inspecção?
- é possível que a inspecção através de uma máquina substitua a inspecção visual?
- é vantajoso o operador usar óculos para a inspecção?

ETEME – Estudos de Tempos e Métodos

Manuel Silva: mss@isep.ipp.pt

Estudo de Micromovimentos

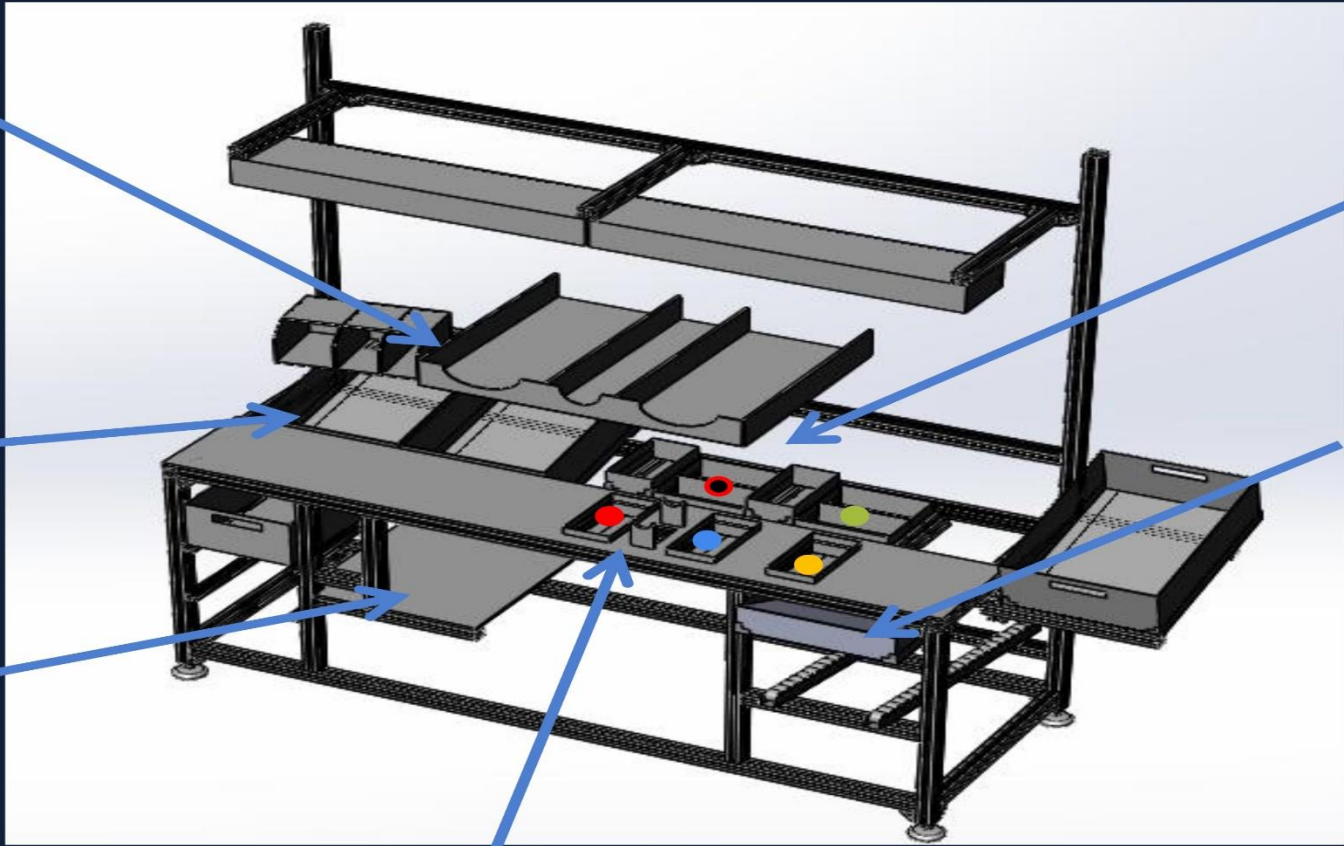
Check List para Montar, Desmontar e Utilizar



- é possível utilizar um grampo ou fixação?
- é possível utilizar um dispositivo automático ou máquina?
- a montagem pode ser efectuada em múltiplos? Ou pode o processamento ser efectuado em múltiplos?
- é possível utilizar uma ferramenta mais adequada?
- é possível utilizar batentes?
- é possível efectuar outro trabalho enquanto a máquina se encontra a trabalhar?
- deve ser utilizada uma ferramenta motorizada?
- pode ser utilizada uma fixação operada por ar comprimido?

ALTERAÇÃO BANCADA 3 – TH´S

Pure Freude am Wasser



Redução da altura do suporte das inserções e TPI's;

Disposição dos componentes ao nível da bancada de trabalho;

Alteração do expositor da primeira peça;

Substituição dos tubos por caixas embutidas na bancada;

Alteração da disposição dos sacos plásticos;

Criação de suporte para colocar a torneira durante a montagem;

Legenda:

- Parafuso
- Válvula Anti-Retorno
- Crivo
- Tampa Protecção Azul
- Tampa Protecção Verm.

DEIXE-NOS A SUA OPINIÃO

ALTERAÇÃO BANCADA 3 – CZ03

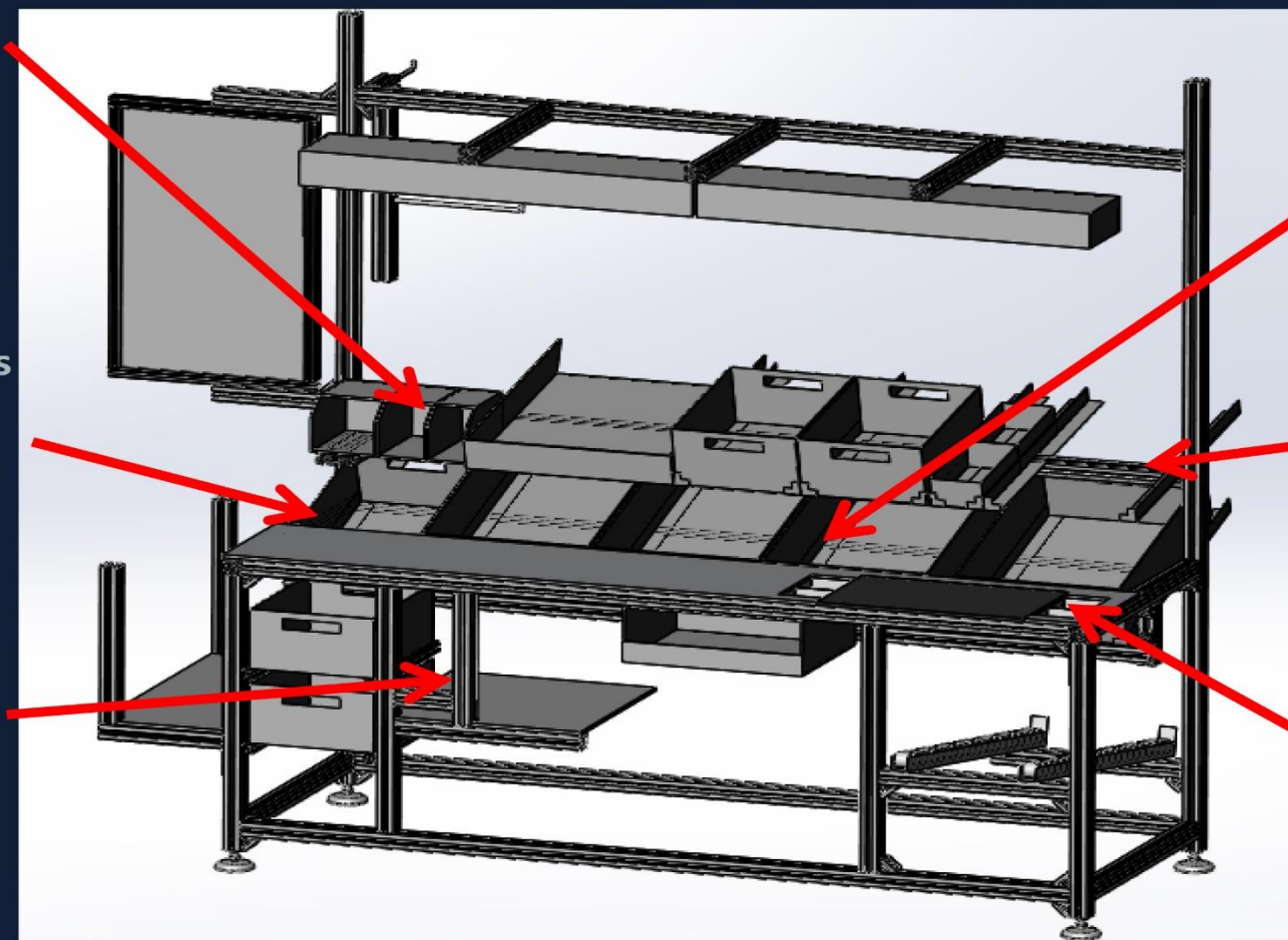
Pure Freude am Wasser

GROHE

Redução da altura do suporte das inserções e TPI's;

Disposição dos componentes ao nível da bancada de trabalho;

Alteração do expositor da primeira peça;



Aumento da capacidade actual da linha;

Integração das alavancas na bancada;

Substituição das actuais caixas por caixas embutidas na bancada;

DEIXE-NOS A SUA OPINIÃO

OPINIÃO

Nome: _____

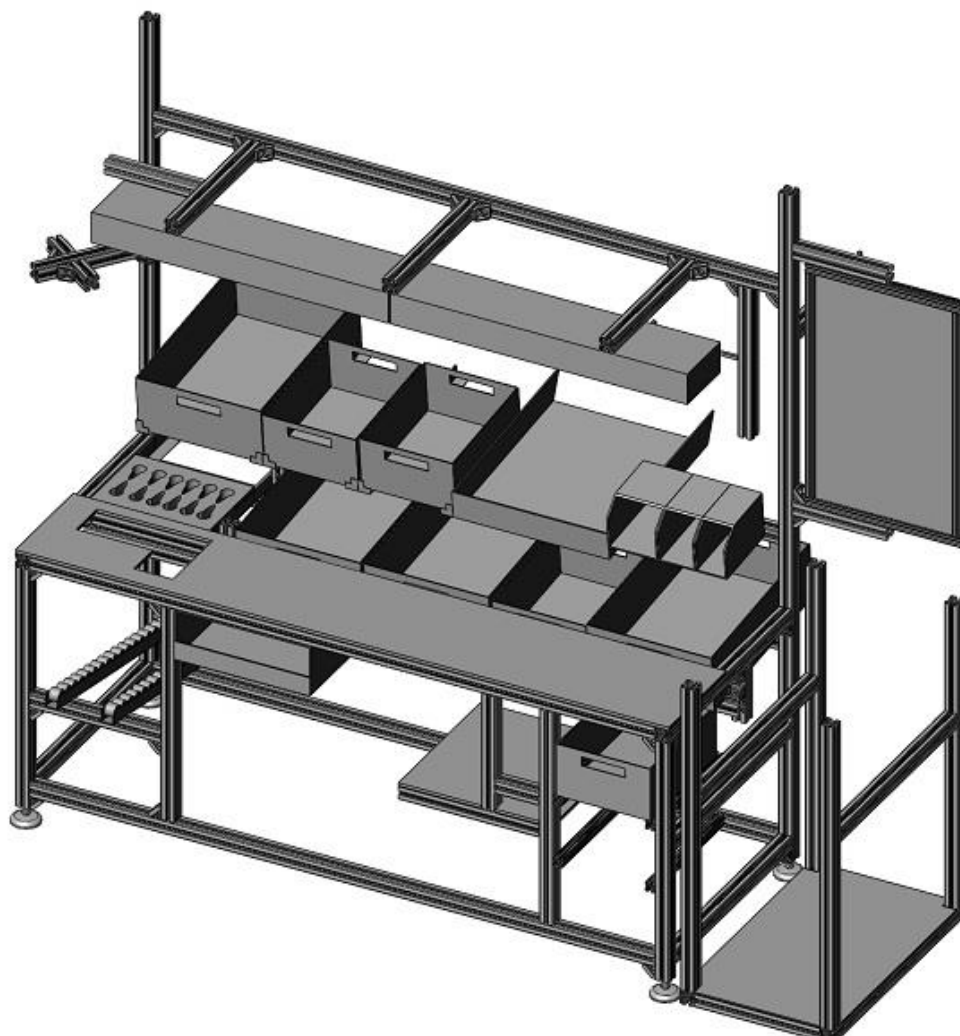
Dep.º: _____

Nº: _____

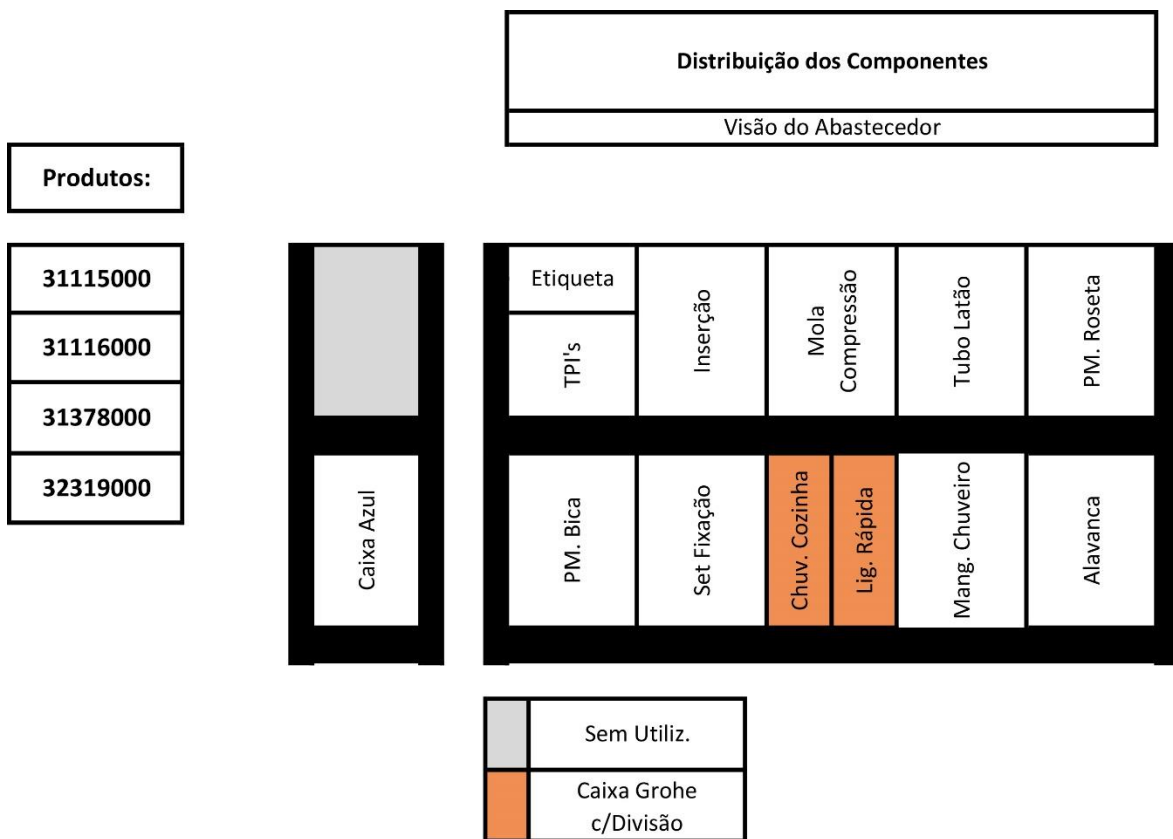
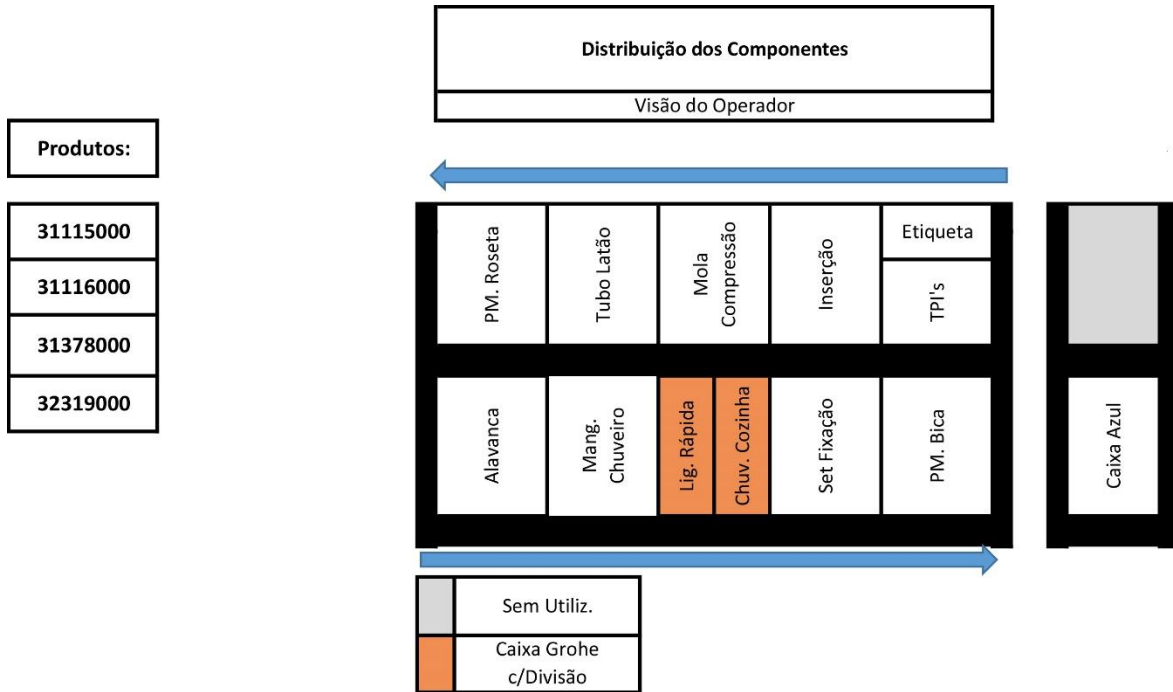
OBRIGADO

Anexo E. Projeto Cozinhas Mintas – bancada de embalagem

Projeto SolidWorks da bancada:

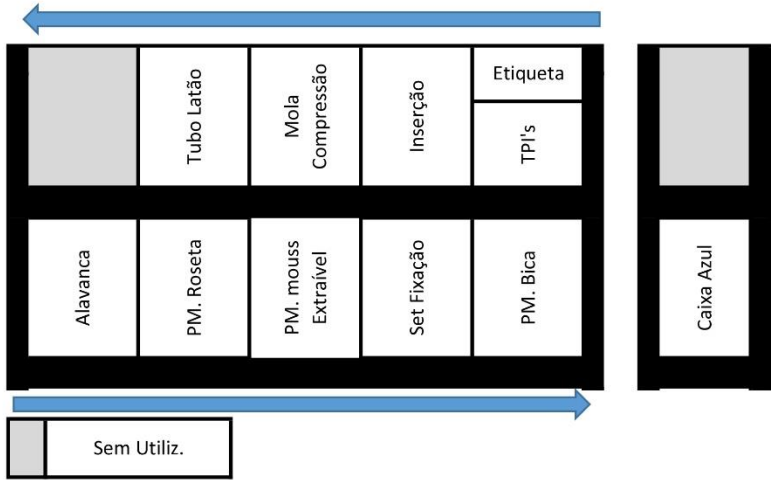


Documentação da linha:



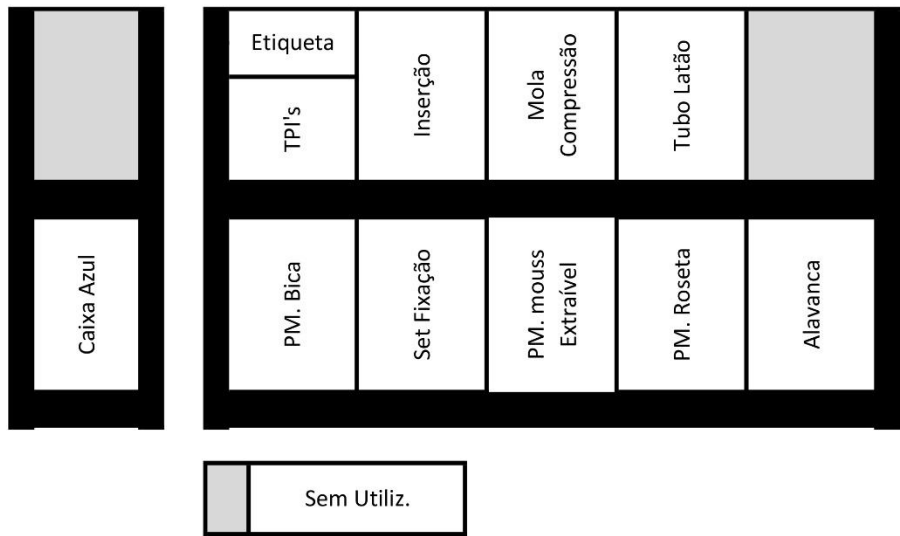
- Produtos:**
- 32067000
 - 32918000

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador



- Produtos:**
- 32067000
 - 32918000

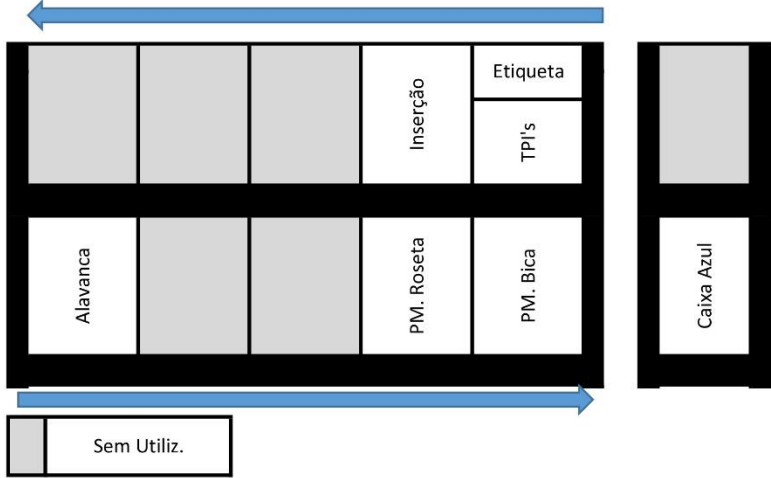
Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor



Produtos:

32917000

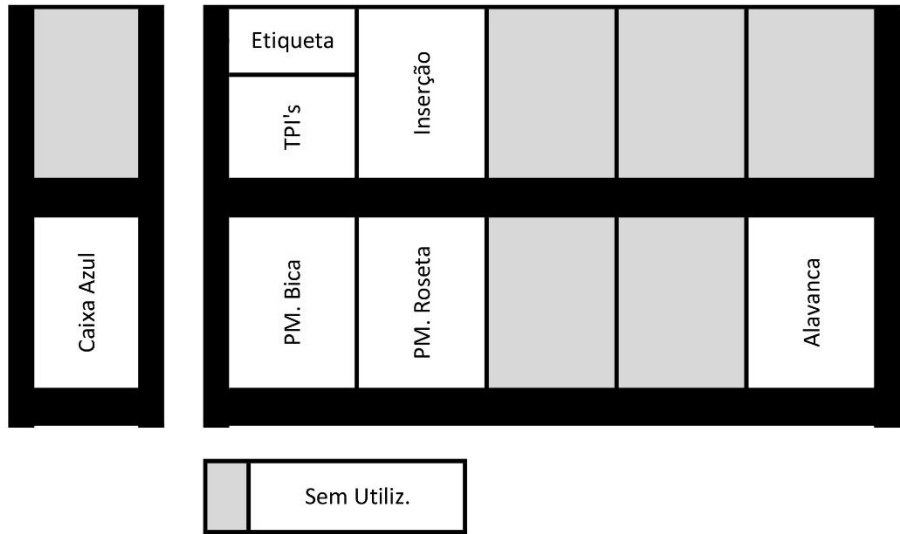
Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

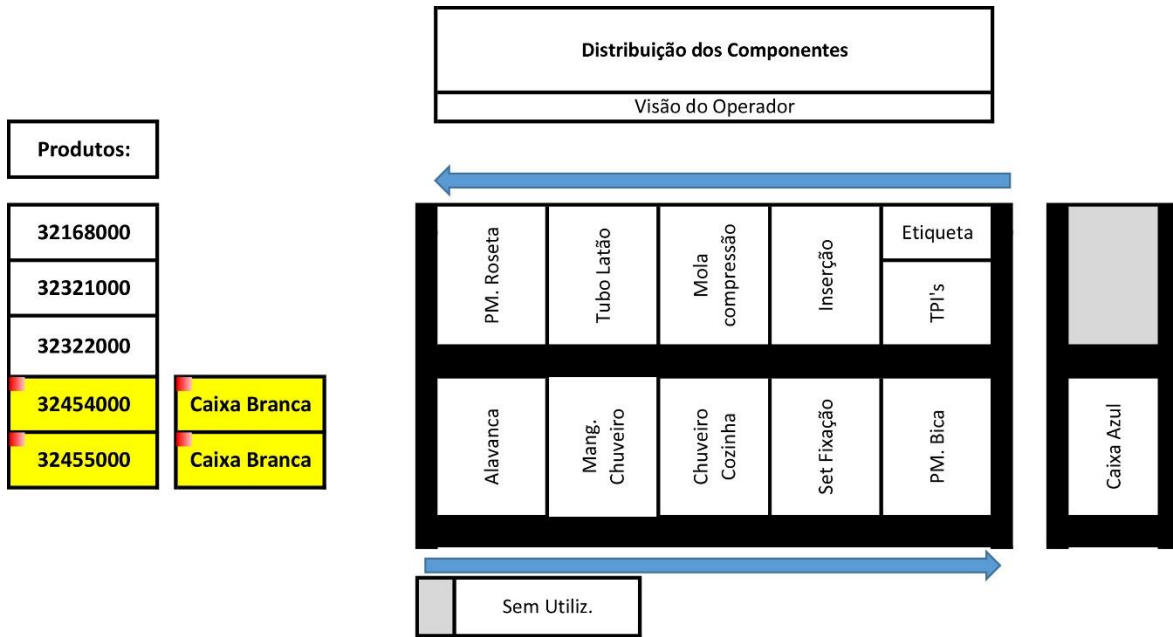


Produtos:

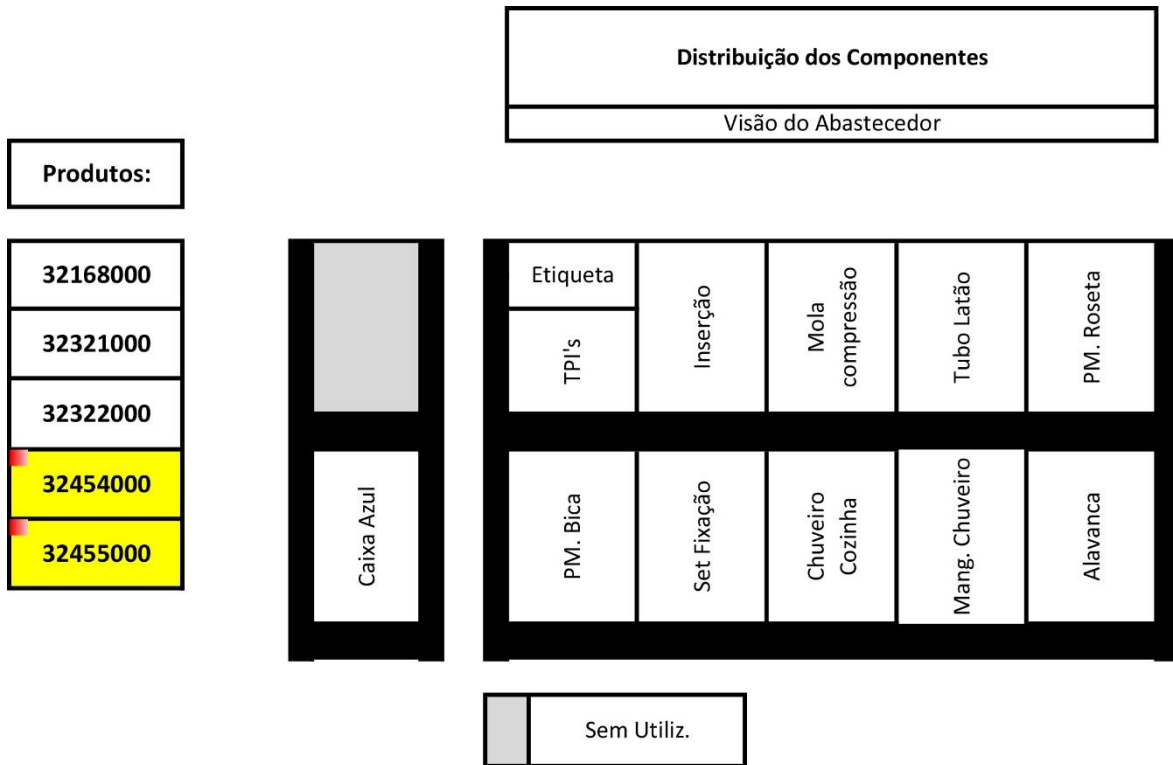
32917000

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor





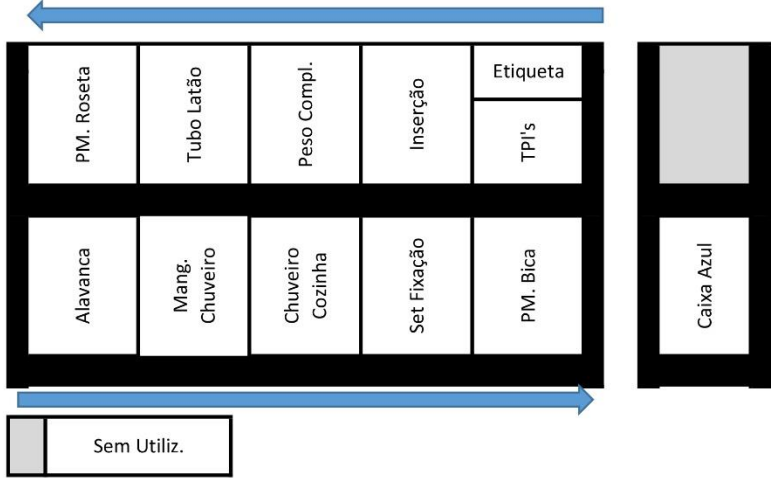
Deve ser trocada a posição da caixa com a da inserção	Deve ser trocada a posição do Set Fixação com a Roseta
---	--



Deve ser trocada a posição da caixa com a da inserção	Deve ser trocada a posição do Set Fixação com a Roseta
---	--

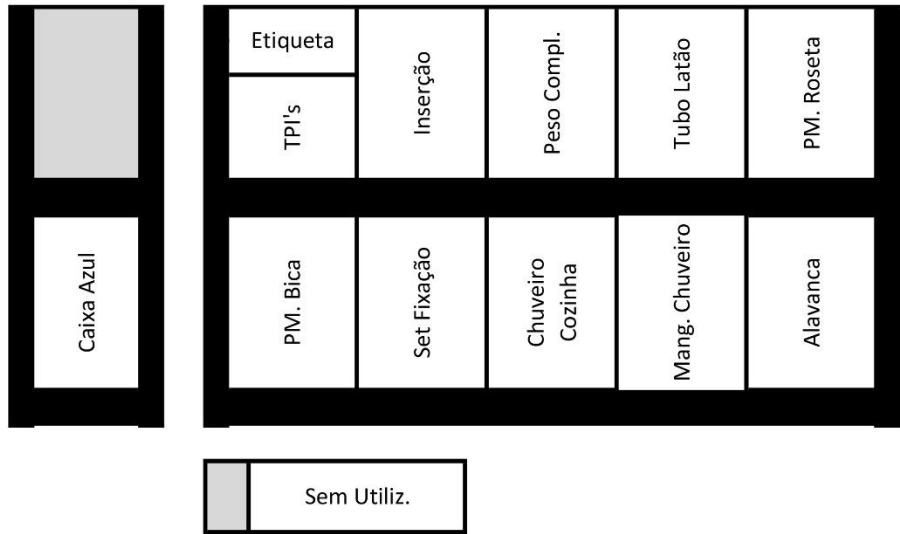
- Produtos:**
- 3109400U
 - 3109500U
 - 3109600U

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador



- Produtos:**
- 3109400U
 - 3109500U
 - 3109600U

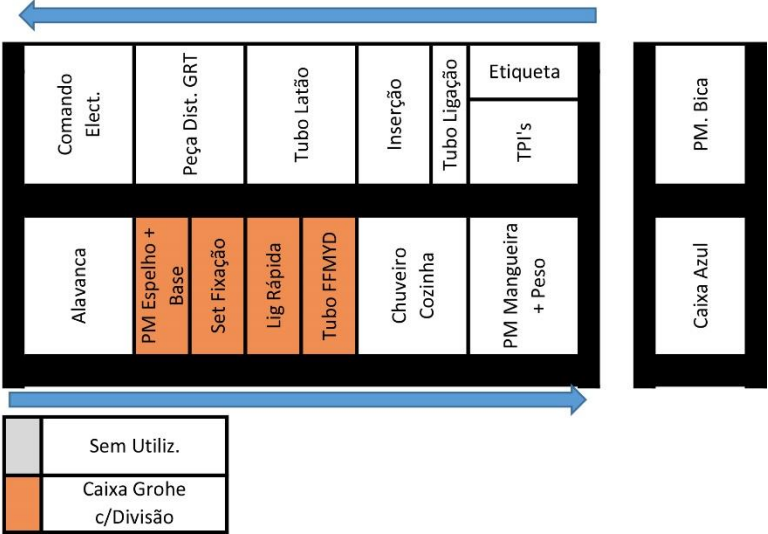
Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor



Produtos:

31359000

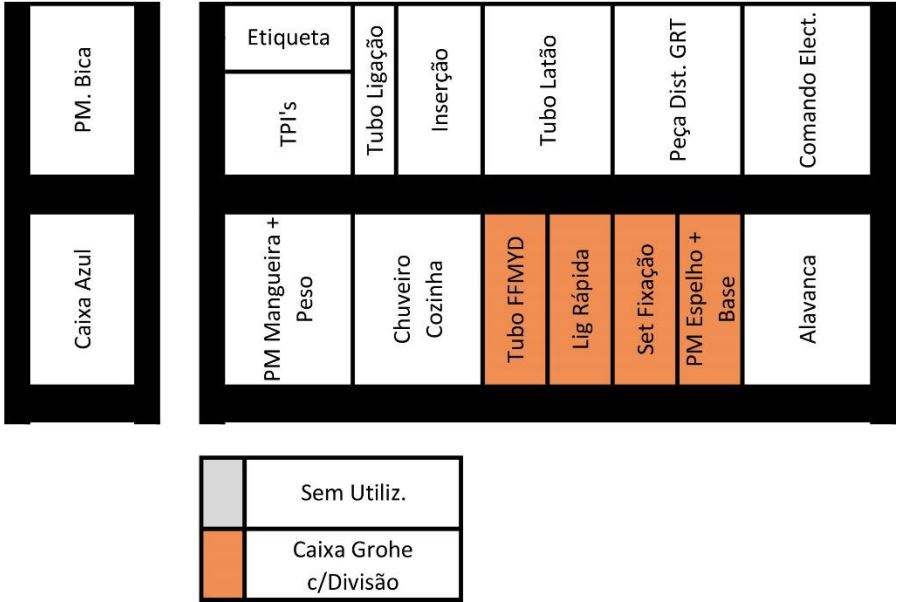
Distribuição dos Componentes
Visão do Operador



Produtos:

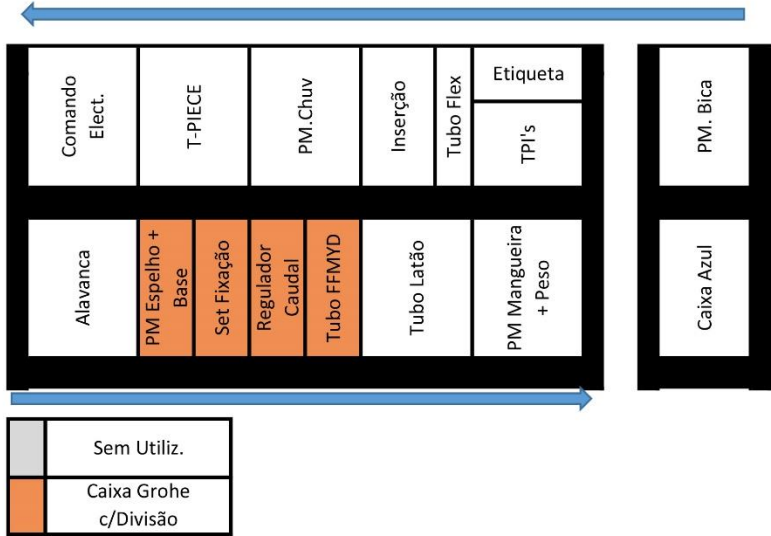
31359000

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor



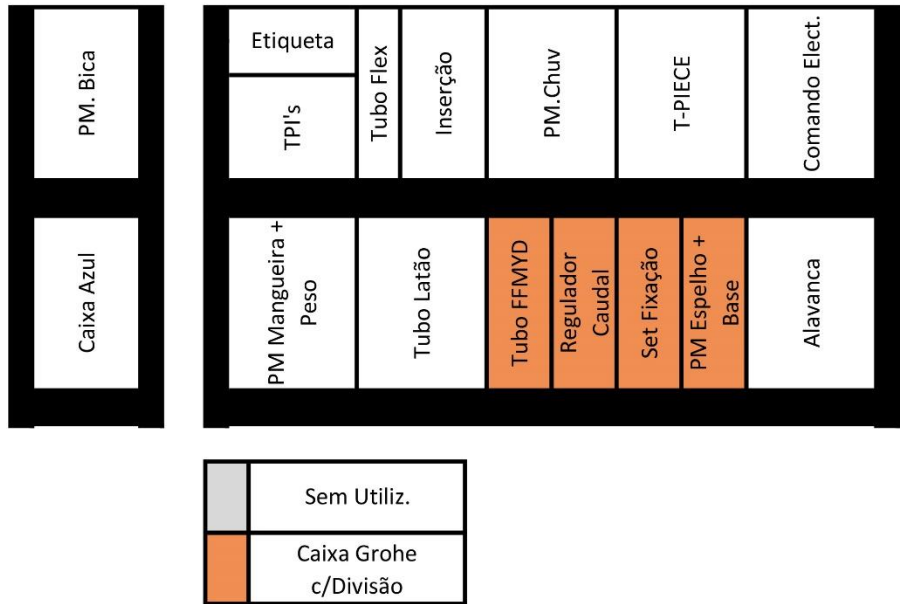
Produtos:
31358000
31360000

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador



Produtos:
31358000
31360000

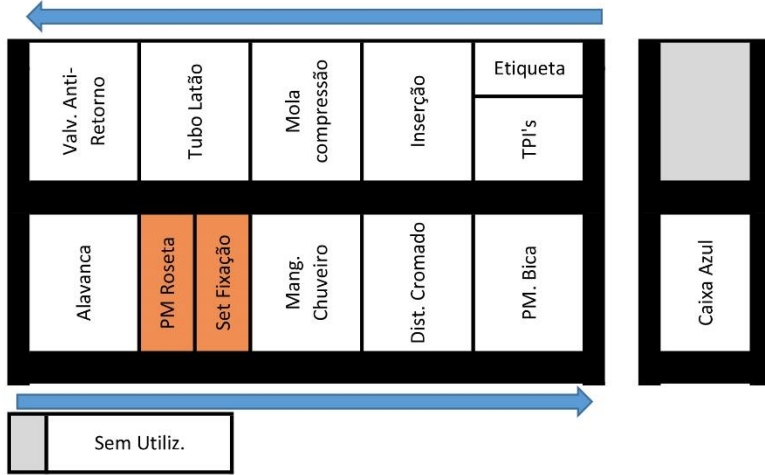
Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor



Produtos:

32511000

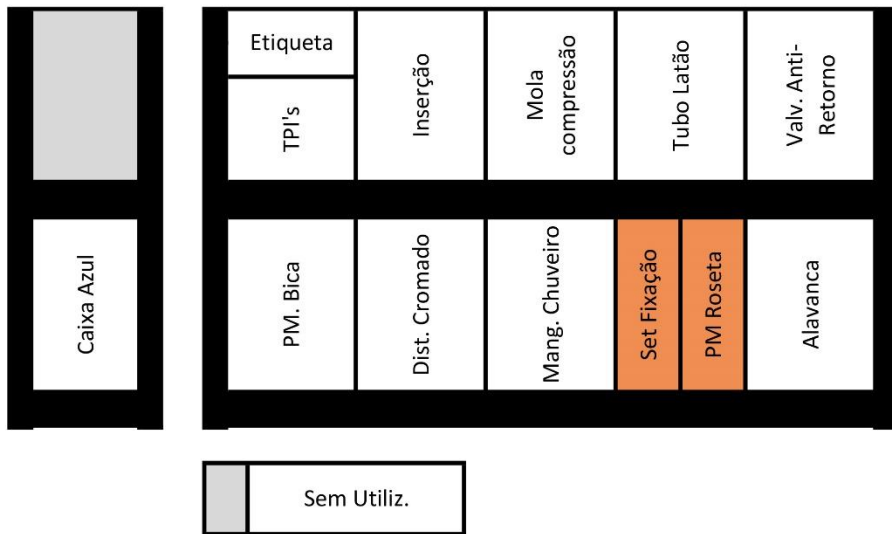
Distribuição dos Componentes
Visão do Operador



Produtos:

32511000

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor



Anexo F. Questionário de validação do projeto

Linha __ BANCADA _____



Questionário recolha opinião sobre alterações linha

Agradecemos a sua gentileza em responder a este questionário.

1. Avalie os seguintes aspetos em relação à **antiga** bancada da embalagem:

	Excelente	Bom	Razoável	Mau	Muito mau
Condições de iluminação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forma como os componentes estão dispostos na linha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forma como a linha é abastecida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aspeto estético da linha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condições de trabalho fornecidas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação final da bancada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Avalie os seguintes aspetos em relação à **nova** bancada da embalagem:

	Excelente	Bom	Razoável	Mau	Muito mau
Condições de iluminação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forma como os componentes estão dispostos na linha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forma como a linha é abastecida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aspeto estético da linha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condições de trabalho fornecidas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avaliação final da bancada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Sentiu que durante o processo de recolha de dados a sua opinião foi ouvida?

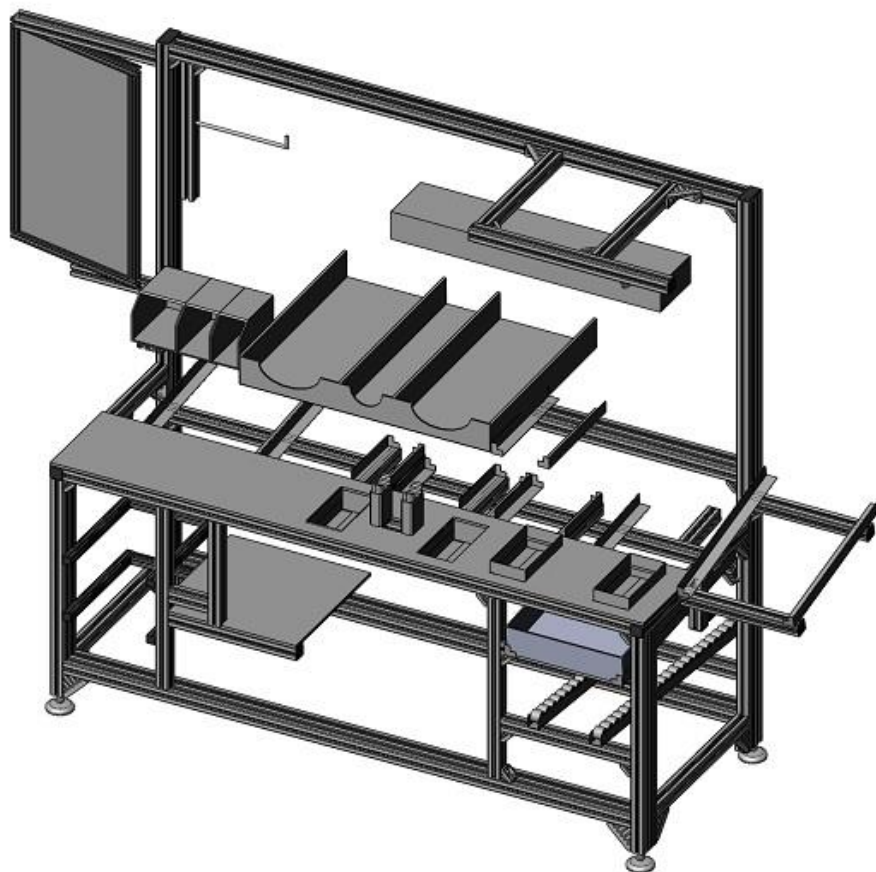
SIM

NÃO

OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO

Anexo G. Projeto Termostáticas – bancada de embalagem

Projeto SolidWorks da bancada:

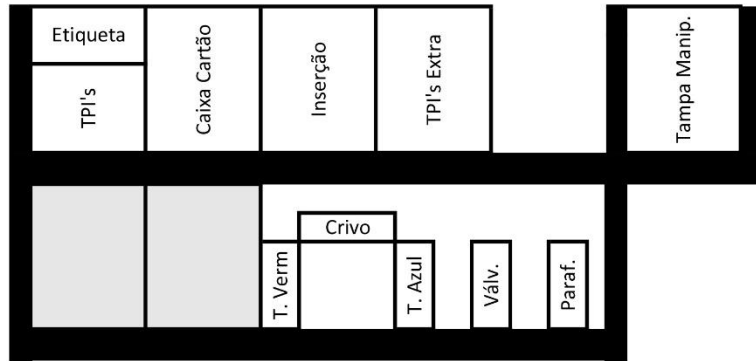


Documentação da linha:

Produtos:

34146000
34146045
34243000
34332000
34425000
3416300U

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

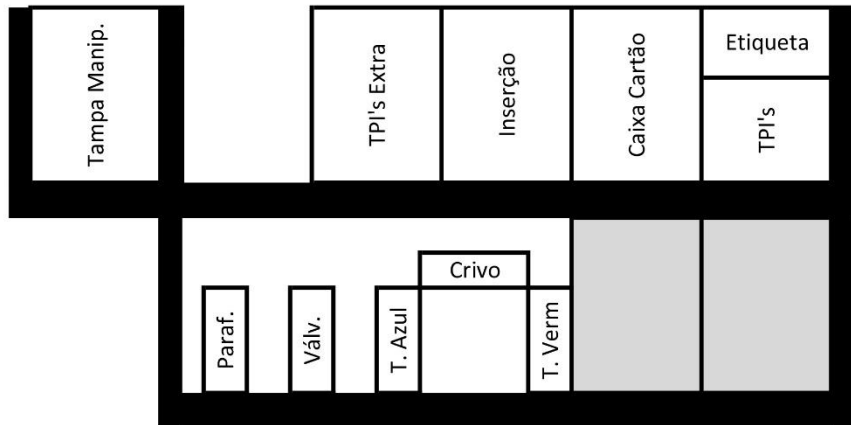


Sem Utiliz.

Produtos:

34146000
34146045
34243000
34332000
34425000
3416300U

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor



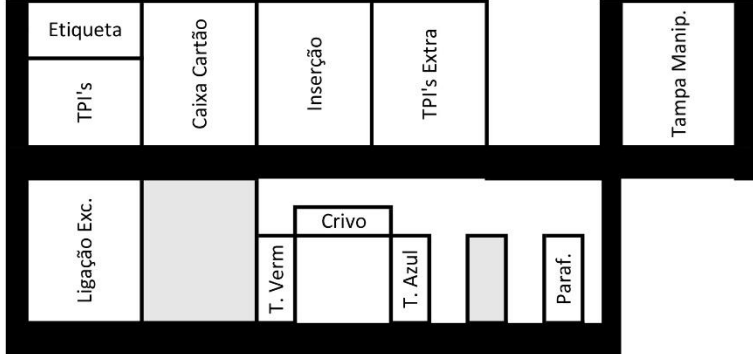
Sem Utiliz.

Produtos:

- 34143045
- 34229000
- 34229045
- 34268000
- 34286001
- 34321000
- 34321001
- 34339000
- 34430000
- 34430045

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador



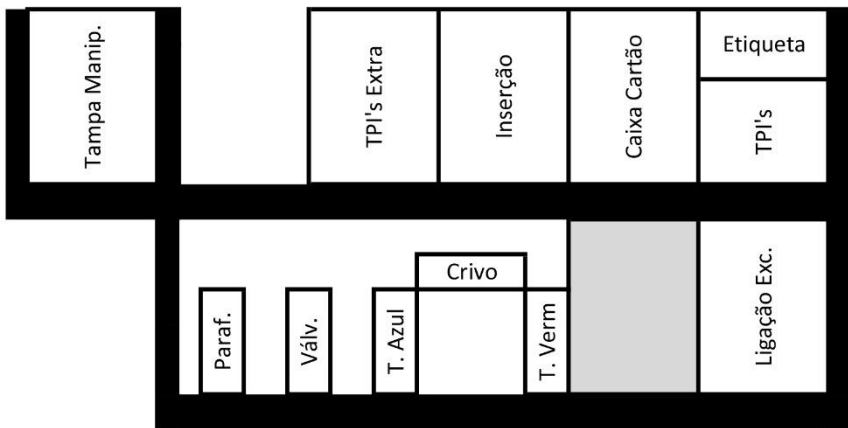
Sem Utiliz.

Produtos:

- 34143045
- 34229000
- 34229045
- 34268000
- 34286001
- 34321000
- 34321001
- 34339000
- 34430000
- 34430045

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

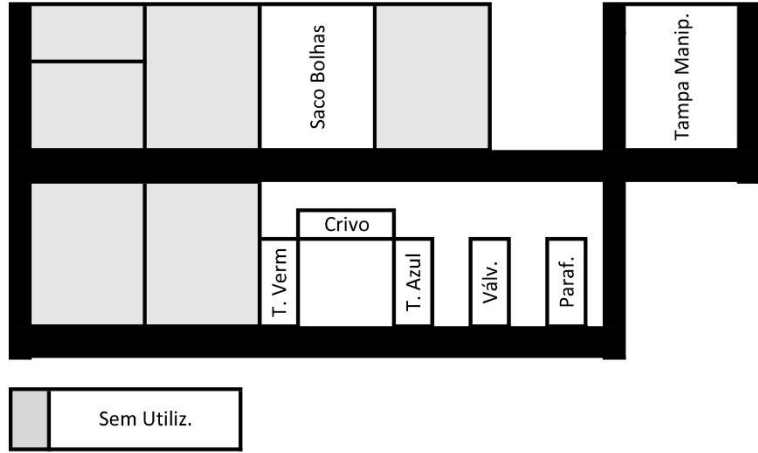


Sem Utiliz.

Produtos:

- 400913240
- 400913340
- 402580140
- 402580240

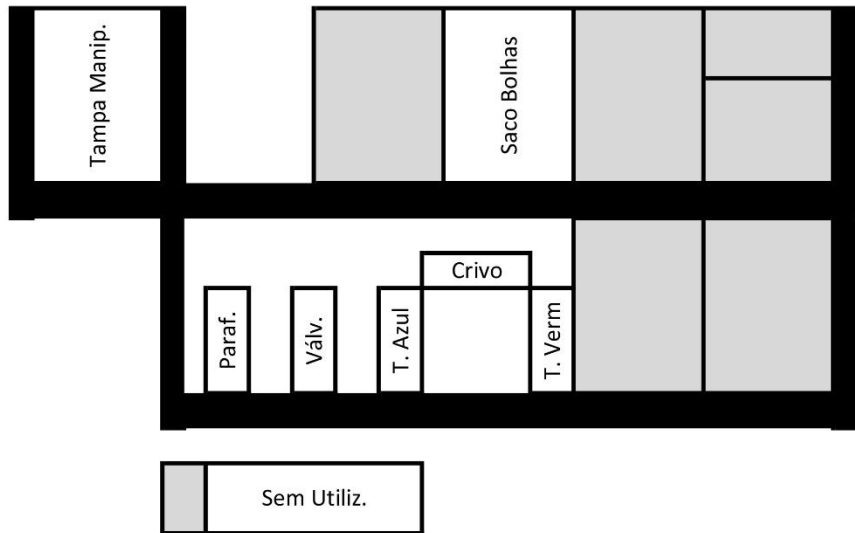
Distribuição dos Componentes
Visão do Operador



Produtos:

- 400913240
- 400913340
- 402580140
- 402580240

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

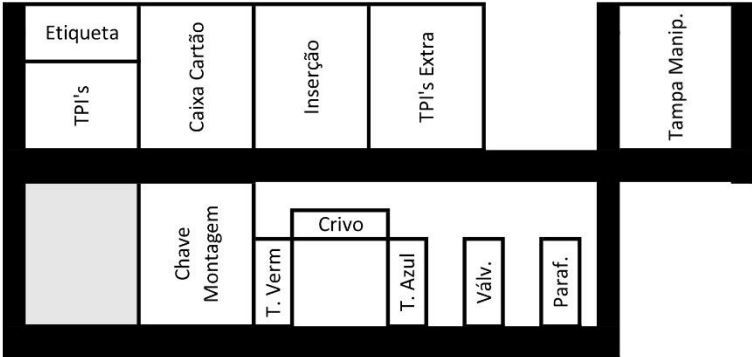


Produtos:

- 34323000
- 34448000
- 34449000
- 34473000
- 34519000

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador



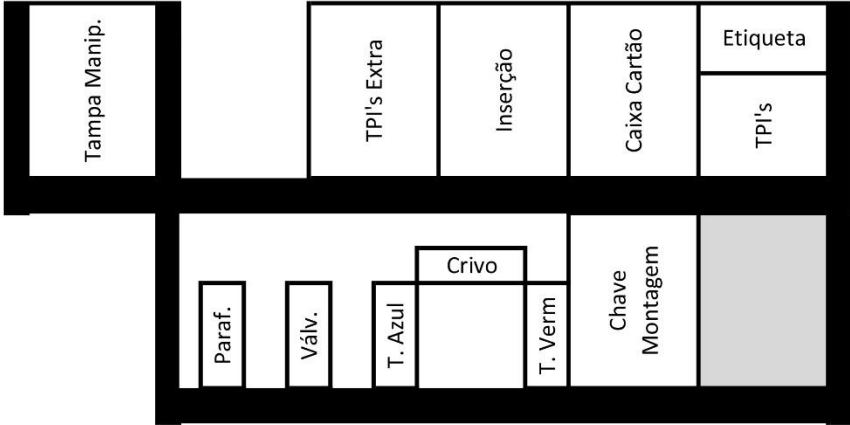
Sem Utiliz.

Produtos:

- 34323000
- 34448000
- 34449000
- 34473000
- 34519000

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

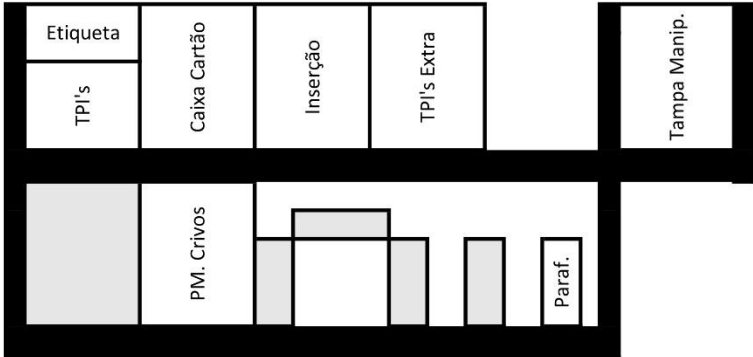


Sem Utiliz.

Produtos:

- 34147000
- 34147045

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

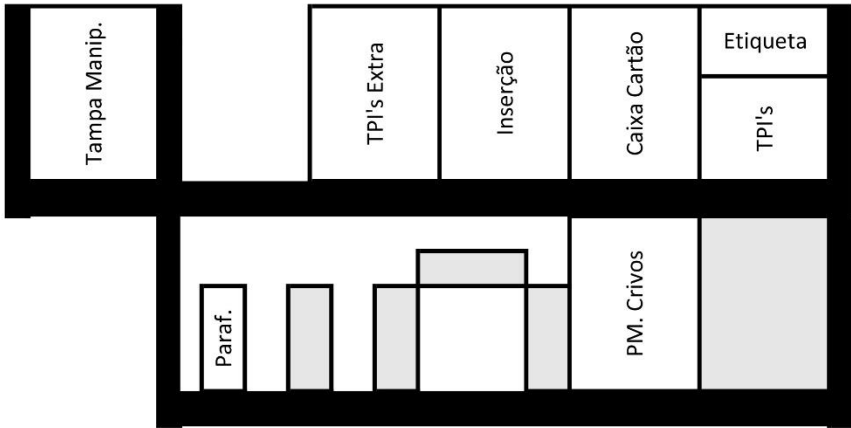


Sem Utiliz.

Produtos:

- 34147000
- 34147045

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

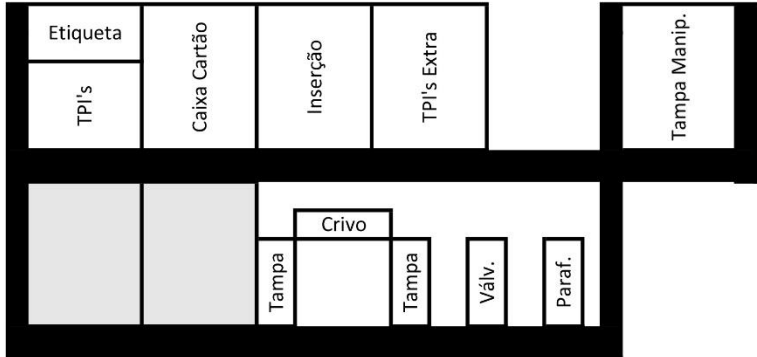


Sem Utiliz.

Produtos:

34149000
34158000

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

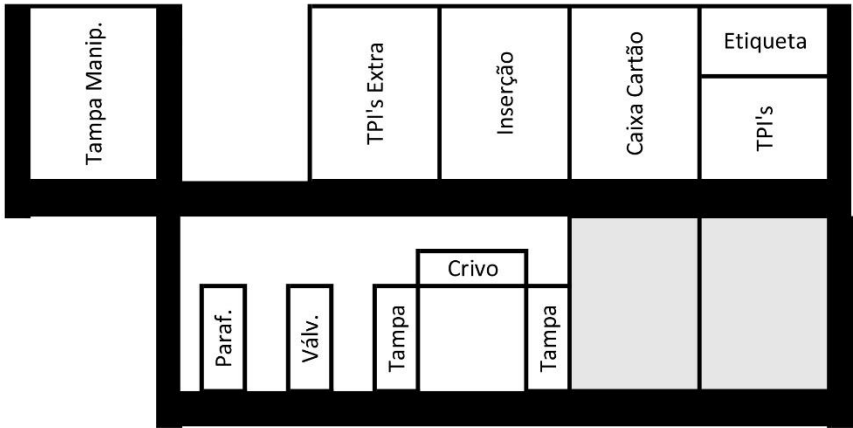


Sem Utiliz.

Produtos:

34149000
34158000

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

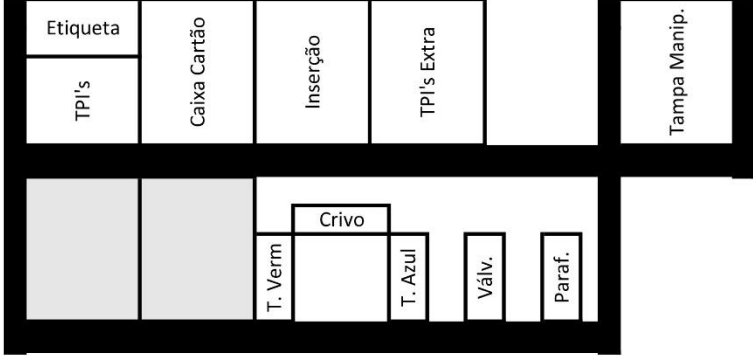


Sem Utiliz.

Produtos:

34156000
34244000
64594340
403847140
403847240
405496040
405496140

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

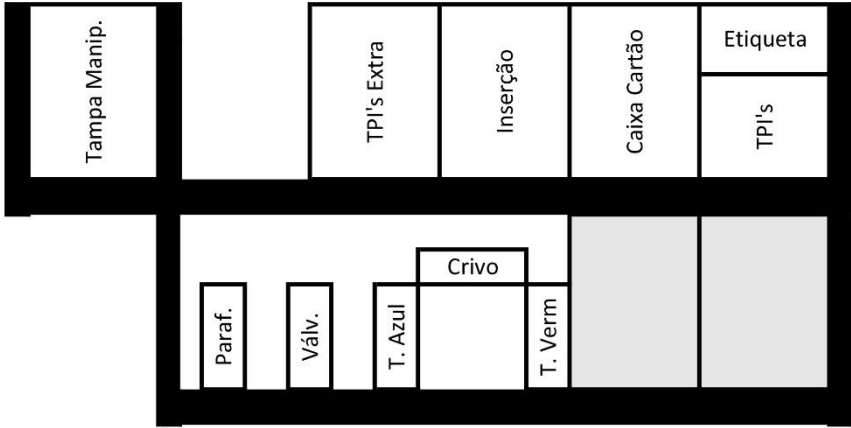


Sem Utiliz.
Sem Utiliz. de Caixa, Inserção e TPI

Produtos:

34156000
34244000
64594340
403847140
403847240
405496040
405496140

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

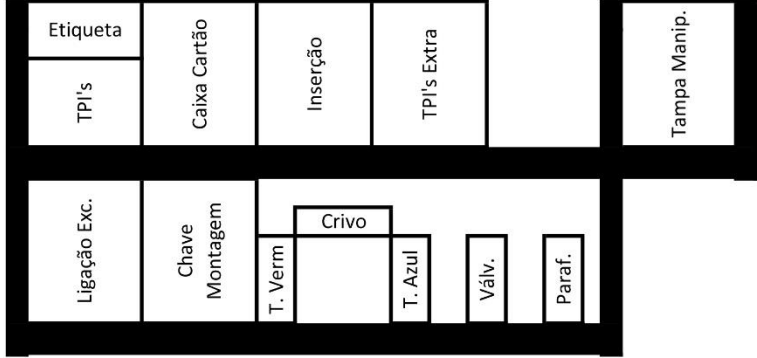


Sem Utiliz.
Sem Utiliz. de Caixa, Inserção e TPI

Produtos:

- 34215000
- 34337000
- 34441000

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

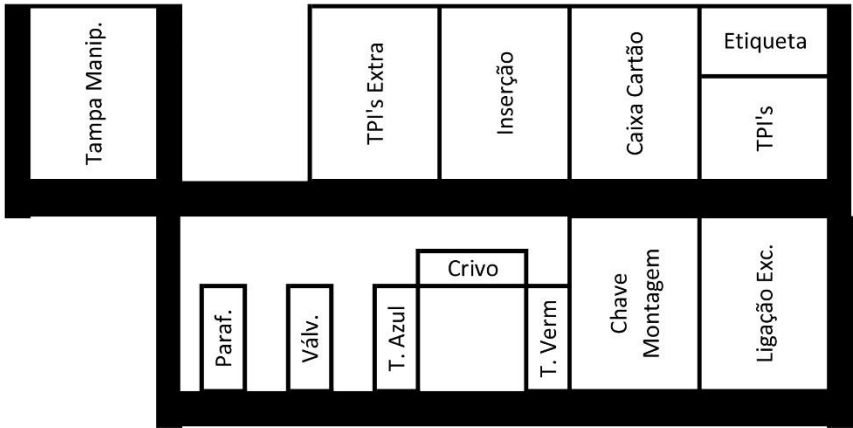


Sem Utiliz.

Produtos:

- 34215000
- 34337000
- 34441000

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

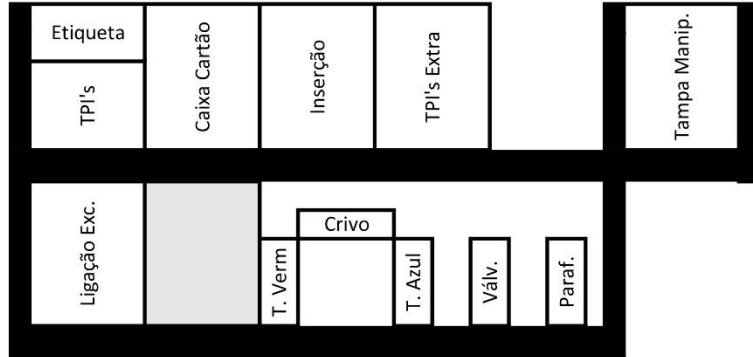


Sem Utiliz.

Produtos:

115223	
117332	
118261	
34065000	
34143000	
34150000	34438000
34155000	34439000
34159000	34440000
34227000	75153026
34333000	75154026

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

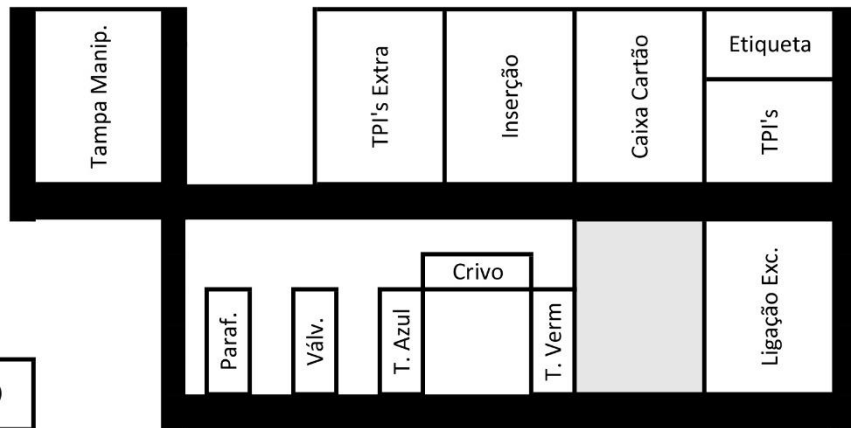


Sem Utiliz.

Produtos:

115223	
117332	
118261	
34065000	
34143000	
34150000	34438000
34155000	34439000
34159000	34440000
34227000	75153026
34333000	75154026

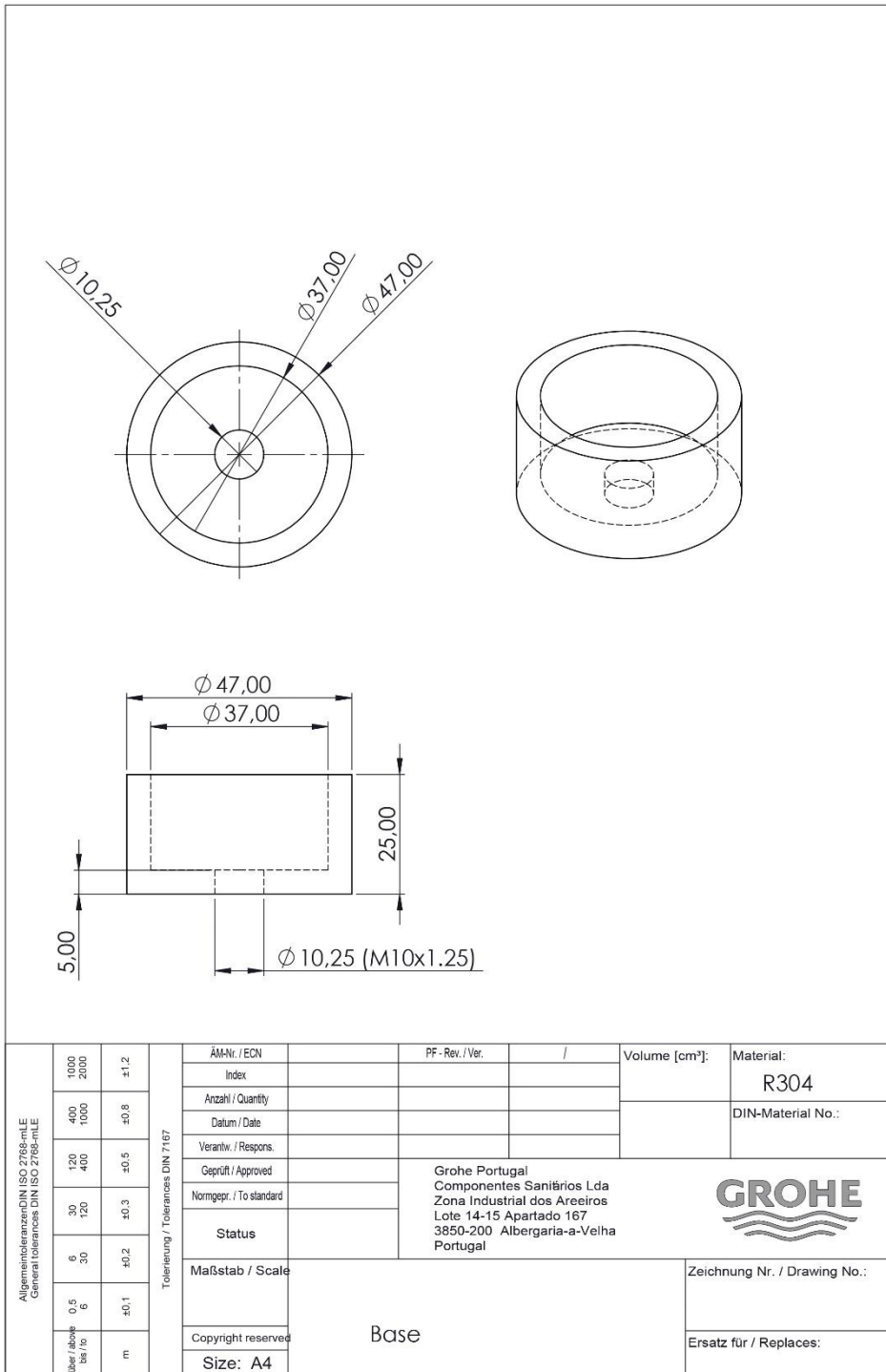
Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

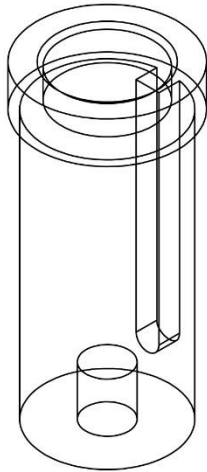
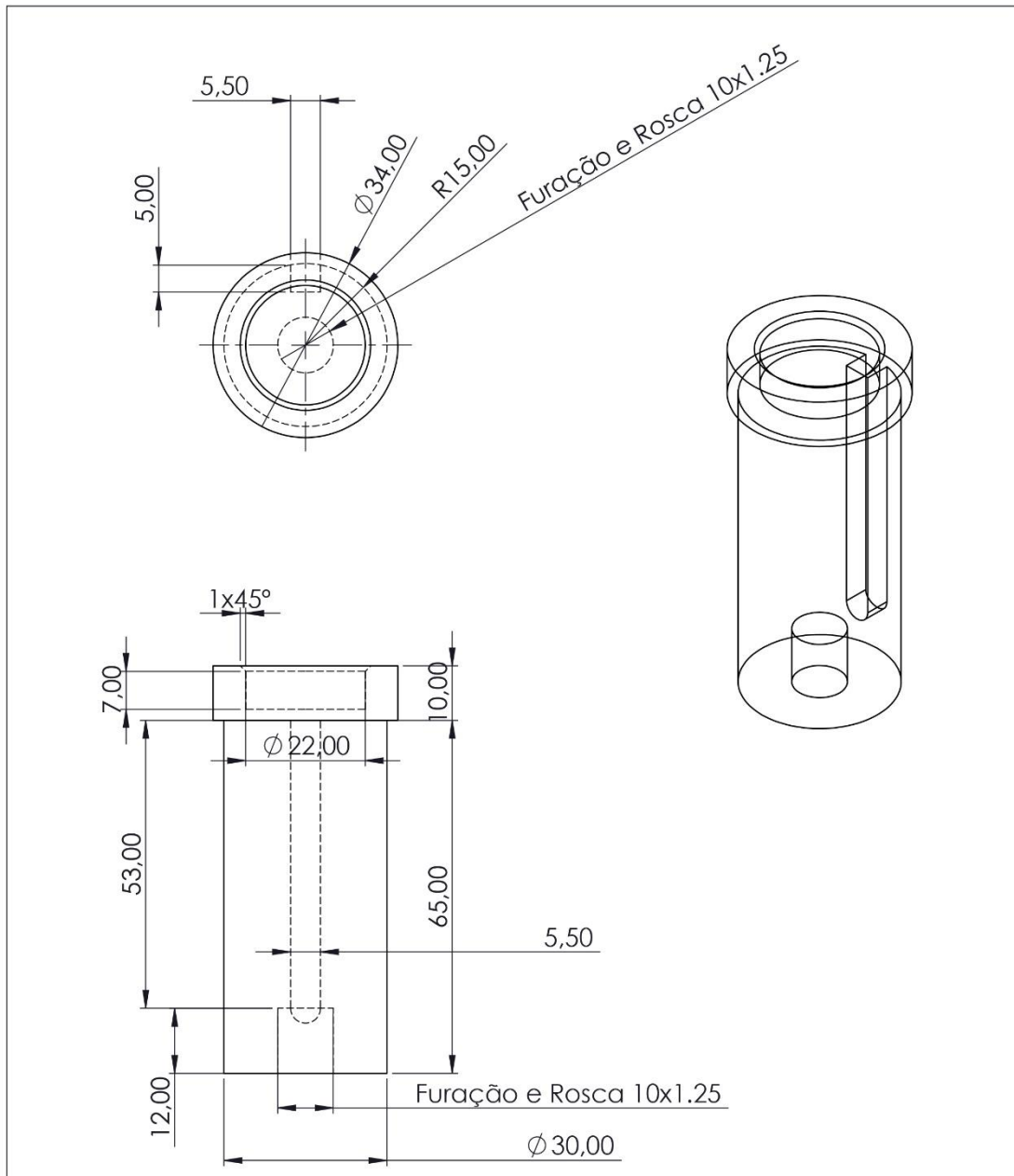


Sem Utiliz.

Anexo H. Projeto Termostáticas – bancada do primeiro posto

Projeto da primeira ferramenta para a colocação cartucho e manga batente:





Allgemeintoleranzen/DIN ISO 2768-mLE General tolerances DIN ISO 2768-mLE	1000	±1.2	Tolerierung / Tolerances DIN 7167	ÄM-Nr. / ECN		PF - Rev. / Ver.	/	Volume [cm³]:	Material:
	2000			Index					R304
	400	±0.8		Anzahl / Quantity					DIN-Material No.:
	1000			Datum / Date					
	120	±0.5		Verantw. / Respons.					
	400			Geprüft / Approved					
	30	±0.3		Normgepr. / To standard					
	120			Status					
	6	±0.2		Maßstab / Scale					
	30			Copyright reserved					
0,5	±0.1	Size: A4							
bis / to									
6									
m									

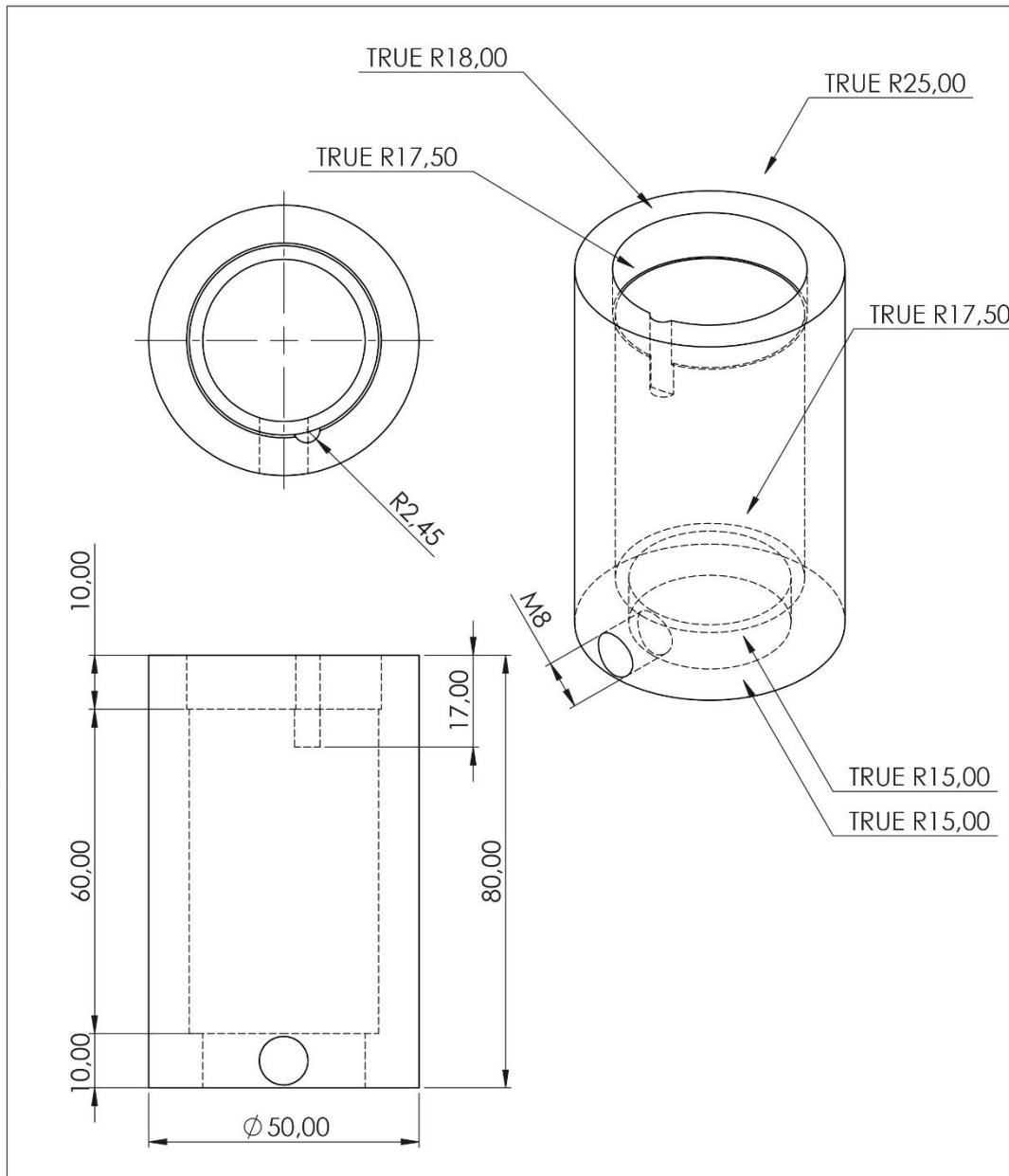
Grohe Portugal
 Componentes Sanitários Lda
 Zona Industrial dos Areeiros
 Lote 14-15 Apartado 167
 3850-200 Albergaria-a-Velha
 Portugal



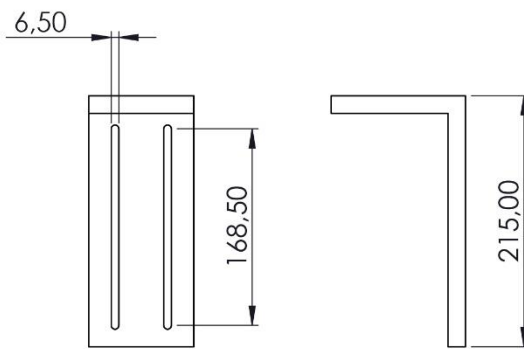
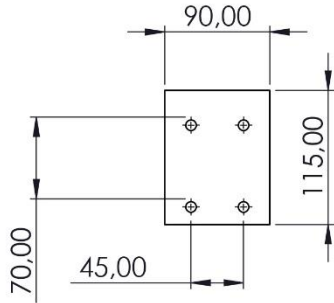
Batente


Zeichnung Nr. / Drawing No.:

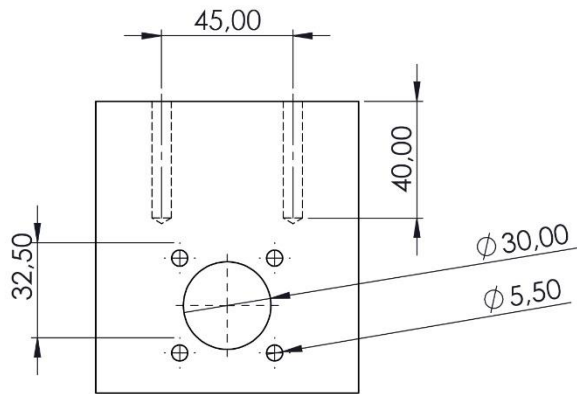
Ersatz für / Replaces:




Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-mS General tolerances DIN ISO 2768-mS	1000	±1.2	Tolerierung / Tolerances DIN 7167	ÄM-Nr. / ECN		PF - Rev. / Ver.	/	Volume [cm³]:	Material:		
	400	±0.8		Index						PA6	
	120	±0.5		Anzahl / Quantity					DIN-Material No.:		
	30	±0.3		Datum / Date							
	6	±0.2		Verantw. / Respons.					GROHE 		
	0,5	±0.1		Geprüft / Approved		Grohe Portugal Componentes Sanitários Lda Zona Industrial dos Areeiros Lote 14-15 Apartado 167 3850-200 Albergaria-a-Velha Portugal					
	über / above bis / to	m		Normgepr. / To standard						Zeichnung Nr. / Drawing No.:	
					Status				Ersatz für / Replaces:		
					Maßstab / Scale				Suporte para Cartucho		
					Copyright reserved						
				Size: A4							

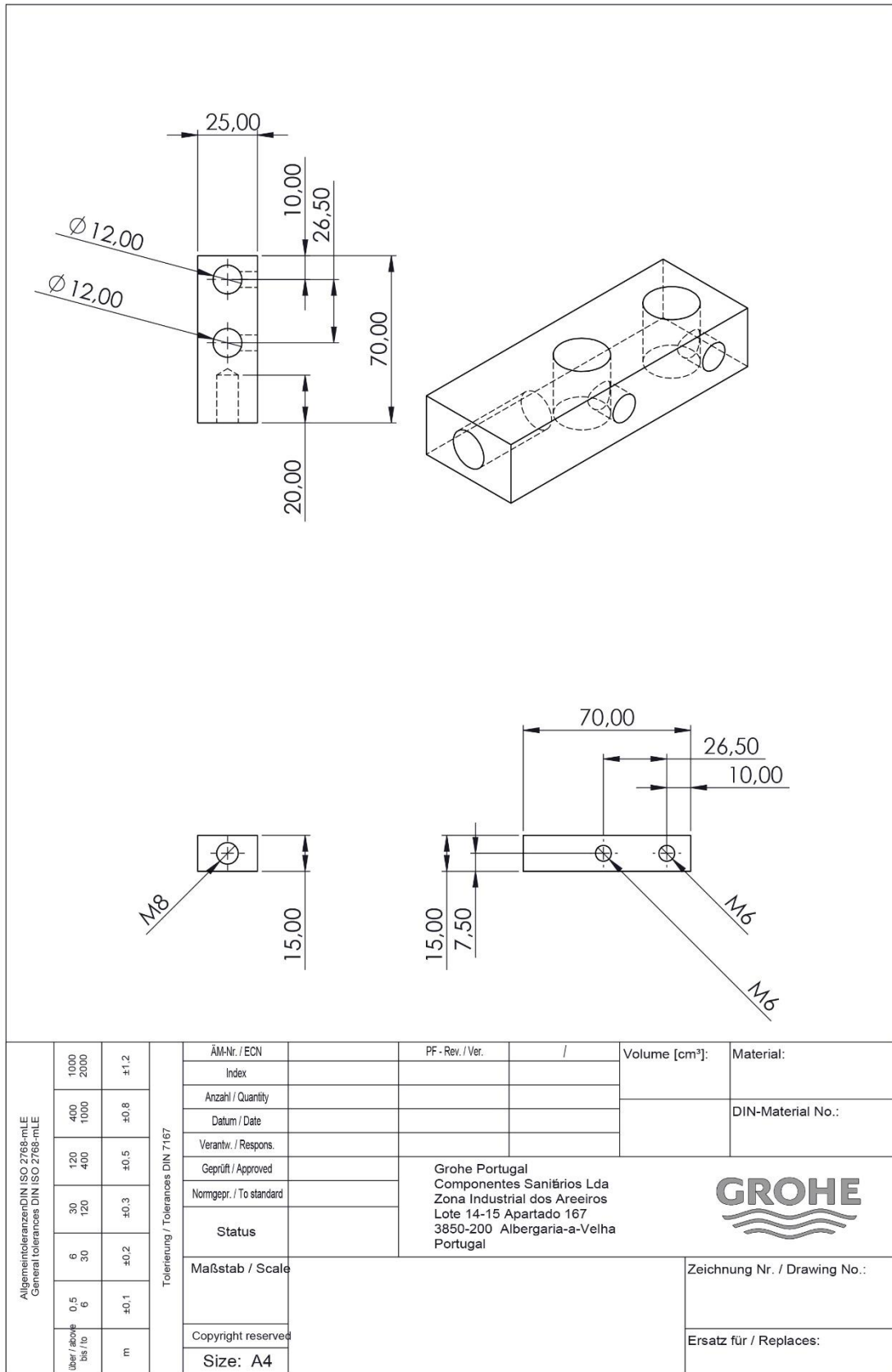


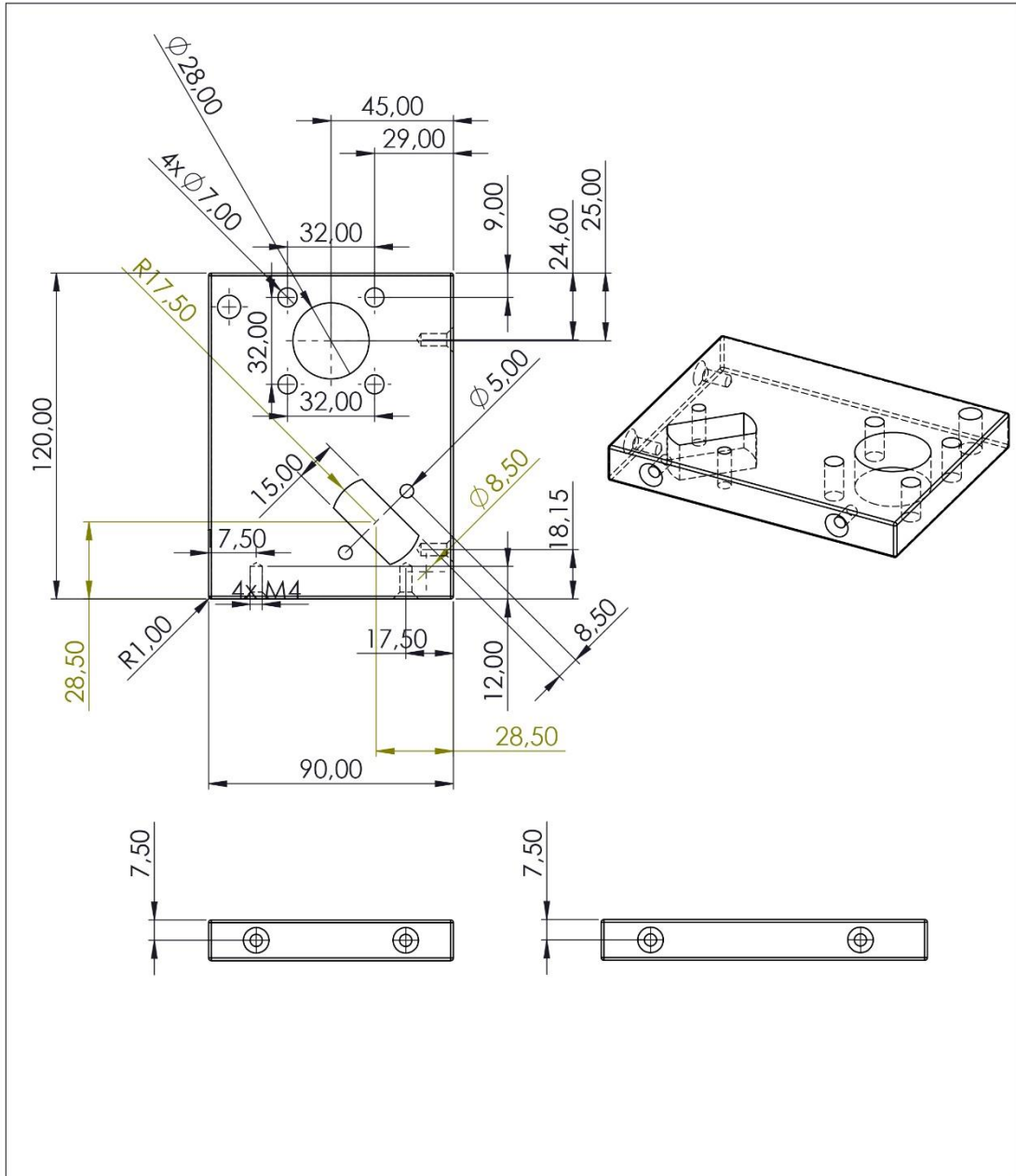
Allgemeintoleranzen/DIN ISO 2768-mLE General tolerances DIN ISO 2768-mLE	1000	Tolerierung / Tolerances DIN 7167	ÄM-Nr. / ECN		PF - Rev. / Ver.	/	Volume [cm³]:	Material:
	400		Index					
	120		Anzahl / Quantity					
	30		Datum / Date					DIN-Material No.:
	6		Verantw. / Respons.					
	0,5		Geprüft / Approved					
	Über / above		Normgepr. / To standard					
	bis / to		Status					
	m		Maßstab / Scale					
			Copyright reserved					
	Size: A4							
Grohe Portugal Componentes Sanitários Lda Zona Industrial dos Areeiros Lote 14-15 Apartado 167 3850-200 Albergaria-a-Velha Portugal								
							Zeichnung Nr. / Drawing No.:	
							Ersatz für / Replaces:	




Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-mS General tolerances DIN ISO 2768-mS	1000	±1,2	Tolerierung / Tolerances DIN 7167	ÄM-Nr. / ECN		PF - Rev. / Ver.	/	Volume [cm³]:	Material:	
	400	±0,8		Index					DIN-Material No.:	
	120	±0,5		Anzahl / Quantity						
	30	±0,3		Datum / Date						
	6	±0,2		Verantw. / Respons.						
	0,5	±0,1		Grohe Portugal Componentes Sanitários Lda Zona Industrial dos Areeiros Lote 14-15 Apartado 167 3850-200 Albergaria-a-Velha Portugal	Geprüft / Approved					
	über / above bis / to	m			Normgepr. / To standard					
					Status					
					Maßstab / Scale				Zeichnung Nr. / Drawing No.:	
					Copyright reserved				Ersatz für / Replaces:	
			Size: A4							

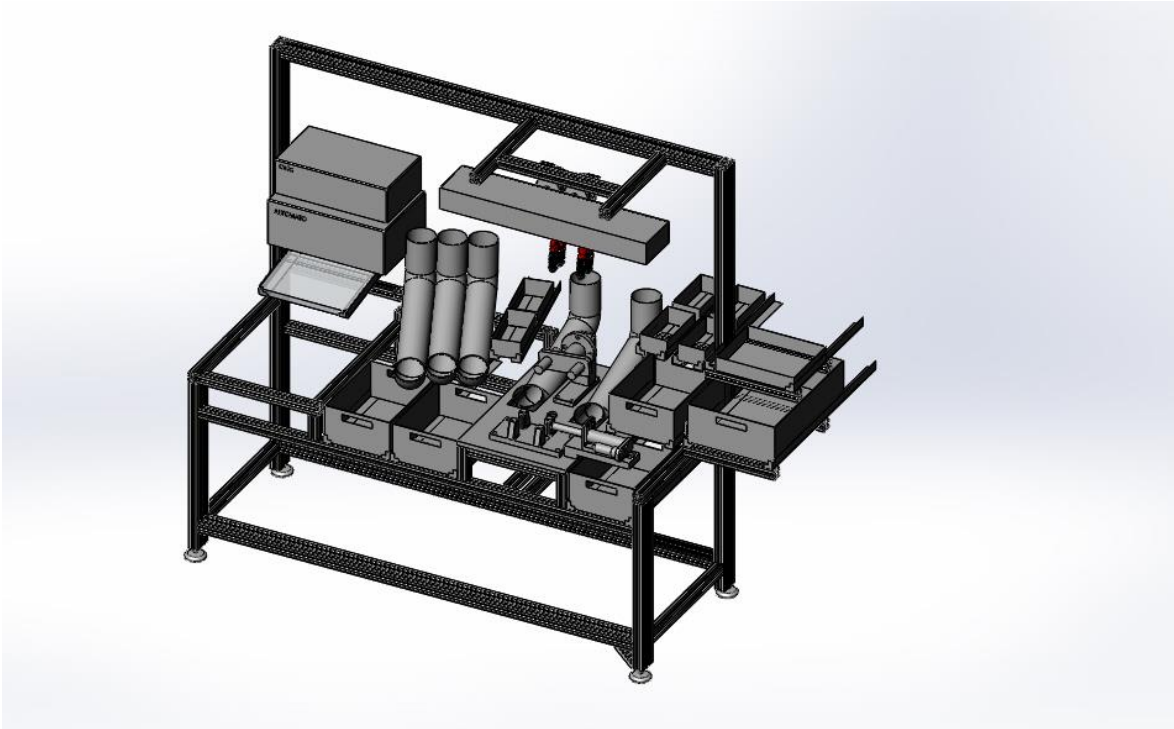
Projeto da segunda ferramenta para a colocação cartucho e manga batente:





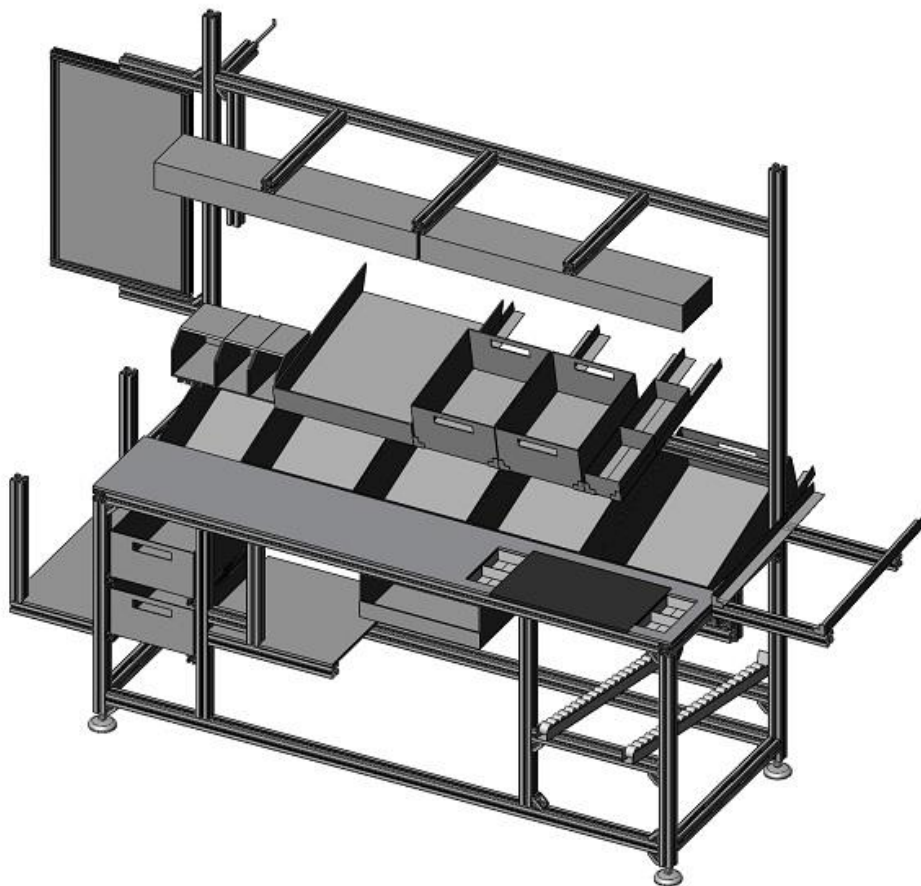
Allgemeintoleranzen/DIN ISO 2768-mLE General tolerances DIN ISO 2768-mLE	1000	±1.2	Tolerierung / Tolerances DIN 7167	ÄM-Nr. / ECN		PF - Rev. / Ver.	/	Volume [cm³]:	Material:
	400	±0.8		Index					
	1000			Anzahl / Quantity					
	120	±0.5		Datum / Date					DIN-Material No.:
	400			Verantw. / Respons.					
	30	±0.3		Geprüft / Approved					
	120			Normgepr. / To standard					
	6	±0.2		Status					
	30			Maßstab / Scale					
	0.5	±0.1		Copyright reserved					
bis / to		Size: A4							
m									
				Grohe Portugal Componentes Sanitários Lda Zona Industrial dos Areeiros Lote 14-15 Apartado 167 3850-200 Albergaria-a-Velha Portugal					
								Zeichnung Nr. / Drawing No.:	
								Ersatz für / Replaces:	

Projeto SolidWorks da bancada:



Anexo I. Projeto Cozinhas – bancada de embalagem

Projetos SolidWorks da bancada da Cozinha baixa e da Cozinha alta respectivamente:



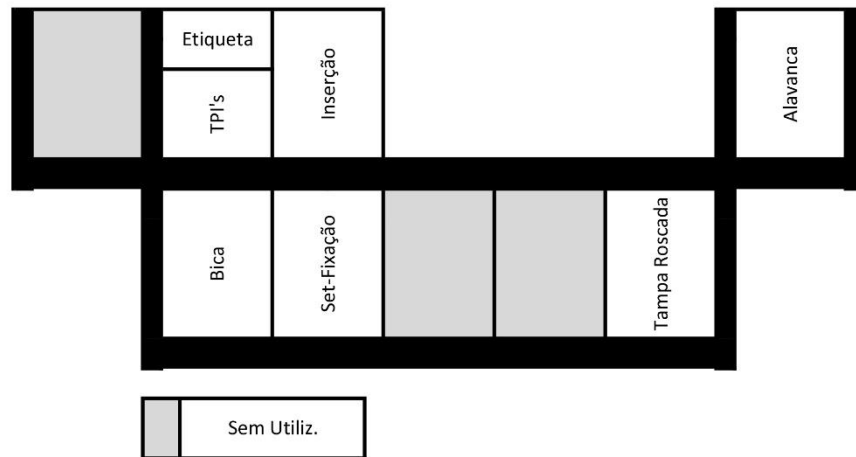
Documentação das linhas:

Produtos:

30186000
32223001
32231001
32542001
32543001
32544001
32752000
32786000
33202001
33975001
33986001

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

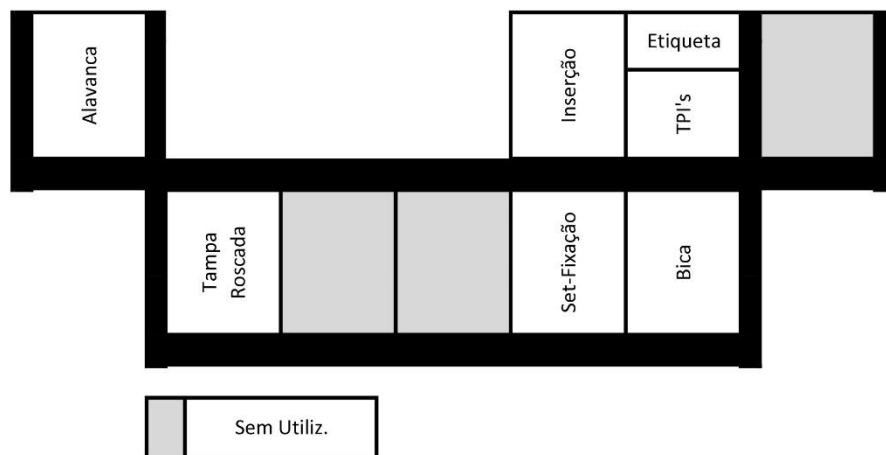


Produtos:

30186000
32223001
32231001
32542001
32543001
32544001
32752000
32786000
33202001
33975001
33986001

Distribuição dos Componentes

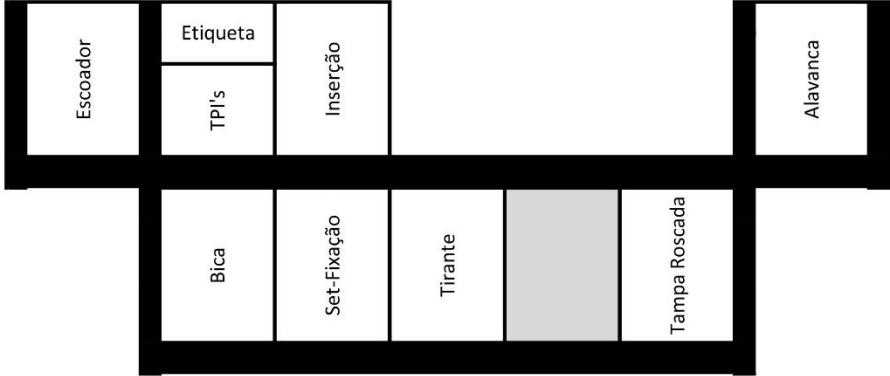
Visão do Abastecedor



Produtos:

32444001

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

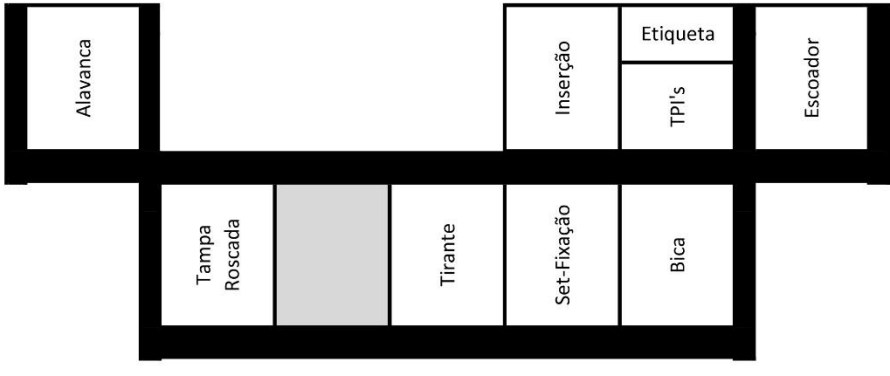


Sem Utiliz.

Produtos:

32444001

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor



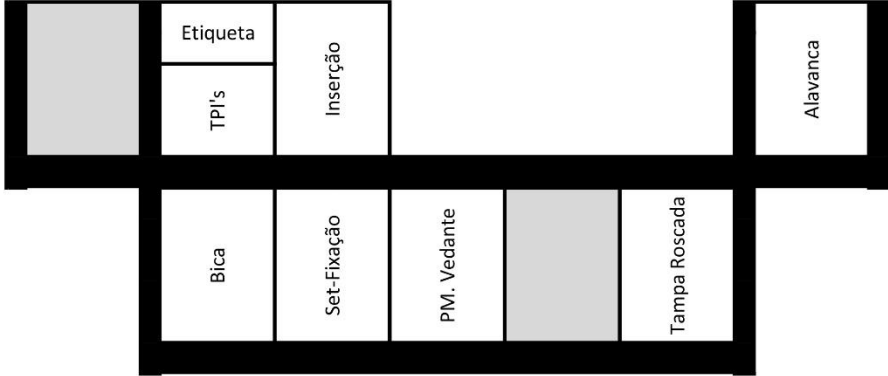
Sem Utiliz.

Produtos:

3001610U

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador



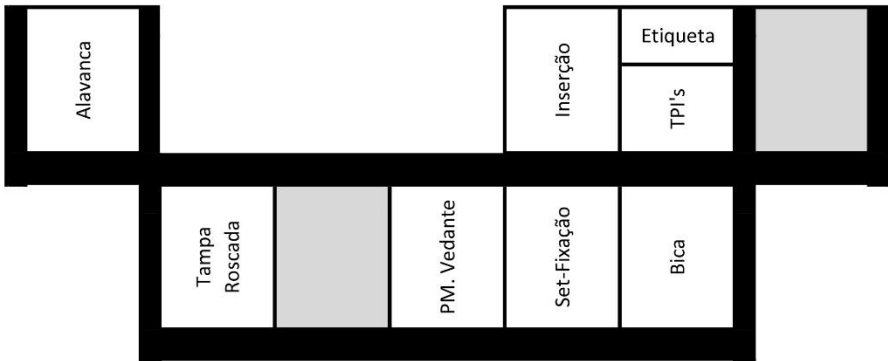
Sem Utiliz.

Produtos:

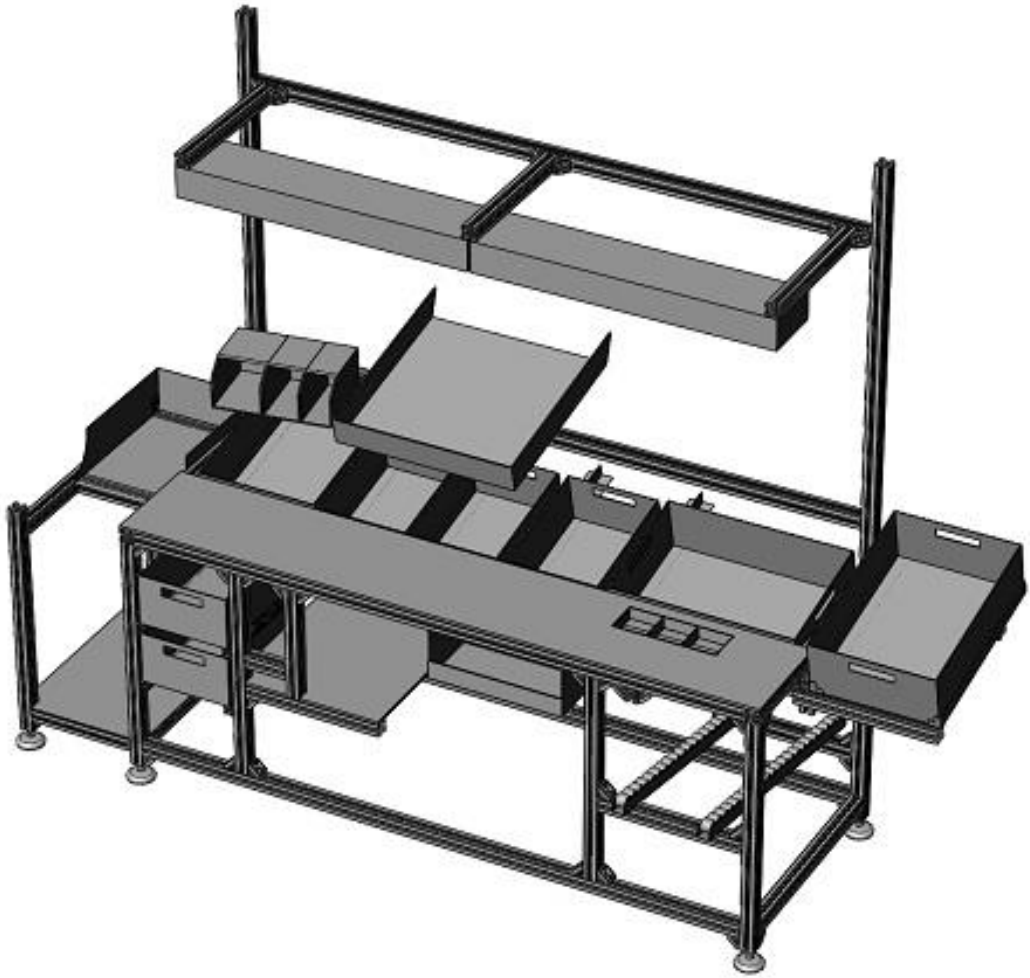
3001610U

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor



Sem Utiliz.



Documentação das linhas:

Produtos:

18230002
18396001

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

Etiqueta	Inserção	Sem Utiliz.	Chuveiro	Emulsor	Alavanca
TPI's					
Supporte Display	Supporte Display	Supporte Display	Supporte Display	Tampa	

Sem Utiliz.

Produtos:

18230002
18396001

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

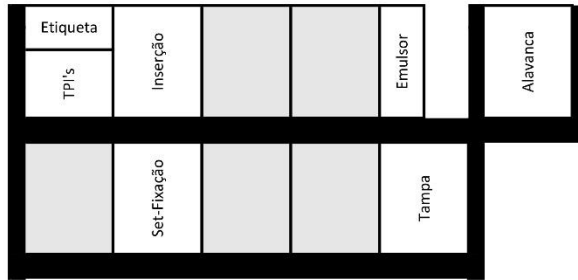
Alavanca	Emulsor	Chuveiro	Sem Utiliz.	Inserção	Etiqueta
					TPI's
Tampa	Supporte Display	Supporte Display	Supporte Display	Supporte Display	

Sem Utiliz.

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

Produtos:

23367000	31125002
30181000	31128001
30182000	31138000
30193000	31142000
30194000	31147000
30196000	31159002
30197000	31170000
30199000	31179000
30204000	31207001
31106001	31210001
31124002	31236002



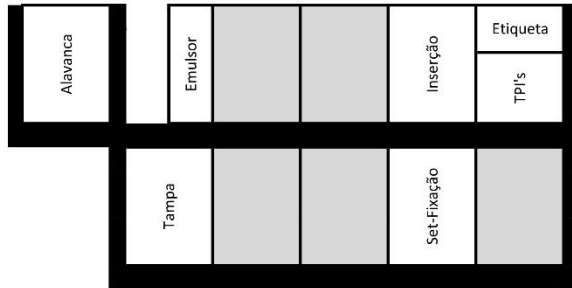
Sem Utiliz.

31243005	32442000
31244002	32450000
31316000	32534001
31318000	32545001
31321001	32659001
31322000	32660001
31341000	32669000
31377000	32750000
32221001	32787000
32230001	32842000
32441000	32844000

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

Produtos:

23367000
30181000
30182000
30193000
30194000
30196000
30197000
30199000
30204000
31106001
31124002



Sem Utiliz.

31125002	31243005	32442000
31128001	31244002	32450000
31138000	31316000	32534001
31142000	31318000	32545001
31147000	31321001	32659001
31159002	31322000	32660001
31170000	31341000	32669000
31179000	31377000	32750000
31207001	32221001	32787000
31210001	32230001	32842000
31236002	32441000	32844000

Produtos:

- 32844000
- 32891000
- 32941002
- 33281001
- 33312002
- 33770001
- 33770002
- 33771001
- 33935000
- 33977001
- 33977002

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Etiqueta	Inserção			Emulsor		Alavanca
TPI's						
	Set-Fixação			Tampa		

Sem Utiliz.

Produtos:

- 32844000
- 32891000
- 32941002
- 33281001
- 33312002
- 33770001
- 33770002
- 33771001
- 33935000
- 33977001
- 33977002

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Alavanca	Emulsor			Inserção	Etiqueta
					TPI's
	Tampa			Set-Fixação	

Sem Utiliz.

Produtos:

- 30183000
- 31129001
- 31319000
- 32257002
- 32942002
- 33330002

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Etiqueta	Inserção	Mola Compressão	Chuveiro	Emulsor		Alavanca
TPI's						
Ligação Rápida	Set-Fixação	Placa Est.		Tampa		

	Sem Utiliz.
--	-------------

Produtos:

- 30183000
- 31129001
- 31319000
- 32257002
- 32942002
- 33330002

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Alavanca	Emulsor	Chuveiro	Mola Compressão	Inserção	Etiqueta
					TPI's
	Tampa		Placa Est.	Set-Fixação	Ligação Rápida

	Sem Utiliz.
--	-------------

Produtos:

- 31119000
- 32170000
- 32171000
- 33933002

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Etiqueta	Inserção	Placa Est.	Chuveiro	Emulsor	Alavanca
TPI's					
Mola Compress	Lig Rápida	Guia Mangueira	Extensão CZ	Tampa	

Sem Utiliz.

Produtos:

- 31119000
- 32170000
- 32171000
- 33933002

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Alavanca	Emulsor	Chuveiro	Placa Est.	Inserção	Etiqueta
					TPI's
Tampa	Extensão CZ	Guia Mangueira	Lig Rápida	Mola Compress.	

Sem Utiliz.

Produtos:

31133001
31135000

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

Etiqueta	Inserção	Sem Utiliz.	Sem Utiliz.	Emulsor	Alavanca
TPI's					
Set-Fixação	PM Roseta	Sem Utiliz.	Sem Utiliz.	Tampa	

Sem Utiliz.

Produtos:

31133001
31135000

Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

Alavanca	Emulsor	Sem Utiliz.	Sem Utiliz.	Inserção	Etiqueta
					TPI's
	Tampa	Sem Utiliz.	Sem Utiliz.	PM Roseta	Set-Fixação

Sem Utiliz.

Produtos:

31121002

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Etiqueta	Inserção	Valv. Anti- Retorno	Chuveiro	Emulsor	Alavanca
TPI's					
Set-Fixação	Placa Est.	Mola Compress.	Dist. Cromado	Tampa	

Sem Utiliz.

Produtos:

31121002

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Alavanca	Emulsor	Chuveiro	Valv. Anti- Retorno	Inserção	Etiqueta
					TPI's
Tampa	Dist. Cromado	Mola Compress.	Placa Est.	Set-Fixação	

Sem Utiliz.

Produtos:

- 32105000
- 32730000
- 33930002

Distribuição dos Componentes
Visão do Operador

Etiqueta	Inserção	Sem Utiliz.	Sem Utiliz.	Emulsor	Alavanca
TPI's					
Set-Fixação	Extensão CZ	Tampa			

Sem Utiliz.

Produtos:

- 32105000
- 32730000
- 33930002

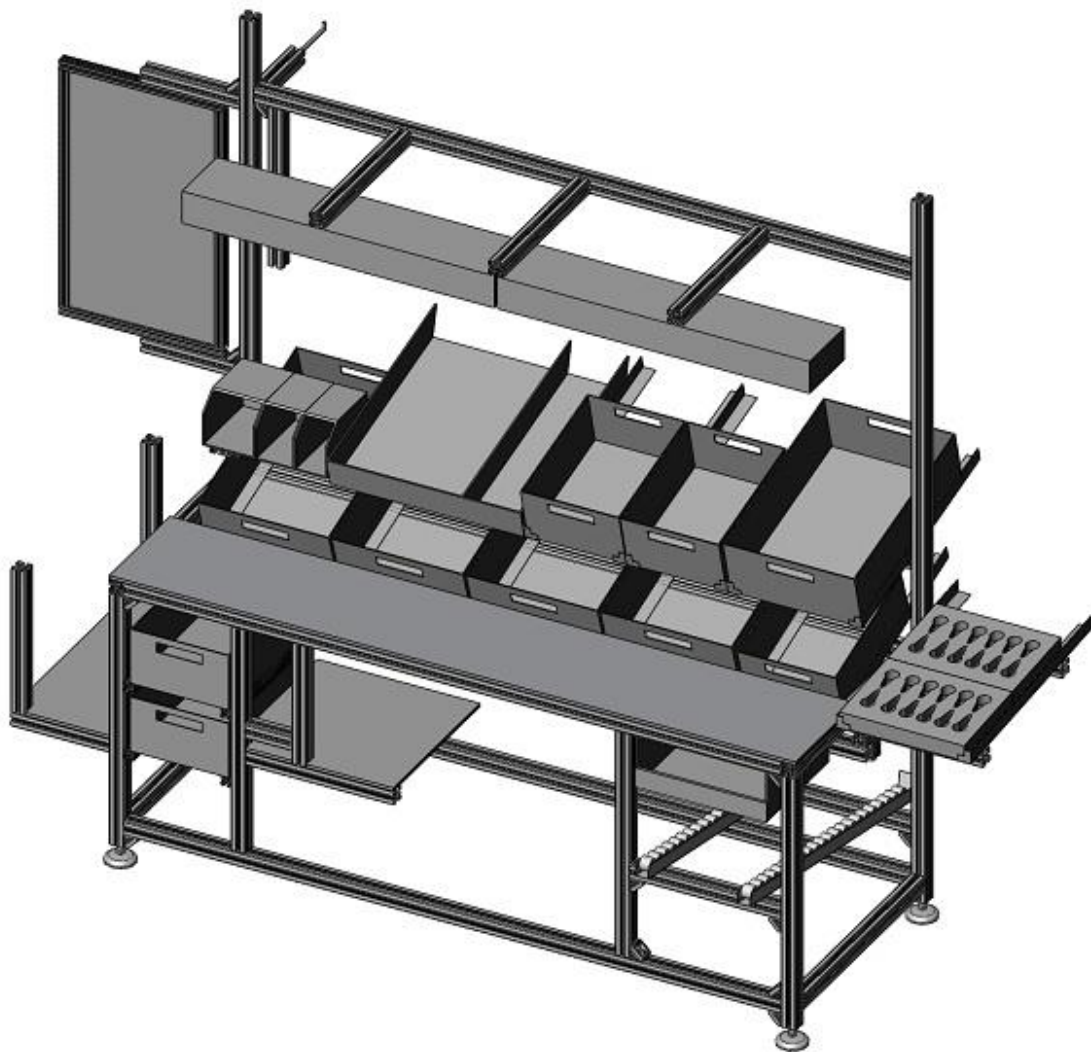
Distribuição dos Componentes
Visão do Abastecedor

Alavanca	Emulsor	Sem Utiliz.	Sem Utiliz.	Inserção	Etiqueta
				TPI's	
Tampa	Extensão CZ	Set-Fixação			

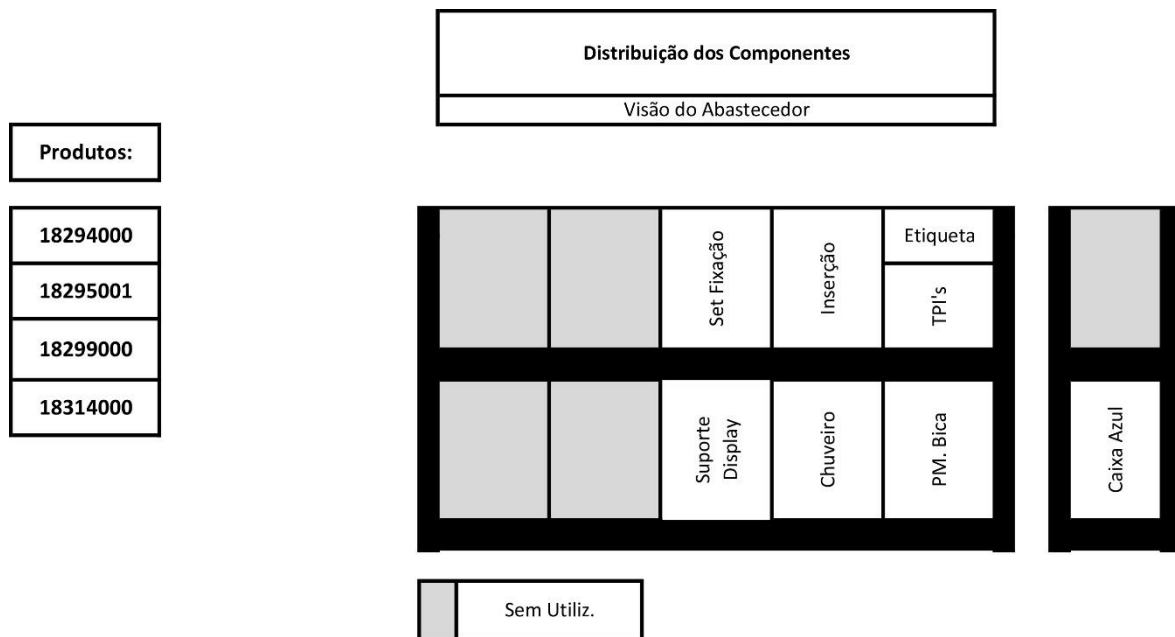
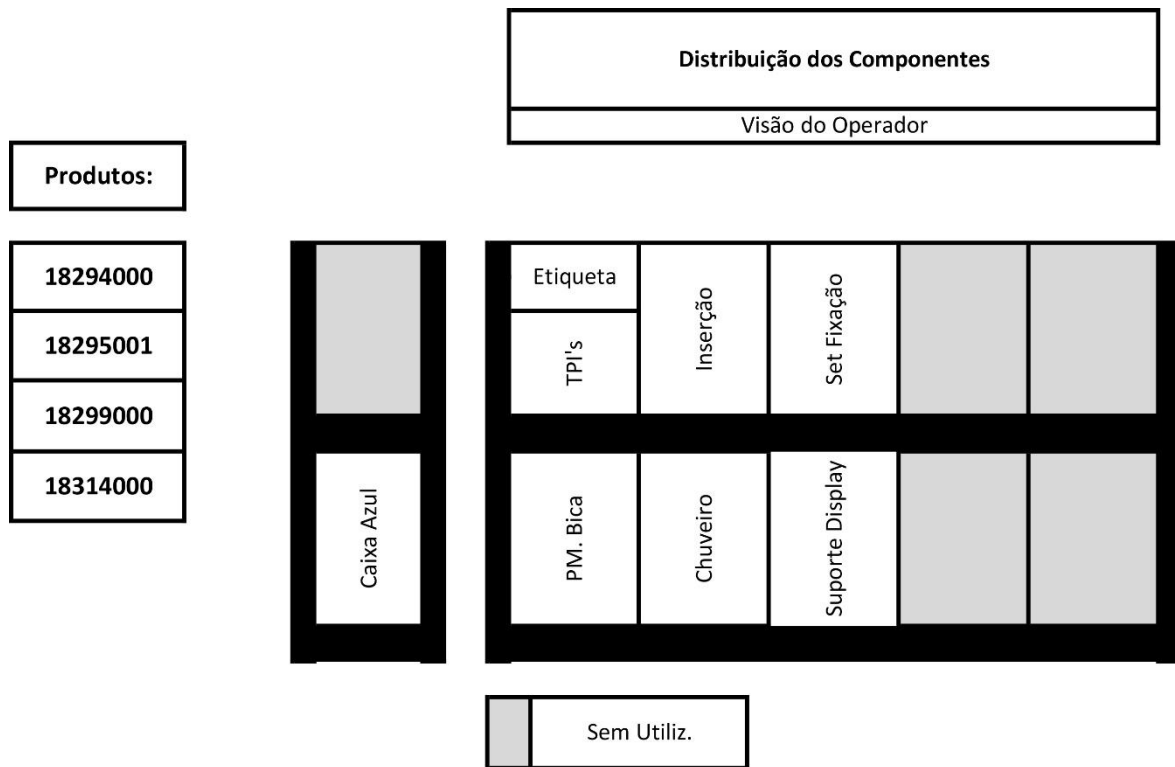
Sem Utiliz.

Anexo J. Projeto Banheiras e Chuveiros – bancada de embalagem

Projeto SolidWorks da bancada:



Documentação da linha:



Produtos:

3109700U

3229700U

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Caixa Azul	Etiqueta	Tubo Flex	Inserção	Chuveiro	Lig. Rápida	
	TPI's					
	PM Bica	Mang. Chuveiro	Set. Fixação	Peso Completo		

Sem Utiliz.

Produtos:

3109700U

3229700U

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

	Lig. Rápida	Chuveiro	Inserção	Tubo Flex	Etiqueta	Caixa Azul
					TPI's	
	Peso Completo	Set. Fixação	Mang. Chuveiro	PM. Bica		

Sem Utiliz.

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Produtos:

31203000
32226000
32283000
32294000
32294001
32294005
32295000
32296000
32298000
32298001
32298005

Caixa Azul

Etiqueta	Tubo Flex	Inserção	Lig. Rápida	Mola Compressão	Tubo
TPI's					
PM Bica	Mang. Chuveiro	Set. Fixação	Chuveiro		

32553000
33893000

Sem Utiliz.

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Produtos:

31203000	32553000
32226000	33893000
32283000	
32294000	
32294001	
32294005	
32295000	
32296000	
32298000	
32298001	
32298005	

Tubo	Mola Compressão	Lig. Rápida	Inserção	Tubo Flex	Etiqueta
					TPI's
	Chuveiro	Set. Fixação	Mang. Chuveiro	PM. Bica	

Caixa Azul

Sem Utiliz.

Produtos:

32555000

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Caixa Azul	Etiqueta					
	TPI's	Tubo Flex	Inserção	PM. Valv Anti-Ret	Mola Compressão	Tubo
	PM Bica	Mang. Chuveiro	Set.Fixação	Chuveiro		

Sem Utiliz.

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Produtos:

32555000

Caixa Azul	Tubo	Mola Compressão	PM. Valv Anti-Ret	Inserção	Tubo Flex	Etiqueta
		Chuveiro	Set.Fixação	Mang. Chuveiro	PM Bica	TPI's

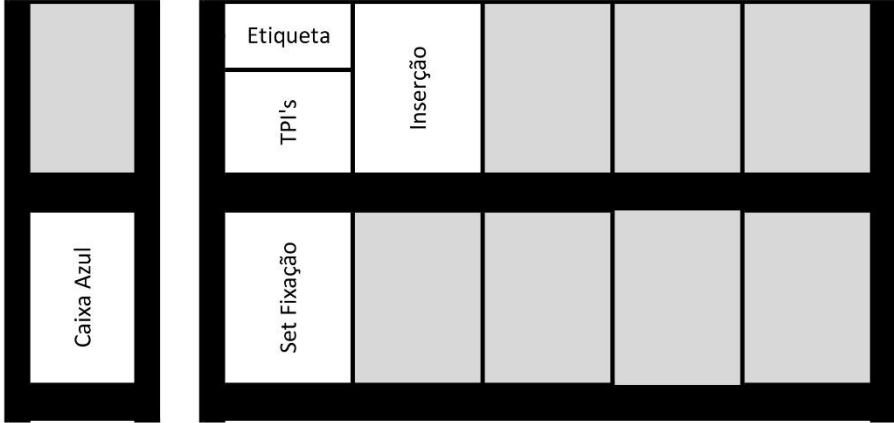
Sem Utiliz.

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Produtos:

- 32701001
- 32836000
- 33192002
- 33192005
- 33412001
- 33614001
- 33614002



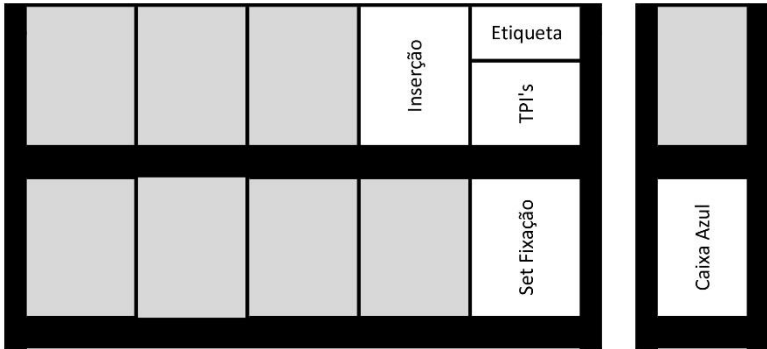
Sem Utiliz.

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Produtos:

- 32701001
- 32836000
- 33192002
- 33192005
- 33412001
- 33614001
- 33614002



Sem Utiliz.

Produtos:

30205DC0

Distribuição dos Componentes

Visão do Operador

Caixa Azul	Etiqueta	Tubo Ligação	Inserção	Tubo Latão	Comando Elect.	T-Piece
	TPI's					
	PM Bica	PM Mangueira + peso	Tubo FFMYD	Lig Rápida	Chuveiro	Set Fixação

Sem Utiliz.
Caixa Grohe c/Divisão

Distribuição dos Componentes

Visão do Abastecedor

Produtos:

30205DC0

T-Piece	Comando Elect.	Tubo Latão	Inserção	Tubo Ligação	Etiqueta
					TPI's
Set Fixação	Chuveiro	Lig Rápida	Tubo FFMYD	PM Mangueira + peso	PM Bica

Caixa Azul

Sem Utiliz.
Caixa Grohe c/Divisão

GROHE		Montagem - CAMINHADA SEGURANÇA E AMBIENTE						
Item	Data	Facto	Causa	Acção	Resp	Prazo	Estado	Link
1	09/05/2014	Material em cima do armário (Gabinete Montagem)	Desleixo	Arrumar		12/05/2014	CLOSED	*
2	09/05/2014	Componentes no Chão (Gabinete Montagem)	Dexleixo	Arrumar		12/05/2014	CLOSED	*
3	09/05/2014	Papel no chão junto fotocopiadora	Falta de suporte	Criar armário ou estante para organizar papel		19/05/2014	CLOSED	*
4	09/05/2014	Quadro de informação com informação obsoleta	Negligência	Remover ou renovar		19/05/2014	DO	*
5	09/05/2014	Quadro de informação com informação obsoleta (objectivos sst 2013)	Negligência	Enviar email SST para remover ou renovar		19/05/2014	DO	*
6	09/05/2014	Informação medições ruído, vibrações e iluminação 2012	Negligência	Verificar necessidade de efectuar novas medições		26/05/2014	PLAN	*
7	09/05/2014	Material ao cuidado da qualidade em local improprio	Falta de local apropriado	Criar e identificar local para o efeito		26/05/2014	DO	*
8	09/05/2014	Material em excesso na passagem	Negligência	Colocar material no devido local. Alertar para excessos de material na montagem		26/05/2014	DO	*
9	09/05/2014	Material no chão na linha CO02 (linha parada)	Negligência	Passar informação ao chefes de equipa no sentido exigirem uma melhor limpeza das linhas		19/05/2014	DO	*
10	09/05/2014	Falta de kits limpeza nas linhas CA's,CO's,AT, UN e TC	Negligência	Verificar e renovar material de limpeza		19/05/2014	DO	*
11	09/05/2014	Sujidade nas Linhas CL	Desleixo	Verificar e fazer cumprir o plano de limpeza		19/05/2014	DO	*
12	09/05/2014	Botoneira CO02 segura por abraçadeiras plásticas	Negligência	Substituir por material em condições		19/05/2014	DO	*
13	09/05/2014	Cablagem na CO01 desorganizada	Negligência	Organizar ou substituir cablagem		19/05/2014	DO	*
14	09/05/2014	AT01 - suporte para kit limpeza em local diferente da identificação	Negligência	Colocar suporte		19/05/2014	DO	*
15	09/05/2014	carrinhos depositados junto do ponto das devoluções	Desleixo	verificar utilidade- colocar no sitio correcto ou desmontar		26/05/2014	DO	*
16	09/05/2014	Alterar posição da bancada UN	Espaço mal aproveitado, bancada suplemente em sitio inapropriado	Verificar e estudar possível alteração layout da UN		02/06/2014	PLAN	*
17	09/05/2014	Item s/ identificação no dinâmico CL	Nova posição, desleixo, ou perda do anterior	Identificar componente		12/05/2014	CLOSED	*
18	09/05/2014	Sujidade no dinâmico das CL	Negligência	Verificar e fazer cumprir o plano de limpeza		19/05/2014	DO	*
19	09/05/2014	Excesso de material na zona da lavandaria	Espaço mal dimensionado para a quantidade de material	Alterar layout e organização da lavandaria		02/06/2014	PLAN	*
20	09/05/2014	Local de passagem convertido em zona de ferramentas BC's	Necessidade	Alterar e identificar corretamente o espaço		02/06/2014	PLAN	*

21	09/05/2014	Documentação no CI-1	Desleixo	arquivar e organizar documentação ou criar "buffer" para deixar documentos em espera e por organizar	19/05/2014	DO	*
22	09/05/2014	Sujidade no CI-1	Negligência	Verificar e fazer cumprir o plano de limpeza	19/05/2014	DO	*
23	09/05/2014	Armário CI-1 a necessitar manutenção	Falta de comunicação	Reparar armário	19/05/2014	CHECK	*
24	09/05/2014	BC01 - Capa c/ documentação s/ sitio definido	Desleixo	Definir sitio e tornar standart em todas as linhas	19/05/2014	DO	*
25	09/05/2014	BC's - Kits de limpeza incompletos	Negligência	Verificar e renovar material de limpeza	19/05/2014	DO	*
26	09/05/2014	TH's - Kits de limpeza incompletos e desorganizados	Negligência	Verificar e renovar material de limpeza	19/05/2014	DO	*
27	09/05/2014	Caixas desorganizadas e em sitio inapropriado - CTHx's	Desleixo	Remover ou criar espaço apropriado	19/05/2014	DO	*
28	09/05/2014	Fuga de agua - CTHX1	Desleixo - Falta de manutenção	Verificar motivo e resolver	02/06/2014	DO	*
29	09/05/2014	Zona perigosa com água e material cablagem eléctrica CTHX1	Negligência	Alterar disposição	02/06/2014	DO	*
30	09/05/2014	Bancada cartucho desorganizada e em sitio não apropriado	Desleixo	Criar local e identificar	26/05/2014	DO	*
31	09/05/2014	Aspirador Th's em local não identificado	Desleixo	Criar local e identificar	26/05/2014	DO	*
32	09/05/2014	Carros ferramentas TH's desorganizados e sujus	Desleixo	Organizar ferramenta e limpar carros	09/06/2014	DO	*
33	09/05/2014	Fuga de agua na parte posterior do teste da linha TH03	Desleixo	Verificar e corrigir problema	02/06/2014	DO	*
34	09/05/2014	Acrilico e identificação em mau estado (Embalagens contaminadas)	Desleixo	Substituir identificação e fixar protecção	19/05/2014	DO	*
35	09/05/2014	Manutenção e limpeza da maquina limpeza copos das Laser	Negligência	Limpar maquina (verificar necessidade de a pintar)	09/06/2014	DO	*
36	09/05/2014	Limpeza balança das linhas Laser	Negligência	Limpar balança e Substituir plásticos protecção	19/05/2014	DO	*
37	09/05/2014	Limpeza linhas Laser	Negligência	Verificar e fazer cumprir o plano de limpeza	02/06/2014	DO	*
38	09/05/2014	Laser - Kits limpeza incompletos	Negligência	Verificar e renovar material de limpeza	19/05/2014	DO	*
39	09/05/2014	Identificar 2 carrinhos laser	Desleixo ou perda da identificação anterior	Colocar identificações	19/05/2014	DO	*
40	09/05/2014	Inserções e caixas de cartão na zona dos corpos LB's	Negligência ou neccsidade	Verificar eventual necessidade, corrigir e identificar local	19/05/2014	DO	*
41	09/05/2014	Corpos em local de passagem na zona dos corpos LB's	Negligência	Colocar corpos no sitio correcto	19/05/2014	DO	*
42	09/05/2014	Material fora do sitio no dinâmico caruchos	Negligência	Colocar material no devido local. Alertar para excessos de material na montagem	19/05/2014	DO	*

43	09/05/2014	Material fora do sitio no dinâmico Geral	Negligência	Colocar material no devido local. Alertar para excessos de material na montagem		19/05/2014	DO	*
44	09/05/2014	Material fora do sitio no dinâmico CZ	Negligência	Colocar material no devido local. Alertar para excessos de material na montagem		19/05/2014	DO	*
45	09/05/2014	Sujidade dinâmico CZ	Negligência	Verificar e fazer cumprir o plano de limpeza		19/05/2014	DO	*
46	09/05/2014	Delimitar e organizar local de bancada e cintas	Desleixo	Verificar se o local é apropriado, se sim, identificar e delimitar zona		26/05/2014	DO	*
47	09/05/2014	Carros ferramentas CZ em local de passagem	Falta de espaço	Verificar se o local é suficiente, reorganizar local		26/05/2014	DO	*
48	09/05/2014	Material depositado no topo do dinâmico PM's	Negligência	Colocar material no devido local. Alertar para excessos de material na montagem		19/05/2014	DO	*
49	09/05/2014	Material depositado junto às VE's	Negligência - Necessidade	Verificar se o material local correcto. Criar local/arrumar em local correcto		19/05/2014	DO	*
50	09/05/2014	Caixas s/identificação no armário material VE02	Desleixo	Identificar todos os componentes		19/05/2014	DO	*
51	09/05/2014	Carroagem em local de passagem junto VE02	Deileixo	Verificar necessidade, caso não seja necessário deve ser guardada (armazem exterior)		26/05/2014	DO	*
52	09/05/2014	Zona de paletes desorganizada	Desleixo/ falta de sitio apropriado	Criar local e estipular quantidade máxima		26/05/2014	DO	*
53	09/05/2014	Identificar zonas na ferramentaria da montagem	melhoria	Colocar etiquetas nas diversas areas		09/06/2014	DO	*
54	09/05/2014	Material depositado na ferramentaria	Desleixo	Verificar utilidade- colocar no sitio correcto ou sucatar		09/06/2014	DO	*
55	09/05/2014	Material para sucatar depositado na ferramentaria	Desleixo	Sucatar		09/06/2014	DO	*
56	09/05/2014	Carroagens depositadas na ferramentaria	Desleixo	Verificar necessidade, caso não seja necessário deve ser guardada (armazem exterior)		26/05/2014	DO	*
57	09/05/2014	"Carro Azul" desorganizado e sem identificações	Desleixo	Organizar e identificar o material		02/06/2014	DO	*
58	09/05/2014	Armários ferramentaria desorganizados	Desleixo	Organizar e identificar as posições dos vários armários da ferramentaria.		02/06/2014	DO	*
59								
60								
61								
62								
63								
64								



Caminhada da Segurança e Ambiente

ITEM

32

Data

09/05/2014

Facto	Carros ferramentas TH's desorganizados e sujos
Causa	Desleixo
Acção	Organizar ferramenta e limpar carros

Prazo

09/06/2014

Responsável

#N/D

0


	Data	Responsável
Tomei conhecimento		

	Data	Responsável
Terminado		

Solução

	Data	Departamento Montagem
Validado		

Anexo L. Ergo Check list

ErgoChecklist Checklist de Ergonomia em Postos de Trabalho				
Departamento:		Data: ___/___/___		
Posto de Trabalho:		Bancada:		
		Sim	Não	Não Aplic.
1. A altura do posto de trabalho permite o colaborador ter uma postura correta? (Ver Anexo: Altura e alcances dos postos de trabalho)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Posto de trabalho sentado: O colaborador têm espaço livre para as coxas, pernas e repouso ajustável para os pés?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Posto de trabalho sentado: O assento é regulável e encontra-se em boas condições?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Posto de trabalho em Pé: o colaborador têm espaço para caminhar evitando assim que permaneça estático durante longos períodos de tempo?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Posto de trabalho em Pé: o colaborador têm espaço livre para os pés?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Existem acessos ao posto para que este possa ser facilmente abandonado em caso de evacuação?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. As distâncias de alcance de todos os componentes são as mais adequadas? (Ver Anexo: Altura e alcances dos postos de trabalho)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Não existem componentes colocados acima da altura dos ombros?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. O colaborador tem uma boa visualização de toda a área de trabalho?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. As cargas movimentadas manualmente neste posto encontram-se dentro dos limites estabelecidos? (< 15 Kg ou < 12 Kg para o Dep. Da Montagem)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. As ferramentas são adequadas, têm boa pega e podem ser utilizadas sem esforço?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Existem tarefas cujo método de execução é inadequado e exige esforço excessivo e que possam resultar numa lesão para o operador?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Existe bom acesso a todos os locais necessários durante o <i>setup</i> ou manutenção para que possam ser realizados sem qualquer risco associado?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. O posto pode ser abastecido sem que isso exija um esforço excessivo ou adoção de posturas prejudiciais?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. As tarefas realizadas no posto de trabalho apresentam elevada repetibilidade? (tempo de ciclo <30 segundos)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. É possível realizar as várias tarefas sem que o colaborador tenha que recorrer a movimentos de rotação do tronco?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TOTAL				
Resultado/Aprovação:				
Mínimo 70 % de respostas cotadas afirmativamente e 10 % de respostas cotadas negativamente.			Sim	Não
Notas/Recomendações:				
Data de verificação ___/___/___	SST:	Data limite para correção: ___/___/___	Departamento:	
Válido até: ___/___/___	SST:			

Anexo. Altura e alcances dos Posto de Trabalho.

