



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Propostas para a redução de problemas de qualidade no fabrico de equipamento de refrigeração industrial**

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

**Autor**

**Inês de Pinho Martins**

**Orientador**

**Professor Doutor Cristovão Silva**

**Co-Orientadores**

**Engenheira Vânia Sofia Martins de Oliveira**

**Engenheira Lurdes Nunes dos Santos**

**Júri**

	<b>Professor Doutor José Manuel Baranda Moreira da Silva</b>
<b>Presidente</b>	<b>Ribeiro</b>
	<b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b>
<b>Vogais</b>	<b>Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto</b>
	<b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b>



**Mercatus – Refrigeração e Estruturas  
Metálicas D’Alagôa, S.A.**

**Coimbra, Fevereiro, 2014**

Talent wins games, but teamwork and intelligence wins championships.

I can accept failure, everyone fails at something. But I can't accept not trying.

Michael Jordan, 1963.

## Agradecimentos

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

A toda a família Mercatus presto a minha homenagem, pela forma como me acolheram e pela oportunidade e confiança demonstradas.

Agradeço ao Professor Doutor Cristóvão Silva, orientador desta tese, pela disponibilidade demonstrada na concretização deste trabalho, motivação, paciência e experiência que me transmitiu.

Aos meus amigos que me acompanharam durante a minha vida universitária, pela sua presença, incentivo e pelos bons momentos que partilhámos. Um agradecimento especial à Vânia pela paciência e motivação dados não só ao longo deste trabalho como também ao longo do meu percurso académico.

Ao meu avô, por tudo o que tem feito e por ser um homem extraordinário.

Às minhas irmãs, Mafalda e Patrícia, pelo apoio e incentivo que me deram ao longo da realização deste trabalho e ao longo da minha vida.

Aos meus pais que sempre me encorajaram e que me instruíam com princípios e valores que me permitiram chegar até aqui. É a eles que devo tudo o que alcancei.

## Resumo

Num ambiente empresarial competitivo e rigoroso, torna-se necessário dar atenção à voz dos clientes, pois só desta forma é possível captar novas oportunidades de negócio. Contudo, a voz do cliente pode ser uma voz de desagrado, que se manifesta através do processo de reclamação.

O processo de reclamação é um processo que, pela sua complexidade, pode desencadear a perda de clientes e um aumento dos custos de uma empresa.

Na atualidade, organizações como a Mercatus procuram gerar, de forma sustentável, valor para o cliente. Para esse efeito, a empresa procura aumentar a qualidade dos seus produtos, através da melhoria do processo de soldadura dos elementos do sistema de refrigeração e da eliminação de desperdícios existentes neste processo.

Neste contexto, a presente dissertação tem como principais objetivos a análise das reclamações realizadas pelo maior cliente da empresa ao longo de um ano e atuar na não conformidade mais relevante, o processo de soldadura por brasagem.

Para fundamentar e simplificar este estudo, recorreu-se a algumas ferramentas de gestão da qualidade, como o ciclo PDCA e a metodologia 5S. Com o suporte destas ferramentas foi possível identificar as categorias de produtos críticos (com mais reclamações), bem como os principais problemas causadores destas.

Ficou implícita a importância destas ferramentas na obtenção de informação útil para a empresa, assim como também os perigos que esta problemática das reclamações pode causar, nomeadamente, o perigo da perda de clientes e os custos que isso pode implicar.

**Palavras-chave:** Qualidade, Brasagem, 5S, PDCA, Melhoria Contínua, Reclamação.

## Abstract

In a competitive and rigorous business environment, it becomes necessary to hear the customers "voice", because only by this way we can capture new business opportunities. However, the customers "voice" can be a "voice" of dissatisfaction that manifested through the complaint process.

The complaint process, because of its complexity, can lead a company to loss its customers and increase its costs.

Currently, organizations like Mercatus seek sustainably by creating value for the customer. Therefore, the company aims to increase the quality of its products, focusing on the process of welding the elements of the cooling system and eliminating waste in this process.

In this context, the present work has as main objectives to analyze the complaints made by the company's largest customer over a year and act in the most relevant non-compliance, the brazing process.

To support and facilitate this study, were used some quality management tools, such as PDCA and 5S methodology. With the support of these tools was possible to identify the critical categories of products (with more complaints), as well as the main causes of these problems.

It was implied the importance of these tools to obtain useful information for the company, as well as the dangers that the claims can represent, namely the danger of losing customers and the costs that may cause.

**Keywords** Quality, Brazing, 5S, PDCA, Continuous Improvement, Complaints.

## Índice

Índice de Figuras.....	vi
Índice de Tabelas .....	viii
Siglas .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Estrutura da dissertação .....	2
1.3. Mercatus.....	3
1.3.1. Processo produtivo.....	6
1.3.2. Novas metodologias de trabalho .....	8
1.3.3. Processo de controlo na Mercatus .....	13
2. ANÁLISE DE RECLAMAÇÕES .....	19
2.1. Tratamento dos dados relativos a reclamações internas .....	19
2.2. Tratamento de dados relativos a reclamações externas .....	21
3. DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE BRASAGEM.....	26
3.1. Produção do sistema de refrigeração .....	28
3.2. Identificação das causas do aparecimento de defeitos.....	29
3.2.1. Recolha e análise de dados nas linhas 1 e 2.....	31
3.2.2. Recolha e análise de dados na linha 3.....	36
3.2.3. Recolha e análise de dados na linha 4.....	40
4. FERRAMENTA A3/PDCA.....	43
4.1. Propostas geradas pelo A3/PDCA .....	45
5. METODOLOGIA 5S .....	49
5.1. Motivação.....	49
5.2. Definição da equipa .....	50
5.3. Definição do cronograma.....	51
5.4. Formação e Sensibilização .....	53
5.5. Implementação.....	53
5.5.1. Bordo de linha .....	53
5.5.2. 5S na Mercatus .....	61
6. CONCLUSÃO .....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
8. ANEXOS .....	75
8.1. Anexo A .....	75
8.2. Anexo B .....	76
8.3. Anexo C .....	85
8.4. Anexo D .....	86
8.5. Anexo E.....	88
8.6. Anexo F.....	89

---

8.7.	Anexo G .....	97
8.8.	Anexo H .....	99
8.9.	Anexo I.....	114
8.10.	Anexo J.....	117
8.11.	Anexo K.....	129
8.12.	Anexo L.....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 ó Organograma do grupo.....	3
Figura 2 ó Vendas de 2012 relativas à gama de produtos fabricados no polo I.....	5
Figura 3 ó Vendas de 2012 relativas à gama de produtos fabricados no polo II.....	5
Figura 4 - Mercados de exportação.....	6
Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo da Mercatus.....	7
Figura 6 - Estrutura organizacional do departamento de qualidade .....	14
Figura 7 ó Fluxograma do processo de tratamento de reclamações externas .....	15
Figura 8 ó Fluxograma do tratamento de não conformidades em curso de fabrico .....	17
Figura 9 ó Fluxograma do tratamento de não conformidades na inspeção final.....	18
Figura 10 - Componentes com maior percentagem de defeitos .....	20
Figura 11 - Defeitos que ocorrem com maior frequência .....	20
Figura 12 - Unidades reclamadas entre Maio de 2012 e Abril de 2013.....	22
Figura 13 - Gráfico de Pareto referente às causas das reclamações .....	23
Figura 14 - Tipificação das reclamações.....	24
Figura 15 - Reclamações relativas a fugas de gás .....	25
Figura 16 - Rácio entre o número de reclamações relativas a fugas de gás e quantidades vendidas .....	25
Figura 17 - Fluxograma do processo de produção do grupo de frio.....	28
Figura 18 - Fluxograma da análise do aparecimento dos vários defeitos .....	30
Figura 19 - Gabarit para soldadura do "T" .....	31
Figura 20 - Operação de soldadura da saída do evaporador.....	32
Figura 21 - Operação de soldadura capilar - saída do evaporador .....	32
Figura 22 - Operação de soldadura válvula de carga - tubo de cobre.....	33
Figura 23 - Operações de soldadura na mesa de trabalho .....	34
Figura 24 - Operação de soldadura saída do compressor - serpentina de inox .....	34
Figura 25 - Operações de soldadura com o grupo de frio montado na bancada .....	35
Figura 26 - Operação de soldadura filtro ó capilar .....	36
Figura 27 - Grupo de frio de um armário de um corpo.....	36
Figura 28 - Operação de soldadura capilar - evaporador.....	37
Figura 29 - Operação de soldadura evaporador - capilar .....	37

---

Figura 30 - Ferramenta para abocardar tubo .....	38
Figura 31 - Operação de soldadura condensador - serpentina.....	38
Figura 32 - Operação de soldadura condensador tubo de cobre.....	39
Figura 33 - Operação de soldadura capilar tubo de cobre.....	39
Figura 34 - Operações de soldadura na mesa de trabalho .....	40
Figura 35 - Operações de soldadura no grupo de frio.....	41
Figura 36 - Operação de soldadura na serpentina de inox .....	41
Figura 37 - Operações de soldadura no evaporador .....	42
Figura 38 - Embalagem de metal com decapante em pó .....	46
Figura 39 - Alicates especiais para realizar o aperto dos tubos.....	47
Figura 40 - Material sem local de abastecimento adequado .....	55
Figura 41 - Abastecimento de material por gestão visual .....	58
Figura 42 - Abastecimento realizado pela lateral do posto de trabalho .....	60
Figura 43 - Separação do material presente no posto de trabalho .....	62
Figura 44 - Quadro sombra do posto de trabalho 3 .....	63
Figura 45 - Abastecimento intermédio para cola e veda.....	63
Figura 46 - Kit de limpeza.....	64
Figura 47 - Eco ponto para todos os colaboradores da linha de montagem 1 .....	65
Figura 48 - Identificação de todos os componentes necessários no posto de trabalho .....	65
Figura 49 - Marcação da circulação dos kits .....	66
Figura 50 ó Suporte para documentação.....	66

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros que determinam o rácio entre quantidade vendida e número de reclamações por produto.....	23
Tabela 2 - Cronograma da implementação do bordo de linha e 5S.....	51
Tabela 3 - Planeamento das atividades a implementar .....	52
Tabela 4 - Resultados da primeira auditoria 5S realizada.....	69
Tabela 5 - Resultados da segunda auditoria 5S realizada .....	70

## **SIGLAS**

CNC ó *Computer Numerical Control*

HEG ó *High Efficiency Gene*

NC ó Não Conforme

PDCA ó *Plan, Do, Check, Act*

PNC ó Produto Não Conforme

PRS ó Departamento de Processos

PRT ó Departamento de Produto

QAS ó Departamento de Qualidade, Ambiente e SST

RNC ó Relatório de Não Conformidade

SST ó Segurança e Saúde no Trabalho

WIP ó *Work in Progress*

WS ó *Workshop*

## **1. INTRODUÇÃO**

Neste primeiro capítulo é feito o enquadramento do problema em estudo na presente dissertação. É também apresentada a estrutura da dissertação, de forma a facilitar a compreensão da estruturação dos projetos de melhoria desenvolvidos.

Por último é feita a apresentação da Mercatus, empresa que disponibilizou todos os seus recursos materiais e humanos de forma a acolher o presente projeto.

### **1.1. Motivação**

Atualmente, os mercados encontram-se em constante mudança em virtude de fatores políticos, tecnológicos e económicos que tornam os clientes cada vez mais exigentes e a concorrência cada vez maior. Esta concorrência obriga a criar valor para os clientes, a fim de os fidelizar de forma a garantir uma posição no mercado.

Por conseguinte, as empresas necessitam de evoluir de uma forma sustentável, sendo a competitividade um dos fatores mais importantes para o seu sucesso. Assim, é fundamental uma gestão sustentada de todos os recursos, sejam eles humanos, materiais ou conhecimento e dos processos, para assim reduzir prováveis dificuldades que possam surgir na organização.

A redução de desperdícios é cada vez mais um foco nas organizações. Estas devem formar equipas multidisciplinares com o objetivo de melhorar a qualidade e produtividade. É essencial fazer um esforço contínuo na formação dos colaboradores com o intuito de criar uma cultura onde toda a equipa trabalha por um objetivo comum.

No seguimento deste pensamento o controlo da qualidade deixa de ser feito individualmente e passa-se a dar grande importância a análises estatísticas e a indicadores de eficiência aplicados aos processos produtivos.

Neste contexto é relevante apresentar um conceito para melhoria contínua. A definição, eventualmente de maior compreensão, por ser clara e ao mesmo tempo por retratar todo o conceito seja: Melhoria contínua é um processo, transversal a toda a organização, centrado na inovação e no contínuo crescimento (Caffyn e Bessant, 1996).

A atenção com as competências existentes nas organizações pode levar ao aperfeiçoamento da sustentabilidade e conseqüentemente à continuidade nos processos de fabrico.

Nos anos 50, os japoneses recuperaram as ideias da administração clássica para reavivarem a sua indústria e desenvolverem o conceito de Kaizen, que significa aperfeiçoamento contínuo. Com este pensamento é sempre possível fazer melhor, nenhum dia deve avançar sem que alguma melhoria seja implementada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. A sua metodologia traz resultados concretos, tanto qualitativamente, como quantitativamente, num curto espaço de tempo, apoiado no entendimento gerado por uma equipa reunida para alcançar as metas estabelecidas pela direção da organização.

Neste contexto surge o Ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Deming (nome dado pelos Japoneses ao modelo da melhoria contínua desenvolvido pelo pioneiro da qualidade total Dr. W. Deming). Na realidade esta metodologia foi desenvolvida por Walter A. Shewhart na década de 30 e só mais tarde reconhecida por Willian Edwards Deming, na década de 50. O ciclo PDCA é uma metodologia que tem como finalidade o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, sendo útil na conquista de soluções para os problemas.

Poucas ferramentas mostram-se tão eficazes na procura da melhoria quanto este método, uma vez que conduz a ações constantes que possibilitam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir o desenvolvimento das organizações (Goetsch e Davis, 1994).

Assim sendo, este projeto de investigação assenta na redução de diferentes formas de desperdício e no estudo e na concisa análise das reclamações efetuadas pelo maior representante de vendas da Mercatus, e na aplicação de ferramentas que permitam aumentar o seu nível de compreensão e tratamento.

## **1.2. Estrutura da dissertação**

A presente dissertação é composta por cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo é feita a apresentação da empresa onde decorreu o estágio curricular que resultou na presente dissertação.

No segundo capítulo é realizada uma análise das reclamações internas e também das reclamações de um dos mais representativos clientes da empresa.

O terceiro capítulo diz respeito ao diagnóstico do processo de soldadura e identificação de possíveis causas do aparecimento de defeitos no processo. Este encontra-se subdividido pelas diferentes linhas de montagem existentes.

No quarto capítulo é descrito todo o trabalho prático desenvolvido sendo aplicada a ferramenta PDCA para a resolução de problemas.

O quinto capítulo refere-se à implementação da metodologia 5S e bordo de linha numa das quatro linhas de montagem.

### 1.3. Mercatus

Constituída em 1995, a MERCATUS dedica-se ao fabrico de equipamentos refrigerados para o segmento HORECA - Hotelaria, Restauração e *Catering*.

A Mercatus produz e comercializa equipamentos de refrigeração comercial, Bancadas e Armários, para o segmento de preparação, conservação e armazenagem de alimentos, e também equipamentos para a área de preparação do segmento industrial. A operar três unidades industriais, duas em Portugal e uma no Brasil, no total a Mercatus incorpora 200 trabalhadores tendo também instalações em Itália (centro logístico).

É participada a 100% pela MNF Capital-SGPS, S.A. e detém 50,57% da empresa brasileira Klimaquip, S.A. e participa em 50% na Mercatus Italia, como demonstrado na Figura 1.

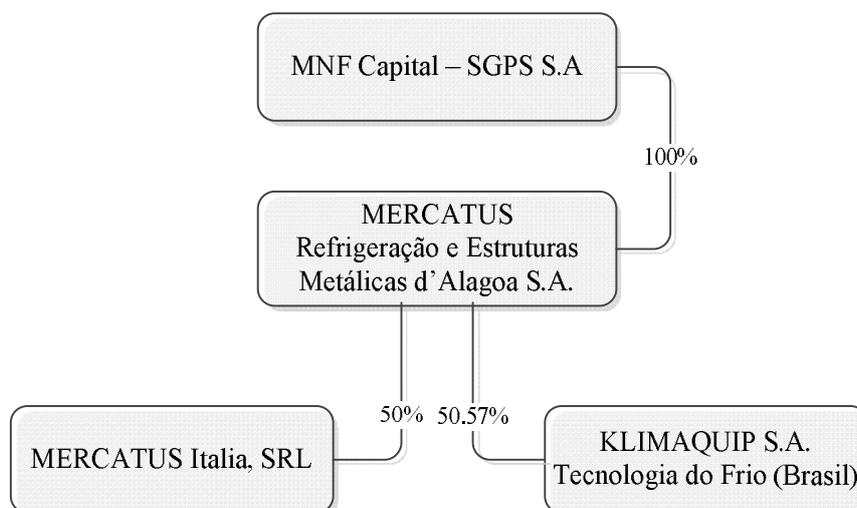


Figura 1 – Organograma do grupo

Maioritariamente a sua produção destina-se ao mercado externo, estando representada em mais de 30 países. A Mercatus tem vindo a apresentar, desde 2001, ritmos de crescimento significativos, de cerca de 18% ao ano. Apesar de 2010 ter sido um ano com uma conjuntura macroeconómica difícil, verificou-se uma subida do volume de vendas assente essencialmente na operação do Brasil. As boas perspetivas permitem ter confiança na manutenção daquela tendência histórica durante os próximos anos.

O *design* e a tecnologia avançada são as características distintivas da Mercatus, consubstanciadas numa identidade própria, comum a todos os produtos.

A Mercatus estabelece como sua missão tornar-se uma referência mundial no sector, com grande capacidade de interação com o meio envolvente, produzindo em perfeita harmonia com o ecossistema. Tendo como valores fundamentais a Agilidade - Reagir positivamente ao imprevisto, Motivação - Sempre como na primeira hora, Evolução - Evoluir é mudar para melhor.

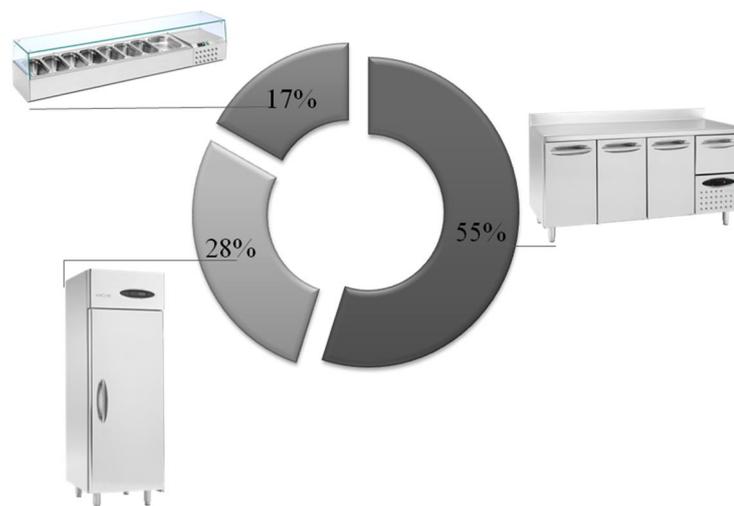
A vasta gama de equipamentos de refrigeração produzida pelo grupo Mercatus cobre as principais necessidades de refrigeração comercial em termos de preparação, conservação e armazenamento, em ótimas condições, de produtos alimentares.

As duas fábricas em Portugal asseguram a produção de armários, bancadas e kits refrigerados em aço inoxidável, bem como de câmaras frigoríficas, minicâmaras e arrefecedores de bebidas e de detritos.

Ao abrigo da política de evolução contínua dos produtos, foram introduzidos diversos melhoramentos entre os quais há a destacar o inovador isolamento ecológico que utiliza água como agente expensor.

Da utilização desta tecnologia resultam níveis nulos no potencial de aquecimento global, assim como no potencial de destruição do ozono, contribuindo de forma efetiva para a redução da pegada ecológica da Mercatus.

No ano de 2012 no polo I, unidade situada em Águeda e onde foi desenvolvido este projeto, as vendas de produtos distribuíram-se da seguinte forma: as bancadas representaram 55% das vendas, os armários 28% e os kits os restantes 17%, Figura 2.



**Figura 2 – Vendas de 2012 relativas à gama de produtos fabricados no polo I**

Já no polo II 34% das vendas dizem respeito a câmaras frigoríficas, 21% a arrefecedores de bebidas, 17% a minicâmaras frigoríficas e 16% e 12% a abatedores e arrefecedores de detritos respetivamente, Figura 3.



**Figura 3 – Vendas de 2012 relativas à gama de produtos fabricados no polo II**

É de salientar o intercâmbio de *know-how* que se tem fomentado no seio do Grupo Mercatus, prática que tem dado frutos no desenvolvimento de novos produtos, a fim de alargar as gamas respetivas de ambos os lados do Atlântico.

Nos mercados europeus, a Mercatus manteve em 2012 a quota histórica de exportações em torno dos 95%, tendo acrescentado dois novos mercados de destino face ao exercício anterior.

França e Alemanha destacam-se entre os mercados de exportação, Figura 4, ao passo que o mercado doméstico absorve 5% das vendas, algo acima do exportado para Espanha (3%), Itália (3%), Holanda (2%) e Suécia (2%).

Há que sublinhar o desempenho comercial positivo obtido na Alemanha, em Chipre e na Tunísia, mercado onde as vendas ficaram acima dos objetivos anuais da Mercatus, apesar da difícil conjuntura internacional que se viveu.

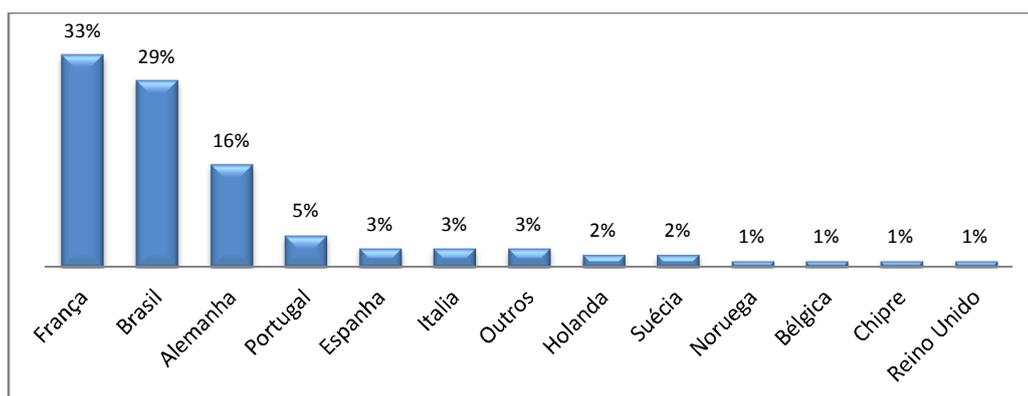


Figura 4 - Mercados de exportação

Para além do continente europeu destacam-se alguns novos mercados conseguidos no ano de 2012 é o caso do Dubai, Qatar, Kuwait, Arábia Saudita e Egipto.

Como potenciais mercados é importante referir países como a Austrália, Singapura, Moçambique e África do Sul.

### 1.3.1. Processo produtivo

O processo produtivo na Mercatus tem como principal matéria-prima o aço inox. Numa primeira fase é realizado todo o planeamento de produção com o auxílio do programa JETCAM, este permite o envio de ficheiros para que as máquinas de punçõnagem operem, existindo dois equipamentos para este fim.

O sistema produtivo da Mercatus pode ser dividido de uma forma geral por cinco secções, a Transformação, Calafetagem, Linhas de Montagem, Testes e Expedição.

Como evidenciado na Figura 5, existe um armazém onde se encontra todo o tipo de chapa utilizado na produção, a chapa sai do armazém diretamente para a punçoadora. Na punçoadora é feita a transformação de chapa, esta é cortada e furada.

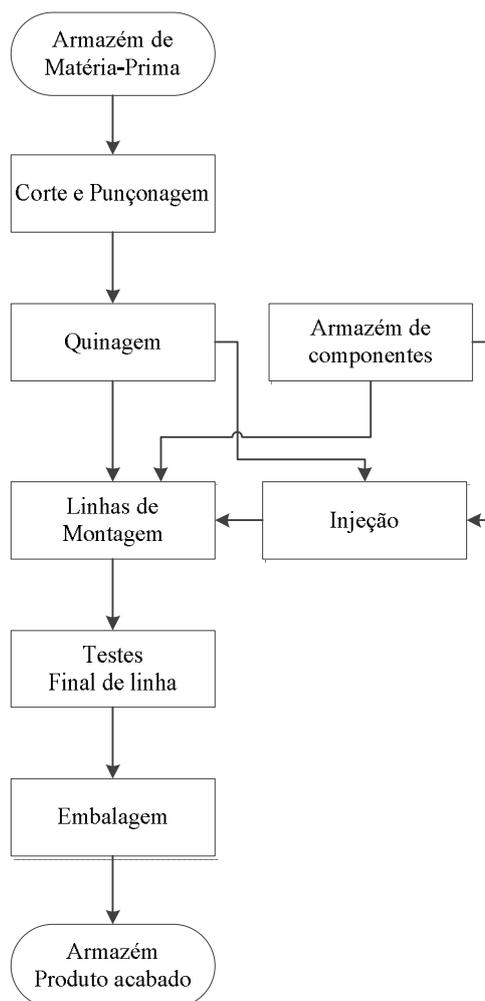


Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo da Mercatus

Após esta ação, se necessário, os componentes serão quinados, para esta tarefa existem duas quinadoras CNC e quatro manuais. As peças podem seguir posteriormente para a injeção ou linha de montagem. O conjunto de todas estas tarefas engloba a zona da Transformação.

No armazém de componentes estão armazenados todos os artigos de compra que incorporam o produto. Estes saem do armazém para a linha de montagem e para a injeção.

Na seção da Calafetagem as peças são calafetadas e injetadas. A injeção é feita numa máquina de alta pressão.

Seguem-se as Linhas de Montagem, o material proveniente tanto da injeção como das quinadoras e do armazém de componentes são entregues nas linhas, onde é realizada também a carga de gás. Existem quatro linhas de montagem diferenciadas pelo produto produzido, as linhas 1 e 2 produzem as bancadas, a linha 3 os armários e a linha 4 produz os kits.

Posteriormente no final das linhas de montagem, todos os produtos são sujeitos a testes de funcionamento. Todos os resultados dos testes são integrados no manual de instruções de cada aparelho.

Na fase final cada unidade recebe a Etiqueta de Qualidade como garantia dos processos de controlo e teste e de seguida é embalada.

### **1.3.2. Novas metodologias de trabalho**

A Mercatus tem vindo a otimizar os seus processos produtivos, procurando sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes, ou seja, fluxos de materiais, de pessoas, de informação e capital.

Em virtude da identificação das perdas associadas ao processo produtivo nos últimos dois anos existiram algumas alterações de layout e de filosofias de trabalho de forma a combater os diversos tipos de desperdício.

O transporte de materiais entre os diversos processos é uma realidade, sendo que esta movimentação, assim como produção e inspeção, são fundamentais para as operações de qualquer fábrica. Infelizmente são muitas vezes efetuadas melhorias nestas atividades isoladamente, dentro de cada área, ao invés de se otimizar o processo produtivo global. Daqui resulta a acumulação de stock's (e nem sempre do que é necessário), falta de peças na linha de montagem, produção de elevadas taxas de não conformes (NC), criação de atritos entre responsáveis, falta de fluxo de informação, falta de coordenação entre os diversos processos, etc. Estes problemas são, muitas vezes, causados pela falta de coordenação e pela tendência de realizar ações isoladas, ou seja, para combater estas

situações é necessário olhar de uma forma global para as operações do processo produtivo, pois só assim se consegue ter uma maior probabilidade de sucesso das mesmas ações.

Desta forma, e porque a Mercatus acredita que muitos dos seus problemas estão associados ao fluxo ao longo do processo produtivo, serão apresentados de seguida quais os principais problemas que um layout por processo, o qual é praticado na Mercatus, pode acarretar.

Uma parte significativa dos desperdícios - e quando se mencionam desperdícios faz-se referência aos clássicos 7 tipos de desperdício existentes nas organizações - está associada a um layout mal concebido, com máquinas e processos dispostos de tal forma que o fluxo de materiais não é visível ao primeiro olhar. Para seguir os processos de produção pode ser necessário percorrer várias vezes, fisicamente, o chão de fábrica.

Quando se questiona a disposição das máquinas ou a distância a que as operações são realizadas relativamente às seguintes, normalmente existem duas razões:

1) Uma é que à medida que as organizações se expandem, os novos postos são criados onde existe espaço disponível;

2) A outra baseia-se no pressuposto de que máquinas e operações semelhantes devem ser controladas por um único supervisor, numa só área.

No entanto o desperdício associado a um layout orientado por processos pode ser significativo. Assim sendo o impacto que o layout tem no desempenho de uma empresa, na maioria dos casos, pode ser considerável.

Na perspetiva do supervisor, o layout por processos parece fazer sentido, pois certos processos, localizados numa área bem específica, estão sob o seu comando. No entanto, este tipo de layout apresenta alguns inconvenientes:

1) Dificuldade de transporte;

2) Dificuldade em planear a produção;

3) Acumulação de stock intermédio (WIP);

4) Duplo e triplo manuseamento das peças;

5) Longos *Lead Times*;

6) Dificuldades em identificar as causas dos defeitos e onde acontecem;

7) Dificuldade na identificação de standards para fluxos de materiais e trabalho de operários;

8) Dificuldades na implementação de melhorias devido à falta de standards.

A comunicação e visibilidade, neste tipo de processo, é comprometida e é difícil colocar em prática a máxima do processo seguinte é o cliente devido à distância que, por vezes, existe entre pessoas dos diversos departamentos e mesmo dentro do próprio departamento, pois neste tipo de processo as pessoas tendem, naturalmente, a focar-se na eficiência das suas próprias funções. Muitas vezes a situação é agravada pela existência de indicadores de desempenho que enfatizam a eficiência da produção. Neste tipo de processo os supervisores estão muito mais preocupados com a quantidade de produção diária que conseguem atingir do que produzir a quantidade (e tão ou mais importante, com qualidade) que o processo seguinte realmente precisa.

Num layout por produto o fluxo de materiais é muito mais suave do que no layout por processo, pois os materiais fluem de acordo com a sequência dos processos e existe menos desorganização sobre qual é o processo seguinte, ou para onde e quando deve ser transportado o produto transformado. Os processos estão mais próximos e a distância que o material percorre para concluir a sequência de produção é consideravelmente menor, pois o fluxo de produtos, informações e clientes é muito mais claro e previsível, sendo assim mais fácil de controlar.

Uma outra preocupação neste tipo de layout é a potencial limitação da capacidade das máquinas, ou seja, como as máquinas estão colocadas nas diferentes áreas, de acordo com a necessidade da cada família de produto, em vez de estarem agrupadas de acordo com as suas funções, poderá existir um problema de falta de capacidade, caso não se aumente o número de máquinas.

Existe uma outra particularidade neste tipo de layout. Num layout por processos como as máquinas da mesma família estão na mesma área é fácil treinar e supervisionar os colaboradores. No entanto quando passamos para um layout por produto isto não se verifica, ou seja, os operários deixam de estar focados numa só máquina e passam a ter responsabilidades, em alguns casos, por uma célula/linha de produção. Apesar de difícil é possível simplificar as operações até ao ponto de qualquer um ser capaz de as dominar rapidamente, sendo que isto numa muito menor necessidade de ter colaboradores especializados numa determinada função. Desta forma à medida que os colaboradores aumentam as suas competências, vão empregar melhor o seu tempo (vão acrescentar mais valor), permitindo uma melhor coordenação dos processos produtivos.

Os desperdícios e problemas que encontramos num layout por processo, em grande parte, são resolvidos com a mudança para um layout orientado por produto. Transportes desnecessários, acumulação de WIP, duplo e triplo manuseamento de materiais e lead time extremamente longos são alguns dos principais problemas que podem ser melhorados através do desenvolvimento de um layout orientado por produto. Uma outra vantagem é o rápido feedback sobre o aparecimento de defeitos, facilidade de planeamento e na definição de prioridades do trabalho.

Este é um processo de mudança e um desafio para todos os envolvidos em operações de produção. Ao desenvolver uma melhor compreensão de todas as áreas do processo produtivo, em vez de se estar concentrado em áreas individuais de responsabilidade, e ao desafiar-se as limitações em vez de as assumir como verdades incontestáveis será alcançada uma melhoria global. A mudança não tem de ser drástica.

Todas as mudanças que enfrentadas pelas organizações são dolorosas. Mas só aumentando as competências e desenvolvendo flexibilidade para a mudança é que se consegue evoluir.

#### **1.3.2.1. Projetos em curso**

Em resultado desta perspetiva a Mercatus tem vindo a implementar novas filosofias de trabalho no chão de fábrica, nomeadamente:

- Alteração de layout das linhas 1 e 2;
- Criação de supermercados;
- Layout para implementação do monobloco;
- Alteração do layout da restante fábrica.

As propostas acima referidas terão por base a mudança para um layout, dentro de algumas condicionantes, por produto.

Em virtude do acima descrito foi estudada a hipótese de alteração das linhas de montagem 1 e 2 de forma a ir ao encontro à alteração de paradigma de trabalho destas linhas de montagem.

Numa primeira fase, o objetivo era o foco na mudança do fluxo de materiais. O principal responsável pelo fluxo de materiais é o layout fabril. Assim era fundamental a

alteração do paradigma do layout produtivo - passar de layout por processos para layout por produto.

De seguida serão apresentadas algumas das alterações efetuadas no último ano nas linhas de montagem.

#### ÉEvaporadores

A montagem dos evaporadores passou a ser efetuada em linha com as linhas de montagem, ou seja está situada no início da linha para que as movimentações de materiais e pessoas sejam minimizadas. Ainda neste posto de trabalho o colaborador passou também a fixar o respetivo sistema de evaporação ao tampo/costas para libertar algum tempo para o posto número 1 da linha.

O principal objetivo foi o de eliminar movimentações de evaporadores soldados e eliminar, a existirem, problemas de fissuras em soldaduras dos evaporadores, pois menos movimentações menos probabilidade de surgirem as mesmas fissuras.

#### ÉLimpeza de Peças das Bancadas

A limpeza de peças de abastecimento das linhas de montagem não sofreu alterações, ficando em linha com as linhas de montagem e ao lado da montagem/soldadura dos evaporadores. Assim sendo as peças que são injetadas são enviadas para a zona de limpeza e de seguida entregues à linha. A forma de trabalho deste posto passará por limpar a bancada, ou seja, limpa a bancada que a linha vai necessitar de montar exatamente a seguir e não de uma forma indiscriminada como acontecia anteriormente.

O objetivo desta alteração é que a limpeza das peças passe a ser o que a linha necessita e não o que lá chega, otimizando assim o posto de limpeza e ao mesmo tempo cria fluxo produtivo.

Desta forma, a prensa, e conseqüentemente a calafetagem, terão de trabalhar dentro do mesmo regime, ou seja, têm de calafetar/injetar o que é necessário e não o que aparece.

#### ÉLimpeza de Portas e Gavetas

A limpeza das portas e frentes de gavetas injetadas irá ser realizada no início da linha, pois assim será centralizada a limpeza das mesmas para ambas as linhas. A

colocação do vedante irá ser realizada no mesmo posto. O material sairá deste posto, em carros, para ambas as linhas.

Sendo assim haverá a criação de fluxo produtivo diminuindo os problemas com a falta de portas/gavetas na linha de montagem.

#### ÉMontagem dos grupos de frio

A montagem dos grupos das bancadas passou a ser realizada em linha, ou seja, passou-se a montar o grupo necessário para a bancada/armário que está a ser construído na linha. Este posto passa a montar e a soldar todos os componentes dos respetivos grupos, ou seja, passa a montar os componentes e a realizar as soldaduras.

#### ÉMontagem das grelhas

A montagem das grelhas, à imagem dos grupos, passou a ser realizada em linha. Este posto tem capacidade de, também, ainda montar os microprocessadores para as mesmas bancadas.

Conseguindo-se assim eliminar movimentações de pessoas, que sempre que necessitam de uma grelha se deslocam até ao respetivo posto de montagem. Criar fluxo na montagem das mesmas grelhas e microprocessadores de forma a otimizar recursos e eliminação de stocks intermédios.

### **1.3.3. Processo de controlo na Mercatus**

*õA MERCATUS esforça-se por identificar as necessidades atuais e futuras dos nossos clientes, satisfazer as suas especificações e exceder as suas expectativas.õ*

Manual de Gestão Mercatus

A citação acima deixa claro que o compromisso da Mercatus passa pela melhoria contínua, com o intuito de satisfazer os clientes cada vez melhor, nunca favorecendo os custos em detrimento da qualidade. Desta forma é claro a existência de uma atitude de melhoria contínua dos produtos através do controlo dos processos e do aproveitamento eficiente dos recursos. A qualidade apresenta um papel fundamental para a empresa uma vez que tem o dever de seguir todas as mudanças que ocorrem nos processos e produtos, tendo em atenção o aparecimento de novos materiais ou equipamentos. Para se

alcançar este estado de excelência é essencial ter uma atitude que propicie o aumento sustentado da competitividade da empresa privilegiando a qualidade e formação de todos os colaboradores.

#### 1.3.3.1. Estrutura organizacional do departamento de qualidade

O departamento de qualidade (QAS) tem um papel fundamental, visto que assegurar a conformidade das especificações determinadas pelos clientes. Mas também estimula e fomenta o espírito da Qualidade em toda a organização tendo em vista os níveis da qualidade exigidos pelos clientes. Por outro lado o QAS mantém e dinamiza o Sistema Integrado de acordo com os requisitos da NP EN ISO 9001 e NP EN 14001. Acompanha todo processo, desde o início até à expedição e analisa todas as reclamações e ou devoluções, participando no desenvolvimento das necessárias ações corretivas.

Por fim, é a cargo do QAS que está a responsabilidade de analisar e decidir sobre todas as não-conformidades dos materiais, dos produtos, dos equipamentos, das auditorias e do sistema da qualidade. Para garantir o cumprimento de todas estas funções o QAS está organizado conforme a Figura 6.

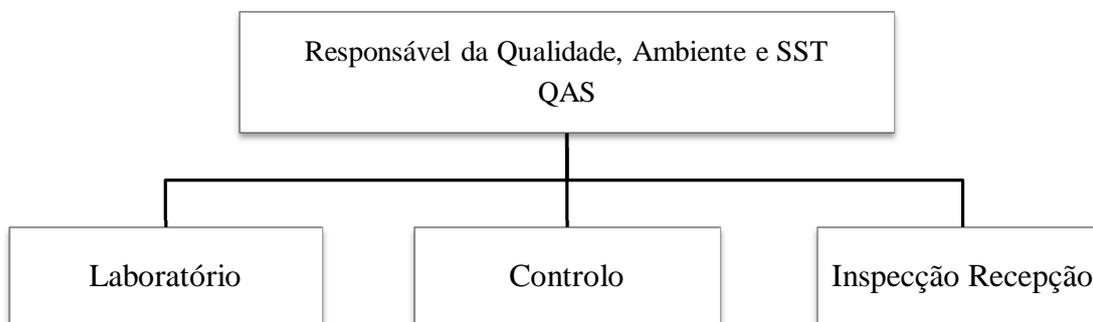


Figura 6 - Estrutura organizacional do departamento de qualidade

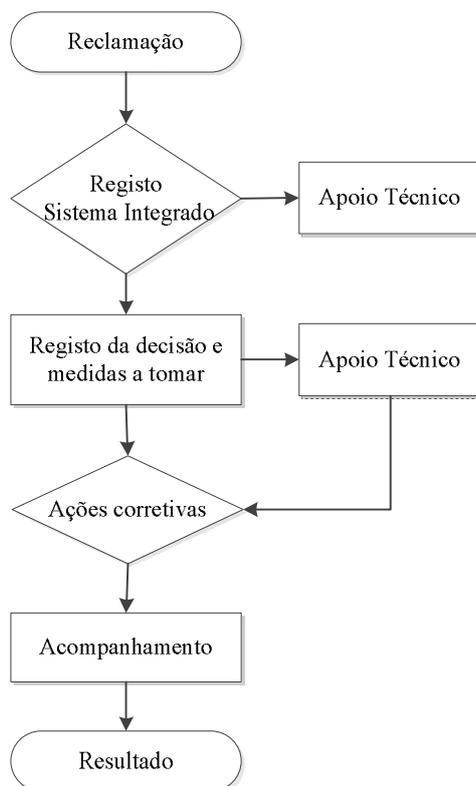
Como se pode verificar na Figura acima o QAS divide-se em três subdepartamentos, a receção e inspeção da matéria-prima e dos componentes, existindo não conformidade do produto a qualidade analise e propõe medidas imediatas a tomar e é feita a atualização do Índice da Qualidade e a Requalificação do Fornecedor se necessário. O laboratório que tem como finalidade testar todos os novos produtos que tenham sofrido alterações consideráveis no seu modo de funcionamento cabendo ao QAS estudar e analisar o seu comportamento. E por último o controlo durante o processo de fabrico que

engloba a inspeção em curso de fabrico e a inspeção final do produto acabado em que são realizados ensaios de segurança e de funcionamento.

Cabe também ao QAS analisar todas as reclamações e/ou devoluções, participando no desenvolvimento das necessárias ações corretivas e para isto conta com o apoio fundamental da direção técnica.

É a direção técnica que em conjunto com o QAS, coordena as atividades de Certificação de Produtos, coordena ensaios e testes em laboratórios externos e elabora auditorias aos produtos e processos.

Dá também apoio técnico à direção comercial, respondendo às reclamações dos clientes e identificando os problemas e avarias nos produtos e propondo soluções para o cliente. Como é possível verificar na Figura 7 o departamento comercial recebe as reclamações dos clientes e faz o registo destas no sistema. Se necessário a direção técnica intervém, comunicando diretamente com o cliente.



**Figura 7 – Fluxograma do processo de tratamento de reclamações externas**

### **1.3.3.2. Processo de fabrico: controlo e inspeção**

Durante o processo de fabrico existem dois tipos de cliente o externo e o interno. O externo como o próprio nome indica é o cliente final, quem adquire o produto. É aquele também a quem a empresa quer satisfazer, dado que depende dele para a sua existência. O cliente interno é o departamento, colaborador ou a equipa de produção. A existência do cliente interno é de grande importância para se garantir um cliente externo satisfeito.

Relativamente ao controlo do processo de fabrico, todos os produtos considerados NC, desde matéria-prima até ao produto acabado são identificados e segregados nas áreas de NC. E após a deteção de um NC, a atuação será imediata para pequenas não conformidades, ou seja, não conformidades devidas a desvios, cuja correção poderá ser feita de imediato pelo colaborador e haverá segregação para a zona de NC, para análise e registo nos restantes casos.

É importante mencionar que a direção de produção tem um papel importante junto do QAS uma vez que é ela o responsável pela não utilização de produtos identificados como NC pela Qualidade, pela segregação de produtos que se encontram defeituosos no processo de autocontrolo e pela recuperação do material sempre que assim seja definido.

#### ***1.3.3.2.1 Não conformidades em curso de fabrico***

Na Figura 8 é possível analisar o processo de como são tratadas as não conformidades durante o processo de produção.

Numa primeira fase efetuam-se as ações de inspeção conforme as instruções de controlo, identifica-se a não conformidade e emite-se o relatório de não conformidade (RNC) no caso de não ser possível a reparação imediata, conduzindo o material ou componente para a zona de produtos NC. Caso a reparação seja possível de imediato, a não conformidade é corrigida e é feita uma reavaliação das ações tomadas intervindo nesta inspeção os responsáveis pelo QAS mas também do departamento técnico e de produção. Numa fase seguinte é analisada a gravidade da não conformidade e as medidas a desencadear no que respeita ao material ou componente que não tenha uma reparação imediata. O QAS decide então se o relatório elaborado deve ou não ser analisado em Comité da Qualidade para decidir as ações corretivas a implementar. Numa última fase o planeamento da produção toma conhecimento da ocorrência, a peça NC é identificada e é

efetuada a reparação do material/componente que seguirá para a sucata e uma nova reavaliação é feita para verificar a conformidade com as especificações.

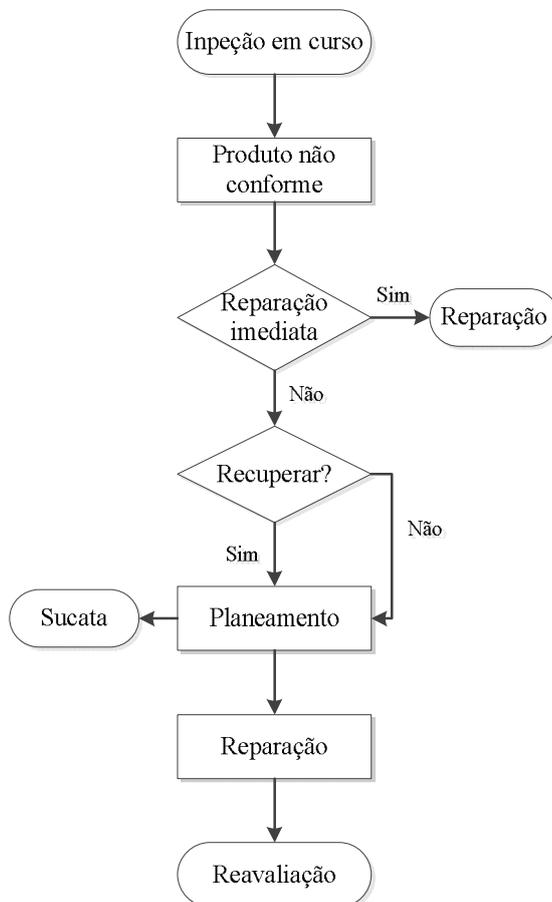


Figura 8 – Fluxograma do tratamento de não conformidades em curso de fabrico

**1.3.3.2.2. Não conformidades na inspeção final**

Para além do controlo do processo de fabrico é feito também o controlo final dos produtos acabados como referido anteriormente. É possível verificar pela Figura 9 que o colaborador responsável pela execução das ações de inspeção final ao identificar um produto NC regista a não conformidade num registo PNC (Produto não Conforme), Anexo A, e este acompanha o produto até à verificação final, nesta é verificado se as ocorrências encontradas já foram corrigidas. Posteriormente o departamento de produção e departamento técnico analisam a não conformidade e decidem as medidas a tomar. Efetuam a reparação da não conformidade, registam a ação da reparação e os resultados do mesmo. Se a não conformidade não põe em causa a qualidade final do produto este é embalado. Se o produto não é passível de reparação, é desmantelado e as peças não

aproveitáveis são enviadas para a sucata. Por fim efetua a Inspeção Final de modo a comprovar a correção efetuada.

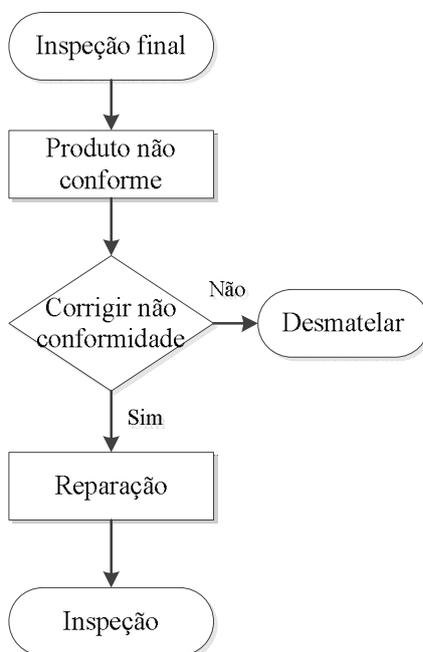


Figura 9 – Fluxograma do tratamento de não conformidades na inspeção final

## 2. ANÁLISE DE RECLAMAÇÕES

Neste capítulo é feita a análise tanto das reclamações internas como das reclamações externas de um dos mais importantes clientes que representa cerca de 40% das vendas da empresa.

### 2.1. Tratamento dos dados relativos a reclamações internas

No que concerne ao tratamento dos dados relativos às reclamações internas, este foi feito com base nas folhas PNCø desde Janeiro de 2012 a Maio de 2013. Para a elaboração deste estudo os dados foram tratados semanalmente, contabilizando-se um total de 68 semanas para este estudo.

Para que fosse mais fácil analisar toda esta informação foram estudados separadamente dois parâmetros, o tipo de defeitos e os componentes com defeito. Sendo assim os tipos de defeitos e componentes com defeito são, respetivamente:

- Mossas, Riscos, Partido/Descolado, Avariado, Rebarbas, Dimensões, Isolamento, Entupido/Fuga, Execução, Deformado e Outros defeitos não contemplados;
- Vedantes, Perfis, Grelhas, Sistema Elétrico, Evaporadores, Condensador, Sistema Frigorífico, Portas e Gavetas, Painéis, Tampo/Alçado, Fechos/Dobradiças, Grades/Calhas, Microprocessador e Outros componentes não contemplados.

O estudo das reclamações internas foi iniciado com o objetivo de verificar a existência de reclamações que estejam relacionadas com fugas de gás, no entanto era pertinente realizar a análise incluindo todos os possíveis defeitos e não apenas verificar o número de PNCø que diziam respeito a este problema.

Relativamente aos componentes que apresentam maiores defeitos os perfis, os painéis e portas e gavetas são aqueles que maior percentagem de defeitos apresentam, ver Figura 10. Estes representam 62.36% de todos os componentes com defeito.

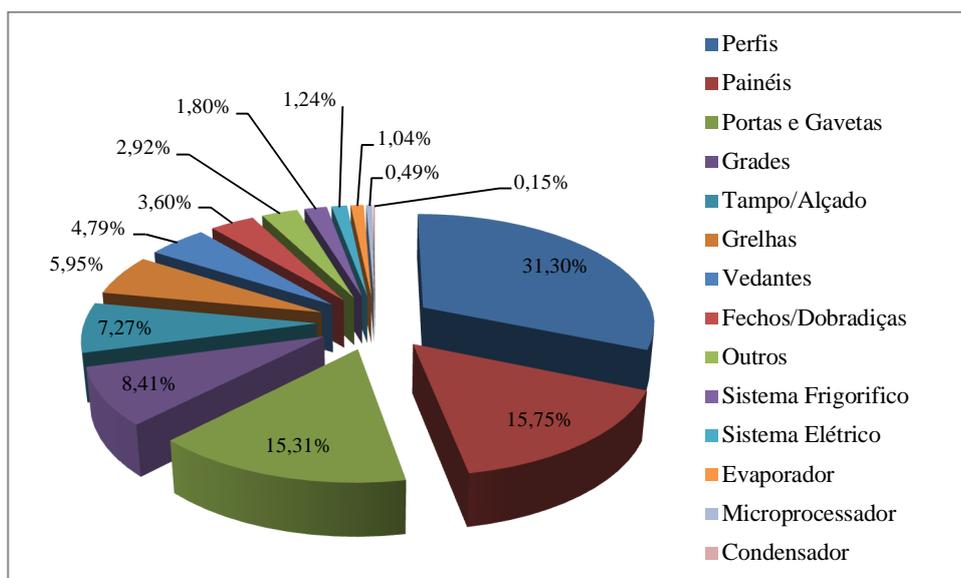


Figura 10 - Componentes com maior percentagem de defeitos

Pela Figura 11 é possível verificar que os problemas mais incidentes são relativos ao isolamento, é o caso das aberturas entre os perfis muitas vezes causadas pela incorreta quinagem das peças. A segunda maior fatia diz respeito à execução, nesta categoria estão contemplados todos os defeitos que estão associados diretamente aos colaboradores, exemplo destes defeitos são: pilares aplicados incorretamente, gavetas desniveladas, tampos mal aplicados.

A principal conclusão deste gráfico é a de que as fugas de gás representam uma fatia pouco significativa de todos os defeitos analisados, representando apenas 1.26%.

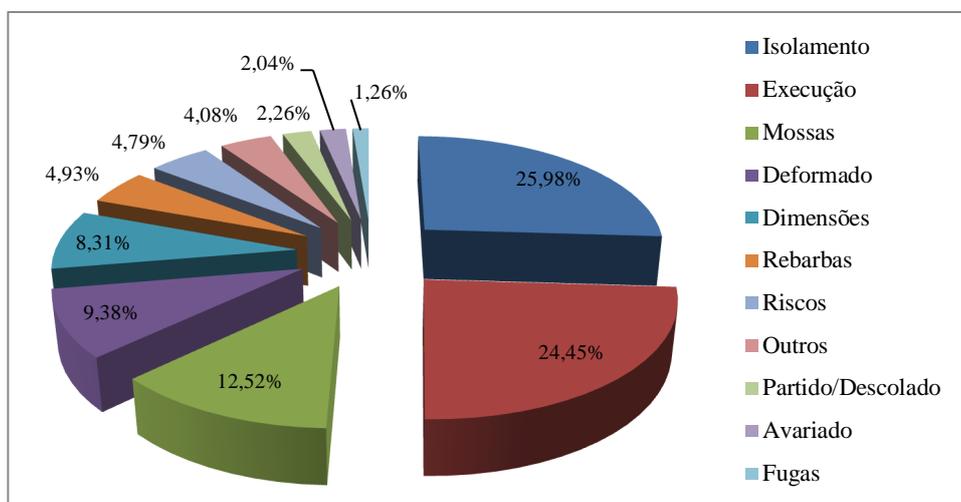


Figura 11 - Defeitos que ocorrem com maior frequência

Este valor relativo às fugas é bastante baixo se comparando com as reclamações externas, no entanto esta conclusão já era esperada uma vez que segundo relatórios qualificados a brasagem ainda é o ôcalcanhar de Aquilesö da indústria de refrigeração e as taxas de fugas após a venda do produto ronda atualmente os 300 a 1400 ppm (partes por milhão) nos primeiros 10 anos de vida e estão bastante longe dos padrões de qualidade já atingidos.

Os circuitos de refrigeração que utilizam gases livres de CFCs exigem que o processo de brasagem e construção de juntas seja realizado com maior precisão e que haja um maior controlo dos materiais usados no processo. Sendo assim o controlo e deteção de fugas do circuito passa a ser uma prioridade constante para a Mercatus.

## **2.2. Tratamento de dados relativos a reclamações externas**

O tratamento dos dados relativos às reclamações externas foi feito com base na informação das reclamações recolhidas pelo maior cliente da Mercatus, a METRO - CASH & CARRY FRANCE, este representa cerca de 40% das vendas totais. Este estudo foi realizado desde Maio de 2012 a Abril de 2013.

Neste documento estavam descritas todas as reclamações referentes a cada produto separadamente, sendo assim foram contemplados na análise 22 referências de produtos.

O número total de reclamações foi de 473. Perante este número, é importante saber quais os produtos que apresentam um maior número de reclamações. Feito o tratamento de dados obtiveram-se os resultados que se apresentam na Figura 12.

Os produtos com maior número de reclamações foram: as bancadas R0 1320 (114) e L2 1755 Up Green (52) e o armário M1 750 (41).

Apenas estes três produtos, foram responsáveis por 207 reclamações, ou seja, aproximadamente 43.8% do total das reclamações.

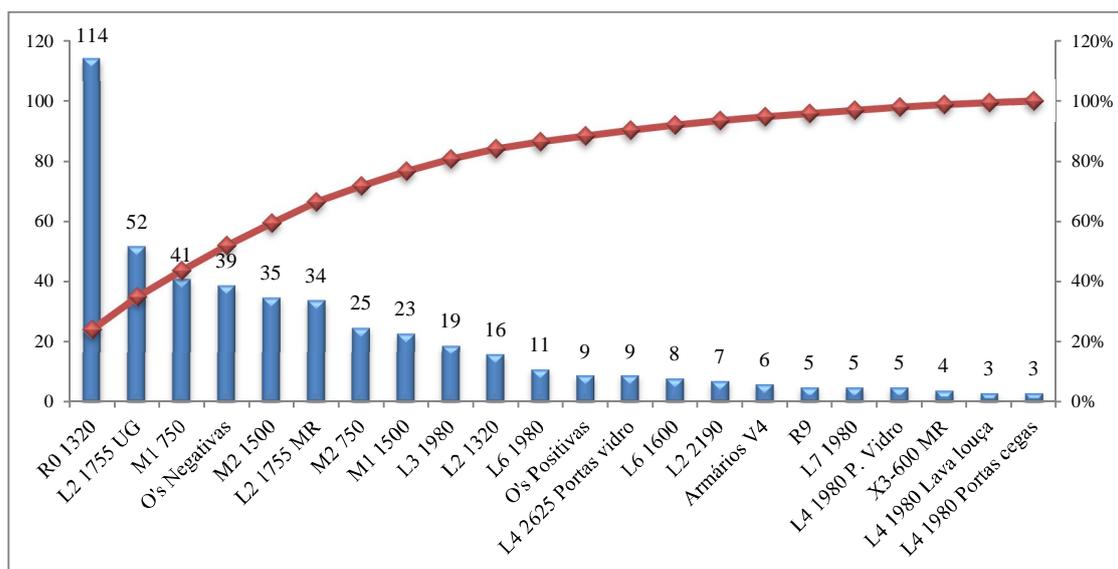


Figura 12 - Unidades reclamadas entre Maio de 2012 e Abril de 2013

A quantidade de reclamações, só por si diz pouco, um elevado número de reclamações de um determinado produto pode não ter grande significado se, em comparação, as quantidades vendidas desse mesmo produto forem muito elevadas. De outra forma, se um elevado número de reclamações está associado a um reduzido número de produtos, estas já provocam um impacto negativo e podem ser consideradas como críticas. Para percebermos até que ponto é que os resultados da Figura 12 são sinónimo de um grande impacto foi elaborada uma tabela em que foi determinado o rácio entre o número de reclamações e as quantidades vendidas, Tabela 1.

Na Tabela, as diferentes referências de produtos estão ordenadas por ordem crescente em função do impacto das reclamações.

É relevante que se efetue um estudo mais aprofundado a incidir sobre as diferentes reclamações, para perceber quais são de facto as reclamações que mais ocorrem.

A análise que se segue foi elaborada com base no Diagrama de Pareto. Os resultados obtidos apresentam-se na Figura 13.

Tabela 1 - Parâmetros que determinam o rácio entre quantidade vendida e número de reclamações por produto

Produto	Qtd Vendidas	Nº de Reclamações	Nº Reclamações/ Qtd Vendidas
R9	161	5	3,11%
L4 1980 Lava louça	78	3	3,85%
L7 1980	113	5	4,42%
L4 1980 Portas cegas	55	3	5,45%
Armários V4	103	6	5,83%
L2 1755 MR	583	34	5,83%
X3-600 MR	59	4	6,78%
L2 2190	99	7	7,07%
L4 1980 P. Vidro	60	5	8,33%
L6 1980	115	11	9,57%
L2 1320	150	16	10,67%
L2 1755 UG	461	52	11,28%
O's Positivas	76	9	11,84%
L4 2625 Portas vidro	70	9	12,86%
M1 1500	160	23	14,38%
L6 1600	51	8	15,69%
L3 1980	120	19	15,83%
M1 750	255	41	16,08%
R0 1320	648	114	17,59%
O's Negativas	158	39	24,68%
M2 750	67	25	37,31%
M2 1500	52	35	67,31%
<b>TOTAL</b>	<b>3694</b>	<b>473</b>	

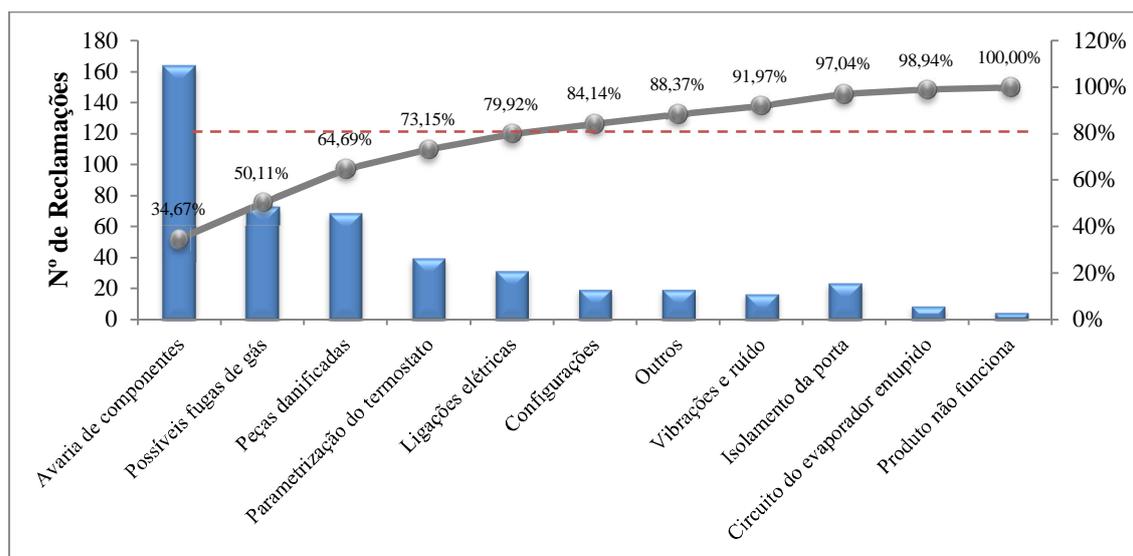


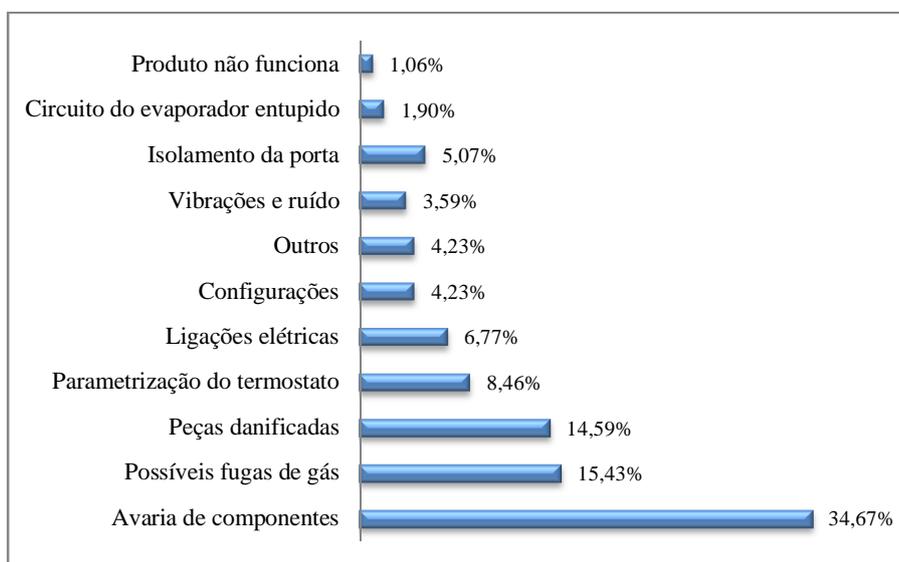
Figura 13 - Gráfico de Pareto referente às causas das reclamações

Com base no seu Princípio, Pareto defendia que, na maioria dos casos, perto de 20% das causas originavam 80% dos problemas. Na Figura 13, a linha a tracejado representa o limite dos 80% e até essa linha estão incluídas quatro tipos de reclamações que representam 36% do total de tipos de reclamações (11), ou seja, neste caso o Princípio de Pareto não está interpretado na sua definição (20% - 80%), no entanto o seu princípio básico está subjacente, porque de facto é possível verificar que uma minoria de tipos de reclamações, leva à maior parte dos problemas. Somente os dois primeiros tipos de reclamações são responsáveis por cerca de 50% das reclamações totais, e são elas: Avaria de componentes e Fugas de gás.

Relativamente à categoria de avaria de componentes, esta abrange todos os componentes que são adquiridos externamente pela empresa, tais como compressores, microprocessadores, evaporadores ou condensadores.

A segunda categoria é bastante mais crítica uma vez que está diretamente relacionada com a produção e com os colaboradores do chão de fábrica. É possível verificar na Figura 14 que esta categoria representa cerca de 15.4% do total de reclamações que contemplavam este estudo.

Daqui em diante esta será a categoria em estudo ao longo deste documento.



**Figura 14 - Tipificação das reclamações**

Uma vez identificada a categoria crítica, o passo seguinte consiste em tentar identificar os produtos com maior número de reclamações relativas a fugas de gás. Na

Figura 15 é possível analisar a quantidade de reclamações para cada produto vendido. Os produtos com maior número de reclamações são: R0 1320, L2 1755 MR e L3 1980 sendo que as câmaras O's negativas são produzidas no polo II da empresa e por este motivo não são contempladas para este estudo.

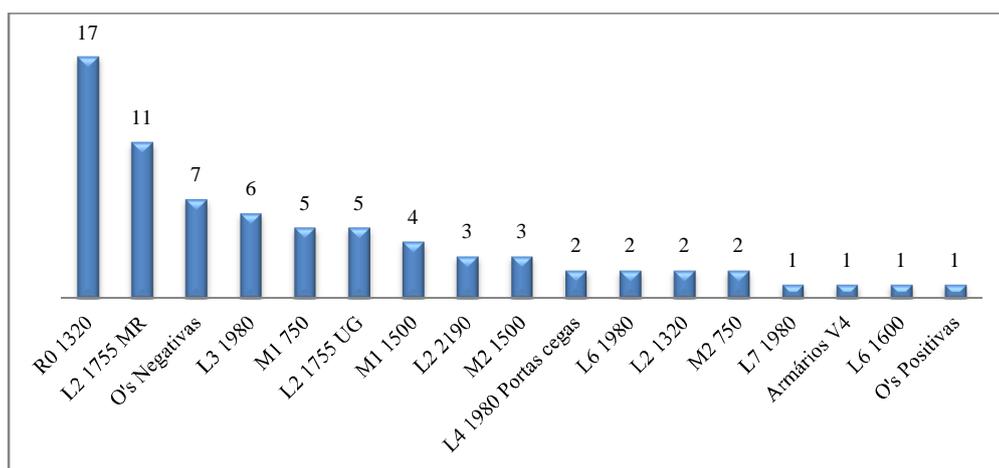


Figura 15 - Reclamações relativas a fugas de gás

No entanto é importante também determinar o rácio entre o número de reclamações e as quantidades vendidas, uma vez que o gráfico da Figura 15 não relaciona as quantidades de reclamações com qualquer outro fator. Sendo assim a Figura 16 demonstra que o armário M2 1500 e a bancada L3 1980 são aqueles que apresentam maior percentagem de reclamações.

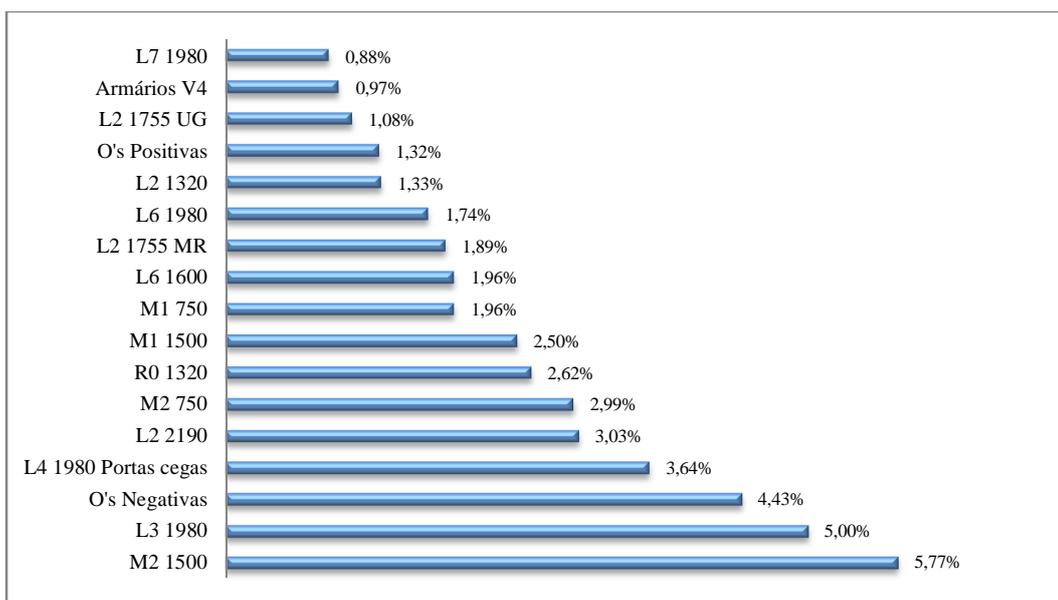


Figura 16 - Rácio entre o número de reclamações relativas a fugas de gás e quantidades vendidas

### 3. DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE BRASAGEM

Neste capítulo é apresentado o processo de brasagem, uma vez que neste incide um dos principais objetivos do projeto de dissertação. No entanto antes de compreender todo este processo é necessário ter algumas noções de como o sistema de refrigeração funciona e quais os seus principais componentes.

A Refrigeração define-se como sendo o processo de remoção de calor de um meio, reduzindo de forma contínua a temperatura, de um espaço ou matéria, mantendo essa condição por meios mecânicos.

O calor desloca-se sempre do corpo mais quente ao corpo mais frio.

Para poder reduzir a temperatura, é necessário remover o calor (energia térmica) contido no espaço ou matéria que se deseja refrigerar.

Através de um ciclo termodinâmico, o calor é removido do ambiente a ser refrigerado e enviado para o ambiente externo. Para este fim, é necessária a presença de outro corpo mais frio (temperatura inferior) que absorva o calor que queremos eliminar.

O corpo que se utiliza para absorver o calor que desejamos eliminar é o que denominamos por Fluido Refrigerante.

O fluido refrigerante circula no sistema passando por diversos estados. Este começa num estado ou fase inicial passando por uma série de processos, numa sequência definida, até chegar a sua condição inicial. Esta série de processos denomina-se ciclo de refrigeração.

O ciclo de refrigeração simples é composto de quatro processos fundamentais, são eles: Compressão, Condensação, Expansão e Evaporação.

No processo de compressão, o fluido refrigerante que entra no compressor sob a forma de vapor é comprimido, a entropia constante, e sai em forma de vapor superaquecido (alta temperatura e alta pressão).

Na condensação, o vapor superaquecido que sai do compressor desloca-se então através do condensador que o arrefece, condensando-o e transformando-o em líquido através da remoção do calor adicional.

No processo de expansão o fluido refrigerante proveniente do condensador em fase líquida, alta pressão e sob-arrefecido passa pelo elemento de controlo de fluido (capilar, válvula de expansão) provocando uma queda abrupta da pressão, transformando-o numa mistura de líquido e vapor na entrada do evaporador.

Na evaporação a mistura líquido-vapor fria desloca-se então através da serpentina do evaporador e evapora-se completamente. O processo de expansão e evaporação do fluido refrigerante acontece quando se realiza a troca de calor, sendo o evaporador o responsável pela absorção do calor no meio ou matéria a refrigerar.

Os principais componentes do sistema de refrigeração são:

- Compressor: a sua função é aumentar a pressão e a temperatura do fluido refrigerante proveniente do evaporador em fase de vapor, o fluido é bombeado para o condensador.
- Condensador ó tem como principal papel propiciar a dissipação do calor absorvido pelo fluido refrigerante ao longo do sistema de refrigeração. É no condensador que o gás superaquecido ao perder calor para o meio ambiente, passa do estado gasoso para o estado líquido.
- Elemento de controlo (Ex.: tubo capilar, válvula de expansão) ó a função do elemento de controlo é criar resistência à circulação do fluido refrigerante, causando um grande diferencial de pressão entre o condensador e o evaporador, o fluido refrigerante passa pelo elemento de controlo em direção ao evaporador, onde encontra baixa pressão.
- Evaporador ó é no evaporador, ao encontrar um ambiente de baixa pressão, que o fluido refrigerante passa do estado líquido para o estado gasoso, absorvendo no processo calor do ambiente interno.
- Controlo de Funcionamento: Este dispositivo é o que vai controlar o funcionamento do sistema, ativando-o quando é requerida a diminuição da temperatura do meio, desativando-o quando atingida a temperatura. Também controla outras funções como a iluminação, ventilação, descongelação entre outras.

Um conceito também importante é o conceito de descongelação, este é um processo indispensável para o bom funcionamento dos equipamentos. Durante o processo normal, o evaporador cria gelo sobre a sua superfície aumentando a área de permuta e a eficiência do sistema. Isto é favorável até certo ponto, quando formado em excesso provoca o bloqueio do evaporador impedindo a circulação do ar através dele. Estas descongelações devem ter uma frequência e duração de acordo com as condições e meio ambiente de funcionamento. Os tipos de descongelação que se utilizam no frio profissional são três: por paragem do compressor, com resistências elétricas ou com gás quente invertendo o ciclo.

### 3.1. Produção do sistema de refrigeração

Para melhor compreensão de todo este processo é necessário descrever as etapas associadas à produção do denominado grupo de frio. É importante referir que todo este processo ocorre junto às linhas de montagem. É possível verificar na Figura 17 todo o processo de produção de um grupo de frio. Junto às linhas de montagem são entregues os componentes necessários à montagem do grupo. Da zona de transformação é entregue a base que suportará todos os componentes. Do armazém a linha recebe todos os componentes, como o compressor e o condensador.

Após os materiais necessários serem entregues no posto 3, um colaborador monta todos os componentes na base do grupo de frio.

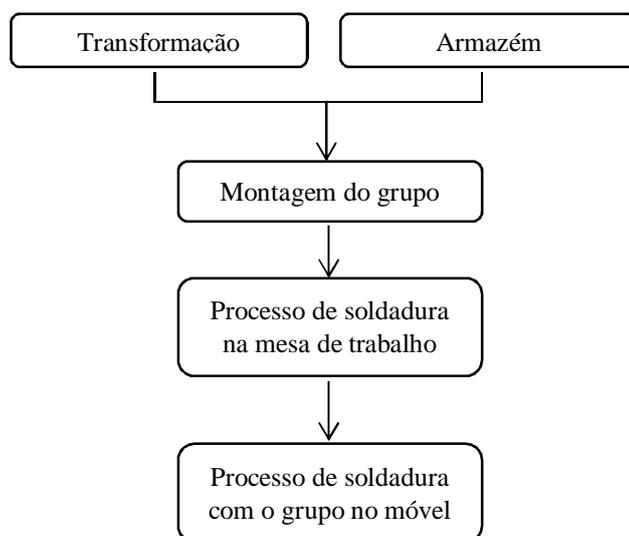


Figura 17 - Fluxograma do processo de produção do grupo de frio

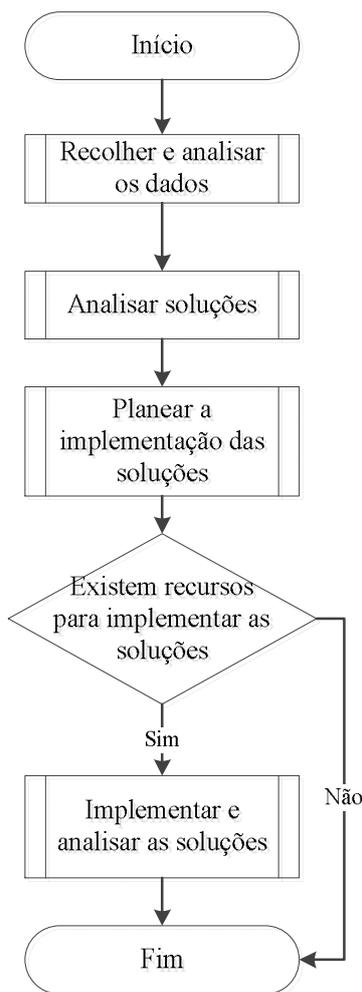
O grupo de frio é então entregue ao colaborador que tem como função soldar todas as juntas possíveis e colocar o grupo de frio no produto. Este mesmo colaborador terá posteriormente a tarefa de soldar o grupo já no produto, uma vez que os evaporadores sofrem processo de brasagem num posto junto ao posto 1, que os utilizará aquando da montagem dos painéis. Sendo assim o processo de soldadura entre o compressor e o evaporador, por exemplo, é realizada com o grupo no produto e não na mesa de trabalho. Apesar do processo global de brasagem ser basicamente um sistema de montagem de componentes, deste advêm diversos problemas, tais como a existência de avarias dos componentes e problemas de controlo da qualidade.

Sendo assim, foi necessário verificar toda a produção do processo de brasagem. Esta verificação foi realizada separadamente a cada posto de trabalho em que é efetuado este processo.

De forma a identificarem-se os problemas associados ao processo, foi necessário conhecer o funcionamento do ciclo de refrigeração bem como todos os seus componentes e perceber também quais as suas funções. Por este motivo e para a realização de uma análise mais crítica acerca do processo, o departamento técnico realizou uma formação de refrigeração não só para os quadros técnicos mas também para os departamentos que não estando diretamente relacionados com a produção contactam com os clientes e reclamações, é o caso do departamento comercial. Esta formação tinha como principal objetivo dar a conhecer, de uma forma geral, o ciclo de refrigeração e os seus processos e os circuitos frigoríficos produzidos. É possível verificar o conteúdo desta formação no Anexo B.

### **3.2. Identificação das causas do aparecimento de defeitos**

Pretendeu-se realizar uma análise do aparecimento dos vários defeitos existentes, de modo a identificar e solucionar os problemas. Esta análise efetuou-se de acordo com o fluxograma da Figura 18 e encontra-se descrita no pontos que pormenorizam esta secção.



**Figura 18 - Fluxograma da análise do aparecimento dos vários defeitos**

Numa primeira fase a análise do processo de brasagem ocorreu junto de cada colaborador, todas as tarefas foram observadas tendo em atenção todos os fatores relevantes ao processo de brasagem. A Mercatus contou com o apoio do fornecedor do material de brasagem utilizado na empresa para que assim toda esta análise fosse o mais rigorosa possível intervindo todos aqueles que têm um papel importante para o sucesso do processo de brasagem.

Nesta análise não foram tidos em conta os produtos a observar, uma vez que, o principal objetivo era o de observar como o processo é realizado de uma forma geral, tendo em conta o método como a brasagem é executada e daí retirar importantes informações para as medidas a serem tomadas.

Este estudo foi dividido tendo em atenção os produtos desenvolvidos em cada uma das linhas de montagem. Numa primeira fase foi analisado o processo nas linhas de

montagem 1 e 2, uma vez que são fabricados o mesmo tipo de produtos. Estas soldaduras podem ser feitas tanto na mesa de trabalho como com o grupo de frio montado no próprio produto.

Numa segunda fase foi analisado o processo na linha de montagem 3 e por último na linha 4.

### **3.2.1. Recolha e análise de dados nas linhas 1 e 2**

#### **3.2.1.1. Processo de brasagem nos evaporadores**

Como referido anteriormente o processo de brasagem dos evaporadores é realizado junto ao posto 1 uma vez que os painéis são montados neste posto e antes desta fase os evaporadores são introduzidos num dos painéis.

Neste posto existem algumas diferenças quando o produto requer um ou mais evaporadores. Quando existem vários evaporadores é necessário criar a ligação entre ambos, o que é feito através de uma peça em forma de T, esta peça é soldada a um tubo de cobre com o auxílio de um gabari, Figura 19, para posteriormente ser soldada ao tubo de saída do evaporador.



**Figura 19 - Gabarit para soldadura do "T"**

Após a brasagem destes componentes é realizada a união do conjunto ao tubo de saída do evaporador, como evidenciado na Figura 20. Esta união é pouco confortável uma vez que é evidente a diferença de diâmetros do tubo macho e do tubo fêmea, sendo necessário realizar um aperto considerável no tubo de saída do evaporador. Para melhor

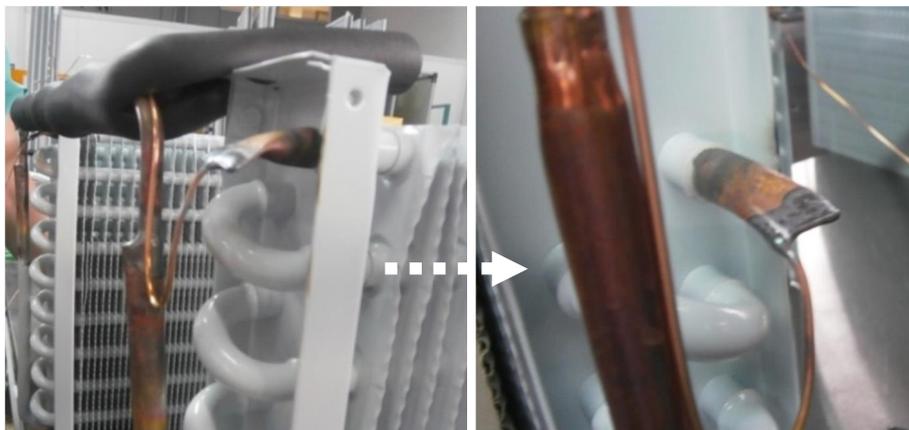
atuar perante esta união existe um alicate adaptado, que permite o aperto das juntas, no entanto não existem em quantidade suficiente que permita que os postos onde ele é necessário o tenham.



**Figura 20 - Operação de soldadura da saída do evaporador**

De seguida o capilar é soldado a uma segunda saída do evaporador, Figura 21. Este processo é bastante relevante uma vez que é de extrema importância que o capilar esteja em contacto lateral com o tubo e não no centro pois assim a capilaridade tenderá a ser mais elevada.

Por fim os tubos de cobre unidos ao tubo de saída do evaporador são brasados à peça em  $\text{õTõ}$ , ficando assim por soldar posteriormente na linha de montagem o capilar e um único tubo que faz a ligação dos evaporadores.



**Figura 21 - Operação de soldadura capilar - saída do evaporador**

### 3.2.1.2. Processo de brasagem do grupo de frio na mesa de trabalho

No posto 3 o processo de brasagem é idêntico tanto para a linha 1 como para a linha 2.

Numa primeira fase e com o auxílio de gabaris, a válvula de carga e o filtro são soldados a dois tubos de cobre distintos, Figura 23 B e C. Relativamente ao conjunto tubo e válvula de carga, Figura 22, não existe uma folga perfeita uma vez que o tubo de cobre movimenta-se quando a chama está direcionada para a junta. Por este motivo seria importante estudar a possibilidade de alterar a válvula de carga para que o diâmetro desta fosse reduzido.

Quanto ao conjunto filtro tubo de cobre, ambas as extremidades podem ser soldadas a dois tubos de cobre ou então apenas uma delas visto que se o produto a fabricar tiver apenas um evaporador o filtro é soldado diretamente ao capilar se existirem dois evaporadores, existirão também dois capilares e estes serão soldados ao tubo de cobre e não ao filtro.



Figura 22 - Operação de soldadura válvula de carga - tubo de cobre

De seguida o conjunto válvula/tubo de cobre é soldado a uma das três saídas do compressor, Figura 23 A. Nesta situação a folga é adequada no entanto o metal de adição utilizado para este processo é o cobre, não sendo este a melhor escolha. É importante referir que os tubos de saída dos compressores utilizados pela empresa são revestidos com cobre no entanto não podem ser tratados como sendo de cobre e por esta razão a solda de prata será a mais indicada. Existem também zonas de vibração no compressor e a prata tendo melhores propriedades de elasticidade permitirá aumentar a capilaridade.

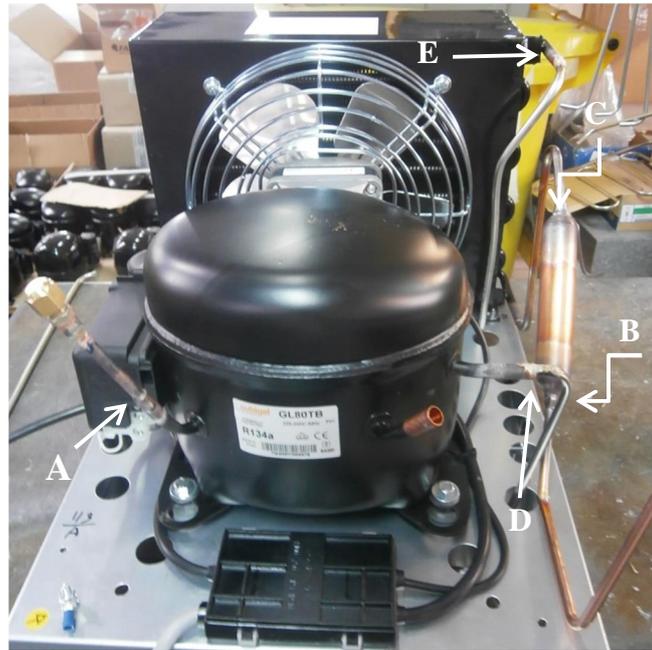


Figura 23 - Operações de soldadura na mesa de trabalho

No segundo tubo de saída do compressor é soldada a serpentina de inox, Figura 23D e Figura 24, que por sua vez será soldada a um dos dois tubos de saída do condensador, Figura 23E.

O outro tubo de saída do condensador será soldado juntamente com o conjunto filtro/tubo de cobre soldado anteriormente.



Figura 24 - Operação de soldadura saída do compressor - serpentina de inox

Com todas estas soldaduras realizadas na mesa de trabalho apenas terão de ser soldados posteriormente a terceira saída do compressor e o filtro ou o tubo unido a este, consoante o número de capilares existentes.

### 3.2.1.3. Processo de brasagem com o grupo de frio montado na bancada

Depois de todo este processo o grupo de frio é montado no produto para que assim seja possível soldar o evaporador ao grupo.

Sendo assim o tubo de cobre do evaporador é soldado a um tubo também de cobre em forma de  $\delta U \delta$ , Figura 25C, que será também soldado à saída do compressor, Figura 25A. Como já referido antes esta soldadura deve ser realizada com solda de prata, todas as saídas do compressor devem ser soldadas a prata pelos motivos já explicados.

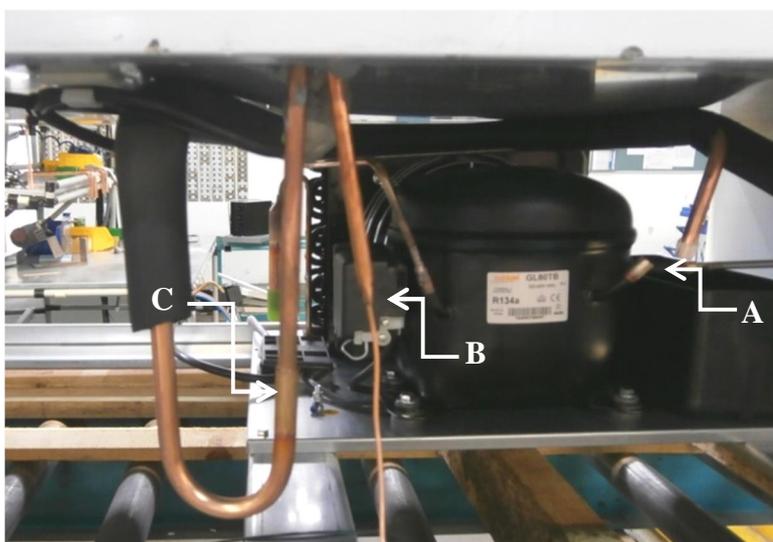


Figura 25 - Operações de soldadura com o grupo de frio montado na bancada

Relativamente ao capilar soldado no evaporador, Figura 25B, este será soldado ao filtro, Figura 26. Neste processo é realizada uma soldadura ascendente vertical que deve ser eliminada, devendo o procedimento para esta operação ser revisto. É exercida uma força no filtro para que seja possível soldá-lo ao capilar o que pode danificar a soldadura entre o tubo de cobre e a saída do condensador.

Quando existem dois capilares estes são soldados ao tubo de cobre e não diretamente ao filtro.

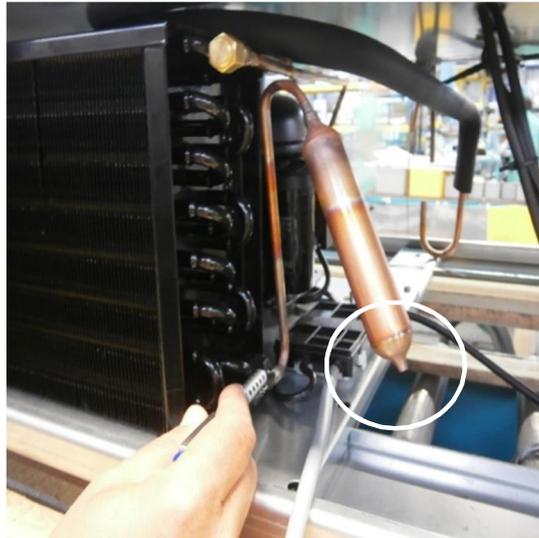


Figura 26 - Operação de soldadura filtro – capilar

### 3.2.2. Recolha e análise de dados na linha 3

O processo de brasagem na linha 3 é em tudo semelhante ao das linhas de montagem 1 e 2 no entanto sendo o produto final diferente será uma mais valia analisar este processo separadamente.

A Figura 27 diz respeito ao grupo de frio de um produto de um corpo, ou seja, é constituído por apenas um evaporador. Os produtos com dois corpos têm dois evaporadores sendo que o segundo estaria montado do lado oposto.

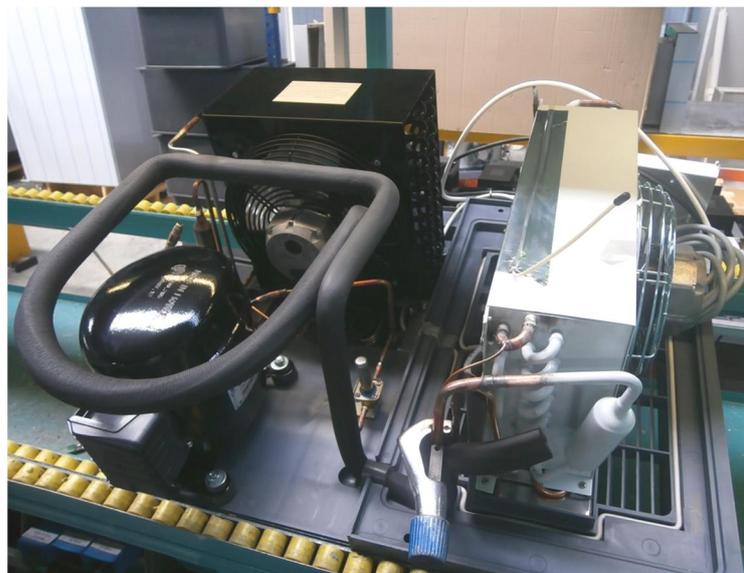


Figura 27 - Grupo de frio de um armário de um corpo

### 3.2.2.1. Processo de brasagem dos evaporadores

Relativamente aos evaporadores existe uma grande diferença para os evaporadores HEG e os restantes. Nestes para soldar o capilar é necessário proceder à furação num dos anéis do evaporador que permita soldá-los, Figura 28. Este procedimento a médio/longo prazo deve ser alterado pelo departamento de desenvolvimento do produto (PRT).



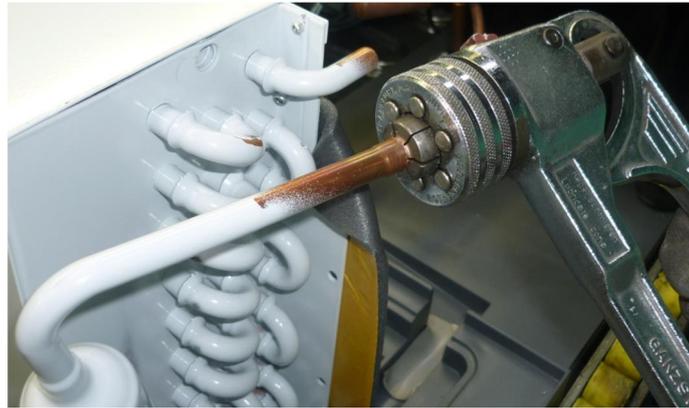
Figura 28 - Operação de soldadura capilar - evaporador

Os restantes evaporadores têm dois tubos de saída, um deles onde é introduzido o capilar, numa primeira fase o tubo é aquecido para depois ser esmagado e de seguida é introduzido o capilar. É importante referir que neste caso o capilar é introduzido ao centro do tubo o que está errado, Figura 29, este deve estar em contato com a lateral do tubo como referido anteriormente.



Figura 29 - Operação de soldadura evaporador - capilar

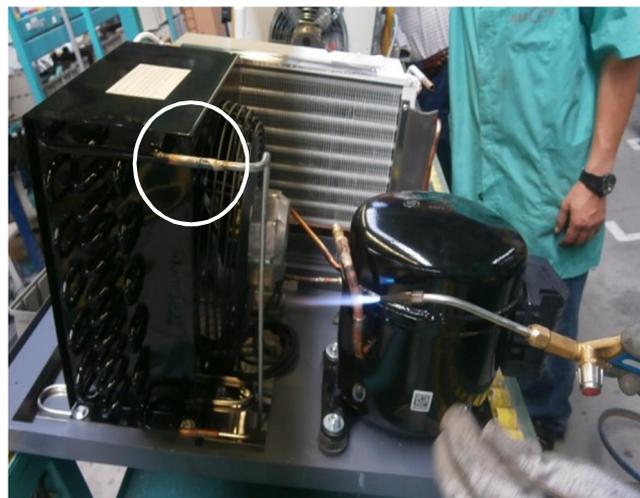
A segunda saída do evaporador necessita de ser abocardada para que seja possível a introdução do tubo macho. Este processo é realizado com o auxílio de uma ferramenta que permite um correto abocardar do tubo, Figura 30.



**Figura 30 - Ferramenta para abocardar tubo**

#### **3.2.2.2. Processo de brasagem do grupo de frio na mesa de trabalho**

Relativamente ao condensador, igualmente ao que acontece nas linhas de montagem 1 e 2 uma das saídas será soldada à serpentina de inox, Figura 31. Verificou-se que esta soldadura não foi efetuada da melhor forma pois foi fornecido pouco calor.



**Figura 31 - Operação de soldadura condensador - serpentina**

Na segunda saída do condensador é soldado o conjunto tubo de cobre/filtro, Figura 32, este conjunto foi soldado anteriormente com o auxílio de um gabari como se pode verificar na Figura 33.



**Figura 32 - Operação de soldadura condensador tubo de cobre**



**Figura 33 - Operação de soldadura capilar tubo de cobre**

Ao filtro é soldado o capilar depois de este ter sido soldado ao condensador, no entanto está a ser feita uma soldadura vertical ascendente para conseguir soldar o filtro ao capilar. Esta soldadura seria eliminada se primeiramente o capilar fosse soldado ao filtro e só depois ao condensador.

Na Figura 34A é possível também verificar que numa das saídas do compressor é soldado o tubo de cobre com a válvula de carga.

A Figura 34B refere-se à segunda saída do compressor e ao tubo de cobre que por sua vez será soldado à válvula de expansão, Figura 34C. A última saída do compressor, representada na Figura 34D será soldada ao tubo de cobre que está em contacto com o evaporador.



Figura 34 - Operações de soldadura na mesa de trabalho

### 3.2.3. Recolha e análise de dados na linha 4

O processo de brasagem que ocorre nesta linha foi analisado de uma forma um pouco mais superficial, uma vez que as principais prioridades eram os produtos montados nas linhas anteriores mencionadas.

No entanto existem pontos a melhorar nesta linha, mais uma vez todas as saídas dos compressores devem ser soldadas a prata e não a cobre, é o caso da soldadura representada no ponto A da Figura 35.

O filtro neste caso deve ser aplicado ao grupo apenas depois da soldadura ao capilar, uma vez que torna-se impossível efetuar uma boa soldadura com este adicionado ao grupo. Posteriormente o conjunto deve ser soldado ao condensador, Figura 35B.



Figura 35 - Operações de soldadura no grupo de frio

Relativamente à serpentina de inox, Figura 36, foi verificado que a ordem das soldaduras realizadas não era a mais adequada, sendo assim a alternativa era a de soldar primeiramente o capilar à serpentina, o tubo de cobre e o filtro seriam soldados à parte e só depois este conjunto seria soldado à serpentina. Anteriormente o filtro era soldado à serpentina e a soldadura do capilar era deixada para último havendo a hipótese do filtro entrar em contato com a chama.

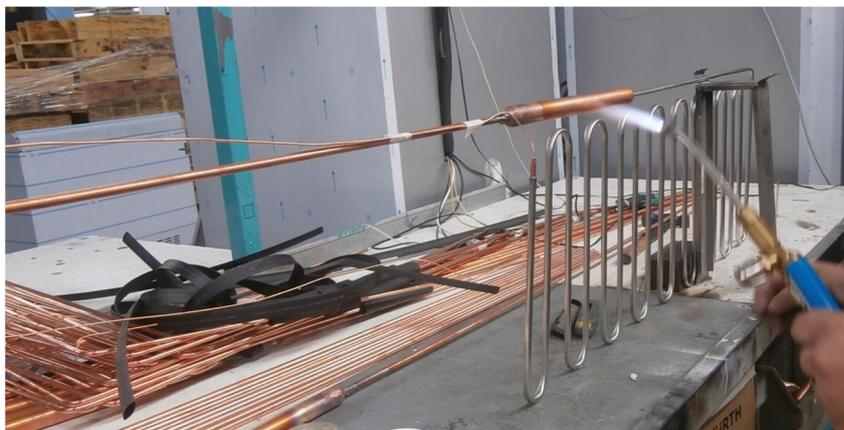


Figura 36 - Operação de soldadura na serpentina de inox

Quanto aos evaporadores, deve ser criado um posicionador para que se consiga eliminar as soldaduras verticais existentes, deixando de soldar algumas juntas na horizontal para soldar na vertical.

A soldadura da saída do evaporador ao filtro Figura 37, pode ser soldada na horizontal no entanto a soldadura do tubo de cobre com o capilar deverá ser soldado na vertical deixando de existir a soldadura vertical ascendente.



**Figura 37 - Operações de soldadura no evaporador**

## 4. FERRAMENTA A3/PDCA

O A3 é uma ferramenta bastante importante de apoio ao trabalho em equipa. Trata-se como o próprio nome indica, de uma folha A3.

A ideia inicial do A3 provém da necessidade de comunicar de forma fácil com recurso apenas a uma folha de papel, de maneira a permitir tomar decisões com rapidez. O A3 é mais um conceito desenvolvido na Toyota, para combater os obstáculos de comunicação sentidos para chegar a um acordo, quando existem vários intervenientes. Procura-se manter no A3 apenas a informação verdadeiramente essencial, exposta de forma clara e inequívoca.

A utilização desta ferramenta num projeto permite o desenvolvimento de todo o processo mantendo sempre presentes os objetivos e as metas a que se propõe o projeto, ajudando a evitar desvios aos objetivos iniciais e possibilitando identificar com clareza atrasos no cumprimento de prazos. Torna-se mais fácil através deste melhorar a comunicação entre os vários membros de uma equipa através da identificação clara de responsabilidades.

Para se entender a força do relatório A3 e o pensamento que existe por trás dele, é necessário a compreensão do ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA) pois o A3 não é nada mais do que um ciclo PDCA numa folha de papel A3 no entanto a noção de todo o processo é mais expandida.

A elaboração de relatórios A3 é importante, mas não é mais importante quanto às ações realizadas na elaboração do relatório e o diálogo que os relatórios ajudam a criar. Espera-se do relatório um começo, meio e fim, que relacione elementos específicos informando as causas.

As atividades do projeto não deram início propriamente a partir da pesquisa, e sim devido às diversas reclamações que foram surgindo de um dos maiores clientes da empresa, como referido anteriormente.

No entanto o excesso de informações vindas do chão de fábrica, a complexidade dos processos produtivos e do fluxo de informação, tornou-se limitante para a organização do raciocínio e avanço do projeto. Sendo assim após a análise de todo o

processo de brasagem decidiu-se que a ferramenta A3 seria a mais acertada pois eram objetivos do projeto identificar a situação atual, a natureza do problema e as possíveis medidas a tomar.

A Mercatus possui no seu sistema de gestão um *template* do A3/PDCA utilizado para outros projetos e por esta razão foi utilizado o mesmo formulário. Sendo assim, procurou-se colocar todas as informações que se dispunham de forma a preencher todos os passos do relatório.

Como resultado de toda a análise realizada no chão de fábrica, foi gerada a primeira versão do A3/PDCA, conforme pode ser visto no Anexo C. No A3/PDCA estão contidas as seguintes informações:

#### 1. Nome do Projeto

•Melhoria da qualidade no processo de brasagem. O nome do projeto reflete o objetivo e define o problema a ser tratado.

#### 2. Membros da Equipa

QAS, departamento de processos (PRS) e PRT. Numa primeira fase, decidiu-se que só os departamentos mencionados deveriam estar envolvidos desde o início deste projecto, no entanto no futuro poderá ser importante o envolvimento de outros departamentos.

#### 3. Definição do problema

•Aumento do número de reclamações devido a fugas. Uma vez que existiriam outros departamentos que não a qualidade a colaborar neste processo, era de grande importância esclarecer qual era realmente o problema em questão. De uma forma geral as reclamações são tratadas numa primeira fase com o QAS e departamento técnico, sendo envolvidos os outros departamentos se necessário, como é o caso.

#### 4. Perceber o processo

É de extrema importância perceber todos os processos envolvidos no problema em causa. É importante ir ao local onde o problema possa ter ocorrido e observar a situação. Durante este passo é necessário comunicar com os colaboradores envolvidos para recolher todas as informações necessárias para avançar corretamente no projeto.

Definiu-se que, para além de analisar a metodologia de trabalho, seria também relevante examinar o material usado no processo de brasagem, como o decapante, solda, válvulas de carga, etc.

#### 5. Objetivo

Criar documentos internos que auxiliem o processo de brasagem, criar métodos e metodologias adaptadas à realidade em causa, de forma a se conseguir reduzir o número de reclamações devido a fugas.

#### 6. Perceber a origem

O gráfico de Pareto procura ilustrar as observações já descritas no capítulo 2, para que qualquer interveniente consiga entender o contexto e a importância do problema. Este gráfico relaciona o número de reclamações de fugas de gás correspondentes a cada produto e a quantidade de produtos vendidos no mesmo período.

#### 7. Tarefas/Ações

Após as etapas anteriores serem dadas como terminadas foram abertas ações, que tiveram como base os dados recolhidos na análise realizada no chão de fábrica. Estas ações foram originadas pelos intervenientes das reuniões do projeto de brasagem, onde se determinou os responsáveis pela execução das mesmas e as suas datas de conclusão.

#### 8. Resultados

Nunca esquecendo o objetivo principal deste documento, foram criados documentos que irão auxiliar os colaboradores que realizam a soldadura do grupo de frio.

### **4.1. Propostas geradas pelo A3/PDCA**

Como resultado de todo o processo de análise, ações foram geradas para a melhoria dos problemas observados durante a fase de análise do processo.

Na tentativa de criar uma melhoria de qualidade no processo de brasagem, procurou-se a elaboração de propostas que gerassem ações corretivas mais rápidas para tratar os problemas envolvidos neste processo, ao mesmo tempo que melhorasse as informações para os colaboradores que atuam diretamente neste processo.

Como se pode verificar no Anexo C, o A3/PDCA contem ações que já se encontram fechadas. De seguida serão apresentadas algumas delas e de que forma estas foram acompanhadas.

Relativamente ao levantamento de todos as juntas de soldadura e tipificação das mesmas, ação 1 e 2 respetivamente, o objetivo era o de conhecer quais os materiais que sofrem processo de brasagem e quais os materiais de adição utilizados. A concretização destas ações foi possível através da análise de todo o processo realizado anteriormente.

Após recolha de informação e diálogo com os colaboradores foi elaborado um documento A3, ação 3, que indica quais as juntas existentes qual o decapante e material de adição a utilizar. Este documento A3, presente no Anexo D, serve como ajuda visual para todos os colaboradores.

A ação 4 substituir embalagens de pó decapante de metal para embalagens plásticas foi originada uma vez que o decapante era abastecido aos colaboradores através do recipiente original do fornecedor, no entanto era depositado na mesa de trabalho em embalagens de metal. Estes recipientes foram trocados por embalagens de plástico uma vez que as embalagens de metal são mais propicias a originar óxidos e muitas deles nem sequer eram fechadas depois da sua utilização, como se pode verificar na Figura 38, o que é incorreto pois os decapantes devem ser protegidos contra a humidade.



**Figura 38 - Embalagem de metal com decapante em pó**

Durante a análise de todo o processo de brasagem verificou-se que em muitas das juntas a folga era demasiada e que a solução encontrada pelos colaboradores era a de

realizar o aperto com um alicate comum fazendo com que a junta se tornasse imperfeita. No entanto num dos postos de trabalho existe um alicate adaptado que permite o aperto das juntas de tubos com diferentes diâmetros, Figura 39.

Sendo assim a ação 6 seria a de fazer o levantamento das necessidades e custos de alicate de mola para cravar terminais e ponteiras. Estes alicates seriam à semelhança do que existe na empresa adaptados internamente aos diâmetros dos tubos utilizados neste processo.



**Figura 39 - Alicate especial para realizar o aperto dos tubos**

Existindo apenas um alicate para este fim, averiguou-se que era necessário esta ferramenta para praticamente todos os postos. Até ao momento foram adquiridos dois alicates para que sejam modificados internamente, numa fase posterior serão obtidos mais dois alicates para que todos os colaboradores tenham esta ferramenta disponível no seu posto de trabalho.

O processo de soldadura nos tubos de saída dos compressores é um dos pontos críticos de todo este processo uma vez que estes estavam a ser tratados como sendo de cobre e por este motivo o material de adição aplicado era o cobre. Para que esta situação fosse esclarecida, foi contactado o fornecedor de compressores que informou que os tubos apresentavam na sua constituição cobre no entanto não poderiam ser encarados como tal.

Sendo assim todos os colaboradores foram informados de que deveriam soldar a prata e foram-lhes explicados os motivos desta alteração. A ação 7, de garantir que as saídas dos compressores eram soldadas a prata ficou assim finalizada.

No início da elaboração do documento A3 e aquando da análise do processo de brasagem no chão de fábrica entendeu-se que era uma mais-valia a realização de uma formação nas instalações do fornecedor de material de soldadura usado na Mercatus, desta

forma e com todos os intervenientes de acordo a ação 12 ficou concluída. Nesta formação estiveram presentes não só os quadros qualificados mas também os colaboradores que realizam o processo de brasagem.

Esta formação teve como principais objetivos não só abordar de uma forma teórica todos os conceitos relacionados com o processo mas também visitar as instalações e o processo de fabrico. É possível comprovar a realização desta formação pelo certificado entregue a todos os intervenientes no Anexo E.

Infelizmente não foi possível que todos os colaboradores que atuam diretamente neste processo estivessem presentes nesta formação e por esta razão achou-se por bem realizar uma formação internamente e com um carácter mais específico, ação 14 e 15. O QAS e PRS dedicaram-se à elaboração desta formação para posteriormente ser apresentada aos colaboradores, Anexo F. Foi realizada por duas vezes para que a produção não fosse abruptamente afetada pela ausência destes colaboradores permitindo que uma equipa não se ausentasse da produção.

Uma das fases finais deste plano de resolução de problemas, ação 16, era a criação de documentação e procedimentos para o processo de soldadura. Como já referido anteriormente, o documento A3 com a identificação do material de adição a ser usado e quais as juntas possíveis foi o primeiro documento a ser codificado e introduzido no sistema de gestão, estando já presente nos postos de trabalho de cada colaborador.

Foi elaborado também uma instrução de brasagem relativa à brasagem das saídas dos compressores. Neste documento é descrita a forma como deve ser realizada a brasagem no compressor bem como o material de adição a usar. Este documento encontra-se no Anexo G.

Por último foi criado um manual de brasagem com o intuito de esclarecer qualquer dúvida que possa surgir aos colaboradores e também aos futuros colaboradores que possam vir a desempenhar esta função.

Este manual, presente no Anexo H, abrange as principais características e funções dos decapantes, quais os metais de adição mais adequados assim como os procedimentos de soldadura.

## 5. METODOLOGIA 5S

### 5.1. Motivação

A razão pela qual foi decidido implementar a metodologia 5S deve-se principalmente ao facto de esta possibilitar o desenvolvimento de um programa sistemático, permitindo combater o desperdício, promover a fluidez operacional, motivar os colaboradores e aumentar os níveis de eficiência e produtividade.

É importante referir que a presença do conceito Lean na Mercatus já existe há cerca de um ano, no entanto para que esta implementação tenha sucesso é necessário a participação ativa de todos os colaboradores da empresa e ainda a aplicação de várias ferramentas que auxiliem a implementação do Lean. O objetivo é estabelecer uma cultura permanente de melhoria contínua na Mercatus através da aplicação da ferramenta 5S, uma vez que esta funciona como um pilar básico do Lean Manufacturing.

Numa primeira fase, esta metodologia será aplicada na linha de montagem 1 (linha piloto), sendo que a intenção é aplicar os 5S nos restantes sectores da empresa.

Uma vez que se iria afetar os postos de trabalho com a implementação desta ferramenta, avaliou-se a necessidade de analisar e melhorar também os bordos de linha, pois são o ponto de ligação entre a logística interna e as linhas de montagem. Estes são essenciais para que seja entregue à produção: a quantidade correta, na altura certa, no local exato.

Todo o material necessário para cada tarefa ser executada deve ser colocado no bordo de linha, de forma a minimizar o movimento do operador da linha, assim como o do operador que realiza o abastecimento, operador logístico. A operação de abastecimento deve ser intuitiva e rápida para que o colaborador da linha não desperdice tempo à espera e/ou procura do material necessário. Por todas estas razões é de grande importância que o bordo de linha seja explorado e estudado com especial atenção.

## 5.2. Definição da equipa

O início da implementação da ferramenta 5S surgiu através de uma reunião entre a Direção da Mercatus e o PRS, tendo como objetivo o seu envolvimento para a implementação e criação da equipa para o projeto.

Um fator importante tido em conta para a escolha da equipa foi a disponibilidade dos elementos para conduzir o processo, orientar, esclarecer dúvidas e realizar visitas rotineiras de acompanhamento em todos os postos de trabalho. Por este motivo foi criada uma equipa com elementos fixos, ou seja, elementos que participariam na implementação dos 5S até à sua conclusão. Os restantes elementos, participariam apenas em determinados postos de trabalho onde a implementação seria feita.

A equipa fixa foi constituída por dois elementos da Engenharia de processos, uma vez que este departamento possibilita o entendimento de como o trabalho é realizado, particularmente no que se refere aos fluxos de atividades. A maioria das mudanças nos processos está focada no aperfeiçoamento dos produtos e é da responsabilidade da engenharia de processos projetar tais mudanças.

Visto que a Mercatus já tem implementado o Sistema de Gestão da Qualidade, NP EN ISO 9001:2008 considerou-se importante ter um elemento do departamento de Qualidade para incorporar os 5S ao Sistema de Gestão da Qualidade de modo a contribuir para a melhoria contínua da qualidade, cabendo assim à autora da dissertação esta responsabilidade.

Para completar a equipa fixa foi definida a participação de um colaborador do chão de fábrica, pela facilidade e habilidade de comunicação deste, bom relacionamento interpessoal e espírito de liderança e iniciativa.

Relativamente aos restantes elementos da equipa, o colaborador do posto faria parte desta e estaria presente também um elemento do departamento de produção.

É de realçar que a constituição da equipa nunca foi dada como definitiva pois existiu sempre abertura para aceitar elementos de outros sectores e departamentos. O sucesso da implementação desta ferramenta depende de todos os que voluntariamente aceitassem participar, sendo eles a exercer a função de facilitadores dos 5S assumindo o compromisso de colocar em prática as atividades relacionadas com os 5S noutros sectores.

### 5.3. Definição do cronograma

Após a definição dos elementos da equipa foi realizada uma reunião para a elaboração do cronograma com as ações que seriam desenvolvidas em todos os postos de trabalho, seguido de um plano de orientação e determinação das ferramentas que seriam utilizadas.

Tendo em atenção o horizonte temporal limitado a uma semana para cada posto de trabalho, foi planeada a distribuição de atividades no cronograma da Tabela 2, com a discriminação dos responsáveis para as mesmas. Sendo assim, é possível evidenciar que os dois primeiros dias da semana, Segunda e Terça-Feira, eram dedicados ao *workshop (WS)* de bordo de linha e os dois dias seguintes, Quarta e Quinta-Feira, para a implementação dos 5S. A Sexta-Feira ficou livre para a eventualidade de ser necessário fechar ações inacabadas.

Relativamente ao colaborador do posto afetado, decidiu-se que não seria necessário estar presente a tempo inteiro no *WS* de bordo de linha. No entanto, na implementação dos 5S estaria totalmente dedicado a este projeto. Por este motivo foi necessário encontrar um *ôbackup* para substituir o colaborador do posto quando houvesse impossibilidade de este realizar as suas tarefas. A seleção do *backup* para cada posto foi definida com o responsável da produção para que a linha não fosse abruptamente afetada e para que a escolha fosse a mais acertada, no que diz respeito ao conhecimento das tarefas realizadas em cada posto de trabalho.

**Tabela 2 - Cronograma da implementação do bordo de linha e 5S**

Julho							Agosto					Setembro							
15	16	17	18	29	30	31	1	5	6	7	8	2	3	4	5	9	10	11	12
<b>Posto 1</b>			<b>Posto 2</b>				<b>Posto 3</b>					<b>Posto 4</b>			<b>Posto 5</b>				
<i>Backup: Pedro</i>																			
			<i>Backup: Nuno</i>																
							<i>Backup: Carlos</i>												
												<i>Backup: Susana</i>							
															<i>Backup: Nuno</i>				
Fábio			Fábio				Fábio					Fábio			Fábio				
Vânia			Vânia				Vânia					Vânia			Vânia				
Inês			Inês				Inês					Inês			Inês				
Tiago			Tiago				Tiago					Tiago			Tiago				
F. Antunes			Joana				Pedro					Joana			F. Antunes				
Ricardo			Sr. Correia				Goreti					Maria João			Sr. Carlos				

Após a elaboração do cronograma com a definição da equipa e o número de dias dedicado a cada tema, elaborou-se um plano de tarefas para cada posto, como demonstrado na Tabela 3, dizendo este respeito ao posto de trabalho 1.

**Tabela 3 - Planeamento das atividades a implementar**

<b>15/07/2013</b>	<b>16/07/2013</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•8:00 às 10:00 Identificar no terreno os problemas com o abastecimento</li> <li>•10:10 às 12:30 Identificar quais os componentes que são abastecidos no posto Identificar melhorias no bordo de linha Abrir ações</li> <li>•13:30 às 17:00 Identificar melhorias no bordo de linha Abrir e realizar ações (PDCA)</li> <li>•17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•8:00 às 12:30 Continuação da realização das ações do dia anterior Implementação dessas ações</li> <li>•13:30 às 17:00 Concluir implementações Sustentar melhorias</li> <li>•17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</li> </ul>
<b>17/07/2013</b>	<b>18/07/2013</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•8:00 às 9:00 Formação em sala</li> <li>•9:00 às 12:30 Identificar oportunidades de melhoria (antes) Abrir ações (PDCA)</li> <li>•13:30 às 17:00 Prática dos 5S Objetivo: até às 15:00 estar no 3º S (Limpar)</li> <li>•17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•8:00 às 12:30 Continuação das melhorias 5S</li> <li>•13:30 às 17:10 Implementação das melhorias Sustentar essas melhorias</li> <li>•17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</li> </ul>

No desenvolvimento deste planeamento não foi considerado o tempo que seria gasto principalmente com as áreas mais críticas. Considerou-se que todos os postos de trabalho necessitariam do mesmo tempo para as atividades. Devido a este facto o plano de ações foi ajustado à realidade do dia-a-dia aumentando os prazos de concretização. É necessário referir que a disponibilidade de recursos e materiais também foram aspetos que afetaram os prazos. O plano de tarefas geral de todos os postos encontra-se no Anexo I.

É de frisar que o cronograma de ações foi divulgado a todos os departamentos da empresa para que todos tomassem conhecimento do que iria ser feito e para dar possibilidade de envolver outras pessoas dos diversos departamentos.

## **5.4. Formação e Sensibilização**

Todos os colaboradores da linha de montagem 1 foram sensibilizados, formados e envolvidos desde o primeiro momento neste projeto, através da realização de uma formação, Anexo J.

Esta formação englobou a transmissão de informações no que respeita à importância dos 5S para a Mercatus. Foi ainda referida a filosofia dos 5S, os seus objetivos, a definição dos sentidos e a própria implementação na empresa. Foi-lhes mencionado que se iria fazer uma apresentação, no último dia do WS, com o antes e o depois das melhorias realizadas no posto. Esta seria vista por todos os intervenientes da implementação, incluindo a administração da empresa, para que todos percebessem que realmente houve resultados e que é necessário mantê-los.

A partir daí a ferramenta 5S ficou oficializada e, simultaneamente, todos os colaboradores ficaram com uma ideia geral sobre esta metodologia.

Com as mudanças no Bordo de Linha o colaborador encontra-se mais motivado e confiante, vendo a ferramenta 5S como uma forma de melhorar e ajustar o seu posto à realidade. A formação dos 5S foi dada propositadamente a meio do WS (às Quartas-Feiras) ao colaborador do posto afetado, de forma a que o próprio assimile e coloque em prática os conceitos aprendidos.

No final de receberem a formação, o feedback foi positivo, havendo bastantes sugestões para que se comesse a implementação de melhorias nos seus postos de trabalho. No entanto, houve também colaboradores que revelaram alguma apreensão, mas toda a equipa estava confiante que ao assistirem às melhorias geradas no ambiente de trabalho se convenceriam e interiorizariam os 5S.

## **5.5. Implementação**

### **5.5.1. Bordo de linha**

Os bordos de linha são conjuntos de rampas onde são abastecidas caixas com componentes aos postos de trabalho, onde vão ser utilizados.

É também o termo utilizado para representar o que está junto à linha de montagem. Os objetivos do bordo de linha é dar aos colaboradores da linha de montagem

condições para eliminar paragens por falta de componentes, criar trabalho normalizado, criar uma boa gestão visual e reduzir os tempos para encontrar as peças necessárias.

Não só para o colaborador da linha existem benefícios, para o colaborador logístico o bordo de linha permite a eliminação de deslocamentos desnecessários e também a normalização do trabalho.

Todos os componentes necessários para a elaboração do produto final devem estar no bordo de linha, dispostos por referências únicas e fixas.

A utilização de caixas de pequenas dimensões apresenta várias vantagens relativamente a caixas maiores: há um menor risco de os componentes que ficam no fundo das caixas se danificarem, menor esforço necessário para o manuseamento de caixas e maiores e maiores quantidades de peças podem facilmente conduzir a erros de contagem.

O abastecimento através de pequenas quantidades permite ainda a diminuição de defeitos pois só existe um nível de componentes, organizados individualmente cada um no seu lugar. Há também ganho no espaço utilizado, pois pequenas caixas significam pouca área ocupada.

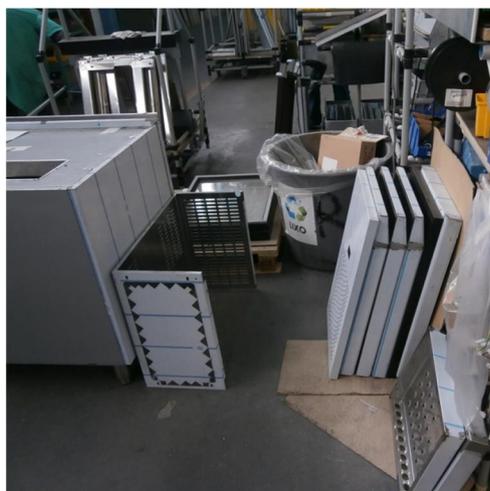
Ao trabalhar-se com lotes pequenos não só o tempo em que não é efetuado o processo produtivo diminui, como também o controlo da qualidade se torna mais eficiente. Os defeitos são mais facilmente encontrados e problemas repetitivos são mais fáceis de evitar.

Relativamente ao bordo de linha existente na Mercatus era evidente que havia a falta de locais próprios para todos os componentes utilizados em cada posto de trabalho. Em alguns casos o material não estava ao alcance do colaborador no local em que estes eram usados e noutras casos o material encontrava-se no chão, armazenado em caixas, como se pode evidenciar na Figura 40. A solução passou por melhorar o bordo de linha em todos os postos. O facto de não existir uma área fixa para cada referência de material, implicava que os colaboradores fizessem constantemente pedidos ao operador logístico.

O operador logístico limitava o seu trabalho a atender os pedidos dos colaboradores dos vários postos, tendo estes que o informar quando estavam na iminência de necessitar de material. Isto leva a que existam picos de trabalho deste colaborador sendo impossível dar resposta a todos os pedidos. Nalguns casos analisados, para evitar paragens da linha, os colaboradores chegavam mesmo a ter de se autoabastecer, deslocando-se eles próprios a outros pontos da fábrica para conseguir o material que necessitavam. Uma

solução para diminuir estas emergências passa por adaptar o bordo de linha e melhorar a comunicação entre o colaborador do posto e o responsável pelo abastecimento.

Este cenário de desorganização deixa de acontecer se o pensamento for o de existir um lugar para cada componente e cada componente num só lugar.



**Figura 40 - Material sem local de abastecimento adequado**

O primeiro passo para a implementação deste projeto 5S foi analisar a receção do material em cada posto de trabalho e, posteriormente estudar o melhor método de abastecimento e as suas disposições no bordo de linha. Na maioria dos postos verificava-se que o material não estava organizado e, na generalidade dos casos, funcionava como um *buffer*, ou seja, existiam *stocks* de peças. O despoletar do novo abastecimento acontecia quando deixava de existir esse *stock*.

Muitas vezes este material não tinha local apropriado e de fácil acesso ao colaborador. Posto isto, conclui-se de imediato que o colaborador responsável pelo abastecimento da linha funcionava muitas das vezes como bombeiro, e não como um *milk-run*, como se pretende. Este conceito defende que em cada posto de trabalho apenas devem estar os componentes corretos, na quantidade necessária, na altura em que são precisos. O *milk-run* transporta não só o material necessário mas também informações entre o supermercado, bordo de linha, armazém, entre outros, num ciclo fixo.

Seguiu-se com a elaboração de uma listagem de todas as referências de materiais utilizados em cada posto de trabalho, tanto dos componentes abastecidos pelo armazém como pela transformação. Esta tarefa levou algum tempo a ser concluída uma vez

que não existiam identificações nos postos, e por esta razão foi necessário recorrer a uma base de dados interna que contém informações de todos os componentes fabricados e utilizados na empresa.

Com esta listagem os dados foram trabalhados, nomeadamente a sua quantidade diária, semanal e anual. Dependendo do consumo destes materiais, classificou-se o tipo de abastecimento dos mesmos à linha de montagem como: *Kanban* e Sequência.

#### **5.5.1.1. Abastecimento em Kanban**

O Kanban é uma palavra japonesa que significa "etiqueta" ou "cartão". No cartão Kanban da Mercatus encontra-se definida a designação do componente, a quantidade por caixa, o número total de caixas e consta ainda a fotografia deste em Kanban. É uma "ordem de fabrico" que circula permanentemente no fluxo de produção, acompanhando o material no sentido jusante e voltando sozinho para montante logo que os materiais são consumidos. O ritmo de produção é determinado pelo ritmo de circulação dos cartões, o qual, por sua vez, é determinado pelo ritmo de consumo dos materiais. O Kanban consiste em sobrepor ao fluxo físico dos materiais um fluxo inverso de informação. Uma das grandes vantagens deste tipo de abastecimento é a de responder a um dos maiores problemas da gestão da cadeia de abastecimento da empresa, a imprevisibilidade da procura.

Na Mercatus o abastecimento em Kanban utiliza um número mínimo de três caixas para cada referência, uma cheia, uma em uso e outra vazia. Neste tipo de abastecimento o colaborador terá que utilizar a mesma caixa até esta acabar, colocando-a de seguida na rampa de retorno, continuando o consumo com a caixa seguinte. Caso não o faça o operador logístico pode não responder adequadamente ao abastecimento seguinte uma vez que com duas caixas em uso estas podem terminar ao mesmo tempo. Todas as caixas estão identificadas com o material que detém, de forma a serem corretamente abastecidas pelos fornecedores internos.

Nem todos os componentes possuem caixa para o seu abastecimento, nestes casos o despoletar desse material é feito através da sinalética Kanban.

A sinalética Kanban é um método criado internamente para este tipo de situações, muito semelhante ao Kanban caixa cheia/ caixa vazia. Surgiu por necessidade e funciona também como uma "ordem de fabrico". O colaborador do posto recebe o material

nos sacos do fornecedor externo, embalagens plásticas, e coloca-o numa caixa que se encontra no seu posto de trabalho, devidamente etiquetada. Essa embalagem plástica não detém qualquer designação do material que continha, por isso não esclarece o operador logístico sobre qual o material a trazer. Uma possível solução passou por criar etiquetas que refere a designação do material, a quantidade necessária a abastecer e a quantidade mínima que o posto de trabalho terá que ter para despoletar novo abastecimento. O colaborador, depois de passar o material para a caixa, coloca o saco vazio no lixo e deverá procurar a etiqueta correspondente a esse componente, colocando-a no quadro Sinalética Kanban. O operador logístico ao passar, observa que o quadro de sinalética Kanban possui etiquetas e leva-as consigo para se abastecer no fornecedor interno. Na próxima volta deverá trazer uma nova embalagem desse material, repondo-a no bordo de linha do posto em causa.

O método de Gestão Visual é realizado segundo sinais de reposição que são detetados visualmente, sendo este efetuado quando se observa que o material necessário para o abastecimento está a terminar. Para que esta forma de abastecimento apresente resultados foram demarcadas zonas com fita de cor vermelha. Quando é retirado o material, esta zona acusa a falta deste e induz a reposição no local adequado. Exemplo disso acontece no posto 1 em que o tubo de esgoto é abastecido em rolo, Figura 41.

O método de abastecimento Kanban foi implementado na empresa acerca de meio ano e o arranque deste novo método de abastecimento originou algumas dificuldades para os colaboradores intervenientes. O que muitas vezes acontecia era que a partir do consumo da última caixa, quando o colaborador responsável pelo operador logístico voltava do ciclo nas linhas de montagem e tentava trocar a caixa vazia pela cheia no Kanban, não existia nenhuma caixa cheia que permitisse a troca. O que significava que, em muitos casos, o fluxo deixava de existir ou apresentava um funcionamento instável. Para garantir que este método fosse eficaz no abastecimento às linhas foi necessário controlar o seu funcionamento e operacionalização do quadro e dos cartões e treinar os colaboradores.



**Figura 41 - Abastecimento de material por gestão visual**

#### **5.5.1.2. Abastecimento em Sequência**

O segundo método de abastecimento utilizado é o abastecimento em sequência. Contrariamente ao Kanban, a mesma entrada no bordo de linha pode ser abastecida com várias referências, de forma sequencial. Neste método de abastecimento os materiais são entregues pela mesma sequência em que os produtos são montados. Ao colaborador responsável pelo abastecimento é entregue a listagem de produção, identificando os produtos na sequência em que serão produzidos. Essa listagem discrimina quais os componentes necessários para a montagem desse produto na linha, separando-os por postos.

O método de abastecimento em sequência foi considerado uma vez que é um sistema eficiente para o abastecimento de componentes que constituem famílias com grande variedade de itens, com baixos ou irregulares níveis de consumo, aplicando-se a alguns postos da linha de montagem. No entanto requer, em comparação com o sistema de caixa cheia/caixa vazia, uma melhor organização e definição do planeamento no que diz respeito aos produtos a serem montados na linha.

Depois de estudadas as melhores formas de abastecimento do material no bordo de linha, percebeu-se que algumas peças podiam formar conjuntos, vindas do mesmo fornecedor interno e entregues ao mesmo posto de trabalho. Ou seja, se uma grelha de ventilação for composta por uma grelha puncionada, por uma caixa de proteção e por uma calha, estes componentes poderiam vir todos juntos formando um único kit. O fornecedor interno seria a seção da transformação e o cliente interno o posto 4 da linha de montagem 1.

Neste método, os kits são previamente preparados por um colaborador externo à linha e entregues nos postos onde serão utilizados. Considerou-se também este tipo de abastecimento em situações de espaço reduzido. A adoção deste método requer que todos os componentes envolvidos na operação devam ter padrões de consumo idênticos, e que haja uma suficiente coordenação para que não falte componentes nos kits.

Para a Mercatus, faz sentido existirem entregas no bordo de linha em horários fixos e rotineiros, ao longo de rotas fixas designadas *õmilk runsö*. Há necessidade de movimentar pequenas quantidades de um grande número de referências.

Após o levantamento dessas informações, para a implementação do bordo de linha em cada posto, todas as semanas era feita uma reunião com o operador logístico, de forma a perceber quais as suas dificuldades e opiniões sobre todo este processo. Para garantir uma rota normalizada dos abastecimentos, considerou-se que o bordo de linha teria que ter uma capacidade semelhante para a maioria das referências e ainda para duas rotas normalizadas do *milk-run*. Ou seja, estipulou-se que todos os bordos de linha teriam que apresentar capacidade de armazenagem de materiais em função de duas passagens do comboio logístico do armazém pela linha, uma da parte da manhã e outra da parte da tarde. Relativamente à transformação, o abastecimento seria feito normalmente de 50 em 50 minutos.

O comboio logístico é conduzido pelo responsável pelo abastecimento às linhas, e transporta material apenas do armazém. Este ainda se encontra em fase de teste e é por essa razão que apenas traz material de uma única seção.

O abastecimento de material ao posto de trabalho é efetuado pela parte de trás da bancada de trabalho através de rampas de acesso, de modo a não perturbar o normal funcionamento do posto de trabalho. No entanto, no posto 5 devido à utilização do empilhador para a colocação dos tampos de pedra na bancada, criou-se uma exceção, no qual o abastecimento é feito pela lateral do posto de trabalho, Figura 42.



**Figura 42 - Abastecimento realizado pela lateral do posto de trabalho**

Foi necessário ainda avaliar a inclinação das rampas, pois estas devem apresentar um grau de inclinação que permitisse ao material deslizar com facilidade. Considerou-se ainda o fácil alcance às caixas para que se permitisse a visualização das peças que se encontram dentro das mesmas. Foram também tidas em conta a dimensão das caixas padrão utilizadas pela empresa.

Existem quatro tipos de kits diferentes: kit transformação (para o posto 1, 4 e 5), kit painéis (para o posto de preparação), kit armazém (para vários postos) e kit portas e gavetas (para o posto 5).

O kit transformação é preparado por um colaborador da seção da transformação, onde coloca todo o material necessário, exceto material kanban, no carro de transporte. Este foi projetado e construído de forma a transportar o material desde a transformação até à linha de montagem, permanecendo no posto o tempo de consumo dos componentes. No posto de trabalho o carro terá que se ir posicionando conforme esteja a ser necessário, ou seja, existe um local para um carro cheio, outro lugar para um carro em uso e um terceiro lugar para o carro já vazio.

O kit painéis é preparado na seção da calafetagem, por um colaborador que terá que agrupar os cinco painéis que formam uma bancada (umas costas, um fundo, um tampo e dois laterais). Este carro segue até à injeção, onde os painéis são injetados, e posteriormente é levado para a linha de montagem e entregue ao posto de preparação.

O kit armazém está a ser transportado pelo comboio logístico, junto com o kanban. O comboio passa por todos os postos da linha, deixando o material necessário e abastecendo os kanbans pedidos.

O kit de portas e gavetas é preparado pelo colaborador que coloca o vedante nas portas. Este terá que colocar as portas necessárias para a bancada num carro projetado e construído propositadamente para transportar este tipo de material.

É de realçar que todos os carros deverão conter 2 kits preparados, ou seja, o mesmo carro consegue ter material para abastecer duas bancadas.

Anteriormente à realização deste WS procedeu-se à reorganização de um dos supermercados onde está previsto o comboio logístico abastecer-se. Esta reorganização foi efetuada tendo em conta as sugestões dos colaboradores que o usavam uma vez que o material não estava organizado da melhor forma, o que tornava o abastecimento muito lento e confuso. Sendo assim, os materiais foram organizados por postos, ou seja as referências entregues no posto 1 estaria próximas umas das outras, o mesmo aconteceria para os restantes casos.

### **5.5.2. 5S na Mercatus**

Como já foi referido anteriormente, foi realizada uma formação 5S com o intuito de sensibilizar todos os colaboradores, com o objetivo de no final a equipa colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos. De seguida é apresentada uma descrição detalhada das atividades realizadas durante cada uma das fases da implementação da ferramenta 5 S.

#### **5.5.2.1. Implementação dos sentidos**

Na aplicação do primeiro 5S da metodologia procedeu-se à separação de todo o material e ferramentas presente em cada posto de trabalho, tendo sempre presente o fator de utilidade para as diferentes tarefas realizadas nos vários postos. Nesta fase inicial é necessário perceber qual a função de cada ferramenta que existe no posto de trabalho. Com o auxílio do colaborador do posto foi identificada e avaliada a importância de cada uma delas, tendo a consciência plena e efetiva de qual a sua função. Ao longo deste processo utilizaram-se três caixas onde foram depositados os materiais consoante a sua necessidade no posto de trabalho, sendo classificados como: 5S "Em Uso", 5S "Não Em Uso" e 5S "Sucata", Figura 43. Todo o material classificado como não usado no posto foi armazenado para posterior avaliação de necessidade noutros postos ou secções. O material depositado na caixa denominada de 5S "Sucata" na maioria eram ferramentas ou componentes que foram

substituídos ao longo do tempo, mas que não foram removidos do posto de trabalho, levando a que estes se tornassem obsoletos.



**Figura 43 - Separação do material presente no posto de trabalho**

Depois de classificados e separados os materiais e ferramentas como necessários ou desnecessários, era essencial definir locais de arrumação para tudo aquilo que era utilizado no posto de trabalho, passando assim para a implementação do segundo *ōSō*.

Para a correta implementação do segundo *ōSō* foi fundamental colocar todos os materiais e ferramentas o mais próximo possível de onde iriam ser utilizados, para reduzir a distância das deslocções a percorrer, reduzindo assim o desperdício de movimentações. Posto isto foi necessário identificar onde é que cada uma das ferramentas era utilizada e definir locais intuitivos e de fácil acesso que permitissem aos colaboradores encontrar rapidamente as ferramentas, para reduzir o tempo utilizado à procura destas.

Na maioria dos postos de trabalho criaram-se quadros sombras propositadamente para guardar as ferramentas que de fato são necessárias. Estes quadros foram desenvolvidos utilizando como base a gestão visual, permitindo assim a deteção rápida de acontecimentos anormais, sendo um auxílio para os colaboradores executarem as suas funções rapidamente e promover também a standardização de processos. Assim, cada quadro dispõe de locais adequados para colocar as ferramentas necessárias e cada local é representado com o contorno da ferramenta em questão.

A título de exemplo apresenta-se na Figura 44, uma imagem que demonstra o resultado obtido com a colocação das ferramentas em quadros sombra.



**Figura 44 - Quadro sombra do posto de trabalho 3**

Em relação aos restantes materiais e ferramentas não incluídas nos quadros sombras foram criados suportes e estruturas para que estes fossem colocados de forma a garantir organização no posto de trabalho. No caso da cola e veda, Figura 45, utilizada no posto de trabalho 1, criou-se um local intermédio entre o bordo de linha e a cola e veda em uso para que o operador logístico tenha tempo de resposta.



**Figura 45 - Abastecimento intermédio para cola e veda**

Avançando para o terceiro ôSô, no senso da limpeza era importante consciencializar todos os intervenientes sobre a necessidade de manter o local de trabalho limpo e arrumado.

O principal objetivo desta fase para toda a equipa não era o de impressionar visualmente, mas sim obter um ambiente ideal onde se possa trabalhar com gosto. Um outro propósito era o de criar um bom funcionamento dos equipamentos e materiais, bem como a capacidade de realizar trabalho de qualidade.

Após a implementação dos dois primeiros 5S foi efetuada uma limpeza ao posto de trabalho, garantindo assim que todos os objetos eram mantidos nos devidos locais e com a devida higiene e segurança.

Foram comunicadas a todos os colaboradores certas normas de limpeza importantes para manter o posto limpo e organizado tais como:

- Os materiais e as ferramentas depois de usados devem ser colocados nos locais previamente determinados.
- O posto de trabalho e a área envolvente devem ser limpos no final do turno.
- As sobras de materiais devem ser colocados nos recipientes adequados, e a separação dos resíduos deve ser feita corretamente.

Para que estas normas fossem respeitadas e implementadas foi garantido um Kit de limpeza para cada posto, Figura 46, e foi criado um eco ponto para ser utilizado por todos os colaboradores da linha de montagem 1, Figura 47.



**Figura 46 - Kit de limpeza**



**Figura 47 - Eco ponto para todos os colaboradores da linha de montagem 1**

O quarto *5S* é a etapa que permite manter os ganhos alcançados com as três primeiras etapas. Se não existir método para preservar os ganhos, o mais provável será que o ambiente de trabalho volte a ter de novo material inútil e que a limpeza alcançada com todas as ações se perca.

Nesta fase foi feita toda a identificação de todos os materiais e ferramentas necessários no posto de trabalho através de etiquetas. A Figura 48 evidência um exemplo desta identificação, considerando que foi feito um esforço para manter o mesmo formato de etiquetas de posto para posto.



**Figura 48 - Identificação de todos os componentes necessários no posto de trabalho**

Realizou-se também toda a marcação dos locais afetos ao posto de trabalho (*5Zoningö*), tanto no chão como nos diversos contentores de resíduos e em alguns casos nas mesas de trabalho. Para a realização desta tarefa criou-se um método *standard* para as

cores utilizadas, sendo que a fita de cor branca é para a marcação fixa, por exemplo para as mesas de trabalho, a de cor vermelha seria para a sucata, a de cor azul representa a existência de movimentação de materiais e a amarela e preta a sinalização de segurança. A Figura 49 ilustra a marcação da circulação dos kits usados no posto de trabalho 5.



**Figura 49 - Marcação da circulação dos kits**

Para que todos os colaboradores tivessem à sua disposição toda a informação necessária para o bom funcionamento das tarefas efetuadas no posto de trabalho e para se proceder à normalização destas tarefas, foram criados suportes para toda a documentação necessária. A Figura 50 exemplifica o caso das instruções de montagem que constam no posto de trabalho 1.



**Figura 50 – Suporte para documentação**

Por fim, o quinto e último dos desta metodologia teve como principal meta a consolidação da implementação, servindo para melhorar e desenvolver a criatividade e o senso crítico. É importante monitorizar o trabalho dos colaboradores para que estes cumpram as regras e para que o posto de trabalho se mantenha organizado.

Esta fase foi talvez a mais difícil de alcançar e implementar pois era fundamental incentivar os colaboradores a serem pró-ativos, para que conseguissem dar ideias para melhorar a organização do espaço de trabalho.

Uma das formas de se manterem os padrões definidos pela implementação da metodologia 5S foi a criação de um quadro 5S situado no chão de fábrica. Este vai permitir divulgar o estado dos cinco sentidos em cada posto de trabalho através da criação de um pódio baseado na última auditoria realizada, contendo a pontuação de cada um dos postos de trabalho. Vai também descrever os cinco conceitos básicos da metodologia e é o local onde todos os colaboradores poderão divulgar as suas sugestões para melhorar o seu posto de trabalho.

Uma outra forma para a sensibilização deste sentido foi a criação de reuniões semanais com todos os colaboradores dos postos envolvidos nesta implementação e o responsável do respetivo setor. As mesmas devem ser breves e objetivas e devem ser discutidos diversos assuntos, como por exemplo: se os objetos e documentos são guardados nos locais determinados, se são necessários novos locais para guardar novas ferramentas, se os ambientes de trabalho se encontram limpos e organizados, entre outros.

No final de cada reunião e se existirem razões, deve ser traçado um plano de ação, contendo as atividades a serem desenvolvidas, responsáveis e prazos em que serão executadas as tarefas. Este plano será desenvolvido pelo PRS juntamente com o QAS.

Dada por terminada a componente prática da metodologia, como já referido anteriormente realizou-se uma apresentação com o estado antes e depois da implementação dos 5S no posto de trabalho, estando presentes todos os intervenientes deste projeto, no Anexo K é possível verificar a apresentação para o posto 2.

#### **5.5.2.2. Manutenção**

A fase de manutenção da ferramenta 5S é um dos pontos mais críticos da metodologia, constitui um processo de permanente melhoria contínua, sendo responsável pelo desenvolvimento contínuo dos dois últimos sentidos. A prática de manter parece

simples, mas não é de forma nenhuma. O sucesso do 5S depende do comprometimento de todos que trabalham na organização, caso contrário, torna-se apenas mais um programa implementado e muitas vezes podem cair no esquecimento.

Desta forma devem ser tomadas medidas para que o processo de repetição do ciclo de manutenção e melhoria contínua seja uma realidade. Para isso foram criadas as Auditorias 5S, sendo estas a chave da fase de manutenção, podendo-se dizer que atua como um mecanismo, fazendo com que o ciclo PDCA atue. Estas auditorias foram criadas pela equipa de implementação dos 5S e avalia cada senso separadamente, Anexo L.

No que respeita ao planeamento da auditoria, deve ser estabelecido quem serão os auditores, sendo que a escolha baseia-se numa lista de possíveis auditores elaborada ao longo da implementação da metodologia. A preferência dos auditores teve como principais critérios os departamentos que durante a implementação tiveram maior disponibilidade, uma participação ativa, dedicação e empenho. Nesta fase definiu-se os postos a serem auditados, os horários e qual a documentação necessária.

Passando para a execução da auditoria, esta deve ser procedida por uma reunião inicial para a apresentação dos auditores e auditados, entre si, e pela apresentação dos documentos a utilizar ou examinados anteriormente. Um documento que deve ser consultado com alguma frequência é o Manual 5S que deve ser usado por todos os colaboradores. Este manual foi criado pelo departamento de processos em conjunto com o departamento de qualidade e teve como principais propósitos auxiliar o auditor no processo da auditoria e ajudar os colaboradores na manutenção dos 5S. O Manual 5S está disponível para todos os colaboradores através do chefe de cada secção e está também colocado no Quadro 5S.

Numa primeira versão da auditoria não foi criado o campo para adicionar observações durante o decorrer da auditoria. Apenas no decorrer da primeira experiência foi observado que seria importante o preenchimento do campo "Comentários" pois muitas vezes são aspetos que adicionam valor à mesma. Este campo pode ainda incluir boas práticas, áreas de preocupação e sugestões para a ação. Os comentários sobre as práticas da metodologia 5S e padrões de trabalho devem apresentar uma explicação sobre a razão de ter sido considerado Ponto Forte ou Oportunidade de Melhoria.

Depois de a auditoria estar finalizada os auditores devem reunir-se e planear a condução da mesma, sobre todos os aspetos. É importante também avaliar não só o estado

do posto de trabalho mas também a postura do auditado perante todas as questões que possam ter surgido ao longo da auditoria, contribuindo assim para o aperfeiçoamento do processo de auditoria e ajuda a estreitar as relações entre as partes intervenientes.

No que diz respeito à última fase do ciclo PDCA, como em qualquer outro processo, as não conformidades e dificuldades observadas durante a auditoria devem ser sempre analisadas de tal forma que as ações possam ser tomadas, procurando eliminar todas as não conformidades antes da auditoria seguinte.

Criou-se também um procedimento 5S pela necessidade de todos os intervenientes terem a mesma conduta neste processo de melhoria contínua. Este procedimento tem como objetivos principais regulamentar a implementação, manutenção e/ou a melhoria da metodologia 5S, atribuindo responsabilidades, meios de avaliação e reconhecimento a todas as áreas da Mercatus.

### 5.5.2.3. Efeitos

Os resultados alcançados pela empresa na implementação da metodologia 5S em conjunto com o bordo de linha foram vários. Evidenciam-se a melhoria do ambiente de trabalho, proporcionando maior conforto, bem-estar, segurança e saúde para os colaboradores, contribuindo satisfatoriamente para a organização, limpeza e utilização dos recursos, tais como documentos, equipamentos, espaços, entre outros, considerando a filosofia do programa 5S.

A primeira auditoria 5S realizada um mês após a implementação das ações 5S teve como resultados quantitativos os evidenciados na Tabela 4. As pontuações resultantes desta auditoria foram bastante satisfatórias uma vez que foi notório o empenho de todos os colaboradores para que estes resultados fossem obtidos.

**Tabela 4 - Resultados da primeira auditoria 5S realizada**

Questões	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5
OK	15	16	16	18	17
NOK	5	4	4	2	1
NR	1	1	1	1	3
Pontuação	71,43%	76,19%	76,19%	85,71%	80,95%

A segunda auditoria realizada um mês depois da primeira auditoria teve resultados bastante positivos tendo em conta o longo período após a implementação. É de realçar que as pontuações dos postos de trabalho, Tabela 5, mantiveram-se constantes e em alguns casos melhorou.

Estas auditorias são uma ferramenta de extrema importância na manutenção do programa 5S, influenciando a informações que permitem o aperfeiçoamento das atividades operacionais. Auditores e auditados sempre ganham com a auditoria, desde que haja disposição de ambos, no sentido da melhoria permanente da qualidade dos produtos.

**Tabela 5 - Resultados da segunda auditoria 5S realizada**

Questões	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5
OK	17	17	16	18	17
NOK	3	3	4	2	3
NR	1	1	1	1	1
Pontuação	80,95%	80,95%	76,19%	85,71%	80,95%

Para a administração da empresa, este trabalho foi exequível e convenceu-se dos benefícios de investir na implementação de ferramentas da qualidade que definem a metodologia Lean.

Segundo o parecer de todos os colaboradores que viram os seus postos de trabalho afetados, o local onde foi implementado os 5S melhorou bastante a nível de limpeza, redução de desperdícios e, principalmente, organização. Este trabalho feito em sala de formação e sobretudo no terreno contagiou todos os colaboradores.

Ficaram muitas outras tarefas por realizar, uma vez que haverá sempre ações de melhorias em cada posto de trabalho no entanto o trabalho realizado permite que cada colaborador avance para novas propostas sem a necessidade de ser incentivado pelos seus superiores.

## 6. CONCLUSÃO

Diante da competitividade do mercado, a qualidade é uma preocupação constante da Mercatus para que os seus produtos sejam aceites no mercado. De acordo com Kaoru Ishikawa, a qualidade começa pela educação e acaba na educação. Uma empresa que progride em qualidade é uma empresa que aprende, que aprende a aprender.

Neste sentido, o projeto realizado na Mercatus dividiu-se em quatro partes distintas: a análise de reclamações com o suporte de ferramentas da qualidade, a identificação das causas na ocorrência de defeitos, as ações a desenvolver e a implementação da metodologia 5S numa linha piloto.

No que diz respeito às reclamações, é importante referir que estas são uma espécie de bússola que indicam o trilho a seguir em direção às expectativas dos clientes. Ir de encontro às expectativas dos clientes é estabelecer a base para a subsistência de qualquer empresa num ambiente empresarial altamente competitivo. Neste âmbito, um tratamento de reclamações devidamente articulado com um departamento de qualidade eficaz e competente pode corrigir várias lacunas nos vários processos dos sistemas produtivos. Sendo assim, a análise efetuada permitiu identificar as categorias de produtos críticos bem como os principais problemas causadores das mesmas.

Perante os resultados desta análise concluiu-se que relativamente ao cliente com maior representatividade de vendas as reclamações mais frequentes estavam relacionadas com o processo de brasagem e fugas de gás.

Na segunda parte do projeto todo o processo de brasagem realizado na Mercatus foi analisado em cada uma das quatro linhas de montagem. Desta forma, a visão de todo o processo tornou-se mais clara e assim foi possível numa terceira fase deste projeto propor ações que pudessem melhorar o processo.

Todas as ações propostas tiveram como objetivo a melhoria do desempenho do processo produtivo e de quem o realiza.

Não é possível afirmar nem avaliar o impacto direto destas melhorias nas reclamações dos clientes da Mercatus, no entanto a elaboração de toda a documentação,

---

que não existia para o processo de brasagem, assegura a produção de produtos com melhor qualidade, contribuindo para a melhoria contínua dos processos.

Com a documentação criada e com as ações tomadas a Mercatus está certa que os benefícios a longo prazo serão evidentes nomeadamente no que se refere a benefícios qualitativos, à utilização adequada dos equipamentos e matérias-primas. Auxilia também na realização do processo e melhora o nível técnico dos colaboradores.

A maior dificuldade enfrentada inicialmente estava relacionada com a forma de conseguir traduzir as palavras para os gestos e movimentos executados pelos colaboradores durante as operações. Como a metodologia se apresentava de forma inovadora, havia muitas dúvidas quanto a inclusão de alguns termos e definições. Porém, o foco de elaboração desta documentação consistia fundamentalmente na descrição do como fazer. Por intermédio da utilização de ilustrações foi possível minimizar o detalhamento em termos de locais de realização das operações e gestos operacionais, o que facilitou a transcrição das operações.

Na quarta e última fase deste projeto implementou-se a metodologia 5S, tendo-se conseguido uma melhoria do ambiente de trabalho. Permitiu a organização e definição dos locais para colocação de todos os materiais e equipamentos necessários para o posto de trabalho.

A implementação dos 5S provocou profundas alterações quer ao nível da reorganização do ambiente de trabalho, quer ao nível da mudança de atitudes e formas de pensar dos colaboradores, alertando-os para a importância que o trabalho em equipa tem nos resultados alcançados.

A presença desta metodologia nunca se encontra terminada, até porque o sucesso de uma organização depende da vontade de melhorar continuamente. Nesse sentido, como perspectiva de trabalho futuro, será interessante atuar nas restantes linhas de montagem e nas diversas secções do sistema produtivo.

Relativamente ao plano de resolução de problemas, este não se encontra fechado, havendo no futuro novas ações para concretizar. O processo de brasagem na Mercatus tomou grande importância e no início do ano todos os diretores de departamentos reuniram-se para trabalhar em conjunto. Foram criadas novas ações e será realizado uma profunda análise à possibilidade de implementar novos sistemas de deteção de fugas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adler, Walter Dirk (2007), "Cooling Circuits Sealing: Brazing, Silver vs. Silver-free alloys with gas flux, Lockring and Ultrasonic Welding in the Household Refrigerator Industries Today", Transfair GmbH

Adler, Walter Dirk (2010), "Designing and Prototyping of Refrigerator and Freezer Cooling Circuits", Düsseldorf, Transfair GmbH.

Aline, M. R., (2006), "O LEAN MANUFACTURING APLICADO NA BECTON DICKINSON", acessado a Setembro de 2013, em:  
[http://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc\\_jan2007\\_alineriani.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc_jan2007_alineriani.pdf)

Danfoss (2007), "Refrigeration - an introduction to the basics", REFRIGERATION & AIR CONDITIONING DIVISION, acessado em Agosto de 2013 em:  
<http://www.danfoss.com/nr/rdonlyres/f35695fe-f4a2-40b9-847f-e81e20a5eea8/0/pf000f102.pdf>

Duret, Daniel e Pillet, Maurice (2009), "Qualidade na Produção - da ISO 9000 ao Seis Sigma", Lisboa: Lidel.

Durward K. Sobek II., Art Smalley (2008), "Understanding A3 Thinking: A Critical Component of Toyota's PDCA Management System", Productivity Press.

Groover, Mikell P. (2010), "Fundamentals of Modern Manufacturing: materials, processes and systems", 4<sup>th</sup> Ed., JOHN WILEY & SONS, INC.

Pinto, Eduardo Carlos Soares (2009), "Implementação da Folha de Verificação e do Gráfico de Pareto no Comércio Varejista para a Prevenção e Redução

de Perdas: Estudo de Caso: Chama Supermercados, Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, acessado a Agosto de 2013, em:

<http://www.fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-106.pdf>

Pinto, João Paulo (2011), *Pensamento Lean : a filosofia das organizações vencedoras* 4ª edição, Lisboa: Lidel.

Sobek II, Durward K. e Smalley, Art (2008), *Understanding A3 Thinking: Keys and Tools for PDCA Management*. Productivity Press.

## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo A

<b>MERCATUS</b>		<b>Produto Não Conforme</b>		N.º PNC09769		
<b>Identificação</b>						
<b>QAS</b>	Produto <input type="checkbox"/>		Ambiental <input type="checkbox"/>		HSST <input type="checkbox"/>	
	Modelo:Código:		Tipo: _____			
	N.º Série:	Data:	Local:		Data: _____	
<b>Descrição</b>						
<b>QAS</b>	<input type="checkbox"/> Ocorrência1: _____					
	<input type="checkbox"/> Ocorrência2: _____					
	<input type="checkbox"/> Ocorrência3: _____					
	<input type="checkbox"/> Ocorrência4: _____					
	<input type="checkbox"/> Ocorrência5: _____					
<b>Fugas de gás</b>						
<b>PRD</b>		Pontos	Fisuras	Falta de solda		
	Capilar Int./tubo de aspiração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Câmara de expansão /Filtro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Capilar tubo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Tubo-tubo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Tubo -válvula de carga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Tubo Inox - tubo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Medidas</b>						
<b>PRD/EMBALAGEM</b>	Recuperado: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Rubrica: _____ Data: ____/____/____					
	Medidas Tomadas:					
	Hora de Início da reparação/ Intervenção: _____		<b>QAS</b>	Tempo de Intervenção		
Hora de Fim da reparação / Intervenção: _____						
<b>Ambiente ou SST</b>	Medidas Imediatas tomadas:					
<b>Análise</b>						
<b>QAS</b>	Analisar em CQ <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		$\infty$	Acções Correctivas <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		Acta
	OBS.					
<b>PRD</b>	Produção: _____					
	Comentários:					

## 8.2. Anexo B



**MERCATUS**  
Refrigeração Profissional

<p>1.- Conceitos Gerais de Refrigeração.</p> <p>2.- Ciclo de Refrigeração e seus processos.</p> <p>2.1.- Compressão.</p> <p>2.2.- Condensação.</p> <p>2.3.- Expansão.</p> <p>2.4.- Evaporação.</p> <p>3.- Componentes do Sistema Frigorífico.</p> <p>3.1.- Compressor.</p> <p>3.2.- Condensador.</p> <p>3.3.- Controle de Fluido.</p> <p>3.4.- Evaporador.</p> <p>3.5.- Ventilação.</p> <p>3.6.- Controle de Funcionamento.</p> <p>3.7.- Descongelação.</p>	<p>4.- Fluidos Refrigerantes.</p> <p>4.1.- ODP e GWP – uma Questão Ambiental.</p> <p>4.2.- Refrigerantes HCFCs e CFCs.</p> <p>4.3.- Refrigerantes HFCs.</p> <p>4.4.- Refrigerantes HCs e HFOs.</p> <p>4.5.- Outros Refrigerantes.</p> <p>5.- Circuitos Frigoríficos.</p> <p>5.1.- Simples Positivo.</p> <p>5.2.- Simples Negativo com Descongelação Elétrica.</p> <p>5.3.- Negativo com Descongelação por Gás Quente.</p> <p>5.4.- Positivo com Grupo a Distância.</p> <p>5.5.- Circuitos Primário e Secundário para R-718.</p> <p>6.- Condições de Funcionamento.</p> <p>6.1.- Pull down, Set Point e Diferencial.</p> <p>6.2.- Gráfico de Funcionamento.</p> <p>6.3.- Parâmetros de Descongelação.</p>
---	--

**MERCATUS**

1.- Conceitos Gerais de Refrigeração:

° A Refrigeração define-se como o processo de redução e conservação continua da temperatura, de um espaço ou matéria, por debaixo da temperatura do seu entorno.

° O calor desloca-se sempre do corpo mais quente ao corpo mais frio.

° Para poder reduzir a temperatura, é necessário remover o calor (energia térmica) contido no espaço ou matéria que desejamos refrigerar.

° Através de um ciclo termodinâmico, o calor é removido do ambiente a ser refrigerado e enviado para o ambiente externo. Para este fim, é necessária a presença de outro corpo mais frio (temperatura inferior) que absorva o calor que queremos eliminar.

° O corpo que se utiliza para absorver o calor que desejamos eliminar é o que denominamos por Fluido Refrigerante.

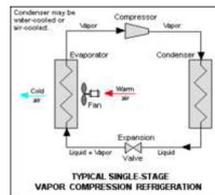


2.- Ciclo de Refrigeração e os seus processos:

O fluido refrigerante circula no sistema passando por diversos câmbios de estado/fase, cada um desses câmbios é um processo no ciclo de refrigeração. O fluido refrigerante começa num estado ou fase inicial passando por uma série de processos, numa sequência definida, até chegar a sua condição inicial. Esta série de processos denomina-se ciclo de refrigeração.

O ciclo de refrigeração simples é composto de quatro processos fundamentais:

- ° Compressão
- ° Condensação
- ° Expansão
- ° Evaporação



2.- Processos do Ciclo de Refrigeração:

2.1.- **Compressão:** Neste processo, o fluido refrigerante que entra no compressor sob a forma de vapor é comprimido, a entropia constante, e sai em forma de vapor superaquecido (Alta Temperatura e Alta Pressão).

2.2.- **Condensação:** O vapor superaquecido que sai do compressor desloca-se então através do condensador que o arrefece, condensando-o e transformando-o em líquido através da remoção do calor adicional.

2.3.- **Expansão:** O fluido refrigerante proveniente do condensador em fase líquida, alta pressão e sob-arrefecido passa pelo elemento de controlo de fluido (capilar, válvula de expansão) provocando uma queda abrupta da pressão, transformando-o numa mistura de líquido e vapor na entrada do evaporador.

2.4.- **Evaporação:** A mistura líquido-vapor fria desloca-se então através da serpentina do evaporador e evapora-se completamente. No processo de expansão e evaporação do fluido refrigerante é quando se realiza a troca de calor, sendo o evaporador o responsável pela absorção do calor no meio ou matéria a refrigerar.



3.- Componentes do Sistema Frigorífico:

3.1.- Compressor:

A sua função é aumentar a pressão e a temperatura do fluido refrigerante proveniente do evaporador em fase de vapor. Existem diversos tipos de compressores para sistemas frigoríficos, os mais utilizados são os Abertos, sémi-herméticos e herméticos.





3.- Componentes do Sistema Frigorífico:

3.2.- Condensador:

O condensador é um trocador de calor cuja função é arrefecer o vapor que sai do compressor transformando-o em líquido a alta pressão. Os condensadores mais comuns são os arrefecidos por ventilação forçada, arrefecidos com água e os arrefecidos por dissipação do calor através de uma grande área de permuta (geralmente usado nos domésticos).



3.- Componentes do Sistema Frigorífico:

3.3.- Controlo de Fluido:

A finalidade do controlo de fluido é realizar a expansão controlada do fluido refrigerante no evaporador. Existem vários tipos de controlos. Os mais usados na refrigeração profissional são os capilares, as válvulas de expansão termostática e as válvulas de expansão eletrónicas.



3.- Componentes do Sistema Frigorífico:

3.4.- Evaporador:

Este componente do sistema é o responsável da permuta (absorção) do calor que se quer remover do meio a refrigerar. A evaporação pode ser estática ou ventilada (dependendo de se se quer mais ou menos humidade no sistema). Existem diferentes tipos de evaporadores: com alhetas, de serpentina simples, parede fria.





3.- Componentes do Sistema Frigorífico:

3.5.- Ventilação:

A ventilação é usada nos permutadores de calor (tanto nos condensadores como nos evaporadores) para dissipar ou absorver o calor do sistema. Os tipos de ventiladores são muitos, e se diferenciam tanto pelo tipo de motor (de escovas, eletrônicos, de duas velocidades ou de velocidade variável, etc.) tanto como pelo tipo da ventoinha (compactos, axiais, tangenciais, etc.).



3.- Componentes do Sistema Frigorífico:

3.6.- Controlo de Funcionamento:

Este dispositivo é o que vai controlar o funcionamento do sistema, ativando-o quando é requerida a diminuição da temperatura do meio, desativando-o quando atingida a temperatura. Também controla outras funções como a iluminação, ventilação e descongelação entre outras. Existem controladores eletromecânicos, eletrônicos parametrizáveis e programáveis entre outros.



3.- Componentes do Sistema Frigorífico:

3.7.- Descongelação:

A descongelação é um processo indispensável para o bom funcionamento dos equipamentos. Durante um processo normal, o evaporador cria gelo sobre a sua superfície aumentando a área de permuta e a eficiência do sistema. Isto é favorável até certo ponto, quando formado em excesso provoca o bloqueio do evaporador impedindo a circulação do ar através dele. Estas descongelações devem ter uma frequência e duração acorde com as condições e meio ambiente de funcionamento. Os tipos de descongelação que se utilizam no frio profissional são três: por paragem do compressor, com resistências elétricas ou com gás quente invertendo o ciclo.

**MERCATUS**

4.- Fluidos Refrigerantes:

O Fluido refrigerante é o agente responsável pelas trocas térmicas que se produzem no sistema de refrigeração. Estes fluidos, pela propriedade que possuem de passar de líquido a gás e vice-versa, são capazes de absorver o calor do meio e resfriá-lo quando passa da fase líquida para a gasosa, e expulsa-lo quando passa de gás a líquido.

4.1.- ODP e GWP, uma questão ambiental:

Os refrigerantes, nestas últimas décadas, começaram a ser classificados também pelo seu impacto ambiental, principalmente sobre o efeito que produzem a nível da destruição da camada de Ozônio (ODP: Ozone Depletion Potencial) e do contributo ao chamado efeito estufa/aquecimento global do planeta (GWP: Global Warming Potencial). Só a partir de Janeiro 2011 é que foram completamente banidos e proibidos na Europa todos os refrigerantes que contribuem para o ODP. Os refrigerantes que têm impacto sobre o GWP irão ser proibidos nos próximos anos, ainda não há data definitiva mas já existe uma proposta da comissão europeia para banir estes refrigerantes, gradual mas totalmente, até 2020.

**MERCATUS**

4.- Fluidos Refrigerantes:

4.2.- Fluidos Refrigerantes CFCs e HCFCs:

Os refrigerantes CFCs (clorofluorcarbono) são um composto baseado em carbono que contém cloro e fluor. Era antigamente utilizado como propelente em aerossóis e como fluido frigorífico para a refrigeração. Responsável pela redução da camada de ozônio, foi sendo proibido seu uso em vários países e banido totalmente em 2011 na Europa. Os mais conhecidos são o Freon R-11 e Freon R-12.

Os HCFCs (hidroclorofluorcarbono) foram usados frequentemente como uma alternativa aos CFCs pelo seu relativamente baixo ODP de 0,055 comparado com o valor de 1,0 dos CFCs. Mesmo assim, este baixo valor de ODP já não é considerado aceitável pelo que também foi proibido. O mais conhecido HCFC é o R-22.



**MERCATUS**

4.- Fluidos Refrigerantes:

4.3.- Fluidos Refrigerantes HFCs:

Os HFCs (hidrofluorcarbono) carecem de cloro na sua composição, estão compostos por hidrogénio, fluor e carbono. São os sucessores dos CFCs e HCFCs.

Os HFCs ao não conter cloro não destroem a camada de ozônio mas, o seu teor de fluor faz com que o seu contributo para o aumento do efeito estufa/aquecimento global seja considerado muito prejudicial ao meio ambiente. Estes refrigerantes estão também a iniciar o seu Phase Out da industria de refrigeração. Os mais utilizados atualmente são o R-134a com um GWP de 1430 e o R-404A com um GWP de 3922.





4.- Fluidos Refrigerantes:

4.4.- Fluidos Refrigerantes HCs e HFOs:

Os HCs (hidrocarbonos), fazem parte dos refrigerantes conhecidos também como "Naturais". Não afetam em nada a camada de ozônio e seu GWP é quase nulo (Entre 0 e 5) quando comparado com o R-134a (GWP=1430) ou com o R-404A (GWP= 3922). Estes refrigerantes, além do fator ecológico, têm excelentes propriedades termodinâmicas.

Os HCs já se utilizam comumente a alguns anos no frio doméstico. O grande senão dos HCs é que são gases altamente inflamáveis e a carga de gás está limitada a 150g por circuito. Os mais utilizados são o R-600a (Isobutano) e o R-290 (Propano).



Os HFOs (hidrofluoroleofin) só estarão disponíveis para a refrigeração "Estacionária" em 2015. As suas propriedades termodinâmicas são similares ao R-134a e o seu grau de inflamabilidade é baixo (mas existe). O fator ecológico (ODP=0 e GWP=4) fazem deste refrigerante um dos mais promissórios nos próximos anos. Os mais conhecidos são o HFO-1234yf e o HFO-1234ze.



4.- Fluidos Refrigerantes:

4.5.- Outros Refrigerantes:

° R-744 (Dióxido de carbono): As suas propriedades termodinâmicas são bastante favoráveis para o seu uso em grandes centrais frigoríficas. Para ser usado como refrigerante deve trabalhar em pressões transcíticas, até os 130 bar. Os componentes de um sistema de CO<sub>2</sub> devem ser adequados e muito resistentes para trabalhar a estas pressões. As vantagens ambientais: GWP=1, ODP=0, não é tóxico nem inflamável.

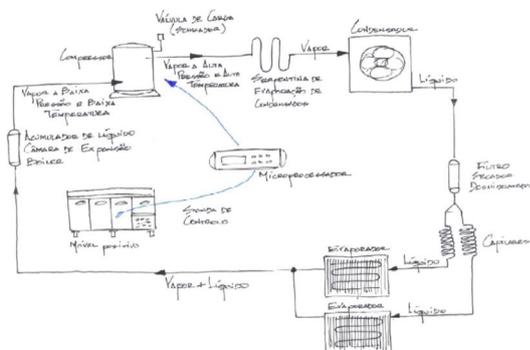
° R-717 (Amoníaco): Refrigerante natural com excelentes propriedades de evaporação, fazem deste, uma boa escolha para médias e grandes instalações. Assim como o CO<sub>2</sub>, este refrigerante funciona em circuitos primários, refrigerando um segundo fluido que este sim, irá absorver o calor do meio. Desvantagem: Alta toxicidade.

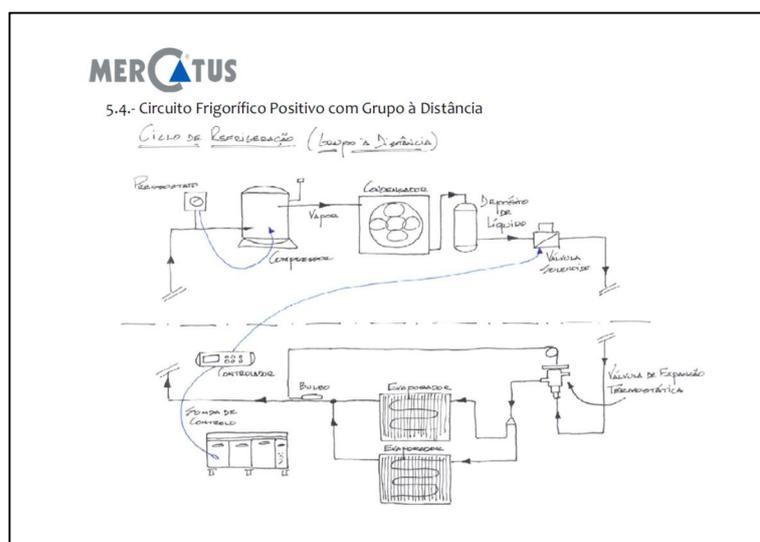
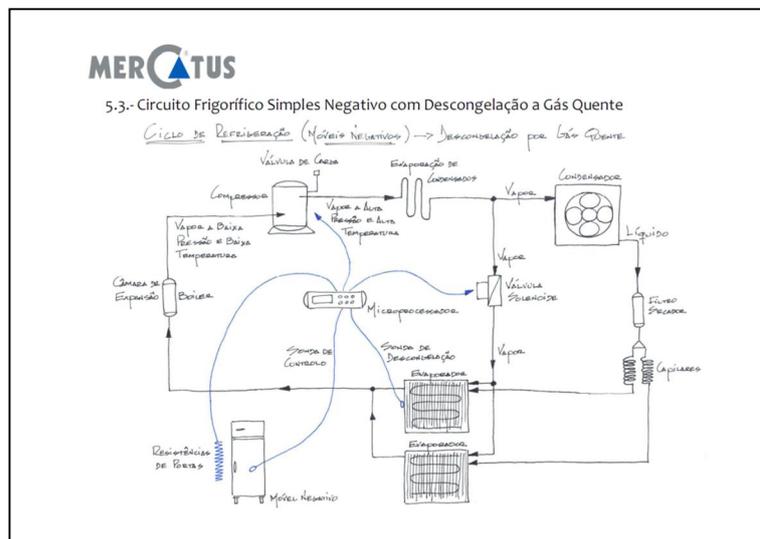
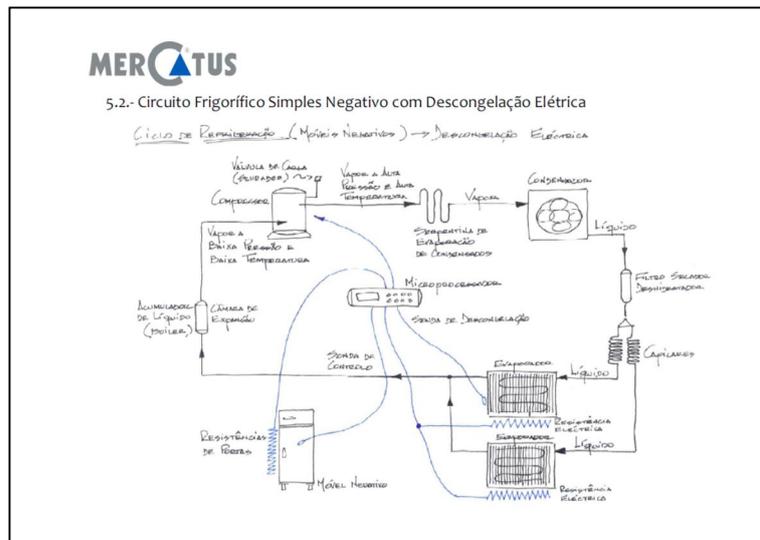
° R-718 (Água): Atualmente muito utilizado como fluido secundário, misturado com glicol, para centrais médias de refrigeração. O glicol é basicamente um anticongelante que permite manter a água a temperaturas de -6/-8°C em forma líquida. O R-718 também está a ser utilizado (como vapor) para sistemas de refrigeração por absorção.

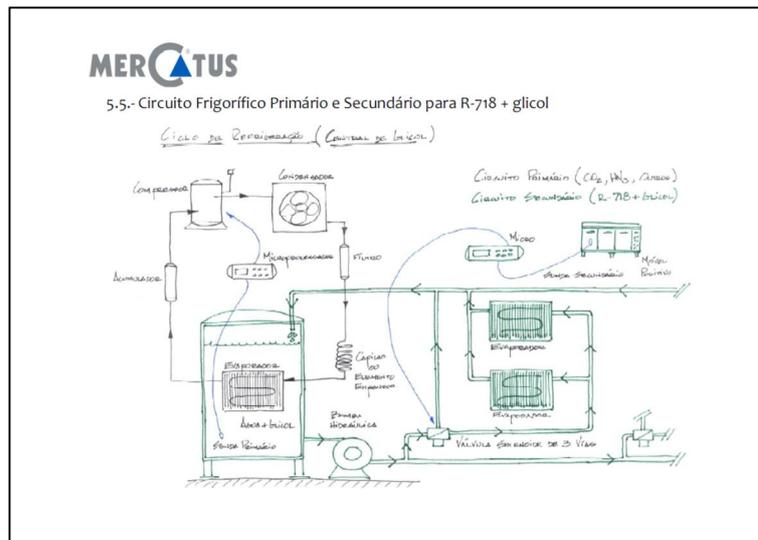


5.1.- Circuito Frigorífico Simples Positivo

*Ciclo de Refrigeração (Móvel Positivo)*





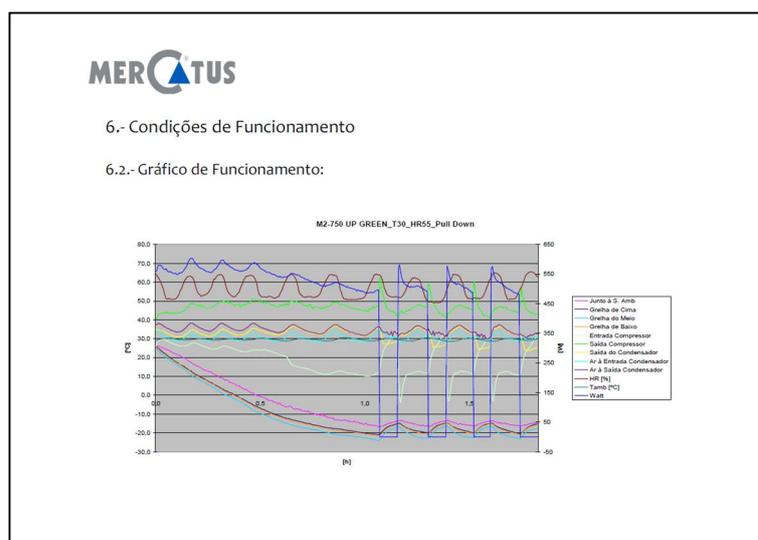


**MERCATUS**

### 6.- Condições de Funcionamento

6.1.- Pull Down, Set Point e Diferencial: Estes processos e parâmetros são os que vão determinar os ciclos de funcionamento de um móvel de conservação de refrigerados ou de congelados.

- ° Pull Down: é o tempo que demora um móvel, desde uma temperatura ambiente superior, em vazio e sem abertura de portas, a atingir a temperatura programada de funcionamento.
- ° Set Point: é a temperatura programada para o funcionamento do móvel. O ciclo frigorífico estará ativo enquanto o móvel não atingir esta temperatura e ficará inativo assim que a atingir.
- ° Diferencial: Após atingido o Set Point o sistema fica inativo e o móvel vai ganhando calor no interior (perdas por isolamento, abertura de portas, etc.). A temperatura vai aumentando até chegar à temperatura de ativação do sistema e assim sucessivamente. A diferença entre a temperatura do Set point e a temperatura de ativação do sistema é denominada Diferencial.





#### 6.- Condições de Funcionamento

6.3.- Descongelamento: Este processo é fundamental para o bom desempenho de um sistema frigorífico. Há várias etapas e condicionantes que devem ser consideradas:

° Tipo de descongelamento: Eléctrica, por gás quente ou por paragem de compressor. Todas estas podem ser efetuadas por tempo, por temperatura ou ambas.

° Intervalo entre descongelamentos: é o tempo (em horas) entre descongelamentos sucessivos. Dependerá das condições de utilização do equipamento (temperatura e humidade do ambiente, abertura de portas e tipo de alimentos).

° Duração da descongelamento: pode ser por tempo, por temperatura ou ambas. Por tempo: sempre terá a mesma duração. Por temperatura: temperatura fixa e tempo variável. Ambas: o fim da descongelamento é por temperatura ou por tempo, a que ocorrer primeiro.

° Tempo de goteio: tempo dado (um par de minutos) para deixar escorrer as gotas que estão no evaporador após a descongelamento. Fim da descongelamento.

° Tempo de entrada em funcionamento do ventilador do Evaporador: tempo dado (um par de minutos) para deixar esfriar o evaporador antes de enviar ar ao interior do móvel.



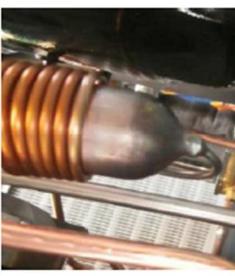
# OBRIGADO



Novembro 2013  
Victor Anjos



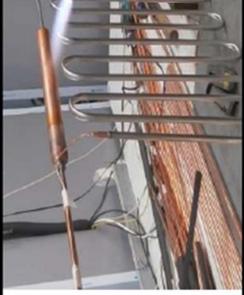
### 8.4. Anexo D

<b>COBRE-COBRE</b>	
	
<p><b>Tubo de Cobre – Capilar</b> <b>Entrada do evaporador – Capilar</b></p> <p>Deve ser realizada uma solda vertical descendente. O capilar deve estar encostado (em contacto) ao tubo de cobre durante a soldadura.</p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>	<p><b>Filtro – Capilar</b></p> <p>Deve ser realizada uma solda vertical descendente. Esta soldadura deve ser a primeira a ser realizada. Posteriormente solda-se o filtro ao tubo de cobre.</p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>
	
<p><b>Tubo de cobre – Filtro</b></p> <p>Quando o tubo de cobre é "alargado" para ser soldado ao filtro, a junta é considerada cônica e com baixa capilaridade.</p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>	<p><b>Tubo de Cobre – Tubo de Cobre</b></p> <p>Quando os tubos de cobre tiverem diâmetros diferentes é recomendado o uso do alicate especial.</p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>
	
<p><b>Tubo de aspiração – Tê de cobre</b></p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>	<p><b>Tubo de Cobre – 1ª Saída do Condensador</b></p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>
	
<p><b>Capilar – Anel do evaporador</b></p> <p>É feito um furo no anel para ser soldado o capilar. Esta soldadura necessita de um reforço de "castelo" de solda.</p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>	<p><b>Tubo de cobre – Válvula Solenoide EVO CPL</b></p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>



IDP 00003.00



<b>COBRE-COBRE</b>	
	
<p><b>Saída do evaporador (X2) – Tubo de cobre</b></p> <p>Deve ser realizada uma solda vertical descendente.  <b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm  <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Cobre</p>	<p>N/A</p> <p>N/A</p> <p>N/A</p>
<b>COBRE-INOX</b>	
	
<p><b>Serpentina – Capilar</b></p> <p>Primeira soldadura a ser realizada.  <b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm  <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Prata + Decapante</p>	<p><b>Serpentina – Filtro</b></p> <p>Última soldadura a ser realizada. O filtro já deve ter o tubo de cobre soldado.  <b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm  <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Prata + Decapante</p>
	
<p><b>Saída do compressor – Serpentina inox</b></p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm  <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Prata + Decapante</p>	<p><b>2ª Saída do condensador – Serpentina inox</b></p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm  <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Prata + Decapante</p>
<b>JUNTAS ESPECÍFICAS</b>	
	
<p><b>Tubo de Cobre – Válvula de carga</b></p> <p><b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm  <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Prata + Decapante</p>	<p><b>Tubo de Cobre – Saída do Compressor</b></p> <p>Trata-se de uma zona com elevada vibração.  <b>Folga de Junta:</b> 0.02 a 0.08mm  <b>Sobreposição:</b> 6 a 10mm</p> <p><b>VARETA A UTILIZAR:</b> Prata + Decapante</p>

## 8.5. Anexo E

### CERTIFICADO DE FORMAÇÃO

*Certifica-se que Inês Martins esteve presente na acção de formação ministrada pela empresa, Sopormetal, Soc. Portuguesa de Metais, Lda., com a duração de 5 horas.*

*Temas abordados na Formação:*

- Definição de Brasagem*
- Técnicas de Soldadura*
- Análises de Juntas*
- Procedimentos de Soldadura*



**sopormetal**  
international group

*3 de Setembro de 2013*



SOPORMETAL, SOC. PORTUGUESA DE METAIS, LDA  
WWW.SOPORMETAL.COM GERAL@SOPORMETAL.COM  
TEL.: +351 234 520 050 FAX: +351 234 520 059

## 8.6. Anexo F



# BRASAGEM

Novembro de 2013



### ENQUADRAMENTO

[FRP00008 BRASAGEM.XLS](#)



2



### ENQUADRAMENTO

o **Motivos para a existência de fugas?**

- Problemas na válvula de carga
- Soldadura deficiente:
  - Má execução
  - Material de soldadura não adequado ou de má qualidade
  - Processos inadequados

3



## BRASAGEM

### o O que é?

- É a união de metais através do aquecimento abaixo da temperatura de fusão dos mesmos, com adição de uma liga de solda (metal de adição) no estado líquido. A solda difunde-se por **capilaridade** na interface dos elementos a unir.
- Este método recorre a soldas com ponto de fusão entre 450°C e 900°C (soldas à base de prata e soldas à base de cobre).

### o Princípio:

- Para que a soldadura seja eficaz é necessário que a solda penetre na por capilaridade e molhe as superfícies a unir.



4

## ALGUNS CONCEITOS

### o Capilaridade:

- A capilaridade consiste na tendência dos líquidos se movimentarem para cima ou para baixo entre duas superfícies próximas.
- A capilaridade (penetração) do material de adição resulta da distância entre juntas, da tensão superficial, da tensão conjunta e da densidade.
- Quanto **mais larga** for a junta, **menor será a capilaridade**.
- Deve existir uma distância entre juntas devidamente otimizada para que se processe a capilaridade.



5

## ALGUNS CONCEITOS

### o Características da capilaridade:

- Tensão Superficial
- Tensão conjunta (Molhagem)
- Distância entre juntas
- Princípio da densidade



A capilaridade permite a união das peças através do contacto das mesmas com o material derretido

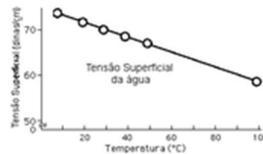
6



### ALGUNS CONCEITOS

#### o Tensão Superficial:

- Para diminuir a tensão superficial a temperatura utilizada tem que ser elevada (ex.: uso do maçarico)
- A tensão superficial altera com a junção de outro tipo de material (ex.: uso do decapante)



- **Baixando** a tensão superficial, devem existir boas características, boa capilaridade, para a solda correr.

7



### ALGUNS CONCEITOS

#### o Tensão Conjunta (Molhagem):

- A molhagem ocorre quando o metal de adição, no estado líquido, se espalha sobre a superfície do metal base no estado sólido, “molhando” o mesmo e, consequentemente, aumentando a superfície de contacto.



#### o Densidade:

- Quanto menor for a densidade, maior será a capilaridade. (ex. água)
- Quanto maior for a densidade, menor será a capilaridade. (ex. azeite)

8



### BRASAGEM

#### o Tipo de juntas:

- **Juntas topo**  
São pouco resistentes pois a área de contacto é pequena.

A brasagem une todas as configurações com a mesma facilidade.



Juntas de topo - Peças planas



Juntas de topo - Peças tubulares



9

## BRASAGEM



### o Tipo de juntas:

- Juntas sobrepostas

Juntas sobrepostas - Peças planas



Área de contato da junta de topo



Juntas sobrepostas - Peças tubulares



Área de contato das juntas sobrepostas

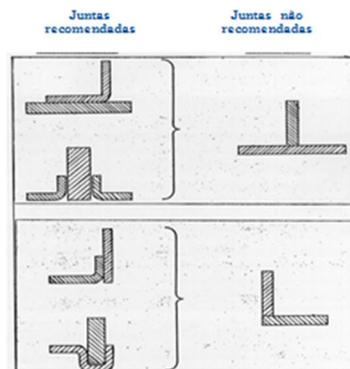


10

## BRASAGEM

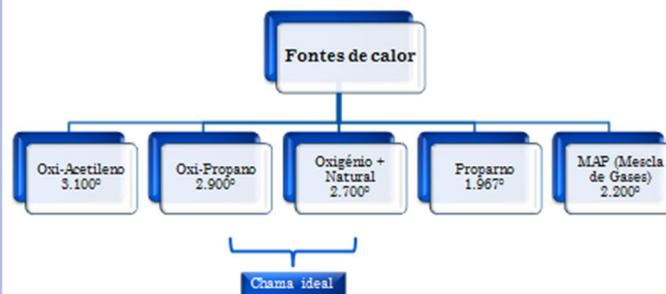


### o Preparação de juntas:



11

## ENERGIA



12

## TIPOS DE CHAMA



13

## CHAMA CARBURANTE



Resulta da mistura de oxigénio com uma quantidade proporcionalmente maior de acetileno.

Esta chama forma uma zona luminosa de coloração amarela.

14

## CHAMA NEUTRA



A partir da chama carburante vai-se diminuindo a quantidade de acetileno e aumentando a quantidade de oxigénio até ao desaparecimento da zona carburante.

A chama é aconselhável para destruir os óxidos metálicos, que se formam durante o aquecimento, protegendo o material da oxidação.

A chama neutra utiliza-se em aço e ligas de cobre.

15



### CHAMA OXIDANTE



Obtém-se a partir da chama neutra, diminuindo a quantidade de acetileno aumentando a quantidade de oxigênio, até ao desaparecimento da zona redutora.

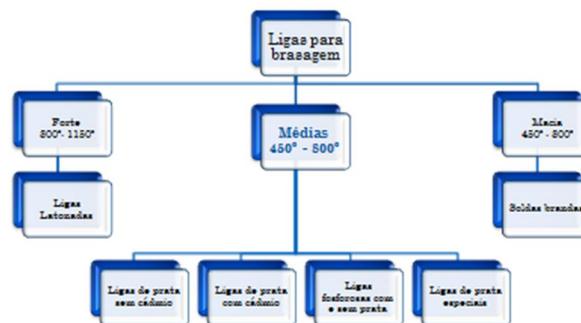
Esta chama oxida e queima os materiais.

Esta chama é aconselhada para ligas latonadas e aços de baixa liga.

16



### LIGAS PARA BRASAGEM



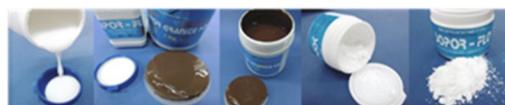
17



### DECAPANTE

o Funções:

- Limpeza
- Efeito de cobertura
- Retenção dos óxidos
- Aumento da capilaridade



18



## SOPOR FLO (PÓ/PASTA)

### o Decapante em pó:

- Intervalo de Fusão: 550° - 800°C
- Aplicação universal, todo o tipo de ligas de prata.
- Tempos de aplicação moderados e as temperaturas têm de estar estabilizadas.

### o Decapante em pasta:

- Intervalo de Fusão: 575°-825°C
- Utilização em produção, com suporte a ciclos de soldadura de temperaturas elevadas.

19



## TÉCNICA DE APLICAÇÃO DA VARETA NUA

1. Limpeza do material base;
2. Aquecimento do material base até aos 200°C;
3. Aquecimento da extremidade da vareta
4. Mergulhar a vareta no decapante;
5. Colocação do decapante na junta;
6. Aquecimento uniforme do material base;
7. Fusão do material de adição na junta;
8. Puxar a chama ao passe da raiz

20



## SOLDADURA COBRE – INOX COM DECAPANTE EM PÓ



21

## SOLDADURA COM DECAPANTE EM PASTA



- Características:
  - Aumento da capilaridade;
  - Otimização da produção
- Com este decapante, o tubo fica desengordurado e aumenta a capilaridade.

22

## TÉCNICA DE APLICAÇÃO DO DECAPANTE EM PASTA



1. Pincelar o tubo com o decapante em pasta, com o auxílio de um pincel;
2. Colocar os tubos dentro um do outro;
3. Aquecer à volta do tubo exterior, mas não diretamente na zona de soldadura;
4. Quando esta zona atingir 100°C o decapante irá secar;
5. Ao continuar a aquecer, o decapante irá borbulhar e só depois deve ser usada a vareta;

25

## SOLDADURA COBRE – INOX COM DECAPANTE EM PASTA



24

## 8.7. Anexo G

### INSTRUÇÃO DE BRASAGEM

#### BRASAGEM DAS SAÍDAS DOS COMPRESSORES



#### 1. Tubos de saída dos compressores de aço cobreado com tubos de cobre

##### 1.1 Material de adição, decapante de brasagem e regulação da chama

Para este tipo de brasagem devem ser usadas apenas as varetas de solda de prata fornecidas pela Mercatus, que contêm cerca de 45% de Prata e apresentam boa fluidez. Neste processo é necessário trabalhar com um decapante. Apesar disso aconselha-se o uso da menor quantidade possível e dar preferência aos decapantes em pó dado que os decapantes podem tornar-se numa fonte prejudicial ao sistema.

No decorrer do processo de brasagem dos tubos dos compressores deve-se ser cuidadoso para não comprometer a solda junto ao corpo do compressor, impedindo danificá-lo e evitando prováveis fugas. Para este propósito, a chama deve ser apontada no sentido oposto ao compressor e deve sobrevir de forma mais forte no tubo fêmea (Figura 1).

Este processo exige uma chama carburante ou redutora

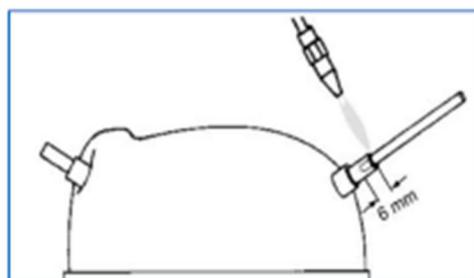


Figura 1

##### 1.2 Folga e introdução dos tubos

A folga entre os tubos que irão ser brasados assim como o menor comprimento de sobreposição a ser

introduzido para assegurar uma boa brasagem, devem ser de acordo com o evidenciado na figura (Figura 2).

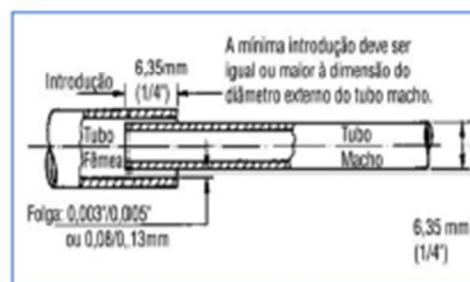


Figura 2

Caso Mercatus: Introdução dos tubos num compressor GL80TB.

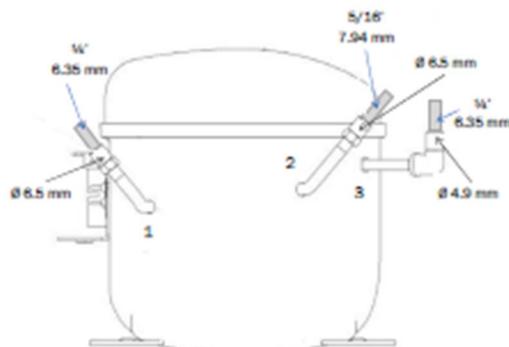


Figura 3

Na figura 3 verifica-se que:

1. No tubo de ligação à válvula de carga não existe a necessidade de abocardar o mesmo pois este permite uma junta adequada.
2. No tubo de ligação ao evaporador existe a necessidade de abocardá-lo uma vez que o tubo macho apresenta um diâmetro superior.
3. No tubo de ligação à serpentina o mesmo acontece pois a serpentina de inox tem um diâmetro de 6.35 mm enquanto que o tubo

<b>INSTRUÇÃO DE BRASAGEM</b>	
<b>BRASAGEM DAS SAÍDAS DOS COMPRESSORES</b>	

de saída do compressor tem um diâmetro de 4.9 mm.

**1.3 Seguimento de brasagem**

Averigue se a tubulação a ser brasada está isenta de óleos ou qualquer outra substância que possa danificar a junção dos materiais.

Antes de aquecer os tubos use decapante na área a ser brasado.

Aqueça regularmente o tubo macho e o tubo fêmea, sem incidir de modo direto sobre a fração que possui decapante, movendo o maçarico do ponto A para o B e vice-versa (Figura 4).

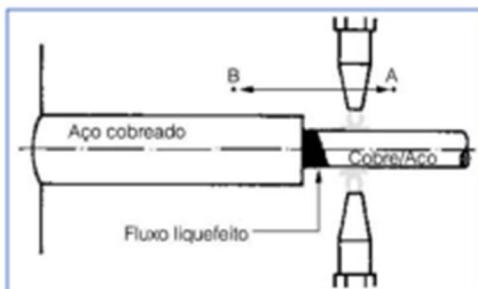


Figura 4

**NOTA:** Deve aquecer o tubo de aço com uma temperatura ligeiramente superior à aplicada no tubo de cobre.

Posteriormente ao aquecimento dos tubos e à passagem do decapante ao estado líquido aproxime a ponta da vareta de solda pré-aquecida aos tubos, no local a ser brasado.

**NOTA:** Não necessita de pressionar com firmeza a vareta contra o ponto a ser brasado, apenas mantenha-a sustentada e deixe-a fundir.

Logo que o material funda, mova o maçarico do ponto A ao ponto B, até que a solda penetre entre os tubos (Figura 5).

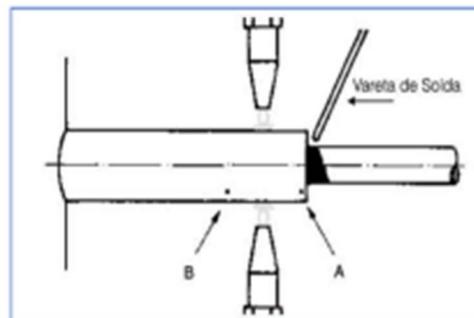


Figura 5

**ESSENCIAL:** Nunca direcione a chama de um modo direto sobre a vareta. Permita que ela funda pela cedência de calor dos tubos.

Afaste a chama do ponto da brasagem e mantenha a vareta aproximada ao ponto da brasagem, durante alguns segundos (durante o período em que a temperatura for satisfatória para fundir o material). O aspeto da brasagem deve ser conforme mostrado na figura 6.

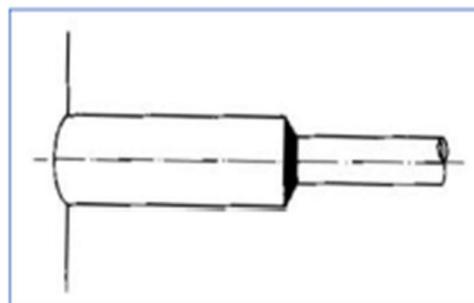


Figura 6

Se existir a suspeita ou verificação de poros, aqueça de novo movimentando o maçarico do ponto A para o B (Figura 5). Se necessário, adicione o mínimo possível de material de adição.

## 8.8. Anexo H

Dezembro 2013
MERCATUS

# Manual de Brasagem

---

**Pontos de interesse:**

- Principais características dos decapantes
- Principais funções dos decapantes
- Metais de adição mais adequados
- Procedimento de soldadura
- Principais defeitos ao processo de brasagem

### Âmbito

Hoje em dia a brasagem ainda é o calcanhar de Aquiles da indústria de refrigeração. As taxas de fugas após a venda do produto é um grave problema que afeta todas estas indústrias. Os circuitos de refrigeração que utilizam gases sem CFC's exigem que o processo de brasagem e construção de juntas seja realizado com maior precisão e que haja um maior controlo dos materiais usados no processo. O controlo e a deteção de fugas nos circuitos passam a ser uma prioridade constante para a Mercatus.

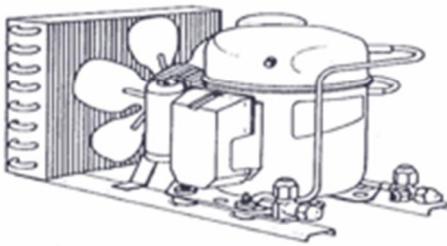
O correto isolamento do circuito de refrigeração é um dos fatores mais relevantes da qualidade do produto. As fugas de gás, especialmente aquelas que não foram detetadas durante o processo de fabrico, podem causar elevados custos de reparação e consequentemente a reputação dos produtos ficará afetada.

### O que é a brasagem?

Processo que consiste em executar a união de duas ou mais peças metálicas de igual ou diferentes características com o auxílio de material de adição, em que o ponto de fusão do mesmo é inferior ao das peças a unir, exercendo-se um processo de capilaridade, obtendo assim uma união de soldadura sem fusão do material base. Classifica-se o processo de capilaridade como uma tensão superficial existente entre dois materiais, o que permite a fluidez do material de adição. Mais concretamente é o esforço de atração que exerce um líquido em relação às paredes que o contém.

**Neste Documento:**

Decapantes	2
Metais de Adição	4
Procedimento	6
Antes da Brasagem	6
Durante a Brasagem	9
Depois da Brasagem	11
Controlo e Inspeção	11
Principais Defeitos	12



# D

## ecapantes

Comercialmente, os decapantes devem apresentar-se sob a forma de pó, pasta e em menos usual em líquido.

O decapante em pasta deve ter uma consistência e uma densidade uniforme. Se for usado em aço-inox a sua consistência deverá ser todavia mais espessa para que assim haja uma maior proteção deste tipo de aço à tendência que apresenta para o sobreaqueci-

mento.

O decapante em pó deve ser fino e seco, o melhor resultado de proteção da junta de brasagem obtém-se quando o decapante seca diretamente na peça já que quando o mesmo seca na peça por efeito da chama toma forma uma ebulição provocando pequenas fissuras que deixam o metal descoberto em contacto com a atmosfera.

*Os decapantes não devem ser utilizados para a limpeza primária das áreas a serem brasadas, e para que seja obtido um resultado satisfatório é necessário que tais áreas estejam antecipadamente limpas, antes de aplicar o decapante.*

**É importante referir que os decapantes podem dissolver óxidos ou evitar a sua formação mas são totalmente inúteis a produtos orgânicos, o que faz com que seja necessário um desengorduramento prévio das juntas de a brasar.**

### Principais funções dos decapantes

- ♦ Durante o aquecimento, não permitir a formação de óxidos;
- ♦ Diminuir a tensão superficial do metal de adição no estado líquido favorecendo assim a fluidez da solda, isto é, permitindo que "molhe" o metal base;
- ♦ Durante a brasagem, eliminar os óxidos que se possam ter formado;
- ♦ Indicar a temperatura. Normalmente a composição dos decapantes está especialmente estudada para que possa agir como indicadores de temperatura, uma vez que as suas temperaturas de fusão correspondem às temperaturas de ligação do metal de adição;
- ♦ Proteger o metal de adição. O decapante não deve ser aquecido diretamente pela chama. Ele deve atingir a fusão unicamente pelo calor da peça, para indicar fielmente a temperatura da peça e não da chama.

### Principais características dos decapantes

- ◊ Ter uma composição que impeça a formação de óxidos ou que promova a sua dissolução ou remoção;
- ◊ Suportar a temperatura de brasagem, durante o tempo necessário, não se evaporando ou deteriorando espontaneamente;
- ◊ Ter um ponto de fusão muito próximo do ponto de fusão da solda;
- ◊ Possuir características que permitam que o metal de adição ao penetrar na junta o expulse desta;
- ◊ Não atacar excessivamente o metal base à temperatura de brasagem;
- ◊ Possuir no estado líquido uma tensão superficial tão pequena que lhe permita molhar o material de base;

### Características dos decapantes usados na Mercatus

**Forma:** Pó branco e Pasta branca

**Intervalo de fusão:** 550-800°C

**Descrição:** Decapante em pó/pasta de aplicação universal, especialmente desenvolvido para ligas de brasagem com largo intervalo de fusão, indicado para brasagem de latão-aço, cobre e aço inoxidável.



A tabela a seguinte identifica os decapantes utilizados para brasagem, a faixa de atuação e aplicações básicas.

Faixa de Atuação	Formas Aplicações Básicas
550 a 950 Pasta e pó	Brasagem em geral com ligas de solda prata, foscooper e silfoscooper. O decapante em pó é indicado para sistemas de refrigeração, pois minimiza os resíduos internos
600 a 1050 Pasta	Brasagem com ligas de solda prata em peças de grande porte (aquecimento lento), e com ligas de latão em peças pequenas (aquecimento rápido)
480 a 660 Pó	Brasagem em alumínio
600 a 950 Pasta	Brasagem de metal duro e contatos elétricos

# M

## etais de Adição

São ligas ou metais que penetram entre as superfícies a serem unidas, sendo o elemento de junção das peças.

A maioria dos metais de adição não são ligas eutéticas, ou seja, não têm ponto de fusão definido como os metais puros, mas sim um intervalo de fusão compreendido entre as temperaturas de *solidus* e *liquidus*.

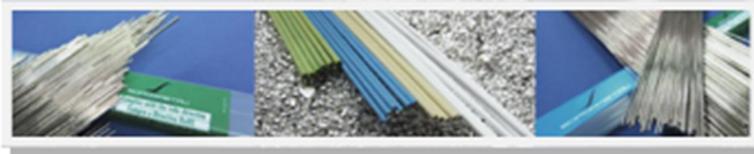
- Temperatura de *solidus* é a mais alta temperatura na qual o metal de adição está totalmente sólido.
- Temperatura de *liquidus* é a mais baixa temperatura na qual o metal de adição está totalmente líquido.

Quando as folgas são regulares e adequadas para a brasagem, deve-se utilizar metal de adição eutético ou com pequeno intervalo de fusão, para se obter um rápido e total preenchimento assim que a temperatura *liquidus* é alcançada. Essa alta velocidade de operação permite obter altos índices de produtividade e baixa probabilidade de defeitos na junta.

Quando as folgas são largas (acima de 0,15 mm) ou irregulares, ou seja, menos adequadas para a brasagem, deve-se utilizar metal de adição com intervalo de fusão maior, trabalhando no centro do mesmo, com a liga ainda "pastosa",

facilitando o controle da fluidez e consequentemente o preenchimento da folga. Nesse caso, o aquecimento é lento e a probabilidade de defeitos é maior.

Quando o metal de adição possuir um intervalo de fusão relativamente grande (acima de 80°C), deve-se tomar cuidado para que os constituintes não se separem pelo aquecimento devido à volatilização de elementos como o zinco e o cádmio. Este efeito pode permitir que a junta apresentando porosidades e baixa resistência mecânica.



**Os metais de adição para brasagem têm como constituintes básicos o cobre e a prata, podendo dividir-se em três grupos - ligas de prata, fosforosas e ligas especiais.**

### **LIGAS DE PRATA**

Estas ligas estão representadas pelo sistema Ag-Cu-Zn ou Ag-Cu-Zn-Sn. Permitem a união da maioria dos metais ferrosos e não ferrosos, com exceção do alumínio, do magnésio e de metais com o ponto de fusão inferior a 800°C.

Se em conteúdos praticamente iguais de cobre e Zinco adicionar-se progressivamente

adições de prata obtém-se uma menor temperatura de fusão. Outros elementos tais como o cádmio, estanho, magnésio, chumbo e silício também baixam os pontos de fusão mas com o inconveniente de fragilizá-las. Somente o ouro e a prata baixam a temperatura das ligas sem fragilizá-las.

Apresentam excelente desempenho na união de componentes de refrigeração, como tubos, válvulas e condensadores, pois apresentam alta resistência mecânica, boa fluidez, grande capilaridade e boa resistência à corrosão, evitando a ocorrência de porosidade, que é a principal causa de vazamentos. Apresentam ainda um bom desempenho na brasagem de componentes sujeitos a vibração. Quanto maior o teor de prata, maior a resistência à vibração.

### Liga de prata usada na Mercatus

Referência	Composição química				
	Ag%	Cu%	Zn%	Sn%	Outros%
SOPOR 900 Sn	45	27	25,5	2,5	-
Intervalo de fusão	640-680				
Temperatura de trabalho	670				

### LIGAS FOSFOROSAS

Este grupo é composto por ligas de cobre com ou sem adição de prata. O cobre é um material de cor avermelhada que apresenta alta condutibilidade elétrica sendo o seu ponto de fusão de 1083°C.

Nos casos das ligas com prata é obtido uma maior garantia na construção soldada, ductibilidade, condutibilidade e resistência mecânica.

Nos casos de ligas de cobre-fósforo é obtido um compromisso de preço/qualidade. Fazendo variar a percentagem

do fósforo em menos 1-2-3% consegue-se obter ligas de baixo custo e qualidade.

Não são indicadas para a brasagem de ferro, níquel e aço, pois há formação de frágeis camadas intermediárias que prejudicam as propriedades mecânicas das juntas.

As ligas de Sillfoscooper (ligas de Cobre, Fósforo e Prata) diferenciam-se das ligas de Foscooper (ligas de Cobre e Fósforo) por apresentarem melhor desempenho na brasagem de componentes sujeitos a vibração. Quanto maior o teor de prata, maior a resistência à vibração.

Quanto maior o teor de fósforo destas ligas, menores as propriedades de condutividade elétrica e ductilidade.

É importante referir que estas ligas são auto-decapantes devido ao seu conteúdo fosforoso, uma vez que o fósforo contido no metal de adição reage com o ar e com o óxido formado durante o aquecimento dando origem ao meta-fosfato de cobre, que funciona como decapante. Contudo, tanto na brasagem de cobre com latão e bronze, deverá ser utilizado o decapante Sopor-Flux para assegurar uma limpeza da brasagem.

### Liga de fósforo usada na Mercatus

Referência	Composição química			
	Ag%	Cu%	P%	Outros%
SOPOR 100 P1	5	89	6	-
Intervalo de Fusão	645-815			
Temperatura de Trabalho	710			

### LIGAS ESPECIAIS

Este grupo de ligas tem características muito particulares e é para casos muito específicos. Na sua utilização são necessárias técnicas e fontes de calor especiais.

Estes materiais geralmente incluem níquel e manganês para facilitar a molhagem do carboneto de tungstênio de modo a aumentar a sua resistência mecânica.

# P

## rocedimento de Brasagem

### Antes da Brasagem...

#### 1) Limpeza dos tubos a serem brasados

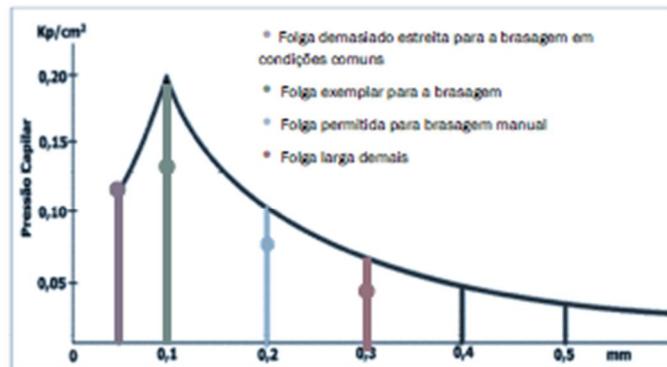
Os tubos a serem brasados devem estar livres de óleo, graxa, tinta ou qualquer outra substância que possa prejudicar a ligação dos materiais. Deve existir um cuidado especial quando o decapante for utilizado para facilitar a brasagem. Quando são utilizados decapantes tanto em pó como em pasta estes podem constituir-se

em fontes de contaminação do sistema de refrigeração com consequências indesejáveis, tal como o entupimento do tubo capilar. Este risco é maior sabendo que o refrigerante utilizado é o R134a uma vez que os decapantes podem reagir e gerar formação de sais que se depositam no capilar.

#### 2) Sobreposição e comprimento da junta

É muito importante ter em conta a folga entre os tubos a serem brasados, bem como o comprimento mínimo a ser introduzido para garantir uma brasagem perfeita.

Para a maioria das brasagens com ligas de prata, os valores máximos para a separação das juntas devem encontrar-se a uma distância de + 0,08 mm.



# P

## rocedimento de Brasagem

### Antes da Brasagem...

Para uma brasagem efetuada com cobre a separação deve ter um máximo de cerca de 0,06 mm. Tendo em conta que as melhores características se obtém de acordo com a separação entre juntas, é primordial ter presente a dilatação dos metais que vamos brasar, pois os mesmos aquando da brasagem absorverão diferentes coeficientes de dilatação, o que implicitamente obriga a diferentes distâncias ente juntas.

Quando as peças a unir são tubos de

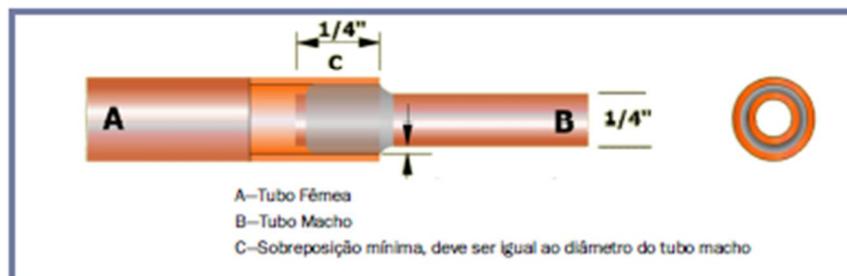
diferente composição e por consequência de diferente coeficiente de dilatação, tem que se considerar que esta dilatação pode aumentar ou diminuir a distância entre juntas.

Relativamente ao comprimento da sobreposição muitos pensam que o aumento deste fará com que a força das juntas também aumente mas não é o que acontece. O comprimento de sobreposição ótimo dos tubos interno e externo deve ser igual ou um pouco superior à dimensão do

diâmetro externo do tubo macho.

Uma sobreposição bastante mais elevada reduz a força aumentando as inclusões de decapante, além disso maior sobreposição significa desperdício de material.

A pessoa responsável pelo processo de brasagem deve manter o comprimento de sobreposição sob controlo para a construção das juntas.



### 3) Aplicação do decapante

⇒ Os decapantes em pasta tendem a secar durante o período de armazenamento. Nestes casos deve-se ter o cuidado de não armazenar este tipo de decapante em grande quantidade.

⇒ Os decapantes em pó têm grande capacidade de absorver humidade, por isso devem ser armazenados em locais que previnam a humidade e sempre que possível mantidos nas embalagens originais e fechadas.

# P

## rocedimento de Brasagem

### Antes da Brasagem...

#### 3) Aplicação do decapante

##### Decapante em pó

Relativamente ao uso de decapante em pó, aquece-se a vareta de metal de adição e introduz-se no recipiente do decapante, para que este adira à vareta.

Podem ser aplicados "polvilhados" sobre a superfície. Este método não é recomendado

para aquecimento por chama, pois a pressão da chama sopra o pó da superfície. Somente pode ser utilizado se a chama for indireta.

Os decapantes em pó por serem aplicados sobre a vareta não penetram excessivamente na junta, deixando menos resíduos após a

brasagem. No entanto, a penetração do metal de adição é menor em relação ao uso do decapante em pasta. Os decapantes em pó são usados em grande escala nas indústrias de refrigeração, pois há menor risco de contaminação do circuito, o que é favorável quando se utiliza, por exemplo o gás R134a.

##### Decapante em pasta

São os mais utilizados devido à facilidade de aplicação e o excelente desempenho. Com um pequeno pincel aplica-se o decapante em volta do tubo interior com uma camada de 0,5 a 1 mm de espessura, o excesso de decapante dificulta a remoção dos resíduos e aumenta o tempo de aquecimento. Encaixe-se os tubos

o mais rapidamente possível. Não deve aplicar o decapante com os dedos.

Após junção dos tubos se necessário revolva o tubo uma ou duas vezes para espalhar uniformemente o decapante. De seguida deve limpar o decapante em excesso.

**O tempo de processo de brasagem é relevante: Para permitir que o decapante atue é necessário 3-5 segundos na fase líquida. Depois de cerca de 4 minutos (incluindo o tempo de aquecimento) o decapante perde as suas propriedades deixando de ter a função indicada.**

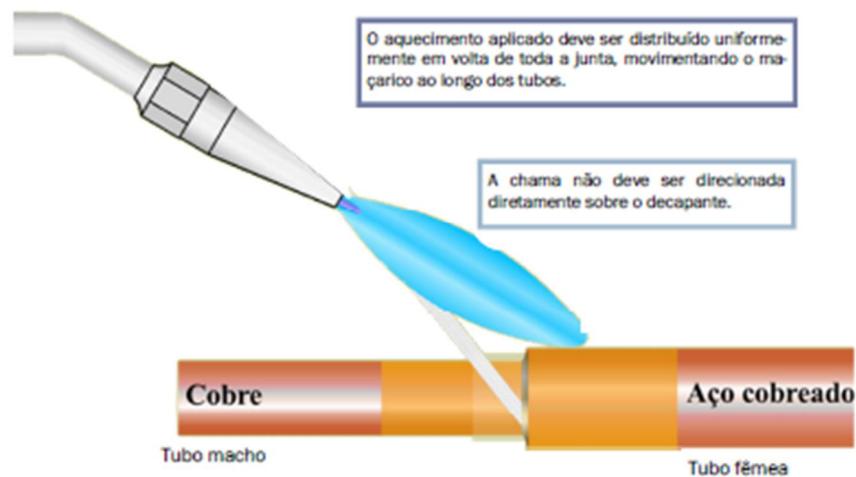
# P

## rocedimento de Brasagem

Deve-se certificar que os tubos estão bem assentes na base de algum acessório, a distância uniforme entre a parede exterior do tubo e o interior do acessório assegura uma boa penetração do metal de adição. Por outro lado, o espaço excessivo entre as peças pode eventualmente conduzir a uma fratura quando sujeitas a tensão ou vibração.

### Durante a Brasagem...

#### 1) Aplicação de calor



O aquecimento das peças deve ser perpendicular ao tubo e com uma distribuição uniforme à volta deste, evitando o aquecimento direto na junta. Deve-se evitar o sobreaquecimento das peças que poderá resultar na queima do decapante. De preferência, devem ser utilizados

maçaricos de oxigénio-acetileno. Também é aceitável a utilização de maçaricos que combinam ar com o acetileno ou ar com o propano.

O primeiro objetivo é garantir que toda a junta obtenha uma temperatura pelo menos igual à temperatura de trabalho da liga de brasagem

escolhida. O segundo objetivo é assegurar que a localização do material de preenchimento a ser fundido é o último local de junta a atingir a temperatura de brasagem.

# P

## rocedimento de Brasagem

### Durante a Brasagem...

#### 1) Aplicação do material de adição

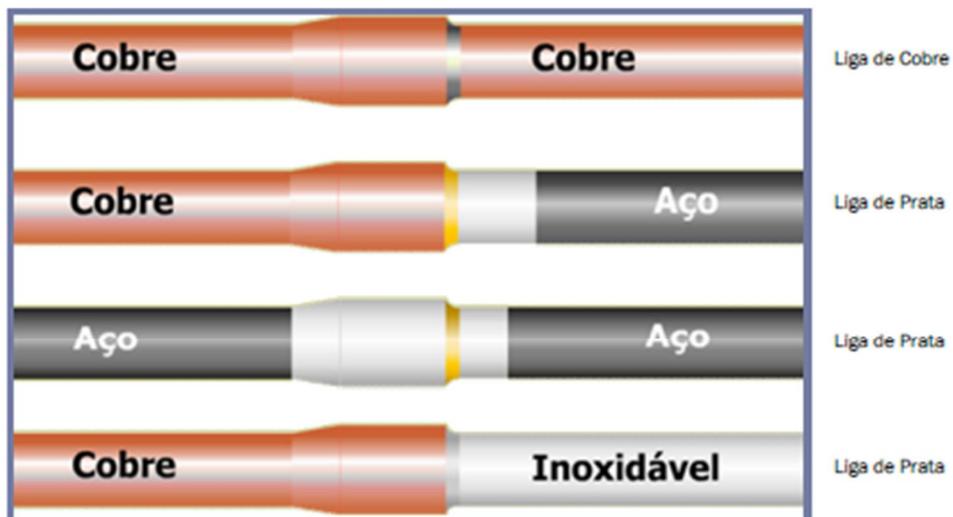
Para uma melhor e maior homogeneidade na brasagem com o maçarico, deve-se garantir o pré-aquecimento em toda a superfície plana, o pré-aquecimento deve ser realizado com movimentos circulares dirigindo a chama sobre toda a área a ser brasada.

Após o pré-aquecimento, o decapante irá apresentar uma cor transparente e passará ao estado líquido, nesse instante deve aplicar-se o metal de adição que, devido à temperatura, entra em fusão e penetra no espaço entre as peças. Quando se formar um cordão de solda unifor-

me à volta do tubo, deve-se parar de adicionar a solda.

À medida que se aquece a junta notar-se-á que a solda começa a ferver. Continua-se o aquecimento do tubo até que a solda pare a ebulição.

#### Material base e Material de adição



# P

## rocedimento de Brasagem

### Após a Brasagem...

#### 1) Arrefecimento e Limpeza

Após a brasagem as peças devem arrefecer naturalmente até atingirem a temperatura do ar ambiente.

Após o arrefecimento, deve-se proceder à limpeza de todos os resíduos de decapante, evitando-se problemas posteriores, principalmente a corrosão. Esta deve ser

efetuada utilizando um pano húmido. Todo o resíduo deve ser removido para evitar riscos de solidificação temporária do mesmo.

Tratadas de maneira adequada, as juntas brasadas ficam limpas e com excelente aspeto, não requerendo cuidados posteriores.

# C

## ontrolado Final e Inspeção

O controlo da qualidade divide-se em duas importantes etapas: qualidade dos materiais e qualidade da junta.

Relativamente à qualidade dos materiais: deve ser controlada a qualidade dos materiais base, dos metais de adição, do decapante e dos equipamentos de aquecimento.

1. A determinante da qualidade dos metais de adição é a composição química, que deve permanecer dentro da faixa estabelecida. Diferenças de cor, pequenas manchas e acabamento irregular não têm influência no desempenho do metal. As ligas de foscooper e silfoscooper apresentam manchas escuras que são derivadas do constituinte fósforo, no entanto essas manchas não têm qualquer impacto na qualidade do material. Caso os materiais fiquem expostos à humidade forma-se uma camada de óxido na sua superfície, o que é prejudicial para brasagem.

# C

## ontrolo Final e Inspeção

2. No que diz respeito ao decapante uma vez aberto o recipiente, o mesmo começa a absorver humidade e pode torna-se granuloso. As pastas são à base de água e ocorre a evaporação da mesma tornando-as secas. Deve-se evitar o contacto com ácidos e agentes oxidantes fortes.
3. Em relação aos equipamentos de aquecimento devem ser verificados a qualidade dos gases utilizados, o desgaste das peças e a temperatura obtida durante o processo.
4. Para os materiais base é importante que os mesmos apresentem-se com o mínimo de impurezas possível.

No que diz respeito à qualidade da junta: uma das características principais dos processos de brasagem é a possibilidade de união de materiais dissimilares. Esta característica torna difícil a padronização dos resultados devido a grande diversidade de uniões. Devem ser efetuados ensaios destinados a verificar se a junta possui poros, inclusões e solda fria, determinando se a junta está compacta e totalmente preenchida. Um simples exame visual da zona brasada pode fornecer certo número de informações preciosas: regularidade do aspeto do metal depositado, penetração, desnível das bordas, excesso ou falta de metal, porosidades, fendas, etc.

# P

## rincipais defeitos no processo de brasagem

**Solda fria:** é a falta de ligação entre o metal de adição e o material base, ou seja não houve a difusão molecular entre o metal de adição fundido e o material base.

Causas	Correções
Má qualidade do material base (contaminado)	Melhorar a limpeza das superfícies a serem brasadas.
Metal de adição inadequado para o material base utilizado	Melhorar a desoxidação da zona de metal fundido, modificando o decapante utilizado.
Falta de temperatura	Modificar o material base ou utilizar metal de adição adequado. Evitar o contato manual com as superfícies a serem brasadas e com o metal de adição.

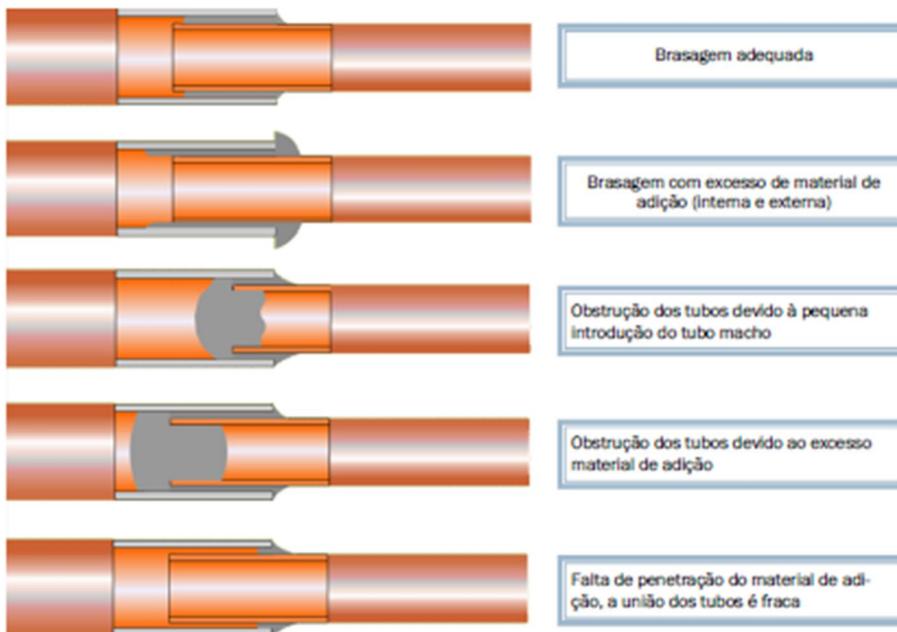
# P

## rincipais defeitos no processo de brasagem

**Inclusões de óxidos:** são camadas de óxidos que permanecem no interior da junta, podendo causar corrosão.

Causas	Correções
Uso incorreto do maçarico (chama oxidante)	Utilizar chama neutra ou levemente carburante.
Lixo no material base ou no metal de adição	Melhorar a limpeza das superfícies a serem brasadas.
Inclusão de decapante no interior da junta.	Proteger o metal de adição de oxidação ou contaminação no armazenamento. Evitar contato manual com as superfícies a serem brasadas e com o metal de adição Projetar uma junta que permita a expulsão do decapante de seu interior.

### Defeitos relativos ao material de adição



# P

## incipais defeitos no processo de brasagem

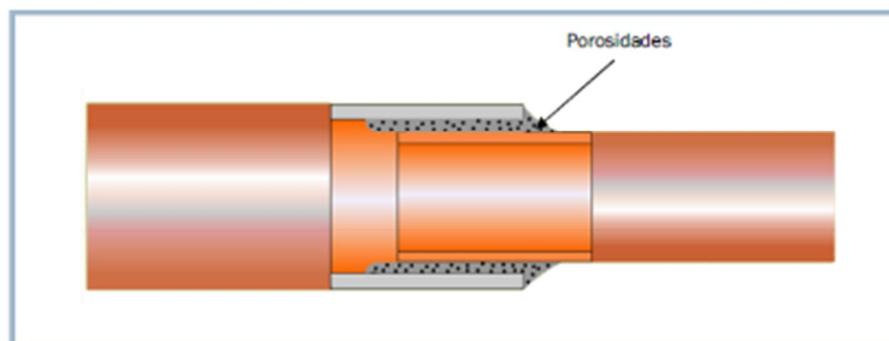
**Pequenas fendas:** podem aparecer a quente ou a frio na junta, no material base ou na zona de ligação. Sob o efeito de tensões, estas fendas podem tornar-se fendas maiores ou até fraturas.

Causas	Correções
<p>Tensões de dilatação e contração, ou seja durante o aquecimento há dilatação dos materiais base modificando a folga da junta, e no arrefecimento há contração, a folga da junta já preenchida pelo metal de adição tende a voltar para a dimensão inicial, causando tensões.</p> <p>Arrefecer lentamente o conjunto brasado.</p>	<p>Utilizar um processo de aquecimento que permite o aquecimento rápido e localizado (indução).</p> <p>Utilizar dispositivos de fixação que permitam a expansão das peças pelo efeito de dilatação.</p> <p>Se as fendas forem no material base, um pré-aquecimento pode corrigir este defeito.</p>

**Porosidades:** são inclusões de gás no interior do metal fundido, que podem libertar-se borbulhando durante a execução do processo, originando juntas com aspeto de espuma metálica (porosidades).

Certos metais no estado líquido, como o cobre por exemplo, dissolvem grandes quantidades de gás que ao libertarem-se durante a solidificação podem ficar aprisionados na junta, dando assim origem aos poros.

Causas	Correções
<p>Este fenómeno é geralmente favorecido pela má regulação da chama (oxidante) ou por ambientes que favoreçam a ação indesejável do oxigénio.</p> <p>Junta inadequada.</p>	<p>Utilizar materiais base com baixo teor de oxigénio (abaixo de 0,04%). Utilizar chama adequada para a combinação material base e metal de adição.</p> <p>Remover óxidos e demais resíduos do material base e do metal de adição.</p> <p>Utilizar uma junta com folga uniforme e metal de adição com intervalo de fusão adequado para a respetiva folga.</p>



# P

## rincipais defeitos no processo de brasagem

Perfil incorreto: depressão de um ou mais lados da junta.

Causas	Correções
Mau posicionamento da junta.	Utilizar dispositivos para fixação das partes a serem unidas.
Falta de fixação da junta.	Utilizar maçarico com dimensões e potência adequadas.
Excesso de potência do maçarico.	Utilizar juntas que podem ser encaixadas caso não seja possível o uso de dispositivos de fixação.

## 8.9. Anexo I



Planeamento do WS 5S e Bordo de Linha



Equipa WS

Implementação bordo de linha e de 5S's - Linha 1 bancadas

	Julho					Agosto					Setembro				
	15	16	17	18	19	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Posto 1	Backup: Pedro														
Posto 2						Backup: Nuno									
Posto 3											Backup: Sr. Carlos				
Posto 4															
Posto 5															
	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio	Fábio
	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia	Vânia
	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago	Tiago
	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês	Inês
	Antunes	Joana	Joana	Joana	Joana	Pedro	Pedro	Pedro	Pedro	Pedro	Joana	Joana	Joana	Joana	Antunes
	Ricardo	Correia	Correia	Correia	Correia	Goreff	Goreff	Goreff	Goreff	Goreff	Maria João	Maria João	Maria João	Maria João	Carlos

**WS Bordo de linha** (não é necessário colaborador a 100%)

**WS 5S** (é necessário colaborador a 100%)

A equipa não está fechada. Deverá ser induzida a participação de outros departamentos



Planeamento WS

	15/07/2013	16/07/2013
<b>Semana 29 ó Posto 1</b>	<p><b>8:00 às 10:00</b> Identificar no terreno os problemas com o abastecimento</p> <p><b>10:10 às 12:30</b> Identificar quais os componentes que são abastecidos no posto Identificar melhorias no bordo de linha Abrir ações</p> <p><b>13:30 às 17:00</b> Identificar melhorias no bordo de linha Abrir e realizar ações (PDCA)</p> <p><b>17:00 às 17:10</b> Ponto de situação (antes/depois)</p>	<p><b>8:00 às 12:30</b> Continuação da realização das ações do dia anterior Implementação dessas ações</p> <p><b>13:30 às 17:00</b> Concluir implementações Sustentar melhorias</p> <p><b>17:00 às 17:10</b> Ponto de situação (antes/depois)</p>
<b>15 e 16/07/2013</b>	<p>✓ WS Bordo de Linha</p>	
<b>17 e 18/07/2013</b>	<p>✓ WS 5S</p>	
Semana 31 ó Posto 2		
Semana 32/33 ó Posto 3	<p><b>8:00 às 9:00</b> Formação em sala</p> <p><b>9:00 às 12:30</b> Identificar oportunidades de melhoria (antes) Abrir ações (PDCA)</p> <p><b>13:30 às 17:00</b> Prática dos 5S Objetivo: até às 15:00 estar no 3º S (Limpar)</p> <p><b>17:00 às 17:10</b> Ponto de situação (antes/depois)</p>	<p><b>18/07/2013</b></p> <p><b>8:00 às 12:30</b> Continuação das melhorias 5S</p> <p><b>13:30 às 17:10</b> Implementação das melhorias Sustentar essas melhorias</p> <p><b>17:00 às 17:10</b> Ponto de situação (antes/depois)</p>
Semana 36 ó Posto 4		
Semana 37 ó Posto 5		





Planeamento WS

Semana 29 ó Posto 1  <b>Semana 31 ó Posto 2</b> 29 e 30/07/2013 ✓ WS Bordo de Linha  31 e 01/07/2013 ✓ WS 5S  Semana 32/33 ó Posto 3  Semana 36 ó Posto 4  Semana 37 ó Posto 5	<b>29/07/2013</b> 8:00 às 10:00 Identificar no terreno os problemas com o abastecimento 10:10 às 12:30 Identificar quais os componentes que são abastecidos no posto Identificar melhorias no bordo de linha Abrir ações 13:30 às 17:00 Identificar melhorias no bordo de linha Abrir e realizar ações (PDCA) 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)	<b>30/07/2013</b> 8:00 às 12:30 Continuação da realização das ações do dia anterior Implementação dessas ações 13:30 às 17:00 Concluir implementações Sustentar melhorias 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)
	<b>31/07/2013</b> 8:00 às 9:00 Formação em sala 9:00 às 12:30 Identificar oportunidades de melhoria (antes/depois) Abrir ações (PDCA) 13:30 às 17:00 Prática dos 5S Objetivo: Até as 15:00 estar no 3º S (Limpar) 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)	<b>01/07/2013</b> 8:00 às 12:30 Continuação das melhorias 5S 13:30 às 17:10 Implementação das melhorias Sustentar essas melhorias 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)





Planeamento WS

Semana 29 ó Posto 1  Semana 31 ó Posto 2  <b>Semana 32/33 ó Posto 3</b> 05, 06 e 07/07/2013 ✓ WS Bordo de Linha  12 e 13/08/2013 ✓ WS 5S  Semana 36 ó Posto 4  Semana 37 ó Posto 5	<b>05 e 06/08/2013</b> 8:00 às 10:00 Identificar no terreno os problemas com o abastecimento 10:10 às 12:30 Identificar quais os componentes que são abastecidos no posto Identificar melhorias no bordo de linha Abrir ações 13:30 às 17:00 Identificar melhorias no bordo de linha Abrir e realizar ações (PDCA) 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)	<b>07/08/2013</b> 8:00 às 12:30 Continuação da realização das ações do dia anterior Implementação dessas ações 13:30 às 17:00 Concluir implementações Sustentar melhorias 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)
	<b>12/08/2013</b> 8:00 às 9:00 Formação em sala 9:00 às 12:30 Identificar oportunidades de melhoria (antes/depois) Abrir ações (PDCA) 13:30 às 17:00 Prática dos 5S Objetivo: Até as 15:00 estar no 3º S (Limpar) 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)	<b>13/08/2013</b> 8:00 às 12:30 Continuação das melhorias 5S 13:30 às 17:10 Implementação das melhorias Sustentar essas melhorias 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)





Planeamento WS

Semana 29 ó Posto 1  Semana 31 ó Posto 2  Semana 32/33 ó Posto 3  <b>Semana 36 ó Posto 4</b> 02 e 03/09/2013 ✓ WS Bordo de Linha  04 e 05/09/2013 ✓ WS 5S  Semana 37 ó Posto 5	<b>02/09/2013</b> 8:00 às 10:00 Identificar no terreno os problemas com o abastecimento 10:10 às 12:30 Identificar quais os componentes que são abastecidos no posto Identificar melhorias no bordo de linha Abrir ações 13:30 às 17:00 Identificar melhorias no bordo de linha Abrir e realizar ações (PDCA) 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)	<b>03/09/2013</b> 8:00 às 12:30 Continuação da realização das ações do dia anterior Implementação dessas ações 13:30 às 17:00 Concluir implementações Sustentar melhorias 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)
	<b>04/09/2013</b> 8:00 às 9:00 Formação em sala 9:00 às 12:30 Identificar oportunidades de melhoria (antes/depois) Abrir ações (PDCA) 13:30 às 17:00 Prática dos 5S Objetivo: Até as 15:00 estar no 3º S (Limpar) 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)	<b>05/09/2013</b> 8:00 às 12:30 Continuação das melhorias 5S 13:30 às 17:10 Implementação das melhorias Sustentar essas melhorias 17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)



				
<p>Semana 29 ó Posto 1</p> <p>Semana 31 ó Posto 2</p> <p>Semana 32/33 ó Posto 3</p> <p>Semana 36 ó Posto 4</p> <p><b>Semana 37 ó Posto 5</b></p> <p>9 e 10/08/2013</p> <p>✓ WS Bordo de Linha</p> <p>11 e 12/08/2013</p> <p>✓ WS 5S</p>	<p><b>9/09/2013</b></p> <p>8:00 às 10:00 Identificar no terreno os problemas com o abastecimento</p> <p>10:10 às 12:30 Identificar quais os componentes que são abastecidos no posto Identificar melhorias no bordo de linha Abrir ações</p> <p>13:30 às 17:00 Identificar melhorias no bordo de linha Abrir e realizar ações (PDCA)</p> <p>17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</p>	<p><b>10/09/2013</b></p> <p>8:00 às 12:30 Continuação da realização das ações do dia anterior Implementação dessas ações</p> <p>13:30 às 17:00 Concluir implementações Sustentar melhorias</p> <p>17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</p>	<p><b>11/09/2013</b></p> <p>8:00 às 9:00 Formação em sala</p> <p>9:00 às 12:30 Identificar oportunidades de melhoria (antes/depois) Abrir ações (PDCA)</p> <p>13:30 às 17:00 Prática dos 5S Objetivo: Até as 15:00 estar no 3º S (Limpar)</p> <p>17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</p>	<p><b>12/09/2013</b></p> <p>8:00 às 12:30 Continuação das melhorias 5S</p> <p>13:30 às 17:10 Implementação das melhorias Sustentar essas melhorias</p> <p>17:00 às 17:10 Ponto de situação (antes/depois)</p>





MERCATUS

SISPROM

Necessário 5S ?



4

MERCATUS

SISPROM

Necessário 5S ?

Não é só em indústrias ... e em casa, também é necessário?!



5

MERCATUS

SISPROM

Objectivos 5S

- ✓ Melhorar o desempenho e a motivação dos colaboradores;
- ✓ Reduzir desperdícios;
- ✓ Aumentar a segurança no trabalho;
- ✓ Promover a mudança de hábitos;
- ✓ Promover o trabalho em equipa;
- ✓ Melhorar o ambiente de trabalho;
- ✓ Fornecer a base necessária para implementar outras ferramentas

6

MERCATUS

Objectivos 5S

SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

O verdadeiro objectivo é:

**“Mudar atitudes e comportamentos, eliminando os desperdícios, assegurando a competitividade.”**



MERCATUS

**5S** na Mercatus  
**1º** passo no caminho do sucesso

7

MERCATUS

O que não é 5S

SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

**Campanha de Limpeza!**



8

MERCATUS

O que são os 5S

SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

- ✓ Baseiam-se em 5 princípios desenvolvidos no Japão;
- ✓ Modelo de gestão que procura garantir o suporte básico para um elevado nível operacional e qualitativo;
- ✓ Práticas simples, que promovem o crescimento contínuo das pessoas e conseqüentemente a melhoria das organizações;
- ✓ Compromisso de TODOS na melhoria do ambiente e das condições de trabalho.

9

## Atitude

A condição básica para a Implementação dos 5S, é a **Atitude** que temos perante este tema.

- ✓ Só as pessoas com “atitude” 5S podem fazer produtos de grande qualidade;
- ✓ As pessoas que não têm esta “atitude” poderão tornar-se descuidadas e sem energia, ou seja, desmotivadas;
- ✓ Uma área de trabalho onde não exista “atitude” conduz as pessoas ao desleixo.

10

- ✓ Promove o Trabalho de Equipa e uma cultura de melhoria;
- ✓ TODOS (Adm., Produção, Clientes)



11



12

MERCATUS  
SISPROM

5S - Separar

Questão: É útil?



**Objetivos**

- Evitar excessos e desperdícios de qualquer natureza
- Utilizar os recursos de acordo com a necessidade
- Manter somente os objetos e dados necessários

**Como Fazer**

- Remover do posto de trabalho tudo o que não é preciso e manter o que faz falta
- Utilizar etiquetas vermelhas para identificar itens a remover, falta de segurança, pontos a melhorar, etc.

13

MERCATUS  
SISPROM

5S - Separar

**Benefícios**

- Redução da perda de tempo
- Reaproveitamento e/ou melhor aproveitamento de recursos
- Redução de custos
- Facilidade de comunicação
- Prepara o ambiente para a segunda etapa

14

MERCATUS  
SISPROM

5S - Separar

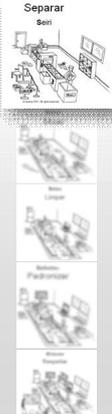


15

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Separar

Separar  
Seiri





16

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Situar

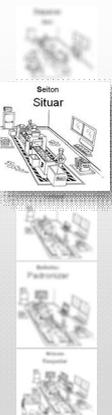
Questão: É fácil de encontrar?

Objetivos

- Redução da perda de tempo
- Rapidez e facilidade na busca de materiais e equipamentos
- Utilizar comunicação visual
- Garantir condições de segurança:

Como Fazer

- Arrumar e ordenar aquilo que permaneceu no posto por ser considerado necessário
- Usar a fita de marcação para delimitar as novas localizações de todos os equipamentos, assim como nos corredores
- Um lugar para cada item e cada item no seu lugar
- Identificar utilizando um padrão de fácil visualização





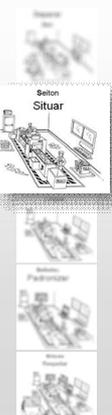
17

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Situar

Benefícios

- Melhores condições de segurança
- Rapidez e facilidade na procura de objectos e informações
- Diminuição do cansaço físico e mental
- Melhoria do fluxo de pessoas e materiais
- Facilidade de comunicação entre trabalhadores



18

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Situar




19

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Situar




20

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Limpar

**Questão: Existe sujidade no posto de trabalho?**

Objetivos	Como Fazer
Desenvolver hábitos de limpeza	Educar para não sujar
Aumentar a motivação dos trabalhadores	Limpar toda a área de trabalho incluindo chão, paredes, equipamentos, etc.
Criar um bom ambiente no local de trabalho	Promover e organizar a limpeza do posto de trabalho
Aumentar a consciência de qualidade	Garantir que tudo o que foi assinalado é reparado o mais cedo possível
Melhorar a qualidade do produto	
Reduzir as fontes de sujidade e otimizar a limpeza	



21

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Limpar

### Benefícios

- Satisfação de quem executa
- Conservação dos equipamentos
- Prevenção de acidentes
- Sentimento de excelência transmitido aos clientes
- Redução de custos
- Manter condições de trabalho, físicas e mentais, favoráveis à saúde
- Boa imagem da organização

22

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Limpar



23

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Limpar



24

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Limpar

25

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Padronizar

Questão: Qual é o Standard?

Objetivos	Como Fazer
Definir padrões e procedimentos da organização	Garantir que as ferramentas de limpeza estão presentes de forma a manter a melhoria das condições de trabalho
Todos sabem exatamente o que fazer	Definir o que é necessário fazer para manter a área de trabalho limpa
Prevenção da saúde através de locais de trabalho ergonómicos	Praticar diariamente os 3 primeiros S's. Criar rotinas de trabalho
Melhor gestão visual	Criar procedimentos Standard (IDM, IOP, manual)

26

MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Padronizar

Benefícios

- Local de trabalho agradável
- Redução de acidentes e doenças
- Colaboradores saudáveis e bem dispostos
- Ordem

27

**5S - Padronizar**

**Marcação fixa** – Bancadas de trabalho, bordos de linha, etc...

**Sucata**

**Segurança** – Corredores, etc

**Segurança** – Marcação de calhas no chão, movimentações de equipamentos, etc.

28

**5S - Padronizar**

29

**Questão: O Standard é respeitado?**

**5S - Sustentar**

Objetivos	Como Fazer
Assumir o compromisso de cumprimento com as regras definidas	Desenvolver um quadro para os 5S para tornar a disciplina visual
Procurar melhorias, sempre!	Criar uma folha de auditoria para comparar todos os postos
Reconhecer o esforço e incentivar a criatividade	Estabelecer um calendário para auditorias 5S de forma a que estas sejam feitas regularmente
Educar-se e educar continuamente	Afixar os resultados da auditoria
Ter paciência e persistência na educação e no treino	

30

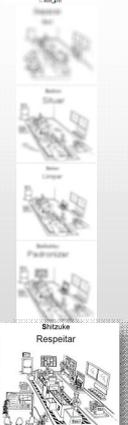
MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Sustentar

## Benefícios

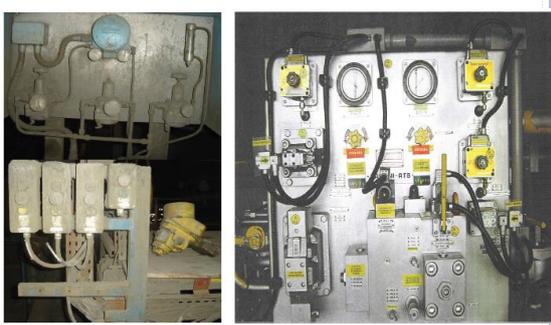
- Previsibilidade dos resultados
- Auto-inspeção e autocontrolo
- Melhoria contínua a nível pessoal e organizacional
- Cultivo de bons hábitos

31

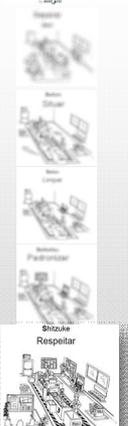


MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Sustentar



32

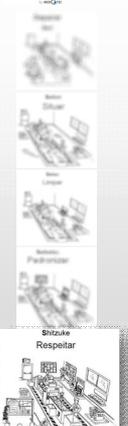


MERCATUS  
SISPROM  
SISTEMA DE PRODUÇÃO

5S - Sustentar



33



MERCATUS

SISPROM SISTEMA DE REGISTO DE PROBLEMAS

Auditoria 5S

MERCATUS Auditoria 5S - Lista de Verificação

Item	Revisão anterior	Previsão atualizada	Sim	Não	Comentários
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

Existem pontos de auditoria?

Equipamentos de Segurança Individual

Comentários Adicionais

34

MERCATUS

SISPROM SISTEMA DE REGISTO DE PROBLEMAS

Perfil

**GESTÃO VISUAL SIM, MAS SEM EXAGEROS!**

Pronto! Isto agora deve esclarecer as coisas por aqui...

35

MERCATUS

SISPROM SISTEMA DE REGISTO DE PROBLEMAS

Perfil

36

## 8.11. Anexo K

MERCATUS

**WORKSHOP 5S E BORDO DE LINHA**

1

Posto 2

SPROM

ANTES

DEPOIS

2

ANTES

DEPOIS

Existia abastecimento no chão sem qualquer local definido e/ou identificado

Todas as caixas têm um local e uma identificação.

5

ANTES



DEPOIS



4

ANTES



DEPOIS



5

ANTES



DEPOIS



O abastecimento era feito em caixas de cartão, não sendo as adequadas

Mudou-se para caixas padrão, sendo reembaladas no armazém

6

ANTES



Nem todos os suportes de calhas tinham localização definida, existia também misturas entre calhas sem e com plástico

DEPOIS



Criou-se local para suporte de calhas e outros componentes sem plástico

7

ANTES



As cablagens estavam colocadas à frente do bordo de linha, dificultando o acesso aos componentes

DEPOIS



Criou-se um suporte para cada tipo de cablagens com respectiva identificação

8

ANTES



DEPOIS



Criou-se um *placard* para colocar toda a documentação necessária e importante para o colaborador

9

ANTES



DEPOIS



Criou-se uma localização e processo para abastecimento das paletes

10

ANTES



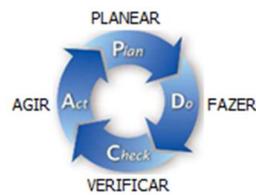
Nem todas as ferramentas tinham local e identificação, ocupando espaço na bancada

DEPOIS



Criou-se local e identificações para todas as ferramentas e aumentou-se a mesa de trabalho

11



12

### 8.12. Anexo L

 <b>Auditoria 5S - Lista de Verificação</b>				Data: _____	
Auditor: _____		Postos Auditados: _____		Pessoas Auditadas: _____	
5S	Nº	Pontos a Verificar	Sim	Não	Comentários
Básico	1	Os colaboradores conhecem os valores, visão e a missão da Mercatus?			
	2	Os colaboradores sabem onde se situam os equipamentos de combate a incêndios e a saída de emergência mais próxima?			
	3	Têm conhecimento de qual o equipamento de proteção adequado às funções?			
	4	Existem todos os Ecopontos necessários na área a auditar?			
	5	Existe iluminação adequada?			
Seiri Eliminar	6	Existe componentes, materiais ou outros itens desnecessários?			
	7	Existem equipamentos e/ou ferramentas desnecessários?			
Seiton Arrumar	8	As marcações para limitar as áreas estão corretas?			
	9	Existe material da área nos corredores?			
	10	Todos os componentes e materiais estão identificados e arrumados?			
	11	As mesas e carros estão dentro das áreas previamente limitadas?			
	12	Os equipamentos têm um lugar definido e identificado?			
	13	As garrafas de bebidas e sacos/mochilas estão guardados nos locais devidos?			
Seiso Limpar	14	Existe lixo no chão?			
	15	O lixo é separado corretamente?			
	16	Tem material necessário para proceder à limpeza do espaço?			
Seiketu Standardizar	17	Os Ecopontos estão identificados de acordo com o standard e em boas condições?			
	18	Todos os documentos da área estão actualizados e com a respetiva data?			
	19	Todos os documentos são relativos à área em questão?			

Shitsuke Respeitar	20	É cumprido o standard para identificação definido após implementação do projeto 5S?			
	21	O uniforme e os equipamentos de proteção usados estão em boas condições?			
	22	Usam os equipamentos de segurança individual (EPI's)?			
	23	Exitem pontos de melhoria 5S?			

Equipamentos de Segurança Individual			
Nº	Colaborador	EPI em falta	Motivo

<b>Comentários Adicionais</b>