Plano de validação do Processo de Soldadura em embalagens Metálicas na Colep

António José Scarfone de Marques

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira

Orientador na Colep: Engenheira Paula Costa

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2012-01-27

Esta dissertação é dedicada a minha irmã Sofia.

Resumo

O objetivo deste Projeto consiste no desenvolvimento de um plano que permita promover a validação de processos de soldadura em embalagens metálicas. O plano elaborado, e à frente descrito, contém a metodologia que se deve seguir.

Para a elaboração do plano houve necessidade de compreender o processo, nomeadamente a interação das variáveis externas como os parâmetros do processo e qual o seu efeito na qualidade do produto final.

A compreensão do processo e das vicissitudes associadas ao mesmo foram alcançadas através da validação de um caso de estudo. A validação foi desenvolvida com base na integração de conhecimentos obtidos em diversas fontes teóricas (incluído manuais do fabricante, documentos existentes no local do estágio, e recolha bibliográfica) em confronto com as práticas existentes (procedimentos de parametrização e de controlo de qualidade de produto), centrada na normalização das tarefas associadas ao processo. Este estudo permitiu estabelecer as características do processo utilizado.

A partir da caracterização efetuada foi possível observar que não se possuía o total domínio do processo. Esta constatação teve como base a observação da documentação disponível e os procedimentos de parametrização e de controlo de qualidade de produto. Verificou-se que a documentação que continha os parâmetros do processo estava obsoleta e não abordava a totalidade dos parâmetros, o que se traduzia num procedimento de parametrização desadequado na dependência da experiência e rigor dos operadores, expondo o processo a fontes de variações desnecessárias. Paralelamente verificou-se que as ações de controlo de qualidade eram insuficientes e não abordavam todos os controlos necessários para que se obtivessem as garantias de qualidade exigidas ao produto.

Na validação do caso de estudo, foram determinados os intervalos admissíveis para os parâmetros do processo em função das variáveis externas que os afetam, desenvolveu-se documentação específica, que poderá ser considerada referência em futuros trabalhos de validação do processo de soldadura em embalagens metálicas.

A documentação desenvolvida aborda a totalidade dos aspetos associados ao processo. Esta documentação permite normalizar a forma como se trabalha o processo, redefinindo o modo de proceder na parametrização e melhorando as ações de controlo do produto.

Após a validação do caso de estudo, desenvolveu-se um plano de validação que integra o conhecimento conseguido com o trabalho desenvolvido e define a metodologia de abordagem na validação do processo. Este documento contém o mapa do processo que deve ser seguido nas validações, contemplando a descrição dos atores e atividades que se devem realizar. Para cada atividade está definido o tempo previsto para a sua execução bem como os objetivos a atingir.

Welding Process Validation Plan of Metal Packaging

Abstract

The objective of this project is to develop a plan to promote the validation of welding processes in metal packaging. The plan developed, and later described, contains the methodology that should be followed.

For the preparation of the plan was necessary to understand the process, namely the interaction of external variables as parameters of the process and their effects in the final quality of the product.

The understanding of the process and vicissitudes associated with the validation was achieved through a case study. The validation was developed based with integration of knowledge obtained from various theoretical sources (including manufacturer's manuals, documents existing for on-site training, and collected literature) in comparison with existing practices (procedures for parameterization and control of the product's quality) , centered on the standardization of the tasks associated with the process. This study established the characteristics of the process used.

From the characterization performed was possible to observe that it didn't exist a total process' control. This finding was based on the observation of the available documentation of the procedures for parameterization and product quality controls'. It was verified that the documentation containing the process' parameters was obsolete and not approaching all of the parameters, leading to an inadequate parameterization procedure, relying on the on the experience and accuracy of the operators, exposing therefore the process to unnecessary sources of variation. In parallel it was found that the actions of quality control were insufficient and didn't mention all the necessary checks to ensure the quality requirements to the product.

To validate the case study, the allowable ranges of the parameters were determined bearing in mind the external variables that affect them, and specific documentation was developed based in this information.

This documentation can be considered reference for future work on validation of metal packaging welding. It covers all the aspects associated with the process, allows creating a standard way of how to carry on tasks along the process, redefining how to proceed to improve parameterization and control it.

After validating the case study, a validation plan that integrates the knowledge gained was developed, and it defines the method to approach the validation process. This document contains a map of the process to be followed in the validation, taking in consideration the description of the actors and necessary activities. It sets the time for each activity, what point it should be implemented and what goals are to be achieved.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais, Vincenzo e Marina Scarfone e as minhas irmãs Lorena e Sofia pelo apoio que sempre me deram.

Em segundo lugar, devo um muito obrigado aos meus orientadores a Engenheira Paula Costa e ao Engenheiro Hermenegildo Pererira, pelos conselhos e orientações dadas no desenvolvimento do projeto.

Em terceiro lugar, agardeço a tadas as pessoas da Colep me ajudaram a levar a bom porto os trabalhos realizados. Ao Sr. Carvalho, Ricardo Bastos, José Bastos, Pedro Travesa, Nuno Tavares, Vieira, Sergio, Susana, Sr. Vilarinho, Cristina Oliveira, Luis Barbosa, Pedro Melo, Ana Sousa, Ana Santo.

Em quarto lugar, aos meus amigos e colegas que me acompanham a muito tempo, António Caeiro, Pedro Guimarães, Pedro Cardoso, João Carvalho, Carlos Ribeiro, Tiago Brito, Hugo Rodrigues, Tiago Teixeira, Diogo Araujo, Vitor Batista, Luis Marques, Albano Silva, Carlos Silva, Daniela Batista, Paulo Henriques, Guilherme Chambel.

Por último, mas não menos importante, um obrigado a Sónia Domingos.

A todos vocês um muito obrigado !

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Apresentação da Empresa 1
1.2 O Projeto Plano de Validação do Processo de Soldadura na Colep 2
1.3 Método Seguido no Projeto 2
1.4 Estudo e Desenvolvimento do Plano de Validação do Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas 3
1.5 Temas Abordados e a Organização no Presente Relatório 3
2 Estado da arte 5
Qualidade Seis sigma 6
3 Necessidade de Validação do Processo 7
3.1 O Processo de Soldadura 7
3.2 O Material 9
3.3 As Variáveis e os Parâmetros do Processo 10
3.4 Controlo de Qualidade da Soldadura 12
3.5 Processo de Parametrização 16
4 Abordagem ao Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas. Validação do Caso de Estudo 18
4.1 Análise das Fontes de Variação Externas 18
4.2 Determinação dos Parâmetros do Processo que Dependem Apenas dos Formatos 23
4.3 O Enrolamento 27
4.4 Calibração do Diâmetro Ferramenta de Calibração 28
4.5 Parametrização da Ferramenta de Calibração 30
4.6 Parametrização da Pressão de Soldadura 36
4.7 Parametrização da Corrente de Soldadura 36
4.8 Parametrização da Correção Inicial e Final da Corrente 40
4.9 Plano de Inspeção e Ensaio 42
5 Validação do Processo de Soldadura no Caso de Estudo 43
5.1 Validação dos Parâmetros que Dependem do Formato 43
5.2 Validação dos Parâmetros que não Dependem do Formato 45
5.3 Procedimento de Parametrização 46
6 Descrição da Documentação Desenvolvida 47
6.1 Plano de Validação do Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas 47
6.2 Instrução de Controlo da Soldadura 50
6.3 Ficha de Controlo de Soldadura 50
6.4 Ficha de Parâmetros do Processo 50
6.5 Instrução de Setup 51
7 Conclusões 52
7.1 Sugestões de Melhoria. 53
8 Referências 54
ANEXO A: Instrução de Controlo – Controlar a Soldadura 55
ANEXO B: Ficha de Controlo – Controlo da Soldadura 69

ANEXO C: Procedimento de Parametrização após Validação do caso de estudo 73

ANEXO D: Mapa do Plano de Validação do Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas 75

ANEXO E: Ficha de Parâmetros do Processo 77

ANEXO F: Instrução de Setup – Parametrização da Máquina de Soldar 80

Siglas

AS – ajuste suplementar (mm)

Df – desenvolvimento de folha (mm)

E – espessura da folha (mm)

Ep – distância entre pontos de soldadura (mm)

f - frequência da corrente de soldadura (Hz)

h - altura do corpo soldado (mm)

n - cadência da produção (unidades/min)

Pc – Posição do carro (mm)

rfio – raio do disco onde passa o fio de cobre (m)

rleitura – raio do dico onde é realizada a leitura da velocidade pelo equipamento (m)

S - sobreposição (mm)

vcalculada – velocidade calculada através da equação do manual (m/min)

vleitura – velocidade lida no mostrador do equipamento (m/min)

vs – velocidade de soldadura (m/min)

Za – distância entre corpos (mm)

Θ – Diâmetro da ferramenta (mm)

Índice de Figuras

Figura 1- Processo de soldadura 8

Figura 2 – Esquema de soldadura elétrica Imagem retirada do manual Soudronic editada pelo autor 9

Figura 3 –Fluxograma do processo de parametrização 17

Figura 4 – Formato de corte 19

Figura 5- Ferramenta de calibração 29

Figura 6- Ferramenta de calibração, mau ajuste verificado 29

Figura 7- Calibração da ferramenta de calibração 30

Figura 9 - Cordão com salpicos 37

Figura 8 - Cordão conforme 37

Figura 10 - Cordão conforme rugoso 37

Figura 11 - Fluxograma do procedimento de validação das variáveis que dependem do formato 43

Figura 12 - Lupa de 8x ampliação 45

Figura 13 - Entre pontos no fio de cobre 45

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resultados do teste de arranque 13
Tabela 2 – Resultado do teste ao cordão 13
Tabela 3 – Resultado da verificação do início e final da soldadura 14
Tabela 4 – Resultados do controlo visual 15
Tabela 5 – Resultados dos controlos da sobreposição 16
Tabela 6 – Informação dos formatos 19
Tabela 7 – Posição do carro em função dos formatos 23
Tabela 8 – Velocidades de soldadura 24
Tabela 9 – Posição do potenciómetro em função de vs 26
Tabela 10 – Frequências de soldadura em função da velocidade de soldadura 27
Tabela 11 – Resultados para a folha 0,38 mm de espessura 31
Tabela 12 – Resultados para a folha 0,30 mm de espessura 31
Tabela 13 – Registro das medições da sobreposição para a folha 0,30 mm 32
Tabela 14 – Registro das medições da sobreposição para a folha 0,38 mm 34
Tabela 15 – Parâmetros do processo dependentes do formato 44
Tabela 16 – Melhorias alcançadas 53

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Gráfico de Pareto para as durezas de folha 0,30 mm 20
Gráfico 2 - Gráfico de Pareto para as espessuras de folha 0,30 mm 21
Gráfico 3 - Gráfico de Pareto para as durezas de folha 0,38 mm 21
Gráfico 4 - Gráfico de Pareto para as espessuras de folha 0,38 mm 22
Gráfico 5 – Ajuste suplementar, editado pelo autor a partir do manual do equipamento 23
Gráfico 6 – Função de transferência do potenciómetro vs 25
Gráfico 7 – Resultados do controlo da sobreposição final para folha 0,30 33
Gráfico 8 - Resultados do controlo da sobreposição inicial para folha 0,30 33
Gráfico 9 - Resultados do controlo da variação da sobreposição entre o início e o fim para folha 0,30 33
Gráfico 10 - Resultados do controlo da sobreposição final para folha 0,38 35
Gráfico 11 - Resultados do controlo da sobreposição final para folha 0,38 35
Gráfico 12 - Resultados do controlo da variação da sobreposição entre o início e o fim para folha 0,38 35
Gráfico 13 – Resultados do teste de arranque em função da corrente de soldadura de folha 0,38 mm 37
Gráfico 14 – Resultado do controlo visual do aparecimento de chispa de folha 0,38 mm 38
Gráfico 15 - Resultados do teste de arranque em função da corrente de soldadura em folha 0.30 mm 39
Gráfico 16 - Resultado do controlo visual do aparecimento de chispa de folha 0,30 mm 39
Gráfico 17 – Resultados dos controlos da verificação final 40
Gráfico 18 – Resultados dos controlos visual, final sem soldadura 41
Gráfico 19 - Resultados dos controlos da verificação inicial 41
Gráfico 20 - Resultados dos controlos visual, início sem soldadura 42

1 Introdução

1.1 Apresentação da Empresa

O projeto de dissertação decorreu na Colep na sua fábrica de Vale de Cambra.

A Colep foi fundada em 1965 pelo Comendador Ilídio Coelho Pinho, tendo como atividade a produção de embalagens metálicas e decorativas.

Desde então, o seu crescimento tem sido significativo. Atualmente tem presença em Portugal, Brasil, Alemanha, Polónia, Espanha e Reino Unido.

A visão da Colep é criar valor, nos produtos fornecidos aos seus clientes, através da inovação, tecnologia e práticas sustentáveis.

Os valores da Colep são:

- O foco no cliente
- Ética e responsabilidade social
- Organização focada na aprendizagem
- Abertura, confiança e justiça
- Criatividade
- Criação de Valor

A Colep possui quatro áreas de negócio sendo elas a *Packaging Division*, *Consumer product Division*, *Consumer Healthcare Division* e o *Product Suply Group*.

O projeto decorreu na *Packaging Division*, na fábrica das metálicas em Vale de Cambra, inserido no departamento da Engenharia de Processos. Esta divisão tem como áreas de atividade a produção de embalagens alimentares, industriais e aerossóis em folha-de-flandres e a produção de embalagens de plástico.

As principais funções do departamento de engenharia de processos são:

- Seguir as produções diárias, indicadores de qualidade internos e externos e preocupações,
- Define e implementa processos temporários,
- Propõe alterações no processo,
- Participa nos ensaios de novos materiais e processos,
- Mantém registos históricos de todos os dados técnico relevantes ao processo,
- Avalia as competências das equipas de produção e promove formações,
- Garante que os processos definidos satisfazem normas de segurança, padrões de qualidade, regulamentos ambientais e legais,
- Promove a validação de processos.

1.2 O Projeto Plano de Validação do Processo de Soldadura na Colep

O projeto fundamenta a presente dissertação e visa desenvolver um plano de validação para o processo de soldadura em embalagens metálicas.

O plano foi elaborado através da experiência adquirida na validação do processo de soldadura, numa linha de embalagens metálicas. Esta validação será fundamentada num estudo de caso, para aquisição de conhecimento do processo que permitirá definir e propor, à empresa, um plano focalizado na monitorização dos fatores e parâmetros críticos identificados.

O fabrico de embalagens metálicas em folha-de-flandres utiliza três processos chave, a soldadura, a cravação do fundo e a conformação do rebordo, no estudo de caso (existem embalagens nas quais se realiza uma cravação da cúpula). Assim sendo, a soldadura apresenta-se como um processo crítico na embalagem. A qualidade da soldadura determina a qualidade do produto final. Uma má soldadura não só compromete as características funcionais da embalagem como pode não suportar os processos seguintes, nomeadamente, a expansão, a conformação do rebordo e do canal e a conformação da beira.

A necessidade da validação do processo de soldadura resulta da situação existente em que a parametrização do processo depende essencialmente da experiência e rigor do operador.

Esta constatação deve-se ao fato de a documentação, que contém as parametrizações, estar obsoleta. Verifica-se também falta de documentação específica do processo e a insuficiente formação dos operadores evidenciados nas variações de parametrização e de controlo do processo entre equipas de trabalho.

A Empresa reconhece que a criticidade no processo de soldadura de embalagens metálicas é também determinada pela variabilidade dos requisitos de entrada no processo.

1.3 Método Seguido no Projeto

A definição do plano de validação teve como base a validação do processo de soldadura duma linha de embalagens metálicas, que serviu como caso de estudo para a realização do mesmo.

A primeira fase do trabalho consistiu no estudo e compreensão do processo, das suas variáveis, dos parâmetros e das correlações entre as variáveis do processo e de afinação do equipamento na qualidade do produto final.

Na segunda fase realizou-se um estudo para identificar as fontes de variação, avaliando a variabilidade das mesmas.

Na terceira fase foram analisadas as corretas condições de operabilidade do equipamento, desenvolvendo uma técnica simples que permite às equipas de produção realizar a análise das condições de operabilidade do equipamento.

Na quarta fase determinaram-se os valores dos parâmetros do processo, em função das fontes de variação. Na determinação destes parâmetros seguiram-se duas vias. A primeira via visa definir os parâmetros do processo por via teórica. A segunda via determina as variáveis do processo, analisando as relações causa e efeito entre a conformidade da soldadura e os parâmetros do processo.

De seguida descreve-se a forma de validar os parâmetros definidos bem como as considerações efetuadas. Define-se o novo procedimento de parametrização do processo de soldadura.

Na sexta fase desenvolveu-se a documentação específica para a linha da montagem. Na documentação em anexo, desenvolvida no âmbito do projeto, consta toda a informação associada ao modo de operar o equipamento, a informação associada aos testes de controlo da soldadura e a informação referente aos parâmetros do processo.

Por último definiu-se um plano de validação do processo de soldadura que visa permitir a validação dos restantes processos de soldadura na Empresa.

1.4 Estudo e Desenvolvimento do Plano de Validação do Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas

O caso de estudo apresenta as problemáticas típicas do processo de soldadura em embalagens metálicas. Desta forma a validação do processo permite a compreensão do processo das variáveis envolvidas e das correlações entre os parâmetros do processo com as variáveis externas. O foco do estudo consistiu em desenvolver as metodologias de trabalho que permitissem a correta interação entre o operador e o equipamento. Paralelamente, desenvolveram-se estudos para definir os valores ou intervalos dos parâmetros do processo que permitam, com o nível de confiança adequado, realizar de forma consistente produto conforme.

Através da experiência adquirida e com base em informação fornecida pelo fabricante do equipamento desenvolveram-se as ações de controlo da soldadura, que permitem garantir a qualidade da mesma.

A definição dos parâmetros do processo foi realizada através da recolha de amostras durante a produção e através da realização de ensaios. Nas amostras recolhidas efetuaram-se os testes de controlo de qualidade. As observações efetuadas permitiram concluir quais as gamas de trabalho que asseguram de forma consistente atingir a conformidade do produto.

Desenvolveu-se o plano que contém a informação necessária para realizar a validação, alertando para algumas problemáticas que se constataram na execução do trabalho no caso de estudo e o processo objeto de validação. No processo de validação proposto constam os intervenientes nas diferentes ações do plano.

1.5 Temas Abordados e a Organização no Presente Relatório

O relatório inicia-se descrevendo o estado da arte no que diz respeito aos conceitos associados a qualidade, melhorias dos processos e o conceito de validação do processo. Aborda-se o tema Validação de processos e a filosofia Seis Sigma como ferramenta de desenvolvimento dos processos.

O terceiro capítulo, inicia-se descrevendo as motivações para a elaboração do projeto. Efetua-se a descrição do processo de soldadura em embalagens metálicas, abordando as variáveis envolvidas. São descritos os controlos de qualidade que se realizam no produto, que permitem inferir sobre o correto ajuste do processo às variáveis externas. Por último, descreve-se o processo de parametrização tal como se encontrou na linha.

No capítulo seguinte, descrevem-se a sequência de trabalhos realizada para promover a definição dos parâmetros do processo de soldadura.

No quinto capítulo descrevem-se as abordagens que possibilitaram validar os parâmetros do processo. Aborda-se o processo de parametrização desenvolvido que permite incrementar as garantias de qualidade da soldadura. O Processo desenvolvido visa retirar fontes de variação desnecessárias inerentes à forma de parametrizar o processo.

O sexto capítulo inicia-se descrevendo o plano de validação desenvolvido. Seguidamente, apresentam-se os documentos desenvolvidos durante o projeto. Estes documentos são focados na homogeneização da forma de trabalhar, nos controlos da qualidade e os parâmetros do processo organizados em função das variáveis externas.

2 Estado da arte

A FDA (Food and Drugs Administration) apresenta no seu guia para a indústria os princípios e práticas gerais para a validação de processos.

Segundo a FDA, a validação dos processos contribui significativamente na garantia de qualidade do produto.

O sucesso do programa de validação depende tanto do conhecimento como da informação do produto e o desenvolvimento do processo. Este conhecimento e a compreensão são a base para se estabelecer uma estratégia para o controlo do processo produtivo, que deve resultar em produto com a qualidade pretendida.

Os produtores devem:

- Compreender as fontes de variação;
- Detetar e monitorizar a variabilidade;
- Compreender o impacto de variações no processo e os efeitos nos requisitos do produto;
- Controlar as variações avaliando o risco que apresentam para o processo e o produto (FDA 2011)

Concentrar os esforços na qualificação, ignorando a compreensão do processo produtivo e o efeito das fontes de variação associadas a ele pode não conduzir a uma adequada garantia de qualidade. (FDA 2011).

Qualidade Seis sigma

Seis Sigma é uma filosofia que visa eliminar os defeitos no produto e no processo. A filosofia *Seis Sigma* define como um defeito qualquer componente que não respeite as especificações definidas, procurando reduzir as fontes de variação de um processo que conduzem a defeitos, sendo a variação inimiga da qualidade (Jacobs, Chase, Aquilano 2009).

De seguida apresenta-se as linhas gerais da metodologia *Seis Sigma* que implicam:

- Definir
    1. Identificar as prioridades dos clientes
    2. Identificar as características críticas do produto com maior impacto na qualidade
- Medir
    1. Determinar como medir o processo e o seu desempenho
    2. Identificar as variáveis internas do processo e a sua influência nas características críticas no produto e medir os defeitos atualmente gerados relativamente ao processo
- Analisar
    1. Determinar as principais causas dos defeitos
    2. Compreender o porquê dos defeitos e identificar as variáveis que mais prováveis da fonte de variação
- Melhorar
    1. Identificar meios para remover a causa dos defeitos
    2. Determinar as variáveis relevantes para o processo e avaliar o seu efeito nos aspetos chaves do produto
    3. Identificar intervalos admissíveis para estas variáveis e criar um sistema para medir as suas variações
    4. Modificar o processo de forma a se manter dentro dos intervalos admissíveis
- Controlar
    1. Determinar como manter as melhorias
    2. Colocar as ferramentas no local para garantir que os intervalos admissíveis se mantêm dentro dos intervalos definidos.

(Jacobs, Chase, Aquilano 2009).

3 Necessidade de Validação do Processo

Como já foi descrito, é impossível dissociar o processo de elaboração do produto da qualidade do mesmo. No que diz respeito ao controlo de qualidade do produto, a empresa encontra-se numa situação bastante desenvolvida. O mesmo não se pode afirmar no que diz respeito ao controlo do processo, área na qual a empresa aposta no desenvolvimento como uma ferramenta para o incremento da sua competitividade. Assim sendo, o desenvolvimento da robustez dos processos apresenta-se como um desafio que a empresa se encontra determinada a levar a bom porto.

O objetivo deste projeto é desenvolver um plano de validação do processo de soldadura. Este plano será elaborado com base na experiência adquirida na validação de um processo de soldadura, desenvolvendo-se sob a forma de um caso de estudo, e visa a sua aplicabilidade nos restantes processos de soldadura da empresa. É importante notar que o plano elaborado é um guia que deverá ser adaptado às diferentes realidades.

A validação traduz-se num incremento da robustez do processo que permitirá produzir produto conforme de uma forma metódica e rotinada, assegurando a qualidade do produto através do conhecimento dos intervalos admissíveis para as variáveis do processo, numa linha de montagem de embalagens metálicas.

A necessidade da validação surge devido à excessiva exposição do processo ao viés da experiência e rigor intrínsecos ao operador, na fase de parametrização do processo. Esta exposição deve-se ao facto da documentação que contém as parametrizações estar obsoleta, pouco clara e não abordar na totalidade os parâmetros do processo. Paralelamente, verifica-se que a falta de documentação específica do processo, aliada à insuficiente formação dos operadores, torna as ações de parametrização e os aspetos de controlo do produto pouco homogéneos, verificando-se variações na forma de operar o processo entre indivíduos/equipas de trabalho.

A abordagem da parametrização do processo até então utilizada introduzia uma fonte de variabilidade desnecessária.

Outro aspecto indutor de irregularidades no processo de soldadura em embalagens metálicas provém da grande variabilidade nas variáveis externas, uma vez que não é clara a interação entre elas e os parâmetros do processo, e o seu efeito na qualidade do produto.

3.1 O Processo de Soldadura

O processo de soldadura é uma das fases cruciais na montagem de embalagens metálicas. O processo, tal como é observável na linha de produção, visa transformar uma folha metálica, previamente litografada e cortada num formato, num corpo cilíndrico com dimensões definidas pelas especificações técnicas.

O processo de soldadura utilizado é representado por etapas na Figura 1.

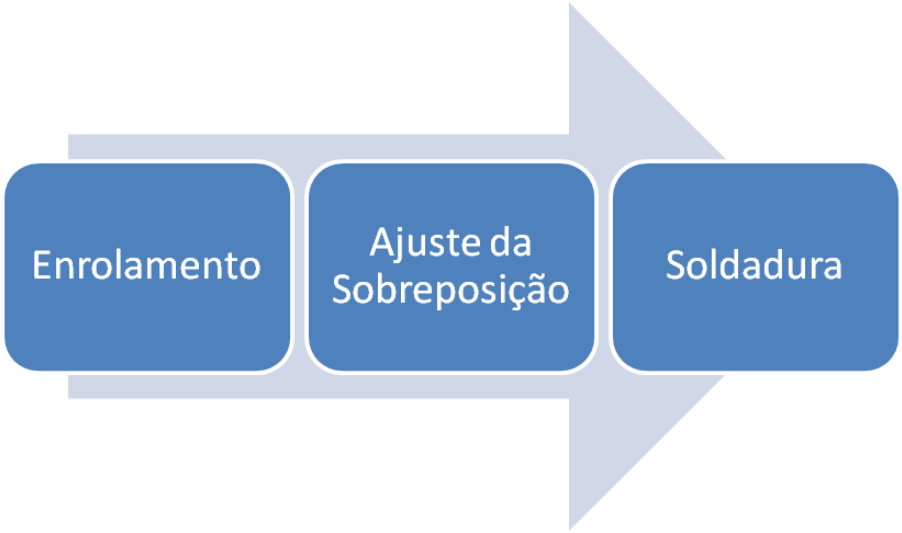


Figura 1- Processo de soldadura

O enrolamento é a operação do processo na qual se deforma plasticamente a folha metálica, atribuindo-lhe uma forma cilíndrica.

A sobreposição é a operação na qual se posiciona um bordo da folha enrolada sobre o outro, para fixar as dimensões do cilindro. Segundo o fabricante, a sobreposição é definida pela régua Z, que é característica da máquina que se esteja a operar. O ajuste da sobreposição, para além da régua Z, também é determinado pela afinação da ferramenta de calibração. A afinação da ferramenta de calibração deve ser tal que nos permita obter produto com a sobreposição que esteja em conformidade com os requisitos dimensionais e geométricos.

Por último temos a soldadura. Segundo o fabricante do equipamento, a soldadura elétrica consiste em promover a união de duas faces metálicas em sobreposição. A fusão do metal ocorre com a energia que se liberta, de forma localizada, provocada pela resistência do metal à passagem da corrente elétrica que é aplicada por um conjunto de rolos que pressionam a junta, na zona onde é aplicada a corrente.

A intensidade da corrente depende da resistência elétrica do material, da pressão aplicada pelos rolos de soldadura e da sobreposição.

Segundo o manual, na soldadura em folha de folha-de-flandres recorre-se a um elétrodo intermédio para proteger os rolos de soldadura da contaminação do estanho. O elétrodo intermédio é constituído por um fio de cobre previamente perfilado, o qual se vai introduzindo nos rolos progressivamente à medida que decorre a soldadura. Após a sua utilização o fio de cobre é descartado.

Na Figura 2 apresenta-se de forma esquemática como se processa a soldadura por corrente elétrica.

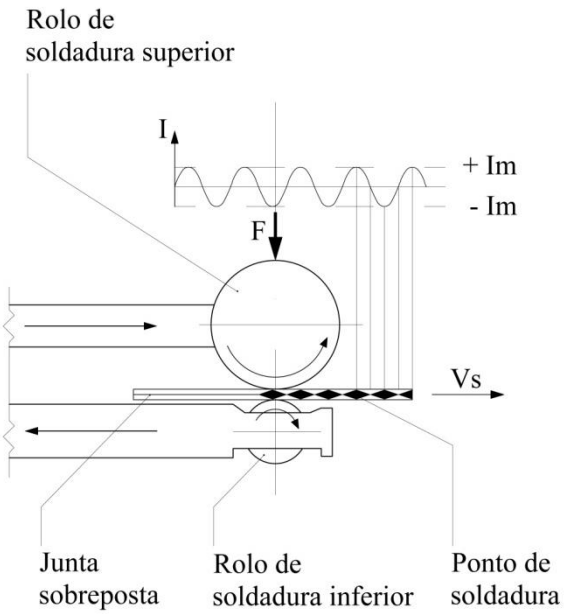


Figura 2 – Esquema de soldadura elétrica

Imagem retirada do manual Soudronic editada pelo autor

Como apresentado na Figura 2, a corrente elétrica utilizada na soldadura é alternada do tipo sinusoidal. Por cada período T são dados dois pontos de soldadura. A distância que separa o centro de dois pontos de soldadura consecutivos é denominada de "entre pontos". O entre pontos depende da frequência da corrente aplicada e da velocidade de soldadura. Assim sendo, temos Ep = (vs*1000)/(2*f*60) ou inversamente f = (vs*1000)/(2*Ep*60) .

Por sua vez, a velocidade de soldadura determina-se através da seguinte equação:

vs = [n*(h+ZA)]/1000

Legenda:

- Ep – entre pontos de soldadura (mm)
- f- frequência da corrente de soldadura (Hz)
- h- altura do corpo (mm)
- n- cadência(unidades/min)
- vs – velocidade de soldadura (m/min)
- ZA – entre corpos (mm)

Na soldadura de embalagens metálicas recorre-se a uma correção do valor da corrente no início e no final do corpo soldado. O manual do equipamento define uma boa correção inicial da corrente, aquela que deixa um ponto sem soldar no início do corpo, dois pontos sem soldar no final do corpo e aquela que define uma boa correção final.

3.2 O Material

O material utilizado no processo de soldadura é a folha-de-flandres. Segundo a CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), a folha-de-flandres é uma "Folha de aço com

revestimento de estanho e filme de passivação, constituído de compostos de cromo, em ambas as faces".

A folha-de-flandres é fornecida em Bobines, que são cortadas em formatos e controladas.

Os requisitos do material encontram-se especificados pela área técnica e são regidos pela Norma EN 10202:2001.

3.3 As Variáveis e os Parâmetros do Processo

O processo de soldadura em embalagens metálicas possui um conjunto vasto de variáveis intervenientes. Com o intuito de simplificar a sua apresentação, dividir-se-ão estas variáveis em três grupos a seguir definidos:

3.3.1 *Parâmetros do Processo*

Os parâmetros do processo são variáveis intrínsecas ajustáveis pelos operadores da máquina. É a correta ação sobre estas variáveis que será determinante na qualidade do produto (soldadura).

A parametrização destas variáveis deve contemplar o ajuste às variações externas.

As variáveis do processo são:

- Corrente de soldadura – define a intensidade da corrente de soldadura, que será aplicada na junta sobreposta. A intensidade da corrente deve ser suficiente para provocar a fusão do material e não pode ser excessiva, pois pode provocar a fragilização do cordão e o aparecimento de chispas e salpicos.
- Entre pontos de soldadura – define a distância entre dois pontos de soldadura.
- Velocidade de soldadura – define a velocidade a que a soldadura se processa.
- Entre corpos, ZA – define a distância entre dois corpos soldados. Deve ser a mínima necessária para não correr o risco de soldar e juntar dois corpos consecutivos. Por outro lado, não deve ser muito elevada, pois acarreta custos devido ao consumo de fio de cobre.
- Cadência – define o número de unidades produzidas por minuto.
- Sobreposição – largura entre os bordos sobrepostos da folha.
- Enrolamento – define a deformação do corpo antes de soldar.
- Posição do carro – define o ajuste suplementar necessário para a correta sincronização entre as correntes transportadoras e os linguetes.
- Pressão de soldadura – define a pressão que o rolo superior exerce sobre o corpo soldado.
- Correção da corrente inicial/final – define a correção de corrente no início e final do corpo. A correção inicial/final é determinada por um conjunto de dois parâmetros de ajuste t1/t2 e $\Delta I1/\Delta I2$.
- t1/t2 definem o tempo em que se processa o ajuste de corrente (t1 é o ajuste inicial, t2 é o ajuste final).
- $\Delta I1/\Delta I2$ definem o ajuste de corrente durante os períodos de tempo t1/t2

- Linguetes – fazem o transporte final do corpo. Transportam o corpo entre as correntes de transporte e os rolos de soldadura. Pode haver necessidade de proceder à sua alteração, de maneira a adequar-se aos diferentes formatos de trabalho.
- Ferramenta de calibração – equipamento que define a correta forma do corpo e ajusta a sobreposição. A ferramenta de calibração é regulável de modo a ajustar a sobreposição.
- Alimentador – sistema que transfere a folha para a enroladora. É passível de ajuste, nomeadamente, a colocação do padrão de folha para o sistema de deteção de folha dupla, o sistema de ventosas e o sistema de garras e guias, também passíveis de ajuste.

3.3.2 *Variáveis Externas*

Conjunto de variáveis com as quais o processo deve ter capacidade de agir e que podem ser tipificadas de acordo com a sua origem como: do material; do formato; do corte.

3.3.2.1 Variáveis do Material

Variam com as características da folha metálica. Sendo que na folha-de-flandres são:

- Espessura
- Tratamento térmico
- Revestimento de estanho
- Tipo de acabamento superficial
- Tipo de Redução

É de notar que as características apresentadas compreendem o conjunto de possíveis variações da folha. Não se referem às variações encontradas no caso de estudo.

3.3.2.2 Variáveis de Formato

Variam de formato para formato de produto. As variáveis são:

- Altura da folha
- Desenvolvimento de folha

3.3.2.3 Variações de Corte

Variam no binómio material/formato determinadas pela qualidade do corte são:

- Esquadria
- Rebarba
- Erros de dimensão

3.3.3 *Variáveis do Equipamento*

Variáveis cujo controlo é monitorizado pelo departamento de manutenção e que asseguram a fiabilidade do equipamento. Desvios destes em relação aos valores pré-definidos podem provocar falta de qualidade do produto.

Estas variáveis não se encontram sob a alçada da produção. Contudo, esta deve ser capaz de detetar as ocorrências e de despoletar a comunicação aos responsáveis da manutenção para a correção dos problemas com origem no equipamento.

O fabricante recomenda a observação da marca de estanho no fio de cobre como ação de controlo sobre o correto estado do equipamento.

Na análise da marca do fio de estanho deve ter-se em atenção os seguintes aspetos:

1. Centragem da marca de estanho no fio de cobre
2. Aparecimento de vincos no fio
3. Homogeneidade da marca de estanho

O surgimento de algum destes aspetos deve despoletar a comunicação aos responsáveis da manutenção do equipamento para a correção dos problemas.

3.4 Controlo de Qualidade da Soldadura

A qualidade da soldadura é avaliada a partir do resultado de testes de controlo. Os testes de controlo são efetuados com base na informação disponibilizada pelo fabricante do equipamento, pela informação de instruções de controlo da empresa, bem como na experiência adquirida durante o trabalho realizado através da observação da realização dos mesmos por parte dos operadores.

Os testes de controlo de qualidade que permitem avaliar a soldadura são:

- Controlo da sobreposição
- Controlo visual
- Teste de arranque
- Teste da verificação do início e final da soldadura

Define-se como uma soldadura com qualidade, a soldadura em que o resultado dos testes é tido como conforme. A não verificação deste requisito implica a necessidade de ajustar o processo de soldadura, de forma a produzir produto conforme.

Os resultados dos testes de controlo de qualidade revelam correlação com a correta afinação dos diferentes parâmetros do processo.

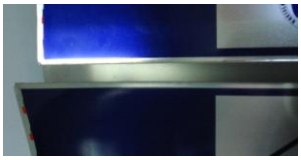
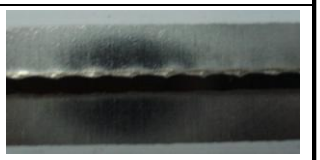
Esta correlação é conhecida e permite, através dos resultados dos testes de controlo da qualidade, inferir sobre a gama de trabalho dos parâmetros do processo, em função das variáveis de entrada.

3.4.1 *Teste de Arranque*

Consiste em arrancar o cordão de soldadura do corpo soldado. A soldadura é considerada conforme se o cordão de soldadura não partir durante o arranque. É necessário consultar o procedimento na instrução de controlo no Anexo A.

Na Tabela 1 apresenta-se o resultado dos testes de verificação.

Tabela 1 – Resultados do teste de arranque

Conforme (C)	Cordão solta-se facilmente do metal sem rebentar ou deixar escamas	
Não Conforme (NC)	O cordão solta-se deixando algumas escamas O cordão rebenta	

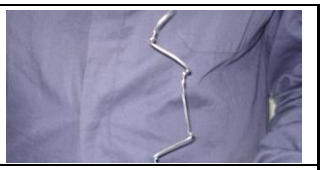
Se o cordão rebentar ou deixar escamas indica que a corrente de soldadura é insuficiente para promover a junção das faces sobrepostas.

O teste ao cordão realiza-se a seguir ao teste de arranque e visa avaliar a ductilidade do cordão.

Deve-se consultar o procedimento na instrução de controlo contida no Anexo A.

Na Tabela 2 apresenta-se o resultado dos testes ao cordão.

Tabela 2 – Resultado do teste ao cordão

Conforme (C)	O cordão não parte	
Não Conforme (NC)	O cordão parte	

Se o cordão partir indica excesso de corrente de soldadura. É necessário proceder ao ajuste da mesma.

3.4.2 *Teste de Verificação do Início e Final da Soldadura*

O teste separa o cordão, no início e final do corpo, para avaliar a correta parametrização da correção da corrente no início e fim da soldadura.

O procedimento encontra-se descrito na instrução de controlo que consta no Anexo A.

Na Tabela 3 apresenta-se o resultado dos testes de verificação.

Tabela 3 – Resultado da verificação do início e final da soldadura

Conforme (C)	A soldadura não descola e o rasgão da-se fora do cordão.	
Não Conforme (NC)	Solda a descolar (soldadura fria)	

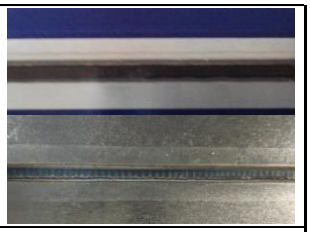
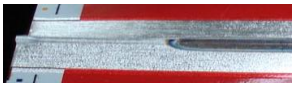
O aparecimento de não-conformidade neste teste deve-se ao mau ajuste da correção de corrente no início e final da soldadura. A soldadura a descolar no teste de verificação indica o mau ajuste das variáveis t_1-ΔI_1 e t_2-ΔI_2. O t_1-ΔI_1 e t_2-ΔI_2 são um binómio.

3.4.3 *Controlo Visual*

Único controlo de qualidade não destrutivo. Este controlo visa promover uma rápida e simples análise ao cordão apenas pelo seu aspeto.

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados para o controlo visual.

Tabela 4 – Resultados do controlo visual

Conforme (C)	Cordão exterior homogenéo, cordão sem chispas Cordão interior homogenéo, sem chispas com entre pontos constante	
Não Conforme (NC)	Soldadura chispada do lado exterior	
	Soldadura chispada do lado interior e com salpicos na folha.	
	Soldadura aberta no inicio ou fim	
	Descontinuidade	
	Perfuração	
	Desfasamento	

As não conformidades soldadura aberta no início ou fim, descontinuidade e perfuração são definidas como críticas na soldadura, uma vez que estas impossibilitam a estanquidade da embalagem.

A soldadura chispada e com salpicos apresenta-se como uma das mais relevantes para a análise e validação do processo de soldadura. O aparecimento da chispa deve-se a uma de três causas:

-rebarba ou sujidade na junta sobreposta;

-pressão de soldadura insuficiente;

-corrente de soldadura excessiva.

Desta forma a soldadura chispada, permite inferir sobre o correto ajuste da pressão de soldadura e sobre a corrente de soldadura.

3.4.4 *Controlo da Sobreposição*

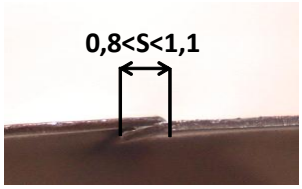
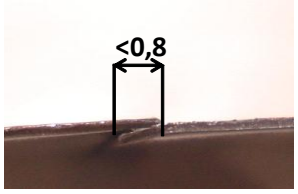
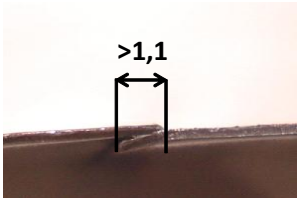
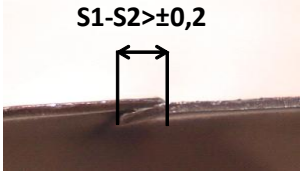
O controlo da sobreposição permite medir a sobreposição da junta da soldadura. O procedimento na instrução de controlo encontra-se no Anexo A. Como já foi referido, a sobreposição varia em função do equipamento. O fabricante define, para o equipamento em causa, a sobreposição entre os valores de 0,8 e 0,9 mm com uma variação máxima entre o

início e o fim de 0,1 mm. No entanto, desenvolvimentos efetuados na empresa definiram uma sobreposição conforme entre os valores de 0,8 e 1,1 mm e a variação máxima de 0,2 mm entre o início e o fim do corpo.

A medição da sobreposição é efetuada recorrendo a uma lupa graduado de ampliação de 8x que possui uma régua graduada com resolução de 0,1 mm.

Na Tabela 5, apresenta-se a avaliação para o caso de um equipamento.

Tabela 5 – Resultados dos controlos da sobreposição

Conforme (C)	Sobreposição entre 0,8 - 1,1 mm e variação entre início e fim < 0,2mm	
Não Conforme (NC)	Sobreposição < 0,8 mm ou Sobreposição > 1,1 mm ou variação entre início e fim > 0,2mm	  

3.5 Processo de Parametrização

Como explicitado anteriormente, uma das motivações para a realização do projeto incide na excessiva exposição do processo ao ajuste dos parâmetros do processo, por parte dos operadores.

As parametrizações observadas no diagnóstico inicial caracterizam-se por não serem normalizadas, introduzindo fontes de variabilidade despropositadas pelas razões já expostas.

Na Figura 3 apresenta-se o fluxograma do processo de parametrização até então vigente.

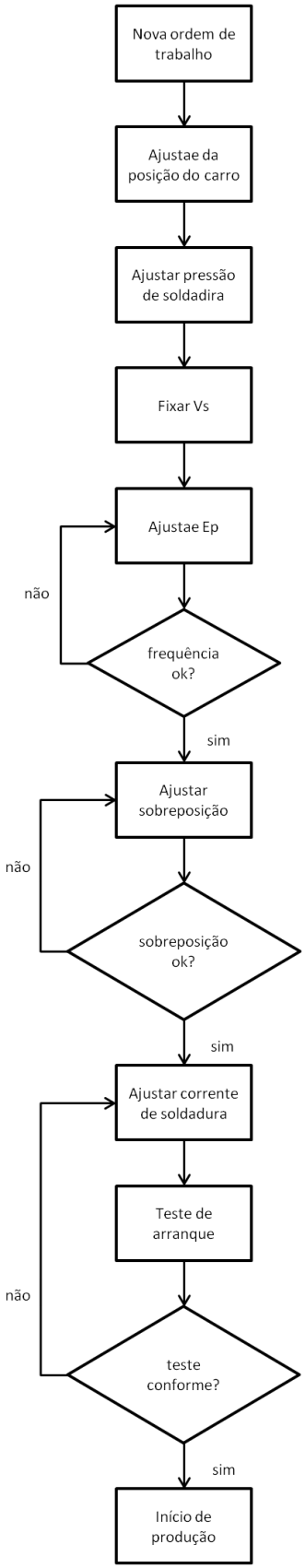


Figura 3 –Fluxograma do processo de parametrização

- Início do processo
- Ajuste da posição do carro
- Ajusta-se a pressão de soldadura
- Fixa-se o valor da velocidade de soldadura
- Ajusta-se o entre pontos de soldadura até se encontrar uma frequência pré estabelecida
- Ajusta-se a sobreposição por tentativa erro até encontrar sobreposição conforme.
- Ajusta-se a corrente de soldadura e realiza-se o teste de arranque
    1. Se o teste for conforme inicia-se a produção
    2. Se o teste for não conforme ajusta-se a corrente de soldadura

4 Abordagem ao Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas. Validação do Caso de Estudo

O caso de estudo foi realizado numa linha de montagem de baldes troncocónicos para aplicações industriais e alimentares.

A partir da observação da linha, foi possível descrever o processo de montagem nas seguintes etapas:

- Soldadura
- Aplicação e cura do verniz na costura
- Expansão
- Criação do rebordo superior e do canal
- Criação da beira para aplicação do fundo
- Cravação do fundo
- Aplicação dos olhais
- Aplicação da pega para transporte
- Teste de estanquidade
- Aplicação e cura do verniz dos olhais
- Paletizador

No processo de montagem de embalagens metálicas a soldadura acompanha o produto desde o início ao fim do processo. Um aspeto interessante do processo de montagem reside no fato de ele próprio funcionar como um teste de qualidade de soldadura, uma vez que, se a soldadura não possuir a qualidade adequada, poderá abrir ou rebentar na linha. Este fato é preocupante pois uma má soldadura poderá comprometer a produção e a qualidade da embalagem. Assim sendo, a soldadura deverá possuir a qualidade especificada.

De seguida, descrever-se-á a sequência de trabalhos realizados neste processo de soldadura, de forma a garantir que o produto possua a qualidade pretendida.

4.1 Análise das Fontes de Variação Externas

4.1.1 *Variáveis de Formato*

Na empresa, os formatos são caracterizados pelo diâmetro e altura final do corpo. No caso da linha em estudo o diâmetro final da embalagem é de 286 mm, havendo apenas variação da altura da embalagem. Para a produção de embalagens de diâmetro final de 286 mm parte-se de uma folha com um desenvolvimento de folha com 833 mm de comprimento. Assim sendo, a única fonte de variação associada ao formato é a altura do corpo.

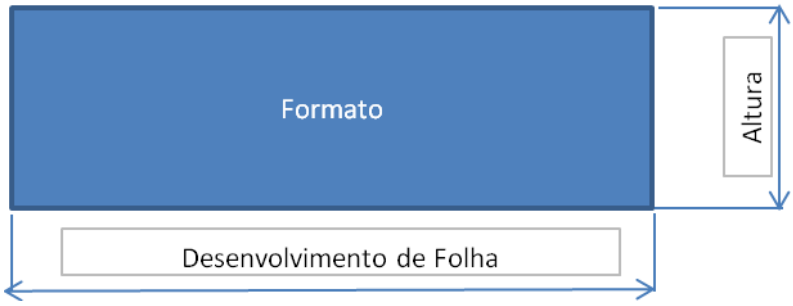


Figura 4 – Formato de corte

Na Tabela 6 resume-se a informação associada aos formatos produzidos na linha.

Tabela 6 – Informação dos formatos

Formato TC 286 x	Desenvolvimento de folha (mm)	Altura do corpo (mm)
236	833	270
287	833	321
300 (sem canal)	833	332
300	833	334
340	833	374,5
370	833	404,5
400	833	435
450	833	484
462	833	496

4.1.2 *Variáveis de Material*

O material utilizado no processo em estudo, folha-de-flandres, possui como única fonte de variação a espessura da folha: as espessuras utilizadas são de 0,38 mm e de 0,30 mm.

A norma EN 10202:2001 define:

- O desvio aceitável é de ± 5% do valor nominal da espessura;
- O limite da variação máxima da espessura não deve exceder ±2% do valor nominal para um conjunto de 10000 folhas (ou comprimento equivalente quando se encontra na forma Bobina).

O tratamento térmico é o TS275, o acabamento superficial ST (Stone), e o revestimento de estanho é 2,0/2,0 (refere-se ao revestimento de estanho em ambas as faces, interior exterior), designações segundo a Norma EN10202:2001.

Segundo a Norma, para o tratamento térmico TS275 com folha de espessura superior a 0.28mm a dureza superficial medida em Rockwell HR 30T é de 56 com um desvio de ± 4. Apresentando uma tensão de limite elástico 0,2% de 275±50 N/mm^2 e uma tensão de rotura de 375 ±50 N/mm^2

A empresa efetua o controlo da espessura e da dureza superficial no momento do corte primário, corte da bobine em folhas de dimensões pré-definidas. Os controlos são efetuados, no início, meio e fim da bobina. As medições efetuadas são registadas nos mapas de controlo da folha-de-flandres.

A partir dos mapas de controlo de folha-de-flandres foi possível analisar o histórico do controlo das bobines utilizadas para a produção de embalagens na linha em estudo. Esta análise teve como intuito avaliar os desvios naturais da folha. A análise foi feita recorrendo a gráficos de Pareto, que permitem avaliar quais os valores mais espectáveis para a espessura e a dureza.

4.1.2.1 Análise da Folha 0,30 mm

No Gráfico 1 apresenta-se o gráfico de Pareto para as durezas de folha 0,30 mm.

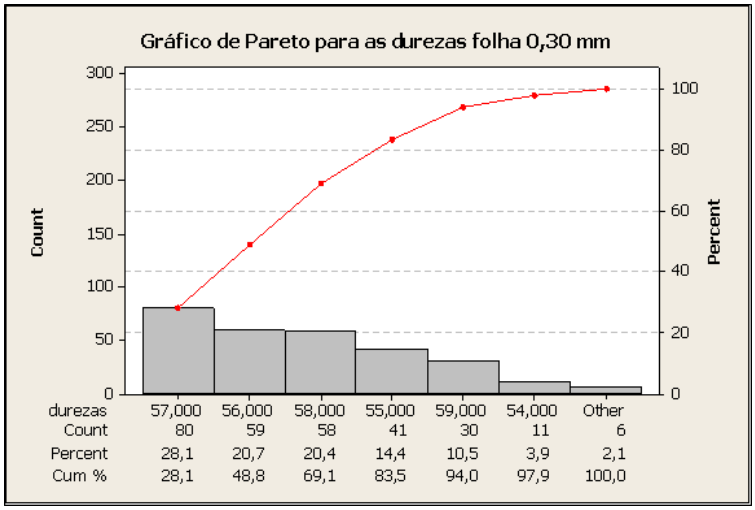


Gráfico 1 – Gráfico de Pareto para as durezas de folha 0,30 mm

A partir do gráfico pode concluir-se que 97,9% das durezas estão compreendidas no intervalo de 54 a 59 Rockwell 30T.

Na Gráfico 2 apresenta-se o gráfico de Pareto para as espessuras de folha 0.30 mm.

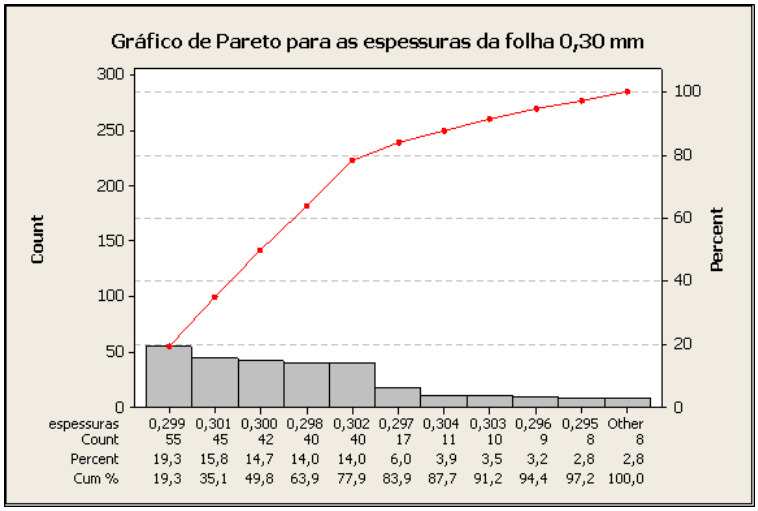


Gráfico 2 - Gráfico de Pareto para as espessuras de folha 0,30 mm

A análise do gráfico permite concluir que em 97,2% das amostras o intervalo espetável, para a espessura real da folha-de-flandres com espessura nominal 0,30 mm, está entre 0,295 e 0,304. É de notar que a variação máxima verificada é de 0,005mm, o que se traduz numa variação inferior a 2%, inferior ao definido pela norma.

4.1.2.2 Análise da Folha 0,38 mm

No Gráfico 3 apresenta-se o gráfico de Pareto para as durezas de folha 0,38 mm.

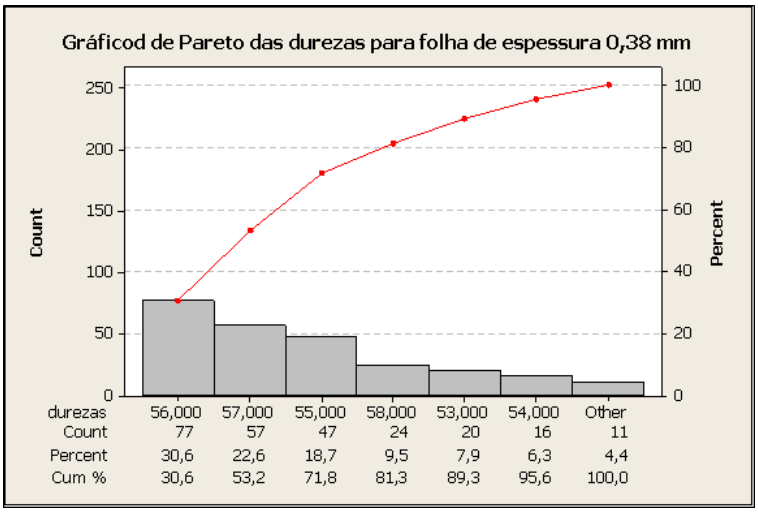


Gráfico 3 - Gráfico de Pareto para as durezas de folha 0,38 mm

A partir do gráfico pode concluir-se que 95,6% das durezas estão compreendidas no intervalo de 53 a 58 Rockwell 30T.

No Gráfico 4 apresenta-se o gráfico de Pareto para as espessuras de folha 0.38 mm

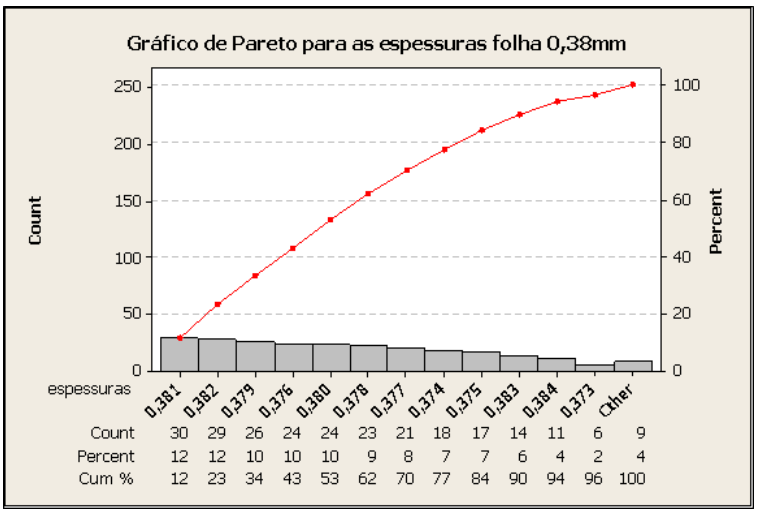


Gráfico 4 - Gráfico de Pareto para as espessuras de folha 0,38 mm

Através da análise do gráfico pode concluir-se que o intervalo espetável para a espessura real da folha-de-flandres com espessura nominal 0,38 mm está entre 0,373 e 0,384. Neste caso, a variação máxima observada é de 0,007 mm, que se traduz numa variação da espessura inferior a 2%.

4.1.3 *Variações do corte*

As variáveis introduzidas pelo corte apresentam-se numa problemática para este processo em específico, uma vez que as dimensões dos formatos utilizados dificultam o controlo. De momento os controlos realizados são pouco rigorosos, não apresentando as garantias de qualidade especificadas.

No entanto, é sabida a interação dos desvios provocados pela falta de qualidade do corte com a qualidade da soldadura. De forma sucinta:

- Falta de esquadria - dependendo das faces em que se verifica o desvio, pode provocar desvios na sobreposição e defeitos do tipo desfasamento.
- Erros dimensionais - podem provocar desvios na sobreposição
- Rebarba – verifica-se um aumento no aparecimento de chispas e salpicos.

Na determinação dos parâmetros do processo considerou-se corte conforme.

4.1.4 *Verificação das Condições de Operabilidade do Equipamento*

Como já referido, cabe à equipa de manutenção garantir as condições de operabilidade do equipamento. As manutenções da linha são programadas e têm uma periodicidade quinzenal.

Não obstante, realizou-se o controlo da marca do fio de estanho que, de uma forma simples, permite inferir sobre as condições de operabilidade do equipamento.

A avaliação das marcas realizou-se retirando amostras de fio de cobre do desperdício técnico da linha. Através da análise das mesmas concluiu-se que o equipamento se encontra em boas

condições, uma vez que a marca de estanho se apresenta centrada, sem vincos e sem descontinuidades. Atestado o bom estado do equipamento.

4.2 Determinação dos Parâmetros do Processo que Dependem Apenas dos Formatos

Os parâmetros do processo que dependem apenas do formato englobam o ajuste da posição do carro, a velocidade de soldadura e a modulação da corrente.

4.2.1 *Determinação do Ajuste da Posição do Carro*

A determinação do ajuste da posição do carro foi efetuada a partir da metodologia apresentada pelo fabricante no manual do equipamento.

A posição do carro é determinada através da seguinte equação:

Pc = h - As

Legenda:

- As – ajuste suplementar
- h – altura do carro
- Pc – posição do carro

No Gráfico 5 apresenta-se a função do ajuste suplementar determinada a partir da informação do manual.

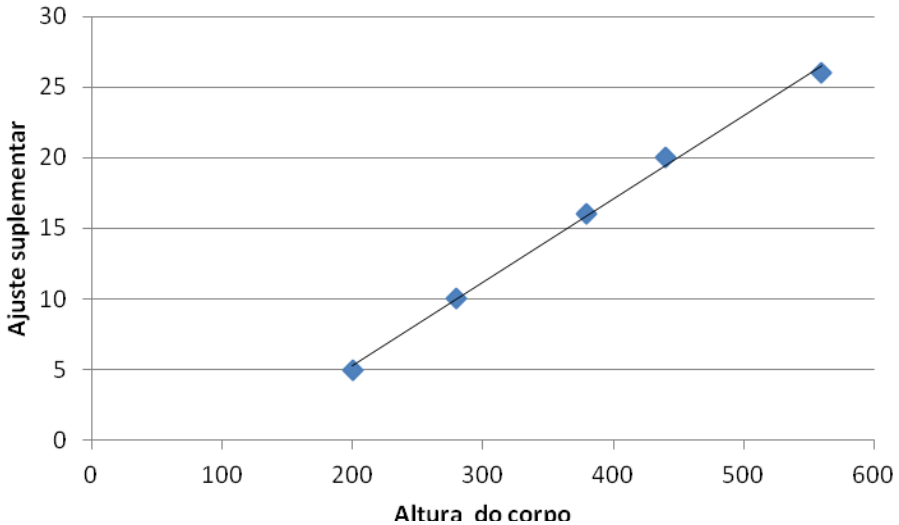


Gráfico 5 – Ajuste suplementar, editado pelo autor a partir do manual do equipamento

Na Tabela 7 resumem-se os resultados obtidos para o ajuste do carro.

Tabela 7 – Posição do carro em função dos formatos

Altura da Embalagem (mm)	Altura da Virola (mm)	Ajuste suplementar	Posição do carro (mm)
236	270,0	9,4	261
287	321,0	12,4	309
300 sem canal	332,0	13,1	332,0
300	335,0	13,2	322
340	374,5	15,6	359
370	404,5	17,3	387
400	435,0	19,1	416
450	484,0	22,0	462
462	496,0	22,7	473

4.2.2 *Determinação das Velocidades de Soldadura*

Na determinação das velocidades de soldadura utilizou-se a informação disponibilizada pelo fabricante do equipamento.

Como já referido, a velocidade de soldadura é determinada pela seguinte equação:

vs = [n*(h+ZA)]/1000 .

Para a determinação da velocidade é necessário saber de antemão o valor de n e de ZA. A altura (h) depende do formato que se pretende produzir.

O valor de n é de 35 unidades por minuto, trabalhando pontualmente com 30 unidades por minutos nos formatos 450 e 462.

O ZA é definido pelo fabricante, devendo estar ajustada entre os 10 e 30 mm, com um valor nominal de 20mm. No entanto, no que diz respeito ao valor nominal considerou-se o valor de 15mm, uma vez que permite obter uma melhor economia no consumo de fio de cobre.

Com o intuito de permitir oferecer flexibilidade aos operadores do processo, na parametrização do equipamento foram determinadas a velocidade mínima, a velocidade máxima e a velocidade nominal. A determinação deste intervalo foi realizada considerando o ZA de 10mm para determinar a velocidade mínima, o ZA de 15mm para a velocidade nominal e o ZA de 30 mm máxima.

Na Tabela 8 apresentam-se os resultados obtidos.

Tabela 8 – Velocidades de soldadura

Formato TC 286 x	Altura do corpo (mm)	Cadência n	vs nominal	vs max min	Distância entre corpos no fio de cobre [ZA] (mm)
236	270	35	9,98	10,50 9,80	Nominal: **15** Intervalo admissível: 10 - 30
287	321	35	11,76	12,29 11,60	
300 (sem canal)	332	35	12,15	12,67 12,00	
300	334	35	12,22	12,74 12,10	
340	374,5	35	13,63	14,16 13,50	
370	404,5	35	14,68	15,21 14,60	
400	435	35	15,75	16,28 15,60	
450	484	35	17,47	17,99 17,30	
		30	14,97	15,42 14,90	
462	496	35	17,89	18,41 17,80	
		30	15,33	15,78 15,20	

4.2.3 *Determinação da Função de Transferência do Potenciómetro do Ajuste da Velocidade da Soldadura*

O ajuste da velocidade de soldadura processa-se rodando um potenciómetro. O valor da velocidade de soldadura é lido por um transdutor de presença e o valor da leitura é apresentado no display do equipamento. Para proceder ao ajuste da velocidade o equipamento tem de estar a consumir fio de cobre, por forma ao transdutor poder medir a velocidade da soldadura. O consumo do fio de cobre na fase de parametrização do equipamento apresenta-se como um desperdício desnecessário. Com o intuito de facilitar a afinação e promover a economia do fio de cobre, determinou-se a função de transferência do potenciómetro do ajuste da velocidade de soldadura.

No Gráfico 6 Apresenta-se a função determinada.

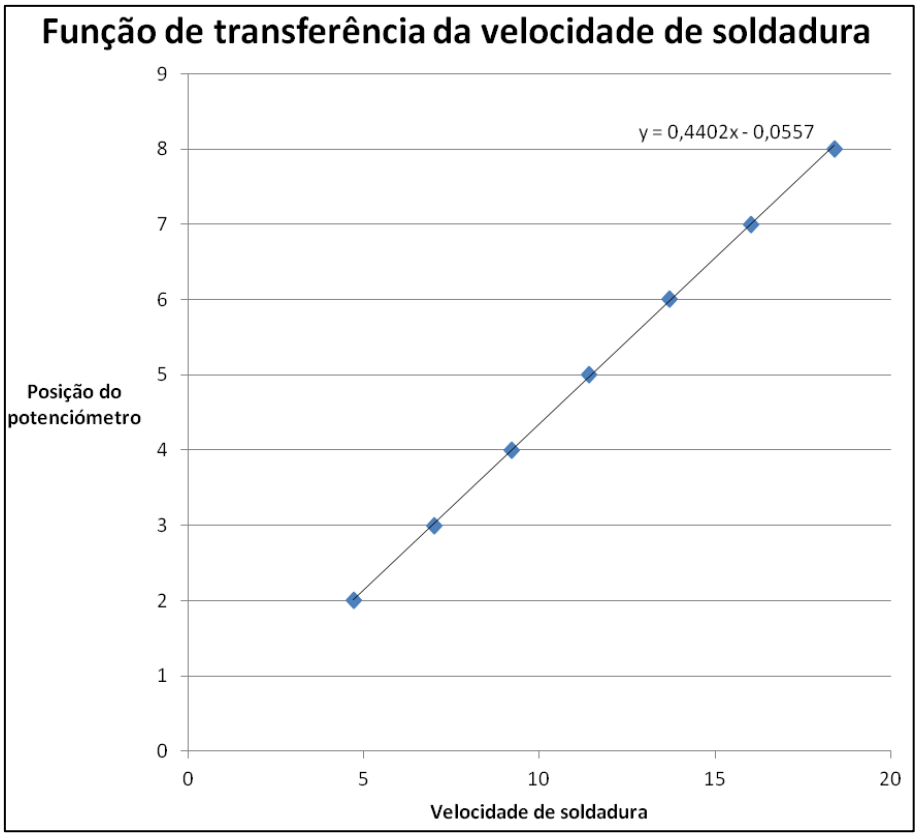


Gráfico 6 – Função de transferência do potenciómetro vs

A partir da função de transferência foi determinada a posição do potenciómetro para as velocidades calculadas.

Na Tabela 9 apresenta-se os valores de ajuste no potenciómetro para as velocidades determinadas.

Tabela 9 – Posição do potenciómetro em função de vs

Formato TC 286 x	vs nominal	vs max min	posição do potenciómetro nominal	max min
236	9,98	10,50	4,33	4,57
		9,80		4,26
287	11,76	12,29	5,12	5,35
		11,60		5,05
300 (sem canal)	12,15	12,67	5,29	5,52
		12,00		5,22
300	12,22	12,74	5,32	5,55
		12,10		5,27
340	13,63	14,16	5,94	6,18
		13,50		5,88
370	14,68	15,21	6,40	6,64
		14,60		6,37
400	15,75	16,28	6,87	7,11
		15,60		6,81
450	17,47	17,99	7,63	7,86
		17,30		7,56
	14,97	15,42	6,53	6,73
		14,90		6,50
462	17,89	18,41	7,81	8,05
		17,80		7,78
	15,33	15,78	6,69	6,89
		15,20		6,63

4.2.4 *Modulação da Corrente de Soldadura*

Como já foi referido a frequência de soldadura é dada pela seguinte equação:

f = (vs*1000)/(2*Ep*60)

A frequência de soldadura é função da velocidade de soldadura e do entre pontos de soldadura. A velocidade de soldadura, nesta fase já se encontra determinada. Assim sendo, falta apenas determinar o valor do entre pontos.

O valor ótimo do entre pontos de soldadura é uma variável que o fabricante do equipamento fornece no manual tomando o valor de 1mm. O entre pontos deve ser constante e não passível de afinação, pois é uma fonte de variabilidade indesejada.

Com isto, verificam-se as condições essenciais para a determinação da frequência de soldadura, para as gamas de velocidades determinadas.
Na Tabela 10 apresentam-se os resultados obtidos.

Tabela 10 – Frequências de soldadura em função da velocidade de soldadura

Formato TC 286 x	vs		Frequência de soldadura (Hz)	
	nominal	max min	nominal	max min
236	9,98	10,50	83	88
		9,80		82
287	11,76	12,29	98	102
		11,60		97
300 (sem canal)	12,15	12,67	101	106
		12,00		100
300	12,22	12,74	102	106
		12,10		101
340	13,63	14,16	114	118
		13,50		113
370	14,68	15,21	123	127
		14,60		122
400	15,75	16,28	131	136
		15,60		130
450	17,47	17,99	125	129
		17,30		124
	14,97	15,42	146	150
		14,90		144
462	17,89	18,41	128	132
		17,80		127
	15,33	15,78	149	153
		15,20		148

4.3 O Enrolamento

O enrolamento é a etapa do processo em que se deforma plasticamente a folha metálica, atribuindo-lhe uma forma cilíndrica.

No enrolamento intervêm as características da folha. Como já referido, as únicas características da folha passíveis de controlo na empresa são a espessura e a dureza superficial da folha.

Na parametrização do enrolamento haveria necessidade de conhecer a dureza efetiva com que a folha chega à linha de produção. Por outro lado, há a necessidade de garantir que durante uma mesma produção todos os balotes de folha apresentam a mesma dureza superficial. Estes dois aspetos apresentam-se num problema no sentido de desenvolver as parametrizações, uma vez que a produção não tem conhecimento dos valores de dureza registados, nos mapas de controlo. Por outro lado, os balotes que constam numa ordem de produção, por norma, não pertencem à mesma bonina de folha.

Paralelamente, a forma de afinar o enrolamento é de difícil parametrização pois o ajuste é efetuado através de um parafuso. O procedimento de ajuste consta no Anexo F.

Por último, não existe um procedimento que permita medir o enrolamento com o rigor adequado, pois nesta fase temos uma folha enrolada, sem forma de fixar, cujos bordos não se tocam.

Desta forma, qualquer esforço para promover a parametrização do ajuste desta variável seria infrutífero.

Não obstante, o fabricante indica os valores que o enrolamento deve ter para o correto funcionamento do equipamento e a obtenção de soldaduras conformes.

O enrolamento, segundo o fabricante, deve ter entre 10 e 20 mm de sobreposição. Através da observação e da experiência, foi possível observar que um enrolamento até os 40 mm não induz no processo nenhuma fonte de variação. Assim sendo, definiu-se o enrolamento conforme os enrolamentos que se apresentem entre os 20 e 40 mm.

Cabe então ao operador garantir o correto ajuste do enrolamento às especificações definidas.

Foram criados mecanismos que promovam a correta afinação do enrolamento.

Os mecanismos criados baseiam-se em:

- Criação de uma secção na instrução de setup do equipamento que permita ao operador agir de forma adequada sobre o enrolamento.
- Colocação dos intervalos admissíveis para o enrolamento na ficha de parâmetros do processo.

4.4 Calibração do Diâmetro Ferramenta de Calibração

A ferramenta de calibração tem como principal função a afinação da sobreposição da junta sobreposta. Define também a correta forma do corpo, cilindro.

A afinação da sobreposição faz-se variando o diâmetro da ferramenta de calibração. Aumentando o diâmetro, diminui-se a sobreposição. Diminuindo o diâmetro, aumenta-se a sobreposição.

A ferramenta disponível na linha possui dois sistemas de afinação do diâmetro.

O primeiro sistema é um sistema mecânico no qual o ajuste da sobreposição processa-se atuando sobre um conjunto de parafusos. Este ajuste deve ser feito de forma uniforme no conjunto dos cinco parafusos dos rolos inferiores. Apertando os parafusos diminui-se o diâmetro da ferramenta, o que aumenta a sobreposição. Desapertando os parafusos aumenta-se o diâmetro da ferramenta, diminuindo a sobreposição.

O segundo sistema de afinação é pneumático, ajusta-se a posição dos rolos aumentando ou diminuindo a pressão dos rolos. O aumento da pressão diminui o diâmetro e aumenta a sobreposição. A diminuição da pressão aumenta o diâmetro da ferramenta e diminui a sobreposição.

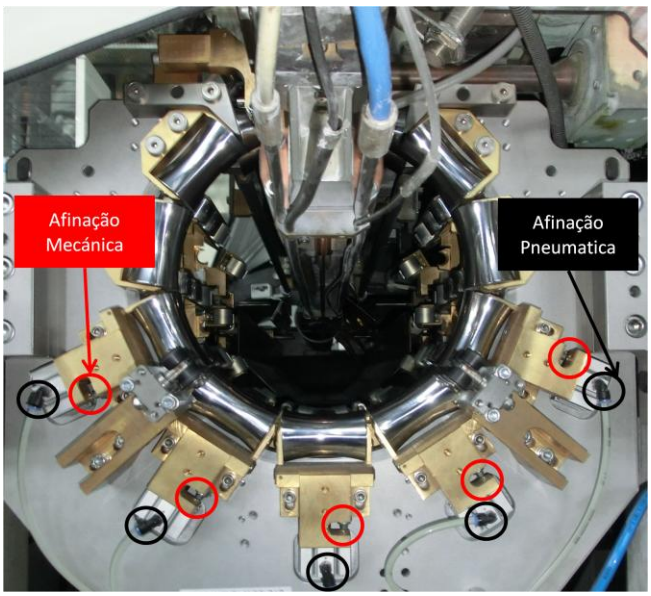


Figura 5- Ferramenta de calibração

A necessidade de calibrar a ferramenta advém da incorreta forma de trabalho nesta.

O ajuste da sobreposição era efetuado desapertando os parafusos de fixação dos rolos da ferramenta. Esta forma de agir, errada, provocou que a ferramenta de afinação perdesse a forma adequada, fazendo com que os corpos soldados não possuíssem uma correta cilindricidade. Paralelamente, provocava a necessidade de afinar com muita frequência a sobreposição.

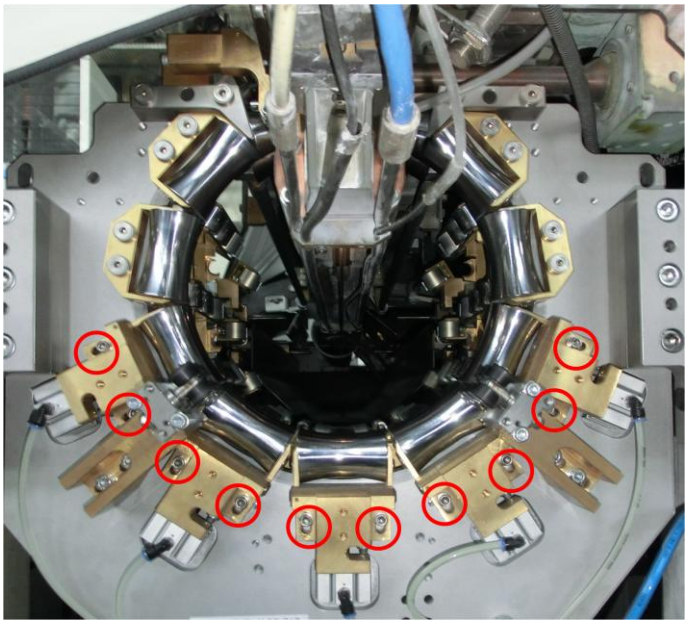


Figura 6- Ferramenta de calibração, mau ajuste verificado

Outra problemática da ferramenta de calibração incide no mau guiamento que ela dava às virolas (designação da folha enrolada antes de soldar) antes da entrada na ferramenta. Este mau guiamento provocava com que algumas virolas encravassem ao entrar na ferramenta, acarretando paragens na produção.

Pelos motivos já descritos, procedeu-se à calibração da ferramenta. A calibração é efetuada colocando a ferramenta num mandril e ajustando os rolos ao mandril com as dimensões pré definidas.

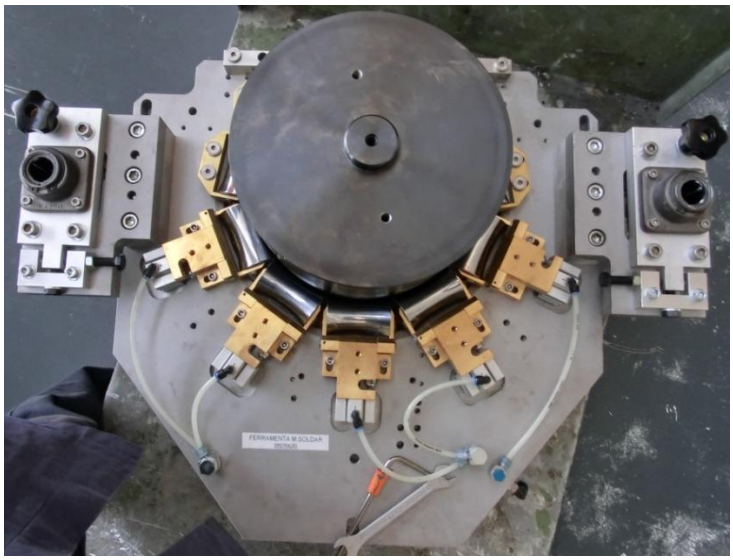


Figura 7- Calibração da ferramenta de calibração

4.5 Parametrização da Ferramenta de Calibração

Uma vez realizada a calibração da ferramenta, procurou-se definir parametrizações para a afinação da sobreposição.

O fabricante do equipamento fornece uma fórmula de cálculo para determinar o diâmetro da ferramenta, que ajusta sobreposição em função do desenvolvimento de folha e da espessura. De seguida, apresenta-se a equação de cálculo.

$$ø = (Df-S)/\pi - E/2$$

Legenda:

- Df - Desenvolvimento de folha (mm)
- E - espessura (mm)
- S - sobreposição (mm)
- Ø - diâmetro da ferramenta (mm)

Recorrendo à equação apresentada, determinou-se o valor da sobreposição, para um conjunto de cenários em que se variou o valor do diâmetro da ferramenta e se determinou a sobreposição obtida para as variações da espessura, verificadas nos controlos do corte primário da folha-de-flandres. O valor do desenvolvimento de folha é de 833 mm.

Na Tabela 11 e Tabela 12 apresentam-se os resultados obtidos.

Tabela 11 – Resultados para a folha 0,38 mm de espessura

		θ diâmetro da ferramenta de calibração				
Espessura nominal 0,38 mm		265,00	265,015	265,02	265,05	265,10
		Sobreposição				
Espessuras	0,370	1,06	1,01	1,00	0,90	0,74
	0,371	1,06	1,01	1,00	0,90	0,75
	0,372	1,06	1,02	1,00	0,91	0,75
	0,373	1,06	1,02	1,00	0,91	0,75
	0,374	1,07	1,02	1,00	0,91	0,75
	0,375	1,07	1,02	1,00	0,91	0,75
	0,376	1,07	1,02	1,01	0,91	0,75
	0,377	1,07	1,02	1,01	0,91	0,76
	0,378	1,07	1,02	1,01	0,91	0,76
	0,379	1,07	1,03	1,01	0,92	0,76
	0,380	1,07	1,03	1,01	0,92	0,76
	0,381	1,08	1,03	1,01	0,92	0,76
	0,382	1,08	1,03	1,02	0,92	0,76
	0,383	1,08	1,03	1,02	0,92	0,77
	0,384	1,08	1,03	1,02	0,92	0,77
	0,385	1,08	1,04	1,02	0,93	0,77
	0,386	1,08	1,04	1,02	0,93	0,77
	0,387	1,09	1,04	1,02	0,93	0,77
	0,388	1,09	1,04	1,02	0,93	0,77
	0,389	1,09	1,04	1,03	0,93	0,77
	0,390	1,09	1,04	1,03	0,93	0,78
	0,391	1,09	1,05	1,03	0,94	0,78
	0,392	1,09	1,05	1,03	0,94	0,78
	0,393	1,10	1,05	1,03	0,94	0,78
	0,394	1,10	1,05	1,03	0,94	0,78
	0,395	1,10	1,05	1,04	0,94	0,78
	0,396	1,10	1,05	1,04	0,94	0,79

Tabela 12 – Resultados para a folha 0,30 mm de espessura

		θ diâmetro da ferramenta de calibração				
		265,00	265,015	265,02	265,05	265,10
Espessura nominal 0,30 mm		Sobreposição				
Espessuras	0,290	0,93	0,89	0,87	0,78	0,62
	0,291	0,94	0,89	0,87	0,78	0,62
	0,292	0,94	0,89	0,87	0,78	0,62
	0,293	0,94	0,89	0,88	0,78	0,62
	0,294	0,94	0,89	0,88	0,78	0,63
	0,295	0,94	0,89	0,88	0,78	0,63
	0,296	0,94	0,90	0,88	0,79	0,63
	0,297	0,94	0,90	0,88	0,79	0,63
	0,298	0,95	0,90	0,88	0,79	0,63
	0,299	0,95	0,90	0,88	0,79	0,63
	0,300	0,95	0,90	0,89	0,79	0,64
	0,301	0,95	0,90	0,89	0,79	0,64
	0,302	0,95	0,91	0,89	0,80	0,64
	0,303	0,95	0,91	0,89	0,80	0,64
	0,304	0,96	0,91	0,89	0,80	0,64
	0,305	0,96	0,91	0,89	0,80	0,64

A partir da análise dos cenários simulados, é possível deduzir que a variação natural da espessura não é fonte de variações significativas na sobreposição. O que indica que é possível definir uma posição de trabalho, em que, qualquer que seja a espessura da folha, a sobreposição será conforme.

Comparando as simulações, pode observar-se que é possível determinar uma posição em que ambas as espessuras de folha nominal possam trabalhar e obter sobreposições conformes.

Dado isto, iniciaram-se os trabalhos de forma a promover a parametrização da sobreposição.

O método de afinação da ferramenta estudado em primeiro lugar foi o sistema de afinação pneumática, pois apresenta-se como o mais fácil de agir sobre a ferramenta, permitindo definir as parametrizações em função da pressão aplicada nos rolos da ferramenta. Por outro lado, garante que a ferramenta não perde a calibração devido a ação dos operadores.

4.5.1 *Parametrização da Ferramenta de Calibração para Folha 0,30 mm*

De seguida são apresentados os resultados dos testes de controlo efetuados na folha 0,30 mm.

Tabela 13 – Registro das medições da sobreposição para a folha 0,30 mm

pressão da ferramenta de calibração	sobreposição inicial	sobreposição final	variação da sobreposição entre o início e o fim
2,8	1	1	0
2,8	1	0,5	0,5
3	1	0,8	0,2
3	1,1	0,8	0,3
3	1	0,5	0,5
3,2	1	0,7	0,3
4	1	0,6	0,4
4	1	0,9	0,1
4	1	0,6	0,4
5	1	0,7	0,3
6	1	0,7	0,3
7	1	0,7	0,3
7	1	0,8	0,2
7	1	0,8	0,2
7	1	0,9	0,1
8,4	1	0,9	0,1
8,4	1,1	1	0,1

Na tabela, as células a vermelho indicam medições não conformes.

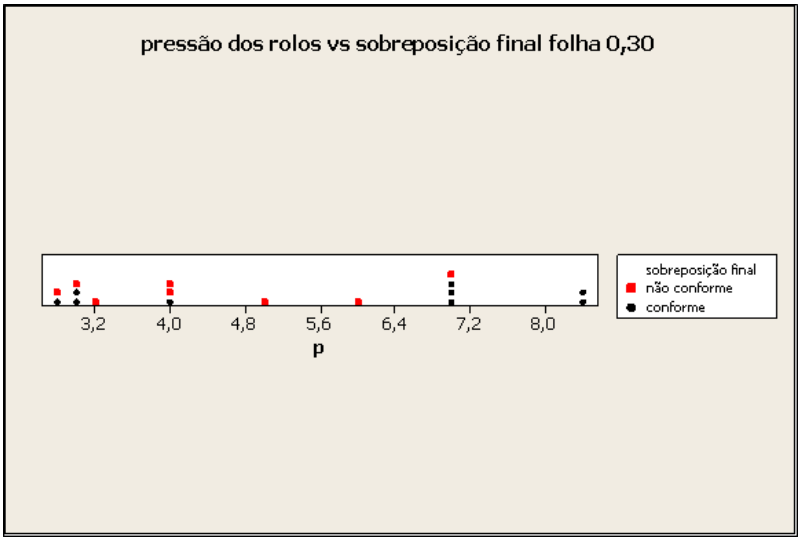


Gráfico 7 – Resultados do controlo da sobreposição final para folha 0,30

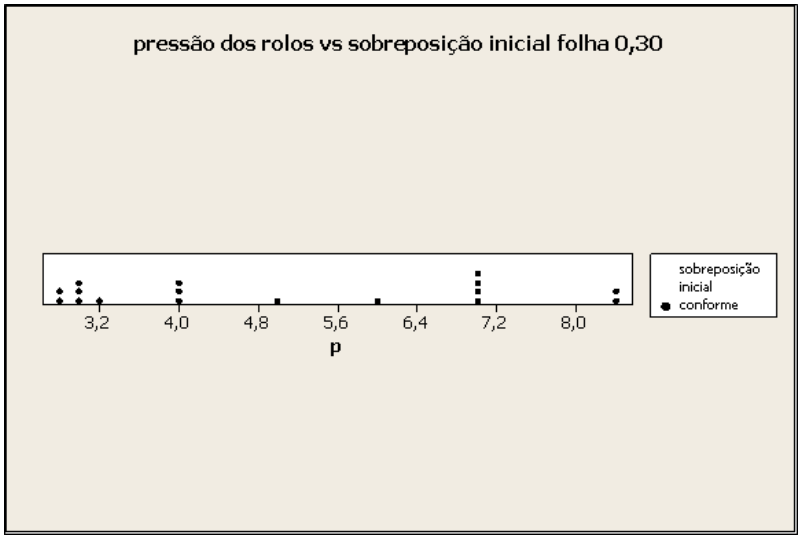


Gráfico 8 - Resultados do controlo da sobreposição inicial para folha 0,30

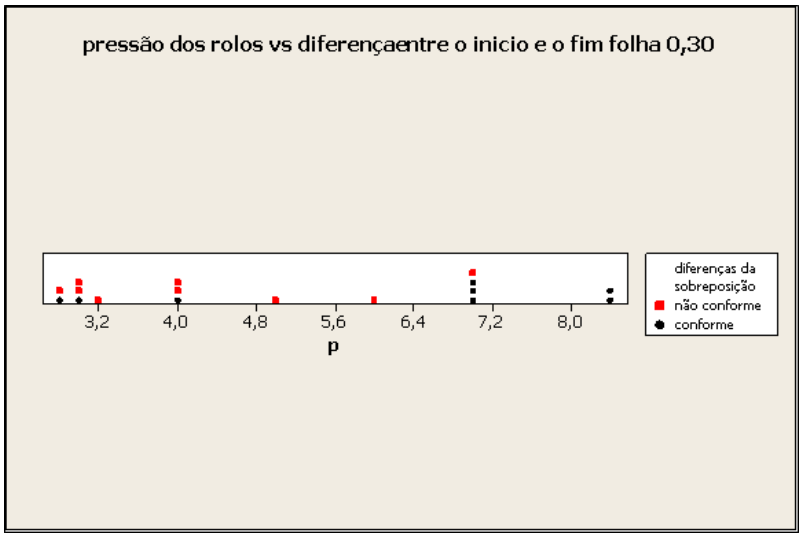


Gráfico 9 - Resultados do controlo da variação da sobreposição entre o início e o fim para folha 0,30

Como se pode observar na Tabela 13, o fator crítico na parametrização da sobreposição, para a folha 0,30 mm, é a sobreposição final. Apesar de existirem observações com boas sobreposições finais, operando com pressões da ferramenta de calibração baixas, verifica-se que, à medida que a pressão aumenta, dá-se um aumento da sobreposição final, sendo que, a partir do valor de 7 Bar, os controlos aparecem conforme. No entanto, existe um registro não conforme. Assim sendo, define-se o valor de 7 Bar o limite inferior para a pressão dos rolos de soldadura.

O limite superior do intervalo estará definido nos 8,4 Bar de pressão.

Fixa-se como valor nominal o valor de 8 Bar de pressão, valor situado a dois terços do intervalo, de forma a garantir que se evite a tendência do aparecimento de não conformidades, sendo possível afinar a sobreposição entre o intervalo da 7 e 8,4 Bar de pressão.

É de notar que para este parâmetro do processo a amostra é pequena e há poucas observações no intervalo definido. Neste caso, torna-se impreterível que se realize o acompanhamento por parte da produção para proceder à validação deste parâmetro.

4.5.2 *Parametrização da Ferramenta de Calibração para Folha 0,38 mm*

De seguida são apresentados os resultados dos testes de controlo efetuados na folha 0,38 mm.

Tabela 14 – Registro das medições da sobreposição para a folha 0,38 mm

pressão da ferramen	sobreposição inicial	sobreposição final	variação da sobreposição entre o início e o fim
2	1,2	1	0,2
2	1,2	0,9	0,3
2,2	1	0,9	0,1
2,2	1	0,8	0,2
2,8	0,9	0,9	0
2,8	0,9	0,9	0
3	0,9	0,9	0
3	0,9	0,9	0
3	0,9	0,9	0
3	1	1	0
3	0,9	0,9	0
3	1	0,9	0,1
3	1	0,8	0,2
3	1,1	0,9	0,2
3	1,1	1	0,1
3	1	0,9	0,1
3	1	0,9	0,1
3,4	1	0,9	0,1
3,4	1	0,9	0,1
3,4	1	0,9	0,1
3,4	1	0,9	0,1
3,4	1,1	1	0,1
4	1	0,9	0,1

Na tabela as células a vermelho indicam medições não conformes.

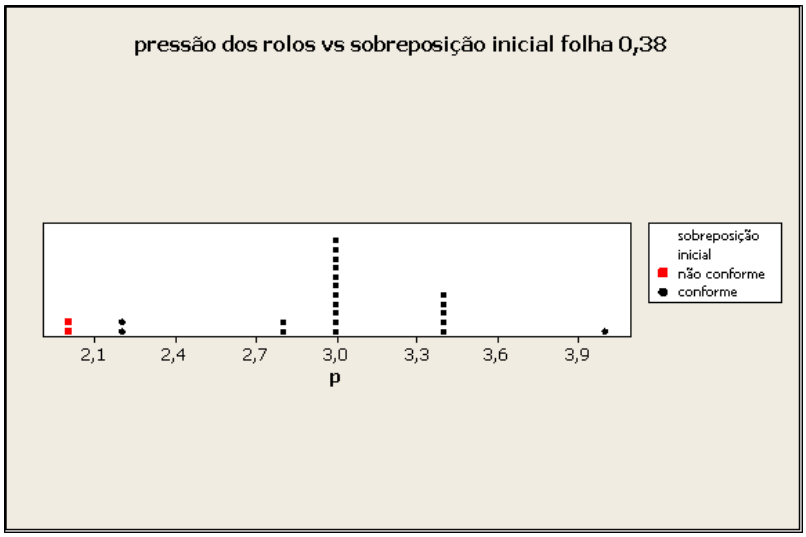


Gráfico 10 - Resultados do controlo da sobreposição final para folha 0,38

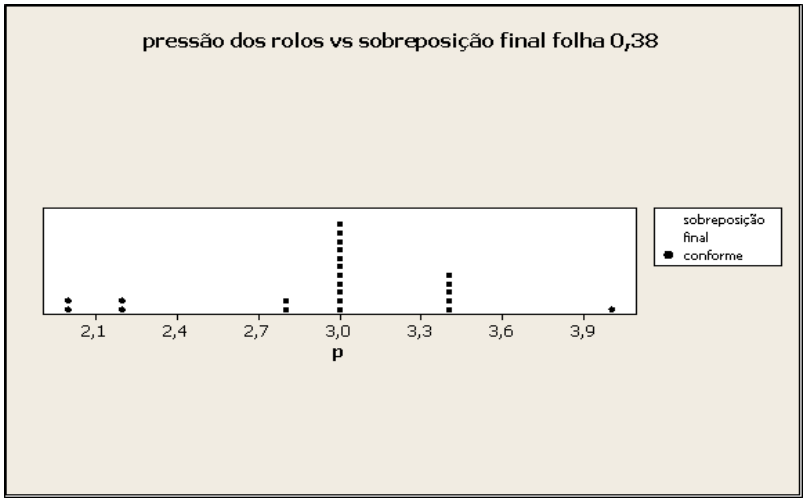


Gráfico 11 - Resultados do controlo da sobreposição final para folha 0,38

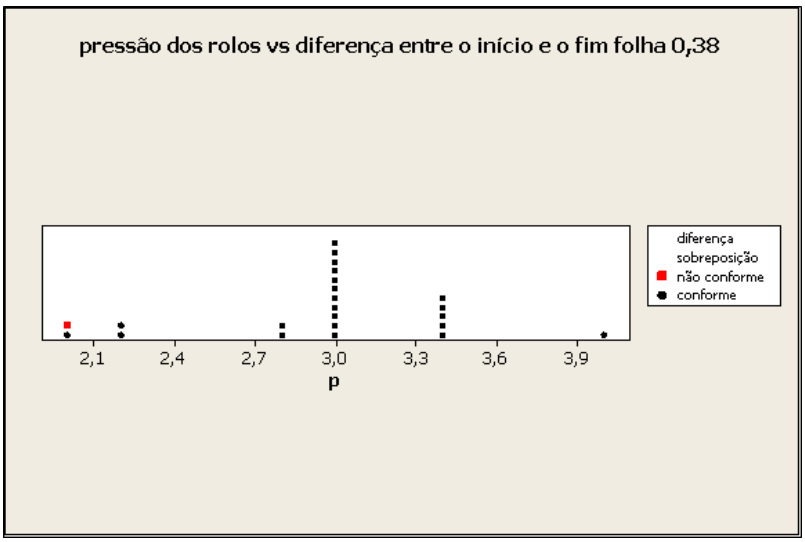


Gráfico 12 - Resultados do controlo da variação da sobreposição entre o início e o fim para folha 0,38

Como se pode concluir, através da análise das não conformidades registadas para os testes de controlo verifica-se que, para valores de pressão entre os 2.2 Bar e os 4 Bar, todos os controlos são conformes. Assim sendo, define-se como valor nominal a pressão de 3 Bar, uma vez que é a pressão para a qual existem mais observações do tipo conforme. Define-se também um intervalo de trabalho as pressões entre os 2.2 e os 4 bar de pressão.

4.6 Parametrização da Pressão de Soldadura

A pressão da soldadura é uma das variáveis que intervêm na soldadura. O equipamento permite ajustar pressões de soldadura entre os 65 e 45 daN.

A pressão de soldadura e a corrente elétrica funcionam como um binómio na energia que é transmitida à junta para promover a fusão do material.

A pressão de soldadura deve ser tal que permita uma espessura do cordão entre os 140 e 160 % da espessura nominal da chapa.

O estudo dos valores de trabalho para as pressões de soldadura já foi desenvolvido na empresa e encontra-se bem estabelecido nos procedimentos de parametrização, efetuados pelos operadores do equipamento. Por outro lado, a afinação permitida pelo ajuste da pressão de soldadura apresenta-se grosseira. No anexo F pode-se consultar a forma de ajuste da pressão de soldadura.

De seguida apresentam-se os valores da pressão de soldadura definidos.

A pressão de soldadura para a folha 0,38 é de 60 daN.

A pressão de soldadura para a folha 0,30 é de 55 daN.

4.7 Parametrização da Corrente de Soldadura

A corrente elétrica necessária para promover a soldadura é função da pressão de soldadura e da sobreposição. Nesta fase de análise do problema, já se encontram parametrizadas os valores da pressão de soldadura e da sobreposição. Assim sendo, só há necessidade de ajustar o valor da corrente de soldadura.

Segundo o fabricante a corrente de soldadura deve ser determinada tendo por base o teste de arranque e o controlo visual. No controlo visual o ponto a ter em atenção é o aparecimento de chispa no cordão.

O limite inferior da corrente de soldadura é definido pelo valor da corrente em que, no teste de arranque, o cordão parte.

O limite superior da corrente é definido pelo aparecimento de chispa no cordão de soldadura.

O valor da soldadura deve ser definido a 2/3 desse intervalo.

Para realizar esta análise efetuou-se uma recolha de dados com o intuito de avaliar os valores da corrente para a soldadura. A recolha de dados foi realizada durante produções.

Designação do registo utilizada no teste de arranque:

- Conforme – testes de controlo em que o cordão não parte
- Não conforme – testes de controlo em que o cordão parte

Designação do registo utilizada no controlo visual de chispa com salpicos:

- Conforme – controlos em que não se verificavam salpicos nem rugosidade no cordão

- Conforme rugoso – controlos em que não se verificam o aparecimento de salpicos mas que o cordão apresenta rugosidade
- Não conforme – controlos em que se verifica o aparecimento de salpicos

O grupo de avaliação Conforme rugoso é um subgrupo dos controlos conformes criado apenas com o intuito de promover uma diferenciação do aspeto visual.

Nas Figuras 8, 9 e 10 apresenta-se um cordão conforme, um conforme rugoso e um não conforme com salpicos.

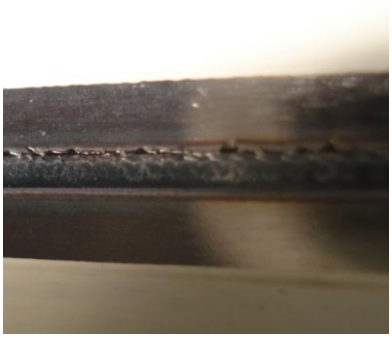


Figura 10 - Cordão conforme rugoso

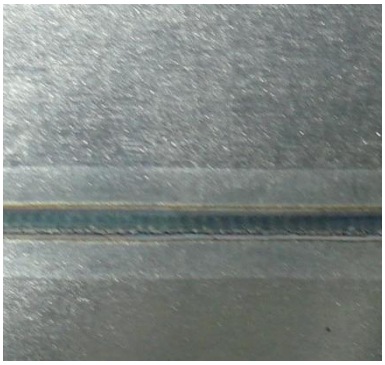


Figura 9 - Cordão conforme

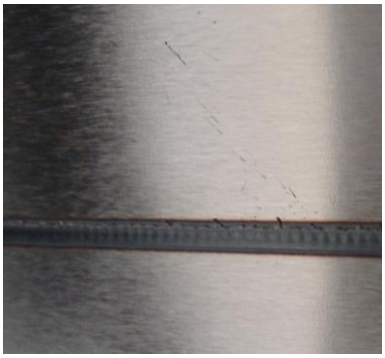


Figura 8 - Cordão com salpicos

4.7.1 *Determinação da Corrente para a Folha 0,38*

De seguida é apresentado o resumo dos resultados obtidos para o teste de arranque.

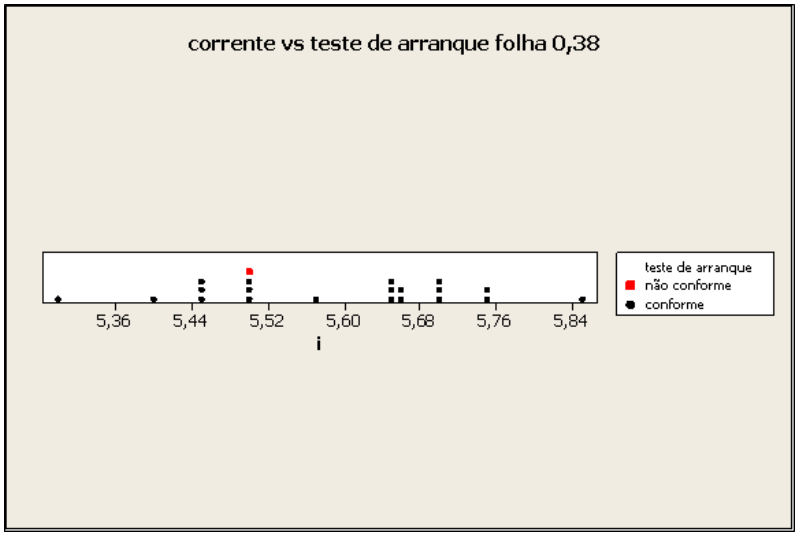


Gráfico 13 – Resultados do teste de arranque em função da corrente de soldadura de folha 0,38 mm

Como se pode observar no gráfico, no teste de arranque houve um ensaio no qual se deu a rotura do cordão. A rotura deu-se para o valor do ajuste da corrente 5,50.

De seguida apresenta-se o resultado do controlo visual para o aparecimento de chispa no cordão.

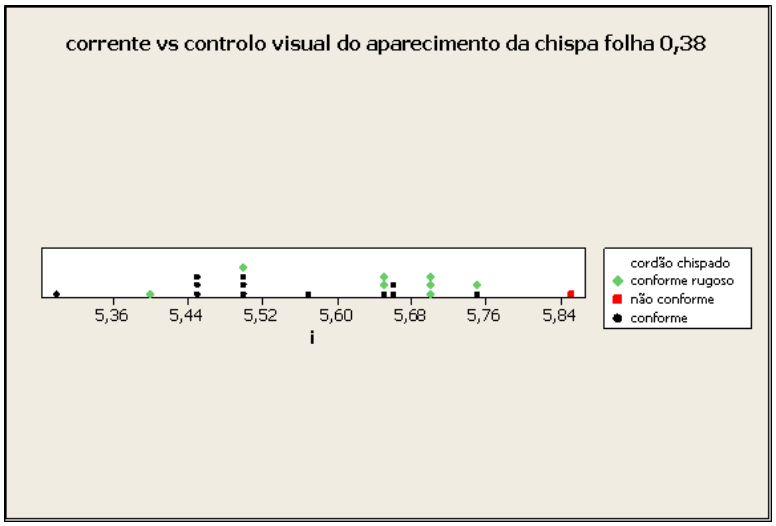


Gráfico 14 – Resultado do controlo visual do aparecimento de chispa de folha 0,38 mm

Como se pode observar, verifica-se que o aparecimento de soldadura não conforme processa-se para o ajuste de corrente 5,85.

A partir dos dados pode concluir-se que a corrente de soldadura não deve exceder o valor 5,85, uma vez que se detetou não conformidade no controlo visual do aparecimento de chispa. Por outro lado, o valor mínimo para a corrente de soldadura não deve baixar do valor de 5,50, uma vez que se verificou não conformidade no teste de arranque.

Assim sendo, define-se como valor nominal para a corrente de soldadura o valor de 5,67 (dois terços do intervalo entre 5,50 e 5,85).

Como é possível observar, os resultados são heterogéneos. Pelo que a correta parametrização da corrente de soldadura estará sempre dependente dos resultados dos testes de controlo por parte do operador. Com o intuito de facilitar a fase de afinação da corrente, define-se um intervalo no qual o operador pode ajustar a corrente sem correr o risco de comprometer a qualidade do cordão. Define-se assim um intervalo para a corrente de soldadura entre os 5,55 e os 5,75, intervalo no qual não se verificam não conformidades no cordão de soldadura.

4.7.2 *Determinação da Corrente para Folha 0,30 mm*

De seguida apresenta-se o resultado dos testes de controlo para soldaduras em folha fina.

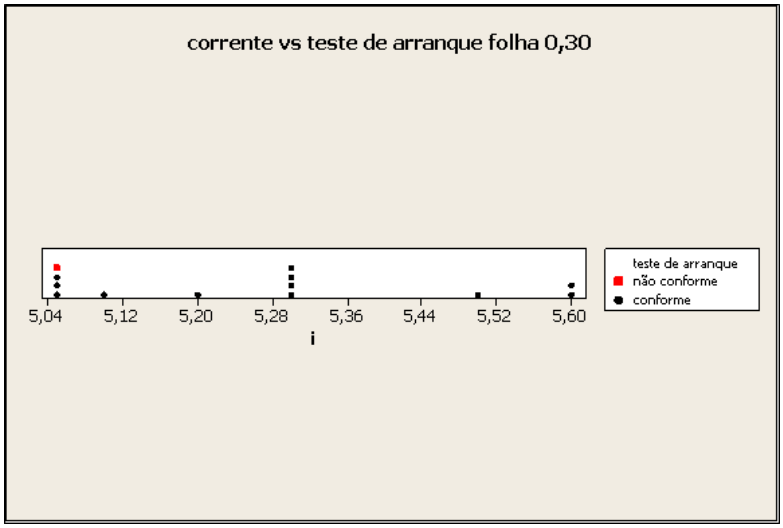


Gráfico 15 - Resultados do teste de arranque em função da corrente de soldadura em folha 0.30 mm

Como é possível observar no gráfico, verifica-se que o valor em que o teste de arranque obtém o resultado não conforme surge no valor de 5,05.

De seguida apresenta-se o resultado do controlo visual para o aparecimento de chispa no cordão.

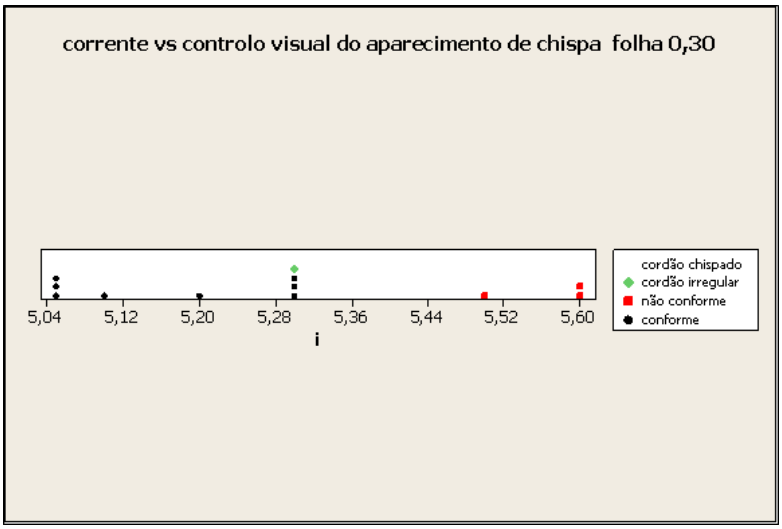


Gráfico 16 - Resultado do controlo visual do aparecimento de chispa de folha 0,30 mm

Através da análise, verifica-se que o início do aparecimento de não conformidade no cordão dá-se aos 5,50.

Define-se como a corrente nominal o valor que se encontra a dois terços do intervalo definido entre 5,05 e 5,50. Assim sendo, o valor nominal da corrente é de 5,35.

Como já referido, a correta parametrização da corrente depende da conformidade dos testes de controlo realizados pelos operadores. Com o intuito de garantir um intervalo seguro para

trabalho, será definido um intervalo para o ajuste da corrente compreendido entre os valores de 5,10 e 5,30. Neste intervalo não se verificaram não conformidades.

4.8 Parametrização da Correção Inicial e Final da Corrente

Segundo o manual, o t1 e o t2 são intervalos de tempo no qual se processa o ajuste da corrente de soldadura.

Estes intervalos de tempo traduzem-se na embalagem, numa zona em que se processa a correção da corrente.

Os valores de t1 e t2 são função da cadência da máquina. Nesta linha as cadências estão definidas para os valores de 35 unidades por minuto. Este facto traduz-se em que, qualquer que seja o formato e a respetiva velocidade de soldadura, o tempo em que a embalagem demora a soldar é sempre a mesma. Assim sendo, teremos dois valores de ajuste de t1 e t2, um para cada cadência.

No que diz respeito ao ajuste da corrente $\Delta I1$ e $\Delta I2$ a experiência empírica da empresa fixou os valores de $\Delta I1$ e $\Delta I2$ nos valores abaixo descritos.

- $\Delta I1 = 7$
- $\Delta I2 = 8$

Assim, basta determinar os valores de t1 e t2 que permitam obter produto conforme.

A conformidade do ajuste da corrente é avaliada com base no controlo visual e no controlo da verificação inicial e final da soldadura.

No controlo visual, observa-se o efeito da soldadura no início e no final do corpo, sendo considerado não conformes cordões de soldadura que apresentem o início/fim do cordão sem soldadura.

No controlo de verificação do início/final da soldadura é considerado não conforme os cordões de soldadura que no controlo apresentem a soldadura fria, separação das duas faces do cordão. São consideradas conforme as soldaduras em que o cordão não se abre.

4.8.1 *Análise dos resultados obtidos nos controlos efetuados ao t2*

No Gráfico 17 apresentam-se os resultados para os controlos da verificação da soldadura no fim do corpo.

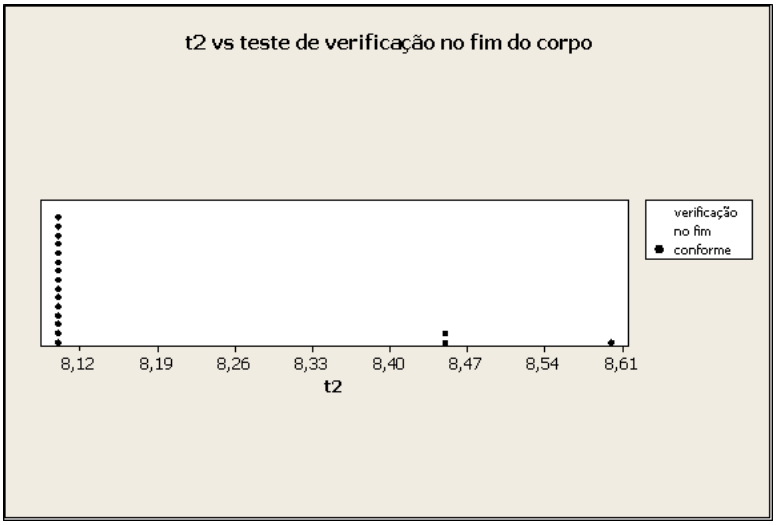


Gráfico 17 – Resultados dos controlos da verificação final

No Gráfico 18 apresenta-se os resultados dos controlos visuais de falta de soldadura no fim do corpo.

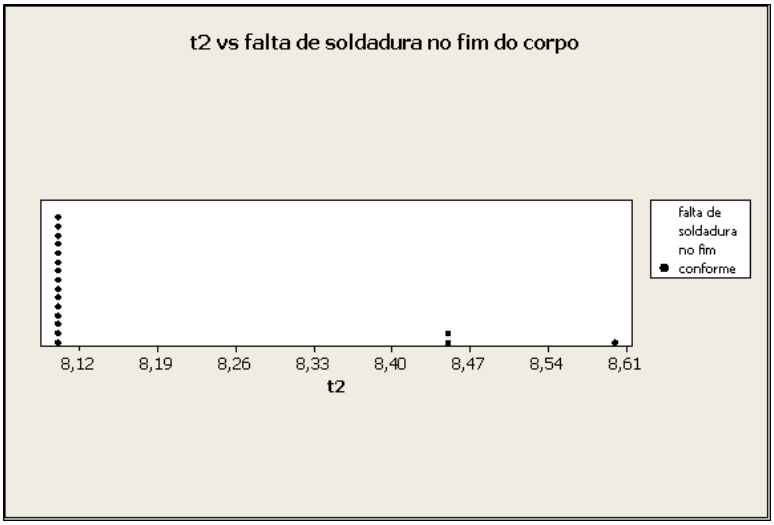


Gráfico 18 – Resultados dos controlos visual, final sem soldadura

Como se pode observar, não se verificaram não conformidades para os valores de trabalho utilizados. Assim sendo, define-se como aceitável o intervalo entre 8,10 e 8,60 para os valores de t2.

4.8.2 *Análise dos resultados obtidos nos controlos efetuados ao t1*

No Gráfico 19 apresentam-se os resultados para os controlos da verificação da soldadura no fim do corpo.

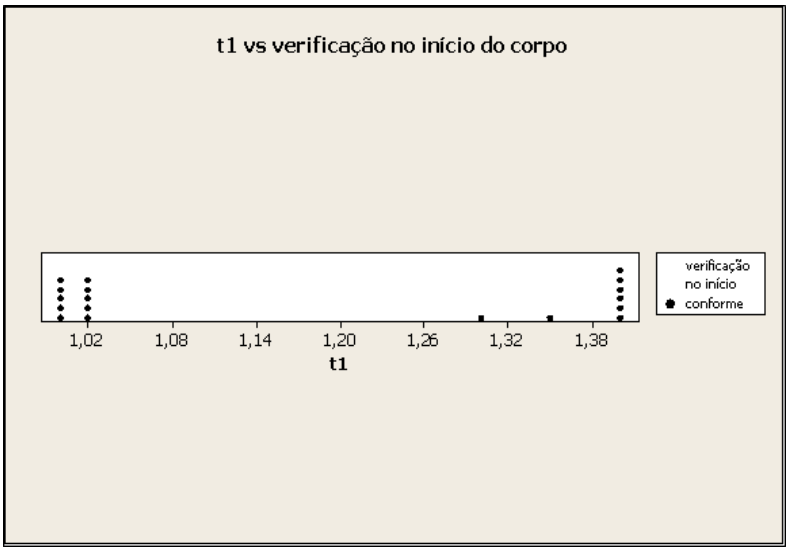


Gráfico 19 - Resultados dos controlos da verificação inicial

No Gráfico 20 apresenta-se os resultados dos controlos visuais de falta de soldadura no fim do corpo.

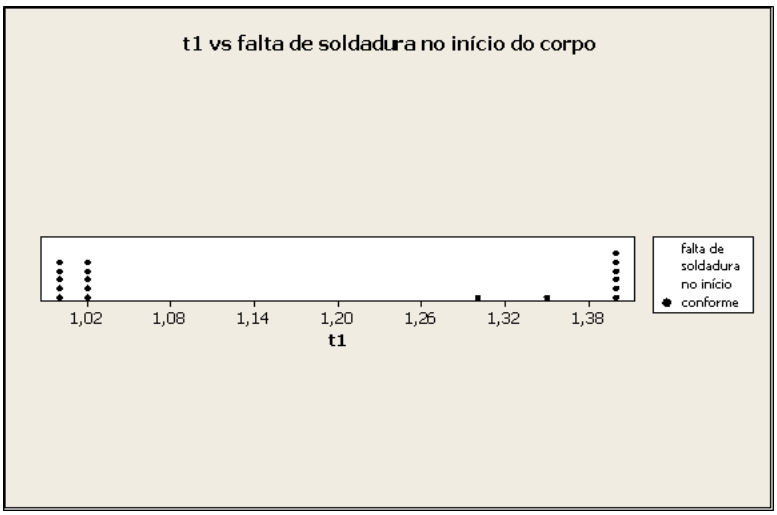


Gráfico 20 - Resultados dos controlos visual, início sem soldadura

Como se pode observar, não se verificaram não conformidades para os valores de trabalho utilizados. Assim sendo, define-se como aceitável o intervalo entre 1,00 a 1,40 para os valores de t1.

4.9 Plano de Inspeção e Ensaio

O plano de inspeção e ensaio é um documento elaborado pela qualidade da empresa, no qual constam os testes de qualidade que se devem realizar no arranque e decorrer de uma produção.

Neste plano existe o controlo da qualidade da soldadura, onde se efetuam os testes de qualidade referidos na Instrução de controlo da soldadura, contida no Anexo A. Estes testes são efetuados no arranque de uma nova ordem de trabalho e em cada mudança de Balote de folha. Realizam-se os testes a cada mudança de balote com o intuito de garantir que não haverá mudanças significativas nas variáveis externas. Caso se verifique a não conformidade em alguns dos controlos, os operadores poderão agir atempadamente sobre o processo, de forma a garantir a qualidade do produto. Após efetuar o ajuste do processo, o operador deverá efetuar os controlos definidos.

5 Validação do Processo de Soldadura no Caso de Estudo

A validação do processo de soldadura baseou-se em dois aspetos. O primeiro aspeto foi confirmar os pressupostos assumidos na determinação dos parâmetros do processo que dependem do formato. No que diz respeito às variáveis que dependem da espessura, a validação passa por verificar reprodutibilidade dos parâmetros definidos e a obtenção da conformidade nos controlos de qualidade.

5.1 Validação dos Parâmetros que Dependem do Formato

Após a determinação da velocidade da soldadura e modulada a corrente, procedeu-se à implementação dos parâmetros do processo que só dependem do formato no equipamento, com o intuito de avaliar a sua aplicabilidade. Na Figura 11 descreve-se o processo de avaliação dos parâmetros do processo definidos.

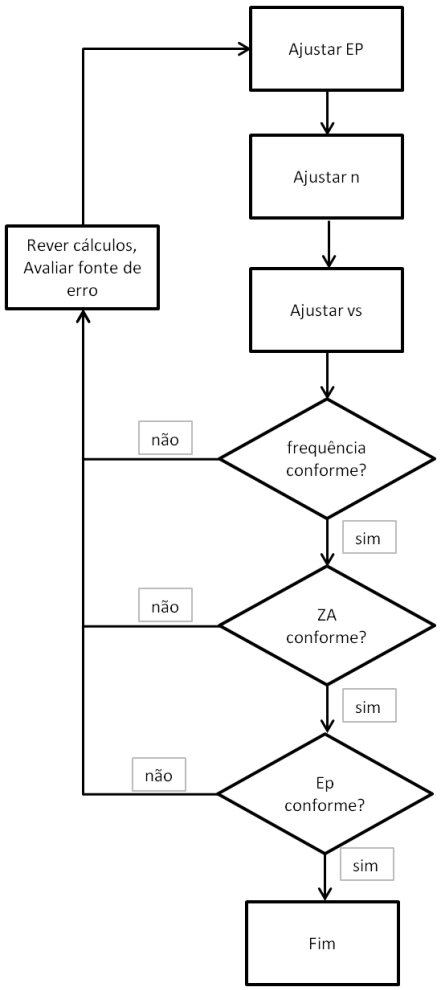


Figura 11 - Fluxograma do procedimento de validação das variáveis que dependem do formato

Na verificação do valor da frequência surgiu um desvio na aplicabilidade dos parâmetros definidos ao processo. Como indica o procedimento, reviram-se os cálculos à procura de erros e não foram detetadas erros de cálculo.

Ao analisar a dificuldade, procurando a origem, identificou-se um erro de leitura da velocidade de soldadura pelo equipamento. A leitura da velocidade é efetuada por um transdutor de presença que efetua a leitura num disco serrilhado acoplado ao sistema de perfilagem do arame. A fonte do erro de leitura consistia numa diferença entre o raio do disco, onde é feita a leitura, e o raio do disco acoplado, por onde passa o fio de cobre com velocidade tangencial vs. Detetada a fonte do erro, foi possível determinar a relação entre as velocidades calculadas e a velocidade que o equipamento lê. Esta relação foi possível pois ambos os discos giram com a mesma velocidade angular.

De seguida, apresenta-se a função que relaciona as velocidades de leitura com a velocidade calculada através das relações dos diâmetros dos fios de cobre.

vleitura = vcalculada* (rleitura/rfio)

Legenda:

- rfio – raio do disco onde passa o fio de cobre (m)
- rleitura – raio do dico onde é realizada a leitura da velocidade pelo equipamento (m)
- vcalculada – velocidade calculada através da equação do manual (m/min)
- vleitura – velocidade lida no mostrador do equipamento (m/min)

Uma vez determinada a fonte de erro, procedeu-se à transformação das velocidades calculadas para as velocidades de leitura do equipamento.

Na Tabela 15 apresentam-se os resultados obtidos.

Tabela 15 – Parâmetros do processo dependentes do formato

Formato TC 286 x	Cadência (un/min)	Velocidade de soldadura [Vs] (m/min)				Frequência de soldadura		Distância entre corpos no fio de cobre [ZA]
		Potenciometro		Display		Display		
		nominal	mín. máx.	nominal	mín. máx.	nominal	mín. máx.	
236	**35**	**4,17**	4,08 4,35	9,6	9,40 10,00	83	82 88	Ideal: **15** Intervalo admissível: 10 - 30
287	**35**	**4,92**	4,83 5,09	11,3	11,10 11,70	98	97 102	
300 (sem canal)	**35**	**5,09**	5,01 5,27	11,7	11,50 12,10	101	100 106	
300	**35**	**5,09**	5,05 5,27	11,7	11,60 12,10	102	101 106	
340	**35**	**5,71**	5,62 5,89	13,1	12,90 13,50	114	113 118	
370	**35**	**6,15**	6,11 6,33	14,1	14,00 14,50	123	122 127	
400	**35**	**6,59**	6,55 6,77	15,1	15,00 15,50	131	130 136	
450	**30**	**6,28**	6,24 6,42	14,4	14,30 14,70	125	124 129	
	35	**7,30**	7,25 7,47	16,7	16,60 17,10	146	144 150	
462	**30**	**6,42**	6,37 6,55	14,7	14,60 15,00	128	127 132	
	35	**7,47**	7,47 7,65	17,1	17,10 17,50	149	148 153	

Após corrigir o erro reiniciou-se o processo de validação das variáveis determinadas. Nesta segunda abordagem, a frequência de soldadura ajustava-se aos valores corrigidos.

De seguida avaliou-se a distância entre pontos através de medições na distância entre marcas de estanho no fio de cobre.

Para a validação do entre pontos de soldadura desenvolveu-se uma técnica de medição.

Através das observações efetuadas foi possível deduzir que a marca de estanho no fio de cobre possui as marcas dos pontos de soldadura. Recorrendo a uma lupa de ampliação de 8x e com uma graduação e 0,1 mm foi possível medir essas marcas e determinar o entre pontos de soldadura aplicado.

Nas Figuras 12 e 13 apresenta-se o aspeto da marca de estanho e a forma de medir o entre pontos de soldadura.

Figura 12 - Lupa de 8x ampliação

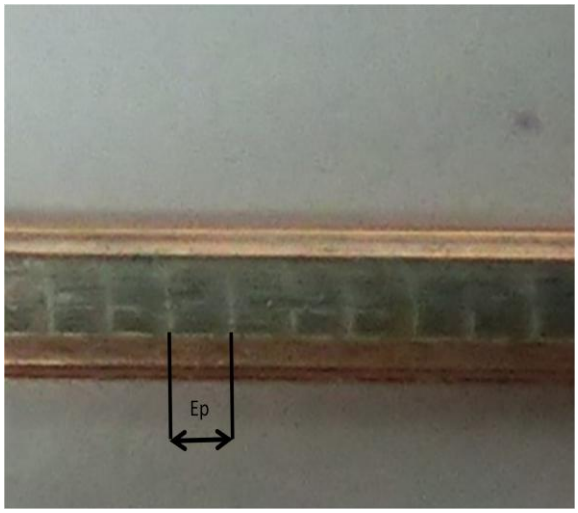


Figura 13 - Entre pontos no fio de cobre

Foram retiradas um conjunto de amostras nas quais foram efetuadas as medições. Todas as amostras retiradas tiveram uma medição de 1 mm.

De facto, verifica-se que o entre pontos de soldadura não sofre alteração e o seu valor é constantemente de 1mm.

Após garantir que a velocidade da soldadura se ajusta à frequência da corrente, que o entre pontos de soldadura é de 1mm e que o entre corpos se encontra dentro do intervalo definido, considera-se que as variáveis acima definidas estão validadas.

5.2 Validação dos Parâmetros que não Dependem do Formato

A parametrização deste conjunto de parâmetros teve por base as relações causa efeito dos testes de controlo com os parâmetros do processo. As amostras utilizadas para efetuar os testes de controlo são representativas das fontes de variabilidades da linha. Na amostragem efetuada há variações de:

- Fornecedores de folha
- Bobines

- Formato

A validação destes parâmetros baseia-se no princípio de reprodutibilidade. Isto é, deve verificar-se a conformidade dos controlos definidos para os parâmetros determinados.

5.3 Procedimento de Parametrização

Efetuadas as parametrizações do processo de soldadura há necessidade de reformular a forma como se efetua a parametrização, uma vez que, por um lado, a situação inicial induzia fontes de instabilidade e, por outro lado, os avanços conseguidos na parametrização da sobreposição, na definição dos valores nominais de trabalho e intervalos de confiança, asseguram uma parametrização normalizada e mais simples.

O Anexo C apresenta o procedimento de parametrização após o estudo do processo, definição dos parâmetros e o ajuste dos mesmos. É de salientar que o descrito não abrange todas as ações da preparação de uma nova ordem de produção, abrangendo apenas as etapas que dizem respeito à parametrização da soldadura. As restantes etapas estão incluídas nas instruções e fichas desenvolvidas divulgadas em anexos.

A proposta de parametrização da soldadura elimina as fontes de variação indesejadas, nomeadamente o entre pontos de soldadura, que passa a ser constante em todos os cordões de soldadura. Assegurou-se maior rigor no controlo desta, com a realização de um conjunto mais alargado de verificações em benefício da qualidade do produto.

Para suportar o novo processo de parametrização, foram elaborados documentos específicos da linha de produção, nos quais constam os novos parâmetros, bem como instruções de controlo de qualidade e de Setup do processo.

6 Descrição da Documentação Desenvolvida

6.1 Plano de Validação do Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas

O foco do projeto consistiu no desenvolvimento de um plano de validação do processo de soldadura em embalagens metálicas. O desenvolvimento do mesmo foi feito com base na experiência adquirida na validação do processo de soldadura, numa linha em atividade.

O plano de validação desenvolvido visa agrupar o conhecimento adquirido sobre o processo de soldadura, de forma a facilitar a implementação em outras linhas.

O plano de validação aborda as etapas que se devem seguir, no intuito de promover a validação do mesmo.

No decorrer do projeto, desenvolveu-se documentação específica sobre o processo, tendo como foco a linha em que se desenvolveu o caso do estudo. Esta documentação pode ser tomada como padrão a seguir em outros processos de soldadura. É de notar, que cabe aos futuros Gestores do plano de validação do processo, focarem-se e adaptarem as ferramentas desenvolvidas aos casos específicos, nomeadamente no que diz respeito às parametrizações em função das variáveis de trabalho e nas instruções de Setup.

6.1.1 *Descrição do Plano de Validação*

A aplicação do plano de validação visa envolver todas as áreas de responsabilidade na empresa. Cada uma destas áreas assume uma função na validação do processo de soldadura.

6.1.1.1 *Atores do Plano*

Para o desenvolvimento do plano de validação é necessária a participação e o compromisso de um conjunto de atores. De seguida apresentam-se os atores do processo e procede-se a uma breve descrição do seu papel no plano.

- O Gestor do plano – é a pessoa responsável pela aplicação e desenvolvimento do plano. Cabe-lhe a responsabilidade de garantir a correta execução das atividades do plano.

- Produção – engloba desde o *Production Manager* até os operadores do processo. Devem ter um papel muito ativo, pois apresentam-se como grandes conhecedores das singularidades do processo em causa. Devem acompanhar todas as atividades que se desenvolvam na linha.

- Manutenção – A manutenção tem a responsabilidade de garantir as corretas condições de operabilidade do equipamento. Devem também estar nas ações que exijam elevado

nível de conhecimento técnico, nomeadamente na afinação da ferramenta de calibração.

- Qualidade – tem como missão garantir a qualidade do produto. Devem dar o *feedback* das técnicas de controlo da qualidade utilizadas na linha, informação sobre a documentação da qualidade para o processo e descrever o histórico do registo de não conformidades associadas ao processo.

- Técnica – deve dar *feedback* das especificações técnicas e das variáveis externas ao processo.

- Engenharia – é responsável pela implementação dos equipamentos na fábrica. A engenharia possui documentação do equipamento relevante para o plano, nomeadamente, o manual do equipamento, procedimentos de trabalho, documentação sobre a ferramenta de calibração. Possuem facilidade de abordar o fabricante do equipamento para promover melhorias no mesmo.

- Engenharia de Processo – tem um elevado nível de compreensão do processo, das dificuldades e das lacunas do mesmo.

6.1.1.2 *Atividades do Pano de Validação*

As atividades são o conjunto de ações que são necessárias desenvolver com o intuito de validar o processo.

De seguida descrevem-se as atividades de forma sequencial, tal como apresentado no mapa do processo. Para cada atividade estão descritos os objetivos que cada uma deve atingir.

1. Reunião inicial – Esta atividade visa envolver todos os atores do Plano. Ao iniciar o plano com esta atividade, procura-se promover o compromisso de todos os atores do processo no objetivo de o validar. Nesta ação, o gestor do processo deve esclarecer os atores sobre quais as suas funções no plano e quais as informações que pretende obter.

2. Recolha de informação sobre o processo – Nesta atividade os atores da mesma devem recolher a informação necessária para a realização da validação. De seguida, aborda-se a informação que cada ator deve fornecer no final desta atividade.

    a. Produção – Deve resumir os aspetos críticos do processo e as principais dificuldades. Deve caracterizar o estado atual do processo, como se processa a parametrização, quais os níveis de sucata e principais não conformidades verificadas.

    b. Manutenção – Deve reunir o histórico dos trabalhos realizados nas manutenções preventivas e corretivas ao equipamento.

    c. Qualidade – Deve caracterizar o histórico de reclamações efetuadas pelos clientes associadas a soldadura. Deve reunir e fornecer os documentos de controlo de qualidade associados ao processo em validação.

d. Técnica – Cabe a este ator caracterizar as fontes de variação externas do processo, nomeadamente, os formatos e tipos de folha.

e. Engenharia – Deve fornecer documentação relevante do equipamento.

f. Engenharia de Processos – Deve fornecer, instruções de trabalho e parâmetros do processo.

3. Análise da Informação – Nesta fase deve-se analisar a informação recolhida e definir as fontes de variação do processo.

4. Conclusão sobre as variáveis do processo – Nesta fase deve-se caracterizar as fontes de variação e saber qual a variação previsível das variáveis.

5. Avaliação da correta condição de operabilidade – Deve fazer-se um controlo do equipamento e, se necessário, proceder a ações corretivas adequadas.

6. Definição das variáveis que dependem das variações do formato – No fim desta atividade deve-se ter determinado o conjunto de variáveis dependentes do formato.

7. Modulação da corrente de soldadura – A partir das variáveis definidas modular a corrente. No fim desta atividade devem estar definidas as frequências da corrente de soldadura em função do entre pontos de soldadura e da velocidade de soldadura, definidas previamente.

8. Validação dos cálculos – Nesta etapa deve-se avaliar a correção e aplicabilidade dos parâmetros definidos.

9. Afinação / parametrização da sobreposição – Durante esta etapa deve-se avaliar a correção da ferramenta de calibração e proceder à calibração da mesma, caso se justifique. Após obter garantias do correto estado da ferramenta, deve-se iniciar o estudo para promover as parametrizações da mesma. De seguida, é necessário ter garantias de que a ferramenta se encontra em boas condições de trabalho e deve-se ter obtido a parametrização da ferramenta em função das variáveis externas.

10. Determinação das correntes de soldadura – Esta ação visa promover a parametrização da corrente de soldadura necessária para a obtenção de produto conforme. As parametrizações obtidas deverão ser em função das variáveis de material.

11. Monitorização do correto ajuste das variáveis definidas – Nesta etapa deve-se avaliar a reprodutibilidade dos parâmetros definidos. Ou seja, deve realizar-se o controlo do produto, utilizando as variáveis definidas, e não devem ser verificadas não conformidades.

12. Afinação dos valores definidos – Após a monitorização pode proceder-se a afinações nos valores definidos.

13. Elaboração da documentação do processo – Durante esta ação deve ser elaborada a documentação específica do processo. A documentação a elaborar consiste em:
    a. Ficha de Parâmetros do processo
    b. Instrução de setup
    c. Instrução de controlo da soldadura
    d. Ficha de controlo da soldadura.

14. Validação da documentação – Os atores da ação devem validar a documentação desenvolvida.

15. Reunião final – Esta ação conclui o processo. Deve-se fazer um resumo das conclusões obtidas e apresentação de sugestões de melhoria.

Com o intuito de simplificar a compreensão do processo criado, procedeu-se ao mapeamento deste. No mapa do processo de validação constam os cronogramas sugeridos para o decurso das ações. Consultar o mapa do processo do Plano de Validação do Processo de Soldadura em embalagens Metálicas no Anexo D.

6.2 Instrução de Controlo da Soldadura

Na instrução de controlo de soldadura são descritos os procedimentos que o operador deve tomar de forma a realizar os controlos de forma adequada.

Para cada controlo da soldadura existe uma chamada de atenção que demonstra graficamente a diferença de aspeto dos controlos conformes dos controlos não conformes.

Consultar instrução no Anexo A.

6.3 Ficha de Controlo de Soldadura

A ficha de controlo de soldadura é um documento que aborda apenas o resultado dos controlos. Este documento visa ser de rápida e fácil leitura e a sua utilização serve para diferenciar os resultados dos testes de controlo.

Consultar ficha no Anexo B.

6.4 Ficha de Parâmetros do Processo

A ficha de parâmetros do processo resume a informação dos parâmetros do processo.

A ficha estrutura os parâmetros do processo em função das variáveis de entrada. O modo de leitura está estruturado em função da sequência de trabalhos a efetuar. No final de cada coluna existe uma descrição gráfica do tipo de ação que se deve desenvolver para proceder a afinação dos parâmetros. As ações são:

- Fixar – visa informar ao operador que não possui margem para a afinação do parâmetro
- Ajustar – indica ao operador que deve ajustar o parâmetro entre os valores definidos

- Verificar – é uma operação de controlo que indica ao operador que se deve verificar um determinado valor ou controlo.

A ficha de parâmetros do processo encontra-se no Anexo E.

6.5 Instrução de Setup

A instrução de setup visa habilitar os operadores do processo da correta ação sobre o equipamento, criando uma ferramenta de fácil leitura, na qual se abordam todos os trabalhos necessários a executar.

De seguida será apresentada uma página tipo da instrução. A restante instrução encontra-se em Anexo F.

Como se pode observar na instrução de setup, a página está dividida em duas zonas. Numa zona é apresentada uma demonstração gráfica da ação a tomar e na outra zona é feita uma descrição das ações a efetuar.

Neste documento consta no Anexo II uma instrução que resume as não conformidades da soldadura, apresentando uma causa possível e uma solução/ajuste do processo para a não conformidade.

7 Conclusões

No início do desenvolvimento do projeto verificou-se que o estado da arte do processo apresentava lacunas. Foi observável que não havia uma compreensão integrada deste, no que diz respeito às interações entre as variáveis externas e os parâmetros do processo. Paralelamente, verificou-se que a forma de parametrizar o processo era incorreta, já que acarretava variações despropositadas. Detetaram-se desvios intrínsecos ao equipamento que passavam desapercebidos. Foram corrigidos desvios na ferramenta de calibração derivados de más práticas na forma de trabalhar com a mesma. Todos estes fatores apresentaram-se num grande desafio para a realização do projeto.

A partir da validação do caso de estudo foi possível compreender as problemáticas associadas ao processo de soldadura em embalagens metálicas.

A relação das variáveis externas com os parâmetros do processo possibilitou correlacionar não conformidades com as causas das mesmas. Esta compreensão facilita apurar ações corretivas, tornando as ações dos operadores mais focadas na resolução rápida das não conformidades da soldadura.

Comprovou-se que é possível desenvolver intervalos admissíveis do processo que permitem, com um elevado grau de confiança, produzir produto conforme de forma sistemática. A obtenção dos parâmetros do processo permite diminuir a variabilidade e a exposição deste ao viés dos operadores.

Foi possível melhorar o processo de parametrização da soldadura, eliminando fontes indesejadas de variação, bem como incrementando os critérios de controlo e o rigor dos mesmos.

Desenvolveu-se uma nova metodologia de trabalho com a ferramenta de calibração, que visa a simplicidade do ajuste bem como a robustez na obtenção de sobreposições conformes. Conseguiu-se parametrizar o diâmetro da ferramenta de calibração através do ajuste da pressão dos rolos, ação que se traduz numa referência para os processos de soldadura na empresa.

Desenvolveram-se documentos que facultam aos operadores ferramentas consistentes, de simples leitura, para o correto trabalho com o equipamento e na correta forma de efetuar os controlos de qualidade da soldadura. Elaborou-se uma ficha de parâmetros do processo que agrupa os parâmetros em função das variáveis externas, permitindo parametrizações simples e objetivas. A documentação desenvolvida foi apresentada e explicada aos operadores durante ações de formação.

No que diz respeito ao processo abordado no caso de estudo, a impossibilidade de garantir a conformidade dos aspetos associados às variáveis de corte dificultam o trabalho. Uma vez que os parâmetros foram determinados com base em produto padrão, qualidade normal do corte, o

surgimento de folha a partir da qual não seja possível produzir produto conforme, utilizando os parâmetros definidos, torna-se um forte indício de que a folha não possui a qualidade de corte definida. No entanto, são conhecidas as consequências do surgimento de falta de conformidades associadas ao corte. Os operadores do processo foram consciencializados desta problemática.

O desenvolvimento do plano de validação do processo de soldadura em embalagens metálicas apresenta-se como uma ferramenta de guia na abordagem de validação do processo, que resume o conhecimento necessário para se proceder à validação. No plano consta o mapa do processo que se deve seguir, bem como os intervenientes em cada uma das atividades. Para as atividades que constam no documento são descritos os resultados pretendidos.

Na tabela 14 resumem-se as melhorias alcançadas com o projeto realizado.

Tabela 16 – Melhorias alcançadas

Aspetos	o quê?	como?	Evolução
Método de trabalho	Validação processo	Plano de Validação	Estado da arte
	Procedimento de afinação	Instruções de trabalho	Homogeneização das ações
	Ações de controlo		Aumento do rigor
Parâmetros do processo	Ajustes dos parâmetros do processo em função das variáveis de entrada	Definição dos valores admissiveis em função das variáveis do processo	Diminuição da sucata
			Melhoria da qualidade do produto
			Diminuição da variabilidade do processo
			Diminuição seguida de estabilização do consumo de fio de cobre
			Diminuição do tempo de Setup
Resolução de problemas	Encravamentos	Calibração da ferramenta de calibração	Simplicidade e eficácia na parametrização da sobreposição
			Diminuição da sucata
	Forma do corpo		Correção da forma da embalagem
	Erros de leitura da vs	Correção dos valores determinados	Rigor nos parâmetros

7.1 Sugestões de Melhoria.

A falta de garantia de qualidade, associada às características do corte secundário, apresenta-se como um aspeto crítico no processo de soldadura abordado no caso de estudo. Desta forma, aconselha-se o desenvolvimento das ferramentas necessárias para promover o controlo da qualidade do corte, de maneira a remover uma fonte de variação desnecessária.

É necessário promover o acompanhamento das produções de forma a avaliar a correção dos parâmetros definidos. Neste acompanhamento deve-se registar os parâmetros do processo e o resultado dos controlos de qualidade. Esta avaliação visa reforçar a confiança nos intervalos definidos bem como ajustar possíveis desvios observados.

Com o intuito de avaliar a aplicabilidade do plano elaborado, sugere-se que se promova a aplicação do mesmo noutros processos de soldadura em embalagens metálicas.

8 Referências

Csn, http://csna0006.csn.com.br/portal/page?_pageid=456,172834&_dad=portal&_schema=PORTAL ultima visualização janeiro de 2012.

European Committee for Standardization, Norma EN 10202, March 2001.

FDA (2011), "Guidance for Industry, Process Validation and Practices", último acesso: Janeiro 2012, http://www.fda.gov/downloads/Drugs/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/Guidances/UCM070336.pdf

Jacobs, F. Robert, Chase, Richard B., Aquilano, Nicholas J. (2009), "Operation and Supply Management", McGraw-Hill/Irvin, New York.

Manual Soudronic, PMB 101/102

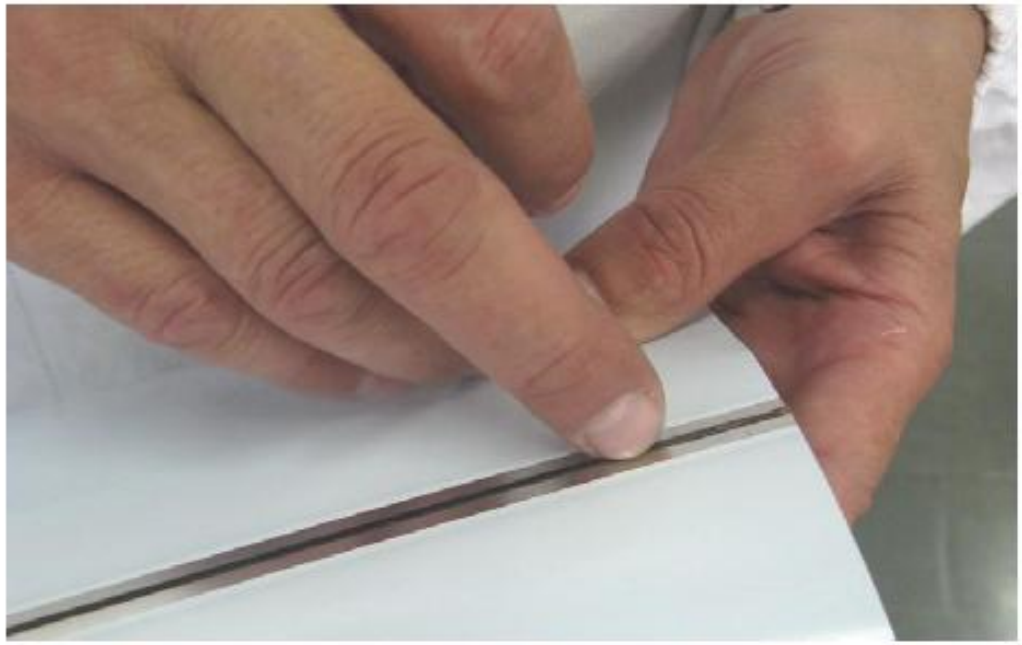
ANEXO A: Instrução de Controlo – Controlar a Soldadura

colep

Instrução de Controlo

Q21.I160.1

Controlar a Soldadura



Histórico de Edições

Nº Edição	Data	Descrição da Alteração
1	11-11-2011	Edição Inicial

Estrutura do Documento

Nº Operação	Páginas	Título	Responsabilidade
1	2 -5	Medição da sobreposição	Operador
2	6 - 8	Controlo Visual	Operador
3	9 - 12	Prova de arrancamento	Operador
4	13 - 14	Verif. Início e final de soldadura	Operador

Anexos

Ordem de execução/leitura deste documento

Realizar as 4 operações na sequência em que aparecem

A alteração deste afecta os seguintes documentos

Código	Nome
Q21.L572	Controlo da soldadura

Este documento faz referência aos seguintes documentos

Código	Nome
Q21.I135	Realizar Amostragens
Q21.I136	Preencher Boletim de Não Conformidade

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2

1/14

colep

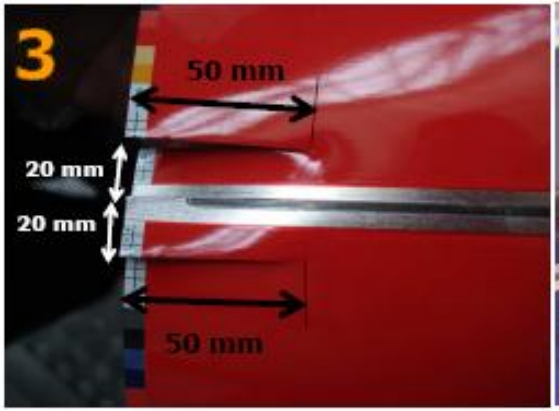
Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Operação nº 01 **Medição da sobreposição**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
1	Na consola da máquina de soldar rodar o botão de seleção da função de corrente para a posição de medir sobreposição (como demostra a figura 1). De seguida coloque o potênciometro t_1 na posição 1,70 e o potênciometro t_2 na posição 8,10.
2	Soldar 1 embalagem ,verificar a existência de um afastamento entre o inicio/final da soldadura e o inicio/final do corpo (o corpo para medir a sobreposição deve ter o aspeto como o apresentado na figura 3).
3	Cortar a uma distância aproximada a 10mm ao lado da soldadura e paralelo a ela por aproximadamente 50mm; em ambos os lados no início e fim da embalagem
4	Dobrar a parte cortada 90°

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 2/14

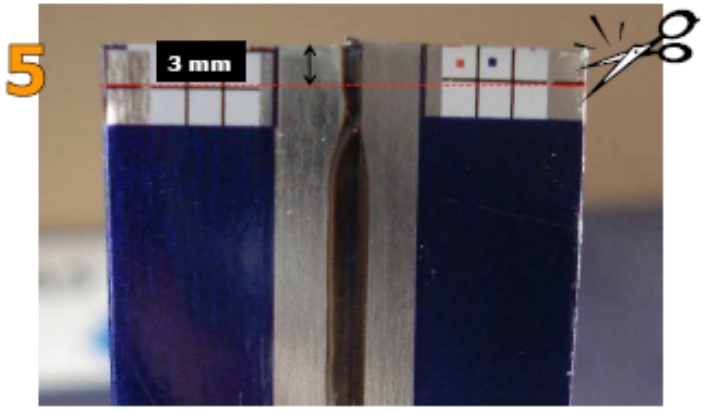
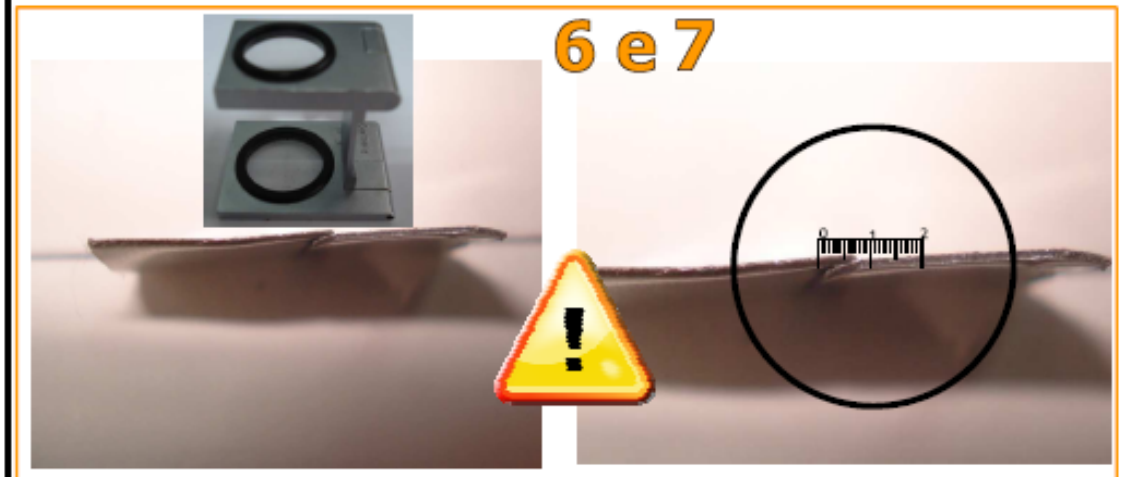
colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Operação nº 01 **Medição da sobreposição**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas	Fase	Descrição
	5	Cortar a parte dobrada a 3 mm do início/fim da embalagem Nota: O corte deve deixar ainda uma zona não soldada para análise
	6	Com a lupa graduada (escala mínima 0,1 mm) verificar o valor da sobreposição no início da soldadura Nota: as faces devem estar paralelas e sobrepostas
	7	Com a lupa graduada (escala mínima 0,1 mm) verificar o valor da sobreposição no fim da soldadura Nota: as faces devem estar paralelas e sobrepostas

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

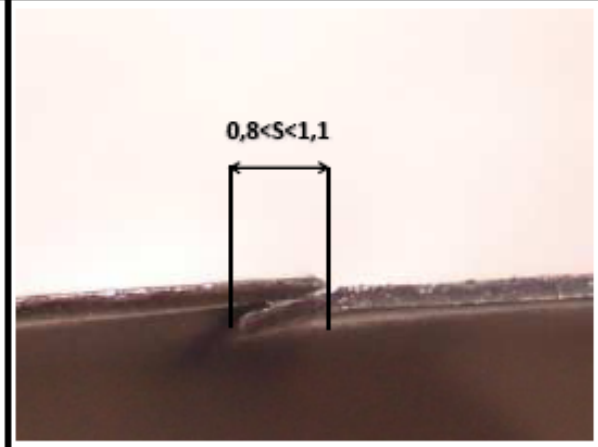
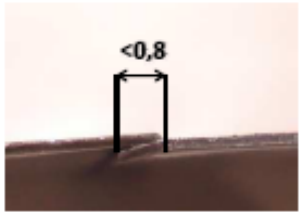
Q21.M073.2 3/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Chamada de Atenção **Operação crítica para o processo ou produto** Operação 1 Fases 6 e 7

Resultado	Descrição	Foto / Figura /Esquema	Ações
Conforme (C)	Sobreposição entre 0,8 - 1,1 mm e variação entre início e fim menor que 0,2mm (Nota: válido para régua Z=0,8 mm)		Continuar produção
Não Conforme (NC)	Sobreposição < 0,8 mm ou Sobreposição > 1,1 mm ou variação entre início e fim > 0,2mm (Nota: válido para régua Z=0,8 mm)	 	**1.** Parar produção **2.** Abrir BNC - preencher de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I136 **3.** Verificar material produzido previamente, de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I135 **4.** Analisar a causa origem da não conformidade e agir/corrigir o problema de acordo com a respectiva Instrução de Trabalho (Instruções de Operação ou de Setup)

Elaborado por: António Scarfone		Aprovado por: Ana Daniela Santo	**Âmbito de Aplicação:**
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee		Data: 05-09-2011 Quality GL Manager	Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 5/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Operação nº 02 **Controlo Visual**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
1	Recolher as amostras requeridas pelo Plano de inspeção e Ensaio, após a máquina de soldar
2	Observar a zona/ área de soldadura interior e exterior
3	Registar os resultados no mapa de produção

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.H073.2 6/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Chamada de Atenção **Operação crítica para o processo ou produto** Operação 2 Fase 2

Resultado	Descrição	Foto / Figura /Esquema	Ações
Conforme (C)	Cordão exterior homogenéo e sem chispas		Continuar produção
	Cordão interior homogenéo, sem chispas e com distância entre pontos de soldadura constante		
Não Conforme (NC)	Consultar página 7		**1.** Parar produção **2.** Abrir BNC - preencher de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I136 **3.** Verificar material produzido previamente, de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I135 **4.** Analisar a causa origem da não conformidade e agir/corrigir o problema de acordo com a respectiva Instrução de Trabalho (Instruções de Operação ou de Setup)

Elaborado por:	António Scarfone	Aprovado por:	Ana Daniela Santo	**Âmbito de Aplicação:**
Data: 11-11-2011	Process Engineering Trainee	Data: 11-11-2011	Quality GL Manager	Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 7/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Chamada de Atenção **Operação crítica para o processo ou produto** Operação 2 Fase 2

Não Conforme (NC)

Tipo de defeito	Imagem	Tipo de defeito	Imagem
Soldadura chispada do lado exterior		Perfuração	
Soldadura chispada do lado interior com salpicos na folha		Descontinuidade	
Soldadura aberta no inicio ou fim		Desfasamento	

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 8/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Operação nº 03 **Prova de arrancamento**

Responsável de execução: Operador

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
1	Retirar as virolas de acordo com o requerido no Plano de Inspeção e Ensaio
2	Com a ajuda de um alicate de corte ou uma tesoura, efetuar um entalhe em ambos os lados do cordão de soldadura
3	Dobrar a zona entalhada
4	Com a ajuda de um alicate, arrancar o cordão de soldadura uniformemente

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 9/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Operação nº 03 **Prova de arrancamento**

Responsável de execução: Operador

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
5	Dobrar o cordão 3 vezes num ponto alternando o sentido
6	Torcer o cordão 3 vezes
7	Repetir a operação 5 e 6 no inicio, meio e fim do cordão
8	Efetuar desde fase 2 até 7, para as restantes virolas
9	Registar o resulatdo do teste no mapa de produção

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

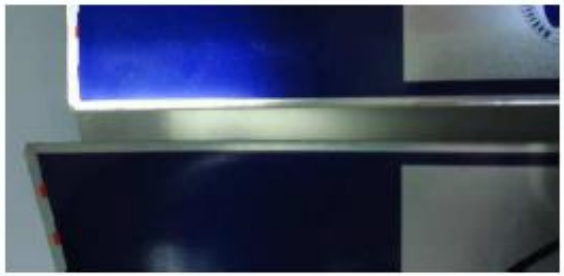
Q21.M073.2 10/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Chamada de Atenção **Operação crítica para o processo ou produto** Operação 3 Fase 4

Resultado	Descrição	Foto / Figura /Esquema	Ações
Conforme (C)	Cordão solta-se facilmente do metal sem rebentar ou deixar escamas		Continuar produção
Não Conforme (NC)	O cordão solta-se deixando algumas escamas		**1.** Parar produção **2.** Abrir BNC - preencher de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I136 **3.** Verificar material produzido previamente, de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I135 **4.** Analisar a causa origem da não conformidade e agir/corrigir o problema de acordo com a respectiva Instrução de Trabalho (Instruções de Operação ou de Setup)
	O cordão rebenta		

Elaborado por:	António Scarfone	Aprovado por:	Ana Daniela Santo	**Âmbito de Aplicação:**
Data: 11-11-2011	Process Engineering Trainee	Data: 11-11-2011	Quality GL Manager	Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 11/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Chamada de Atenção **Operação crítica para o processo ou produto** Operação 3 Fases 5 e 6

Resultado	Descrição	Foto / Figura /Esquema	Ações
Conforme (C)	O cordão não parte		Continuar produção
Não Conforme (NC)	O cordão parte		**1.** Parar produção **2.** Abrir BNC - preencher de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I136 **3.** Verificar material produzido previamente, de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I135 **4.** Analisar a causa origem da não conformidade e agir/corrigir o problema de acordo com a respectiva Instrução de Trabalho (Instruções de Operação ou de Setup)

Elaborado por: António Scarfone — Aprovado por: Ana Daniela Santo — **Âmbito de Aplicação:**

Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee — Data: 11-11-2011 Quality GL Manager — Linha 23 - GL2

Q21.H073.2 1/1

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

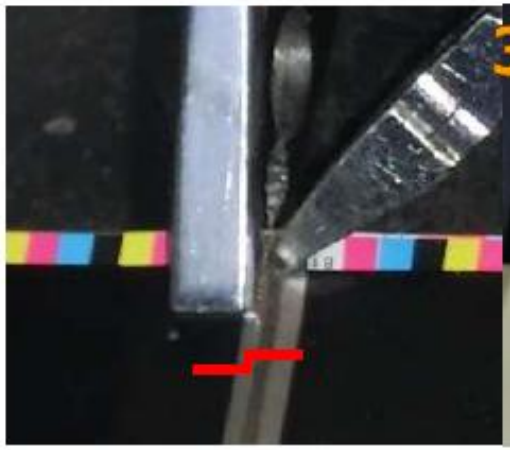
Controlar a Soldadura

Operação nº 04 **Verificação do inicio e final de soldadura**

Responsável de execução: Operador

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
1	Retirar as virolas de acordo com o requerido no Plano de Inspeção e Ensaio
2	Com o auxílio da unha, verificar de que ladao está o resalto. O resalto indica a zona sobreposta da soldadura.
3	Com o alicate de corte segurar o cordão de soldadura pela parte sobreposta e torcer no sentido do cordão Deve recorrer a um alicate para ajudar a fixar a folha como demostra a figura 3
4	Analisar visualmente o inicio e o fim da soldadura
5	Registar o resultado do teste no mapa de produção

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Ana Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality GL Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 13/14

colep

Instrução de Controlo **Q21.I160.1**

Controlar a Soldadura

Chamada de Atenção **Operação crítica para o processo ou produto** Operação 4 Fases 3 e 4

Resultado	Descrição	Foto / Figura /Esquema	Ações
Conforme (C)	A soldadura não descola. O rasgão da-se fora do cordão.		Continuar produção
Não Conforme (NC)	Solda a descolar		**1.** Parar produção **2.** Abrir BNC - preencher de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I136 **3.** Verificar material produzido previamente, de acordo com Instrução de Trabalho Q21.I135 **4.** Analisar a causa origem da não conformidade e agir/corrigir o problema de acordo com a respectiva Instrução de Trabalho (Instruções de Operação ou de Setup)

Elaborado por: António Scarfone	Aprovado por: Ana Daniela Santo	**Âmbito de Aplicação:**
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee	Data: 11-11-2011 Quality GL Manager	Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 14/14

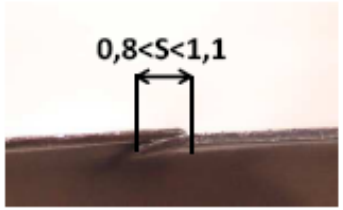
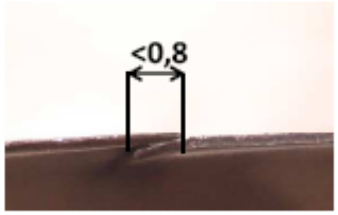
ANEXO B: Ficha de Controlo – Controlo da Soldadura

colep

FICHA DE CONTROLO

Q21.L572.1

Controlo de Soldadura

ENSAIO	MÉTODO	RESULTADO	DESCRIÇÃO DO RESULTADO	FOTOGRAFIA
Medição da sobreposição	Q21.I160 Operação 1	Conforme (C)	Sobreposição entre 0,8 - 1,1 mm e variação entre início e fim < 0,2mm	
		Não Conforme (NC)	Sobreposição < 0,8 mm ou Sobreposição > 1,1 mm ou variação entre início e fim > 0,2mm	

Elaborado por: António Scarfone	Aprovado por: Daniela Santo	**Âmbito de Aplicação:**
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee	Data: 11-11-2011 Quality Manager GL	Linha 23 - GL2

Q21.M073.2

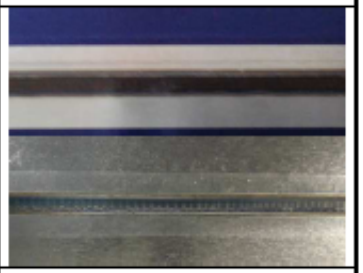
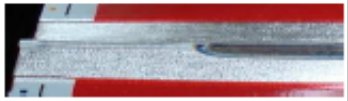
1/3

colep

FICHA DE CONTROLO

Q21.L572.1

Controlo de Soldadura

ENSAIO	MÉTODO	RESULTADO	DESCRIÇÃO DO RESULTADO	FOTOGRAFIA
Controlo Visual	Q21.I160 Operação 2	Conforme (C)	Cordão exterior homogenéo, cordão sem chispas Cordão interior homogenéo, sem chispas com entre pontos constante	
		Não Conforme (NC)	Soldadura chispada do lado exterior	
			Soldadura chispada do lado interior e com salpicos na folha.	
			Soldadura aberta no inicio ou fim	
			Descontinuidade	
			Perfuração	
			Desfasamento	

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

Aprovado por: Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality Manager GL

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2

2/3

colep

FICHA DE CONTROLO

Q21.L572.1

Controlo de Soldadura

ENSAIO	MÉTODO	RESULTADO	DESCRIÇÃO DO RESULTADO	FOTOGRAFIA
Prova de arrancamento	Q21.I160 Operação 3 Fase 4	Conforme (C)	Cordão solta-se facilmente do metal sem rebentar ou deixar escamas	
		Não Conforme (NC)	O cordão solta-se deixando algumas escamas	
			O cordão rebenta	
	Q21.I160 Operação 3 Fases 5 e 6	Conforme (C)	O cordão não parte	
		Não Conforme (NC)	O cordão parte	
Verificação Início e Final da Soldadura	Q21.I160 Operação 4	Conforme (C)	A soldadura não descola e o rasgão da-se fora do cordão.	
		Não Conforme (NC)	Solda a descolar (soldadura fria)	

Elaborado por: António Scarfone
Data: 11-11-2011 Process Engineering Trainee

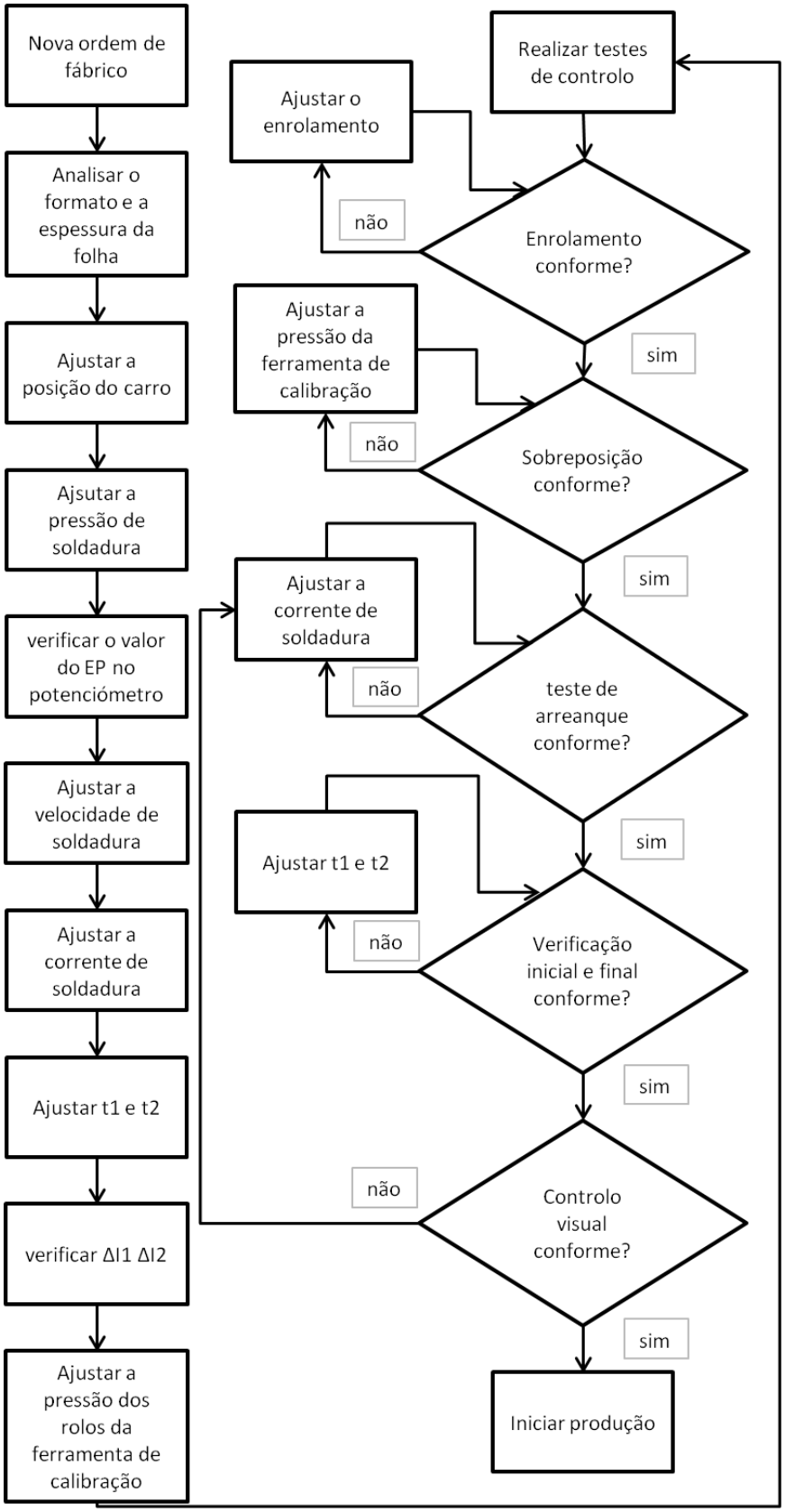
Aprovado por: Daniela Santo
Data: 11-11-2011 Quality Manager GL

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

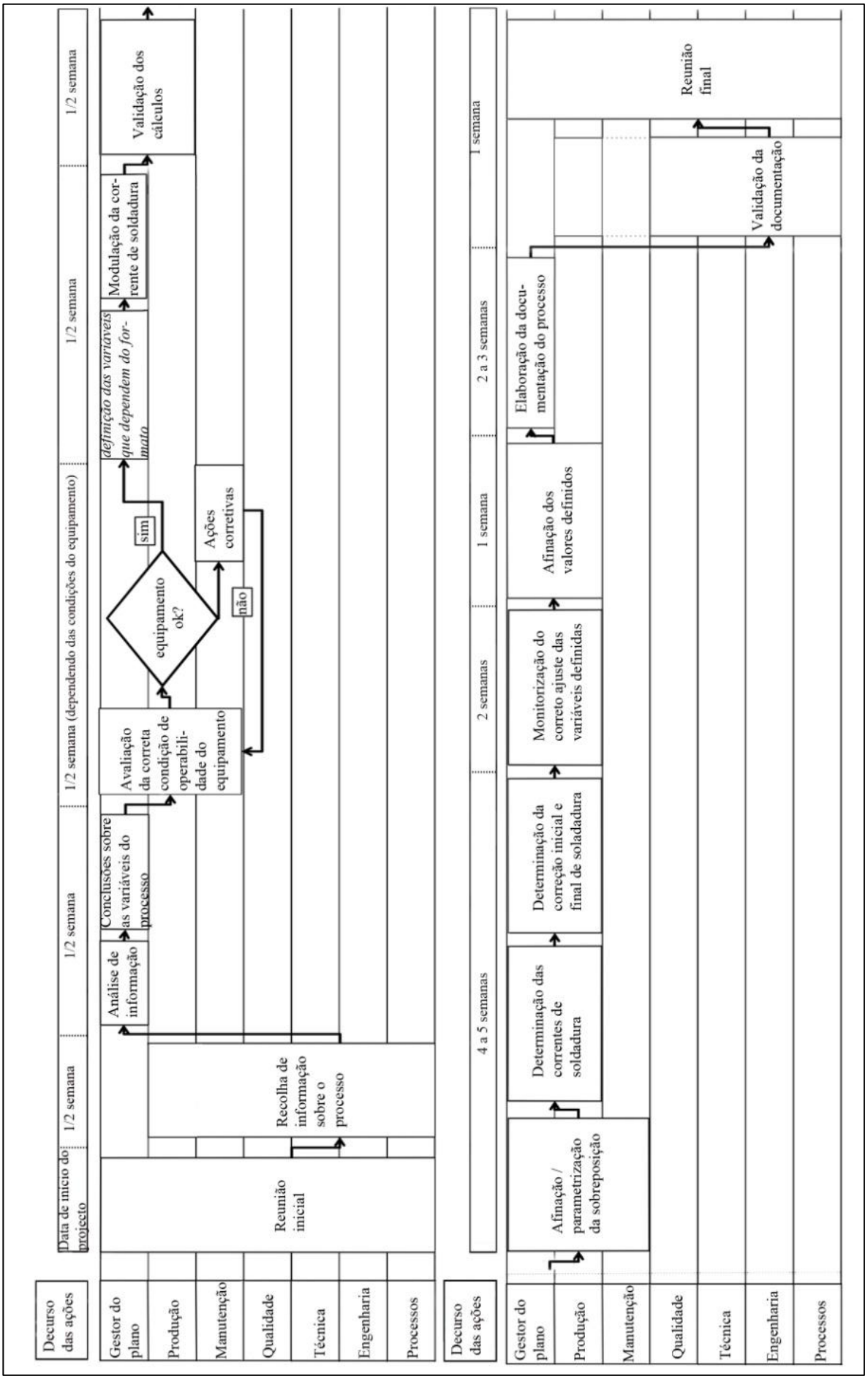
Q21.M073.2

3/3

ANEXO C: Procedimento de Parametrização após Validação do caso de estudo


Nova ordem de fábrico
Analisar o formato e a espessura da folha
Ajustar a posição do carro
Ajsutar a pressão de soldadura
verificar o valor do EP no potenciómetro
Ajustar a velocidade de soldadura
Ajustar a corrente de soldadura
Ajustar t1 e t2
verificar ΔI1 ΔI2
Ajustar a pressão dos rolos da ferramenta de calibração
Realizar testes de controlo
Ajustar o enrolamento
não
Enrolamento conforme?
sim
Ajustar a pressão da ferramenta de calibração
não
Sobreposição conforme?
sim
Ajustar a corrente de soldadura
não
teste de arreanque conforme?
sim
Ajustar t1 e t2
não
Verificação inicial e final conforme?
sim
não
Controlo visual conforme?
sim
Iniciar produção

ANEXO D: Mapa do Plano de Validação do Processo de Soldadura em Embalagens Metálicas


Decurso das ações
Data de início do projecto
1/2 semana
1/2 semana
1/2 semana (dependendo das condições do equipamento)
1/2 semana
1/2 semana
Gestor do plano
Produção
Manutenção
Qualidade
Técnica
Engenharia
Processos
Reunião inicial
Recolha de informação sobre o processo
Análise de informação
Conclusões sobre as variáveis do processo
Avaliação da correta condição de operabili-dade do equipamento
equipamento ok?
sim
não
Ações corretivas
definição das variáveis que dependem do for-mato
Modulação da cor-rente de soldadura
Validação dos cálculos
4 a 5 semanas
2 semanas
1 semana
2 a 3 semanas
1 semana
Afinação / parametrização da sobreposição
Determinação das correntes de soldadura
Determinação da correção inicial e final de soladadura
Monitorização do correto ajuste das variáveis definidas
Afinação dos valores definidos
Elaboração da docu-mentação do processo
Validação da documentação
Reunião final

ANEXO E: Ficha de Parâmetros do Processo

colep

Ficha de Processo

O21.T012.1

Parâmetros da Máquina de Soldar

Formato TC 286 x	Parâmetros do Processo										Ajustes do equipamento	
	Posição do carro	Cadência (un/min)	Distância entre pontos soldadura (mm)	Velocidade de soldadura [vs] (m/min)				Frequência de soldadura (Hz)		Distância entre corpos no fio de cobre [ZA] (mm)	Linguetes	Última tomada de ar do alimentador
				Potenciometro		Display		Display				
			Potenciometro	nominal	mín. máx.	nominal	mín. máx.	nominal	mín. máx.			
236	**261**	**35**		**4,17**	4,08 4,35	9,6	9,4 10,0	83	82 88	Ideal: **15** Intervalo admissível: 10 - 30 (Cosultar Q21.L572 - Controlo de Soldadura Anexo III)	Curto	Retirar
287	**309**	**35**		**4,92**	4,83 5,09	11,3	11,1 11,7	98	97 102		Longo	Retirar
300 (sem canal)	**319**	**35**		**5,09**	5,01 5,27	11,7	11,5 12,1	101	100 106		Longo	Retirar
300	**321**	**35**		**5,09**	5,05 5,27	11,7	11,6 12,1	102	101 106		Longo	Retirar
340	**359**	**35**		**5,71**	5,62 5,89	13,1	12,9 13,5	114	113 118		Longo	Retirar
370	**387**	**35**	**5**	**6,15**	6,11 6,33	14,1	14,0 14,5	123	122 127		Longo	Deixar
400	**416**	**35**		**6,59**	6,55 6,77	15,1	15,0 15,5	131	130 136		Longo	Deixar
450	**462**	**30**		**6,28**	6,24 6,42	14,4	14,3 14,7	125	124 129		Longo	Deixar
		35		**7,30**	7,25 7,47	16,7	16,6 17,1	146	144 150			
462	**473**	**30**		**6,42**	6,37 6,55	14,7	14,6 15,0	128	127 132		Longo	Deixar
		35		**7,51**	7,47 7,65	17,2	17,1 17,5	149	148 153			

Sequência de afinação da máquina de soldar

	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º
1º ajuste	fixar	fixar	fixar	ajustar	verificar	verificar	Verificar
2º ajuste	-------	-------	-------	ajustar			
				8º	9º	10º	11º

Nota: apenas se deve proceder ao 2º ajuste se a 5ª ou 6ª ou 7ª verificações estiverem fora dos intervalos definidos.

Legenda:
- Tomar ação
- Verificar valores
- Não alterar

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Treinee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 24-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2

1/2

colep

Ficha de Processo

O21.T012.1

Parâmetros da Máquina de Soldar

Parâmetros do processo que dependem da espessura da folha						Parametrização da ferramenta de calibração		Ajuste da correção corrente (Cadência 35 un/min)				Controlo				
		Pressão soldadura (daN)	Corrente de soldadura		Enrolamento (mm)	Pressão (bar)		t1	t2	ΔI1	ΔI2	Sobreposição (mm)		Controlo visual	Teste de arranque e teste ao cordão	Teste de verificação inicial e final
		nominal	Nominal	min. máx.	Intervalo	Nominal	min. máx.	min. máx.	min. máx.			Intervalo	Variação início e fim			
Espessura chapa (mm)	0,30	**55**	**5,35**	5,05 5,50	20 - 40	**8**	7 8,4	**1,00** **1,30**	**8,10** **9,20**	7	8	0,8 - 1,1	≤ 0,2	(Consultar Q21.L572 - Controlo de Soldadura)		
	0,38	**60**	**5,67**	5,55 5,75		**3**	2,2 4									

Sequência de afinação da máquina de soldar

	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
1º ajuste	fixar	ajustar	verificar/ ajustar	ajustar	ajustar	ajustar	fixar	fixar	verificar	verificar	verificar	verificar
2º ajuste	----------	ajustar		ajustar	ajustar	ajustar	----------	----------				

Notas: Apenas se deve proceder ao 2º ajuste se a 9ª ou 10ª ou 11ª ou 12ª verificações estiverem não conformes, e consultar O21.I541 - Parametrizar Máquina de Soldar **Anexo II**

Legenda:
- Tomar ação
- Verificar valores
- Não alterar

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 ıcess Engineer Treinee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 24-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.H073.2

2/2

ANEXO F: Instrução de Setup – Parametrização da Máquina de Soldar

colep

Instrução de Setup O21.I541.1

Parametrizar Máquina de Soldar

Histórico de Edições

Nº Edição	Data	Descrição da Alteração
1	19-01-2012	Edição Inicial

Estrutura do Documento

Nº Operação	Páginas	Título	Responsabilidade
1	2 - 5	Funções da consola	Operador
2	6 - 9	Abastecer o alimentador de folha	Operador
3	10	Ajuste da posição do carro	
4	11	Mudar as guias da ferramenta de calibração	Operador
5	12	Mudar linguetes	Operador
6	13-14	Parametrização variáveis trabalho	Operador
7	15	Ajuste da pressão de soldadura	Operador
8	16	Retirar amostras unitárias	Operador
9	17	Ajustar a ferramenta de calibração	Operador
10	18	Início da produção	Operador
11	19-20	Encravamentos	Operador
12	21	Ajuste do enrolamento	Operador
13	22	Remover folhas do sistema de rejeição automático	Operador
14	23	Limpeza dos rolos de soldadura	Operador

Anexos

Anexo I Detalhes da consola de soldadura
Anexo II Ações corretivas
Anexo III Técnicas de controlo do processo

Ordem de execução/leitura deste documento
Realizar as operações conforme necessário

A alteração deste afecta os seguintes documentos

Código	Nome

Este documento faz referência aos seguintes documentos

Código	Nome
O21.T012	Ficha do processo- Parâmetros da Máquina de Soldar

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 1/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 01 **Funções da consola**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
2	**Indicadores** 1- Seletor de funções de leitura - Posição I: indica a corrente elétrica aplicada na soldadura (KA) - Posição f: indica a frequência da corrente elétrica (Hz) - Posição n: indica a cadência de produção (unidades/min) - Posição Vs: indica a velocidade de soldadura (m/min) 2-O indicador de serviço apresenta o valor real das funções escolhidas no seletor 1 3-O contador de unidades produzidas indica a quantidade de corpos produzidos (Anexo I) 4-O indicador de falhas, indica se existe alguma falha na máquina. Se não existir nenhuma falha o mostrador não apresenta nenhuma informação
3	**Comandos da Máquina e Emergência** 5- Botão de paragem de emergência - quando acionado para imediatamente a produção 6- Máquina desconetada - indica que a maquina se encontra desconetada, se atuado para a produção 7- Preparação conetada - indica que a máquina se encontra preparada para produzir 8-Máquina conetada - inicia a produção
4	**Funções de Controlo** 9-tecla de controlo de lâmpadas - ao carregar neta tecla devem-se ligar todas as luzes do mostrador, caso contrário deve comunicar ao responsavel imediatamente 10-Tecla de confirmação de falho - ao atuar esta tecla indica-se que uma determinada falha já foi corrigida e a máquina se encontra pronta a recomeçar a produção.

Elaborado por: António Scarfone — Aprovado por: Pedro Travessa

Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee — Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação: Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 3/25

colep

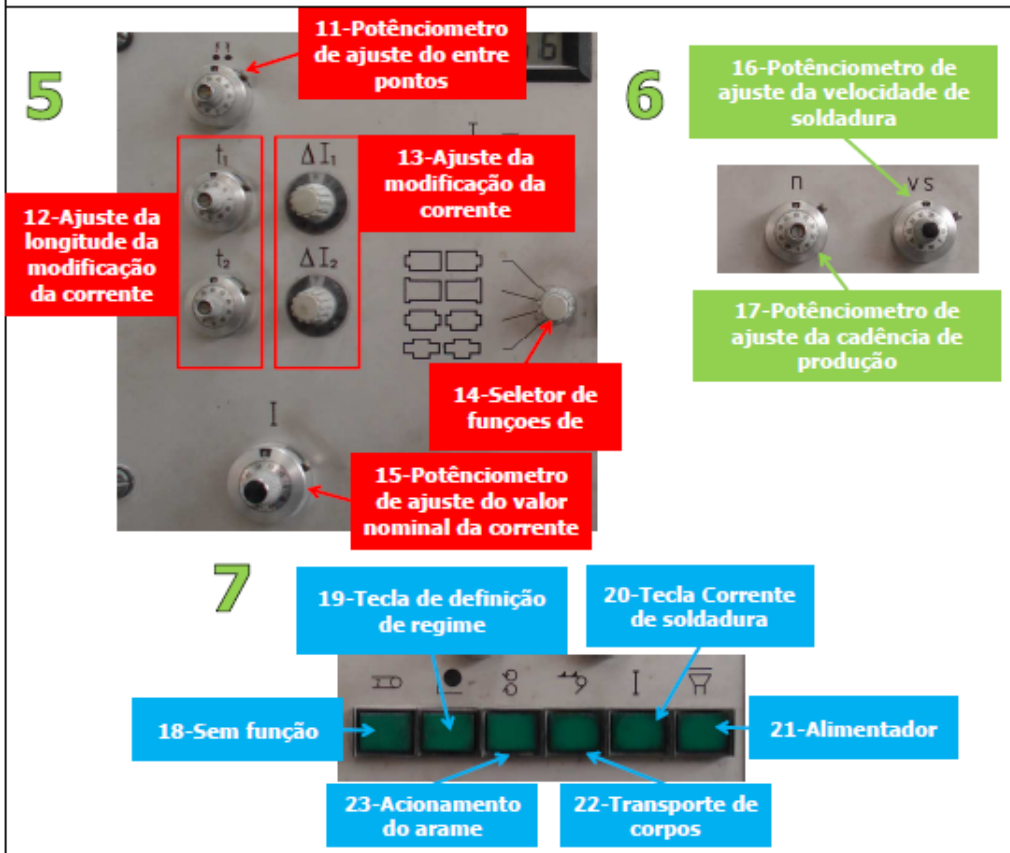
Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 01 **Funções da consola**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
5	**Funções de Corrente** 11- Potênciometro de ajuste do entre pontos - define o valor do entre pontos de soldadura. Consultar Ficha de processo O21.T012 12-Ajuste da longitude da modificação do corrente de soldadura - define a longitude da modificação de corrente. t1 define o ajuste inicial, t2 define o ajuste final. Consultar Ficha de processo O21.T012 13- Ajuste da modificação de corrente - define o valor do ajuste da corrente. ΔI1 define o valor do ajuste inicial, ΔI2 define o valor do ajuste da corrente final. Consultar Ficha de processo O21.T012 14- Seletor de funções de corrente - define o tipo de função de corrente que se pretende utilizar. Consultar anexo I 15- Potênciometro de ajuste do valor nominal da corrente - define o valor nominal da corrente de soldadura
6	**Funções de Accionamento** 16- Potênciometro de ajuste da velocidade de soldadura - define a velocidade de soldadura. Consultar Ficha de processo O21.T012 17- Potênciometro de ajuste da cadência de produção - define o valor da cadência de produção. Consultar Ficha de processo O21.T012
7	**Comandos de Ajuste** 18- Tecla sem função 19- Tecla de definição de regime de produção (manual/continuo) - define o tipo de regime em que se esta a trabalhar. Se estiver atuado, com luz ligada, encontra-se no modo manual 20- Tecla de corrente de soldadura - se ligada, fornece corrente no modo manual 21- Alimentador - se ligada, o alimentador funciona no modo manual 22- Transporte de corpos - se ligada, o transportador funciona no modo manual 23- Acionamento do arame - se ligada, o arame esta acionado

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

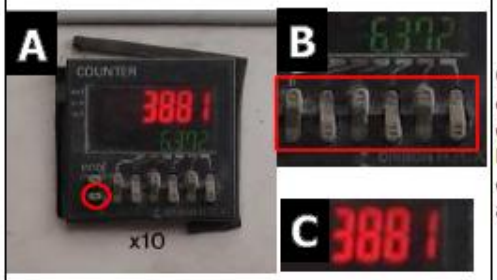
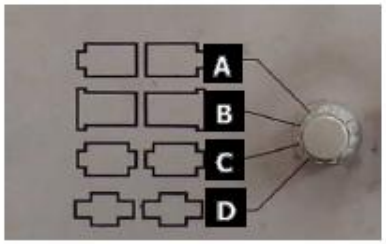
Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 4/25

colep	Instrução de Setup	O21.I541.1
	Parametrizar Máquina de Soldar	

Anexo I — **Detalhes da consola de soldadura**

Nº da operação	Fase	Fotos / Figuras / Esquemas	Descrição	Ação
1	2		O contador de peças realiza a contagem das unidades produzidas desde o início da contagem. Permite definir a quantidade de unidades que se pretende produzir, depois da qual a máquina pára.	A - Botão de reset da contagem; deve carregar nesta tecla sempre que se inicia uma nova produção B - Define o valor que se pretende produzir; por cada clic adiciona-se um valor ao contador, cada botão define um determinado algarismo C - Contagem de Peças produzidas desde o inicio da produção
	3		A tecla 8-Máquina conetada quando fica para dentro faz a maquina trabalhar em continuo, ingnorando paragens de linha. O botão de emergência pára imediatamente a máquina.	Deve garantir que a tecla 'Máquina Contectada' nunca fica para dentro. A única exceção é durante a limpeza dos rolos de soldadura.
	5		A - Função redução corrente no início 1º corpo e no final do último corpo B - Função incremento corrente início 1º corpo e final último corpo C - Função redução corrente início e final de cada corpo (utilizada para produzir) D - Função da medição da sobreposição	Deve ajustar a função de corrente na posição C ou D dependendo do que pretende realizar

Elaborado por: António Scarfone	Aprovado por: Pedro Travessa	**Âmbito de Aplicação:**
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee	Data: 19-01-2012 Production Manager	Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 5/25

colep

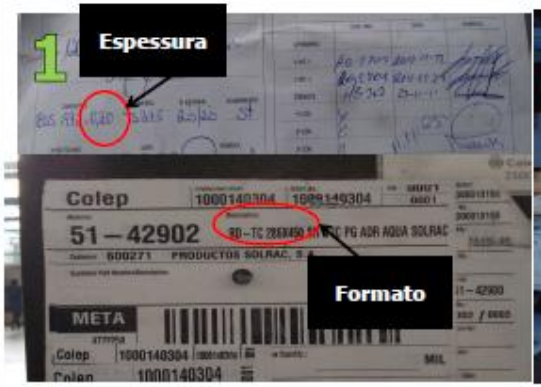
Instrução de Setup **Q21.I541.1**

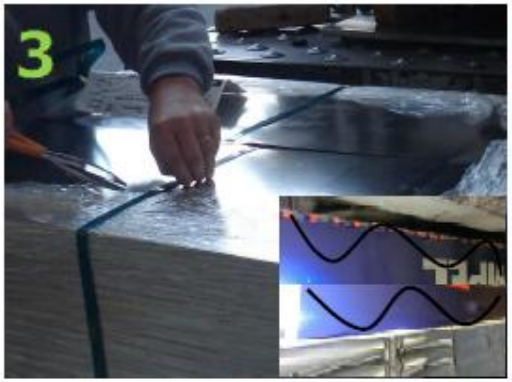
Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 02 **Abastecer o alimentador de folha**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas





Fase	Descrição
	Se pretende **abastecer o alimentador de folha para o inicio de uma nova ordem de fabrico** deve seguir as fases de 1 até 16+18 Se pretende **abastecer o alimentador de folha numa produção em continuo** deve seguir as fases de forma sequêncial: 17+ 1 até 10+14
1	Verificar o formato da ordem de trabalho e a espessura da folha
2	Com empilhador colocar o balote no transportador de balotes. Os balotes devem ser colocados sobre as placas de base Deve ter em atenção a orientação da folha, a folha deve ser colocada com o topo da litografia virado para o lado exterior
3	Com a ajuda de uma tesoura cortar as cintas plásticas, remove-las e retirar a película protetora do balote. Recomenda-se que se faça um risco junto a parte de cima ou de baixo da primeira folha do novo balote de modo a fazer os testes necessários. Deve, se possivel, aproveitar as 1ª folhas do balote para realizar os testes de soldadura.
4	Verificar a espessura da folha e colocar o padrão adequado no comparador do alimentador de folha

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 6/25

colep

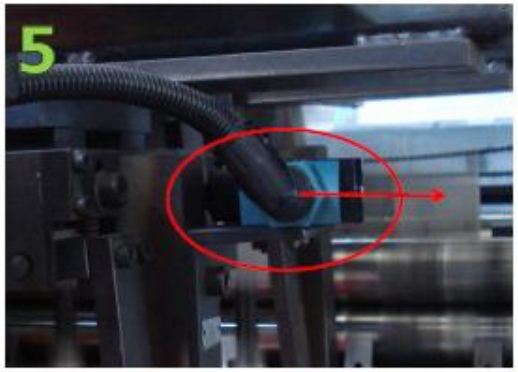
Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 02 **Abastecer o alimentador de folha**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
5	Desatuar o contator
6	Carregar, manualmente, no fim de curso para a mesa descer até ao nível do transportador de balotes
7	Retirar a placa base dos balotes para a mesa de reserva
8	Colocar o estrado no local destinado.
9	Carregar no botão para avançar o balote até estar sobre a mesa alimentadora de balotes

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 7/25

colep

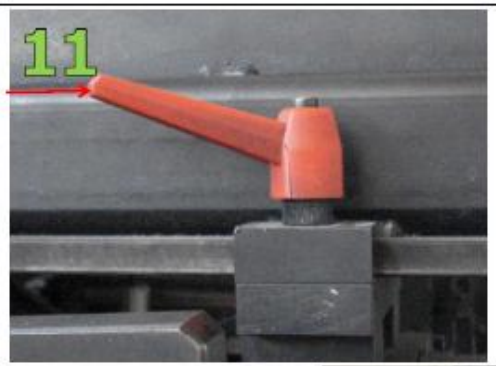
Instrução de Setup **O21.I541.1**

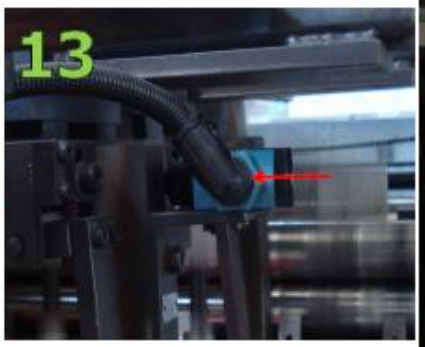
Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 02 **Abastecer o alimentador de folha**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas





Fase	Descrição
10	Ajustar manualmente a posição do balote até ficar encostado e em esquadria
11	Desapetar as garras rodando o aperto rápido
12	Aumentar o curso das garras.
13	Voltar a atuar o contator
14	Carregar no botão subir. A mesa se ajuste ao modo automático

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 8/25

colep

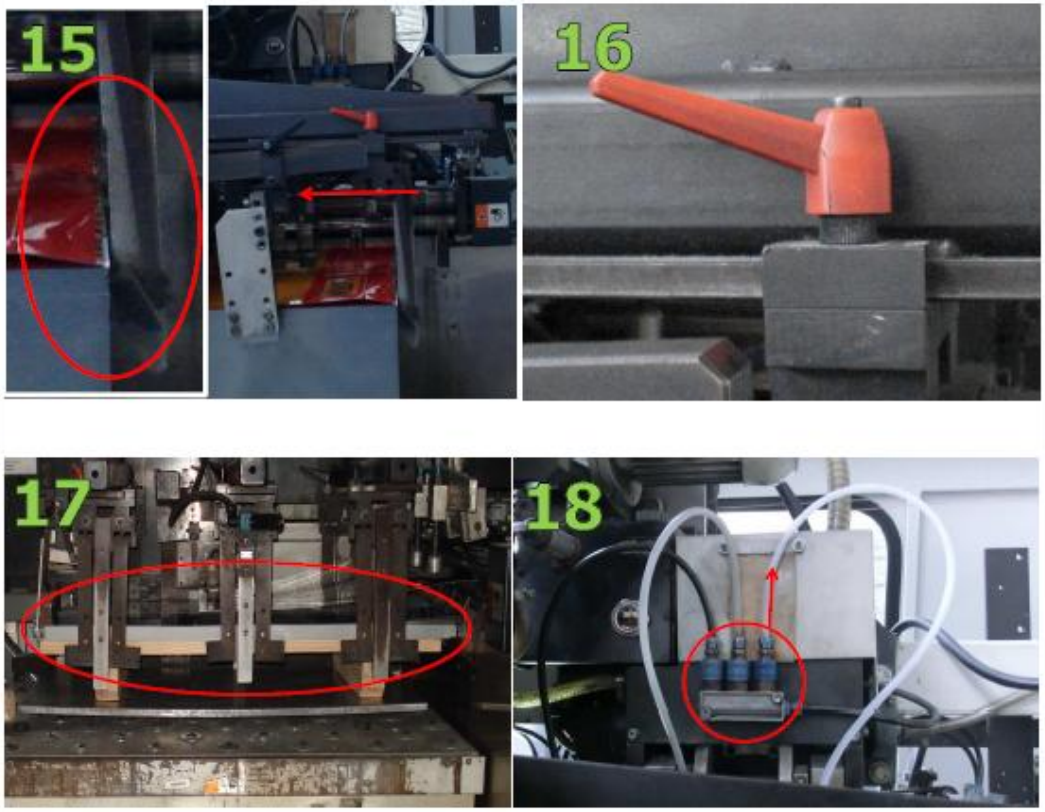
Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 02 **Abastecer o alimentador de folha**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
15	Ajustar o curso das garras. As garras devem encostar nas folhas. Nota: Deve ter em atenção que o batente deve ter folga em relação aos balotes, só as garras devem encostar no balote de folhas.
16	Apertar as garras
17	Verificar que as garras do alimentador seguram corretamenta as folhas que restam do balote
18	Remover a tomada de ar da ultima ventosa. Consultar Ficha de Processo O21.T012

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 9/25

colep

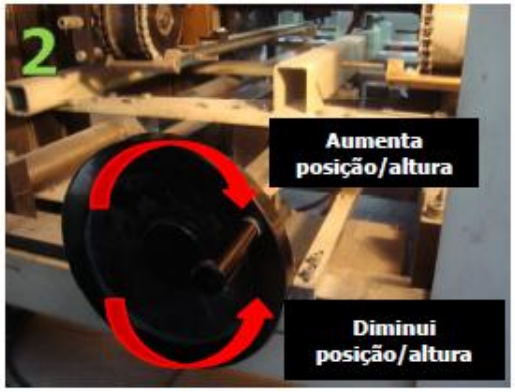
Instrução de Setup **O21.I541.1**

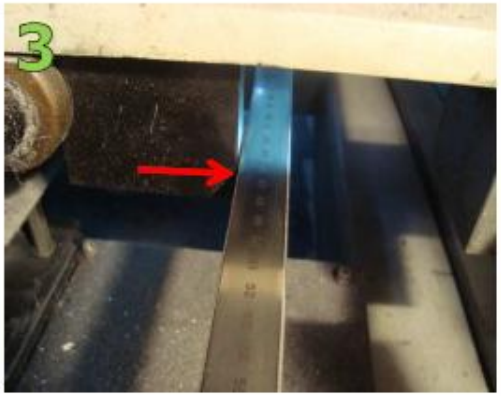
Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 03 **Ajuste da posição do carro**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas





Fase	Descrição
1	Soltar o travão para poder ajustar a posição do carro: - para a esquerda (relativo a quem está de frente para a máquina): aberto, destravado - para a direita (relativo a quem está de frente para a máquina): fechado, travado
2	Consultar na ficha de processo O21.T012 o valor do ajuste do carro para o formato que pretende produzir. O ajuste é feito girando a manivela: - girar no sentido dos ponteiros do relógio aumentá a posição do carro - girar no sentido contrário dos ponteiros do relógio para diminuir a posição do carro
3	A posição do carro é definida por uma régua graduada posicionada no interior da máquina, em que a leitura é feita no local onde a peça assinalada na figura encontra a régua Nota: Confirmar que está na posição desejada, caso não esteja repetir as Fases 2 e 3
4	Voltar a travar o carro rodando o travão para a direita

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 10/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 04 **Mudar as guias da ferramenta de calibração**

Responsável de execução: Operado

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
	Consultar a Ficha de Processo O21.T012 para saber as guias que deve usar Para colocar as guias deve reverter as ações descritas nesta operação
1	Remover o suporte da guia Deve efetuar a remoção das guias de ambos os lados
2	Remover a guia do suporte
3	Recolocar os suportes
4	Remover as guias inferiores
5	Remover os parafusos B e retirar o apoio A
6	Aspeto final da ferramenta

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 11/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 05 **Mudar linguetes**

Responsável de execução: Operado **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas

1

2

3

4

5

6

Fase	Descrição
	Consultar a Ficha de Processo O21.T012 para saber qual o linguete que deve usar Para **mudar de linguetes longos para curtos** deve seguir a seguinte sequência de trabalho: **fases 1+2+3+5+6** Para **mudar de linguetes curtos para longos** deve seguir seguir a seguinte sequência de trabalho: **fases 1+2+4+5+6**
1	Desapertar o parafuso de fixação do linguete e retirar o linguete
2	Desapertar o parafuso de fixação do porta linguetes à corrediça.
3	Deslocar o porta linguetes para a posição recuada. Recuar até encontrar o batente.
4	Deslocar o porta linguetes para a posição avançada. Avançar até ao batente
5	Apertar o parafuso de fixação do porta linguetes a corrediça
6	Colocar o linguete e apertar o parafuso de fixação.

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 12/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 06 **Parametrização variáveis trabalho**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
	As Fases de 1 a 3 explicam como fazer o ajuste, verificar se necessário
	As Fases de 4 a 9 são obrigatórias pois são o ajuste os parâmetros da máquina
1	Destravar a patilha de segurança, deslocando-a para cima como indica a figura
2	- Rodar o potenciómetro no sentido dos ponteiros do relógio para aumentar o valor - Rodar o potenciómetro no sentido contrário dos ponteiros do relógio para diminuir o valor
3	Travar a patilha de segurança, deslocando-a para baixo como indica a figura Nota: a leitura do valor no potenciómetro efetua-se da forma descrita abaixo: unidade: valor exposto no visor (7) décima de unidade: Valor imediatamente a direita do visor (20) centésima de unidade: número de traços entre o visor e o primeiro número a direita do visor (5) Exemplo da figura: 7,25
4	Verificar se o valor da distância entre pontos de soldadura se encontra conforme indicado na Ficha de Processo O21.T012, caso não esteja ajustar o valor
5	Ajustar o valor da cadência consultando a Ficha de Processo O21.T012

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 13/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 06 **Parametrização variáveis trabalho**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
6	Ajustar a velocidade de soldadura para o valor nominal indicado na Ficha de Processo O21.T012
7	Ajustar o valor da corrente de soldadura conforme indicado na Ficha de Processo O21.T012
8	Ajustar os valores de t1 e t2 como consta na Ficha de Processo O21.T012
9	Ajustar os valores de Δ I1 e Δ I2 como consta na Ficha de Processo O21.T012

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 14/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 7 **Ajuste da pressão de soldadura**

Responsável de execução: Operado

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas	Fase	Descrição
	1	Garantir que a manivela do rolo de soldadura superior esta bara baixo.
	2	Ajustar a pressão dos rolos de soladura ajustando a altura do roscado A leitura é efetuada no local assinalado pela seta No caso apresentado a leitura é de 55daN Consultar Ficha de Processo O21.T012.

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 15/25

colep

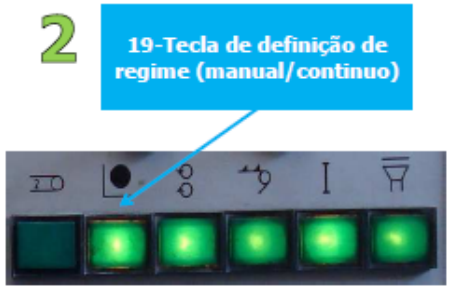
Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 08 **Retirar amostras unitárias**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
1	Atuar a tecla de preparação conetada. Decorridos aprox. 4 segundos a luz da tecla máquina conetada irá desligar-se.
2	Atuar a tecla de definição de regime e colocar a máquina no modo manual. Ao atuar esta tecla todas as teclas do comando de ajuste ficam ligadas, como demostra a figura.
3	Deve carregar na tecla de máquina conetada 2 vezes, uma vez para atuar e uma vez para pôr para fora Atenção: se a tecla ficar para dentro a máquina produz em contínuo ignorando paragens de linha, por isso deve-se sempre deixa-la para fora

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 16/25

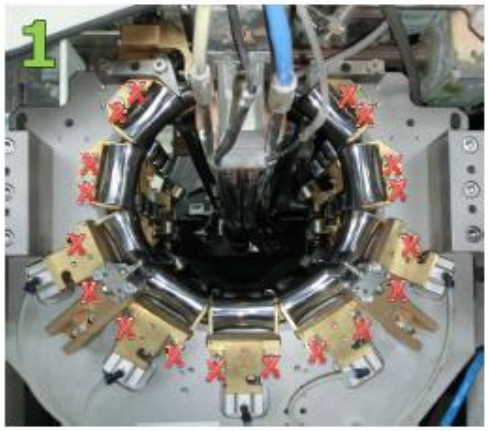
colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 09 **Ajustar a ferramenta de calibração**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas	Fase	Descrição
	1	**Importante: não se deve, sob nenhumas circustâncias, desapertar nenhum dos parafusos assinalados com X na imagem**
	2	Ajustar o valor da pressão da valvula.. O valor da pressão consta na Ficha de Processo O21.T012 Rodar a valvula para ajustar o valor da preessão do ar.

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 17/25

colep

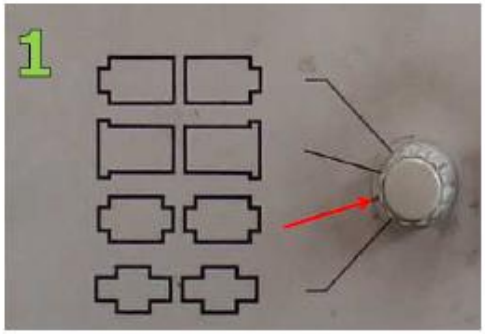
Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº10 **Início da produção**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
1	Garantir que a função de corrente está na posição como mostra a figura
2	Atuar a tecla preparação conetada Nota: A máquina de soldar deve estar no modo contínuo.
3	A máquina de soldar deve estar no modo contínuo.
4	Atuar a tecla máquina conetada Nota: a tecla máquina conetada não pode ficar para dentro
5	Mensagem de erro **10** no display de erro. Indica que o equipamento se encontra parado devido a linha estar cheia ou parada. Não há necessidade de tomar nenhuma ação corretiva, o equipamento voltará a produção mal a linha esteja preparada.

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 18/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

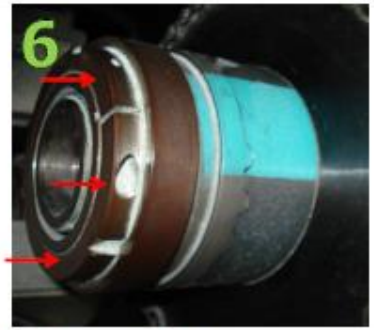
Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 11 **Encravamentos**

Responsável de execução: Operado

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
1	Mensagem de erro 50 no disiplay de erro
2	Desapertar a alavanca, elevar o canal de separação de rejeição de folha dupla
3	Retirar manualmente as folhas enroladas que se encontram na zona assinalada. Para as retirar deve segura-las e puxa-las para fora Após retirar as folhas, deve fechar o canal de separação e apertar a alavanca.
4	Rodar o volante manulmente, até alinhar as cores da embraiagem. Após um encravamento a embraiagem fica separada em duas partes.
5	Aceder as embraiagens. Para tal deve abrir as portas que se encontram abaixo do volante (figura 4). Existem duas embraiagens que podem requerer um reposicionamento. Deve agir na embraiabem que esteja separada em duas partes, a qual tenha as cores desalinhadas.
6	Encaixar a embraiagem. Após o alinhamento das cores basta precionar para dentro a parte exterior da embraiagem. A embraiagem deve ficar com o aspeto apresentado na figura 6. Trancar as portas.

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 19/25

colep

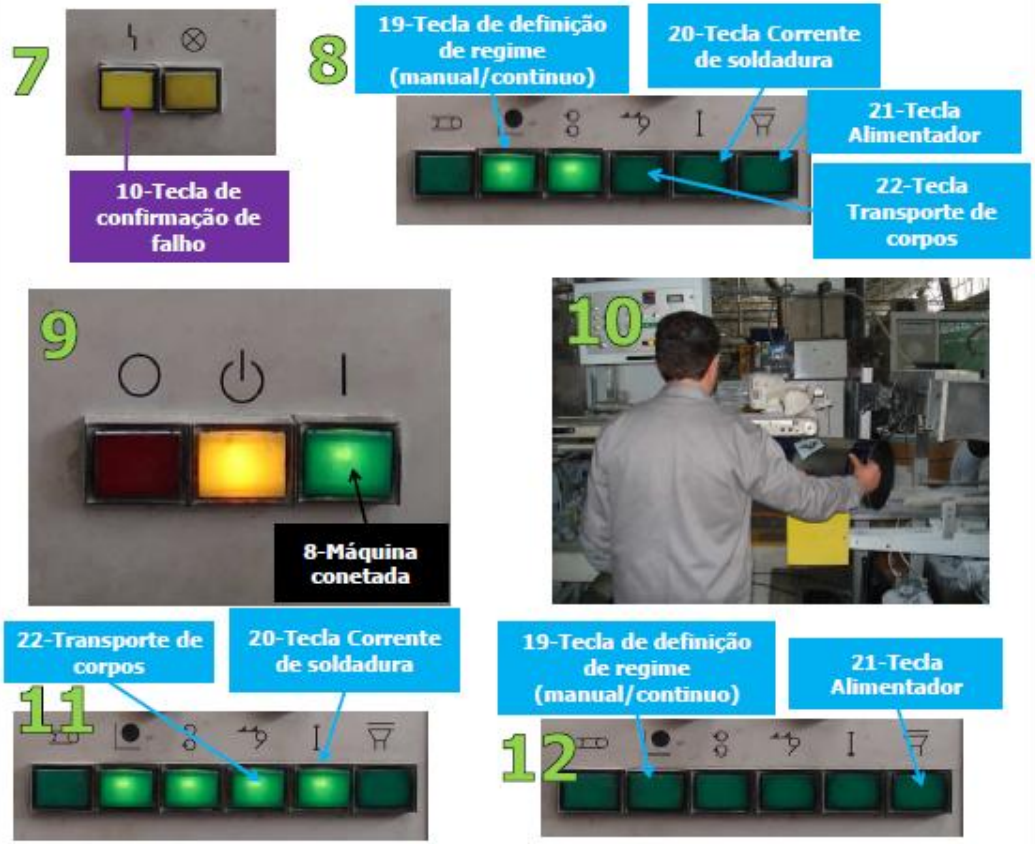
Instrução de Setup **Q21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 11 **Encravamentos**

Responsável de execução: Operador **Tempo:**

Fotos / Figuras / Esquemas



Fase	Descrição
7	Assinalar que a falha foi resolvida. Atuar a tecla de confirmação de falho.
8	Colocar em modo manual. Precionar a tecla de definição de regime. Precionar as teclas de corrente de soldadura, alimentador e transporte de corpos
9	Carregar na tecla máquina conetada
10	Retirar o corpo da linha.
11	Carregar na tecla transporte de corpos e corrente de soldadura. Repetir etapa 7. Nesta etapa irá ser soldado o corpo que ficou no transportador. Não deve retirar este corpo da linha.
12	Carregar na tecla Alimentador e de seguida carregar na tecla de definição de regime. Pode reiniciar a produção (ver operação 10)

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 20/25

colep

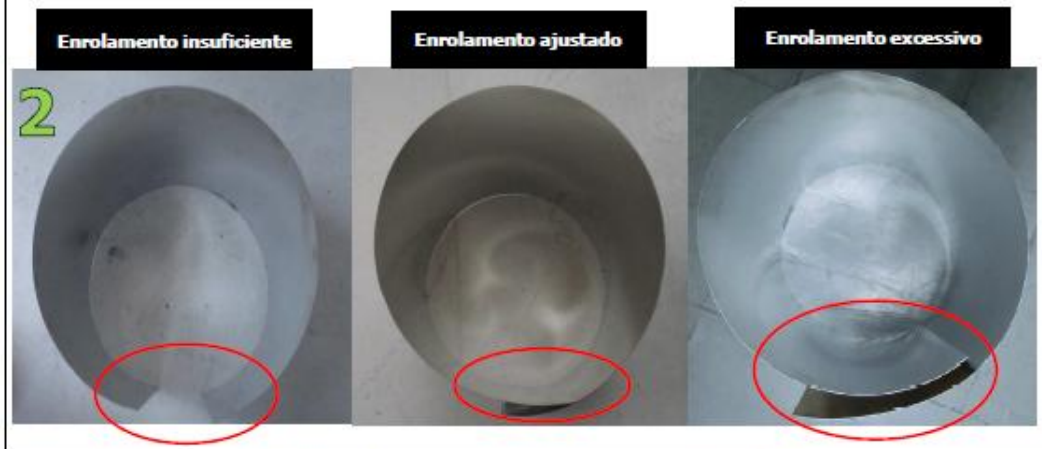
Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 12 **Ajuste do enrolamento**

Responsável de execução: Operado

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas	Fase	Descrição
	1	Para ajustar o enrolamento deve rodar o parafuso. - se apertar o parafuso diminui o enrolamento (rodar no sentido dos ponteiros do relógio) - se desapertar o parafuso aumenta o enrolamento (rodar no sentido contrário dos ponteiros do relógio)
	2	O enrolamento deve ser suficiente de forma a que as duas fases estejam sobrepostas. Aproximadamente 30 mm

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 21/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 13 **Remover folhas do sistema de rejeição automático**

Responsável de execução: Operado

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
	No fim de cada ordem de trabalho deve retirar as folhas acumuladas pelo sistema de regeição automático do alimentador. Em caso de se encontrarem em boas condições deve aproveita-las e utiliza-las.
1	Abrir a porta assinalada na figura e remover manualmente a remoção das folhas que se encontrem neste local. Após a remoção das folhas deve encerrar a porta
2	Desapertar a alavanca, elevar o canal de separação de rejeição de folha dupla
3	Em caso de dificuldade na remoção das folhas deve remove-las pela zona assinalada na figura . Após a remoção das mesmas deve fechar o canal de regeição e a proteção da máquina.

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 22/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Operação nº 14 **Limpeza dos rolos de soldadura**

Responsável de execução: Operado

Tempo:

Fotos / Figuras / Esquemas

Fase	Descrição
1	Levantar o tapete de saída da maquina de soldar. Deve desapertar o aperte apresentado na figura.
2	Levantar a proteção da máquina de soldar.
3	Colocar em modo manual. Precionar a tecla de definição de regime. Precionar as teclas de corrente de soldadura, alimentador e transporte de corpos. **Atenção: neste momento os rolos estão a rodar.** **Deve utilizar EPI´S**
4	Carregar na tecla de máquina conetada 1 vez.
5	Utilizando o esfregão abrasivo deve limpar o rolo superior. Deve apertar o rolo de soldadura superior com o esfregão abrasivo (Como demostra a figura 2).
6	Utilizando o esfregão abrasivo deve limpar o rolo de soldadura inferior. Para tal basta precionar o esfregão abrasivo contra o rolo (Como demostra a figura 3).
7	Carregar na tecla de máquina conetada 1 vez para pôr para fora. Carregar nas teclas corrente de soldadura, transporte de corpos e alimentador.

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 23/25

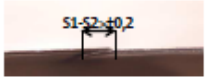
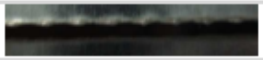
colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Anexo II **Ações corretivas**

Este anexo é um guia orientativo que permite ao operador ultrapassar não conformidades do produto através de ajustes no processo.

Não conformidade	Fotos / Figuras / Esquemas	Causa	Ação
Sobreposição > 1,1 mm		Ferramenta de calibração esta demasiado aberta	Aumentar a pressão do ar da ferramenta de calibração (operação 9)
Sobreposição < 0,8 mm		Ferramenta de calibração está demasiado apertada	Diminuir a pressão do ar da ferramenta de calibração (operação 9)
Variação da sobreposição entre o inicio e o fim superior a ±0,2mm		Pressão do ar insuficiente Enrolamento desajustado	Aumentar a pressão do ar da ferramenta de calibração (operação 9) Ajustar o enrolamento (operação 12)
Soldadura chispada do lado interior e com salpicos na folha.		Excesso de corrente de soldadura Rebarba em excesso	Diminuir a corrente de soldadura (operação 6)
Soldadura aberta no inicio ou fim		Seleção errada da função de corrente Mau ajuste do t_1/t_2	Verificar a função de corrente que utiliza (operação 10) inicio aberto: diminuir t_1 (operação 6) final aberto: aumentar t_2 (operação 6)
Perfuração		Reserva da folha esta contaminada	Analisar extenção da contaminação. Se se verificar que existem mais de 2 folhas contaminadas no balote deve parar de produzir com este balote.
O cordão solta-se deixando algumas escamas		Corrente de soldadura insuficiente	Aumentar a corrente de soldadura (operação 6)
Desfasamento		Mau ajuste do enrolamento Falta de esquadria Desalinhamento das garras dos linguetes	Ajustar o enrolamento (operação 12) Alinhar as garras dos linguetes
O cordão rebenta		Corrente de soldadura insuficiente	Aumentar a corrente de soldadura (operação 6)
O cordão parte		Excesso de corrente de soldadura	Diminuir a corrente de soldadura (operação 6)
Solda a descolar (soldadura fria)		Corrente de soldadura insuficiente Mau ajuste de t_1/t_2	Aumentar a corrente de soldadura (operação 6) Se se verificar no inicio deve diminuir t_1 (operação 6) Se se verificar no fim deve aumentar o t_2 (operação 6)

Elaborado por: António Scarfone — Aprovado por: Pedro Travessa — **Âmbito de Aplicação:**

Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee — Data: 19-01-2012 Production Manager — Linha 23 - GL2

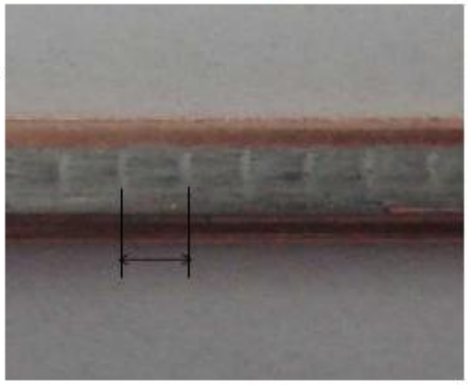
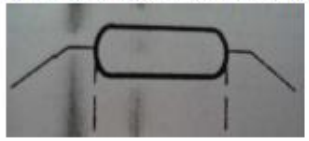
Q21.M073.2 24/25

colep

Instrução de Setup **O21.I541.1**

Parametrizar Máquina de Soldar

Anexo III **Técnicas de controlo do processo**

Verificação da Distância entre corpos no fio de cobre [ZA] (mm)	Medição da distância entre pontos de soldadura real (mm)	Avaliação da marca de estanho no fio de cobre
Local:	Local: desperdício técnico de fio de cobre	Local: desperdício técnico de fio de cobre
Como: medir com paquímetro intervalo entre duas marcas consecutivas	Como: com lupa aumento 8X graduada (mesma da medição da sobreposição) medir intervalo entre as marcas deixadas por dois pontos de soldadura 	Uma boa marca de estanho no fio de cobre deve ser: - centrada - homogenea: marca de estanho homogenea ao longo do fio - sem vincos: sem saliencias nem rebaixos (visto em corte) 

Elaborado por: António Scarfone
Data: 16-01-2012 Process Engineer Trainee

Aprovado por: Pedro Travessa
Data: 19-01-2012 Production Manager

Âmbito de Aplicação:
Linha 23 - GL2

Q21.M073.2 25/25