



# Análise e Melhoria do Processo de Laminação de uma Empresa Têxtil

**MARIANA MADEIRA MARQUES**

junho de 2021

# ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE UMA EMPRESA TÊXTIL

Mariana Madeira Marques  
1161073

**2020/2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE UMA EMPRESA TÊXTIL

Mariana Madeira Marques  
1161073

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica – Ramo de Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira e coorientação da Professora Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos.

**2020/2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



# JÚRI

## **Presidente**

Professora Doutora Marlene Ferreira de Brito

Professor Adjunto Convidado, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Coordenador, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Coorientador**

Professora Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professor Adjunto, Departamento de Matemática, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Professora Doutora Carla Alexandra Soares Geraldês

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança







## PALAVRAS CHAVE

Parametrização, uniformização do processo, laminação chama

## RESUMO

A normalização das melhores práticas possíveis de modo a reduzir as variações e erros existentes num sistema, processo ou produto é essencial para a criação de processos eficientes, com elevada produtividade e com o menor custo possível associado, de modo a tornar as organizações aptas a responder ao constante aumento de exigência do mercado atual. Para isso, a disponibilização de informação a todas as partes interessadas de um processo e a formação de operadores são essenciais, de modo a aumentar de qualidade dos produtos.

O presente trabalho foi desenvolvido durante um período de estágio, em contexto industrial numa empresa do setor têxtil, ERT Têxtil Portugal no departamento de engenharia do processo, e surge da necessidade de melhorar e uniformizar o processo de laminação chama.

O projeto em estudo tem como objetivo a análise do processo de laminação chama de forma a identificar se existe alguma relação entre valores de adesão a frio e a quente, determinar parâmetros base para a produção de novos produtos e identificar e solucionar os problemas existentes ao longo das diversas produções. Para isso, foram necessárias a recolha de um número elevado de amostras, e a realização dos testes de adesão e espessura a quente aos mesmos, anotar os resultados obtidos e os parâmetros usadas na produção, e posteriormente, compará-los com os obtidos em laboratório e em outras produções do mesmo artigo.

Após a análise dos resultados, foram propostas ações de melhoria que permitiram estabelecer quais os parâmetros ideais para a laminação de diferentes artigos de modo a estes apresentarem os melhores valores possíveis de acordo com as especificações do cliente. Os parâmetros estabelecidos foram atualizados em *software*, de modo a estarem disponíveis a todos os operadores, permitindo a uniformização dos resultados em diferentes produções do mesmo artigo, pois os parâmetros utilizados pelos diferentes operadores passaram a ser semelhantes.



**KEYWORDS**

*Standardization, process uniformization, flamebond lamination*

**ABSTRACT**

*The standardizations of the best possible practices to reduce the variations and errors in a system, process or product is essential to create efficient processes, with high productivity and low cost, in order to make the organization able to answer the constant increase in demand of the current market. So, make the information available to all interested parts and the formation of the operators are essential to increase the product quality.*

*The present work was developed during an internship period, in an industrial context in a company in the textile sector, ERT Têxtil Portugal in the process engineering department, and it arises from the need of improve and standardize the process of flamebond lamination.*

*The project under study aims to analyze the process of flamebond lamination to identify if there is any relationship between cold and hot adhesion values, to determine base parameters to produce new products and to identify and solve the existing problems along several productions. For this, it was necessary to collect many samples, and test them in terms of adhesion and thickness, note the results and the parameters used during the production, and subsequently, compare it with the obtained results in laboratory and in other productions of the same product.*

*After analyzing the results, improvement actions were proposed that allowed the establishment of the ideal parameters for the lamination of different products, to present the best possible values according to the customer's specifications. The established parameters have been updated in software, to make it available to all operators, allowing the standardization of results in different productions of the same product, since the parameters used by the different operators have become the same.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

AF	Adesão a frio
AQ	Adesão a quente
DOE	<i>Design of Experiments</i>
ECR	<i>Engineering Change Request</i>
EQ	Espessura queimada
ESP	Espuma
FB	<i>Foam Break</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i>
LC	Provete retirado em L ao centro
LD	Provete retirado em L à direita
LE	Provete retirado em L à esquerda
MLH	Malha
MP	Matéria Prima
NOK	<i>Not OK</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OF	Ordem de Fabrico
PAIP's	Pedidos de amostras de início à produção
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PQ	Parâmetro pressão de ar no queimador na fité 2
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SW	<i>Standard Work</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
TC	Provete retirado em T ao centro
TD	Provete retirado em T à direita
TE	Provete retirado em T à esquerda
TEC	Tecido
TNT	Tecido não tecido
WIP	<i>Work-In-Process</i>
5W+2H	<i>Why? Where? When? What? Who? How? How much?</i>

---

### Lista de Unidades

---

°C	Graus Celsius
cm	Centímetros
h	Horas
N	Newton
min	Minutos
mm	Milímetros
Pa	Pascal

---

### Lista de Símbolos

---

°	Graus
%	Porcentagem

---

## GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Bottleneck</i>	Gargalo
<i>Heijunka</i>	Nivelamento da Produção
<i>Input</i>	Entradas no Processo
<i>Jidoka</i>	Autonomação
<i>Output</i>	Resultados do Processo
<i>Standard Work</i>	Trabalho Normalizado
<i>Total Productive Maintenance</i>	Manutenção Produtiva Total



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – METODOLOGIA ACTION RESEARCH (CHECKLAND & HOLWELL, 2010) .....	26
FIGURA 2 – COMPONENTES DE INTERIORES AUTOMÓVEIS (ERT, 2021).....	27
FIGURA 3 – CICLO PDCA (SILVA ET AL., 2017).....	39
FIGURA 4 – ELEMENTOS DE GESTÃO OPERACIONAL (MORENO, 2005) .....	44
FIGURA 5 – APLICAÇÃO DOE, 1920-2018 (DURAKOVIC, 2017) .....	45
FIGURA 6 – APLICAÇÃO DO DOE NAS DIFERENTES ÁREAS (DURAKOVIC, 2017).....	46
FIGURA 7 – LAMINAÇÃO CHAMA (ERT, 2021) .....	51
FIGURA 8 – ESQUEMA DE UMA MÁQUINA DE LAMINAÇÃO CHAMA (MANUAL MÁQUINA, 2002) .....	52
FIGURA 9 – EXEMPLO DE AMOSTRA REFERÊNCIA.....	53
FIGURA 10 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DA EXISTÊNCIA DE TUILLAGE (ERT, 2021) .....	53
FIGURA 11 – MEDIÇÃO DA TUILLAGE .....	53
FIGURA 12 – MEDIDOR DE ESPESSURA (ESPESSURA TOTAL).....	54
FIGURA 13 – MEDIDOR DE ESPESSURA (ESPESSURA RESIDUAL) .....	54
FIGURA 14 – LUPA GRADUADA (ESPESSURA RESIDUAL) .....	54
FIGURA 15 – EXEMPLO DE ARTIGO COM ADESÃO FB.....	54
FIGURA 16 – FILAMENTOS DE ESPUMA.....	55
FIGURA 17 – FRAGMENTOS DE ESPUMA COLADOS AO TÊXTIL .....	55
FIGURA 18 – MARCAÇÃO DE DEFEITOS (INSPEÇÃO) .....	56
FIGURA 19 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO.....	58
FIGURA 20 – ESQUEMA LATERAL FITÉ 1 (MANUAL MÁQUINA, 2002).....	60
FIGURA 21 – ENCAIXE DE MATERIAIS PROPÍCIOS À QUEBRA (MANUAL MÁQUINA, 2002) .....	60
FIGURA 22 – ESQUEMA POSIÇÃO DO QUEIMADOR FITÉ 1.....	61
FIGURA 23 – MEDIÇÃO COM PAPA FOLGAS DA ABERTURA DA CALANDRA.....	62
FIGURA 24 – MOSTRADOR DO VALOR DA ABERTURA DE CALANDRA .....	62
FIGURA 25 – ESQUEMA LATERAL FITÉ 2 (MANUAL MÁQUINA, 2015).....	64
FIGURA 26 – ESQUEMA POSIÇÃO DO QUEIMADOR FITÉ 2.....	64
FIGURA 27 – AMOSTRAS RETIRADAS.....	66
FIGURA 28 – COMPARAÇÃO DE VALORES DE ADESÃO A QUENTE OBTIDOS NA FITÉ 1 E NA FITÉ 2, PARA O MESMO ARTIGO (FB=13 N) .....	68
FIGURA 29 – EXEMPLO DE MUDANÇA DE PARÂMETROS DEVIDO A INTERVENÇÃO NO EQUIPAMENTO. 72	
FIGURA 30 – RESULTADOS PASSADO 24 H DO ARTIGO P0202700501 .....	75
FIGURA 31 – RESULTADOS DE ADERÊNCIA DO ARTIGO P010578031A PASSADO 24 H DA LAMINAÇÃO .. 79	
FIGURA 32 – EXEMPLO DE PROVETES COM DIFERENTES ADESÕES .....	79
FIGURA 33 – RESULTADOS DE ADESÃO DO ARTIGO P0104680401 PASSADO 24 H DA LAMINAÇÃO.....	80
FIGURA 34 – BLOQUEIO DO ARTIGO À MÁQUINA DE LAMINAÇÃO .....	82
FIGURA 35 – EXEMPLO DE PARÂMETROS ATUALIZADOS EM <i>SOFTWARE</i> .....	83
FIGURA 36 – EXEMPLO DE FICHA DE PARÂMETROS ATUALIZADA .....	84
FIGURA 37 – PARÂMETROS ATUALIZADOS DO ARTIGO P0206020201 .....	85
FIGURA 38 – RESULTADOS DE ADESÃO DO ARTIGO P010578031A.....	86
FIGURA 39 – PARÂMETROS ATUALIZADOS ARTIGO P010578031A .....	86



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – CASOS DE ESTUDO .....	31
TABELA 2 – FERRAMENTAS <i>LEAN</i> .....	40
TABELA 3 – TESTES, EQUIPAMENTOS E NORMAS UTILIZADAS NO LABORATÓRIO .....	56
TABELA 4 – RESUMO DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS.....	67
TABELA 5 – CONSTITUIÇÃO DOS ARTIGOS MENCIONADOS NO SUBCAPÍTULO 3.3.1.....	67
TABELA 6 – ENSAIOS NA FITÉ 1 PARA O ARTIGO P010707010A.....	69
TABELA 7 – ENSAIOS NA FITÉ 2 PARA O ARTIGO P010707010A.....	69
TABELA 8 – DADOS INSERIDOS NO MINITAB PARA REALIZAÇÃO DE TESTE DE HIPÓTESES PARA ARTIGO P010707010A .....	69
TABELA 9 – COMPOSIÇÃO DOS ARTIGOS MENCIONADOS NO SUBCAPÍTULO 3.3.2.....	70
TABELA 10 – CONSEQUÊNCIAS RELEVANTES DA VARIAÇÃO DE PARÂMETROS .....	71
TABELA 11 – CASOS NÃO RELEVANTES DA VARIAÇÃO DE PARÂMETROS .....	72
TABELA 12 – CONSTITUIÇÃO DOS ARTIGOS MENCIONADOS NO SUBCAPÍTULO 3.3.3.....	73
TABELA 13 – ESPECIFICAÇÕES DO ARTIGO P020924051A.....	73
TABELA 14 – RESULTADOS ARTIGO P020924051A .....	74
TABELA 15 – RESULTADOS LABORATÓRIO DO ARTIGO P0202700501 .....	74
TABELA 16 – RESULTADOS DO ARTIGO P0204730101 .....	75
TABELA 17 – CONSTITUIÇÃO DOS ARTIGOS MENCIONADOS AO LONGO DO SUBCAPÍTULO 3.3.4 .....	76
TABELA 18 – ESPESSURA <i>NOK</i> POR VARIAÇÕES INICIAIS DA ESPESSURA DA ESPUMA .....	77
TABELA 19 – ESPESSURA <i>NOK</i> POR ESPESSURA INICIAL DA ESPUMA INSUFICIENTE .....	77
TABELA 20 – CONSTITUIÇÃO DOS ARTIGOS MENCIONADOS AO LONGO DO SUBCAPÍTULO 3.3.5 .....	78
TABELA 21 – PARÂMETROS DE LAMINAÇÃO DO ARTIGO P0104680401.....	80
TABELA 22 – PROPOSTAS DE MELHORIA PARA OS PROBLEMAS IDENTIFICADOS .....	81
TABELA 23 – PARÂMETROS COM QUE SE OBTIVE OS MELHORES RESULTADOS.....	82
TABELA 24 – ALTERAÇÕES EFETUADAS NOS PARÂMETROS DE LAMINAÇÃO DO ARTIGO P010578031A. 85	
TABELA 25 – RESULTADOS OBTIDOS NA LAMINAÇÃO DO ARTIGO P020924051A COM UMA ESPUMA DE 6 MM.....	87
TABELA 26 – RESULTADOS OBTIDOS NA LAMINAÇÃO DO ARTIGO P020924051A COM UMA ESPUMA DE 5.5 MM.....	87
TABELA 27 – GANHOS OBTIDOS .....	88
TABELA 28 – ADESÃO A QUENTE VS. ADESÃO A FRIO .....	89
TABELA 29 – ALTERAÇÃO PARÂMETRO PRESSÃO DE AR NO QUEIMADOR NA FITÉ 2.....	89
TABELA 30 – APERTO TECNA E 41 FITÉ 2 .....	90
TABELA 31 – PARÂMETROS BASE PARA ESPUMAS FB45 E TECNA E 41.....	90
TABELA 32 – PARÂMETROS BASE ESPUMAS TG50 E VIF37 .....	91



# ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XI</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS</b> .....	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>25</b>
1.1 <i>Contextualização</i> .....	25
1.2 <i>Objetivos do trabalho</i> .....	25
1.3 <i>Metodologia de investigação</i> .....	26
1.4 <i>Empresa de acolhimento</i> .....	27
1.5 <i>Conteúdo e organização da dissertação</i> .....	28
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>31</b>
2.1 <i>Introdução</i> .....	31
2.2 <i>Pensamento Lean</i> .....	38
2.2.1 <i>Métodos e Ferramentas Lean</i> .....	39
2.3 <i>Standard Work</i> .....	42
2.4 <i>Melhoria de Processo</i> .....	44
2.4.1 <i>Indicadores de capacidade do processo</i> .....	44
2.4.2 <i>Design experimental</i> .....	45
<b>3 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO</b> .....	<b>51</b>
3.1 <i>Análise e mapeamento do processo de laminação</i> .....	51
3.1.1 <i>Máquina de laminação fité 1</i> .....	59
3.1.2 <i>Máquina de laminação fité 2 ou de duplo queimador</i> .....	63

3.2	<i>Controlo do processo de laminação</i> .....	65
3.3	<i>Identificação de problemas</i> .....	67
3.3.1	Seleção da máquina de laminação.....	67
3.3.2	Variação de parâmetros.....	70
3.3.3	Adesão fora da especificação.....	73
3.3.4	Espessura fora da especificação .....	76
3.3.5	Colagem não uniforme .....	78
3.4	<i>Propostas de melhoria</i> .....	81
3.4.1	Bloquear artigos à máquina no <i>software</i> .....	81
3.4.2	Determinação de parâmetros.....	82
3.4.3	Aumento da espessura inicial da espuma.....	86
3.5	<i>Análise dos resultados obtidos</i> .....	88
3.5.1	Adesão a quente vs. adesão a frio .....	88
3.5.2	Parâmetros base .....	89
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>95</b>
4.1	<i>Principais contributos do trabalho</i> .....	95
4.2	<i>Dificuldades encontradas</i> .....	95
4.3	<i>Propostas de trabalhos futuros</i> .....	96
4.3.1	Climatização da unidade fabril.....	96
4.3.2	Melhoria das condições de armazenamento .....	96
4.3.3	Adaptação da máquina ao processo .....	96
4.3.4	Seguimento após industrialização de referências.....	97
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>101</b>
	<b>Apêndice I – Dados recolhidos</b> .....	<b>109</b>
	<b>Apêndice II – Testes de hipóteses</b> .....	<b>117</b>

# 1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objetivos do Trabalho

1.3 Metodologia de Investigação

1.4 Empresa de Acolhimento

1.5 Conteúdo e Organização da Dissertação



# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende fazer uma introdução ao trabalho desenvolvido, sendo inicializado com uma breve contextualização, em seguida são apresentados os objetivos do trabalho desenvolvido e a metodologia de investigação e por fim é feita a apresentação da empresa de acolhimento.

## 1.1 Contextualização

Com a exigência e dinamismo do mercado atual, a inovação constante é a chave para manter a vantagem competitiva de uma organização, obrigando-a à constante atualização e criação de conhecimento e à melhoria constante de atributos críticos, de modo a desenvolver um produto superior a um preço mais baixo (Tyagi et al., 2015). Para isso, as organizações procuram metodologias que lhes permitam aumentar a sua eficiência e produtividade, de modo a impulsionar a sua vantagem competitiva e a garantir a sua sustentabilidade. Focando-se na melhoria contínua e na redução de desperdício, usando diversas ferramentas e metodologias como as *Lean*, que se focam no fluxo de valor de um determinado produto de modo a eliminar as atividades que não acrescentam valor, sendo, para isso, necessária a recolha e análise de dados em várias fases do processo de produção (Singh et al., 2006). É também essencial que as organizações apresentem uma rápida capacidade de resposta às exigências do mercado, e para isso, é fundamental a normalização do processo de forma a produzir a tempo, na quantidade e qualidade desejada e com um preço competitivo (Rewers & Trojanowska, 2016).

Este trabalho surge no contexto de análise e melhoria de processo de laminação chama, bastante usado na indústria automóvel para a produção de têxteis técnicos multicamadas, de forma a identificar e solucionar problemas existentes nas diversas produções, procurando a uniformização da produção, e conseqüentemente, diminuição da existência de produto não conforme.

## 1.2 Objetivos do trabalho

Para o desenvolvimento deste projeto foram propostos diversos objetivos. Numa primeira fase pretende-se efetuar a pesquisa da fundamentação teórica dos assuntos abordados: ferramentas *Lean*, *standard work* e melhoria do processo.

No que diz respeito ao setor industrial, é proposto realizar a análise do processo de laminação chama de uma empresa têxtil, de modo a diminuir a quantidade de produtos

com valores fora da especificação do cliente, nesse contexto foram propostos os objetivos:

- Encontrar uma relação entre valores de adesão a quente e a frio;
- Encontrar valores base para inícios de produção de novos produtos;
- Detetar e solucionar problemas ao longo das produções observadas.

### 1.3 Metodologia de investigação

Para o desenvolvimento da dissertação de mestrado irá ser utilizada a metodologia *Action Research*, focada na criação de teorias de pesquisa que podem ser aplicadas em situações reais, de modo a satisfazer as necessidades de uma organização (Mourato et al., 2020). Esta metodologia consiste em tomar ação sobre um problema existente, de modo a perceber como essa situação pode ser alterada e, ao mesmo tempo, criar uma estrutura ética favorável a todas as partes interessadas. Para isso, é usado um método cíclico constituído por cinco fases principais (Susman & Evered, 2014):

- Diagnóstico: identificação do problema e seleção do foco do problema (Mourato et al., 2020);
- Planeamento de ações: reflexão sobre as diferentes ações que podem ser tomadas para resolução do problema;
- Agir na situação: implementação das ações no terreno e recolha de dados (Mourato et al., 2020);
- Avaliação dos resultados obtidos;
- Tomada de decisões: caso os resultados sejam satisfatórios serão tiradas conclusões finais sobre a nova informação obtida, caso os resultados não sejam satisfatórios irá ser feita uma reflexão sobre a informação obtida de modo a identificar problemas e novas soluções, iniciando um novo ciclo (Figura 1).

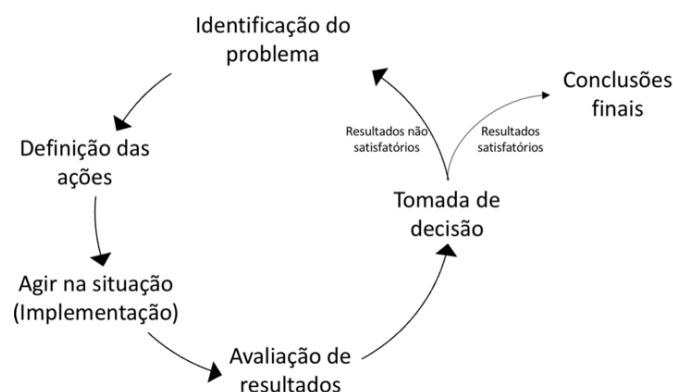


Figura 1 – Metodologia Action Research (Checkland & Holwell, 2010)

## 1.4 Empresa de acolhimento

O desenvolvimento deste trabalho foi feito na empresa ERT – Têxtil Portugal. Esta é uma empresa multinacional portuguesa, localizada em São João da Madeira, com a sua principal área de negócio no setor automóvel, mais concretamente no fabrico de componentes para o interior de automóveis. Na Figura 2 estão assinalados os principais componentes fabricados.



Figura 2 – Componentes de interiores automóveis (ERT, 2021)

A ERT foi fundada em 1992 como uma pequena empresa de prestação de serviços de laminação de têxteis para revestimento de calçado, entrando para o sector automóvel em 2000. Atualmente, esta tem atividade em ambos os setores (industrial e automóvel) e procura tornar-se uma referência da inovação empresarial, continuando a aplicação de valor da sua cadeia produtiva, oferecendo produtos com o máximo de valor acrescentado no sentido de manter e desenvolver relações com parcerias e clientes (ERT, 2021).

A ERT Têxtil Portugal atua nas áreas (ERT, 2021):

- Laminação têxtil, podendo ser por *flamebond* (a chama em contacto com a espuma provoca a fusão parcial desta, fazendo com que esta ganhe propriedades adesivas) ou por *hotmelt* (cola quente é aplicada em uma das matérias primas e, em seguida esta é pressionada contra a outra de forma a ficarem unidas);
- Corte de componentes têxteis e couro por prensa, letra e laser;
- Costura manual (para união de peças) e automática (para fins decorativos);
- Revestimento de peças plásticas com componentes têxteis;
- RIM (*Reaction Injection Moulding*).

## 1.5 Conteúdo e organização da dissertação

O presente relatório está dividido em quatro partes.

A primeira parte, denominada INTRODUÇÃO, refere-se ao presente capítulo onde é feita uma breve introdução apresentando a contextualização, os objetivos, a metodologia e a estrutura do relatório, assim como uma breve apresentação da empresa de acolhimento para o estágio curricular.

A segunda parte, denominada REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, é apresentada a revisão bibliográfica das diferentes áreas abordadas. Começando por uma breve introdução às ferramentas *Lean*, passando para o *standard work* e, por fim, para a melhoria de processo.

No terceiro capítulo, denominado ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO, é descrito o desenvolvimento do projeto, apresentando inicialmente uma breve explicação do processo de laminação chama e do procedimento do estudo realizado. Em seguida, são apresentados os problemas encontrados, as respectivas melhorias propostas e os resultados obtidos com a implementação destas. E por fim, é feita uma análise geral de todos os dados obtidos de forma a concluir qual o impacto de certas modificações realizadas ao longo das diversas produções.

Na quarta parte, denominada CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS, são descritas as principais conclusões do estudo realizado e as dificuldades encontradas, e são feitas propostas de melhorias futuras.

Por fim, é possível consultar as REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS, onde estão todas as fontes de informação utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho, e em seguida os APÊNDICES da dissertação.

# 2. REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução

2.2 Pensamento Lean

2.3 Standard Work

2.4 Melhoria do Processo



## 2 REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a revisão bibliográfica das diferentes áreas abordadas, inicialmente é feita uma breve introdução às ferramentas *Lean*, em seguida é abordado o tema *standard work* e, por fim, a melhoria contínua.

### 2.1 Introdução

Na literatura atual é possível encontrar diversos trabalhos que abordam as ferramentas *Lean* como ferramentas essenciais e fonte de vantagem competitiva para as organizações devido às inúmeras vantagens que proporcionam. Na Tabela 1, são apresentados alguns exemplos de trabalhos desenvolvidos na área do *Standard Work* e da otimização de processos com o objetivo de fazer um enquadramento inicial das áreas abordadas ao longo deste trabalho.

Tabela 1 – Casos de Estudo

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(P. Dias et al., 2019)	O presente projeto, foi desenvolvido com o objetivo de aumentar a produtividade da linha de produção, de uma empresa do ramo automóvel em Portugal, para 1800 peças/dia. Tendo em conta o objetivo definido, foram tidas em conta ferramentas Lean, como por exemplo: <i>standard work</i> ; gestão visual e 5S. Observando os resultados obtidos, foi verificado um aumento de 37% da capacidade da linha de produção e de 22% do OEE.
(Lu & Yang, 2015)	Este estudo foi desenvolvido como o propósito de implementar ferramentas Lean ( <i>standard work</i> ) em postos de trabalho para o fabrico de <i>pacemakers</i> (no Taiwan), com o intuito de melhorar o posto considerado como <i>bottleneck</i> . Os resultados obtidos foram uma diminuição de 37,5% de trabalho laboral e um aumento de 34,7% nos resultados diários no posto <i>bottleneck</i> .
(Antoniolli et al., 2017)	Os objetivos deste estudo passam por: normalizar as operações de uma linha de produção de componentes para sistemas de ar condicionado para automóveis de uma empresa em Portugal, eliminar ou diminuir o número de atividades que não acrescentam valor, aumentar produtividade e a eliminação de perdas através

---

da melhoria contínua de diversas atividades. Para isso, foi usado o Pensamento *Lean* e *Kaizen* que, em conjunto com a normalização das operações e o ajuste em algumas estações de trabalhos, permitiram o aumento da eficiência e da produtividade, tanto das máquinas como dos trabalhadores, e a subida de 16% do OEE.

---

(Bragança &  
Costa, 2015)

Este estudo pretende provar que o *standard work* é uma boa ferramenta para normalizar processos, permitindo o aumento de flexibilidade e de produtividade, diminuindo as perdas e os erros na montagem utilizando como caso de estudo a unidade de produção de uma empresa de elevadores em Portugal. Ainda se provou que o *standard work* facilita a implementação da polivalência dos trabalhadores, permite um melhor aproveitamento do tempo de trabalho, baixa as variações nos processos, permite um melhor controlo do processo e das operações e reduz erros na qualidade.

---

(Ramakrishnan &  
Nallusamy, 2017)

Este estudo foi realizado numa empresa na Índia e tem como objetivo diminuir em 30% o tempo de paragem na operação de fundição, através da implementação de ferramentas *Lean* para a diminuição do *lead time* e das horas de paragens. No final deste estudo, após a análise dos resultados constatou-se que o objetivo de diminuir as horas de paragem em 30% foi alcançado.

---

(Fin et al., 2017)

O estudo agora apresentado, usou como caso de estudo uma linha de produção de chassis de uma empresa no Brasil. Este tinha como objetivo a implementação do trabalho normalizado na linha de produção e determinar os seus resultados relativamente à otimização das tarefas dos colaboradores e à redução de desperdício. Para isso, foram feitas medições do tempo das operações e a definição do *takt time*, criada uma folha de capacidade de produção e outra folha para a normalização de operações, definido o número mínimo de operadores, definido um novo *layout* e a implementação de *standard work* com treino. Na análise de resultados foi observada uma diminuição de 36 minutos na montagem e a redução do espaço percorrido pelo operador numa média de 200 m.

---

(Pereira et al.,  
2016)

Este estudo foi desenvolvido numa empresa em Portugal com o objetivo de apresentar um processo em desenvolvimento para tornar automático a criação de documentos como folhas de normalização do trabalho e as folhas de controlo e instruções de trabalho. Como resultados foram esperados a diminuição de

---

---

variações e irregularidades que ocorrem quando estes documentos são efetuados pelos trabalhadores tal como a maior acessibilidade aos mesmos e atualização em tempo real.

---

(Neves et al.,  
2018)

Este estudo foi desenvolvido com o propósito de identificar problemas no processo de corte, de uma empresa em Portugal, e solucionar os mesmos usando ferramentas como o ciclo PDCA (*plan-do-check-act*), 5S e 5W2H (*five whys+two hows*), com o foco na melhoria contínua e normalização do processo. A junção de todas as ferramentas usadas resultou num aumento de 10% no tempo útil disponível pelo operador.

---

(Assarzadeh &  
Ghoreishi, 2013)

Este estudo foi desenvolvido no Irão, com o objetivo de modelar e otimizar os parâmetros do processo de maquinagem por descarga elétrica de um compósito carboneto de tungstênio-cobalto, com base em técnicas estatísticas. A metodologia de resposta da superfície foi usada para analisar as experiências feitas, tendo como objetivo obter uma equação de segundo grau com um intervalo de confiança de 90% para cada processo. Como resultado obteve-se uma percentagem inferior a 10% de erros computadorizados.

---

(Ragit et al.,  
2011)

Este estudo tem como objetivo a normalização e otimização de um processo de transesterificação para produção de éster metílico de óleo na indústria de combustíveis na Índia. Para isso, foram tidas em conta técnicas de análise estatística para diversos parâmetros importantes para o alcance do objetivo de estimar a maior recuperação do éster e alcançar a menor possibilidade de viscosidade. Os resultados demonstraram que o éster de metílico de óleo obtido nas condições ótimas definidas é um excelente substituto para os combustíveis fosseis.

---

(Arumugam et al.,  
2012)

O presente estudo tem como objetivo ilustrar a aplicação de uma robusta observação da literatura num projeto de *Lean Six Sigma* num aeroporto europeu, para diminuir a variabilidade e aumentar a velocidade do processo. Os resultados obtidos demonstraram que a observação crítica, usada como ferramenta *Lean*, tem um grande impacto tanto na organização como nos seus funcionários. Esta permite o aumento da velocidade do processo através da eliminação do desperdício e permite a identificação das causas raiz das variações na qualidade do produto final, as quais o programa *Lean Six Sigma* tem como objetivo reduzir.

---

- 
- (Suganthini Rekha et al., 2016) Este estudo foi desenvolvido na Índia, usando como caso de estudo a linha de produção de caixas de direção no chão de loja. Este consiste em examinar o sistema existente de produção, melhorando a produtividade do mesmo ao usar a metodologia *Lean* e sem afetar muito o sistema existente. Durante a sua execução foram tidas em conta ferramentas como: *Value Stream Mapping*, que permitiram que o *Setup time* diminuísse cerca de 180 minutos assim como o tempo de ciclo em cerca de 98 minutos diminuindo o *lead time* e aumentando a produtividade.
- 
- (J. Oliveira et al., 2017) Este estudo foi desenvolvido numa empresa dedicada à produção de equipamentos mecânicos em Portugal. Este tem como objetivo identificar os desperdícios existentes usando o *Value Stream Mapping* e depois usando as diversas ferramentas *Lean* (*standard work*, *value stream mapping*, 5S, gestão visual) reduzi-los e aumentar a produtividade. Deste estudo foi possível concluir que o uso de ferramentas *Lean* é uma maneira de reduzir os custos das soluções para atingir a produtividade, usando o foco contínuo na eliminação de desperdícios em toda a organização.
- 
- (Sundar et al., 2014) Este estudo foi desenvolvido na Índia e tem como objetivo a criação de um mapa para a organização de forma a implementar um sistema de produção *Lean*. Neste foram tidas em conta várias ferramentas como: *value stream mapping*, controlo de inventário, sistema *pull*, *Kanban*, nivelamento de produção, entre outras. A análise dos resultados permitiu concluir que a sequência de implementação dos elementos *Lean* em organizações com ambientes voláteis de negócios e as descobertas nesta revisão estão sintetizadas para o desenvolvimento de uma teoria sólida para a implementação dos elementos *Lean*.
- 
- (Choomlucksana et al., 2015) Este estudo foi desenvolvido na Tailândia, e explora a folha de produção do processo de estampagem de metal e tem como objetivo reduzir desperdícios e melhorar a eficiência da produção no processo através da implementação de ferramentas *Lean*, como o controlo visual, *Poka-Yoke* e 5S. Como resultados é possível observar que o tempo do processo de polimento reduziu cerca de 62,5%, as atividades que não geram valor reduziram em 66,53% e os custos de tempo extra foram reduzidos em 1,764 dólares por ano.
-

- 
- (Mor et al., 2019) Este trabalho tem como objetivo identificar e eliminar as atividades que não acrescentam valor ao processo de fabricação de núcleos através da normalização dos procedimentos do trabalho. O mesmo foi desenvolvido numa organização na Índia e apresenta resultados como a diminuição do tempo de ciclo em 31,6 segundos e um aumento da produtividade em 6,5%.
- 
- (Yu et al., 2013) Este estudo, desenvolvido nos Estados Unidos da América, tem como objetivo criar e implementar um sistema de produção efetivo com a aplicação das ferramentas *Lean* na construção de componentes pré-fabricados, neste caso é usada a linha de montagem de um abrigo comunitário. Durante a sua realização foram usadas ferramentas como: 5S, *standard work*, planeamento de *takt time*, gestão de variações e *value stream mapping*. Os resultados obtidos consistem no aumento de produtividade e diminuição do *takt time*, o que levou à redução do tempo extra e consequentemente à redução do preço de mão de obra. No final do estudo foi possível concluir uma redução, em média, de 34% nas horas de trabalho passadas num módulo.
- 
- (Halim et al., 2015) Este estudo foi desenvolvido com base numa linha de produção automóvel na Malásia, e tem como objetivo a implementação de uma ferramenta do *Toyota Productive System: Standard Work*, sendo esta a principal ferramenta usada ao longo do seu desenvolvimento. Com os resultados obtidos foi possível observar um aumento na eficiência, na produtividade de 3,16% (tempo de ciclo reduziu cerca de 16%), na qualidade e na estabilidade do processo no desempenho dos operadores.
- 
- (Nallusamy & Saravanan, 2016) Este artigo tem como objetivo o estudo do sistema existente numa indústria de produção de componentes automóveis de pequena escala na Índia e usar as ferramentas *Lean* para reduzir o *lead time* sem afetar muito o sistema existente de trabalho. Para além das ferramentas *Lean*, a normalização de processos padrão e *Kanban* são usados para a obtenção dos resultados que indicam a redução do tempo de ciclo em 350 segundos e a redução do tempo de *setup* em 1500 segundos, provocando o aumento da produção, e a redução do *lead time* de 5780 segundos para 3946 segundos.
-

- 
- (Correia et al., 2018)
- Este estudo foi desenvolvido em Portugal e tem como objetivo fazer um estudo aprofundado de numa linha de montagem de aparelhos eletrónicos. Para isso, são usadas ferramentas como *Value Stream Mapping*, *Lean Line Balancing*, normalização de trabalho e processo, tais como técnicas de redução de desperdícios e gestão visual. Do fim deste estudo foram observados resultados como a redução de 54,5% no trajeto feito pelos operadores entre estações, um ganho de 25% de área livre e um aumento de 3% na capacidade produtiva.
- 
- (Ribeiro et al., 2019)
- Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de implementar as ferramentas *Lean* nos dois principais produtos de uma empresa de componentes plástico, em Portugal. Durante o seu desenvolvimento foram usadas ferramentas como 5S, gestão visual, SMED, *standard work* e OEE. Pelos resultados obtidos, foi possível observar 70% de redução nos tempos de transporte, o aumento de 18% do OEE do processo de injeção, 16% na linha de pintura das capas das rodas e de 17% na linha de pintura dos para-choques frontais.
- 
- (Nguyen & Do, 2016)
- Este projeto tem como objetivo transformar um modelo de produção tradicional num modelo *Lean*, apresentando técnicas *Lean* de reengenharia aplicadas numa linha de montagem de eletrónicos, numa empresa no Vietnam. Para isso foram tidos em conta alguns aspetos como redução de desperdícios, *standard work*, logística interna, *design* interno e mudança de *layout*. Com este trabalho foram obtidos resultados como a redução de quase 40% de mão de obra para a mesma produção final, a poupança de cerca de 30% da área e a redução do *lead time* de 7,5 dias para 3 dias em média.
- 
- (Monteiro et al., 2017)
- Este estudo tem como objetivo explorar as hipóteses de melhoramento da gestão de matérias-primas do departamento de logística de uma empresa em Portugal, aplicando ferramentas *Lean*. Para isso, algumas ferramentas como os 5S, mecanismos *Poka-Yoke*, *standard work* e gestão visual foram usadas. Como resultados obteve-se uma maior disponibilidade de informação, redução de tempos de processamento e aumento do número de processos analisados.
-

---

(Mourato et al.,  
2020)

Este estudo é realizado numa empresa de produção de autocarros em Portugal, com o objetivo de melhorar a receção e posicionamento de materiais no armazém e a logística interna atuando sobre a gestão da cadeia de abastecimento. Para isso, foram usadas ferramentas *Lean* que permitiram a standardização e simplificação do abastecimento da linha de produção, tal como o melhoramento das condições de trabalho tanto na produção como no armazém.

---

Através da análise da Tabela 1 é possível concluir que o *standard work* é uma ferramenta que visa o aumento da eficiência e produtividade da produção e o aproveitamento do tempo de trabalho, de modo a diminuir a mão de obra necessária, o tempo de *setup*, o *lead time*, o tempo de ciclo e os tempos de paragem. Estas diminuições são possíveis através da eliminação de desperdícios existentes (tempos de transporte desnecessários, deslocações dos operadores desnecessárias...) e da otimização do posto considerado como *bottleneck*.

Outras das principais vantagens associadas a esta ferramenta é o maior controlo do processo e de todas atividades que este engloba, de modo a diminuir as variações e irregularidades existentes que originariam erros de qualidade nos produtos fabricados. Sendo o SW uma mais-valia para a redução de custos associados aos diferentes processos.

## 2.2 Pensamento Lean

Com a natureza dinâmica do mercado e o aumento de exigência dos clientes, as organizações necessitam de se focar em reduzir custos e aumentar a sua capacidade de produção de forma eficiente para se manterem competitivas e conseguir corresponder às necessidades do mercado (Azevedo et al., 2019). Para isso, muitas organizações investem na melhoria contínua de forma a desenvolver o seu processo de produção e a minimizar o desperdício total (Singh et al., 2006).

O conceito pensamento *Lean* surgiu do Sistema de Produção *Toyota*. Este determina o valor de um processo através da distinção de atividades que acrescentam valor das que não acrescentam valor (tentando reduzir estas ao máximo), e da eliminação de desperdício, de modo a que todas as atividades acrescentem o máximo de valor possível ao processo (Ferreira et al., 2019; Pombal et al., 2019; Rahman et al., 2013).

A produção magra, também conhecida como produção *Lean*, foca-se essencialmente nas operações, no processo, na tecnologia, na qualidade, na capacidade, na disposição física, nas cadeias de abastecimento, no inventário e nas estratégias de planeamento de recursos. De modo a criar processos eficientes com elevada produtividade, através do uso eficiente dos recursos, com o menor custo possível para organização e o mais rápido possível (Azevedo et al., 2019; Kulkarni, 2014; M. S. Oliveira et al., 2019; Pinto & Mendes, 2017; Rahman et al., 2013). Esta também procura combinar a produção artesanal e de massa, evitando o alto custo da primeira e a rigidez da segunda (Singh et al., 2006).

De acordo com várias publicações, a produção *Lean* contribui para a redução de desperdícios, isto é, atividades que não acrescentam valor ao processo, através do aumento de eficiência do processo, de modo a obter um fluxo contínuo de produção sem interrupções (Arezes et al., 2010; Maalouf et al., 2018; Pinto & Mendes, 2017; Rahman et al., 2013; Ribeiro et al., 2019).

Os desperdícios (*muda* em japonês) podem ter várias formas e serem encontrados a qualquer momento e em qualquer sítio dentro de uma organização (Singh et al., 2006). Estes são considerados todas as atividades dos processos que consomem recursos e adicionam custos e não criam valor acrescentado, por exemplo, qualquer processo que o cliente não paga à organização. Os desperdícios podem ser divididos em duas partes (Azevedo et al., 2019; Kulkarni, 2014; Maalouf et al., 2018):

– Desperdício necessário: atividades que, embora não acrescentem valor, são necessárias e não podem ser eliminadas (por exemplo inspeções de qualidade)

– Desperdício puro: aquele que se deve eliminar/reduzir o máximo possível. Estes podem ser definidos como os 7 *Mudas*:

- Defeitos (*Defects*);
- Excesso de produção (*Overproduction*);

- Tempos de espera (*Waiting*);
- Transportes desnecessários de produtos ou materiais (*Transportation*);
- Inventário excessivo de materiais a não serem utilizados (*Inventory*);
- Movimentos desnecessários dos operadores (*Motion*);
- Trabalho ou qualidade superior ao que é necessário (*Extra work/Excess Processing*).

### 2.2.1 Métodos e Ferramentas Lean

A melhoria e evolução da produtividade estão relacionadas com o quão eficientemente os diferentes recursos são combinados com a produção dos diversos produtos e os serviços que se pretendem alcançar. O uso de ferramentas *Lean* é considerado uma maneira de garantir a melhoria contínua e aumentar a produtividade eliminando os desperdícios (Kulkarni, 2014).

Como metodologias *Lean* é possível destacar:

- *Just-In-Time* – tem como objetivo fornecer os materiais necessários, na quantidade necessária e quando necessário em todas as fases do processo sem criar atrasos na produção, devido à falta ou excesso de material, de modo a garantir um fluxo contínuo na produção. Isto é, o material é apenas levado para o posto em que vai ser utilizado quando necessário de modo a ser aplicado mal a sua chegada, evitando a criação de *stocks* (Tommelein & Li, 1999).
- Ciclo PDCA – tem o foco na melhoria contínua questionando quais os métodos que permitem melhorar os produtos e processos de uma organização, nesta metodologia é possível destacar 4 etapas, representadas na Figura 3 (Silva et al., 2017).

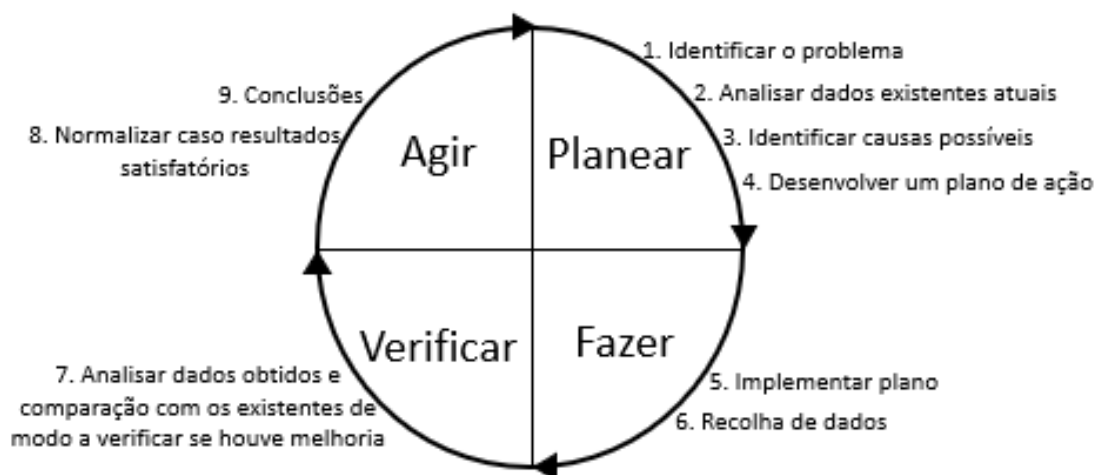


Figura 3 – Ciclo PDCA (Silva et al., 2017)

Na Tabela 2 estão descritas variadas ferramentas *Lean* que têm o objetivo comum de eliminar o desperdício usando diferentes técnicas. Sendo por isso o uso destas vantajoso na implementação de novos negócios, evitando perdas futuras, custos e possíveis problemas (Tekin et al., 2019).

Tabela 2 – Ferramentas *Lean*

Ferramentas	Caracterização	Fonte de Informação
<i>Kanban</i>	Controlo de produção através do nivelamento da produção, produzindo apenas o necessário, de modo a melhorar a produtividade e ao mesmo tempo minimizar o desperdício na produção.	(Rahman et al., 2013; Rewers & Trojanowska, 2016)
Controlo Visual	Ver e compreender os diferentes aspetos do processo em qualquer momento, de modo a ser possível dar <i>feedback</i> do estado corrente e indicar os ajustes necessários para que o processo cumpra os requisitos do cliente.	(Parry & Turner, 2006)
<i>Heijunka</i>	Consiste em identificar o grupo de produtos mais vendidos em maiores quantidades, determinar o <i>stock</i> existente e definir um plano com o intervalo de produção e a quantidade a produzir desses produtos. Permitindo também a otimização a utilização das estações de trabalho.	(Rewers et al., 2018; Rewers & Trojanowska, 2016)
5S	Tem como objetivo atingir um estado de organização e clareza que promova a eficiência e eficácia do ambiente de produção, tal como a diminuição do desperdício, atrasos, defeitos, tempo de paragem e acidentes, e consequentemente o aumento do lucro. Os 5S são <i>Seiri</i> (seleção), <i>Seiton</i> (organização), <i>Seiso</i> (limpeza), <i>Seiketsu</i> (standardização) e <i>Shitsuke</i> (disciplina).	(Azevedo et al., 2019; C. Costa et al., 2018; Kulkarni, 2014; Omogbai & Salonitis, 2017; Rewers & Trojanowska, 2016)
<i>Single minute exchange of die</i> (SMED)	Consiste num conjunto de técnicas para a redução do tempo de <i>setup</i> e de mudança de operações de um processo para outro.	(E. Costa et al., 2013; Rewers & Trojanowska, 2016; A. M. Vieira et al., 2020; T. Vieira et al., 2019)

VSM	Permite a visualização gráfica do fluxo de materiais e informações dos sistemas de produção, a distinção das atividades que acrescentam valor das que não acrescentam e a identificação das suas causas, com o objetivo de diminuir o desperdício. Este pode ser usado em duas abordagens, a corrente/atual ou a futura.	(J. A. Dias et al., 2019; Rewers & Trojanowska, 2016; Singh et al., 2006)
<i>Poka-Yoke</i>	Procura a prevenção da ocorrência de erros no processo, permite a redução do tempo de treino dos operadores e permite a eliminação de muitas das operações de controlo de qualidade.	(Rewers & Trojanowska, 2016) (Anvari et al., 2014)
<i>Standard Work</i>	Possibilita a melhoria do trabalho e da sustentabilidade do processo de produção. Esta tem como objetivo definir a melhor maneira de operar, de modo a que todas as fases do processo sejam feitas da mesma maneira por todos os operários, com um custo fixo. Este também assume a melhoria contínua e a constante atualização de acordo com os requisitos do cliente.	(Rewers & Trojanowska, 2016)
<i>Jidoka</i>	Focasse na criação de avisos instantâneos na hora em que uma anomalia é notada, de modo a parar imediatamente o trabalho e a serem tomadas medidas para a resolução do problema, evitando a produção de produto defeituoso, tornando o sistema mais eficiente.	(Tekin et al., 2019)
<i>Total Productive Maintenance</i>	Procura garantir a disponibilidade dos equipamentos para o desempenho das suas tarefas. Contribui para a otimização de atividades manutenção preditiva, preventiva e corretiva, de modo a maximizar a eficiência e os lucros dos equipamentos.	(Anvari et al., 2014)

### 2.3 Standard Work

O *standard work* surgiu em 1931 sendo definido apenas como uma projeção de métodos de trabalho, sendo visto apenas como documentação e análise de trabalho, com o evoluir dos tempos este começou a ser aplicado de diferentes maneiras e outro fatores começaram a ser tidos em conta, como por exemplo, a produtividade de um operador e os tempos de ciclo levando à evolução do mesmo, tornando a documentação importante (Marksberry et al., 2011).

O *standard work* pode ser definido como a soma das ações e medidas relacionadas entre si que conduzem a uma unificação de soluções, este tem como objetivo que o trabalho seja feito corretamente da primeira vez sem erros, com eficácia e sem desperdício (Míkva et al., 2016), procurando estabelecer o procedimento específico para o trabalho de cada operador, utilizando como base três elementos (Anvari et al., 2014; Mariz et al., 2012):

- *Takt time*: estabelece o ritmo do *standard work*, isto é, indica a frequência com que um produto tem de estar acabado. É calculado utilizando o requisito do cliente e o tempo disponível;
- Sequência: ordem pela qual o operador tem de desempenhar as funções manuais do processo. Através destas é possível identificar desperdícios e estabilizar o processo;
- Trabalho em progresso (WIP): quantidade mínima de material necessária para garantir o fluxo contínuo na linha de produção (sem paragens).

O SW usa a definição e registo, passo por passo em sequência, das melhores práticas para a realização do trabalho como chave para a formação da linha base para a melhoria contínua (*Kaizen*), garantindo que cada tarefa executada é viável, sustentável e segura. (Míkva et al., 2016). Sem este existiria uma maior variabilidade e complexidade de como o trabalho é feito, um maior número de erros e consequentemente maior retrabalho (Machado & Leitner, 2010).

Segundo (Kulkarni, 2014) utilização do *standard work* passa por vários passos:

- Identificar e definir os sistemas que conseguem a melhor qualidade;
- Criação da documentação que descreve as melhores práticas, e torná-las visuais usando a combinação de imagens e textos;
- Colocar a documentação em cada posto de trabalho em que o operador está a realizar a operação descrita;
- Treinar os operadores para realizar as tarefas conforme descritas.

A documentação criada deve conter todas as operações, movimentações e interações efetuadas com o equipamento pelo operador de forma (Miltenburg, 2007; Míkva et al., 2016):

- Breve: contendo apenas a informação necessária;
- Simples e visual: facilitando a compreensão das operações;
- Clara: garantindo que todos os operadores têm acesso a toda a informação que necessitam.

Com base na literatura existente é possível comprovar que o *standard work* é uma ferramenta usada em diversas áreas e que este tem como pilar a identificação e consequente resolução de problemas. Tornando o seu processo de melhoramento contínuo e sem fim, ou seja, sempre que uma nova mudança ou melhoria é feita é criado um novo *standard* que se torna a base para melhoramentos futuros, de modo a melhorar e garantir a qualidade, segurança e eficiência a longo termo (Machado & Leitner, 2010; Míkva et al., 2016). Garantindo não só a minimização da variabilidade dos processos como também a melhoria contínua do mesmo, incentivando a participação de todos os trabalhadores, incluindo os operadores de primeira linha, a serem criativos e melhorarem os *standards* existentes. A disponibilização da informação permite que os operadores aprendam novas tarefas, tornando-se mais polivalentes e garantindo uma maior flexibilidade na produção (Gao & Low, 2014).

Com a implementação correta do *standard work* nos processos e nos produtos podem ser detetadas diversas vantagens que este proporciona às organizações, como (Míkva et al., 2016):

- Existência de documentação para todos os processos, clarificando os procedimentos do trabalho;
- Redução de variações ao longo dos processos e nos produtos, prevenindo a ocorrência de defeitos na produção e de erros que possam ter impacto na produção, aumento da qualidade dos produtos e do processo, que é vista como uma chave para o aumento da vantagem competitiva de uma organização;
- Facilitar comunicação;
- Treino de novos operadores facilitado;
- Aumentar a segurança (reduzir lesões);
- Aumentar disciplina nos postos de trabalho;
- Permite a redução de custos financeiros e/ou de tempo;
- Facilitar a resposta a desafios.

Apesar da implementação do *standard work* ainda ser baseada nas melhores práticas, este traz às organizações uma enorme vantagem competitiva, tendo sido definido pela *Toyota Motor Corporation* como uma “ferramenta para manter a produtividade, qualidade e segurança a altos níveis, favorecendo uma estrutura consistente para a realização do trabalho (respeitando *takt time*) e para realçar oportunidades para melhorias” (Marksberry et al., 2011).

## 2.4 Melhoria de Processo

A otimização de processos é um processo que visa alcançar a melhor performance possível. Para isso, são tidos em conta diversos *inputs* controláveis e não controláveis que influenciam o desempenho do processo. O objetivo passa por estudar as diferentes relações entre estes de forma a encontrar a melhor combinação possível, isto é, a combinação que conduz ao melhor desempenho possível, avaliado pela medição e pelo cálculo dos *outputs* do processo (Figura 4) (Moreno, 2005).

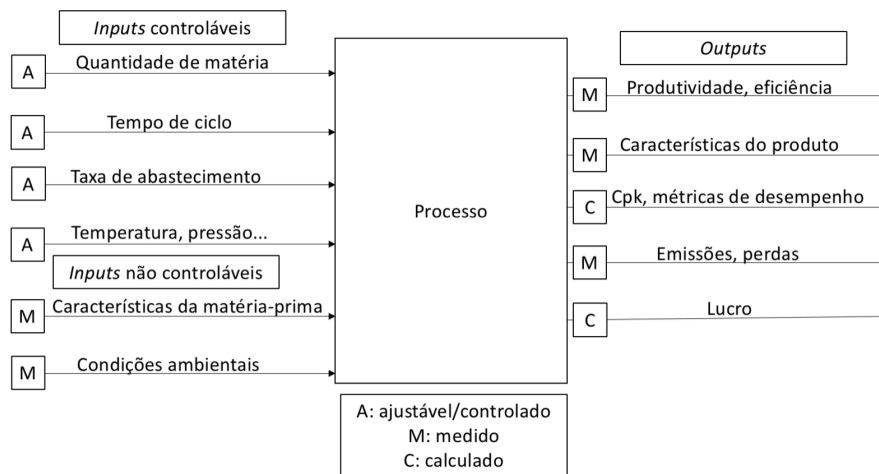


Figura 4 – Elementos de gestão operacional (Moreno, 2005)

Sendo assim, este processo tem foco na inovação contínua aumentando o sucesso e diminuindo as falhas dos processos, através de ciclos curtos e frequentes de melhoria, que avaliados individualmente não teriam grande impacto, mas no seu conjunto fornecem um grande contributo para o desempenho, aumentando a qualidade e alcançando a excelência competitiva exigida no mercado atual. O melhoramento sustentável é alcançado através do uso de diversas ferramentas e técnicas para o desenvolvimento e implementação de estratégias para a redução ou eliminação de desperdícios, problemas e variações, identificados em todos os sistemas e processos de uma organização (Bessant et al., 1994; Bhuiyan & Baghel, 2005).

### 2.4.1 Indicadores de capacidade do processo

A compreensão e seleção apropriada de indicadores de capacidade do processo é fundamental para o alcance dos objetivos de uma organização, pois estes permitem medir e avaliar o desempenho das operações chave para o sucesso. Estes permitem a identificação de falhas entre desempenho real e o desejado, possibilitando o conhecimento do estado do sistema de produção e a identificação de onde é necessário tomar ação, tornando-se por isso um fator chave para a melhoria do desempenho de um sistema produtivo tal como para o controlo da produção (Jevgeni et al., 2015; Kang et al., 2016), podendo ser definidos como medidores normalizados do estado e de tendências de uma organização, sendo por isso muitas vezes usados de forma a monitorizar o estado atual e a planear a longo termo a evolução de uma organização.

Para isso, é necessário que estes sejam aplicáveis e que suportem os objetivos de uma organização de forma objetiva e atual (Staron et al., 2017).

Os KPIs podem ser utilizados em análises pontuais com um limite de tempo definido, como também podem monitorizar tarefas de forma contínua sendo necessária uma revisão a estes quando os objetivos ou metas de um certo processo mudam, de forma a estes serem atualizados de acordo com as novas metas estabelecidas. Através da avaliação feita com o uso dos KPIs é possível ter um avanço sobre resultados futuros da organização, no entanto esta informação nem sempre é correta pois estes apenas avaliam um grupo de fatores que influenciam o resultado (Roldán-García et al., 2019).

#### 2.4.2 *Design experimental*

O design experimental foi criado em 1920 durante um estudo realizado no setor agrícola por Ronald A. Fisher, mas foi com o aumento da educação e a grande evolução a nível tecnológico de softwares que este cresceu e começou a ser usado em grande escala nas diferentes áreas. Na Figura 5 é possível observar a crescente aplicação do DOE desde 1920 até 2018 nas diferentes áreas e na Figura 6 a sua aplicação em cada área (Durakovic, 2017).

É possível constatar que foi a partir de 1970 que este método alcançou uma enorme importância em projetos de investigação, sendo a sua maior aplicação na área de medicina, seguida das áreas de engenharia e de bioquímica e genética. Hron & MacÁk, (2013) consideram que a maior aceitação deste foi nos USA e no Japão, com o objetivo de aumentar da capacidade do processo, reduzir os custos de qualidade e melhorar da produção do processo.

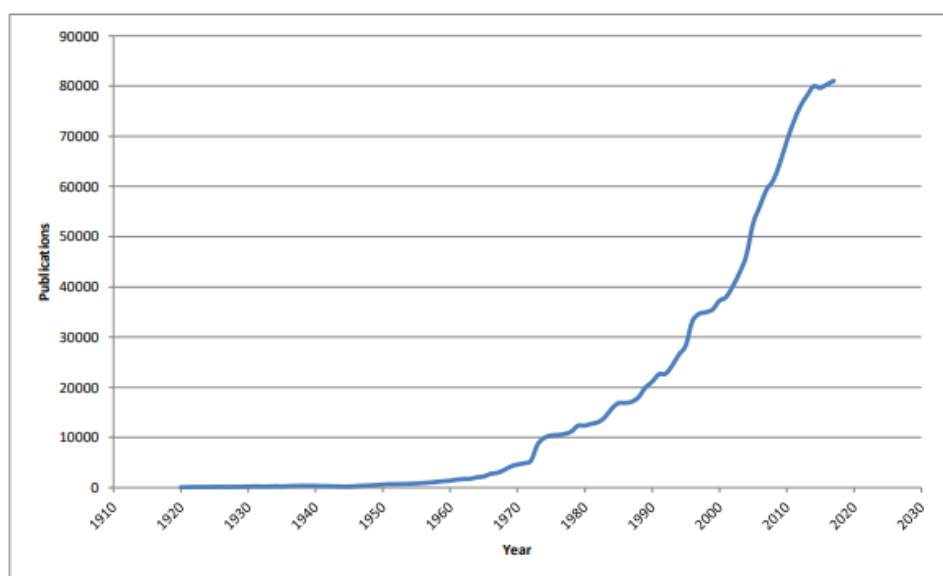


Figura 5 – Aplicação DOE, 1920-2018 (Durakovic, 2017)

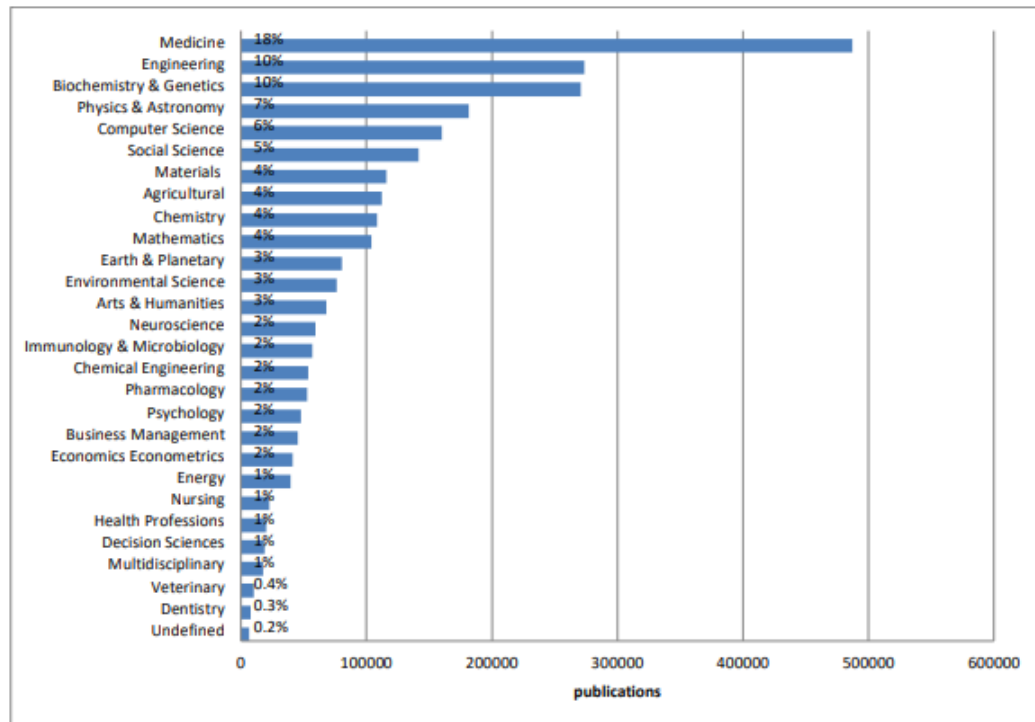


Figura 6 – Aplicação do DOE nas diferentes áreas (Durakovic, 2017)

O DOE é uma ferramenta estatística usada para resolução de problemas associados à qualidade do produto, permitindo a melhoria do desempenho e da capacidade do processo, e apresentando diversas vantagens no que diz respeito à tomada de decisão para o desenvolvimento, produção e melhoria de novos produtos. Através do uso deste é possível criar relações de causa efeito entre as variáveis do processo com os *outputs* resultantes (Chen et al., 2010; Durakovic, 2017; Hron & MacÁk, 2013).

Sendo assim, este processo é usado para planejar e conduzir experiências, tal como, analisar e interpretar os dados obtidos. Para isso, fazem-se variar os *inputs* de um sistema, processo ou produtos, e em seguida são analisados os *outputs*, de forma a concluir qual a importância dos diferentes *inputs* e como estes estão relacionados com os *outputs* (Durakovic, 2017). Usando várias experiências em que os parâmetros dos equipamentos são alterados e ajustados, ou outros fatores que são alterados propositadamente, de forma sistemática para que seja possível identificar os fatores com maior impacto, podendo usar a informação obtida para melhorias futuras. É também importante notar que a influência de um certo fator pode resultar diretamente deste ou então da sua interação com outros fatores (Hron & MacÁk, 2013; Tanco et al., 2007). Esta ferramenta pode ser usada através de diferentes métodos, como por exemplo: por comparação, filtro de variáveis, otimização de sistemas e *design* robusto (Durakovic, 2017).

Para o uso do DOE podem ser distinguidas algumas fases (Durakovic, 2017; Tye, 2004):

- Definir objetivos – lista de problemas a investigar;
- Definir variáveis de resposta – o objetivo a ser avaliado como *output*;
- Identificar fatores e níveis – fatores que podem influenciar os resultados;
- Escolher método experimental de design ou *software* que vai ser usado;
- Realizar as experiências – matriz de design;
- Filtrar e analisar os dados;
- Tirar conclusões e recomendações para o planejamento dos próximos passos.

Para além das vantagens que este traz às organizações esta ferramenta permite uma abordagem organizada com interligações lógicas entre as diferentes experiências, de forma a dar informação mais precisa. Normalmente são considerados dois tipos de DOE: *full* e *fractional factorial designs*, comparando ambos os modelos o segundo é mais simples e não exige um número tão elevado de experiências, apresentando por isso vantagens no que diz respeito a custos, tempo de estudo e recursos utilizados. No entanto este apresenta menos dados e não permite avaliar relações de interações entre os diferentes fatores, o que já seria possível usando o *full factorial design*. Sendo o *fractional factorial design* usado normalmente para fases iniciais de experiência de modo a identificar quais os fatores significantes. Estes modelos têm suporte de diversos *softwares* como o *minitab*, *SPSS*, *SAS*, *MODDE*, *design expert*, *fusion pro* e *JMP* (Durakovic, 2017; Tye, 2004).



# 3. ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO

3.1 Análise e Mapeamento do Processo de Laminação

3.2 Controlo do processo de Laminação

3.3 Identificação de problemas

3.4 Propostas de melhoria

3.5 Análise dos resultados obtidos



### 3 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO

O presente capítulo apresenta a descrição do processo em estudo, tal como toda a análise realizada ao mesmo. Ao longo deste, é feita a identificação de diversos problemas existentes, para os quais serão apresentadas soluções e propostas de melhoria.

#### 3.1 Análise e mapeamento do processo de laminação

Para a realização deste estudo foi analisado e acompanhado o processo de laminação chama, que consiste na produção de têxteis técnicos multicamadas, isto é, a união de diferentes matérias primas usando espumas de poliuretano como adesivo. Durante o processo, o material encontra-se em movimento contínuo fazendo com que a espuma passe pelo queimador, onde entra em contacto com a chama que provoca a fusão parcial da sua superfície que irá funcionar como adesivo (Figura 7), e em seguida no meio da calandra, onde é pressionada contra o têxtil. Deste modo é possível criar as condições ótimas de temperatura e pressão para que, após o arrefecimento, as duas matérias-primas fiquem unidas e posteriormente possam ser submetidas a outros processos para o fabrico de diversos componentes automóveis.



Figura 7 – Laminação chama (ERT, 2021)

Sendo assim, uma das matérias primas usadas é obrigatoriamente uma espuma e a outra pode variar entre tecido, malha, TNT, napa e espuma. Dentro destes grupos de matéria prima existem diversos subgrupos que as distinguem de acordo com as suas características, sejam estas químicas ou físicas (cor, espessura, largura ou gramagem). De acordo com essas características irão ser obtidos diferentes produtos laminados. E a forma como estes são laminados também será influenciada. Por exemplo, uma espuma

que tenha maior resistência à combustibilidade irá ser mais difícil de laminar e terá de ser laminada a uma velocidade inferior para estar mais tempo em contacto com a chama. Ou no caso de um tecido que apresente elevado relevo (efeito 3D) a sua superfície de contacto será inferior em comparação a um tecido mais liso, sendo necessário exercer maior pressão entre a espuma e o tecido, de modo a tentar aumentar a área de contacto. Neste sentido é essencial ter em consideração e avaliar as características físicas e químicas da matéria prima, tal como o seu comportamento quando exposto a solicitações externas (por exemplo: variação de temperatura e o contacto com superfícies côncavas), contudo, apesar da estrutura do tecido ser importante, as características apresentadas pelo poliuretano acabam por se tornar mais relevantes, pois este é o responsável pela união das diferentes matérias primas.

No entanto, não são apenas as características das matérias primas que influenciam as propriedades finais dos produtos laminados. A máquina em que estes são laminados, os parâmetros utilizados, o estado dos equipamentos, as condições de armazenamento e em que o material se encontra quando abastecido na máquina, e o ambiente da unidade fabril (climatizado ou não) têm uma enorme relevância para o sucesso do processo.

No início de cada ordem de fabrico é feito o cruzamento da etiqueta de acompanhamento da matéria prima disponível nos rolos com a informação da OF, de forma a garantir que o material laminado é o correto, são colocados os parâmetros na máquina de acordo com o especificado na OF e é realizado um arranque de aproximadamente 10 m, distância necessária para que o material chegue das calandras ao carro-bota e seja possível retirar o carro com o material laminado anteriormente e colocado um novo carro (esquema Figura 8). No final do arranque são retirados dois ou três provetes (direita, esquerda e centro) para a realização dos testes de verificação ao arranque, isto é, confirmar que o aspeto visual, a tuillage ou efeito telha, a adesão e a espessura (total e/ou residual) se encontrem dentro das especificações do cliente de acordo com o descrito na OF. Caso estes não se encontrem dentro dos requisitos é feito um ajuste aos parâmetros utilizados e em seguida um novo arranque. Estes processos são repetidos de forma cíclica até os testes de validação de arranque serem válidos.

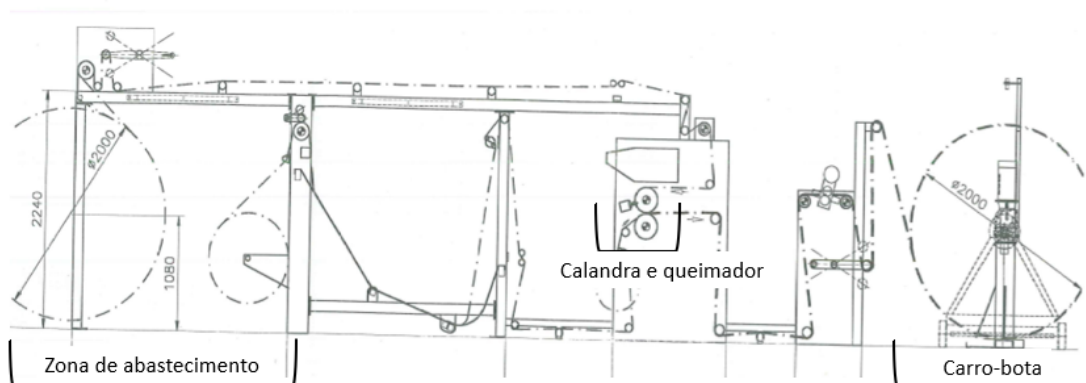


Figura 8 – Esquema de uma máquina de laminação chama (Manual Máquina, 2002)

A confirmação do aspeto visual é feita através da comparação dos provetes retirados com a amostra referência (Figura 9), esta amostra é também utilizada no início da laminação para confirmar que o material a ser laminado é o correto.



Figura 9 – Exemplo de amostra referência

A tuillage está relacionada com a curvatura que o material apresenta quando pousado sobre uma superfície plana (Figura 10), sendo medida utilizando uma escala (Figura 11).

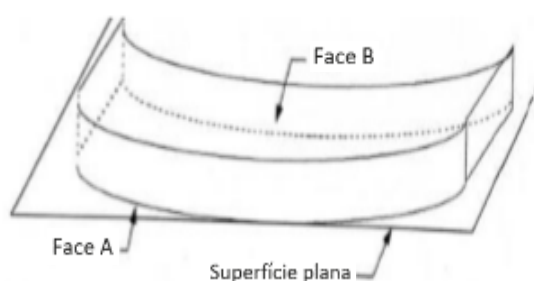


Figura 10 – Esquema representativo da existência de tuillage (ERT, 2021)

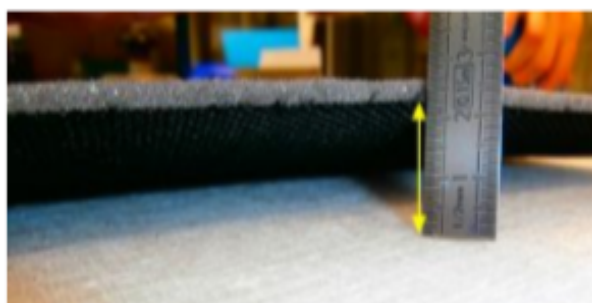


Figura 11 – Medição da tuillage

A espessura residual é a espessura apenas da espuma após a laminação e a espessura total é a espessura do conjunto espuma-têxtil. Estas podem ser medidas usando um medidor de espessura (Figura 12 e Figura 13), ou então, no caso da espessura residual quando não é possível separar os dois componentes laminados é usada uma lupa graduada (Figura 14).

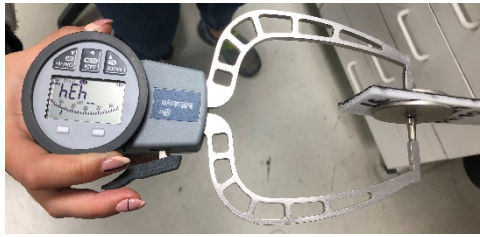


Figura 12 – Medidor de espessura (espessura total)

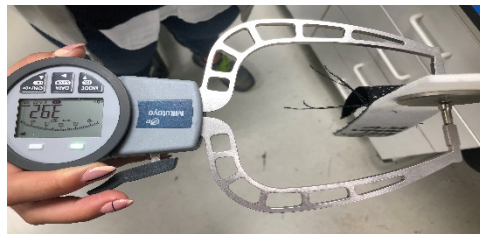


Figura 13 – Medidor de espessura (espessura residual)



Figura 14 – Lupa graduada (espessura residual)

No caso da adesão o ideal é não ser possível separar os diferentes componentes (Figura 15), sendo caracterizada como FB (*foam break*). No entanto, nem sempre isso acontece, sendo feita uma confirmação visual através de vários pontos que permitem fazer uma avaliação da adesão:

- A força que o provete oferece à separação das duas matérias laminadas;
- A criação de filamentos (Figura 16);
- A criação de goma na espuma e no têxtil (ao tocar no provete este fica colado à mão);
- A existência de fragmentos de espuma colados ao têxtil (Figura 17).

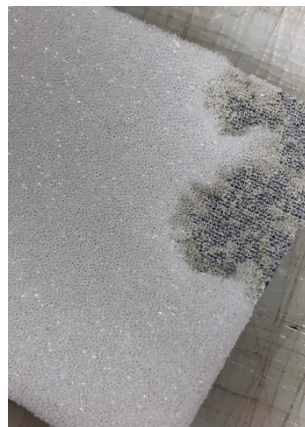


Figura 15 – Exemplo de artigo com adesão FB



Figura 16 – Filamentos de espuma



Figura 17 – Fragmentos de espuma colados ao têtil

No final da laminação, os carros-bota onde estão os produtos laminados passam para uma zona de quarentena antes de serem inspecionados. Esta zona é onde os produtos cumprem o tempo de cura (tempo necessário para que o material estabilize e atinja as propriedades requeridas) caso seja necessário. Quando não é necessário estes seguem para a inspeção.

Na inspeção todo o material é inspecionado para a identificação de defeitos, como aspeto NOK (marcas, engelhas, napa quebrada), paragens de máquina, emendas, sujidade, descolados, largura inferior, entre outros. Estes defeitos podem ser apenas marcados com um marcador branco e duas etiquetas vermelhas (uma à direita e outra à esquerda) (Figura 18) ou então o comprimento ao longo do qual se encontram os defeitos é rejeitado e retirado do rolo, sendo reportados como sucata. Esta distinção é feita de acordo com a localização do defeito, por exemplo, se este se localizar numa das laterais o material é aparado de forma a eliminá-lo não rejeitando o material caso a largura não seja inferior ao requisito, e de acordo com a frequência deste defeito, pois se este for frequente ao longo de muitos metros seguidos, estes serão rejeitados. No final da inspeção são feitos e embalados rolos aproximadamente entre 13 a 40 m para complexos de tecidos e de malhas e de 15 a 30 m para complexos de napa, passando em seguida para o armazém da expedição.

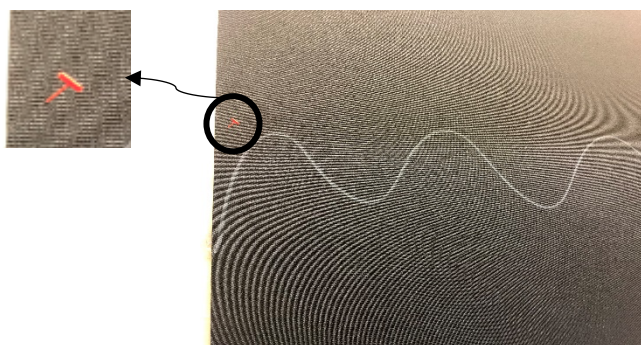


Figura 18 – Marcação de defeitos (inspeção)

Durante a inspeção são também retiradas amostras para o laboratório, que podem ser uma amostra por OF, por rolo ou a cada “x” rolos, dependendo do grau de criticidade do produto. Estas amostras são enviadas para o laboratório para que sejam realizados os testes necessários para confirmação que o material se encontra conforme os requisitos do cliente. Na Tabela 3 encontram-se discriminados todos os ensaios possíveis e quais os equipamentos e normas associadas a cada um deles. Caso os valores obtidos estejam dentro dos requisitos o material é libertado e pode ser expedido, caso contrário é rejeitado e não pode ser enviado para o cliente.

Tabela 3 – Testes, equipamentos e normas utilizadas no laboratório

Ensaio	Equipamento	Norma
Visual	Câmara luz TAYOLE EMM-015	D15 1343
Largura	Fita métrica FTM056	D45 1028; D2286
Espessura	Medidor de espessura MITUTOYO EMM-069; EMM-097; EMM-0106	D45 1195; ISO 5084
Espessura residual	Lupa graduada MITUTOYO EMM-036	D45 1013
Gramagem	Balança Kern EMM-057	D45 1012; D45 1045; DIN 53352; GMW 3182
Alongamentos	Dinamómetro TINIUS OLSEN EMM-042	D41 1029; ISSO 13934 ISO 13934; ISO 1798; D41 1124
Aderência	Dinamómetro TINIUS OLSEN EMM-042	D41 1015; D11 1157; DIN 53357; BN 151-05;

		STD 1024; MES0602; GMW 3220; TPJLR.52.058; D51 1485
Rasgamento	Dinamómetro TINIUS OLSEN EMM-042	D41 1126; ISO 3377-2
Dureza	Dinamómetro TINIUS OLSEN EMM-042	PV 3960
Tuillage	Escala REG016 EMM-125	D45 1992; RSD-I-MA-0031; TPJLR.52.452
Ângulo de cassure	Medidor de ângulos EMM-023	AATCC
Oleophobol	Teflon test kit	ISSO 3759; D45 1139
Varição dimensional	Estufa EMM-016	ISO 3759; D45 1139
Enviesamento	Esquadro de medição BIAIS EMM-204	D45 5269
Souplesse	Medidor de Souplesse EMM-205	D45 1030
	Cronómetro Atlanta EMM-205	--
Combustibilidade	Câmara de combustão EMM-050	D45 1333; TL1010; ISO 3759; VCS 5031; M0094; PTL8501; SAEJ 369
Cor	Konica Minolta CM2600D EMM-045 Konica Minolta CM-25Cg EMM-206	VW 50190; D15 5083

É importante notar que a laminação chama não tem impacto em todas as características avaliadas, o maior impacto deste processo é notado na espessura residual e total, na adesão e na tuillage, sendo por isso apenas considerados os ensaios respetivos a essas características.

De uma forma sucinta na Figura 19 é apresentado um fluxograma com o processo desde o abastecimento da máquina até à rejeição ou libertação do material.

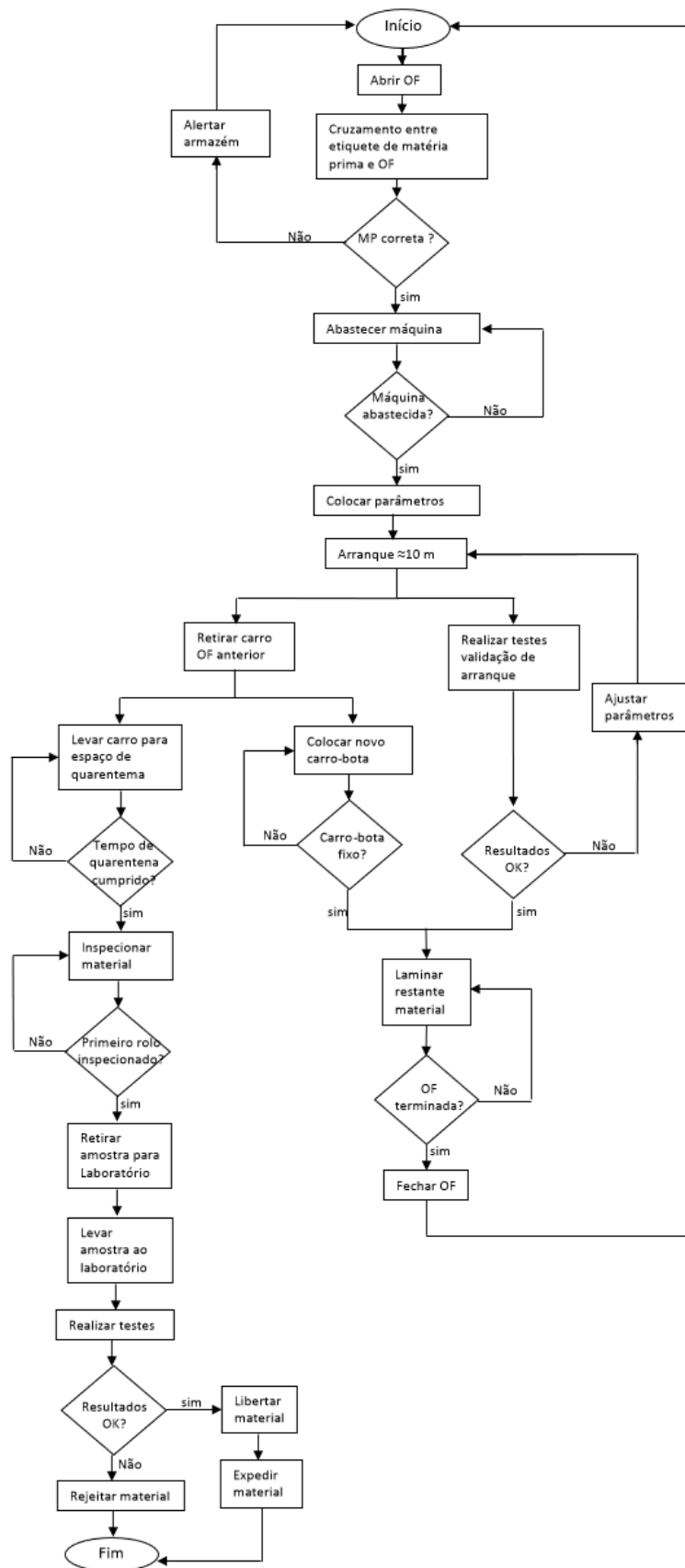


Figura 19 – Fluxograma do processo

Este processo é bastante utilizado no ramo automóvel e, como tal, apresenta diversas vantagens, tais como:

- Velocidade de produção relativamente alta;
- A possibilidade de laminação em ambos os lados da espuma;
- Fácil ajuste de parâmetros;
- Usando este processo não é necessário o uso de adesivos adicionais.

### 3.1.1 Máquina de laminação fité 1

A fité 1 é um dos equipamentos disponíveis para a realização do processo de laminação chama, onde é possível laminar artigos finais ou então primeiras faces. As primeiras faces são artigos que irão ser submetidos a dois processos de laminação separados, ou seja, existe uma primeira laminação que junta uma espuma com malha, uma espuma com TNT ou uma espuma com outra espuma e em seguida irá ser feita uma segunda laminação que irá juntar a primeira face com um tecido ou uma napa. No caso de a primeira face ser de espuma com malha ou espuma com TNT, na primeira laminação é queimada uma face da espuma e na segunda é queimada a outra face, sendo a espessura da espuma afetada duas vezes. Quando a primeira face é de espuma com espuma, na primeira laminação é queimada a espuma com menor espessura e na segunda a espuma com maior espessura, sendo a espessura de cada espuma afetada uma única vez.

Na Figura 20 é possível observar o esquema lateral da fité 1, onde se pode identificar as diferentes zonas do equipamento (1, 2, 3, 4 e 5) e o que varia ao fazer o ajuste dos parâmetros (A, B, C, D, E e F):

- 1 – Zona de abastecimento de espumas ou de primeiras faces
- 2 – Zona de abastecimento de tecidos e PVC e de espuma apenas quando são laminadas primeiras faces de espuma com espuma
- 3 – Zona de abastecimento de malhas, TNT, alcântara e dinâmica
- 4 – Corte de material
- 5 – Carro bota com material laminado
- A – Calandras e queimador
- B – Alimentador dianteiro de espuma
- C – Alimentador traseiro de espuma
- D – Tensor hidráulico
- E – Pré-tensor de espuma
- F – Velocidade dos cortadores (tensão à saída da espuma)

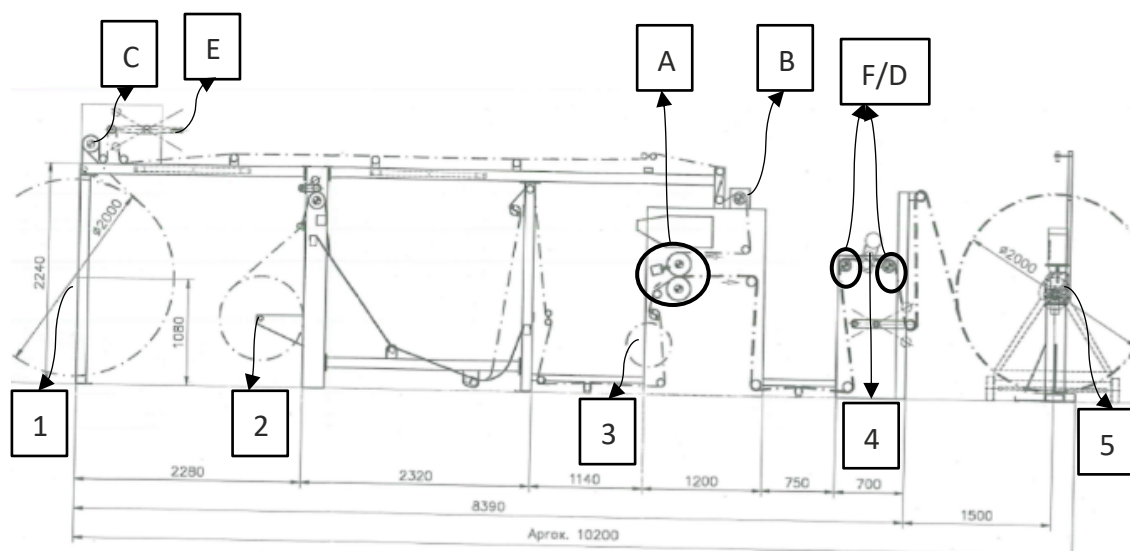


Figura 20 – Esquema lateral Fité 1 (Manual Máquina, 2002)

Na Figura 20 está representado o enfiamento mais usado do material após a saída da calandra, no entanto existem outros enfiamentos que são utilizados quando estão a ser laminados materiais propícios à quebra, como por exemplo o enfiamento representado na Figura 21, que permite a redução de ângulos acentuados pelos quais o material passa até ao carro-bota de modo a prevenir a quebra deste, e conseqüentemente, a existência de marcas no material. Para além da mudança do encaixe após a saída das calandras, a mudança do sentido de enrolamento do material no carro-bota pode também ser vista como uma medida de prevenção de quebras e marcas no material, pois existem materiais que ao serem enrolados com a espuma para fora, irá provocar quebras na napa, assim sendo é trocado o sentido de enrolamento de modo a que a napa fique para fora.

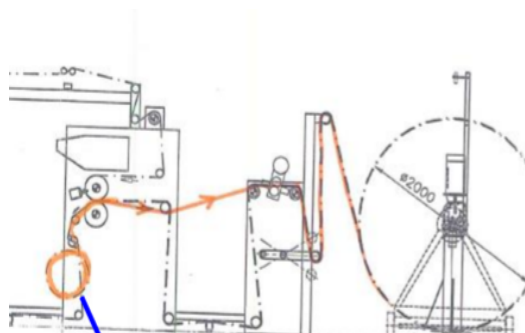


Figura 21 – Encaixe de materiais propícios à quebra (Manual Máquina, 2002)

Outro aspeto a considerar é a posição do queimador relativamente às calandras durante a laminação. Pela Figura 22 é possível compreender as duas posições em que o queimador pode estar orientado, isto é, quando a máquina está parada o queimador encontra-se numa posição perpendicular às calandras e a uma distância de aproximadamente 8 cm, a partir do momento em que se inicia a laminação este roda 90° ficando paralelo às calandras e a cerca de 2 cm destas.

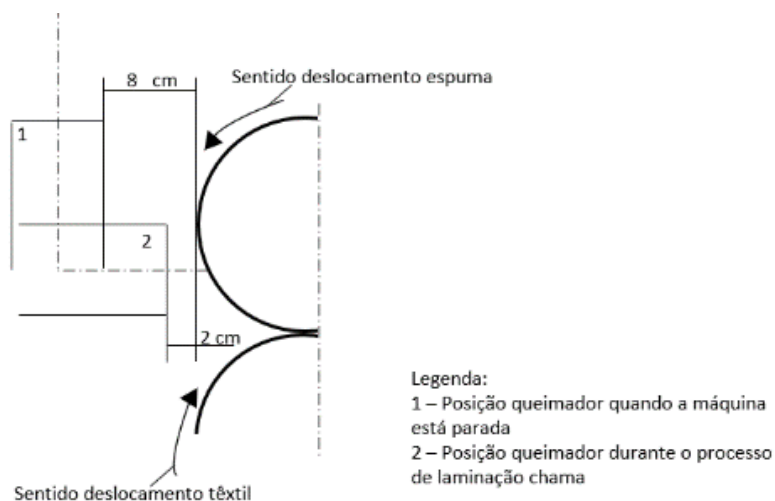


Figura 22 – Esquema posição do queimador fité 1

Com a variação de materiais a serem laminados existem também um conjunto de parâmetros que são ajustados e definidos para cada laminação de acordo com o material que está a ser laminado, estes são:

- Abertura de calandra

A abertura de calandra é o espaçamento existente entre as duas calandras pelas quais o material passa imediatamente a seguir à espuma passar na chama, este parâmetro estabelece o aperto que é exercido no material, sendo medido em milímetros. O valor deste parâmetro é normalmente estabelecido de acordo com a espessura inicial da espuma ou primeira face, no entanto pode ser ajustado de acordo com outros fatores, como:

– Se a calandra estiver demasiado aberta irá ter consequências para a adesão do material laminado, pois não irá ser exercida a pressão suficiente entre os dois materiais, para que estes fiquem bem colados.

– Ao apertar demasiado as calandras a pressão exercida no material irá ser mais elevada podendo fazer com que o material engelhe mais (aspeto NOK), que aumente a tuillage do material (dependendo da espuma, pois há espumas que apresentam maior tendência a ganhar tuillage), ou que o material perca maior espessura pois este irá esticar mais, devido à pressão exercida em excesso.

Para a verificação deste parâmetro foi medida a abertura da calandra com um papafolgas (Figura 23) em dois pontos distintos da calandra e com duas medidas diferentes no mostrador (Figura 24), 1 mm e 4,1 mm, de forma a garantir que o valor no mostrador corresponda ao valor real de distância entre os cilindros, o que foi verificado.



Figura 23 – Medição com papa folgas da abertura da calandra



Figura 24 – Mostrador do valor da abertura de calandra

- Velocidade geral

Este parâmetro estabelece a velocidade a que o material passa no queimador e nas calandras (velocidade de laminação) em metros por minuto. A velocidade a que o material passa no queimador irá ter influência na espessura de espuma queimada, pois quanto mais devagar o material se deslocar mais tempo estará em contacto com a chama, logo mais material irá ser queimado o que provocará também uma maior adesão, e vice-versa, quando utilizada a abertura de calandra correta.

- Alimentador traseiro e dianteiro de espuma

Os alimentadores traseiros e dianteiros estão relacionados com a tensão da espuma à entrada da calandra, apenas o alimentador dianteiro é regulado pelo operador e o traseiro ajusta-se automaticamente em função do dianteiro. Ao contrário da abertura da calandra e da velocidade geral, estes parâmetros não são fixos ao longo de todo o processo, vão sendo ajustados ao longo do processo de acordo com o comportamento do material, por exemplo, se uma espuma começar a engelhar é dada mais tensão para a esticar e quando esta deixa de engelhar é aliviada novamente a tensão, mas nunca tanto como estava anteriormente. O controlo deste parâmetro, em conjunto com as restantes tensões utilizadas, é bastante importante, não só pelo aspeto visual mencionado anteriormente, mas também pelo facto de que se não for controlado poderá provocar curvatura no material.

- Velocidade dos cortadores

A velocidade dos cortadores é a tensão à saída da calandra e é regulada durante a laminação tendo em conta se o material está muito esticado à saída da calandra, sendo necessário aliviar a tensão, ou então se está muito solto e é necessário dar mais tensão, tentando encontrar um ponto intermédio.

- Pré-tensor de espuma

Tensão da espuma à saída do rolo de espuma, é regulada de acordo com a espessura da espuma. Para espessuras mais baixas usam-se tensões mais baixas de modo a evitar que a espuma engelhe e perca largura.

- Tensor hidráulico

Embora este parâmetro seja ajustado separadamente da velocidade dos cortadores, estes encontram-se relacionados entre si de forma a estabelecer a tensão de enrolamento do material no carro-bota.

- Distância ao queimador

Distância entre o queimador e as calandras com o queimador na posição em que a máquina está parada. Este parâmetro é normalmente fixo e para a fité 1 tem um valor de 80 mm.

### 3.1.2 Máquina de laminação fité 2 ou de duplo queimador

A fité 2 ou de duplo queimador distingue-se da fité 1 por ter na sua constituição dois queimadores, o que torna possível a laminação de produtos trilaminados, no entanto o segundo queimador encontra-se inativo tornando o processo semelhante ao realizado na fité 1, sendo que são apenas laminados produtos finais.

Na Figura 25 está representado o esquema lateral da fité 2 onde é possível identificar as diferentes zonas do equipamento, tal como as partes do equipamento influenciadas pelo ajuste de parâmetros:

- 1 – Zona de abastecimento de espumas ou de primeiras faces
- 2 – Zona de abastecimento de tecidos e PVC
- 3 – Carro bota com material laminado
- A – Calandras e queimador
- B – Tensão na espuma
- C – Tensão no PVC
- D – Tensão de enrolamento

A Figura 25 não tem a zona de corte onde o material é aparado, pois este foi colocado posteriormente.

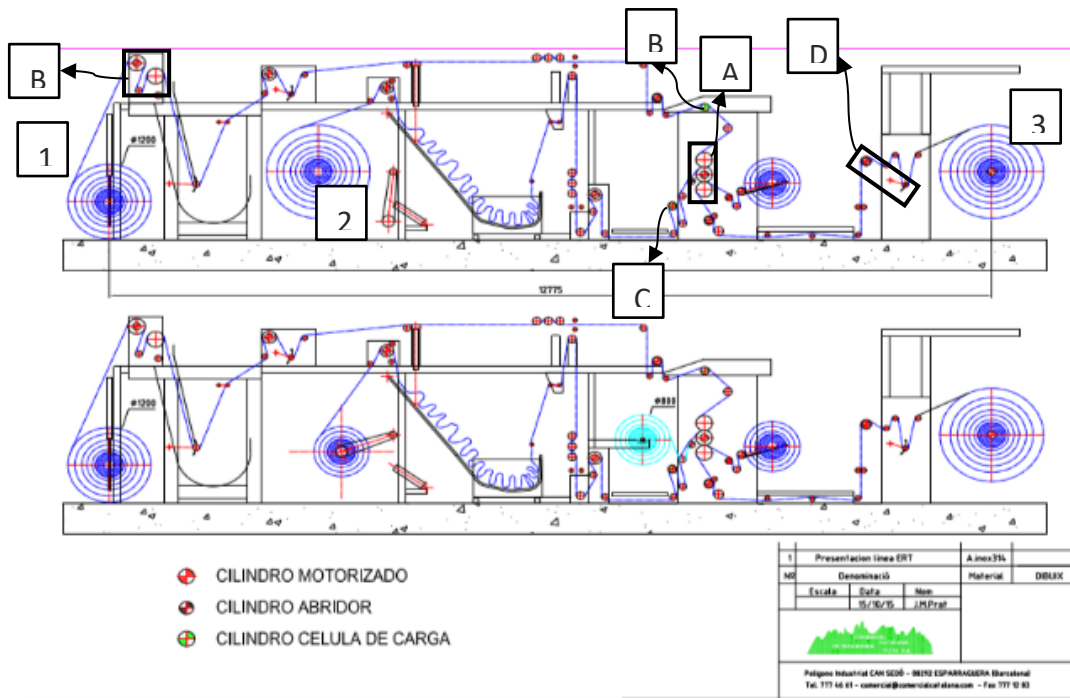


Figura 25 – Esquema lateral Fité 2 (Manual Máquina, 2015)

Para além da sua constituição outro aspeto que diferencia as máquinas uma da outra é a posição do queimador durante o processo. No caso da fité 2 o queimador fica com uma inclinação de 30° e a uma distância de aproximadamente 4 cm das calandras durante o processo de laminação chama (Figura 26), no caso da máquina estar parada este tem a mesma posição que o da fité 1, mas a distância às calandras é de aproximadamente 7 cm.

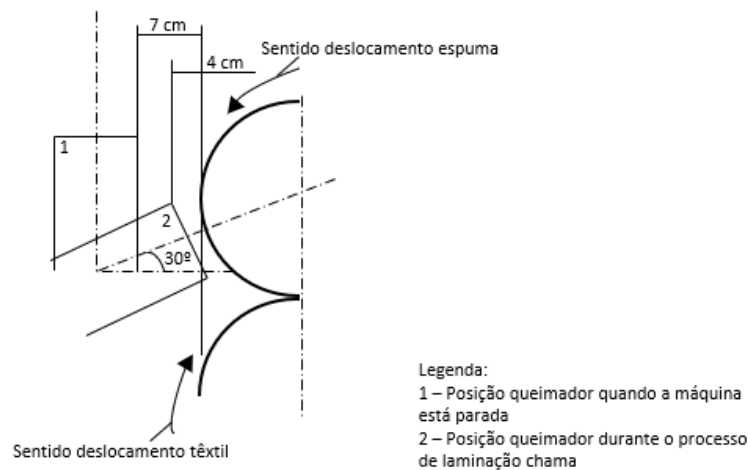


Figura 26 – Esquema posição do queimador fité 2

No que diz respeito à parametrização do processo da abertura de calandra, a velocidade geral e a distância ao queimador são parâmetros fixos que são regulados de modo semelhante à fité 1. Tal como para a fité 1, também foi realizada neste equipamento a verificação do parâmetro da abertura de calandra, de forma a verificar que o valor do parâmetro exibido no mostrador (Figura 24) correspondia à real distância entre os

cilindros (Figura 23). Para além destes três parâmetros são tidos em consideração os seguintes:

- Tensão na espuma

Este parâmetro estabelece a tensão da espuma à entrada da calandra, podendo ser regulado durante a laminação de forma a espuma não estar muito esticada nem demasiado solta. Tal como a fité 1, o controlo deste parâmetro em conjunto com as restantes tensões utilizadas é bastante importante de modo a não criar curvatura no material.

- Tensão na face principal (PVC/tecido)

Este parâmetro estabelece a tensão na napa ou tecido à entrada da calandra.

- Pressão de ar no queimador

Tal como o nome indica, relaciona a quantidade e pressão com que o ar é enviado para dentro do queimador. Este parâmetro mantém-se normalmente fixo ao longo de todas as laminações independentemente dos artigos. A alteração para valores muito elevados ou muito baixos iria afetar a uniformidade da chama e conseqüentemente os resultados obtidos do processo.

Em conclusão, cada um dos parâmetros apresentados para a fité 1 e 2, desde a velocidade a que a espuma passa pelo queimador, o espaçamento entre calandras, a distância e ângulo do queimador à espuma, a estequiometria da combustão, a potência calorífica da chama, até às tensões aplicadas nos rolos irão ter influência nas características apresentadas pelo produto final laminado, e por esse motivo é essencial estabelecer os valores corretos à laminação de cada produto de forma a estes estarem conforme o especificado. Ao longo deste estudo vai ser apresentada uma análise aos diversos parâmetros e às características dos materiais laminados tanto a quente (testes realizados até 10 min depois da máquina parar) como a frio (testes realizados pelo laboratório após inspeção), com o objetivo de estabelecer a melhor parametrização possível e de verificar se existe alguma relação entre os resultados a frio e a quente.

### 3.2 Controlo do processo de laminação

Para a realização do estudo proposto foram efetuados diversos testes ao longo de várias produções de diferentes artigos que utilizam as espumas FB45, TECNA E 41, VIF 37 e TG 50, de forma a tentar analisar quais seriam os fatores de maior influência e como seria possível melhorar os resultados obtidos.

Para isso, em cada uma das amostras recolhidas foi registada a máquina em que foram laminadas, os parâmetros de laminação respetivos à abertura de calandra, à velocidade geral e à pressão de ar no queimador (apenas no caso da fité2), a espessura inicial da

espuma, o requisito de espessura residual e/ou total (mm), o requisito de aderência (N), e a metragem a que as amostras foram retiradas (m). Conhecendo o valor da abertura da calandra e da espessura inicial foi calculada a diferença entre estes valores, de modo a determinar o aperto dado ao material.

As amostras foram retiradas em duas direções distintas em L (paralelas ao sentido de deslocamento do material – vertical) e em T (perpendiculares ao sentido de deslocamento do material – horizontal) e em três pontos diferentes: direita (lado do motor do carro), centro e esquerda (Figura 27), obtendo-se um total de seis provetes. A cada um destes provetes foram efetuados testes à adesão a quente (durante um intervalo de 10 min após laminação) usando o dinamómetro (D411015), sendo obtido o valor da força da adesão em N, e foi medida a espessura total e residual com o medidor de espessura ou a lupa graduada. Com os valores obtidos foram calculadas a média dos valores da adesão a quente, a espessura queimada (diferença entre a espessura inicial e a espessura residual) e, quando existente, a margem entre o requisito da espessura e o valor obtido.



Figura 27 – Amostras retiradas

Posteriormente foram recolhidos os valores obtidos nos ensaios de laboratório, sendo estes considerados os valores dos testes realizados a frio, com o objetivo de comparar e estabelecer uma relação entre ambos. Para isso, é tida em conta a hora e data a que foram feitos os testes a quente e a frio de forma a determinar o tempo de repouso que o material teve entre a laminação e os testes realizados no laboratório, para verificação do impacto que este teria nos valores obtidos a quente.

No caso de espuma TECNA E 41 foram ainda efetuados testes passadas 24 e 48 h, a provetes guardados em ambiente controlado (temperatura entre 21 e 25°C, humidade entre 45 e 55%), devido ao espaço de tempo entre a laminação e os testes no laboratório ser curto e os valores de adesão obtidos a frio serem bastante baixos. Estes testes foram realizados com o objetivo de ver a evolução dos resultados caso o tempo de cura fosse superior.

Para além dos fatores já mencionados, foram também registadas a temperatura e humidade do ar pois, devido ao facto do ambiente da unidade fabril não ser climatizado, as variações existentes a nível de temperatura e humidade podem ser fatores relevantes para o sucesso de processo.

### 3.3 Identificação de problemas

Através dos dados obtidos foi possível detetar vários problemas, entre eles o facto do mesmo produto ser laminado em equipamentos distintos, a existência de variações nos parâmetros usados em diversas produções do mesmo produto, a adesão inferior ou perto da especificação do cliente, a espessura inferior/superior à especificação do cliente e a colagem não uniforme ao longo de toda a produção (Tabela 4). Ao longo deste subcapítulo irão ser apresentados e analisados os dados respetivos a estes problemas para os diferentes artigos laminados.

Tabela 4 – Resumo de problemas identificados

Processo	Descrição	Problema identificado
Laminação chama	Colagem de um têxtil com uma espuma de poliuretano utilizando os diferentes equipamentos disponíveis (fité 1 e/ou fité 2)	Seleção da máquina de laminação
		Variação de parâmetros ao longo das diferentes produções do mesmo produto
		Valores de adesão fora da especificação do cliente
		Valores de espessura residual/total fora de especificação do cliente
		Colagem não uniforme ao longo de toda a produção

#### 3.3.1 Seleção da máquina de laminação

Dependendo da máquina, fité 1 ou fité de duplo queimador, os artigos poderão adquirir diferentes características após a laminação, e essas diferenças poderão ser, ou não, significativas. Como exemplos são apresentados os artigos P021102020A e P010707010A na Tabela 5, onde estão descritas as matérias primas usadas na produção de cada um dos artigos mencionados.

Tabela 5 – Constituição dos artigos mencionados no subcapítulo 3.3.1

Referência artigo	Face principal	Espuma	
		Designação	Espessura inicial (mm)
P021102020A	TEC WELTAN	ESP FXP-FB45D58 BR	5.8
P010707010A	NAPA ISABELA V249 HZD GR	ESP FXP FB45 OE LF WH	5.5

Consideram-se as variações de características adquiridas como não significativas quando o facto de um artigo ser laminado numa máquina não influencia o suficiente para que o produto seja ou não rejeitado. Por exemplo, nos resultados apresentados na Figura 28, o artigo P021102020A apresenta sempre adesão FB nos testes realizados a frio pelo laboratório, mas nos ensaios a quente é possível detetar que quando é laminado na fité 2 a adesão a quente tem resultados FB constantes e quando é laminado na fité 1 é possível realizar testes no dinamómetro obtendo valores numéricos, sendo apenas pontualmente igual a FB. Neste caso a diferença detetada é pouco relevante pois não afeta os resultados obtidos a frio.

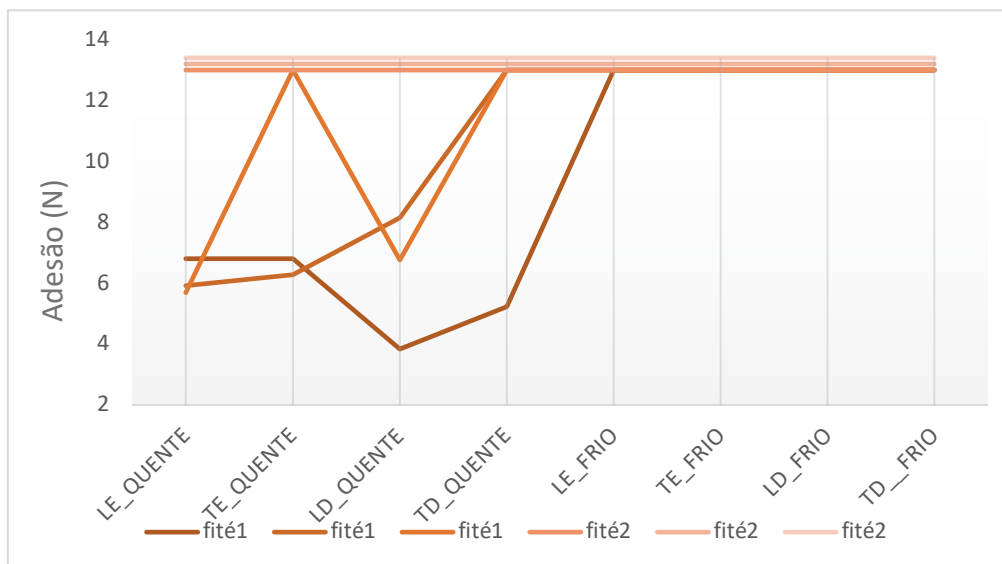


Figura 28 – Comparação de valores de adesão a quente obtidos na fité 1 e na fité 2, para o mesmo artigo (FB=13 N)

No entanto, para alguns artigos o equipamento onde são laminados é relevante, pois irá ter influência nos resultados obtidos. Pela análise dos resultados obtidos nas diferentes laminações do artigo P010707010A conclui-se que quando este é laminado na fité 1 apresenta sempre espessura inferior ao requisito e que quando este é laminado na fité 2 apresenta melhores resultados tanto de espessura como de adesão.

Na Tabela 6 estão os resultados dos dois ensaios realizados na fité 1 e constata-se que em ambos a espessura residual obtida encontra-se abaixo da especificação. Esta situação podia ser associada às variações iniciais de espuma e para se assegurar que todo o material tem espessura superior ao requisito, ao longo dos rolos, seria necessário realizar um ajuste aos parâmetros utilizados. No entanto quando se analisam também os resultados de adesão a frio obtidos, verifica-se que estes se encontram muito próximos do valor mínimo. Logo, aumentar a velocidade de modo a queimar menos espessura não seria viável pois iria afetar a adesão, podendo esta passar para um valor inferior ao requisito.

Tabela 6 – Ensaio na fité 1 para o artigo P010707010A

Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Requisito espessura (mm)	Espessura residual (mm)	Requisito adesão (N)	Adesão a frio (N)
15	5.2	>4.5	4.4	>7	7.22
14	5.1		4.3		7.98

Por outro lado, quando este artigo é laminado na fité 2 é possível obter melhores resultados quer a nível da espessura quer a nível de adesão. Na Tabela 7 estão descritos os valores que comprovam que laminando este material na fité 2 é possível obter resultados acima dos requisitos.

Tabela 7 – Ensaio na fité 2 para o artigo P010707010A

Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Requisito espessura (mm)	Espessura residual (mm)	Requisito adesão (N)	Adesão a frio (N)
15	4.5	>4.5	4.5	>7	FB
17	4.3		4.64		FB
16	4.5		4.54		FB

No sentido de perceber se os resultados de adesão eram significativamente melhores na fité 2 do que fité 1 foi realizado um teste de hipóteses (no *software* Minitab). Para a sua realização, foram considerados como *NOK* todos os resultados de adesão que são inferiores ou próximos do valor mínimo da especificação (7 N), isto é, todos os valores de adesão inferiores a 9 N são considerados como defeituosos. Na Tabela 8 encontram-se discriminados os dados inseridos no *software* para a realização do teste de hipótese de percentagem de defeituosos para duas amostras.

Tabela 8 – Dados inseridos no Minitab para realização de teste de hipóteses para artigo P010707010A

Grupo	Condição	Nº total de amostras	Nº de amostras NOK
1	Fité 1	8	5
2	Fité 2	16	3

Através da realização deste teste de hipóteses é possível afirmar que, para um nível de significância de 0.05, a percentagem de defeituosos quando o material é laminado na fité 1 é significativamente maior do que quando é laminado na fité 2 (valor- $p=0.047$ ) (no *Apêndice II* encontra-se o relatório do teste efetuado).

### 3.3.2 Variação de parâmetros

Como descrito anteriormente os parâmetros utilizados durante a laminação deverão ter um impacto elevado nos resultados obtidos, e a elevada variação destes deveria refletir-se nos resultados obtidos nos ensaios realizados ao material após inspeção. Por essa razão a elevada variação destes é analisada de forma a estabelecer os parâmetros mais favoráveis para obter os valores desejados.

Na Tabela 9 é apresentada a constituição de cada artigo mencionada ao longo do subcapítulo 3.3.2.

Tabela 9 – Composição dos artigos mencionados no subcapítulo 3.3.2

Referência artigo	Face principal	Espuma	
		Designação	Espessura inicial (mm)
P0204030101	TEC TEXTILI CURTIBA MISTRAL G282 HZD	ESP FXP FB45 OE LF WH	5.5
P010738010A	NAPA HAIRCELL GA EXT INOUE PURE COOL GREY	FB45D58 BR + MLH MILLIKEN	6.0±0.2
P010717011A	NAPA BLANC CRAJE	FB45D58 BR + MLH MILLIKEN	6.0±0.2
P010736051C	NAPA RIVIERA NOIR TITANE AC/CHE INOUE	FXP-FB45D58 BR	5.0
P021102010A	TEC WEALTHY ROVER	FXP FB45D58 BR + LPF 30 BR	6.0±0.2
P010632020A	NAPA GA AS D34 V210 HZD	TECNA E 41 + MLH MILLIKEN	5.0±0.1
P0206020201	TEC BROMEU COMPIER G278	ESP TECNA E 41	4.6

Na Tabela 10 são apresentados os problemas observados na análise dos resultados dos artigos com maior número de observações, de acordo com o parâmetro que varia e a máquina em que é laminado.

Para além dos casos mencionados na Tabela 10, existem situações em que a variação de parâmetros, nomeadamente da velocidade, não tem uma consequência relevante para os valores obtidos nos testes realizados. Na Tabela 11 está exemplificado um caso em que existe variação do parâmetro da velocidade geral, sendo o artigo laminado a uma velocidade inferior sem ser necessário, pois com um valor mais elevado são obtidos valores conforme os requisitos.

Tabela 10 – Consequências relevantes da variação de parâmetros

Espuma	Artigo	Fité	Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Problema		
FB45	P0204030101	1	> 17	> 5.2	-Adesão a frio inferior a FB		
			13	5.6	-Espessura residual inferior ao requisito		
			> 20	5.2	-Espessura residual superior ao máximo -Adesão a frio inferior a FB		
	P010738010A	1	19	5.2	-Espessura residual perto do limite máximo -Adesão a frio inferior a FB		
			16	5.9	-Adesão a frio inferior a FB		
			P010717011A	1	19	5.5	-Adesão a frio inferior a FB
			P010736051C	1	15.5	5.7	-Espessura perto do máximo
P021102010A	1	16	5.7	-Adesão a frio inferior a FB			
TECNA E 41	P010632020A	1	20	4.5	-Adesão a frio perto do mínimo		
			≥ 18	4.3	-Passado 24H adesão inferior a FB		
	P0206020201	1	>19	> 3.6	-Adesão perto do mínimo		

Para a adesão, procura-se sempre obter o maior valor possível, por isso, o facto de a adesão ser inferior a FB, apesar de não estar próxima ao requisito, é mencionada como um problema para os artigos em que é possível obter valores de adesão FB sem prejudicar qualquer outra característica. Deste modo, tenta-se estabelecer os parâmetros que permitam o alcance desse valor.

Tabela 11 – Casos não relevantes da variação de parâmetros

Artigo	Fité	Velocidade Geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Espessura (mm)	Requisito espessura (mm)	Requisito adesão (N)	Adesão (N)
P010717	1	16	5.5	5.3	4.5 a 5.5	6	FB
011A		14	5.5	5			FB

A variação dos parâmetros utilizados está, por vezes, associada à inexistência de parâmetros definidos para os diferentes equipamentos, fazendo com que os diferentes operadores laminem de forma distinta. Por isso, é necessário o estabelecimento de parâmetros e o registo destes em *software*, de forma a estarem discriminados nas OF dos diferentes artigos e ser possível uniformizar os resultados obtidos das diferentes produções do mesmo artigo.

Para além disso, a variação de parâmetros pode também estar associada a intervenções e alterações efetuadas aos equipamentos que obrigam a um reajuste de parametrização, como por exemplo o demonstrado na

Figura 29 em que estão representadas quatro produções de quatro artigos distintos, em que entre a segunda e a terceira produção foi realizada uma intervenção no equipamento, onde foram reguladas as válvulas de entrada de ar e gás no queimador, sendo possível notar o aumento do valor do parâmetro da velocidade geral utilizado. Posto isto, é importante notar que a atualização dos parâmetros para os diferentes artigos é um trabalho contínuo pois, devido a intervenções que são feitas nos equipamentos e a outras variações externas ao processo, os parâmetros a utilizar sofrem variações.

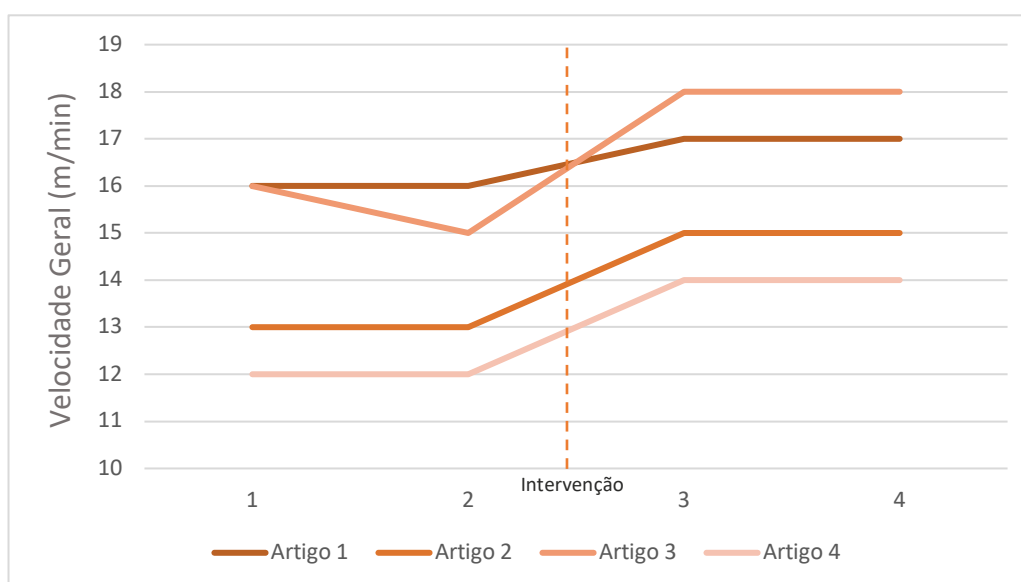


Figura 29 – Exemplo de mudança de parâmetros devido a intervenção no equipamento

### 3.3.3 Adesão fora da especificação

Para os diversos produtos laminados existem diferentes especificações de adesão, considerando-se adesão fora de especificação ou *NOK* quando os resultados dos testes realizados a frio aos produtos laminados têm valor inferior ao requisito. Para além destes casos, foram também tidos em atenção os que embora apresentem resultados superiores ao requisito, são muito próximos do mesmo, de forma a testar se é possível melhorar a adesão e a obter resultados superiores sem prejudicar outros resultados, como o da espessura, por exemplo. Durante este subcapítulo irão ser analisados os resultados de três artigos distintos, cuja constituição é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 – Constituição dos artigos mencionados no subcapítulo 3.3.3

Referência artigo	Face principal	Espuma	
		Designação	Espessura inicial (mm)
P020924051A	TEC PROSPECT 4	ESP TG50 GR	5
P0202700501	TEC RIMINI MISTRAL	ESP FXP TECNA E 41	4.6
P0204730101	TEC FIDJI NOIR	ESP FXP FB45 OE LF WH	5.5

#### 3.3.3.1 Artigo P020924051A

O artigo P020924051A apresenta várias produções com valores de adesão não conformes com a especificação. Através da análise das Tabela 13, onde são apresentados os valores das especificações, e da Tabela 14, onde estão apresentados os parâmetros usados e os resultados obtidos nas diversas produções é possível concluir que para se obter valores de espessura dentro da especificação os parâmetros utilizados na primeira laminação seriam adequados, no entanto, os valores de adesão encontram-se com valores bastante inferiores à especificação. Nas duas produções seguintes o valor da velocidade foi bastante reduzido, no entanto os resultados de adesão não aumentaram o suficiente e o valor da espessura passou também a estar abaixo da especificação, logo para este artigo o ajuste de parâmetros não foi suficiente para obter valores conformes com as especificações do produto.

Tabela 13 – Especificações do artigo P020924051A

Especificação	
Espessura residual (mm)	3.8 a 4.2
Espessura total (mm)	4.3 a 4.9
Aderência (N)	>15

Tabela 14 – Resultados artigo P020924051A

OF	Velocidade geral (m/mim)	Abertura de calandra (mm)	Espessura residual (mm)	Espessura total (mm)	Adesão a frio (N)
EA2105484	15	4	4.04	4.44	6.76
EA2107107	11	3.3	3.72	3.92	6.62
EA2107217	11	3.5	3.8	4.12	5.91

### 3.3.3.2 Artigo P0202700501

Na Tabela 15 estão representados os valores de parametrização e de adesão de quatro produções distintas do mesmo produto. Este produto apresenta regularmente adesão inferior ao requisito em testes realizados no laboratório. Na Tabela 15 estão representadas duas das laminações em que se obteve os melhores resultados no laboratório (ambos os provetes em FB), sendo que numa delas os testes realizados passadas 24 h apresentam resultados baixos, podendo isto estar relacionado com a falta de uniformidade de colagem ao longo da produção. A outra produção apresenta apenas um provete como FB nos teste de laboratório, no entanto quando testada passadas 24 h é a que apresenta maior uniformidade ao longo dos seis provetes. Por último é apresentada uma produção em que os resultados a frio são inferiores ao requisito e, passadas 24 h, continuam com valores bastantes baixos. Posto isto, através da observação da Tabela 15 e da Figura 30, é possível constatar que as OF em que a abertura de calandra é superior a 3.4 mm, conseqüentemente as que têm menor aperto, apresentam valores mais baixos passadas 24 h e menor uniformidade, e nas OF em que é usado a abertura de calandra igual a 3.4 mm obtém-se maior uniformidade e valores de adesão superiores. Por este motivo, para este artigo seria aconselhável laminar usando o valor de abertura de calandra igual 3.4 mm e uma velocidade geral de 17 m/min, pois apesar de não ser a OF com melhores resultados nos testes de adesão a frio, nos testes passado 24 h é a que apresenta uma colagem mais uniforme nos provetes retirados e com valores superiores.

Tabela 15 – Resultados laboratório do artigo P0202700501

OF	Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Laboratório (L)	Laboratório (T)
EA2103941	17	3.4	7.25	FB
EA2106267	20	3.4	FB	FB
EA2104222	18	3.6	FB	FB
EA2105406	19	3.5	7.275	6.14



Figura 30 – Resultados passado 24 h do artigo P0202700501

### 3.3.3.3 Artigo P0204730101

Como mencionado anteriormente, os casos em que a adesão se encontra perto do requisito foram também analisados de forma a perceber se é possível aumentar o valor da mesma sem afetar os restantes valores. Na Tabela 16 está representado o exemplo do artigo P0204730101, que apresenta adesão perto do mínimo e espessura também baixa. Neste caso, fazer variar os parâmetros não seria viável pois, para a adesão aumentar poder-se-ia diminuir a velocidade, mas isso iria fazer com que a espessura tivesse valores inferiores à especificação. Sendo assim, poderia estabilizar-se o valor da velocidade geral a 14.5 m/min e o da abertura de calandra a 5.2 mm, que segundo os dados obtidos são os que proporcionam melhores resultados.

Tabela 16 – Resultados do artigo P0204730101

Artigo	Fité	Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Espessura (mm)	Requisito espessura (mm)	Adesão (N)	Requisito adesão (N)
P0204730101	1	14.5	5.2	4.52	> 4.5	9.76	> 7
		14	5.1	4.4		7.30	
		15	5.2	4.62		8.42	

### 3.3.4 Espessura fora da especificação

O facto de serem usadas espumas com espessura superior ao requisito, de forma a compensar a perda de espessura durante o processo, nem sempre é o suficiente para garantir a espessura necessária ao longo de todo o processo e, por esse motivo, as espessuras residuais e totais são consideradas como *NOK* se se encontrarem abaixo ou acima do valor da especificação do cliente. Ao contrário do objetivo da adesão que é obter o maior valor possível, no caso da espessura é normal procurar-se laminar para obter a espessura mínima aceite, de forma a queimar a maior espessura de espuma e a aumentar a adesão.

Tabela 17 – constituição dos artigos mencionados ao longo do subcapítulo 3.3.4

Referência artigo	Face principal	Espuma	
		Designação	Espessura inicial (mm)
P010111144A	NAPA EXP ASS V210 CARLA MISTRAL HZD	ESP FXP TECNA E 41	4.7
P0206020201	TEC BRUMEO COMPIER G278	ESP FXP TECNA E 41	4.6
P020749042A	TEC BRASILIA G280 MISTRAL HZD	T46 REC- SITUSEAL BR	4.8

O valor da espessura não conforme com a especificação poderá dever-se a três situações, a primeira em que os valores de espessura *NOK* são recorrentes ao longo de várias produções, em que são usados os mesmos parâmetros, como alguns dos casos representados na Tabela 10, e então é assumido como um problema a nível do processo, isto é, os parâmetros utilizados não são os mais corretos e é necessário ajustá-los. Para as outras duas situações o ajuste de parâmetros não foi suficiente ou adequado, continuando a existir valores não conformes de espessura. De forma a compreender as variações existentes foram tidos como exemplo os artigos apresentados na Tabela 17.

A segunda situação está associada a artigos como os representados na Tabela 18 que apresentam valores de espessura dentro e fora do requisito para os mesmos parâmetros. Quando isto acontece é assumido que as variações de espessura pontuais ao longo de várias produções após laminação são consequência das variações de espessura inicial da espuma, devido à tolerância da mesma (exemplo:  $4.3 \pm 0.2$  mm), sendo estes casos mais recorrentes quando o material é laminado de forma a obter o valor de espessura mínimo.

Tabela 18 – Espessura *NOK* por variações iniciais da espessura da espuma

Artigo	Fité	Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Espessura residual (mm)	Requisito
P010111144A	2	16	3.5	3.9	3.8 a 4.3
		16	3.5	3.66	
		17	3.5	3.66	
		17	3.5	3.88	
P0206020201	1	18	4	3.78	
			3.9	3.76	
			3.5	3.82	

E por fim, a terceira situação em que já foi testado o material com diferentes parâmetros, e a falta de espessura é recorrente ao longo de várias laminações, não sendo possível chegar a uma combinação de parâmetros que permita garantir a espessura e a adesão dos artigos, é considerado que a espessura inicial da espuma não é suficiente para garantir ambos os valores.

Tabela 19 – Espessura *NOK* por espessura inicial da espuma insuficiente

Artigo	Velocidade de geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	% de provetes espessura total <i>NOK</i>	Requisito espessura total (mm)	Adesão a frio média (N)
P020749042A	19	3.8	84.62	4.6 a 5.4	8.55
	19	4	71.43		FB
	20	3.8	66.67		FB
	20	3.6	70.90		8.52
	21	3.6	0		11.44
	21	3.6	79.49		8.93

Na Tabela 19 estão descritos os resultados obtidos aos ensaios realizados ao artigo P020749042A, que apesar de não ter na sua constituição nenhuma das espumas mencionadas anteriormente, foi tido em conta devido ao facto de apresentar constantemente espessura fora do requisito. Pelos valores obtidos para os diferentes parâmetros, a percentagem de provetes não conformes diminui com o aumento da velocidade de 19 para 20 m/min e a adesão não foi muito afetada alcançando valores

elevados. Posto isto, a velocidade foi novamente aumentada, no entanto não o suficiente para se assegurar a espessura total ao longo de todas as produções. Neste caso não é possível aumentar mais a velocidade pois, para o último valor testado a adesão já apresenta valores inferiores e o aumento de velocidade poderia ter como consequência a existência de valores de adesão não conformes.

### 3.3.5 Colagem não uniforme

A existência de colagem não uniforme ao longo de todo o processo, tanto ao longo da largura como do comprimento do material, foi detetada em duas situações distintas, a primeira em que os valores de adesão a quente eram bastante inferiores nos provetes retirados à direita e ao centro na fita 2, e a segunda detetada nos testes realizados a 24 e 48 h, ao nível da largura através dos diferentes valores obtidos nos seis provetes testados. Comparando os resultados obtidos com os do laboratório é possível também observar a variação ao longo do rolo, pois dependendo do lugar onde é retirada a amostra os valores obtidos podem variar. Como exemplos para as situações referidas são apresentados os dados respeitantes aos artigos descritos na Tabela 20.

Tabela 20 – Constituição dos artigos mencionados ao longo do subcapítulo 3.3.5

Referência artigo	Face principal	Espuma	
		Designação	Espessura inicial (mm)
P010578031A	NAPA EXP GR P1UO V194 FXX	ESP FXP TECNA E 41 BR	4.3
P0104680401	NAPA PU STP SATIN BOLERO HZD MISTRAL	ESP FXP TECNA E 41 BR	4.7

#### 3.3.5.1 Ao longo da largura

Na Figura 31 estão representados os valores de adesão passadas 24 h da laminação de diferentes OF do mesmo artigo e, para efeitos gráficos, foi considerado o valor de 15 N quando a adesão é FB e não é possível realizar testes no dinamómetro. E nas situações em que era possível descolar o suficiente para levar o provete ao dinamómetro, mas ao realizar o teste a espuma quebrou foi atribuído um valor de 13 N para a adesão. Os restantes valores correspondem aos obtidos através da realização dos testes de adesão no dinamómetro (D41 1015). Esta distinção foi feita devido ao facto de que na segunda situação o provete não quebra uniformemente, mas sim a partir de um ponto onde a adesão seria superior fazendo este quebrar de forma irregular, o que significa que não está a ser exercida a mesma força por todo o provete, não sendo por isso possível obter um valor para a adesão nem ser considerado como um FB elevado. Esta situação alerta também para a falta de uniformidade de colagem não só ao longo do comprimento, mas também ao longo da largura do provete (5 cm), o que se refletirá ao longo de todo o comprimento e largura das OF.



Figura 31 – Resultados de aderência do artigo P010578031A passado 24 h da laminação

Na Figura 32 estão representados exemplos das diferentes situações referidas anteriormente, onde é possível notar as diferenças existentes entre os diferentes tipos de adesão existentes:

- A: Adesão FB em que não é possível realizar teste no dinamómetro (15 N).
- B: Adesão FB em que é possível realizar teste no dinamómetro, mas o provete quebra, não sendo possível obter um valor numérico (13 N).
- C: Adesão correspondente ao valor obtido no ensaio realizado no dinamómetro.

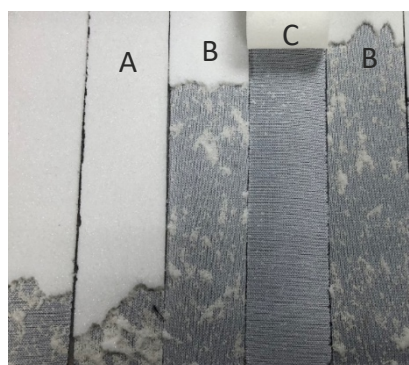


Figura 32 – Exemplo de provetes com diferentes adesões

### 3.3.5.2 Ao longo do comprimento

Anteriormente foi representada a falta de uniformidade ao longo da largura dos rolos, no entanto isto também acontece ao longo do comprimento dos mesmos. Um exemplo disso é o artigo P0104680401. Pela Tabela 21 é possível observar os parâmetros utilizados durante a laminação e quais os resultados obtidos nos testes em laboratório para a adesão. Comparando estes valores com os apresentados na Figura 33 é possível notar que os resultados obtidos passadas 24 h da laminação são inferiores aos obtidos pelo laboratório, que foram realizados cerca de 16 h após a laminação, com a exceção da OF EA2106201 em que os resultados passadas 24 h estão de acordo com os do laboratório. Sendo que ao longo da laminação não houve variação de parâmetros e que

os parâmetros utilizados nesta produção não variam muito em relação às outras produções, esta variação de adesão estaria associada à zona de onde as amostras foram retiradas, sendo assim a não uniformidade de colagem acontece tanto ao longo da largura como ao longo do comprimento dos rolos.

Tabela 21 – Parâmetros de laminação do artigo P0104680401

OF	Fité	Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Adesão a frio em L	Adesão a frio em T
EA2104735	1	17	3.7	FB	FB
EA2106323	2	19	3.5	9.03	FB
EA2106699	2	17	3.3	FB	FB
EA2106201	2	17	3.5	FB	FB

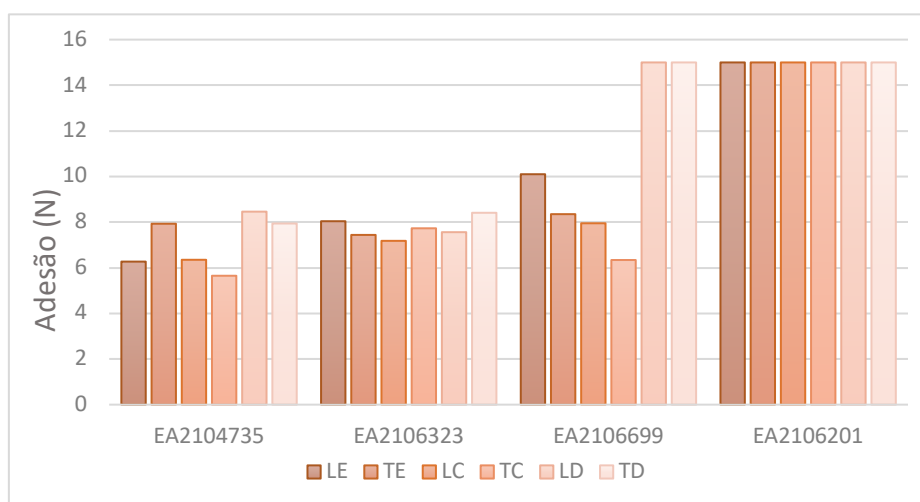


Figura 33 – Resultados de adesão do artigo P0104680401 passado 24 h da laminação

A falta de uniformidade tanto ao longo da largura como ao longo do comprimento é uma variação difícil de controlar, pois envolveria tirar amostras muito mais frequentes o que poderia ser feito em produções grandes, no entanto no exemplo do artigo P0104680401 isso já não seria viável pois geralmente é produzido em OF curtas (cerca de 100 m) e o aumento de amostras retiradas iria provocar uma grande quantidade de material que não seria aproveitado. Para além disso, mesmo tirando amostras mais frequentes não seria certo que toda a produção estaria uniforme, pois dependendo das zonas as amostras poderiam estar conformes ou não. A solução proposta para estes casos passa por tentar encontrar a solução de parâmetros em que as amostras retiradas estão o mais estabilizadas possível, no entanto ao longo de toda a produção poderá variar novamente.

### 3.4 Propostas de melhoria

Após a identificação dos diversos problemas apresentados anteriormente, foram tomadas ações para os tentar reduzir ou eliminar. Na Tabela 22 encontra-se descrito de forma sumária as ações de melhoria propostas para cada problema identificado.

Tabela 22 – Propostas de melhoria para os problemas identificados

Processo	Problema	Proposta de melhoria
Laminação chama	Seleção da máquina de laminação	Bloquear artigos à máquina no <i>software</i>
	Variação de parâmetros ao longo das diferentes produções do mesmo produto	Selecionar os parâmetros utilizados nas produções em que foram obtidos os melhores resultados de acordo com as especificações do cliente
	Valores de adesão fora da especificação do cliente	Ajuste dos parâmetros de forma a tentar obter valores de acordo com a especificação do cliente
	Valores de espessura residual/total fora de especificação do cliente	Ajuste dos parâmetros de forma a tentar obter valores de acordo com a especificação do cliente
	Colagem não uniforme ao longo de toda a produção do mesmo artigo	Ajuste dos parâmetros de forma a tentar uniformizar a colagem ao longo das amostras analisadas na mesma produção

#### 3.4.1 Bloquear artigos à máquina no *software*

Uma das soluções encontradas passa por bloquear o artigo à máquina em que este apresenta os melhores resultados. Esta ação foi possível através da criação de um novo separador no *software* fazendo com que quando um certo artigo é inserido no planeamento apenas possa ser alocado à máquina à qual está bloqueado.

Na Figura 34 está representado o separador “artigo máquina” onde é possível bloquear um artigo a uma máquina, para isso é necessário selecionar o estabelecimento (EA – ERT Automóvel), a unidade (E1 – ERT 1, unidade onde é realizada o processo de laminação), a operação (130, número do processo de laminação chama) e, por último, qual a máquina a que o artigo irá ser bloqueado (fité de duplo queimador). Após isto irá ser visível a indicação no painel “máquinas possíveis de produção” da máquina à qual o artigo está bloqueado, destacada na Figura 34.

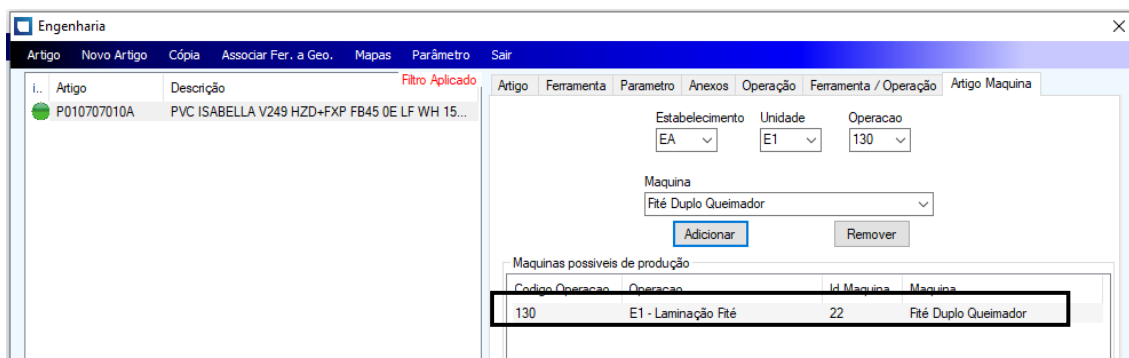


Figura 34 – Bloqueio do artigo à máquina de laminação

### 3.4.2 Determinação de parâmetros

Tendo em conta os resultados obtidos durante a recolha de amostras, foram estabelecidos os parâmetros que proporcionam as melhores características aos produtos de acordo com os requisitos dos mesmos. Para os casos apresentados anteriormente na Tabela 10, através da comparação dos diferentes resultados obtidos com a utilização dos diferentes parâmetros, foram estabelecidos os parâmetros com os quais se conseguem melhores valores, representados na Tabela 23.

Tabela 23 – Parâmetros com que se obteve os melhores resultados

Espuma	Artigo	Fitê	Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Características adquiridas
FB45	P0204030101	1	15	5.2	EQ=0.9 AQ>5 AF=FB
		2	18	4.3	EQ=0.7 AQ>7 AF=FB
	P010738010A	1	16/17	5.5	EQ=0.8/0.9 AQ>5 AF=FB
	P010717011A	1	16	5.5	EQ=0.6 AQ>5 AF=FB
	P010736051C	1	14	5.5	EQ=1 AQ>4 AF=FB
	P021102010A	1	16	5.7	EQ=1.16 AQ>6 AF=FB

	P0204730101	1	14.5	5.2	EQ=1 AQ>5 AF>7
TECNA E 41	P0202700501	2	17	3.4	EQ=0.9 AQ>5 AF=FB
	P010632020A	1	16/17	4.5	EQ=0.9 AQ>5 AF=FB

Como referido anteriormente, a variação de parâmetros de uma produção para outra está por vezes relacionada com a inexistência de parâmetros definidos na OF de cada artigo para os diferentes equipamentos ou com o facto de que os parâmetros descritos na OF estarem errados. Para que isso não aconteça, foram atualizados os parâmetros relativos ao processo no *software*, parâmetros destacados na Figura 35, e foram criadas novas revisões para as fichas de parâmetros de cada artigo (Figura 36). Sendo, deste modo, possível garantir que nas OF são apresentados os valores corretos de parametrização, fazendo com que os parâmetros utilizados pelos diferentes operadores sejam os mesmos, gerando uma maior uniformização nas diferentes produções de cada artigo e, conseqüentemente, nos resultados obtidos nos testes em laboratório.

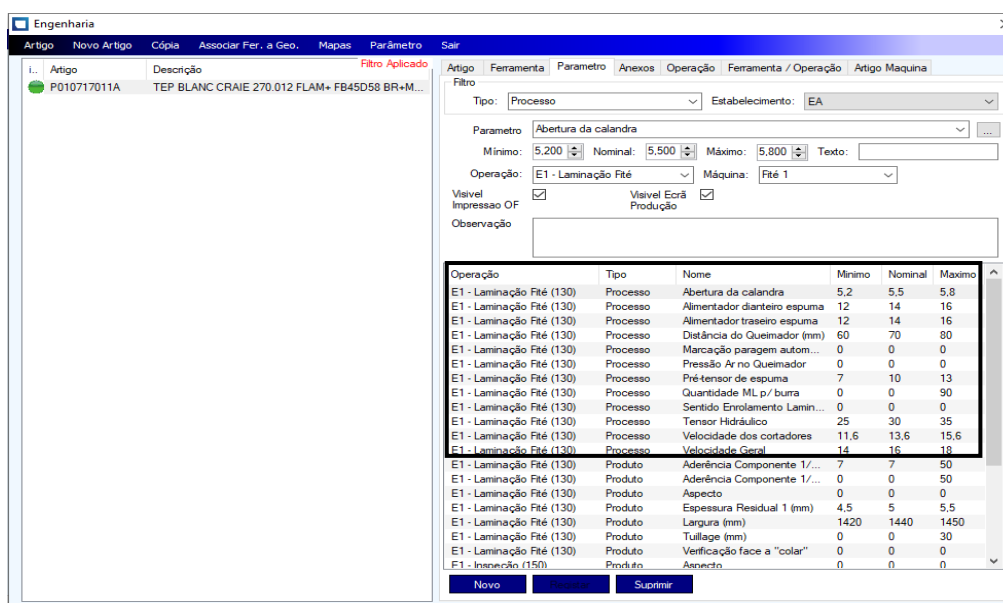


Figura 35 – Exemplo de parâmetros atualizados em *software*

**MATRIZ**  
Ficha de Parâmetros

Projeto: 020602 Data: 30/12/2020

Referência ERT: P01717811A Descrição: TP BLANC CRAIE 270.012 FLAM+FB45D58 SR+MLIKIN 3354 1420 MM Rev.: 3

Processo: E1 - Laminção F&F (130) Equipamento: Mat 1 Nº. Ficha de Parâmetros: 375

Parâmetros

Artigo: P01717811A  
Descrição: TP BLANC CRAIE 270.012 FLAM+FB45D58 SR+MLIKIN 3354 1500M  
Projecção: 00000

Parâmetros de Processo:

Parâmetro	Operação	Máquina	Mínima	Máxima	Atual	Water Tapes
Velocidade Geral	E1 - Laminção F&F	F&F 1	10,00	14,00	18,00	
Pressão do Quilizador	E1 - Laminção F&F	F&F 1	0,00	0,00	0,00	
Distância do Quilizador (mm)	E1 - Laminção F&F	F&F 1	80,00	80,00	70,00	
Abertura da espuma	E1 - Laminção F&F	F&F 1	12,00	7,00	10,00	
Aumentador tráfego espuma	E1 - Laminção F&F	F&F 1	0,00	12,00	14,00	
Aumentador diâmetro espuma	E1 - Laminção F&F	F&F 1	0,00	12,00	14,00	
Abertura da Calandra	E1 - Laminção F&F	F&F 1	5,00	5,00	5,50	
Velocidade das cortadoras	E1 - Laminção F&F	F&F 1	10,00	11,00	13,00	
Torque Hélice	E1 - Laminção F&F	F&F 1	20,00	20,00	20,00	
Sistema Circulação Laminagem	E1 - Laminção F&F	F&F 1	0,00	0,00	0,00	TEP para f&f
Quantidade Fil. p/bouts	E1 - Laminção F&F	F&F 1	0,00	0,00	0,00	
Marcação paragem automática	E1 - Laminção F&F	F&F 1	0,00	0,00	0,00	

Outros Ajustes / Notas

	Elaborado (F&F/Processo)	Verificado (Projecção)
Nome	Mariana Marques	
Data	28/12/2020	<i>[Assinatura]</i> 30/12/2020

POE/MARQUES 25-08-2020

Figura 36 – Exemplo de ficha de parâmetros atualizada

### 3.4.2.1 Artigo P0206020201

Como mencionado na Tabela 10 é possível concluir que quando o artigo P0206020201 é laminado a uma velocidade geral superior a 19 m/min este apresenta valores de adesão muito próximos à especificação, no entanto pela Tabela 18 é também possível constatar que quando este é laminado com uma velocidade geral de 18 m/min apresenta variações de espessura que estarão associadas com as variações da espessura inicial da espuma. Deste modo, para tentar diminuir os valores de espessura *NOK* deste artigo sem prejudicar os valores de adesão, os valores de parametrização seriam de 18 m/min para a velocidade geral e de 4 mm para a abertura de calandra, de modo a manter a velocidade a que a adesão não é afetada e a dar o menor aperto possível para que este não afete a espessura da espuma (Figura 37).

**Artigo:** P0206020201  
**Descrição:** TEC BRUMEO + TECNA41 3,8X1900  
**Projecto:** 15059

**Parâmetros de Processo:**

Parâmetro	Operação	Máquina	Mínimo	Nominal	Máximo	Valor Texto
Pressão Ar no Queimador	E1 - Laminação Fité	Fité 1	390,00	400,00	410,00	
Distância do Queimador (mm)	E1 - Laminação Fité	Fité 1	60,00	70,00	80,00	
Pré-tensor de espuma	E1 - Laminação Fité	Fité 1	10,00	15,00	20,00	
Alimentador traseiro espuma	E1 - Laminação Fité	Fité 1	14,70	16,70	18,70	
Alimentador dianteiro espuma	E1 - Laminação Fité	Fité 1	14,80	16,80	18,80	
Velocidade dos cortadores	E1 - Laminação Fité	Fité 1	13,40	15,40	17,40	
Tensor Hidráulico	E1 - Laminação Fité	Fité 1	15,00	20,00	25,00	
Sentido Enrolamento Laminagem	E1 - Laminação Fité	Fité 1	0,00	0,00	0,00	Espuma p/ fora
Velocidade Geral	E1 - Laminação Fité	Fité 1	16,00	18,00	20,00	
Abertura da calandra	E1 - Laminação Fité	Fité 1	3,70	4,00	4,30	
Marcação paragem automática	E1 - Laminação Fité	Fité 1	0,00	0,00	0,00	

Figura 37 – Parâmetros atualizados do artigo P0206020201

### 3.4.2.2 Artigo P010578031A

Para o artigo P010578031A foi necessário testar um maior número de combinação de parâmetros de modo a tentar uniformizar o mais possível a colagem nos seis provetes.

Inicialmente foi apenas regulado o parâmetro de abertura de calandra fechando de modo a dar mais aperto, a velocidade não foi alterada devido aos valores de espessura residual serem próximos ao valor mínimo, no entanto os resultados obtidos não foram satisfatórios continuando a não existir uniformidade na colagem. Posto isto, na laminação seguinte foi confirmada e ajustada a distância ao queimador de forma a garantir que esta estava igual ao longo de toda a largura do material, melhorando os resultados obtidos. Nas seguintes OF o parâmetro de pressão de ar no queimador foi alterado de 58 para 63 Pa, e com este ajuste passou a existir uma maior uniformização de colagem. Pela Tabela 24 é possível observar as alterações feitas a nível de parametrização nas diferentes OF e na Figura 38 estão representados os resultados de adesão obtidos passadas 24 h da laminação.

Tabela 24 – Alterações efetuadas nos parâmetros de laminação do artigo P010578031A

Ordem de fabrico	Pressão de ar no queimador (Pa)	Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Espessura residual (mm)	Especificação espessura residual (mm)
EA2101205	58	17	3.2	3.66	
EA2102253	58	17	3	3.38	
EA2102545	58	16	3	3.46	
EA2102608	63	18	3.3	3.52	3.2 a 3.7
EA2103818	63	18	3.1	3.54	
EA2104744	63	16	3.5	3.22	
EA2106607	63	17	3.1	3.52	

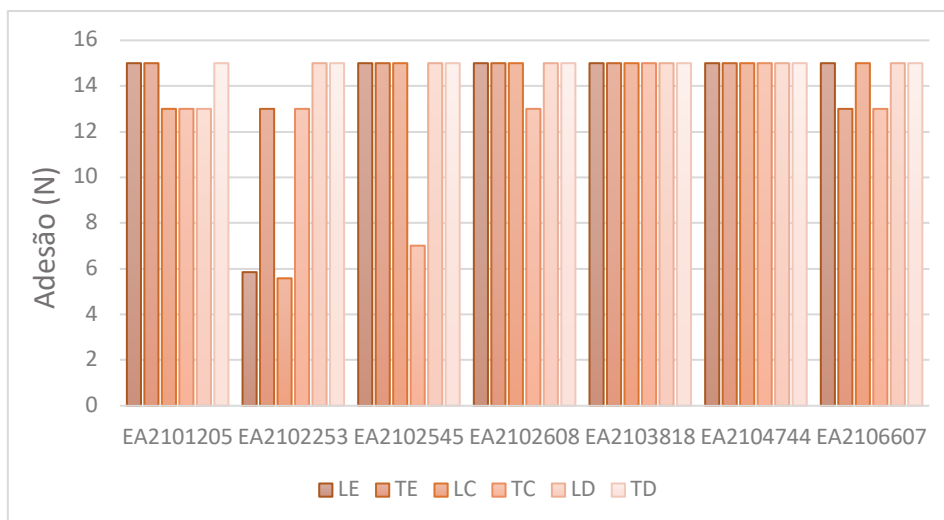


Figura 38 – Resultados de adesão do artigo P010578031A

Com os dados obtidos é possível concluir que, para a fité 2 com a pressão de ar no queimador a 63 Pa, a melhor combinação de parâmetros a usar seria abertura de calandra a 3.1 mm e velocidade geral de 17 ou 18 m/min ou então a abertura de calandra de 3.5 mm e a velocidade geral de 16 m/min. Após isto, tal como nos artigos apresentados anteriormente, foram criados parâmetros em *software*, como demonstrado na Figura 39, e gerada uma nova ficha de parâmetros para a laminação deste artigo para a fité 2, igual ao exemplo apresentado na Figura 36.

Artigo: P010578031A  
 Descrição: TEP EXP GR P1UO NEMO BLACK FXX +TECNA E 41 3.2MM 1500MM  
 Projecto: 16061

## Parâmetros de Processo:

Parâmetro	Operação	Máquina	Mínimo	Nominal	Máximo	Valor Texto
Pressão Balança Espuma	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	0,50	1,00	1,50	
Tensão Entrada Espuma	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	7,00	10,00	13,00	
Abertura de calandra superior	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	3,00	3,10	3,30	
Tensão Tecido/PVC	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	10,00	13,00	17,00	
Tensão Saída Chamador	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	93,50	98,50	103,50	
Tensão Saída Bobinador	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	93,50	98,50	103,50	
Pressão Balança Saída	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	0,50	1,00	1,50	
Sentido Enrolamento Laminagem	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	0,00	0,00	0,00	ESP P/FORA
Velocidade Geral	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	16,00	17,00	18,00	
Pressão Ar no Queimador 1	E1 - Laminação Fité	Fité Duplo Queimador	47,00	57,00	67,00	

Figura 39 – Parâmetros atualizados artigo P010578031A

### 3.4.3 Aumento da espessura inicial da espuma

No caso do artigo P020749042A descrito anteriormente, não é possível encontrar uma combinação de parâmetros que garantam os valores de adesão e espessura total em simultâneo conformes com a especificação, nesta situação é considerado que a espessura inicial da espuma é muito baixa, sendo necessário aumentar a mesma. Sendo assim, foi iniciado o procedimento para a troca da espuma utilizada passando a ser

usada uma espuma de 5 mm ao invés da espuma de 4.8 mm. Não estão representados dados desta mudança, pois é um processo demoroso e até ao momento ainda não foi laminada a nova referência.

Tal como para o artigo P020749042A, o ajuste dos parâmetros usados relevou-se não suficiente para obter os valores conformes com as especificações do artigo P020924051A, passando a solução por trocar a espuma utilizada, de espessura inicial 5 mm para uma de 5.5 mm.

Foi testada a hipótese da utilização de uma espuma de 6 mm. Pela Tabela 25, onde estão descritos os parâmetros utilizados e quais os resultados obtidos, conclui-se que o aumento da espessura da espuma permitiu a obtenção de valores conformes para a adesão e para a espessura, no entanto esta espessura inicial seria excessiva, pois mesmo laminando a uma velocidade muito reduzida, de 7 m/min, a espessura encontra-se muito próxima ao limite superior de especificação. Para além disso, o facto de ser usada uma velocidade tão baixa faz com que a espuma cole ao papel siliconado (colocado na calandra para evitar que a espuma cole na calandra, quando esta tem largura superior à do tecido), fazendo com que seja necessário parar a máquina e trocar o papel siliconado a cada 25 m laminados, tirando também rentabilidade ao processo.

Tabela 25 – Resultados obtidos na laminação do artigo P020924051A com uma espuma de 6 mm

Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Espessura residual (mm)	Requisito espessura residual (mm)	Espessura total (mm)	Requisito espessura total (mm)	Adesão (N)
7	5.5	4.2	3.8 a 4.2	4.88	4.3 a 4.9	FB

Na Tabela 26 é possível analisar os resultados obtidos na laminação do artigo P020924051A usando uma espuma com espessura inicial de 5.5 mm. Os valores de adesão e espessura estão conformes com as especificações do cliente e é usada uma velocidade superior à utilizada na laminação com a espuma de 6 mm, deixando de existir a necessidade de paragens frequentes devido a espuma colada na calandra. Posto isto, a utilização da espuma com a espessura inicial de 5.5 mm é a melhor opção para a obtenção de valores conformes com as especificações do artigo P020924051A.

Tabela 26 – Resultados obtidos na laminação do artigo P020924051A com uma espuma de 5.5 mm

Velocidade geral (m/min)	Abertura de calandra (mm)	Espessura residual (mm)	Requisito espessura residual (mm)	Espessura total (mm)	Requisito espessura total (mm)	Adesão (N)
11	4.2	4.2	3.8 a 4.2	4.7	4.3 a 4.9	FB
11	3.8	4.0		4.47		FB

### 3.5 Análise dos resultados obtidos

Na Tabela 27 estão descritos os principais ganhos obtidos através das propostas de melhoria efetuadas identificadas anteriormente.

Tabela 27 – Ganhos obtidos

Processo	Proposta de melhoria	Ganhos qualitativos
Laminação chama	Bloquear artigo à máquina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de produtos não conformes por produção em equipamento não adequado.</li> </ul>
	Seleção/ajuste de parâmetros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniformização de parâmetros usados nas diferentes produções;</li> <li>• Uniformização de resultados obtidos para diferentes laminações.</li> </ul>
	Atualização/criação de parâmetros no <i>software</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informação disponível para todos os operadores;</li> <li>• Uniformização dos parâmetros usados pelos diferentes laminadores.</li> </ul>
	Atualização/criação da documentação respectiva à parametrização do processo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição de produto rejeitado por aderência e/ou espessura fora da especificação.</li> </ul>
	Alteração da espuma para aumento da espessura inicial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição de produto rejeitado por aderência e/ou espessura fora da especificação.</li> </ul>

Para além dos ganhos identificados na Tabela 27, quando realizada uma análise geral aos dados obtidos é possível chegar a conclusões sobre a existência de correlação entre a adesão a quente e a frio e quais os parâmetros base para início de produção de novos artigos, como descrito em seguida.

#### 3.5.1 Adesão a quente vs. adesão a frio

Através da análise dos resultados obtidos é possível concluir que não existe relação direta entre a adesão a quente e a frio, pois os valores de adesão a quente apresentam uma grande variação para os mesmos valores de adesão a frio. Isto é, ao longo de várias laminações distintas para o mesmo artigo ou diversos artigos são obtidos diferentes valores de adesão a quente, no entanto quando observados os valores obtidos a frio estes são todos FB (Tabela 28).

Tabela 28 – Adesão a quente vs. Adesão a frio

Espuma	Artigo	Fité	Média adesão a quente (N)	Media adesão a frio (N)
FB45	P010736041C	1	[3.69;6.63]	FB
	P010717011A		[4.19;6.37]	
	P010797010A	2	[3.69;7.24]	
	P0204030101		[4.81;7.53]	
TECNA E 41	P010111144A	2	[3.06;6.41]	
	P020694030A		[4.28;6.88]	

### 3.5.2 Parâmetros base

Os PAIP's são pedidos de amostras de início à produção, isto é, quando entra um novo projeto em que são criadas novas referências as primeiras produções têm como objetivos fazer testes para obter a combinação de parâmetros mais correta a utilizar. De forma a chegar a um conjunto de parâmetros base a utilizar no início de cada PAIP, para reduzir o número de testes realizados ao longo dessa produção e maximizar a quantidade de produto conforme, foram testadas duas variações detetadas ao longo dos testes realizados:

- Alteração da pressão de ar no queimador

Durante o tempo de recolha de amostras, devido a problemas existentes no queimador da fité 2, o parâmetro da pressão de ar no queimador foi alterado de 58 para 63 Pa.

Tabela 29 – Alteração parâmetro pressão de ar no queimador na fité 2

	Grupo	Condição	Número total de amostras	Número de amostras NOK	Valor-p
TECNA E 41+NAPA	1	PQ=58	36	6	0.424
	2	PQ=63	40	5	
TECNA E 41+TEC	1	PQ=58	26	20	0.013
	2	PQ=63	18	7	
FB45+NAPA	1	PQ=58	30	16	0.003
	2	PQ=63	18	2	
FB45+TEC	1	PQ=58	30	22	0.029
	2	PQ=63	34	16	

De acordo com o teste de hipóteses para a diferença entre duas proporções de defeituosos realizado no *software* Minitab, utilizando os dados representados na Tabela 29, foi possível concluir que, com a exceção da amostra em que se lamina a espuma TECNA E 41 com napa, para todos os outros casos testados a percentagem de valores *NOK* de adesão é superior quando a pressão de ar no queimador é de 58 Pa, para um nível de significância de 0.05, como é possível verificar no *Apêndice II*.

- Aperto fité 2

Ao longo das diferentes produções é possível observar que foram usados diferentes apertos (diferença entre a espessura inicial da espuma e a abertura de calandra). De modo a estabelecer o valor de aperto que seria mais favorável, efetuou-se um teste de hipóteses para a diferença entre duas proporções de defeituosos, com o auxílio do *software* Minitab, e com os dados representados na Tabela 30 foi possível concluir que para um nível de significância de 0.05 a percentagem de defeituosos quando o aperto é igual a 1.2 mm na fité 2 com a espuma TECNA E 41 é significativamente inferior a quando o aperto é diferente de 1.2 mm, como é possível constatar no *Apêndice II*. No entanto, para o caso da espuma FB45 não foi possível chegar à mesma conclusão.

Tabela 30 – Aperto TECNA E 41 fité 2

	Condição	Número total de amostras	Número de amostras <i>NOK</i>	Valor-p
TECNA E 41	Aperto=1.2	52	14	0.039
	Aperto≠1.2	48	22	

Posto isto é, com base nos restantes dados analisados, foi possível chegar a um conjunto de parâmetros para tomar como ponto de partida quando laminados os diferentes complexos, apresentados na Tabela 31.

Tabela 31 – Parâmetros base para espumas FB45 e TECNA E 41

Espuma	Fité	Velocidade geral (m/min)	Aperto (mm)
FB45+TEC	1	15/16	0.7
	2	[14; 16]	1.2
FB45+NAPA	1	14/15	0.3/0.4
	2	15/16	1
TECNA E 41+TEC	1	17/18	1.2
	2	17	1.2
TECNA E 41+NAPA	1	17	0.5
	2	17	1.2

No que diz respeito às espumas TG50 e VIF37 estas não apresentam grandes problemas de adesão ou espessura. Em comparação com a espuma FB45 e TECNA E 41 estas espumas, na maior parte dos casos, já apresentam adesão FB quando realizados os testes a quente e, para além disso, queimam mais espessura do que as outras espumas. Para as espumas FB45 e TECNA E 41 a espessura queimada é, em média, aproximadamente igual a 0.7 mm. No caso da VIF 37 e da TG50, estas queimam, no mínimo, 1 mm de espessura, o que irá favorecer estas nos seus valores de adesão.

Para estas duas espumas foram também estabelecidos parâmetros base conforme representados na Tabela 32. Para estas espumas existe uma maior variação de parâmetros utilizados de acordo com o outro têxtil, por isso foi optado por utilizar intervalos de parâmetros e não um único valor.

Tabela 32 – Parâmetros base espumas TG50 e VIF37

<b>Espuma</b>	<b>Fité</b>	<b>Velocidade geral (m/min)</b>	<b>Aperto (mm)</b>
VIF 37+NAPA	1	[14;16]	2
	2	[13; 16]	1.2
TG50+NAPA	1	[15; 17]	1
	2	[14; 17]	1

Como referido anteriormente, a determinação de parâmetros base irá facilitar a laminação de artigos novos, no sentido em que permitirão a redução dos testes realizados até se atingirem os resultados de acordo com as especificações, diminuindo a quantidade de comprimento *NOK* devido aos ajustes de parâmetros realizados.



# 4. CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Principais contributos do trabalho

4.2 Dificuldades encontradas

4.3 Propostas de trabalhos futuros



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

No presente capítulo serão apresentados os principais contributos do trabalho, as principais dificuldades encontradas ao longo do seu desenvolvimento e são apresentadas propostas de trabalhos futuros.

### 4.1 Principais contributos do trabalho

A realização deste estudo teve como principais contributos:

- Detetar e resolver problemas na laminação de diversos artigos;
- Estabelecer os parâmetros que permitem obter os melhores resultados para diversos artigos e tornar estes disponíveis a todas as entidades;
- Determinar que não existe uma correlação direta entre a adesão a quente e a frio, no entanto para certos artigos poderá ser determinada um valor de adesão mínimo a quente para obtenção do valor a frio desejado;
- Determinar um conjunto de parâmetros que servem como ponto de partida para a laminação de novo artigo de acordo com a espuma que este tem na sua composição;
- Determinar se as alterações efetuadas no parâmetro pressão de ar no queimador foi vantajosa para a diminuição de produtos não conformes por falta de adesão.

Os contributos mencionados fazem parte de um trabalho de melhoria continua ao nível de parametrização do processo, mesmo para os artigos mencionados ao longo do capítulo três pois, devido às inconstâncias existentes no processo ou intervenções realizadas no equipamento, os parâmetros definidos poderão necessitar de um ajuste no futuro.

### 4.2 Dificuldades encontradas

As principais dificuldades prendem-se com a análise à influência dos parâmetros velocidade geral e abertura de calandra nos resultados obtidos de espessura e adesão, pois ao longo do período de tempo em que foram recolhidas amostras foram realizadas diversas intervenções aos equipamentos de laminação, o que tornou necessário um reajuste nos parâmetros utilizados, fazendo com que para diferentes parâmetros os resultados obtidos fossem os mesmos.

### 4.3 Propostas de trabalhos futuros

Ao longo do desenvolvimento deste estudo foi possível notar certas condições que provocam instabilidade no processo, por isso as propostas de trabalhos futuros passam pela eliminação dos fatores de variação externos ao processo.

#### 4.3.1 Climatização da unidade fabril

O facto de a unidade fabril ter constantemente os dois portões de expedição abertos faz com que esta não tenha um ambiente controlado, havendo oscilações de temperatura e humidade ao longo de todo o ano, tal como a existência de correntes de ar, que pode influenciar a chama durante a laminação, influenciando também os resultados obtidos. Para além disso, as próprias variações de temperatura e humidade irão provocar variações na forma como os materiais estabilizam, havendo, por exemplo, materiais que necessitam de um maior tempo de cura no verão do que no inverno. Posto isto, criar um ambiente de temperatura e humidade controlados e adequados seria importante para uniformizar todo o processo não só de laminação, mas também de recuperação dos materiais durante o tempo de cura.

#### 4.3.2 Melhoria das condições de armazenamento

Na ficha técnica das matérias primas tem a indicação de valores de temperatura e humidade adequados ao seu armazenamento, que não são respeitados nos armazéns de matéria prima atuais. Com o objetivo de eliminar o fator de estado da matéria prima como influenciador dos resultados obtidos, seria necessário o melhoramento das condições de armazenamento, através da criação de um ambiente fechado e controlado, onde as condições ambientais não influenciassem a matéria prima armazenada.

#### 4.3.3 Adaptação da máquina ao processo

Tal como referido, uma das principais dificuldades prendeu-se com o facto de que cada vez que uma máquina de laminação sofria uma intervenção em componentes que afetassem o processo de laminação, em seguida existia um reajuste de parâmetros. No sentido de tornar o processo o mais uniforme e constante possível, seria importante que após cada intervenção feita, a máquina fosse ajustada de forma a manter as condições de laminação sempre iguais. Deste modo, seria possível diminuir a necessidade de ajustes ao nível da parametrização e a conseqüente variação nos parâmetros usados pelos diferentes operadores, pois os parâmetros descritos na OF estariam sempre corretos.

#### 4.3.4 Seguimento após industrialização de referências

Atualmente quando entra uma nova referência de produtos de laminação, são criados PAIP's (pedidos de amostra iniciais à produção) que durante a sua laminação têm que ser acompanhados pelo técnico de processo de forma a que se houver algum problema, este seja reportado e sejam trabalhadas soluções para o resolver. No entanto, um dos maiores problemas é facto de os PAIP's serem muito curtos, baixando a produtividade devido a todo o procedimento entre OF, e para além disso, como a quantidade a laminar é reduzida, podem não ser suficientes para fazer o ajuste necessário de parâmetros de modo a atingir os parâmetros ideais para obter valores conformes com as especificações. Posto isto, seria importante estabelecer um tamanho mínimo de 50 m para PAIP's de modo a que seja possível obter os melhores resultados.

Para além disso, o acompanhamento de produção devia ser prolongado por mais algumas OF (3 ou 4) após a industrialização das referências de modo a garantir que os parâmetros são os corretos e que cumprem com as especificações do cliente.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Anvari, A., Zulkifli, N., & Arghish, O. (2014). Application of a modified VIKOR method for decision-making problems in lean tool selection. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(5–8), 829–841. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5520-x>
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2010). Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments. *17th International Annual EurOMA Conference -Managing Operations in Service Economics*, 10.
- Arumugam, V., Antony, J., & Douglas, A. (2012). Observation: A Lean tool for improving the effectiveness of Lean Six Sigma. *TQM Journal*, 24(3), 275–287. <https://doi.org/10.1108/17542731211226781>
- Assarzadeh, S., & Ghoreishi, M. (2013). Statistical modeling and optimization of process parameters in Electro-Discharge Machining of cobalt-bonded tungsten carbide composite (WC/6%Co). *Procedia CIRP*, 6, 463–468. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.03.099>
- Azevedo, J., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Santos, G., Cruz, F. M., Jimenez, G., & Silva, F. J. G. (2019). Improvement of production line in the automotive industry through lean philosophy. *Procedia Manufacturing*, 41, 1023–1030. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.029>
- Bessant, J., Caffyn, S., Gilbert, J., Harding, R., & Webb, S. (1994). Rediscovering continuous improvement. *Technovation*, 14(1), 17–29. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0166-4972(94)90067-1)
- Bhuiyan, N., & Baghel, A. (2005). An overview of continuous improvement: From the past to the present. *Management Decision*, 43(5), 761–771. <https://doi.org/10.1108/00251740510597761>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Checkland, P., & Holwell, S. (2010). Action Research: Its Nature and Validity. *NeuroRehabilitation*, 27(1), 31–47. <https://doi.org/10.3233/NRE-2010-0579>
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: An industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4), 1069–1086. <https://doi.org/10.1080/00207540802484911>
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090>
- Correia, D., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Pereira, T., & Ferreira, L. P. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 17, 663–671. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.115>
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company. *DAAAM International Scientific Book, January 2018*, 001–012. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Costa, E., Sousa, R., Bragan, S., & Alves, A. (2013). *An Industrial Application of the SMED Methodology and Other Lean Production Tools*. 1(i), 1–8.

- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Gonçalves, M. A., Silva, F. J. G., & Ares, E. (2019). Analysis of an order fulfilment process at a metalwork company using different lean methodologies. *Procedia Manufacturing*, 41, 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.025>
- Dias, P., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., & Santos, T. (2019). Analysis and improvement of an assembly line in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 38, 1444–1452. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.143>
- Durakovic, B. (2017). Design of experiments application, concepts, examples: State of the art. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 5(3), 421–439. <https://doi.org/10.21533/pen.v5i3.145>
- ERT, T. P. (2021). *ERT Têxtil Portugal*. ERT Têxtil Portugal, Consultado Dia 21 de Fevereiro de 2021; ERT Têxtil Portugal. <https://www.ertgrupo.com/en/ert/applications--technologies>
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). ILeanDMAIC - A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- Fin, J. C., Vidor, G., Ceconello, I., & Machado, V. D. C. (2017). Improvement based on standardized work: an implementation case study. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14(3), 388. <https://doi.org/10.14488/bjopm.2017.v14.n3.a12>
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). The Toyota Way model: An alternative framework for lean construction. *Total Quality Management and Business Excellence*, 25(5–6), 664–682. <https://doi.org/10.1080/14783363.2013.820022>
- Halim, N. H. A., Jaffar, A., Yusof, N., Jaafar, R., Adnan, A. N., Salleh, N. A. M., & Azira, N. N. (2015). Standardized work in TPS production line. *Jurnal Teknologi*, 76(6), 73–78. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.5681>
- Hron, J., & MacÁk, T. (2013). Application of design of experiments to welding process of food packaging. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(4), 909–915. <https://doi.org/10.11118/actaun201361040909>
- Jevgeni, S., Eduard, S., & Roman, Z. (2015). Framework for continuous improvement of production processes and product throughput. *Procedia Engineering*, 100(January), 511–519. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.398>
- Kang, N., Zhao, C., Li, J., & Horst, J. A. (2016). A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. *International Journal of Production Research*, 54(21), 6333–6350. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1136082>
- Kulkarni, P. P. (2014). Productivity Improvement Through Lean Deployment & Work Study Methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03(02), 429–434. <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0302076>
- Lu, J. C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Maalouf, M., Hasle, P., Vang, J., & Hoque, I. (2018). Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenge. *Protests and Riots Past: Present and Future Perspectives*, 47–75. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.05.044>
- Machado, V. C., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(5), 383–392. <https://doi.org/10.1080/17509653.2010.10671129>
- Manual Máquina. (2002). *Fité 1 - esquema lateral*.
- Manual Máquina. (2015). *Fité 2 - Vista lateral*.
- Mariz, R. N., Picchi, F. A., Granja, A. D., & De Melo, R. S. S. (2012). A review of the standardized work application in construction. *IGLC 2012 - 20th Conference of the International Group for Lean Construction, November 2015*.
- Marksberry, P., Vu, D., & Hordusky, B. (2011). A quantitative investigation of Toyota's approach in teaching standardised work. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 7(2), 148–167. <https://doi.org/10.1504/IJPM.2011.038682>
- Miltenburg, J. (2007). Level schedules for mixed-model JIT production lines:

- Characteristics of the largest instances that can be solved optimally. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3555–3577. <https://doi.org/10.1080/00207540701223394>
- Ml̄kva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization-one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149(June), 329–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- Monteiro, J., Alves, A. C., & Carvalho, M. do S. (2017). Processes improvement applying Lean Office tools in a logistic department of a car multimedia components company. *Procedia Manufacturing*, 13, 995–1002. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.097>
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>
- Moreno, C. W. (2005). Optimization in Production Operations: Optimal “Lean Operations” in Manufacturing. *Ultramax Corporation*.
- Mourato, J., Pinto Ferreira, L., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Dieguez, T., & Tjahjono, B. (2020). Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0327>
- Nallusamy, S., & Saravanan, V. (2016). Enhancement of overall output in a small scale industry through VSM, line balancing and work standardization. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 26, 176–183. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.26.176>
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- Nguyen, M. N., & Do, N. H. (2016). Re-engineering Assembly Line with Lean Techniques. *Procedia CIRP*, 40, 590–595. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.139>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Oliveira, M. S., Moreira, H. D. A., Alves, A. C., & Ferreira, L. P. (2019). Using lean thinking principles to reduce wastes in reconfiguration of car radio final assembly lines. *Procedia Manufacturing*, 41, 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.073>
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>
- Pinto, M. J. A., & Mendes, J. V. (2017). Operational practices of lean manufacturing: Potentiating environmental improvements. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(4 Special Issue), 550–580. <https://doi.org/10.3926/jiem.2268>
- Pombal, T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Implementation of lean methodologies in the management of consumable materials in the maintenance workshops of an industrial company. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 975–982. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.181>
- Ragit, S. S., Mohapatra, S. K., Kundu, K., & Gill, P. (2011). Optimization of neem methyl ester from transesterification process and fuel characterization as a diesel substitute. *Biomass and Bioenergy*, 35(3), 1138–1144. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.004>
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with

- Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)
- Ramakrishnan, V., & Nallusamy, S. (2017). Implementation of total productive maintenance lean tool to reduce lead time - A case study. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(12), 295–306.
- Rewers, P., & Trojanowska, J. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review. *7th International Technical Conference Technological Forum, June*, 135–139.
- Rewers, P., Trojanowska, J., Diakun, J., Rocha, A., & Reis, L. P. (2018). A study of priority rules for a levelled production plan. *Lecture Notes in Mechanical Engineering, 201519*, 111–120. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68619-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68619-6_11)
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Roldán-García, M., García-Nieto, J., Maté, A., Trujillo, J., & Aldana-Montes, J. F. (2019). Ontology-driven approach for KPI meta-modelling, selection and reasoning. *International Journal of Information Management*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.10.003>
- Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*, 150, 324–338. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.033>
- Singh, R. K., Kumar, S., Choudhury, A. K., & Tiwari, M. K. (2006). Lean tool selection in a die casting unit: A fuzzy-based decision support heuristic. *International Journal of Production Research*, 44(7), 1399–1429. <https://doi.org/10.1080/00207540500272980>
- Staron, M., Meding, W., Niesel, K., & Abran, A. (2017). A key performance indicator quality model and its industrial evaluation. *Proceedings - 26th International Workshop on Software Measurement, IWSM 2016 and the 11th International Conference on Software Process and Product Measurement, Mensura 2016*, 170–179. <https://doi.org/10.1109/IWSM-Mensura.2016.033>
- Suganthini Rekha, R., Periyasamy, P., & Nallusamy, S. (2016). Lean tools implementation for lead time reduction in CNC shop floor of an automotive component manufacturing industry. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(45). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i45/104841>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (2014). *An Assessment of the Scientific Merits of Action Research*. 23(4), 582–603. <https://doi.org/10.2118/169428-ms>
- Tanco, M., Viles, E., Ilzarbe, L., & Álvarez, M. J. (2007). Manufacturing industries need Design of Experiments (DoE). *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2166(1), 1108–1112.
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., & Tekin, E. (2019). An Application of SMED and Jidoka in Lean Production. In *Proceedings of the International Symposium for Production Research 2018* (Issue January). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92267-6>
- Tommelein, I. D., & Li, A. E. Y. (1999). Just-in-time concrete delivery: mapping alternatives for vertical supply chain integration. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGL-7*, 97–108. <http://www.leanuk.leanconstruction.org/pdf/TommeleinLi.pdf>
- Tyagi, S., Cai, X., Yang, K., & Chambers, T. (2015). Lean tools and methods to support efficient knowledge creation. *International Journal of Information Management*, 35(2), 204–214. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.12.007>
- Tye, H. (2004). Application of statistical “design of experiments” methods in drug discovery. *Drug Discovery Today*, 9(11), 485–491. [https://doi.org/10.1016/S1359-6446\(04\)03086-7](https://doi.org/10.1016/S1359-6446(04)03086-7)

- Vieira, A. M., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Pereira, T. (2020). SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1416–1422. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.197>
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38(Faim 2019), 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>
- Yu, H., Al-Hussein, M., Al-Jibouri, S., & Telyas, A. (2013). Lean Transformation in a Modular Building Company: A Case for Implementation. *Journal of Management in Engineering*, 29(1), 103–111. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000115](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000115)



# APÊNDICES

Apêndice I – Dados recolhidos

Apêndice II – Testes de hipóteses



## Apêndice I – Dados recolhidos

### ● Espuma FB45

DATA/LAB.	DATALAB.	REFER.	OF	FITE	ESP.ESP. INICIAL	ESP.ESP. D	E.E.-R	ESPEC.	E.R-ESPEC	ESP. TOTAL	ESP.ESP. A.O.	METROS CALAM.	ABERT. GERAL	VELOC. GERAL	P.A.O.	HORA LAB.	ADESÃO ORIENTE				MÉDIA				ADESÃO (FRIO/T)	ADESÃO (FRIO/L)	ADESÃO FRIO	NOK	ESPEC.	TEMP. DE COZIDA	HUM. AR	TEMP.	
																	LESO.	TESO.	LOENT.	TOCENT.	LDIR.	TDIR.	LESO.	TESO.									LOENT.
03/12/2020	03/12/2020	P010770104	EA202180	FR41	6,6	5,2	1,4	4,5-5,5	0,7	-	1,1	-	5,5	19	-	16:19:00	7,96	-	-	-	5,55	7,42	6,98	20:44:00	13,98	14,47	14,22	0,00	7	04:25:00	-	-	OK
03/12/2020	03/12/2020	P010738004	EA202181	FR42	6,6	5,1	1,5	4,5-5,5	0,6	-	1,1	-	5,5	19	-	16:50:00	5,59	5,25	-	-	6,08	4,66	5,42	19:00:00	11,16	10,89	11,03	0,00	7	02:20:00	-	-	OK
03/12/2020	03/12/2020	P010736008	EA202215	FR42	5,6	4,7	0,9	-	0,2	-	1,3	-	4,3	15	-	15:22:00	7,02	7,49	-	-	9,09	7,52	7,78	19:02:00	7,50	7,31	7,41	1,00	7	03:40:00	-	-	OK
03/12/2020	04/12/2020	P020402001	EA202217	FR42	5,5	4,5	1	-	0	-	1,2	-	4,2	16	-	17:28:00	6,66	7,1	-	-	5,25	3,499	5,55	16:50:00	7,50	7,31	7,41	2,00	7	17:12:00	-	-	OK
04/12/2020	07/12/2020	P010736040C	EA202337	FR41	4	3	1	2,5-3,5	0,5	-	0,3	-	3,2	16	-	15:13:00	4,666	3,621	-	-	3,132	3,338	3,69	14:07:00	12,71	11,90	12,30	0,00	7	04:53:00	-	-	OK
04/12/2020	09/12/2020	P0202700202	EA202345	FR42	5,7	4,6	1,1	-	0,1	-	1,3	-	4,2	14	-	13:00:00	6,582	7,32	-	-	3,327	2,243	4,36	16:35:00	9,32	7,87	8,50	1,00	7	04:27:00	-	-	OK
09/12/2020	09/12/2020	P0103191201	EA202349	FR42	6	4,2	0,2	4,2-4,7	0	-	1,1	-	3,9	16	-	15:15:00	2,542	3,731	-	-	3,978	3,493	3,64	16:24:00	7,170	7,70	7,40	1,00	7,5	04:09:00	-	-	OK
09/12/2020	09/12/2020	P030042004	EA202348	FR41	6	5,2	0,8	3,5-5	0,2	-	0,3	-	4,8	18	-	15:31:00	2,384	2,202	-	-	1,609	1,245	1,96	10:17:00	6,92	5,03	6,00	2,00	5	20:36:00	-	-	OK
11/12/2020	11/12/2020	P020472001	EA202352	FR41	5,5	4,92	0,58	-	0,02	-	0,3	-	5,2	12	-	14:00:00	4,878	5,46	-	-	2,491	4,917	4,52	11:35:00	9,48	9,53	9,76	2,00	7	09:35:00	-	-	OK
11/12/2020	11/12/2020	P020403001	EA202350	FR41	5,5	4,72	0,78	-	0,22	-	0,3	-	5,2	12	-	14:00:00	4,853	5,46	-	-	4,176	3,533	4,34	11:17:00	13,70	13,70	13,70	0,00	7	05:17:00	-	-	OK
11/12/2020	11/12/2020	P010770104	EA202348	FR41	6	5,16	0,84	4,5-5,5	0,66	-	0,5	-	2,7	5,5	-	15:10:00	3,484	5,78	-	-	4,36	6,28	4,97	17:15:00	14,02	14,05	14,04	0,00	7	02:21:00	-	-	OK
11/12/2020	11/12/2020	P0204040318	EA202395	FR41	5,9	5	0,9	3,4-5	0	-	0,7	-	6,0	17	-	17:20:00	5,23	6,18	-	-	4,528	4,946	5,22	19:03:00	10,50	9,70	10,10	0,00	7,5	01:43:00	-	-	OK
15/12/2020	15/12/2020	P021102004	EA202341	FR41	6	3	3	-	0	-	1,4	-	2,27	4,5	-	08:50:00	4,288	4,042	-	-	5,26	5,01	4,65	10:03:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7,5	01:43:00	-	-	OK
15/12/2020	17/12/2020	P021102004	EA202342	FR41	6,2	5,2	1	-	0,7	-	0,5	-	6,3	5,6	-	10:00:00	4,883	5,38	-	-	2,813	3,701	4,19	16:40:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	02:40:00	-	-	OK
16/12/2020	17/12/2020	P010738004	EA202408	FR41	5,3	5	0,3	4,5-5,5	0,5	-	0,5	-	16,9	5,2	-	11:00:00	5,5	9,51	-	-	3,436	5,48	6,03	22:20:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	11:40:00	-	-	OK
17/12/2020	17/12/2020	P010737004	EA202405	FR41	5,8	5,08	0,72	4,5-5,5	0,58	-	0,5	-	2,2	5,2	-	12:00:00	4,324	5,23	-	-	2,852	2,722	3,70	20:14:00	10,50	9,70	10,10	1,00	7	03:14:00	-	-	OK
17/12/2020	18/12/2020	P030062004	EA202306	FR41	6	5,16	0,84	4,5-5,5	0,76	-	0,5	-	2,8	5,2	-	13:05:00	3,687	4,19	-	-	2,401	3,266	3,41	20:17:00	9,48	10,70	10,34	1,00	7	07:12:00	-	-	OK
21/12/2020	22/12/2020	P020403001	EA202441	FR42	5,5	4,96	0,54	-	0,16	-	1,4	-	4,6	18	-	17:33:00	2,843	1,993	-	-	2,689	1,475	2,29	11:31:00	6,16	6,46	6,31	2,00	5	17:53:00	-	-	OK
21/12/2020	22/12/2020	P020403001	EA202441	FR42	5,5	4,96	0,54	-	0,16	-	1,4	-	4,2	16	-	14:15:00	2,942	2,764	-	-	5,76	7,21	4,81	11:23:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	21:03:00	-	-	OK
21/12/2020	22/12/2020	P021102004	EA202441	FR42	5,8	4,4	1,2	1,5-5,5	-	-	1,3	-	9,1	4,5	-	16:47:00	5,14	7,6	-	-	7,6	7,6	5,14	09:41:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7,5	16:34:00	-	-	OK
21/12/2020	22/12/2020	P020403001	EA202441	FR42	5,5	5,24	0,46	4,5-5,5	-	-	1,2	-	2,80	4,2	-	17:30:00	2,923	3,706	-	-	3,905	3,249	2,57	21:04:00	12,63	12,72	12,70	0,00	7	03:14:00	-	-	OK
21/12/2020	22/12/2020	P020403001	EA202441	FR42	5,5	5,24	0,46	4,5-5,5	-	-	1,5	-	100	5,2	-	5,5-5,5	0,24	6,0	-	-	7,7	5,85	5,56	12:55:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7,5	25:15:00	-	-	OK
04/01/2021	06/01/2021	P010736050C	EA201005	FR42	6	4,94	1,06	-	0,11	-	1,5	-	13	13	-	4:54:55	3,612	4,241	-	-	5,13	4,219	4,32	16:23:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	07:19:00	-	-	OK
06/01/2021	06/01/2021	P021102004	EA2010317	FR41	5,3	4,78	0,54	1,5-5,5	0,06	-	0,5	-	100	5,2	-	11:04:00	5,92	6,27	-	-	9,14	7,6	6,14	14:51:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7,5	03:17:00	-	-	OK
06/01/2021	07/01/2021	P0202700202	EA2010547	FR42	5,7	4,58	1,14	-	0,24	-	1,2	-	13	13	-	15:23:00	6,01	6,27	-	-	7,8	3,1	6,41	17:24:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	25:46:00	-	-	OK
07/01/2021	11/01/2021	P030062004	EA2010547	FR42	6	4,76	0,76	5,5-5,5	0,24	-	1,2	-	30	5	-	11:17:00	2,713	2,8	-	-	3,179	2,926	2,90	11:45:00	7,6	9,55	8,31	2,00	5	06:38:00	-	-	OK
07/01/2021	08/01/2021	P010736008	EA2010547	FR42	5,5	4,58	0,92	-	0,08	-	0,7	-	110	4,8	-	16:00:00	2,724	3,227	-	-	4,878	2,776	3,28	09:50:00	7,08	8,13	7,61	2,00	7	19:45:00	-	-	OK
07/01/2021	11/01/2021	P020403001	EA2010548	FR41	5,5	4,4	-	-	-	-	0,4	-	6,4	5,1	-	16:00:00	4,814	4,168	-	-	6,15	6,43	5,29	09:53:00	7,63	7,30	2,00	7	08:45:00	-	-	OK	
07/01/2021	11/01/2021	P010736008	EA2010547	FR42	5	4,54	1,1	4,2-4,7	-	-	1,2	-	9,7	3,8	-	16:20:00	2,922	3,944	-	-	4,02	3,628	5,02	15:06:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7,5	05:50:00	-	-	OK
07/01/2021	11/01/2021	P020403001	EA2010547	FR41	5,5	4,54	0,96	-	0,04	-	1,7	-	9,3	3,8	-	16:20:00	4,882	4,177	-	-	5,94	4,617	5,02	15:06:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	04:58:00	-	-	OK
07/01/2021	08/01/2021	P020404004	EA2010566	FR41	5,5	4,66	1,04	-	-	-	0,3	-	10	5,2	-	17:33:00	6,4	7,6	-	-	4,78	7,88	7,05	16:36:00	8,5	8,48	8,37	2,00	7	04:13:00	-	-	OK
09/01/2021	09/01/2021	P0202700202	EA2010645	FR42	5,7	4,66	1,04	-	0,16	-	1,2	-	37	4,5	-	11:40:00	4,232	5,16	-	-	6,09	6,03	5,39	09:38:00	7,6	7,62	7,58	2,00	7	04:13:00	-	-	OK
11/01/2021	12/01/2021	P020472001	EA2010645	FR41	5,5	4,82	0,72	-	0,12	-	0,3	-	10	5,2	-	12:04:00	5,62	5,48	-	-	5,2	5,5	5,47	10:07:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	22:18:00	-	-	OK
11/01/2021	12/01/2021	P010736008	EA2010648	FR41	5,5	4,3	0,9	4,5-5,5	0,1	-	0,3	-	10	5,2	-	15:20:00	6,96	7,81	-	-	4,631	6,702	6,37	10:15:00	7,6	7,6	7,6	0,00	7	18:33:00	-	-	OK
11/01/2021	12/01/2021	P010736008	EA2010648	FR42	6,28	5,3	0,96	4,5-5,5	0,3	-	0,7,6	-	10	5,5	-	17:13:00	4,96																

DATALAM1	DATALAB	REFERT	OF	FITE	ESP.ESP	ESP RESI	E.F.-ER	ESPEC.	E.R-ESPECO	ESP. TOTAL	ESP.ESP	MÉTROS	ABERT.	VELOC.	P.A.O.	HORA LAM.	ADENSAMENTO				Módulo	HORALAB	ADENS	ADENS	ADENS	NOK	TEMPO DE CURA	NUMAR	TEMP.					
																	LESO.	TESO.	LOCENT.	T.CENT.										LDI.	TDI.			
12/01/2021	12/01/2021	P0017381008	EAS1008375	RM51	5,5	4,44	0,88	-3,45	0,14	-	0,2	10	5,3	16	-	10:43:00	4,61	2,981	-	-	4,951	4,899	4,14	15:22:00	FB	8,85	8,95	1,00	7	0:43:30:00	-	-	OK	
14/01/2021	14/01/2021	P0027002024	EAS1008375	RM52	5,7	4,6	1,1	-3,45	0,1	-	0,3	10	4,8	14	-	12:22:00	4,69	6,95	-	-	7,8	7,5	7,03	16:31:00	FB	7,35	7,16	2,00	7	2:02:28:00	-	-	OK	
14/01/2021	14/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM53	5,8	4,5	1,3	-3,45	0,1	-	0,3	10	5,5	17	-	15:48:00	5,49	5,67	-	-	6,16	7,17	5,87	16:58:00	FB	7,77	7,99	2,00	7	0:43:30:00	-	-	OK	
14/01/2021	14/01/2021	P0027002022	EAS1008375	RM54	5,7	4,56	1,14	-3,45	0,16	-	1,2	179	4,5	14	-	13:18:00	3,683	7,15	FE	-	4,19	4,833	6,06	16:50:00	FB	8,32	8,57	2,00	7	1:15:35:00	-	-	OK	
14/01/2021	14/01/2021	P0030463038	EAS101214	RM51	5,9	5,36	0,54	5,65	0,38	-	0,7	124	5,2	20	-	09:43:00	3,27	2,384	-	-	3,481	2,905	5,31	10:30:00	FB	7,56	7,56	2,00	5	0:46:27:00	60,2	10,3	OK	
14/01/2021	14/01/2021	P0030463038	EAS101214	RM52	6,2	5,1	1,1	4,30	0,8	-	0,7	200	5,5	12	-	17:17:00	6,13	4,137	5,07	4,055	6,49	5,63	5,32	0:46:27:00	FB	7,56	7,56	2,00	7,5	16:10:00	66,2	10,3	OK	
21/01/2021	21/01/2021	P0027002022	EAS1008375	RM52	5,7	4,44	1,14	-3,45	0,14	5,2	1	200	4,7	14	-	13:20:00	3,336	3,803	3,948	4,494	4,82	3,626	3,33	16:45:00	FB	7,31	7,29	2,00	7	0:43:40:00	74,1	16,1	OK	
21/01/2021	21/01/2021	P0027002022	EAS1008375	RM52	5,5	4,84	0,88	-3,45	0,14	5,8	1	100	4,5	16	-	13:20:00	4,635	4,638	7,22	6,25	4,897	4,935	5,44	16:51:00	FB	8,90	8,91	2,00	7	0:43:00:00	80,9	16,7	OK	
21/01/2021	21/01/2021	P0027002022	EAS1008375	RM52	5,7	4,9	0,8	-3,45	0,14	5,8	0,5	200	5,1	15	-	13:24:00	3,935	3,935	5,29	5,61	5,17	6,84	7,68	16:58:00	FB	8,75	8,75	2,00	7,5	0:46:25:00	80	16,1	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6,22	5,04	1,18	4,30	0,14	5,18	0,2	51	5,9	14	-	14:11:00	4,053	5,29	5,61	5,61	6,25	4,9	4,99	16:50:00	FB	8,15	8,20	2,00	7	0:46:50:00	61,9	16,1	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	6,22	5,04	1,18	4,30	0,14	5,18	0,2	51	5,9	14	-	17:12:00	7,99	FE	FE	FE	7,25	FE	7,25	16:50:00	FB	8,15	8,20	2,00	7	0:46:50:00	61,9	16,1	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6,2	5,02	1,18	4,30	0,1	5,18	0,2	51	5,9	14	-	17:12:00	3,811	4,2	4,786	3,43	5,11	4,715	4,24	16:32:00	FB	7,33	7,26	2,00	7	0:46:50:00	80,5	16,3	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,5	4,8	0,7	-3,45	0,1	5,08	1,2	270	4,3	15	-	08:49:00	2,883	4,237	7,78	5,45	4,371	3,819	4,85	14:52:00	FB	9,71	9,40	2,00	7	0:46:00:00	78,4	17,1	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,5	4,88	0,68	-3,45	0,18	5,08	1,2	73	4,3	15	-	14:05:00	2,344	3,387	4,597	3,842	4,211	4,095	3,62	16:31:00	FB	8,57	8,25	2,00	7	0:44:11:00	81,5	17,3	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,5	4,74	0,76	-3,45	0,24	5,34	1,2	217	4,3	16	-	14:05:00	2,344	3,464	4,564	3,435	3,415	4,224	3,60	17:33:00	FB	8,00	8,38	2,00	7	0:33:33:00	76,6	16,5	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6	5,22	0,78	4,50	0,18	6	0,3	234	5,7	15	-	10:48:00	4,202	4,405	4,358	5,57	3,212	4,281	4,41	17:04:00	FB	7,8	8,29	1,00	7	0:48:49:00	82	16,3	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,7	4,7	1	-3,45	0,2	5,2	1,5	247	4,2	13	-	11:03:00	3,565	4,136	5,47	6,02	4,202	3,57	4,59	15:52:00	FB	8,16	8,39	1,00	7	0:48:49:00	71,7	17,1	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0027002022	EAS1008375	RM52	5,7	4,7	1	-3,45	0,2	5,2	1,5	199	4,7	13	-	15:38:00	6,3	7,32	6,42	10,17	4,408	3,383	6,36	16:52:00	FB	8,16	8,39	1,00	7	0:48:49:00	75,2	17,7	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6,2	5,32	0,88	4,50	0,52	5,9	0,3	109	5,9	16	-	13:28:00	4,19	4,982	5,88	6,16	6,34	7,5	5,79	16:42:00	FB	7,5	7,5	2,00	7,5	0:31:46:00	70,5	19	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6	5,16	0,84	4,50	0,51	5,98	0,4	109	5,6	16	-	14:01:00	3,78	9,73	9,31	10,6	6,38	11,75	9,83	14:48:00	FB	14,40	14,48	0,00	7	0:47:46:00	75,9	17,5	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6	5,24	0,78	4,50	0,74	6,18	0,1	228	5,9	16	-	14:01:00	5,32	6,1	7,38	6,96	3,84	7,66	6,18	16:32:00	FB	12,43	13,70	0,00	7	0:21:30:00	74,7	17,7	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6,4	5,54	0,88	4,30	0,94	6,02	0,6	250	5,8	14	-	13:18:00	1,818	2,632	4,064	3,848	4,197	3,901	3,41	20:08:00	FB	8,18	8,80	2,00	7	0:17:10:00	59,2	20	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6,4	5,48	0,92	4,30	1,18	6,24	0,4	600	6	13	-	14:40:00	1,999	2,227	4,217	4,207	4,282	3,879	3,301	20:08:00	FB	8,18	8,80	2,00	7	0:15:58:00	70,4	17,1	OK	
22/01/2021	22/01/2021	P0030463038	EAS1008375	RM51	5,2	4,64	0,58	-3,45	0,14	5,2	1,2	195	4,5	16	-	15:07:00	3,326	3,488	4,888	5,28	3,922	5,3	4,839	4,36	22:32:00	FB	12,00	12,00	0,00	7	0:15:25:00	74,7	16,3	OK
22/01/2021	22/01/2021	P0030463038	EAS1008375	RM52	5,7	4,82	0,88	-3,45	0,22	5,38	1,2	195	4,5	16	-	15:07:00	3,326	3,488	4,888	5,28	3,922	5,3	4,839	4,36	22:32:00	FB	12,00	12,00	0,00	7	0:15:25:00	74,7	16,3	OK
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6	5,4	0,84	4,50	0,68	5,4	0,4	146	5,6	14	-	10:32:00	2,8	3,585	2,846	2,842	3,855	4,547	3,85	16:51:00	FB	8,41	8,41	1,00	7	0:44:41:00	74,2	15,5	OK	
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM51	6	5,4	0,84	4,50	0,68	5,4	0,4	146	5,6	14	-	10:34:00	5,2	5,76	5,86	7,82	8,33	7,82	6,35	16:52:00	FB	8,41	8,41	1,00	7	0:44:41:00	74,1	15,5	OK	
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,8	4,88	0,92	-3,45	0,08	5,58	0,5	232	4,5	16	-	11:02:00	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	16:58:00	FB	7,8	7,8	0,00	7	0:44:28:00	80,9	16,7	OK	
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,8	4,8	0,92	-3,45	0,24	5,24	1	196	4,3	16	-	11:04:00	3,785	4,145	2,748	3,435	4,054	3,885	3,89	16:52:00	FB	7,8	7,8	0,00	7,5	0:44:28:00	80	16,7	OK	
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,5	4,08	0,92	4,24	0,1	4,5	1	115	4,4	17	-	12:31:00	3,164	4,179	4,752	4,227	4,848	4,18	4,43	16:30:00	FB	8,25	8,18	2,00	7,5	0:41:30:00	80	16,2	OK	
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	6,2	5,72	0,58	4,50	0,92	6,3	1,2	94	5,2	14	-	14:24:00	2,105	2,175	5,125	6,39	4,845	5,11	4,85	16:30:00	FB	7,70	7,70	0,00	7	0:42:33:00	83,4	16,5	OK	
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,98	5,2	0,78	4,50	0,92	6,3	0,78	500	5,2	19	-	09:49:00	3,63	4,528	6,194	4,544	5,25	5,78	4,61	14:42:00	FB	15,43	15,95	0,00	7	0:44:55:00	86	16,3	OK	
01/02/2021	01/02/2021	P0017381004	EAS1008375	RM52	5,5	4,46	1,04	-3,45	0,08	4,48	1	150	4,5	14	-	09:42:00	6,04	6,09	7,25	6,36	7,3	7,52	7,01	17:30:00	FB	6,44	6,44	2,00	7	0:44:15:00	59,9	14,3		

DATA/MLH	DATABL	REF.ERT	OF	FITE	ESP/ESP	ESP/RES	E.E.-R	ESPEC.	E.R-ESPEO	ESP. TOTAL	ESP/ESP	ABERT.	VELOC. GERAL	P.A.O.	HORA LAM.	ADESIVO QUENTE				Média	HORA LAB. FRIO(T)	ADESIVO FRIO(T)	ADESIVO FRIO (U)	ADESIVO FRIO	NOK	ESPEC.	TEMP.ODE CURA	HUMAR	TEMP.				
																LESO.	TESS.	LOENT.	TECNI.											LDR.	TDR.		
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205453	6h42	7,7	6,4	1,3	6,2-6,8	0,2	7,14	1,2	148	6,5	14	63	10073000	4,093	5,92	7,59	8,03	6,31	7,13	6,78	16,31000	18,3	14,3	16,8	0,00	7	06:42:00	56,5	14,5	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205454	6h42	5,7	4,72	0,98	-3,45	0,22	5,16	0,1	400	4,6	15	63	11620000	6,12	6,7	8,62	9,02	7,6	8,71	7,82	15,73000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	03:57:00	56,8	14,8	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205455	6h41	6,1	4,72	1,42	-2,3-7	0,22	5,96	0,1	332	5,8	20	63	09323000	2,216	2,81	4,42	4,88	3,28	4,07	3,60	17,28000	7,53	7,96	7,44	2,00	7	03:57:00	56,8	17,6	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205456	6h41	6,2	5,6	0,6	4,5-5,5	0,22	5,48	0,1	350	5,2	20	63	11622000	2,213	2,802	3,725	3,802	3,261	4,036	3,22	14,65000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	03:57:00	56,8	16,3	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205457	6h41	5,8	5,44	0,44	4,6-5,7	0,34	5,78	0,1	42	5,7	15	63	13300000	2,246	2,751	3,272	3,858	3,641	3,582	3,34	16,37000	10,9	8,74	9,82	1,00	7,5	03:57:00	56,4	17,2	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205458	6h41	5,8	5,08	0,82	4,2-5,7	0,78	5,84	0,2	212	5,8	15	63	09850000	2,275	2,772	3,604	3,877	3,522	3,638	3,34	16,38000	8,91	7,77	8,29	2,00	7	02:54:00	55,7	14,7	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205459	6h42	5,7	4,62	1,08	-3,45	0,12	5,11	0,1	500	5	14	63	13348000	4,284	3,724	5,54	5,83	4,68	6,38	6,38	16,93000	8,91	7,77	8,29	2,00	7	02:54:00	47,4	20,4	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205460	6h41	6,1	5,44	0,68	4,5-5,5	0,94	6,5	0,1	32	5,2	15	63	13318000	2,281	3,228	4,216	4,944	3,997	4,471	3,22	17,49000	13,02	12,05	12,13	0,00	7	04:31:00	57,1	20,4	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205461	6h42	5,7	4,78	0,94	4,3-5,7	0,1	5,06	1,2	350	5,5	15	63	14628000	4,323	4,971	6,321	6,98	4,338	5,23	5,47	14,85000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	04:31:00	55,5	22,2	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205462	6h42	5,8	4,62	1,18	1,5-5,5	0,28	5,28	1,2	750	4,6	14	63	15430000	5,91	6,4	8,32	8,88	7,4	8,21	7,47	15,25000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	02:49:00	53,6	16,8	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205463	6h41	5,9	5,28	0,62	4,3-5,7	0,34	5,6	0,6	115	5,3	18	63	09030000	5,4	4,709	6,41	6,5	6,2	6,2	5,9	17,26000	9,92	9,28	9,60	0,00	7,5	02:54:00	51,1	16,1	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205464	6h41	5,5	4,58	0,92	-3,45	0,08	5,28	0,2	157	5,6	13	63	09417000	5,31	6,13	6,94	7,15	6,57	7,17	6,31	15,02000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	05:42:00	54,8	14,8	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205465	6h42	7,7	6,64	1,06	6,2-6,8	0,44	7,42	1,2	245	6,5	15	63	15450000	3,549	4,874	5,52	6,21	6,06	6,87	5,57	19,01000	23,61	27,06	25,34	0,00	15	03:18:00	52,2	19,4	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205466	6h42	5,7	4,58	1,12	-3,45	0,18	5,02	1,2	387	4,5	15	63	08580000	5,21	6,22	7,61	8,37	7,63	8,73	6,97	11,31000	10,3	8,88	9,58	1,00	7	02:33:00	49,6	17,3	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205467	6h41	6	4,85	1,15	4,5-5,5	0,25	5,72	0,2	450	5,6	15	63	09419000	5,87	6,85	7,46	8,19	8,42	8,47	7,44	14,81000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	05:49:00	54,2	16,2	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205468	6h41	5,86	5,48	0,38	5,5-5,5	0,48	6,06	0,6	220	5,2	18	63	10030000	5,67	7,95	7,63	7,88	7,31	6,29	7,11	17,26000	9,92	9,28	9,60	0,00	7,5	07:22:00	53,6	16,8	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205469	6h42	5,8	4,6	1,2	1,5-5,5	0,28	5,28	1,2	200	4,6	14	63	12210000	5,67	6,41	7,6	8,38	6,47	7,44	6,88	08,52000	9,92	9,28	9,60	0,00	7,5	02:54:00	51,1	16,1	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205470	6h42	5,7	4,88	0,82	-3,45	0,28	5,26	1,2	450	4,5	15	63	08550000	5,28	6,41	7,6	8,38	6,47	7,44	6,88	08,52000	9,92	9,28	9,60	0,00	7,5	02:54:00	51,1	16,1	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205471	6h42	5,5	4,6	0,9	-3,45	0,3	5,2	1,2	244	4,6	13	63	11050000	5,28	6,41	7,6	8,38	6,47	7,44	6,88	14,81000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	03:57:00	52,3	16,9	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205472	6h41	5,2	5,38	0,32	4,2-5,7	0,48	6,3	0,2	200	6	14	63	08580000	4,289	4,88	7,72	8,52	8,51	8,58	5,70	14,55000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	04:56:00	52	17,3	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205473	6h42	5,2	4,58	0,68	4,3-5,7	0,08	5,42	1	242	4,5	15	63	10950000	4,642	4,88	7,72	8,52	8,51	8,58	5,70	14,55000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	04:56:00	50,7	17	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205474	6h41	5,8	5,08	0,72	4,3-5,7	0,28	5,44	0,3	151	5	15	63	14620000	5,01	5,97	6,48	7,13	6,12	7,15	6,50	15,02000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	02:42:00	54,5	14,3	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205475	6h41	5,8	5,2	0,6	4,3-5,7	0,4	5,78	0,8	170	5	17	63	14620000	5,01	5,97	6,48	7,13	6,12	7,15	6,50	15,02000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	02:42:00	54,5	14,3	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205476	6h41	5	5	0	4,5-5,5	0,5	5,72	0,1	153	5,9	14	63	14620000	5,09	5,97	6,48	7,13	6,12	7,15	6,50	15,02000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	02:42:00	55,6	20,6	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205477	6h41	6	4,82	0,88	-3,45	0,32	5,3	1,2	1000	4,5	15	63	09250000	5,49	6,92	7,79	8,58	7,54	8,59	7,16	14,44000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	05:14:00	47,1	20,5	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205478	6h41	6,1	5,4	0,7	4,5-5,5	0,4	6,02	0,4	700	6	17	63	09470000	7,8	8,18	7,1	8,4	7,31	8,2	7,92	12,07000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	02:50:00	54,9	14,9	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205479	6h41	6	5,06	0,94	4,5-5,5	0,58	5,82	0,2	170	5,8	13	63	10470000	3,459	4,231	6,62	6,88	5,95	6,09	5,51	17,52000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	07:05:00	52,8	20	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205480	6h42	5,5	4,58	0,94	-3,45	0,06	5,72	1	100	4,5	15	63	12180000	4,201	5,21	7,37	7,88	6,51	7,49	6,46	23,03000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	09:47:00	60,6	21,4	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205481	6h42	5,5	4,54	0,96	-3,45	0,04	5,44	1	154	4,5	16	63	12180000	3,684	4,22	6,52	7,12	5,23	6,02	5,49	23,04000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	09:47:00	60,6	21,4	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205482	6h41	5,74	5,24	0,5	4,5-5,5	0,24	5,72	0,54	189	5,2	18	63	11340000	6,25	7,97	8,72	6,48	8,93	6,7	7,44	14,40000	17,8	9,45	9,45	0,00	7,5	03:06:00	51,4	18,3	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205483	6h41	6	5	0	4,5-5,5	0,5	5,84	0,5	200	5,5	14	63	09450000	3,057	3,375	5,8	6	4,607	5,06	4,65	18,26000	17,8	9,45	9,45	0,00	7	06:33:00	42,5	17	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205484	6h41	6,34	5,54	0,7	4,5-5,5	0,32	6,32	1,24	33	5	21	63	15140000	2,739	3,347	4,157	3,933	4,277	3,766	3,71	18,15000	12,52	13,10	12,81	0,00	7	03:01:00	49,7	21,4	OK
10/03/2021	1003/2021	P020270002	E2205485	6h41	5,5	4,62	0,82	-3,45	0,12	5,16	0,6																						

● Espuma TECNIA E 41

DATA LAM	DATA LAB.	REFERT	OF	FTE INICIAL	ESPE P SID	E.F.E.R	ESPEC	E.R. ESPEC	ESPTO TAL	ESPE P A.C.	METRO S	ABERT CALAM	VELOC. GERAL	P.A.Q.	HORA LAM	ADESÃO QUENTE						Média	HORA LAB.	ADESÃO O FRIO (L)	ADESÃO O FRIO	ADESÃO O FRIO	OT NOK	ESPEC. DE CURVA	TEMPO HUM. AR	TEMP.					
																LESO.	TESSO.	L.CENT.	T	L.DIR.	T.DIR.														
03/12/2020	03/12/2020	P01011444	EA2023281	FR32	4,7	3,9	0,8	3,84,3	0,1	-	-	3,5	16	58	1542500	524	6,03	-	-	4,64	3,67	4,30	2195,00	FB	FB	FB	0	7,5	05:35:00	-	-	OK			
04/12/2020	07/12/2020	P0201780314	EA2023301	FR32	4,3	3,4	0,9	3,23,7	0,2	-	-	3,2	16	58	1123400	4,705	FB	-	-	5,95	4,21	4,36	1102,00	FB	FB	FB	0	7,5	05:38:00	-	-	OK			
09/12/2020	09/12/2020	P0201780314	EA2023638	FR32	4,6	3,8	0,8	3,84,3	0	-	-	3,5	16	58	1123400	3,154	3,707	-	-	3,91	3,443	3,53	1812,00	6,6	6,6	6,6	2	7,5	06:47:00	-	-	OK			
10/12/2020	10/12/2020	P0105780314	EA2023633	FR32	4,3	3,42	0,88	3,23,7	0,22	-	-	1,2	341	3,1	58	1023500	2,701	3,81	-	-	3,682	3,721	3,42	1135,00	FB	FB	FB	0	7,5	01:10:00	-	-	OK		
11/12/2020	11/12/2020	P0105780314	EA2023746	FR32	4,3	3,14	1,16	3,23,7	-	-	-	1,2	341	3,1	16	58	1107100	4,284	-	-	4,388	4,017	3,92	1344,00	FB	FB	FB	0	7,5	02:37:00	-	-	OK		
11/12/2020	11/12/2020	P0105780314	EA2024382	FR32	4,3	3,26	1,04	3,23,7	0,06	-	-	1,3	300	3	58	1805900	2,533	3,471	-	-	3,358	3,53	3,36	1338,00	FB	FB	FB	0	7,5	01:55:00	-	-	OK		
11/12/2020	11/12/2020	P0105780314	EA2024467	FR32	4,3	3,34	0,9	3,23,7	0,2	-	-	1,2	316,3	3	58	1825900	3,335	4,217	-	-	3,034	2,854	3,36	1124,00	FB	FB	FB	0	7,5	05:27:00	-	-	OK		
22/12/2020	22/12/2020	P0206340304	EA2024488	FR32	4,3	3,48	0,82	3,23,7	0,28	-	-	1,2	12	31	58	1823500	2,632	4,266	-	-	3,433	2,252	3,27	1046,00	FB	FB	FB	0	7,5	22:21:00	-	-	OK		
22/12/2020	05/01/2021	P01011444	EA2024511	FR32	4,7	3,56	0,74	3,84,3	0,36	-	-	1,2	14	3,5	58	1105900	2,753	4,266	-	-	3,319	3,235	3,44	1140,00	FB	FB	FB	0	7,5	03:46:00	-	-	OK		
22/12/2020	06/01/2021	P010470401	EA2024613	FR32	4,7	3,76	0,94	3,84,3	-	-	-	1,2	14	3,5	58	1122200	4,182	4,62	-	-	2,653	2,382	3,60	0945,00	FB	FB	FB	0	7,5	03:42:00	-	-	OK		
06/01/2021	06/01/2021	P0206340304	EA2000337	FR32	4,3	3,4	0,9	3,23,7	0,2	-	-	1,2	12	31	58	1188500	3,43	5,31	-	-	4,488	2,378	3,80	1647,00	FB	FB	FB	0	7,5	04:52:00	-	-	OK		
06/01/2021	06/01/2021	P0203700501	EA2000323	FR32	4,8	3,86	0,74	3,84,3	0,06	-	-	1,2	13	3,4	58	1143500	5,3	3,674	-	-	3,682	4,239	4,21	1435,00	6,6	5,7	6,1	2	7,5	03:30:00	-	-	OK		
08/01/2021	09/01/2021	P0201780314	EA2000644	FR32	4,3	3,14	0,86	3,84,3	0,06	-	-	1,2	395	3,4	18	58	1201900	6,33	FB	-	-	3,482	3,939	4,43	1434,00	14	5,7	6,3	2	7,5	02:30:00	-	-	OK	
11/01/2021	11/01/2021	P01011444	EA2000647	FR32	4,3	4,26	0,64	3,84,3	0,46	-	-	0,4	10	4,5	20	58	1157000	2,843	2,383	-	-	4,346	3,268	3,43	0841,00	14	5,7	6,3	2	7,5	02:32:00	-	-	OK	
13/01/2021	13/01/2021	P0201780314	EA2000831	FR32	4,5	3,62	0,98	3,84,3	-	-	-	1,1	406	3,5	58	1138500	6,72	3,355	-	-	3,261	5,23	4,66	1123,00	FB	FB	FB	0	7,5	02:50:00	-	-	OK		
13/01/2021	13/01/2021	P0206340304	EA2010715	FR32	4,3	3,44	0,86	3,23,7	0,24	-	-	0,6	148	4	18	58	1443500	4,292	3,223	-	-	4,571	2,684	3,23	1530,00	FB	FB	FB	0	7,5	02:30:00	-	-	OK	
14/01/2021	14/01/2021	P0206340304	EA2010780	FR32	4,3	3,44	0,86	3,23,7	0,24	-	-	0,7	103	3,6	18	58	1513500	3,648	4,362	-	-	3,443	4,165	3,90	1206,00	FB	FB	FB	0	7,5	02:35:00	-	-	OK	
18/01/2021	19/01/2021	P0201780314	EA2010714	FR32	4,6	3,8	0,8	3,84,3	0	-	-	1,1	500	3,5	58	1545500	5,3	6,18	-	-	3,128	3,627	4,56	1223,00	FB	FB	FB	0	7,5	02:33:00	-	-	OK		
18/01/2021	19/01/2021	P0206340304	EA2010206	FR32	4,3	3,3	1	3,23,7	0,1	-	-	1,2	10	3,1	58	1545500	5,12	6,04	-	-	3,484	2,43	4,28	1028,00	FB	FB	FB	0	7,5	18:37:00	-	-	OK		
19/01/2021	20/01/2021	P0105780314	EA2010205	FR32	4,3	3,66	0,64	3,23,7	0,06	-	-	1,1	13	3,2	58	1504000	2,338	3,233	3,567	-	2,325	3,101	3,555	3,12	0846,00	FB	FB	FB	0	7,5	17:42:00	-	-	OK	
19/01/2021	20/01/2021	P0206340304	EA2010202	FR32	4,6	3,88	0,74	3,84,3	0,08	-	-	1,1	200	3,5	19	58	1628000	3,682	3,982	4,561	5,03	4,865	4,50	0841,00	FB	FB	FB	0	7,5	16:13:00	-	-	OK		
19/01/2021	20/01/2021	P01011444	EA2010196	FR32	5,1	4,32	0,78	3,84,3	0,52	-	-	1,2	15	3,5	58	1153000	3,47	3,832	3,773	4,83	5,11	4,011	4,17	1846,00	FB	FB	FB	0	7,5	24:47:00	-	-	OK		
20/01/2021	20/01/2021	P0105780314	EA2010197	FR32	4,7	3,7	1	3,84,3	0,2	-	-	1,3	4,2	3,2	58	1033000	3,247	3,783	3,939	4,43	1,934	2,572	3,33	1231,00	FB	FB	FB	0	7,5	01:53:00	-	-	OK		
21/01/2021	21/01/2021	P0106661224	EA2010127	FR32	4,7	3,7	1	3,84,3	0,2	-	-	1,5	240	3,2	58	0935500	5,07	6,34	7,14	1,77	1,01	6,34	6,61	1048,00	FB	FB	FB	0	7,5	00:53:00	-	-	OK		
21/01/2021	21/01/2021	P0105780314	EA2010604	FR32	4,3	3,26	1,04	3,23,7	0,06	-	-	1,2	320	3,8	15	58	1120900	2,334	3,633	4,17	3,216	4,254	4,078	4,71	1537,00	7,5	7,17	7,46	2	7,5	04:37:00	-	-	OK	
23/01/2021	23/01/2021	P0206340304	EA2020281	FR32	4,7	3,94	0,76	3,84,3	0,14	-	-	1,2	11	3,5	58	1034000	3,032	3,821	4,411	4,151	4,266	4,028	3,96	0934,00	FB	FB	FB	0	7,5	23:10:00	-	-	OK		
23/01/2021	23/01/2021	P0105780314	EA2020281	FR32	4,3	3,34	0,96	3,23,7	0,14	-	-	1,6	145	3,7	58	1643000	2,647	3,068	3,824	3,941	3,674	3,31	3,53	2131,00	FB	FB	FB	0	7,5	05:31:00	-	-	OK		
23/01/2021	23/01/2021	P0105780314	EA2020281	FR32	4,3	3,34	0,96	3,23,7	0,14	-	-	1,6	145	3,7	58	1643000	1,177	2,553	2,874	4,437	3,531	4,015	3,20	2131,00	FB	FB	FB	0	7,5	04:50:00	-	-	OK		
28/01/2021	28/01/2021	P0203700501	EA2020513	FR32	4,8	3,82	0,78	3,84,3	0,02	-	-	4,32	11	14,5	58	0820200	2,884	3,238	5,05	4,388	4,235	3,15	3,33	1432,00	8,6	8,2	8,4	2	7,5	05:30:00	-	-	OK		
29/01/2021	29/01/2021	P0201780314	EA2020233	FR32	4,3	3,38	0,32	3,23,7	0,18	-	-	4,52	13	3,0	58	0835800	2,438	3,14	4,408	2,278	4,253	3,784	3,05	1034,00	FB	FB	FB	0	7,5	01:32:00	-	-	OK		
01/02/2021	01/02/2021	P0105780314	EA2020204	FR32	4,3	4,1	0,8	3,84,3	0,18	-	-	5,06	0,4	120	4,3	16	58	0835800	4,716	6,19	6,26	3,97	3,53	3,21	3,05	1217,00	FB	FB	FB	0	7,5	02:32:00	-	-	OK
02/02/2021	02/02/2021	P0105780314	EA2020204	FR32	4,3	3,48	0,34	3,23,7	0,28	-	-	4,48	13	3	16	58	1157100	3,451	3,352	1,28	14,03	2,348	2,435	15,32,00	FB	FB	FB	0	7,5	04:52:00	-	-	OK		
03/02/2021	03/02/2021	P0206340304	EA2020533	FR32	4,3	3,58	0,32	3,23,7	0,18	-	-	3,83	1	300	3,3	58	1033000	4,3	5,31	6,32	1,36	6,36	1,21	6,34	1331,00	74,3	FB	FB	74,3	1	7,5	04:30:00	-	-	OK
03/02/2021	03/02/2021	P0202700501	EA2020543	FR32	4,6	3,78	0,66	3,84,3	0,14	-	-	4,26	1	164,4	3,6	18	62	1818000	4,121	4,371	6,32	6,3	3,401	3,851	4,35	1630,00	6,8	6,8	6,8	2	7,5	03:42:00	-	-	OK
03/02/2021	03/02/2021	P0202700501	EA2020543	FR32	4,3	3,82	0,78	3,23,7	0,32	-	-	4,42	1	1200	3,3	18	62	1818000	3,686	4,428	5,44	5,17	3,016	4,01	4,43	1630,00	6,8	6,8	6,8	2	7,5	03:42:00	-	-	OK
04/02/2021	04/02/2021	P01011444	EA2020610	FR32	4,7	3,94	0,86	3,84,3	0,04	-	-	4,84	1,2	13	3,5	58	1133900	4,064	3,218	5,03	5,28	4,54	4,24	4,45	2228,00	FB	FB	FB	0	7,5	04:41:00	-	-	OK	
04/02/2021	04/02/2021	P01011444	EA2020610	FR32	4,7	3,98	0,72	3,84,3	0,1	-	-	4,56	1,2	13	3,5	58	1151500	4,8	5,1	5,44	5,49	4,976	4,409	5,07	2147,00	7,5	7,5	7,5	2	7,5	03:50:00	-	-	OK	
11/02/2021	11/02/2021	P0206340304	EA2020519	FR32	4,3	3,36	1	3,23,7	0,16	-	-	4,48	0,8	250	3,5	58	1151500	3,922	4,461	5,43	5,5	4,219	4,443	4,66	1405,00	FB	FB	FB	0	7,5	02:18:00	-	-	OK	
18/02/2021	18/02/2021	P0206340304	EA2020519	FR32	4,3	3,32	1	3,23,7	0,12	-	-	3,78	1	120	3,3	58																			

DATA LAM1	DATA LAB.	REFERET	OF	FTÉ	ESPESS P. INICIAL	ESPERE SID	EE-ER	ESPEC.	ER-ESPEC	ESQTO TAL	ESPESS P. A.C.	METRO-3	ABERT. CALAM.	VELOC. GERAL	P.A.O.	HORA LAM.	ADESÃO QUENTE						MÉDIA	HORA LAB.	ADESÃO O FRIO (L)	ADESÃO O FRIO	ADESÃO OT NOK	ESPEC.	TEMPO DE CURA	HUM. AR	TEMP.					
																	LESG.	TESS.	ICENT.	T25	LDR.	TDIR.														
04/03/2021	04/03/2021	P005780314	EA2104223	FR2	4,3	3,46	0,84	3,28,17	0,26	4,38	0,8	239	3,5	16	63	12:20:00	4:49	4:39	5:64	4:25	4:38	4:19	4:12	16:40:00	FB	FB	FB	0	1	06:20:00	56,4	16,3	OK			
03/03/2021	03/03/2021	P020620201	EA2104513	FR1	4,6	3,82	0,78	3,88,4,3	0,02	4,5	0,6	400	4	19	-	16:55:00	2:19	2:25	4:06	3:16	2:44	3:39	3:03	20:02:00	1,5	9,09	8:295	2	1,5	03:01:00	44,2	16,8	OK			
16/03/2021	16/03/2021	P010630204	EA2104512	FR1	5,1	4,32	0,88	3,88,4,3	0,42	5,24	0,8	182	4,2	18	-	13:44:00	2:385	2:45	5:04	3:21	4:09	4:44	4:09	4:44	06:17:00	FB	FB	FB	0	7	16:33:00	62,1	16,2	OK		
16/03/2021	16/03/2021	P005780314	EA2104144	FR2	4,3	3,32	1,08	3,28,17	0,02	4,32	0,8	150	3,5	16	63	03:52:00	3:984	4:51	6:23	5:17	5:51	5:35	5:44	12:01:00	FB	FB	FB	0	7	02:17:00	42	17,3	OK			
16/03/2021	16/03/2021	P00111444	EA2104734	FR1	4,7	3,32	1,18	3,88,4,3	0,16	4,48	0,2	22	4,5	16	-	14:06:00	2:126	2:36	3:22	3:025	3:013	3:465	2:83	11:46:00	FB	FB	FB	0	7,5	03:43:00	38,1	20,4	OK			
16/03/2021	16/03/2021	P004680401	EA2104735	FR1	4,7	3,36	0,74	3,88,4,3	0,14	5,1	1	120	3,7	17	-	11:52:00	2:65	2:95	3:63	3:53	3:381	3:35	3:25	06:46:00	FB	FB	FB	0	7,5	13:28:00	33,9	20,6	OK			
16/03/2021	16/03/2021	P020620201	EA2104932	FR1	4,6	3,34	0,66	3,88,4,3	0,16	4,95	0,8	220	3,8	19	-	13:52:00	2:137	2:252	2:53	2:93	2:337	2:34	2:124:00	1,5	8,56	8:03	2	1,5	07:33:00	28,1	19,3	OK				
16/03/2021	16/03/2021	P020620201	EA2104985	FR2	4,6	3,38	0,82	3,88,4,3	0,04	4,3	0,6	150	4	17	63	11:26:00	1:064	1:53	2:194	2:41	1:613	2:46	1:82	03:42:00	FB	FB	FB	0	7,5	01:45:00	56,4	17,4	NOK			
16/03/2021	16/03/2021	P00111444	EA2105036	FR1	4,7	3,36	0,74	3,88,4,3	0,16	5	0,3	40	4,4	17	-	08:56:00	3:105	3:421	3:445	3:367	3:306	4:027	3:63	14:22:00	1,1	6,39	7:05	2	7,5	05:24:00	42,7	15,2	NOK			
22/03/2021	22/03/2021	P0202700501	EA2105108	FR1	4,6	3,84	0,78	3,88,4,3	0,04	4,5	1,1	242	3,5	18	-	08:56:00	3:105	3:421	3:445	3:367	3:306	4:027	3:63	14:22:00	1,1	6,39	7:05	2	7,5	05:24:00	42,7	15,2	NOK			
25/03/2021	25/03/2021	P0202700501	EA2105108	FR1	4,6	3,82	0,78	3,88,4,3	0,02	4,22	0,5	190	4,1	17,5	-	09:53:00	2:764	4:343	3:927	4:55	3:839	4:752	4:04	14:22:00	1,1	6,39	7:05	2	7,5	04:23:00	47,4	14,3	NOK			
26/03/2021	26/03/2021	P020620201	EA2105407	FR1	4,6	3,3	0,7	3,88,4,3	0,1	4,4	1	247	3,6	20	-	03:18:00	2:173	2:104	4:03	3:53	3:064	3:381	3:35	21:36:00	8,39	8,13	8,58	2	7,5	12:18:00	57,3	14,4	OK			
26/03/2021	26/03/2021	P0206340304	EA2105432	FR2	4,3	3,82	0,68	3,28,17	0,42	4	1,2	450	3,1	19	63	03:33:00	4:716	5:41	5:23	5,6	5,4	5,1	5,28	11:32:00	FB	FB	FB	0	7,5	07:53:00	55,4	15,5	OK			
26/03/2021	26/03/2021	P02016041C	EA2105431	FR2	4,7	3,36	0,72	3,88,4,3	0,18	5	0,7	119	4	19	63	12:22:00	3:115	4:344	3:835	4:143	3:643	6,3	4,33	03:33:00	FB	FB	FB	0	7,5	03:17:00	50,6	18,1	OK			
06/04/2021	07/04/2021	P020620201	EA2105763	FR2	4,7	3,74	0,96	3,88,4,3	0,2	4,5	1	220	3,6	20	-	15:18:00	3:356	2:356	5:58	4:363	4:266	3:171	4,25	12:31:00	8,39	8,13	8,58	2	7,5	19:44:00	43,9	20,5	OK			
06/04/2021	07/04/2021	P020620201	EA2105895	FR1	4,6	3,42	0,88	3,28,17	0,22	4,4	1,2	700	3,1	17	63	14:12:00	3:365	4:033	4:38	4,13	3:608	3:118	3,87	08:07:00	FB	FB	FB	0	7	16:18:00	48,3	20,4	OK			
08/04/2021	08/04/2021	P005780314	EA2106123	FR2	4,3	3,42	0,93	3,28,17	0,2	4,32	1,2	343	3,1	17	63	14:12:00	3:365	4:033	4:38	5,21	3:322	5,15	4,61	11:42:00	FB	FB	FB	0	7	03:00:00	52,5	21,4	OK			
08/04/2021	08/04/2021	P005780314	EA2106126	FR2	4,7	3,64	1,06	3,88,4,3	0,12	4,9	1,2	120	3,5	15	63	11:04:00	3:666	4:439	5:35	4:393	4:502	5,26	4,15	19:52:00	FB	FB	FB	0	7,5	02:46:00	51,5	21,6	OK			
09/04/2021	12/04/2021	P0104680401	EA2106201	FR2	4,7	3,32	0,78	3,88,4,3	0,12	4,9	1,2	80	3,5	17	63	11:00:00	4:039	4:237	6:28	6,35	5,25	5,76	5,34	03:54:00	FB	FB	FB	0	7,5	04:44:00	58,4	21,6	OK			
12/04/2021	13/04/2021	P0206340304	EA2106268	FR2	4,3	3,32	0,88	3,28,17	0,12	3,84	1,2	586	3,1	17	63	16:06:00	1:33	6:14	6:46	6,91	6,5	6,71	6,88	08:54:00	FB	FB	FB	0	7	16:48:00	42,2	20,3	OK			
13/04/2021	13/04/2021	P0202700501	EA2106267	FR2	4,6	3,18	0,82	3,88,4,3	0,42	5,12	1,2	520	3,4	17	63	11:00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FB	FB	FB	1,25	1,25	1	7,5	16:07:00	41,5	20,3	NOK
13/04/2021	13/04/2021	P005780314	EA2106294	FR1	5,1	4,22	0,88	3,88,4,3	0,42	5,12	0,3	142	4,8	19	-	11:13:00	4:831	6:17	6:52	7,62	6,71	7,27	6,52	12:17:00	FB	FB	FB	0	7	00:53:00	63,4	18,5	OK			
13/04/2021	13/04/2021	P00111444	EA2106292	FR2	4,7	3,34	0,76	3,88,4,3	0,14	4,84	1	150	3,7	18	63	12:28:00	3:545	4:214	4:887	4:768	4:445	4,7	4,43	15:33:00	FB	FB	FB	0	7,5	01:07:00	61,1	21,6	OK			
13/04/2021	14/04/2021	P005780314	EA2106331	FR2	4,3	3,5	0,8	3,28,17	0,3	4,56	0,6	316	3,7	16	63	13:47:00	3:787	4:556	5:44	4:763	4:131	4:48	4,53	03:19:00	FB	FB	FB	0	7	19:32:00	63,4	19,5	OK			
13/04/2021	14/04/2021	P004680401	EA2106323	FR2	4,7	3,84	0,86	3,88,4,3	0,04	4,78	1,2	100	3,5	19	63	14:04:00	3:158	3:194	4:573	5,03	4,219	4:366	4,23	06:38:00	FB	FB	FB	0	7,5	18:34:00	71,1	19,5	OK			
15/04/2021	16/04/2021	P005780314	EA2106607	FR2	4,3	3,32	0,78	3,28,17	0,32	4,62	1,2	287	3,1	17	63	11:03:00	4:247	3:312	4,81	4:333	5:53	4:391	4:727	03:07:00	FB	FB	FB	0	7	01:04:00	50,5	22,3	OK			
21/04/2021	21/04/2021	P0104680401	EA2106363	FR2	4,3	3,4	0,9	3,28,17	0,2	4,4	1,2	313	3,1	17	63	09:16:00	3:397	4:153	5:06	5,3	5,18	4:385	4,82	11:41:00	FB	FB	FB	0	7	02:52:00	53,2	20,3	OK			
21/04/2021	22/04/2021	P004680401	EA2106393	FR2	4,7	3,34	0,76	3,88,4,3	0,14	4,78	1,4	100	3,3	17	63	14:07:00	4:213	4:072	4:325	4:556	4:144	4:682	4,46	07:05:00	FB	FB	FB	0	7,5	16:58:00	70,4	17,9	OK			
23/04/2021	26/04/2021	P0104680401	EA2107395	FR1	4,7	3,68	0,82	3,88,4,3	0,08	4,94	1	140	3,7	17	-	03:41:00	3:408	3:359	3:307	4:063	5,04	4,32	4,13	14:26:00	FB	FB	FB	0	7,5	52:38:00	61,7	18,7	OK			
26/04/2021	26/04/2021	P0202700501	EA2107327	FR2	4,6	3,36	0,64	3,88,4,3	0,16	4,34	0,3	500	3,7	17	63	11:59:00	4:332	4,2	4:54	5,82	4:37	4:725	4,75	14:33:00	FB	FB	FB	0	7,5	02:36:00	53,7	19,4	OK			
30/04/2021	30/04/2021	P020620201	EA2107327	FR1	4,6	3,38	0,72	3,88,4,3	0,08	4,32	0,5	332	4,1	18	-	12:00:00	3:622	3:142	5:43	4:416	4:136	4:43	4,41	14:33:00	FB	FB	FB	0	7,5	02:33:00	46,6	17,2	OK			
05/05/2021	05/05/2021	P0202700501	EA2107175	FR2	4,6	3,34	0,76	3,88,4,3	0,04	4,32	1,2	84	3,4	18	63	10:34:00	4:441	4:121	3:794	4:668	3:155	4:394	4,17	15:14:00	5,81	6,105	5,36	2	7,5	04:40:00	43,6	19,5	NOK			
05/05/2021	12/05/2021	P0202700501	EA2108341	FR2	4,6	3,3	0,7	3,88,4,3	0,1	4,36	1,4	525	3,2	16	63	11:07:00	5:38	6:03	6:24	6,88	5,08	5,96	6,04	15:53:00	6,415	5,4225	5,35	2	7,5	04:43:00	61,2	18,1	NOK			
14/05/2021	17/05/2021	P02076014C	EA2108503	FR1	4,7	3,8	0,3	3,88,4,3	0	4,36	0,1	-	4,6	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FB	FB	FB	1,83	1,83	2	7,5	-	-	OK





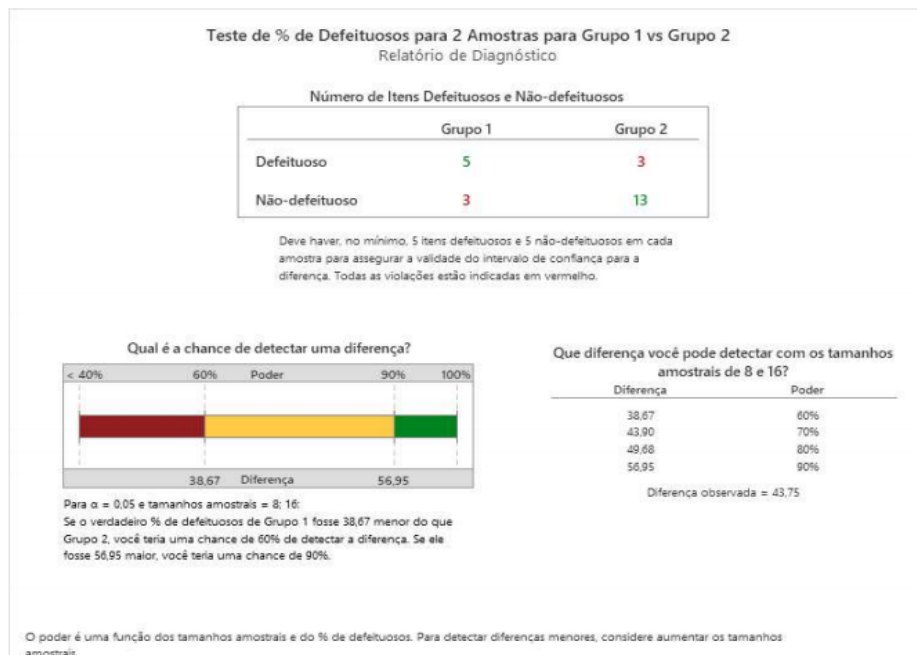
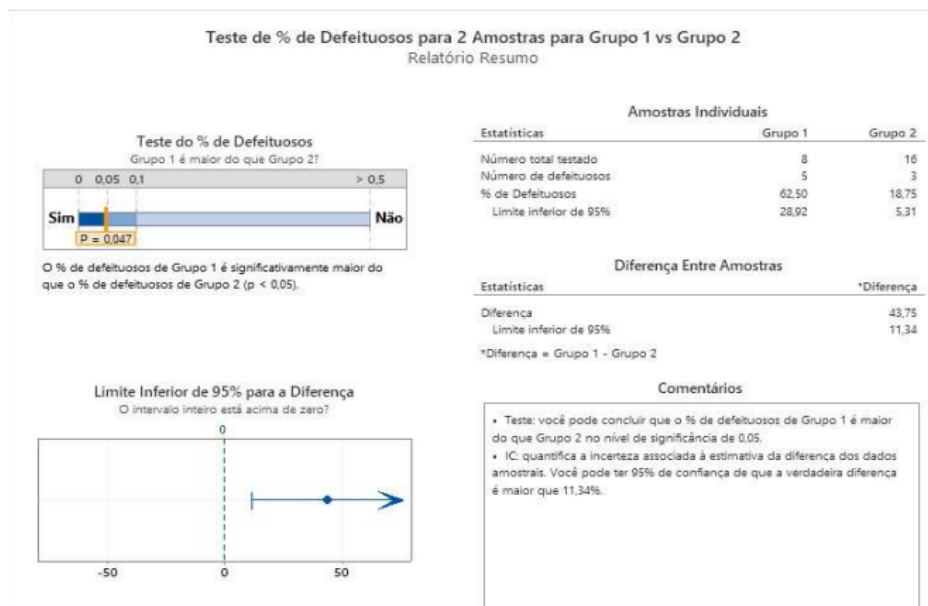
• 146

DATA	LAB	REFER	OF	FITE	ESPES P. INICIAL	ESPR ESID	EE. ER	ESPEC	ER-ESPEC	ESP. TOTAL	ESPES P. INICIAL A.C.	METROS	ABERT CALAN	VELOC. GERAL	P.A.Q.	HORA LAM.	ADESÃO QUENTE										MÉDIA LAB.	ADES% OFRIO (L)	ADES% OFRIO (L)	ADES% OFRIO	ESPEC. ESPEC.	TEMPO DE CURA	HUM. R	TEMP.	
																	LESG.	TESG.	L	T	LDIR.	TDIR.													
05/02/2021	05/02/2021	P0207490424	EA2102601	file2	4,8	3,92	0,88	T4,6,95,4		4,52	1	600	3,8	19	63	10:48:00	4,601	4,862	5,34	5,16	5,54	5,19	5,11	15:10:00	9,08	8,03	8,555	7,5	04:22:00	59,8	14,4	OK			
22/02/2021	23/02/2021	P0207490424	EA2103707	file2	4,8	4,16	0,64	T4,6,95,4		4,58	1	366	3,8	20	63	14:37:00	3,863	4,126	5,56	5,68	3,843	3,751	4,47	07:58:00	FB	FB	FB	7,5	17:21:00	44	19,3	OK			
04/03/2021	05/03/2021	P0207490424	EA2104217	file2	4,8	4,28	0,52	T4,6,95,4		4,74	0,8	290	4	19	63	11:8:00	3,275	3,465	5,18	4,84	3,357	3,449	3,93	05:38:00	FB	FB	FB	7,5	19:20:00	55,7	18	OK			
10/03/2021	10/03/2021	P0207490424	EA2104542	file2	4,8	4,22	0,58	T4,6,95,4	0,08	4,68	1,2	600	3,6	21	63	13:58:00	3,242	2,909	3,967	4,401	3,572	3,51	3,80	17:01:00	12	10,8	11,4	7,5	03:03:00	56,8	14,8	OK			
16/03/2021	16/03/2021	P0207490424	EA2104871	file2	4,8	4,08	0,72	T4,6,95,4		4,62	1,2	476	3,6	21	63	17:13:00	3,657	3,61	4,245	4,747	4,057	4,791	4,18	21:47:00	9,17	8,68	8,93	7,5	04:34:00	33,8	20,8	OK			
25/03/2021	25/03/2021	P0207490424	EA2105401	file2	4,8	4,16	0,64	T4,6,95,4		4,54	1,2	500	3,6	20	63	11:45:00	3,377	3,391	5,13	4,628	4,073	9,209	4,97	14:16:00	8,5	8,53	8,52	7,5	02:21:00	50,6	17,4	OK			
27/04/2021	27/04/2021	P0207490424	EA2107241	file2	4,8	4,44	0,36	T4,6,95,4		4,94	0,8	830	4	20	63	11:20:00	3,933	3,708	4,172	4,256	4,064	3,88	4,00	14:10:00	8,01	7,55	7,53	7,5	02:50:00	59,8	19,6	OK			

## Apêndice II – Testes de hipóteses

- Seleção de máquina de laminação para o artigo P010707010A

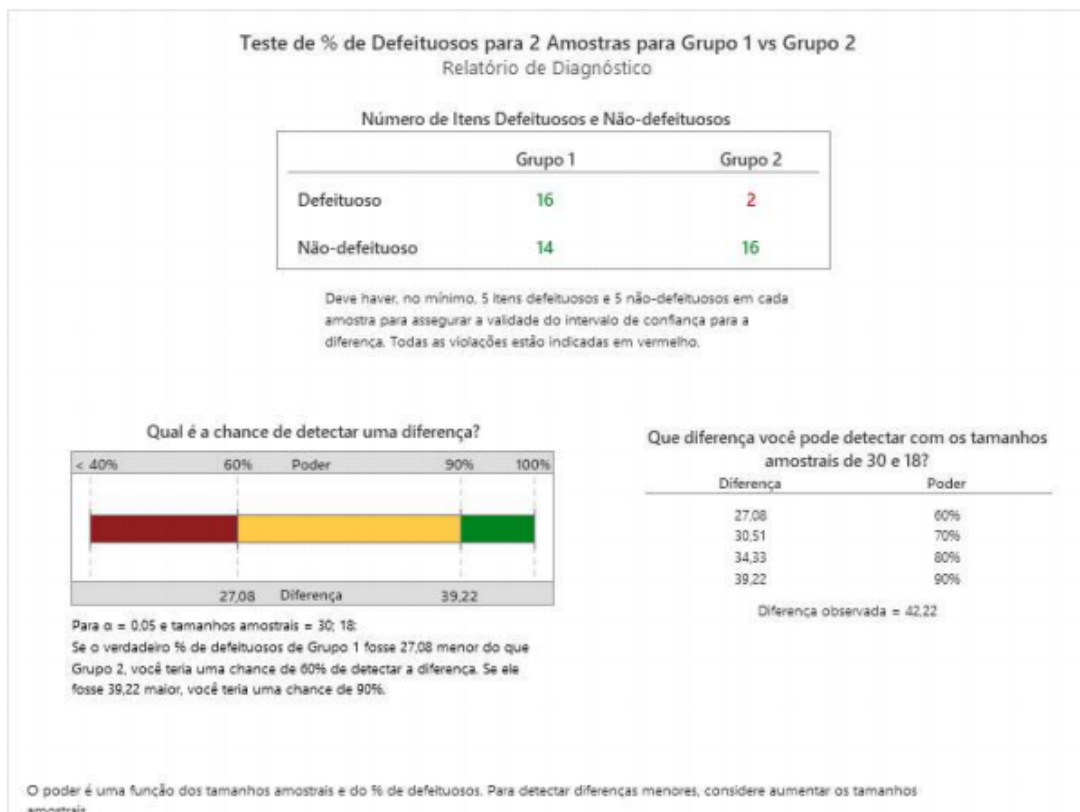
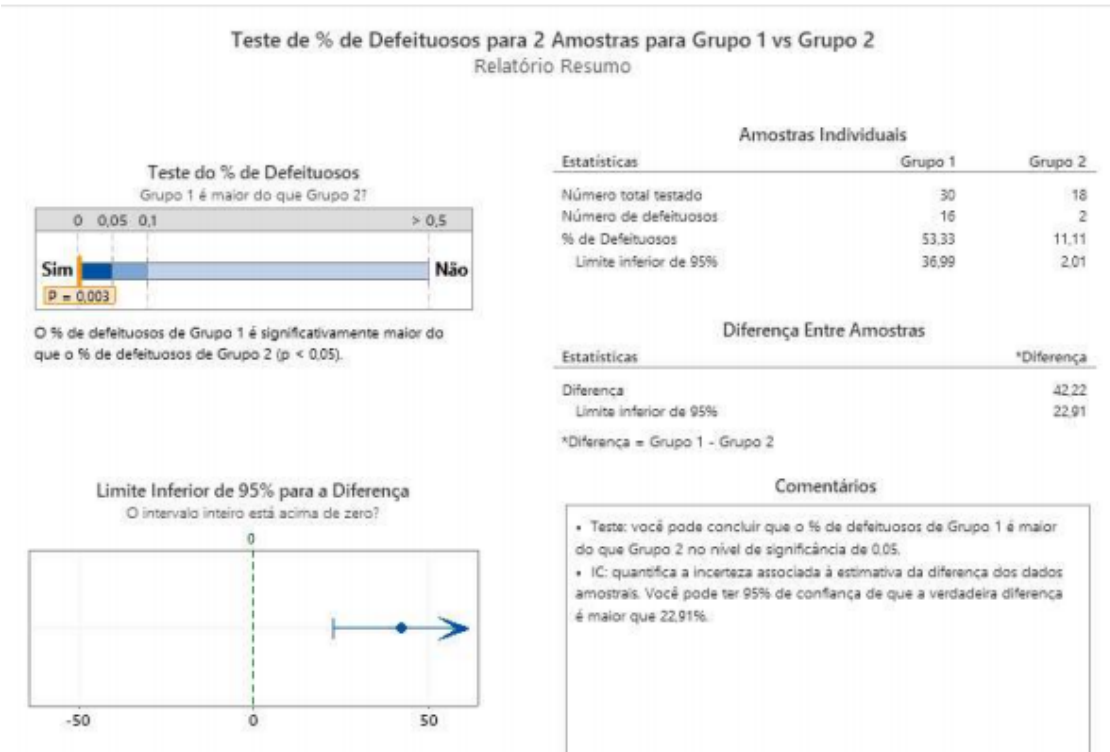
### Teste de % de Defeituosos para 2 Amostras para Grupo 1 vs Grupo 2



- Pressão de ar no queimador: espuma FB45 com napa

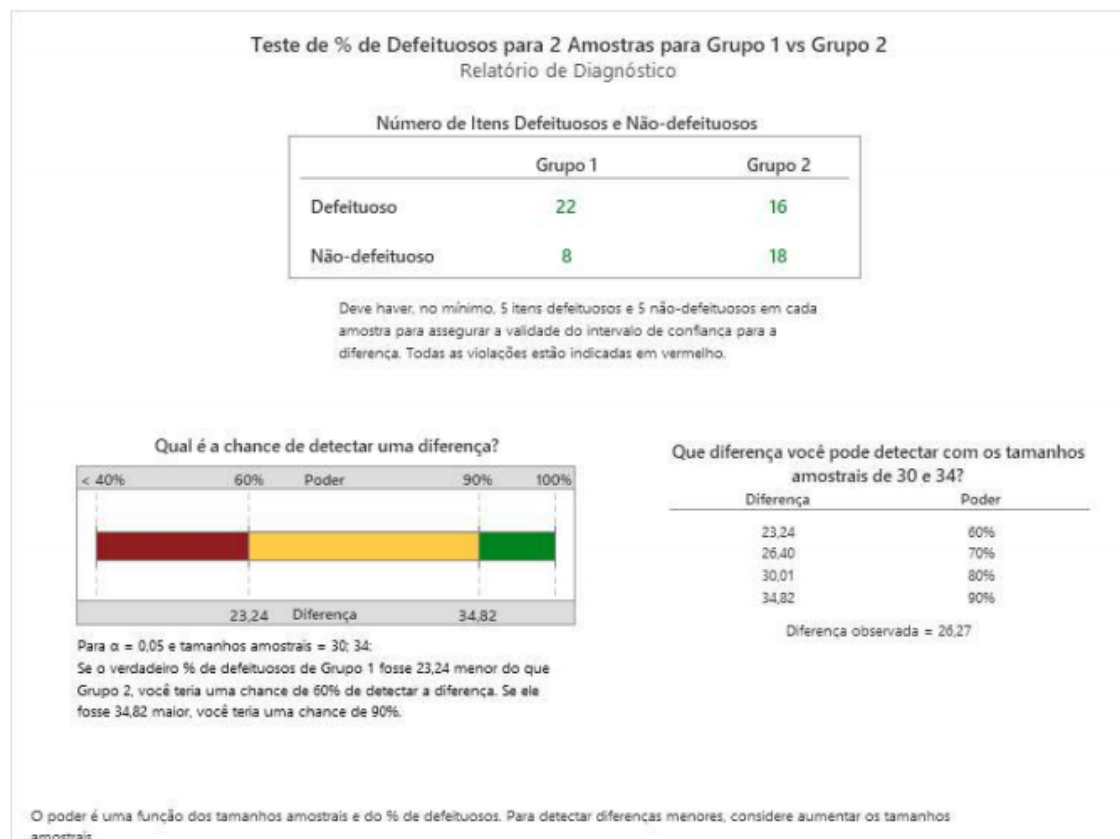
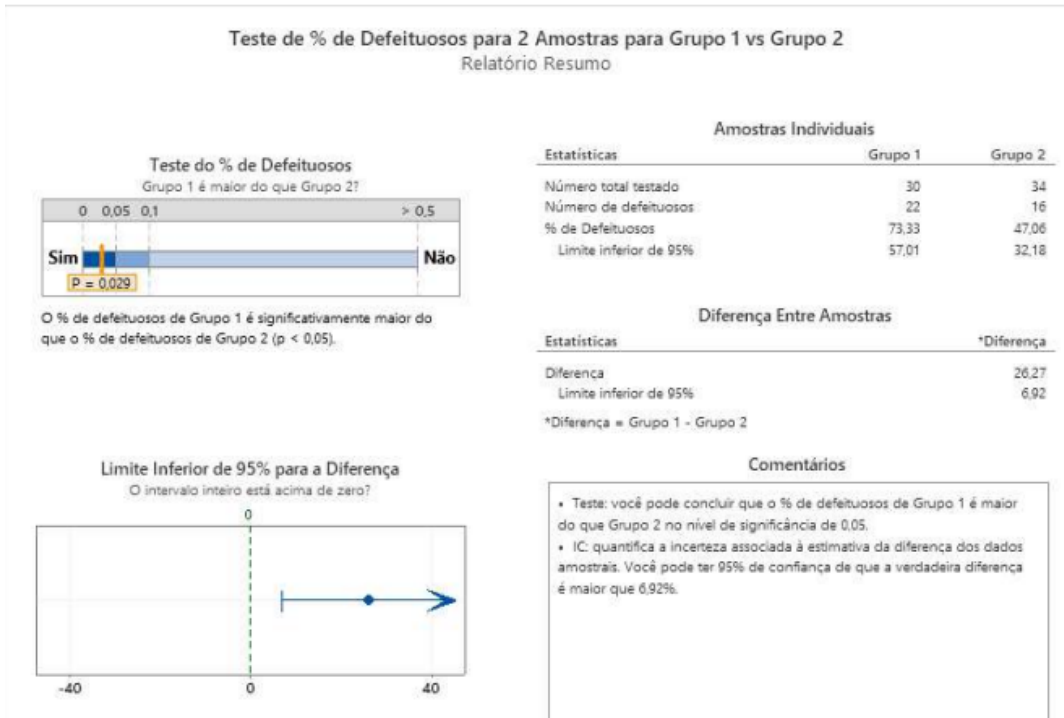
ESP+NAPA\_2

### Teste de % de Defeituosos para 2 Amostras para Grupo 1 vs Grupo 2



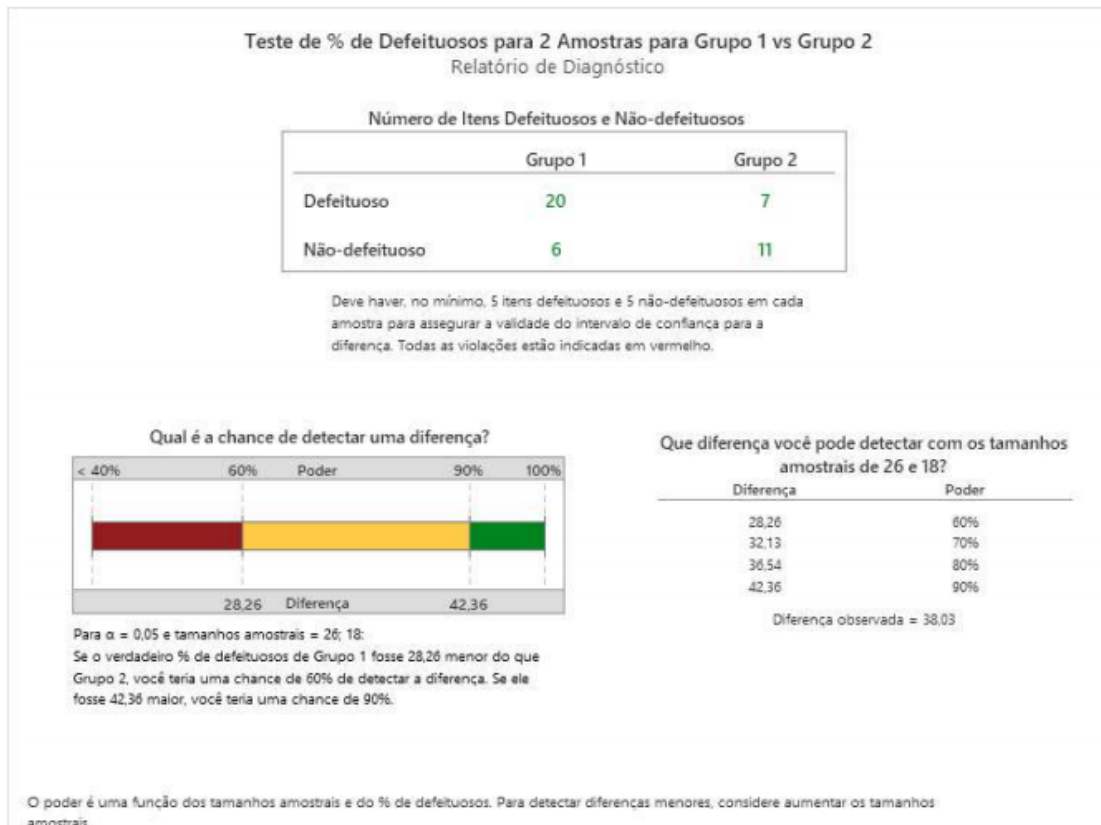
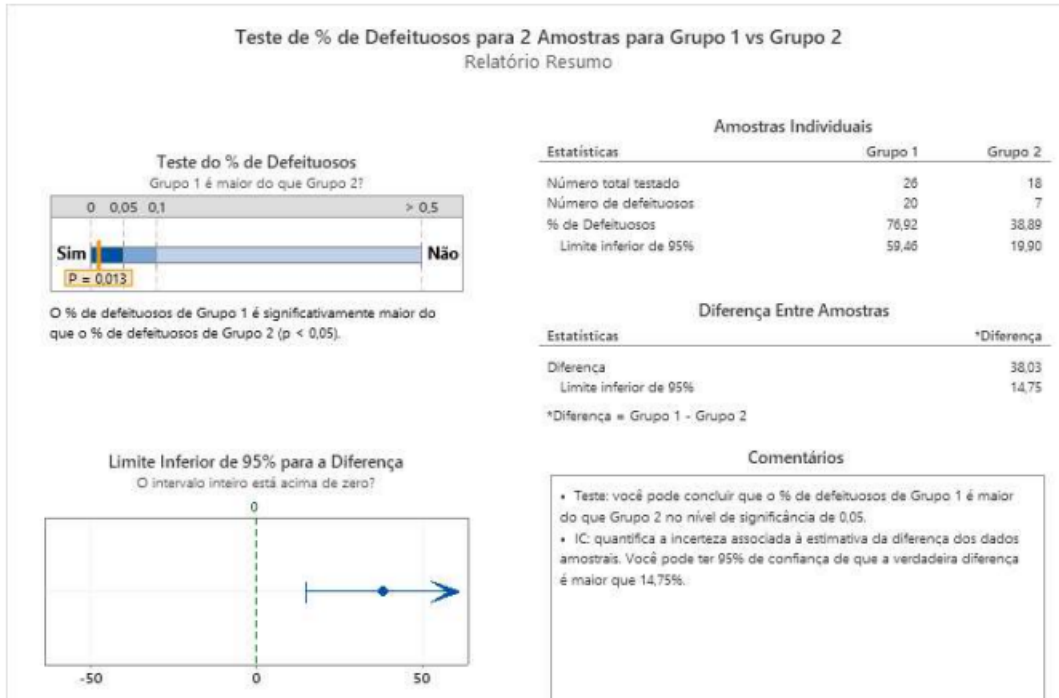
- Pressão de ar no queimador: espuma FB45 com tecido

### Teste de % de Defeituosos para 2 Amostras para Grupo 1 vs Grupo 2



- Pressão de ar no queimador: espuma TECNA E 41 com tecido

### Teste de % de Defeituosos para 2 Amostras para Grupo 1 vs Grupo 2



- Aperto fité 2 espuma TECNA E 41

### Teste de % de Defeituosos para 2 Amostras para Grupo 1 vs Grupo 2

