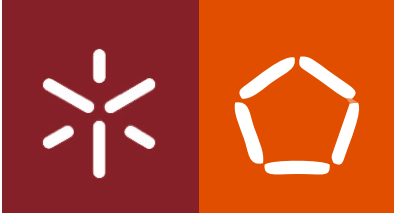




Miguel Ângelo Meira Coelho

Estudo das variáveis e implementação de melhorias no processo de tampografia

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Miguel Ângelo Meira Coelho

**Estudo das variáveis e implementação de
melhorias no processo de tampografia**

Tese de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros

Trabalho efetuado sob orientação de
Fernando Moura Duarte

Outubro de 2016

Nome: Miguel Ângelo Meira Coelho

Endereço eletrónico: meiracoelho@gmail.com

Título: Estudo das variáveis e implementação de melhorias no processo de tampografia

Orientador: Fernando Moura Duarte

Ano de Conclusão: 2016

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE
QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Universidade do Minho ____/____/____

Assinatura: _____

Agradecimentos

Desde já gostaria de agradecer à *Delphi* por ter permitido e disponibilizado todos os meios necessários à realização deste projeto. Agradeço também ao meu orientador na empresa, Orlando Azevedo, por toda a ajuda e disponibilidade prestada, bem como todos os conhecimentos transmitidos e conselhos fundamentais à realização deste projeto.

Gostaria também, de agradecer ao meu orientador Fernando Moura Duarte pela disponibilidade e por todo o apoio prestado ao longo de todo o projeto.

De destacar todas as pessoas da *Delphi*, do departamento dos plásticos em particular, no qual me receberam e integraram de forma exemplar, revelando-se sempre disponíveis a transmitir conhecimentos e ajuda ao longo do projeto, destacando os Engenheiros Nuno Ribeiro e Sérgio Torres.

Agradeço da mesma forma ao Eng.º Maurício Malheiro pela disponibilidade e pelos conhecimentos transmitidos.

Por fim gostaria de agradecer a toda a minha família, à Melisa Freitas e amigos, e em especial ao Bruno Vale, Cristiana Pereira, Luís Correia, Pedro Gomes e Rui Gomes por todo o apoio prestado, receptividade, companheirismo e motivação transmitida durante todo o projeto.

A todos um muito obrigado!

Titulo

Estudo das variáveis e implementação de melhorias no processo de tampografia

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido tendo como base o estudo das variáveis e implementação de melhorias no processo de tampografia na empresa *Delphi Automotive Systems*, em Braga, no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros. Este teve como principal objetivo a eliminação ou redução dos principais defeitos associados ao processo de tampografia, podendo assim evitar o desperdício de produtos associados ao processo bem como promover uma melhor impressão.

A tampografia é um processo que permite a impressão em substratos onde outras técnicas semelhantes mostram limitações. Esta técnica de impressão permite a transferência de imagens 2D para objetos 3D.

Numa fase inicial do projeto, procedeu-se à recolha de informação relativa aos problemas das peças tampografadas, de forma a aumentar a eficiência do processo introduzindo melhorias e inovações. Efetuou-se uma análise da influência das diferentes variáveis do processo: clichê, tampão, substrato, entre outros.

Ao longo do projeto foram tomadas decisões de forma a melhorar e ampliar o estudo, nomeadamente numa melhor definição do *changeover*, tendo em conta possíveis mudanças na preparação da tinta.

A recolha dos principais defeitos das peças tampografadas permitiu realizar vários testes de forma a contraria-los. Conclui-se que os tampões anti-estáticos são mais eficazes na eliminação de estática do que os tampões normais; no caso de um tipo de impressão fina a redução da profundidade do clichê aumenta a qualidade de impressão; dependendo da tinta a adesão ao substrato é diferente e verificou-se ainda que o tempo de cura pode ser reduzido.

Neste relatório serão expostos todos os passos efetuados para obter os resultados acima descritos.

Palavras- chaves: tampografia, variáveis, *changeover*, redução de defeitos.

Title

Study of the variables and implementation of improvements in the pad printing process

Abstract

This work was developed with the purpose of study the variables and implementation of improvements in the pad printing process in Delphi Automotive Systems, in Braga, within the dissertation of the master's degree in Polymer Engineering. The main purpose was the elimination or reduction of major defects associated to the pad printing process. To be able to avoid the waste associated to the products and promote better printing process.

Pad printing process is a printing process that allows printing on substrates where other printing techniques show limitations or cannot be used at all. This printing technique allows the transfer of 2D images onto 3D objects.

On an early stage of this project we have collected information from documents, articles and books related to the theme of the study. We have pointed out the main defects associated to the process, in order to increase the efficiency of the process by introducing improvements and innovations. Then, we have analyzed the influence of the variables of the process, such as cliché pad, substratum and others.

As we implemented the project we have tried to improve and expand the study, namely by means of a better changeover definition, taking into consideration possible changes in the way the ink is prepared.

The major defects of pad printing parts allowed to conduct a various tests in order to counter them. Concluding that the antistatic pads are more effective eliminating static then the standard pads, in the case of a thin type of printing the depth reduction of cliché improve the quality of the final impression, depending on ink the adhesion to the substratum is different and there is also a curing time that can be reduced.

Over this dissertation we will explain all the steps of the study such as some of the knowledge we have acquired on pad printing.

Keywords: pad printing, variables, changeover, defects reduction.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
1.1. Empresa.....	17
1.1.1 História da Empresa	18
1.1.2 Área dos plásticos.....	19
1.2.3 Principais produtos e clientes.....	19
1.2.4 Layout da área dos plásticos	20
1.2 Enquadramento.....	21
1.3 Objetivos	22
1.4. Organização da Dissertação.....	22
2.1. Tampografia	27
2.2. História da tampografia	29
2.3. Vantagens do processo.....	30
2.4 Variáveis e principais defeitos	30
2.4.1 Clichê.....	31
2.4.2 Tampão.....	32
2.4.3. Tinta	34
2.4.4. Pré-tratamentos.....	36
2.4.5. Adesão	37
2.4.6.Cargas eletrostáticas ou estática	40
2.5. Acessórios das máquinas de tampografia	41
2.5.1. Sistemas de tinta das máquinas	42

2.6.Aplicações da tampografia	43
3.1. Caracterização do problema	47
3.2. Estudos	51
3.2.1. Estudo da estática	52
4.1. Estudo da estática	59
4.1.1. Carga estática à superfície do substrato	59
4.1.2. Carga estática à superfície do tampão.....	63
4.1.3 Análise de defeitos após o estudo da estática	66
4.2. Estudo de Adesão	67
4.3. Tempo de cura	69
4.4. Estudo da profundidade dos clichês	76
4.1. Sugestões de melhoria.....	84
Trabalhos futuros	90
Referências	91
Anexos	93

Índice de Figuras

Figura 1- Necessidades Tecnológicas Delphi	17
Figura 2 - Delphi Braga	19
Figura 3 - Percurso dos produtos no departamento dos plásticos.....	19
Figura 4- Produtos e principais clientes	20
Figura 5- Áreas do edifício 2.....	20
Figura 6 – Esquema representativo das diferentes fases do ciclo de tampografia	28
Figura 7- Imagem ilustrativa dos principais mecanismos da tampografia	29
Figura 8 - Na imagem à esquerda pode-se observar uma das primeiras máquinas de tampografia, à direita uma máquina atual	30
Figura 9 - Exemplificação da marcação do Cross Hatch	38
Figura 10 - Exemplo comparativo da molhabilidade de uma gota de tinta à base de água (a) e de uma tinta à base de solventes.....	40
Figura 11 - Sistema de limpeza de tampão.....	41
Figura 12 - Na imagem da esquerda está representado um sistema de tinta aberta e na imagem da direita um sistema de tinta fechada.....	41
Figura 13 - Sistema de tinta aberto	42
Figura 14 - Sistema de tinta fechado	43
Figura 15 - Aplicações da tampografia.....	44
Figura 16 - Defeitos típicos encontrados no processo de tampografia.....	47
Figura 17 - Imagem ilustrativa dos espirros/salpicos	48
Figura 18 - Imagem ilustrativa de uma letra borratada.....	49
Figura 19- Fluxograma dos estudos.....	51
Figura 20- Blenda em estudo	53
Figura 21-Lente em estudo	54
Figura 22- Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos sem ar ionizado	59
Figura 23-Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos com ar ionizado	61
Figura 24-Comparação dos valores com e sem ar ionizado nos tampões anti-estáticos	62
Figura 25- Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos sem ar ionizado	63
Figura 26 - Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos com ar ionizado.....	64
Figura 27 - Comparação dos valores com e sem ar ionizado nos tampões anti-estáticos	65
Figura 28- Análise comparativa dos defeitos obtidos	67

Figura 29 – Impressão em análise.....	68
Figura 30 – Resultado obtido no teste de linhas cruzadas para a tinta do tipo B	68
Figura 31 - Resultado obtido no teste de linhas cruzadas para a tinta do tipo ACP.....	68
Figura 32 – Impressão em análise.....	69
Figura 33 - Tempo de cura e respetiva área removida	70
Figura 34 - Tempo de cura e respetiva área removida	71
Figura 35- Imagem representativa do clichê	73
Figura 36-Imagem obtida no Leica com as diferentes áreas numeradas	75
Figura 37 – Medição da viscosidade de tinta.....	82
Figura 38 – Exemplo de tampões normais	96
Figura 39 – Exemplo de tampões anti-estáticos.....	97

Índice de Tabelas

Tabela 1- Defeitos típicos do processo de tampografia.....	31
Tabela 2 - Tipos de tampões.....	34
Tabela 3- Índice de remoção.....	39
Tabela 4 - Total de peças com defeito e total de peças produzidas	47
Tabela 5 - Causas e soluções dos espirros/salpícos	48
Tabela 6 - Causas e soluções dos borratados	49
Tabela 7 - Defeito e respetiva imagem correspondente ao defeito	51
Tabela 8 - Representação do número de peças e de medições para o caso de estudo da estática à superfície do substrato.....	52
Tabela 9 - Representação do número de peças e de medições para o caso de estudo da estática à superfície do tampão	52
Tabela 10 – Tipo de tinta e respetiva composição	54
Tabela 11 - Profundidade do clichê e respetiva profundidade.....	55
Tabela 12 – Peças produzidas com e sem defeito.....	66
Tabela 13 – Resultados obtidos para os dois tipos de tinta e respetiva índice de área removida	69
Tabela 14 – Tempo de ensaio e respetiva área removida para a tinta do tipo ACP	70
Tabela 15 - Tempo de ensaio e respetiva área removida para a tinta do tipo B.....	72
Tabela 16 - Tempo de ensaio e respetiva área removida para a tinta do tipo B.....	72
Tabela 17-imagens obtidas no Photoshop	74
Tabela 18- Comparação da área removida através do Leica com a avaliação visual da tinta ACP	75
Tabela 19-Comparação da área removida através do Leica com a avaliação visual da tinta B...	76
Tabela 20 – Exemplo de imagem obtida para cada tipo de profundidade de clichê	77
Tabela 21 – Tipos de changeover	81
Tabela 22 – Tempos de changeover e das respetivas tarefas.....	82

Capítulo 1

Introdução

1.1. Empresa

O grupo Delphi, com sede em Troy nos EUA, é uma empresa diversificada e um dos maiores fornecedores da indústria automóvel. Apresenta uma maior concentração na Europa, estando representada em 33 locais, sendo a *Delphi Automotive Systems-Portugal SA*, sediada em Braga, uma dessas empresas. O grupo está organizado em 5 áreas de produção distintas, nomeadamente:

- Arquitetura elétrica/eletrónica;
- Eletrónica e Segurança;
- Sistemas de motorizações;
- Sistemas térmicos;
- Produto.

A Delphi em Braga é uma empresa especializada no fabrico de autorrádios, sistemas de navegação e sistemas de receção para a indústria automóvel. A empresa emprega cerca de 700 colaboradores e cobre uma área de cerca de 17000 m², sendo constituída por quatro edifícios. Dois deles são destinados à produção: no edifício 1 são produzidos os componentes eletrónicos e no edifício 2 são produzidas as peças plásticas (departamento dos plásticos).

Existem várias políticas internas, de forma a tornarem-se líder global e a empresa mais competitiva do mundo, como por exemplo preocupações a nível de higiene e segurança, qualidade e ambiental bem como reunindo as necessidades tecnológicas dos clientes-*Safe*, *Green* e *Connected* (Figura 1).



Figura 1- Necessidades Tecnológicas Delphi

A *Delphi* tem como objetivo principal ser reconhecida pelos seus clientes como o melhor fornecedor. Implementando assim “os 7 absolutos de excelência”:

1. Foco: O Cliente.
2. Objetivo de Desempenho: Fazer bem á primeira, sempre.
3. Método: Inovação e Melhoria Continua.
4. Controlo: “Feedback” do Cliente.
5. Pessoas: Tratar bem e com respeito.
6. Modelo: Trabalho em equipa.
7. Recompensa: Reconhecimento e Segurança.

1.1.1 História da Empresa

Max Grundig, juntamente com outros colaboradores, fundou uma empresa designada na altura por “Radio Vertrieb Fürth”, no fim da Segunda Guerra Mundial. Esta montava transformadores para recetores de rádio.

Após uma década, a *Grundig* torna-se o maior fabricante de rádios na Europa, tendo vendido mais de 1 milhão de aparelhos e possuindo mais de 10 000 colaboradores, tornando-se um dos maiores fabricantes de produtos eletrónicos.

Nos inícios dos anos 90, ocorreu uma explosão no mercado havendo uma enorme procura pelos aparelhos eletrónicos. Porém em 1996, a procura decaiu largamente, registando-se o pior resultado de sempre.

No final do ano de 2003, a *Delphi Corporation* adquiriu a *Grundig*, à qual pertence a fábrica de Braga, incluindo os direitos de utilização da marca nos produtos da indústria automóvel.

Em 2006, a *Grundig Sistemas de Eletrónica SA* mudou a sua designação comercial para *Delphi Automotive Systems – Portugal SA – Fábrica de Braga* (Figura 2).



Figura 2 - Delphi Braga

1.1.2 Área dos plásticos

A *Delphi* de Braga está dividida em dois grandes edifícios. No edifício 1 é realizada a montagem dos componentes eletrónicos nos autorrádios, antenas, *displays* e sistemas de receção.

A produção de plásticos na *Delphi* de Braga teve início em 2011 e encontra-se localizada no edifício 2 da empresa. Este edifício é composto por três grandes áreas: injeção, pintura e montagem. Os produtos produzidos neste edifício são de seguida transportados para o edifício 1 onde se procede à montagem dos componentes eletrónicos. Na Figura 3 encontra-se um esquema do percurso dos produtos na área dos plásticos, sendo o edifício 1 o cliente final.



Figura 3 - Percurso dos produtos no departamento dos plásticos

1.2.3 Principais produtos e clientes

A *Delphi* possui uma vasta gama de clientes e produz vários tipos de produtos, concentrando-se na produção de autorrádios, sistemas de receção, *displays* remotos, sistemas de navegação. Os principais clientes da empresa são: VW, Skoda, Audi, Porsche, Opel, PSA, Volvo, Fiat entre outros, (Figura 4), não necessariamente por esta ordem.



Figura 4- Produtos e principais clientes

1.2.4 Layout da área dos plásticos

A área dos plásticos (Anexo A), como já referido anteriormente, é composta por 3 áreas principais: injeção, pintura e montagem final. Estas são apoiadas pela qualidade, serralharia e manutenção (Figura 5).

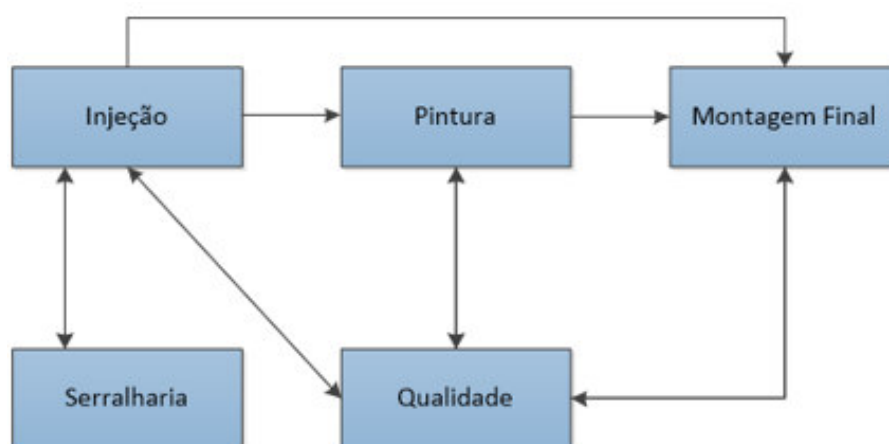


Figura 5- Áreas do edifício 2

- **Injeção:** é o primeiro processo produtivo que é efetuado no departamento dos plásticos. Produzem-se teclas, botões ou *trimplates* através das treze máquinas de injeção existentes, entre as 50 e 500 toneladas, sendo 11 máquinas de injeção normal e duas máquinas de bi-injeção.
- **Pintura:** após a injeção das peças, *trimplates*, botões e *retainers* são sujeitas ao processo de pintura. Nesta área existem 2 máquinas de pintura automática (ambas *Sprimag*), estufas, uma cozinha e uma área técnica para *setups* e preparação de tintas. Existe ainda uma zona de carregamento, onde as peças são carregadas antes do processo de pintura, em *jig*

(suportes de pintura e/ou laser das peças) ou diretamente nas redes. Esta zona permite também o controlo da peça após o processo de pintura.

- **Montagem final:** é o local onde se procede à montagem das peças provenientes da injeção e/ou pintura. Existem 6 tipos de operações diferentes na montagem final: tampografia, montagem, cravação a quente, laser, inspeção final e embalagem.
- **Qualidade:** é a área de apoio onde se controla e deteta possíveis problemas na injeção, pintura e montagem final. Aqui retrabalha-se peças e procede-se ao controlo estatístico das peças injetadas.
- **Serralharia:** área de preparação e arranjo de moldes para a injeção.
- **Manutenção:** manutenção preventiva e corretiva de todos os equipamentos do edifício 2.

1.2 Enquadramento

Hoje em dia, os componentes plásticos estão cada vez mais presentes na indústria automóvel, devido às suas excelentes características nomeadamente peças com elevado desempenho, flexibilidade na geometria, capacidade de estética e baixa densidade o que implica a diminuição do peso dos automóveis e uma melhoria do *design* tanto do interior como no exterior. Sendo assim, uma maior utilização de plásticos implica que estes sejam pintados de forma a integrarem-se com o estilo do automóvel bem como proteção às intempéries, riscos e deformações, de forma a não comprometer o funcionamento do automóvel.

Nas aplicações interiores dos automóveis, as tintas são usualmente utilizadas para melhorar a estética e proporcionar uniformidade de cor, bem como em alguns casos para ajudar a alcançar um efeito suave de textura ou simplesmente para efeitos decorativos. Neste tipo de aplicações, a camada de tinta também tem um efeito mais benéfico sobre o brilho da superfície, bem como um aumento da resistência da superfície do plástico a possíveis riscos e arranhões, e também uma maior resistência à radiação ultravioleta. (Ryntz & Yaneff, 2003)

A Tampografia é um processo de impressão por transferência indireta de tinta, a partir de um molde de impressão (clichê) de baixo-relevo que contém gravado o texto ou imagem a ser impresso, com o auxílio de um tampão de silicone. Este processo permite grande flexibilidade sendo possível obter impressões precisas em superfície côncava, convexa, em desnível, alto ou baixo-relevo. Utilizado para decorar e personalizar uma ampla variedade de materiais como: todos os tipos de plástico, borracha, vidro, superfície pintada, madeira, tecido, papel, alumínio, entre outros. (ANASTACIO, 2014).

As condições da peça final obtida no processo de moldação por injeção são bastante importantes na qualidade da peça, pois esta poderá ter influência direta no resultado final da peça no processo de pintura. (Ryntz & Yaneff, 2003)

A motivação para este projeto passa por um estudo sobre um tema pouco abordado e de grande utilização na indústria automóvel. Sendo esta, uma das técnicas mais importantes da empresa, é interessante reduzir defeitos e custos associados ao processo.

1.3 Objetivos

Tem-se então como objetivo estudar as variáveis do processo para que se possa evitar o desperdício de produtos associados ao processo de tampografia e para uma possível eliminação/redução dos defeitos principais associados ao processo de tampografia, tais como:

- Borratados;
- Salpicos;
- Pontos negros;
- Descentramento;
- Falta de tinta.

De modo a evitar os defeitos acima descritos será necessária a realização de uma análise a todo o processo de tampografia e a realização de estudos que permitam o melhor conhecimento da influência das variáveis no processo.

Será ainda realizada uma avaliação do *setup* e *changeover*, com vista a uma possível implementação de melhorias no processo de tampografia.

1.4. Organização da Dissertação

A dissertação será dividida em seis capítulos, sendo que no primeiro é feita uma introdução à tampografia e pintura de plásticos, contém também uma breve descrição da empresa, objetivos e organização da dissertação.

O segundo capítulo contém uma revisão bibliográfica relativa ao processo de tampografia, contendo uma descrição do ciclo, aplicações e acessórios, entre outros.

No terceiro capítulo são descritos os estudos realizados ao longo do projeto e os defeitos típicos encontrados na análise às peças produzidas durante um período de quatro semanas.

No quarto capítulo são apresentados os resultados dos estudos efetuados e a sua respetiva análise.

No quinto capítulo é feita uma análise ao *changeover* do processo, bem como sugestões de melhorias ao processo de tampografia.

No sexto e último capítulo são apresentadas considerações finais do trabalho, trabalhos futuros a efetuar, bibliografia utilizada no desenvolvimento do projeto e Anexos.

Capítulo 2

Estado de Arte

Uma vez que o projeto foi desenvolvido em ambiente industrial e sobre um tema pouco abordado cientificamente, o estado de arte baseia-se em informação elaborada por fornecedores e empresas dedicadas ao processo de tampografia.

2.1. Tampografia

A Tampografia tem-se tornado nos últimos anos mais dinâmica e de maior confiança na indústria, devido ao desenvolvimento de sistemas de tinta fechados e produtos ou sistemas de limpeza de tampão automáticos. Será de prever que nos próximos anos, a importância deste processo venha a aumentar em comparação a outros processos de decoração já existentes. Possuindo ainda como grande vantagem o facto de a impressão poder ser feita em superfícies irregulares, com uma velocidade de impressão relativamente alta e apresentando também uma relação custo/eficiência que deve ser tido em conta. (Pröll KG, 2016)

A Tampografia é um processo de impressão por transferência indireta de tinta, a partir de um molde de impressão (clichê) de baixo-relevo que contém gravado o texto ou imagem a ser impressa, com o auxílio de um tampão de silicone. Oferece a maior definição e precisão em traços de linhas finas, o que faz com que seja um processo muito versátil e utilizado para imprimir em superfícies cilíndricas, curvas ou planas, regulares ou irregulares.

O ciclo de tampografia, correspondente a uma tamponada no substrato, pode ser dividido em 6 fases (como se pode observar na Figura 6):

1. Na primeira fase o tampão e o copo de tinta movem-se para o lado direito, o tampão move-se na direção da gravação do clichê, vindo da zona onde está suportado o substrato e por sua vez o copo de tinta sai do local da gravação removendo com uma lâmina a tinta deixada em excesso na zona de gravação;
2. De seguida, o tampão desce e é pressionado na zona de gravação do clichê;
3. Consequentemente, o tampão sobe ficando com a tinta de impressão na sua superfície;
4. O tampão e o copo de tinta movem-se para a esquerda, o tampão na direção do substrato e o copo de tinta na direção da gravação do clichê;
5. O tampão é pressionado ao substrato depositando a tinta na superfície do mesmo, por sua vez, o clichê deposita a tinta na gravação do clichê.
6. Na última etapa, o tampão sobe deixando a tinta que estava contida na sua superfície na superfície do substrato. (Lee, Hur, Kim, & Choi, 2009)

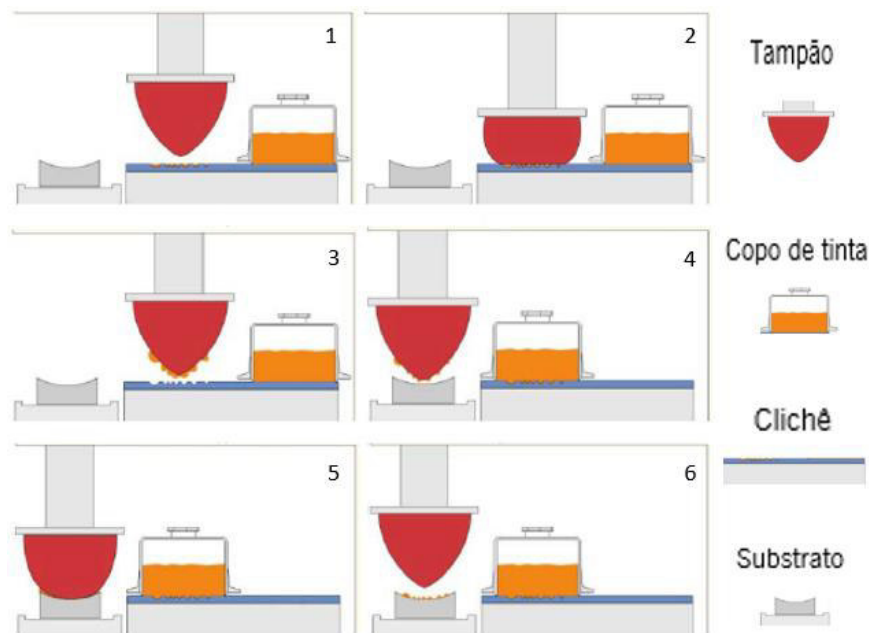


Figura 6 – Esquema representativo das diferentes fases do ciclo de tampografia (Lee, Hur, Kim, & Choi, 2009)

As aplicações típicas incluem brinquedos, relógios, aparelhos eletrônicos, eletrodomésticos, vidrarias, brindes, produtos da indústria automóvel entre outros. É utilizada para decorar e personalizar uma ampla variedade de materiais como: todos os tipos de plástico, borracha, vidro, superfície pintada, madeira, tecido, papel, alumínio, entre outros. (ANASTACIO, 2014).

No entanto, é um processo que possui vários fatores que influenciam a qualidade dos produtos. Os fatores incluem o clichê, o tampão, variáveis operatórias da máquina, a tinta e o seu modo de preparação e o ambiente (por exemplo a temperatura e a humidade). Uma ligeira alteração em qualquer um destes fatores pode levar a uma má qualidade de impressão da peça. A tampografia exige uma grande experiência e compreensão relativa a todo o processo. (Dixon Engineering & Sales Co., 2016)

Este tipo de impressão baseia-se num princípio de evaporação do solvente, sendo por isso essencial que uma tinta de tampografia contenha uma certa percentagem de solvente. A tinta é colocada num clichê, que contém uma imagem gravada, o excesso de tinta é removido, ficando apenas a tinta dentro da gravação do clichê. Nesta fase, os solventes na superfície da tinta começam a evaporar-se fazendo com que a tinta se torne pegajosa. Quando o tampão é comprimido na gravação do clichê a imagem de tinta é transferida para a superfície do clichê (na Figura 7 pode-se observar o tampão bem como outros elementos de uma máquina de tampografia). De seguida, o tampão desloca-se para que possa entrar em contacto com a peça a

ser marcada, fazendo assim com que a tinta contida no tampão adira à superfície da peça/substrato (Dixon Engineering & Sales Co., 2016)

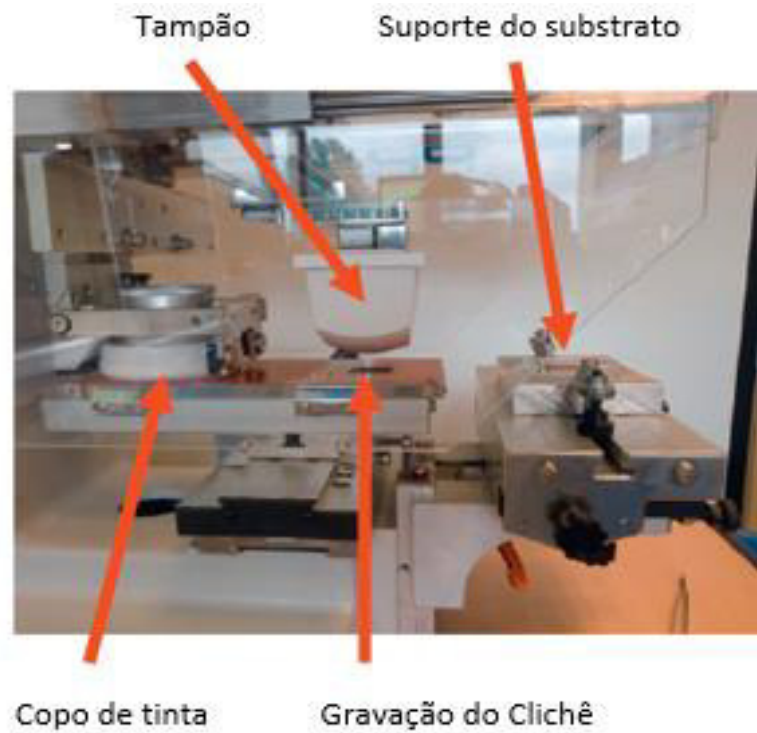


Figura 7- Imagem ilustrativa dos principais mecanismos da tampografia (Krebs, 2009)

2.2. História da tampografia

As origens do processo de tampografia estão enraizados no processo *Decalcier* usado na Suíça mais concretamente na indústria relojoeira. Neste processo era utilizado um tampão de gelatina, que transferia a tinta para a face do relógio. No final dos anos 60, a aplicação de vários avanços tecnológicos tais como a introdução de tampões de silicone, máquinas mais eficientes e o desenvolvimento de novas aplicações, permitiram uma perfeita oportunidade para o desenvolvimento do processo de tampografia. (Teca-Print, 2016)

A construção das primeiras máquinas de tampografia (Figura 8) era bastante simples. Estas eram equipadas com suportes horizontais e verticais, ambos eram operados manualmente. O suporte vertical era auxiliado por uma mola. As primeiras máquinas já permitiam um ajuste preciso de impressão com várias opções, havendo assim uma semelhança ao que as máquinas modernas permitem. (microPrint, 2016)



Figura 8 - Na imagem à esquerda pode-se observar uma das primeiras máquinas de tampografia, à direita uma máquina atual (microPrint, 2016)

2.3. Vantagens do processo

A principal vantagem da tampografia quando comparada com outros métodos de impressão semelhantes está na possibilidade de impressão em vários tipos de superfícies irregulares, enquanto que nos outros métodos há enormes limitações relativas aos planos das superfícies.

A tampografia oferece ao fabricante uma maior versatilidade quando comparado a processos como a serigrafia e a estampagem a quente, dada a enorme variedade de substratos de impressão que podem ser decorados e havendo ainda uma elevada gama de materiais conhecidos que podem ser tampografados. Em suma, a tampografia destaca-se na impressão (LTD., 2016):

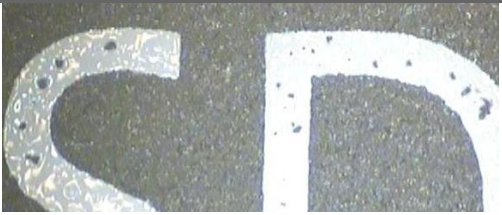
- Peças com superfícies irregulares;
- Substratos complexos a uma velocidade de impressão bastante razoável;
- Imagens finas e detalhadas.

2.4 Variáveis e principais defeitos

A experiência mostra que a causa de uma peça defeituosa quase nunca está relacionada com a mecânica da máquina de tampografia. Defeitos na própria máquina são quase sempre óbvios, claramente definidos e podem ser facilmente corrigidos por técnicos. Assim este tipo de problemas podem ser facilmente ignorados.

Os defeitos encontrados mais comuns nos materiais impressos em tampografia são os representados na Tabela 1:

Tabela 1- Defeitos típicos do processo de tampografia

Tipo de defeito	Imagem correspondente
Pontos negros	
Salpicos	
Duplicado	
Rendilhados	
Borratados	

Geralmente os defeitos acima mencionados são causados pelos seguintes fatores que influenciam o processo de tampografia, nomeadamente (Pröll KG, 2016):

2.4.1 Clichê

O clichê consiste no portador da imagem a imprimir no substrato. Para cada novo projeto é necessário um novo clichê. A profundidade de gravação dos clichês é de aproximadamente 18 μm a 25 μm dependendo do tipo de aplicação. O tampão apenas pode transferir uma limitada

quantidade de tinta, ou seja, uma elevada profundidade da gravação do clichê não faria sentido. (Pröll KG, 2016)

Dependendo dos vários requisitos tais como precisão, tempo de serviço, permutabilidade e preço, vários sistemas de clichês têm prevalecido, tais como (microPrint, 2016):

- Clichê de chapa metálica;
- Clichê de aço;
- Clichê de plástico.

Os clichês de aço são produzidos em alta qualidade possuindo uma elevada resistência à abrasão. Estes clichês são encontrados principalmente no setor industrial e são utilizados para impressões de elevada precisão e para sistemas de tinta fechados. A qualidade destes clichês é inigualável, isto é evidente através da nitidez absoluta de contorno, anti corrosão, baixa suscetibilidade a danos físicos e consistência na impressão de alta qualidade. O número de cópias que pode ser conseguida com este clichê ronda cerca de 1 milhão de impressões. (Pröll KG, 2016)

2.4.2 Tampão

O tampão recebe a impressão de tinta gravada no clichê e transfere-a para o substrato depositando-a. Este deve ser construído de modo a que seja flexível, tendo que garantir a transferência da tinta do clichê sem que esta possua manchas ou que possa borrar o substrato. Os tampões são geralmente feitos de borracha de silicone e produzidos com uma grande variedade de formas (tabela 2), durezas e qualidades.

Existem quatro características principais do tampão que afetam a qualidade da imagem que é impressa:

Forma – todas as formas do tampão têm uma característica em comum, em que na sua generalidade, a superfície de impressão é convexa e angular dos lados e a área de impressão é ao centro. O tampão cónico e semicircular possui a forma ideal, impedindo que haja formação de bolhas de ar na superfície do substrato.

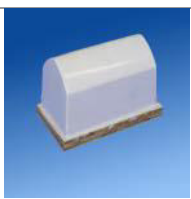
Tamanho – com a finalidade de se gerar uma impressão livre de manchas, o tampão selecionado deve ser tão grande quanto possível, deve ser, por isso, maior que a impressão e os cantos devem possuir o ângulo exato. Quanto menos o tampão se deforma mais nítida será a impressão. A

desvantagem do grande volume do tampão é que este exige uma prensa grande, o que implica uma maior vibração causada pelo movimento da mesma. Além disso o preço é mais elevado pois o principal fator a ter em conta no material é o peso.

Dureza – tem uma enorme influência sobre a qualidade da impressão e do ciclo de vida do tampão. Um tampão com dureza elevada pode reproduzir a impressão com boa qualidade e tem um maior ciclo de vida devido à sua estabilidade física. Porém em muitos casos não se pode exagerar no aumento da dureza do tampão pois este poderia danificar o material a ser impresso. Por outro lado, os tampões mais macios devem ser utilizados para superfícies curvas, uma vez que podem adaptar-se facilmente a estas superfícies ao contrário dos tampões de maior dureza. O grau de dureza depende da força da prensa que é utilizada, em muitos casos as prensas são forçadas aos seus limites devido à rigidez dos tampões. (Pröll KG, 2016)

Acabamento superficial – as superfícies dos tampões são extremamente brilhantes e devem ser ásperas de forma a permitir uma correta transferência de tinta para o substrato. O seu ciclo é de aproximadamente 50 000 impressões, após este valor deve ser renovado. Para uma impressão de qualidade a superfície do tampão deve estar completamente limpa e sem impurezas. Geralmente a limpeza é efetuada com fita adesiva e não com o uso de solventes, uma vez que pode danificar a superfície do tampão. (Izdebska & Thomas, 2016)

Tabela 2 - Tipos de tampões (microPrint, 2016)

Imagem do tampão	Tipo de tampão	Áreas de impressão	Aplicações
	Universal	Cônicas	Várias aplicações
	Redondo	Redondas	Objetos redondos
	Quadrado	Quadradas	Objetos quadrangulares
	Retangular	Retangulares	Objetos retangulares
	Sela	Variadas	Letras e pequenas imagens
	Telhado	Estreitas	Textos/imagens

2.4.3. Tinta

A tinta é uma composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida, que quando aplicada em camada fina sobre uma superfície apropriada, seca ao fim de algum tempo e forma uma película sólida, contínua, insolúvel em água, aderente, corada e opaca, com características protetoras e decorativas.

As tintas são geralmente constituídas por quatro componentes:

- **Pigmentos** – destacam-se pela sua tonalidade e intensidade da cor. Conferem opacidade à tinta.
- **Ligantes** – dão ligação aos pigmentos e fornecem a adesão ao filme da tinta.
- **Solventes** – são responsáveis pela consistência desejada (maior ou menor fluidez).
- **Aditivos** – melhoram ou aperfeiçoam uma série de características das tintas, sejam elas à base de água ou de outro solvente.

Os pigmentos são partículas sólidas (com diâmetros compreendidos entre $5 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ e $100 \mu\text{m}$) usados para dar cor ou tornar opaco um revestimento ou uma película (tinta, folha de plástico, folha de papel, material cerâmico, tecido, entre outros). Estes classificam-se como:

- **Pigmentos base** – são aqueles que dão cor à tinta.
- **Pigmentos inertes** – são materiais que conferem maior durabilidade à tinta, não afetando a cor. (Martins, 2009)

Os solventes são divididos em dois tipos: diluentes e retardadores. Os retardadores não têm quase nenhum significado na tampografia, dado que as impressões são geralmente muito rápidas. Este tipo são apenas necessários quando se imprime muito lentamente e utiliza-se sistemas de tinta de secagem rápida. É de notar que um retardador que evapora muito lentamente pode provocar uma influência negativa nas impressões. Em relação aos diluentes devem ser misturados com a tinta numa correta proporção, oferecendo a viscosidade desejada, sendo um pré-requisito para a tinta. Quando ocorre a transferência de tinta do tampão, uma parte do diluente deve já ter evaporado deixando assim uma película de tinta pegajosa no tampão, para que esta possa ser tampografada de forma correta no substrato.

De forma a alcançar uma boa qualidade de impressão, devem ser utilizadas tintas com uma pigmentação altamente concentrada, uma vez que apenas quantidades muito pequenas de tinta são transferidas no processo de tampografia. As tintas devem possuir as seguintes características:

- Boa capacidade de aderência, permitindo uma boa adesão em todos os objetos e matérias sem que seja necessário tratamentos antes ou depois do processo à superfície do substrato;
- Capacidade para funcionar como um sistema de tinta universal para todos os substratos;
- Facilidade de limpeza;

- Longo *pot-life*, ou seja, um tempo de duração de vida útil da mistura maior possível (geralmente com uma duração máxima de 6 a 8 horas);
- Que não apresente perigo para a saúde nem riscos ambientais. (Pröll KG, 2016)

Há dois parâmetros principais que afetam a aderência da tinta: a viscosidade e as características de evaporação. É extremamente importante que a viscosidade permaneça constante durante o processo de impressão. Uma vez que tintas de alta viscosidade provocam o aparecimento de problemas de estática enquanto que as de baixa viscosidade diminui a opacidade das impressões.

2.4.4. Pré-tratamentos

Na tampografia é essencial que a superfície dos substratos estejam limpas e livres de óleo, agentes de separação ou outras contaminações. Além disso, deve ser garantida uma temperatura ambiente de aproximadamente 20°C durante a impressão, todos os componentes de impressão devem-se encontrar a essa mesma temperatura (tintas, solventes, tampões, clichês, substratos). Se por exemplo, a tinta ou o material de impressão for armazenado num local frio e em seguida utilizado para produção, não serão esperados bons resultados de impressão. (microPrint, 2016)

As peças que vão ser pintadas devem ser pré tratadas para que não ocorra posteriormente problemas com a aderência. A pintura deve estar livre de qualquer tipo de sujidade e poeiras, como tal o ambiente precisa de ser completamente limpo. (Carvalho, 2013)

Alguns dos pré tratamentos que podem ser usados para melhorar a adesão da tinta ao substrato, são:

- **Limpeza com solvente e ar ionizado:** a limpeza com solventes é um processo barato, e a grande vantagem destes é o poder de dissolução de compostos orgânicos, como desmoldantes e gorduras. O ar ionizado ajuda também na remoção de sujidades e estática à superfície do substrato.
- **Tratamento à chama:** este tratamento consiste na queima superficial do substrato, alterando desta forma a polaridade superficial e aumentando a sua tensão superficial.
- **Tratamento corona:** este tratamento consiste numa descarga elétrica de alta frequência (14-40KHz) há tensões que variam entre 10 e 20Kv. Tal descarga elétrica flui entre dois elétrodos onde se localiza o substrato a tratar.
- **Tratamento plasma:** difere do tratamento corona no que se refere a pressão onde é efetuado o tratamento. O tratamento com plasma é efetuado em vácuo moderado, com pressão

máxima de 0,1 mbar, resultando numa descarga alternante de eletrões e iões sobre a peça plástica. (Tracton, 2006)

2.4.5. Adesão

A adesão de um revestimento não é apenas determinada pela pintura, da mesma forma, as características do material a ser revestido também devem ser consideradas. Para criar uma melhor adesão, o processo de revestimento tem de ser precedido por processos de limpeza ou de pré-tratamentos. Os bons níveis de adesão são, portanto, não apenas devido à pintura, mas também resultado de uma seleção adequada de materiais e da correta adaptação da tinta ao substrato. (Goldschmidt & Streitberger, 2007)

A adsorção ou a teoria de adsorção, consiste na adesão de moléculas de um fluido (o absorvido) a uma superfície sólida (o adsorvente). O grau de adsorção depende da temperatura, da pressão e da área da superfície – os sólidos porosos são ótimos adsorventes. As forças de superfície mais comuns que formam na interface do adesivo/aderente são as forças de *van der Waals*. Além disso, as interações ácido-base e ligações ponte de hidrogénio, também podem contribuir para as forças de adesão. Para que haja adesão é necessária que a tensão superficial do sólido (polímero) seja superior à do líquido (tinta ou adesivo). Em alguns casos isso não acontece e é necessário aumentar a tensão superficial do sólido ou diminuir a tensão superficial do líquido. (Duarte, 2015)

Segundo a teoria mecânica, uma boa adesão ocorre apenas quando um adesivo penetra nos poros, furos, fendas e outras irregularidades da superfície de um substrato aderido fazendo o “bloqueio” mecânico ao substrato. O adesivo deve “espalhar” no substrato molhado e possuir propriedades reológicas adequadas para penetrar nos poros e os abrir num tempo razoável. A adesão ocorre por migração das moléculas na interface, entre polímeros miscíveis. (Duarte, 2015)

Para uma ótima adesão é essencial garantir uma boa molhabilidade entre o revestimento (tinta) e o material (substrato). As condições para uma boa molhabilidade são preenchidas sempre que a tensão da superfície do substrato seja superior que à tensão do material de revestimento (com este ainda no estado líquido). Nos líquidos, é designada de tensão superficial a força necessária para que o líquido se espalhe sobre um determinado comprimento de substrato. Em muitos dos casos, e sendo vários os materiais plásticos de características apolares (exemplos do polietilenos e do polipropilenos) é necessário polarizar as superfícies dos materiais recorrendo ao uso de tratamentos.

De forma a poder analisar a resistência de união e adesão alguns métodos têm sido utilizados (testes de desempenho). Estes métodos são relativamente fáceis de executar podendo fornecer, na sua generalidade, reprodutibilidade de resultados.

Como exemplo de teste a aplicar, tem-se o *cross hatch* ou teste de linhas cruzadas (Figura 9) conforme a DIN EN ISO 2409, em que com o auxílio de uma ferramenta de corte se traçam linhas horizontais e verticais à superfície do substrato. De seguida, a superfície do substrato é escovada e coloca-se fita adesiva. Por último, retira-se a fita adesiva da superfície do substrato e verifica-se o índice de remoção ou *Cross Hatch Index* (Tabela 3). (Goldschmidt & Streitberger, 2007)

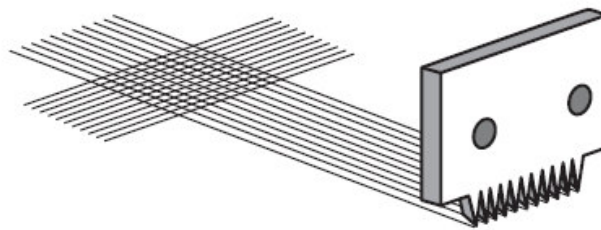
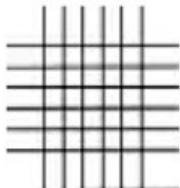
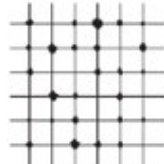
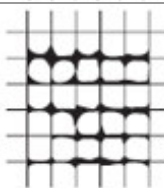
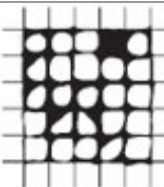
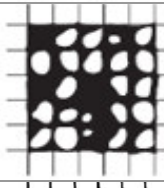
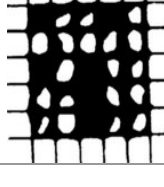


Figura 9 - Exemplificação da marcação do Cross Hatch (Goldschmidt & Streitberger, 2007)

Tabela 3- Índice de remoção

<i>Cross Hatch Index</i>	Percentagem de área removida (%)	Imagem de referência
Gt. 0	0	
Gt. 1	Menos de 5	
Gt. 2	Entre 5-15	
Gt. 3	Entre 15-35	
Gt. 4	Entre 35-65	
Gt. 5	Mais de 65	

Tintas à base de água nunca permitem bons resultados na tampografia devido à sua incapacidade de criar uma boa adesão. Na Figura 10 tem-se um exemplo comparativo da molhabilidade de uma gota de tinta, com o mesmo volume, à base de água em relação a uma tinta à base de solventes. As tintas utilizadas em tampografia são geralmente classificadas como tintas bastante viscosas com os seus valores a variarem entre 1,5 a 20 Pa·s. (Izdebska & Thomas, 2016)

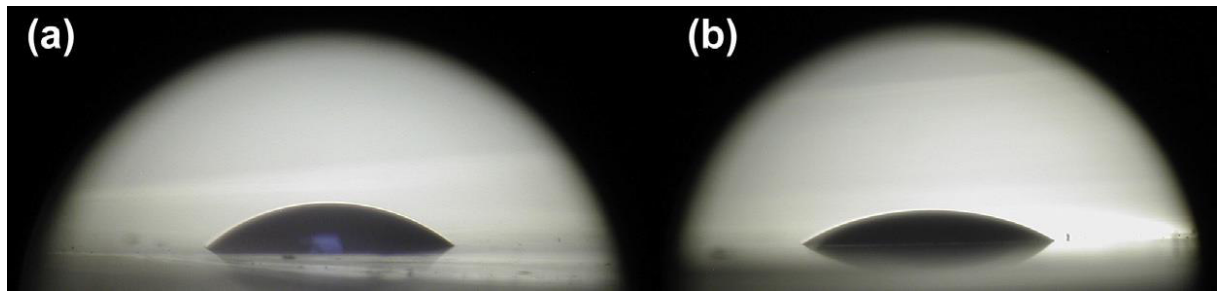


Figura 10 - Exemplo comparativo da molhabilidade de uma gota de tinta à base de água (a) e de uma tinta à base de solventes (Izdebska & Thomas, 2016)

2.4.6.Cargas eletrostáticas ou estática

As cargas eletrostáticas significam desequilíbrios na carga elétrica de materiais que estão muito próximos. Isto ocorre principalmente por meio de separação de carga de máquinas de rápida execução ou através deslocamento, que é causado por pessoas que se deslocam em áreas carregadas.

Em geral, os plásticos são maus condutores elétricos e a resistência da superfície é um pouco inferior em comparação com a resistência no interior do material devido à absorção de humidade. No entanto, muitos materiais plásticos têm uma resistência superficial superior.

Através do contacto ou desgaste, e muitas vezes através do processo de fabrico, as cargas podem ocorrer, o que pode interferir com o processo de impressão em condições climáticas desfavoráveis, no caso da humidade (entre 60-80%). O tampão, também pode ser eletrostaticamente carregado através da prensagem e subsequente relaxamento da superfície, podendo ainda atrair sujidade.

As cargas estáticas podem ser medidas com um medidor de força de campo. Com a ajuda deste dispositivo de medição de estática pode ser então media a carga eletrostática mesmo em áreas de difícil acesso.

Existem dois métodos para eliminar problemas causados por cargas estáticas:

- Inibidores estáticos para plásticos e tintas;
- Unidades de ionização.

Em ambos os casos, deve ser garantida que a humidade relativa não seja abaixo de 60%. (microPrint, 2016)

2.5. Acessórios das máquinas de tampografia

Com o objetivo de melhorar o desempenho das máquinas de tampografia, vários acessórios têm sido desenvolvidos pelos produtores. Os acessórios mais comuns são sistemas de limpeza do tampão, bomba de impressão de tinta, distribuidores de solvente, eliminadores de estática, acessórios de reconhecimento de imagem, entre outros. As máquinas podem possuir um ou mais acessórios ao mesmo tempo.

O sistema de limpeza de tampão (Figura 11) é composto por uma fita adesiva montada num suporte. Periodicamente, o tampão é pressionado na fita adesiva limpando a sua superfície de resíduos ou restos de tinta.



Figura 11 - Sistema de limpeza de tampão (microPrint, 2016)

Os sistemas de tinta aberta (na Figura 12 pode-se observar um sistema de tinta aberta e um sistema de tinta fechada) têm mais problemas com a evaporação de solvente da tinta de impressão, causando mudanças nas suas propriedades. Para reduzir a evaporação, as máquinas de tampografia podem ser equipadas com um sistema de bomba de impressão (*printing ink pump*) que mantém a tinta num recipiente fechado e vai constantemente bombear a tinta durante a impressão.



Figura 12 - Na imagem da esquerda está representado um sistema de tinta aberta e na imagem da direita um sistema de tinta fechada (microPrint, 2016)

Os distribuidores de solvente permitem a regulação da viscosidade da tinta durante a impressão. Estes estão equipados com um regulador de tempo, que permite a adição de solvente durante o ciclo de impressão de tinta. O material dos tampões (borracha de silicone) é um excelente isolante, e por isso, irá gerar eletricidade estática na superfície de impressão, que é depois transferido novamente para a superfície do tampão. De modo a eliminar os problemas de estática são utilizados sistemas de eliminação de estática. Os acessórios de reconhecimento de imagem são utilizados em processos de alta velocidade, com o objetivo de detetar e avisar o operador da máquina relativamente a pequenos defeitos de impressão e possíveis mudanças de cor da tinta. (Izdebska & Thomas, 2016)

2.5.1. Sistemas de tinta das máquinas

Existem dois tipos de tecnologia de tinta para a tampografia: sistema de tinta aberta e sistema de tinta fechado.

O sistema de tinta aberta caracteriza-se pelo facto do reservatório da tinta encontrar-se aberto. Tem como principal desvantagem a evaporação do solvente, provocando alterações na viscosidade da tinta e perigo para a saúde. A tinta tem então que ser reajustada, para que não se perca a qualidade das impressões ou da própria tinta. Com certas modificações do sistema de tinteiro aberto, como por exemplo colocando uma cobertura (*ink cover* como pode ser visto na Figura 13), a evaporação da tinta pode ser diminuída. Por outro lado, a vantagem do sistema de tinta aberto é o facto de ser muito flexível, podendo ser utilizado em imagens grandes.

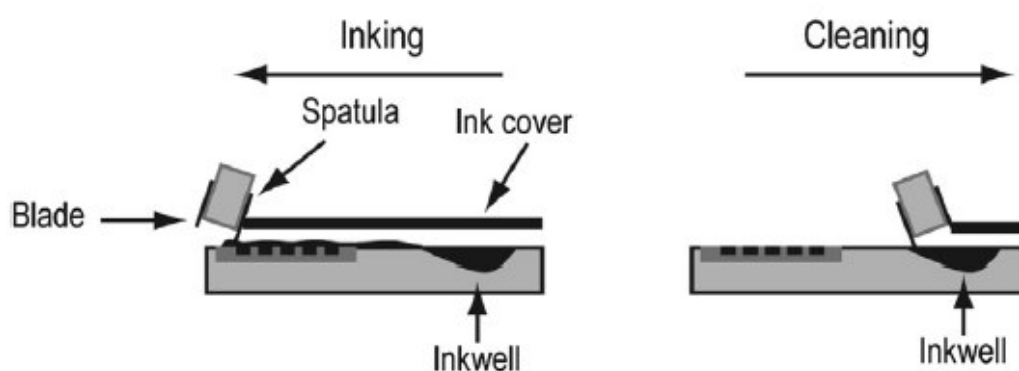


Figura 13 - Sistema de tinta aberto (Izdebska & Thomas, 2016)

O sistema de tinta fechado foi introduzido nos anos 80 e tem como principal vantagem a evaporação limitada do solvente da tinta de impressão. Neste sistema, a tinta de impressão é colocada num copo invertido (*inverted cup*). Numa primeira fase, o copo é posicionado em cima

da gravação do clichê deixando a tinta de impressão na gravação, de seguida o copo move-se limpando a tinta em excesso deixada (Figura 14). A principal desvantagem deste sistema é que a área de gravação do clichê não pode ser maior que o diâmetro do copo da tinta e o clichê tem que ser duas vezes maior que o copo, para que quando o tampão se desloca para transferir a tinta haja espaço suficiente, à superfície do clichê, para que o copo se mova e com o auxílio de uma lâmina possa também retirar a tinta em excesso do clichê. (Izdebska & Thomas, 2016)

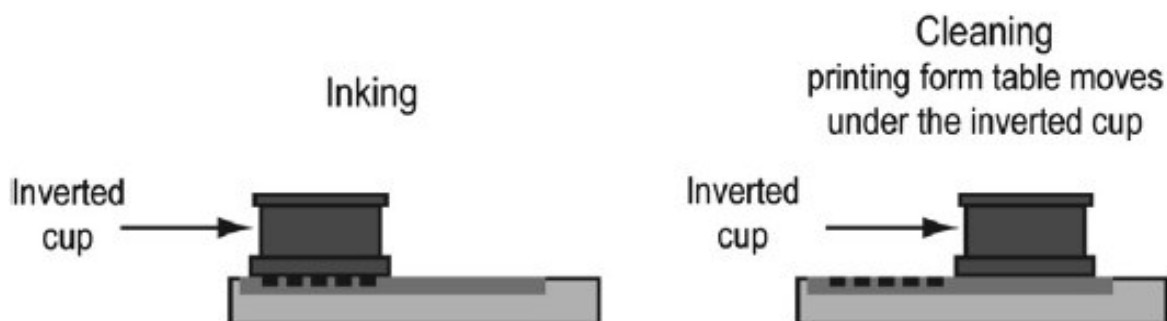


Figura 14 - Sistema de tinta fechado (Izdebska & Thomas, 2016)

2.6. Aplicações da tampografia

A tampografia é uma das tecnologias de impressão que apesar de possuir como limitação os substratos de impressão e o tamanho da imagem a ser impressa tem como grande vantagem a simplicidade e o custo do processo.

Esta técnica é geralmente utilizada para fins decorativos. Permite imprimir em objetos 3D, que normalmente é uma limitação nas outras tecnologias de impressão, e possibilita a impressão em superfícies estruturadas bem como em substratos de grandes dimensões tais como cerâmica, vidro, metal, plástico, papel, madeira, entre outros.

Alguns dos exemplos de produtos/indústria em que a tampografia pode ser utilizada são (Figura 15): materiais promocionais, peças de computadores (teclados de computador), indústria eletrônica, indústria de semicondutores, componentes automóveis, *CD's*, brinquedos, cerâmicas, componentes médicos, artigos desportivos, entre outros. (Izdebska & Thomas, 2016; microPrint, 2016)



Figura 15 - Aplicações da tampografia (microPrint, 2016)

Capítulo 3

Experimental

3.1. Caracterização do problema

Numa fase inicial, foi realizada uma análise de todo o processo de tampografia executado na empresa bem como o levantamento dos defeitos típicos encontrados nas peças produzidas. Esta análise foi feita com o intuito de poder identificar os defeitos mais críticos do processo de forma a poder atuar sobre os mesmos.

Analisou-se uma amostra de 56312 peças, nas quais 1113 tinham defeito, apresentando então cerca de 2% de peças com defeito (Tabela 4). Uma vez que o valor aproximado de uma peça tampografada é de cerca de 0,50€ teve-se um desperdício de 556,5€ durante este período de análise.

Tabela 4 - Total de peças com defeito e total de peças produzidas

Peças com defeito	1113	1,98%
Peças Boas	55199	98,02%
Total de peças produzidas	56312	100%

Através da análise do gráfico da Figura 16 , os defeitos mais observados ao longo deste estudo foram os espirros/salpicos, borratados, pontos negros, duplicados e rendilhados, contabilizando cerca de 90% do total de peças com defeito. Foram ainda detetados mais quatro defeitos contabilizando os restantes 10% do total de peças com defeito, sendo eles: falta de tinta, impressão fina, letras em falta e descentrado.

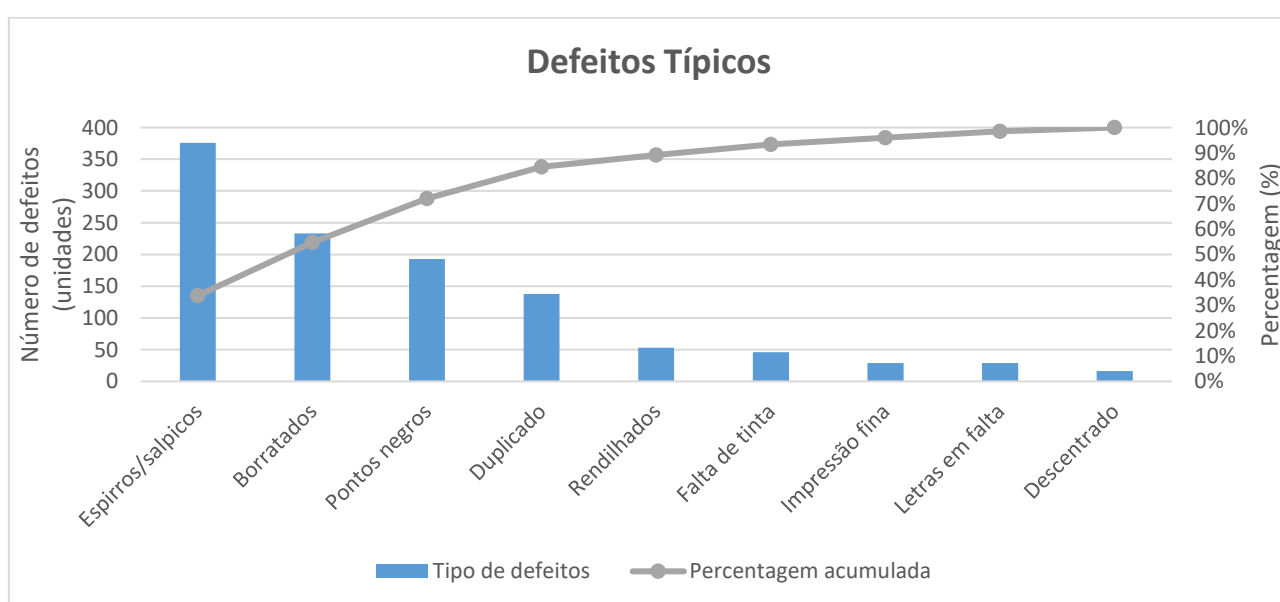


Figura 16 - Defeitos típicos encontrados no processo de tampografia

Sabendo-se os dois principais defeitos, procurou-se analisar as causas ou as principais causas dos defeitos. Na tampografia, os defeitos podem ter vários tipos de causa, sendo que estes problemas acabam por ser resolvidos ou parcialmente resolvidos por tentativa e erro, este é, por isso, um processo instável e de difícil controlo.

As principais causas dos defeitos na tampografia têm geralmente a sua origem na tinta, no clichê, no tampão ou no material/substrato. Podendo ainda haver outros fatores, como o caso da velocidade de produção, estática, bem com o próprio operador da máquina que pode ter influência no processo, entre outros.

Decidiu-se então fazer um estudo de causa-efeito para os dois defeitos mais encontrados (espirros/salpicos e borratados), que contabilizaram cerca de 50% do total de peças com defeito.

- **Espirros/salpicos** (Figura 17) pode-se observar na Tabela 5.



Figura 17 - Imagem ilustrativa dos espirros/salpicos

Tabela 5 - Causas e soluções dos espirros/salpicos

Área do problema	Causa Possível	Solução
Tinta	Tinta muito espessa	Diluir a tinta/adicionar solvente
Clichê	Gravura muito profunda	Utilizar clichê com menor profundidade
Tampão	1. Superfície do tampão muito áspera 2. Tampão com a forma errada	1. Utilizar tampão com superfície mais suave 2. Utilizar tampão mais pontiagudo
Material	Superfície carrega com eletricidade estática	Utilizar unidades de ionização e/ou tampões anti estáticos
Outros	1. Humidade baixa 2. Elevada velocidade de produção	1. Utilizar uma humidade de 60-80% 2. Reduzir a velocidade de produção

- **Borratados** (Figura 18), pode-se observar na Tabela 6.



Figura 18 - Imagem ilustrativa de uma letra borratada

Tabela 6 - Causas e soluções dos borratados

Área do problema	Causa possível	Solução
Tinta	Muito fina/baixa viscosidade	Reduzir a quantidade de solvente
Clichê	Gravura muito profunda	Utilizar clichê com menor profundidade
Tampão	Muito suave	Utilizar tampão com maior dureza
Material	Não há ou insuficiente pré-tratamento da superfície	Limpar superfície (por exemplo álcool isopropílico)
Outros	1. Suporte instável 2. Elevada velocidade de produção	1. Rever suporte/mudar suporte 2. Reduzir a velocidade de produção

Analisando a Tabela 5 e Tabela 6, verifica-se como possível solução para ambos os defeitos a utilização de clichês com menor profundidade e a redução da velocidade de produção. A redução de velocidade de produção já é uma medida usada pela empresa quando se verifica o aparecimento deste tipo de defeitos. Decidiu-se então fazer um estudo em que se produzisse peças

com clichês de menor profundidade para analisar se o aparecimento deste tipo de defeitos reduziam, bem como uma análise da textura das imagens produzidas.

No caso dos salpicos/espirros, sendo uma das suas possíveis causas a estática presente à superfície do substrato, decidiu-se analisar o ciclo de estática ao longo do processo tanto à superfície do substrato como na superfície do tampão.

A estática também promove o aparecimento de pó e sujidades à superfície do tampão provocando o aparecimento de pontos negros nas peças, que é um dos defeito também mais encontrados (contabilizando 17 %).

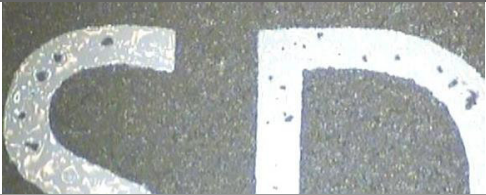
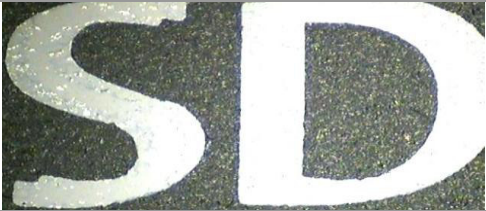
Procedeu-se ao estudo da estática sem a utilização de ar ionizado (um dos métodos utilizados na eliminação de estática) e com a utilização de ar ionizado.

Realizou-se, em paralelo com o anterior, o mesmo estudo só que com a utilização de tampões anti-estáticos (Anexo 2), que não eram até então utilizados na empresa, podendo assim comparar os resultados obtidos com tampões normais e tampões anti estáticos e ainda com e sem a utilização de ar ionizado.

Decidiu-se ainda testar a aderência da tinta ao substrato. Sendo este um dos parâmetros mais importantes de análise no início de um novo projeto. De modo a poder ver os métodos utilizados no processo, bem como a possibilidade de poder adquirir mais algum *know-how* nesta área.

Na tabela 7 pode-se observar imagens ilustrativas dos restantes três defeitos mais encontrados no estudo.

Tabela 7 - Defeito e respectiva imagem correspondente ao defeito

Defeito	Imagem
Pontos negros	
Duplicado	
Rendilhados	

3.2. Estudos

No fluxograma da

Figura 19 encontra-se os estudos realizados durante o projeto. No caso da estática e dos clichês forma realizados de forma a diminuir a quantidade de salpicos e borratados nas peças defeituosas. Já em relação ao tempo de cura e ao estudo da adesão da tinta foi realizado em interesse e benefício da empresa.

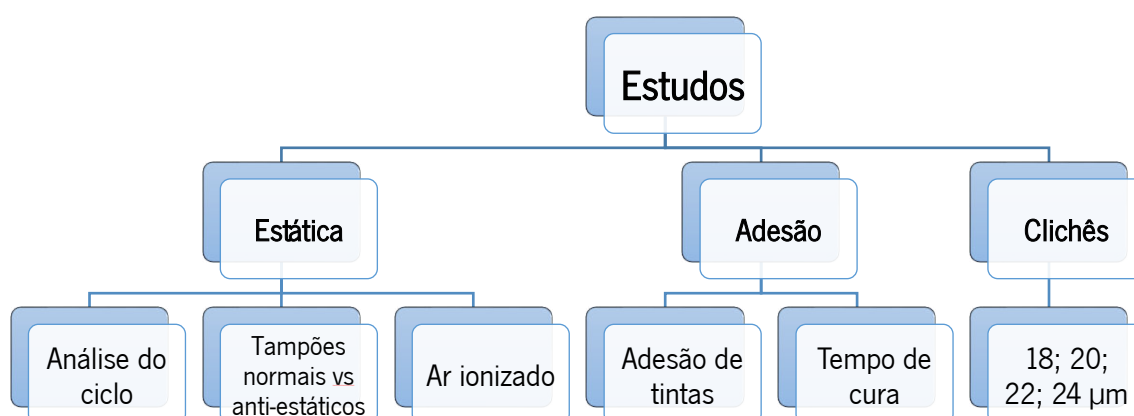


Figura 19- Fluxograma dos estudos

3.2.1. Estudo da estática

- **Método**

Neste estudo, foram analisados os valores da estática ao longo do processo de tampografia. Os valores de estática foram medidos na superfície do substrato e na superfície do tampão.

Na superfície do substrato foram feitas medições com a utilização de tampões normais, tampões anti-estáticos sem a utilização de ar ionizado e com a utilização de ar ionizado em tampões normais e anti-estáticos, contabilizando um total de 40 peças, 10 peças para cada caso. Onde foram realizadas quatro medições para cada peça. No blister, no suporte, antes da 2ª tamponada e depois da 2ª tamponada (Tabela 8).

Tabela 8 - Representação do número de peças e de medições para o caso de estudo da estática à superfície do substrato

Tampões	Ar ionizado	Nº de peças	Nº de medições
Normais	Sim	10	40
Anti-estáticos	Sim	10	40
Normais	Não	10	40
Anti-estáticos	Não	10	40
Total		40	160

No caso da superfície do tampão foi realizado o mesmo procedimento, contabilizando também um total de 40 peças e onde foram feitas três medições para cada peça. Antes da 1ª tamponada, antes da 2ª tamponada e depois da 2ª tamponada (Tabela 9).

Tabela 9 - Representação do número de peças e de medições para o caso de estudo da estática à superfície do tampão

Tampões	Ar ionizado	Nº de peças	Nº de medições
Normais	Sim	10	30
Anti-estáticos	Sim	10	30
Normais	Não	10	30
Anti-estáticos	Não	10	30
Total		40	120

Dado que na produção da peça em estudo são necessárias duas tamponadas (bem como na generalidade das peças produzidas), para que a textura da imagem impressa no substrato seja a melhor, o estudo teve em conta os valores obtidos antes e depois das duas tamponadas. Uma tamponada corresponde ao momento em que o tampão coloca a impressão na superfície do substrato.

Assim sendo, no seu geral as medições foram realizadas antes da 1ª tamponada, imediatamente após a 1ª tamponada (correspondendo ao momento antes da 2ª tamponada) e após a 2ª tamponada. Os valores foram registados sem a utilização de ar ionizado, com ar ionizado e ainda com a utilização de tampões anti-estáticos. Permitindo assim comparar a utilização dos tampões normais com tampões anti-estáticos e a utilização de ar ionizado. De salientar que a função do ar ionizado e dos tampões anti-estáticos é a anulação da estática, ou seja, fazer com que o valor de estática seja de 0 kV (zero quilovolts).

- **Materiais e equipamentos**

Neste estudo foram utilizadas 80 blendas (Figura 20), uma máquina de tampografia e um medidor de estática (*Eletrostatic Field Meter Wolfgang Warmbier EFM 51*). Esta peça foi escolhida devido à sua grande cadência produtiva.



Figura 20- Blenda em estudo

3.2.2. Estudo de Adesão

- **Método utilizado**

O estudo de adesão foi realizado numa lente (Figura 21) que se caracterizava por possuir uma superfície lisa ao contrário das superfícies que geralmente são tamponadas na empresa que geralmente possuem uma textura rugosa. Para além do material utilizado ser o PC e as peças tamponadas na empresa são na sua maioria compostas pelo conjunto de PC/ABS.

Esta peça foi escolhida, uma vez que se enquadrava no estudo e apresentava interesse para empresa.



Figura 21-Lente em estudo

Neste estudo foram testados dois tipos de tinta, tinta do tipo B e tinta do tipo ACP. Verificou-se a adesão de tinta em 10 lentes para cada tipo de tinta. As tintas diferem essencialmente na composição do diluente e do endurecedor. (Tabela 10).

Tabela 10 – Tipo de tinta e respetiva composição

Composição	Tinta do tipo B	Tinta do tipo ACP
Endurecedor	25 %	10%
Diluente	10-20%	25-35 %

Foi também realizado um outro estudo, com ambas as tintas onde foi testado também o tempo de cura necessário para que não haja nenhuma remoção de tinta na peça tampografada, ou seja, o equivalente ao índice Gt. 0 conforme a DIN EN ISO 2409. O tempo de cura geralmente utilizado na empresa é de cinco dias, à temperatura ambiente (aproximadamente 20°C).

Para efeitos de avaliação interna o índice Gt. 1 (inferior a 5% de área removida) é aceite. Dado que, a avaliação é feita a “olho nu” e não com o auxílio do microscópio, e para áreas de remoção inferiores a 5% a quantidade de tinta removida, torna-se na maior parte das vezes impercetíveis ao olho humano.

Este estudo foi utilizado numa peça já em produção na empresa em que a tinta que se encontrava em utilização era a tinta do tipo B. Para uma melhor avaliação da área de tinta removida este teste será realizado com o auxílio de um microscópio, assim será possível, uma melhor avaliação da evolução da área de remoção de tinta da peça plástica ao longo do tempo.

Este tipo de avaliações de área removida, na tampografia, são efetuadas no início de cada projeto, e a análise é feita recorrendo ao *cross hatch test*. No entanto, ao invés da utilização do instrumento de corte geralmente utilizado neste teste, os cortes de linhas cruzados são efetuados com um xizato. Como as peças tampografadas não possuem toda a sua superfície pintada e os valores de espessura de tinta são muito pequenos, o instrumento de corte acaba por “arrancar” o substrato das peças não permitindo uma avaliação da remoção de tinta tão eficaz como quando os testes são efetuados com o xizato.

Neste estudo foram analisadas 8 peças no caso da tinta ACP e 34 peças no caso da tinta B.

- **Materiais e equipamentos**

Para o teste acima referido foram utilizadas 42 lentes, tinta do tipo ACP e B, um xizato *MARTOR – Profi25*, o microscópio de medida Vision Engineering Hawk Dynascope K12681, fita adesiva e a máquina de tampografia Tampoprint Sealed Ink Cup 130E.

3.2.3. Estudo da profundidade dos clichês

Este estudo foi realizado com a utilização de 4 tipos de clichês com diferentes profundidades (18, 20, 22 e 24 μm), contabilizando um total de 48 peças em análise (Tabela 11). Onde foi feita uma análise comparativa das impressões obtidas para cada clichê. O clichê utilizado na produção da peça é o clichê com profundidade de 22 μm , a impressão foi testada com 2 clichês abaixo dessa profundidade e 1 acima.

Tabela 11 - Profundidade do clichê e respetiva profundidade

Profundidade do clichê (μm)	Número de peças
18	12
20	12
22	12
24	12
Total	48

- **Materiais e equipamentos**

Para o teste de profundidade de clichês foram utilizadas 48 peças, a máquina de tampografia *Tampoprint Sealed Ink Cup 130E*, 4 clichês com 18 μm , 20 μm , 22 μm e 24 μm de profundidade e o microscópio de medida *Vision Engineering Hawk Dynascope K12681*.

Capítulo 4

Análise e discussão de resultados

4.1. Estudo da estática

4.1.1. Carga estática à superfície do substrato

Os valores obtidos nos seguintes gráficos correspondem à carga estática à superfície do substrato nas diferentes fases do ciclo produtivo de uma peça. Tendo em conta a estática da peça quando esta se encontra:

1. **Blister** – onde as peças são colocadas após o processo de injeção e se encontram antes do processo de tampografia;
2. **Antes da 1ª tamponada** – corresponde ao momento em que a peça é colocada no suporte da máquina;
3. **Antes da 2ª tamponada** – corresponde ao momento imediatamente a seguir à 1ª tamponada, ou seja, ao 1º contacto entre o tampão e a superfície do substrato;
4. **Depois da 2ª tamponada** – corresponde ao momento após à 2ª tamponada (2º contacto entre peça e tampão).

Sem a utilização de ar ionizado

Relativamente aos valores obtidos na superfície do substrato com os tampões normais e anti-estáticos, sem a utilização de ar ionizado, foram obtidos os seguintes valores (Figura 22).

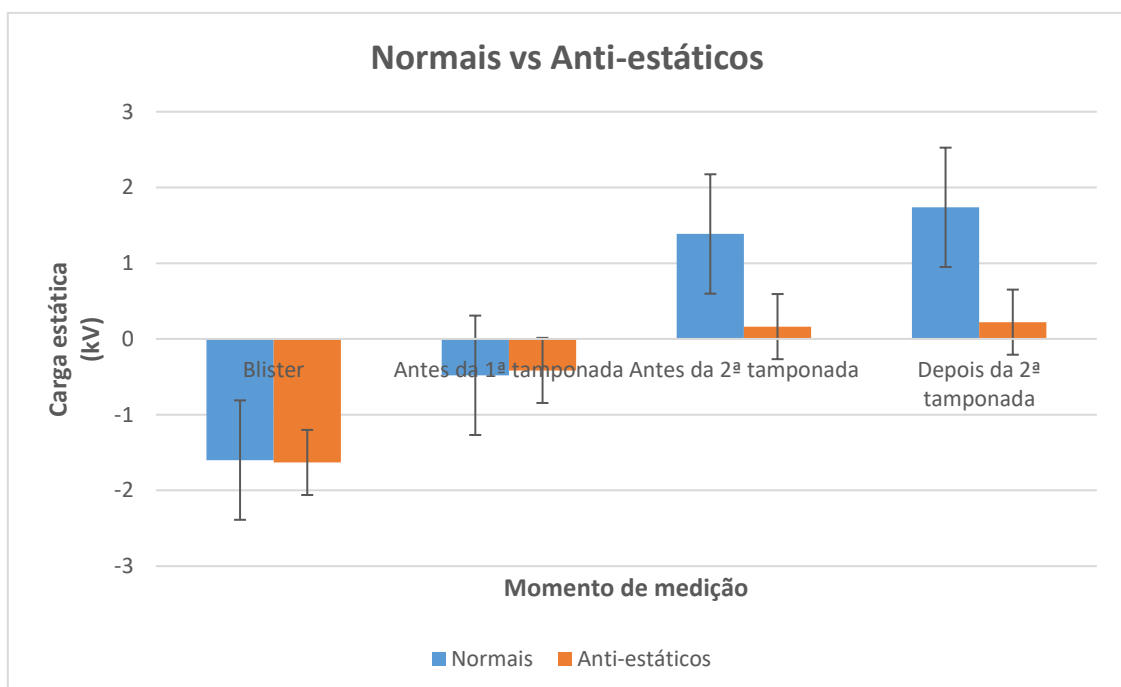


Figura 22- Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos sem ar ionizado

Pode-se verificar, através da figura anterior, que os valores obtidos correspondentes ao “Blister” são semelhantes, pois neste momento o tampão ainda não entrou em contacto com a superfície do substrato. No entanto é possível verificar que as peças antes de serem colocadas na máquina de tampografia encontram-se carregadas com cargas negativas, com valores médios a variar entre os 2 e 2,5 kV negativos.

No momento correspondente ao “Antes da 1ª tamponada”, os valores são também muito próximos, podendo verificar-se que as linhas se sobrepõem nesse momento, com valores de estática de cerca de - 0,5 kV (500 volts).

Antes da 2ª tamponada verifica-se um aumento de estática em ambos os casos, no entanto, no caso dos tampões normais esses valores atingiram os 1,40 kV e os anti-estáticos 0,16 kV, ou seja, os tampões anti-estáticos foram mais eficazes na eliminação de estática.

Depois da 2ª tamponada, os valores voltaram a aumentar, no caso dos tampões normais houve um aumento de cerca de 0,4 kV. Para o caso dos anti-estáticos aumentando cerca de 0,05 kV, voltando a mostrar-se uma mais eficaz na eliminação de estática.

Os desvios padrões verificados são relativamente significativos, devido à enorme variação de estática ao longo das respetivas medições e da dificuldade de se poder proceder a uma medição da estática, dado os valores nunca se encontrarem estáveis e os dados terem de ser retirados de forma instantânea.

Verificou-se que:

- As peças encontram-se carregadas de cargas negativas antes de serem colocadas no suporte da máquina;
- “Antes da 1ª tamponada” os valores de estática são próximos de - 0,5 kV;
- “Antes da 2ª tamponada” verifica-se um aumento de estática em ambos os casos, mas mais significativo no caso dos tampões normais;
- “Depois da 2ª tamponada” verifica-se que em ambos os casos há um aumento, mas este volta a ser mais significativo no caso dos tampões normais.
- Os tampões anti-estáticos apresentam-se como os mais eficazes na eliminação de estática, comparativamente aos tampões normais.

Com a utilização de ar ionizado

Já em relação aos valores obtidos na superfície do substrato com os tampões normais e anti-estáticos, com a utilização de ar ionizado, foram obtidos os seguintes valores (Figura 23).

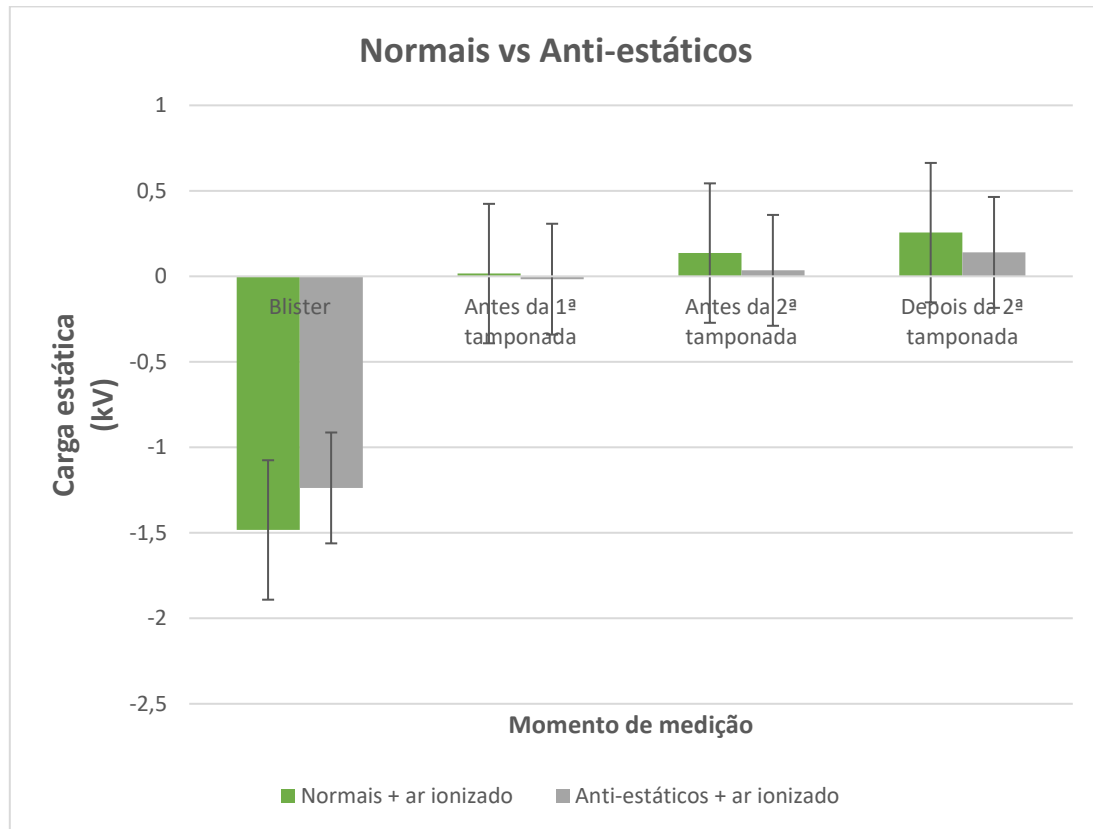


Figura 23-Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos com ar ionizado

Com a utilização de ar ionizado, os valores de estática à superfície do substrato foram muito mais semelhantes entre si. No caso dos tampões anti-estáticos os valores foram mais próximos de 0 kV, ou seja, voltou a verificar-se que os tampões anti-estáticos são mais eficazes que os tampões normais. No entanto, com a utilização do ar ionizado a eliminação de estática foi muito maior para ambos os casos.

Verificou-se que:

- À semelhança dos valores obtidos na Figura 22 as peças encontram-se carregadas de cargas negativas antes de serem colocadas no suporte da máquina;
- “Antes da 1ª tamponada” os valores de estática estão muito mais próximos de 0 Kv, do que nos valores obtidos na Figura 23.

- “Antes da 2ª tamponada” verifica-se um aumento de estática em ambos os casos, mas mais significativo no caso dos tampões normais;
- “Depois da 2ª tamponada” verifica-se que em ambos os casos ocorre um aumento de estática em relação ao momento anterior.
- Os tampões anti-estáticos apresentam-se uma vez mais como os mais eficazes na eliminação de estática à superfície do substrato, comparativamente aos tampões normais;
- O ar ionizado permitiu que os valores de estática reduzissem bastante, fazendo ainda que os valores obtidos em ambos os tampões fossem mais próximos.

Comparação dos valores com e sem a utilização do ar ionizado

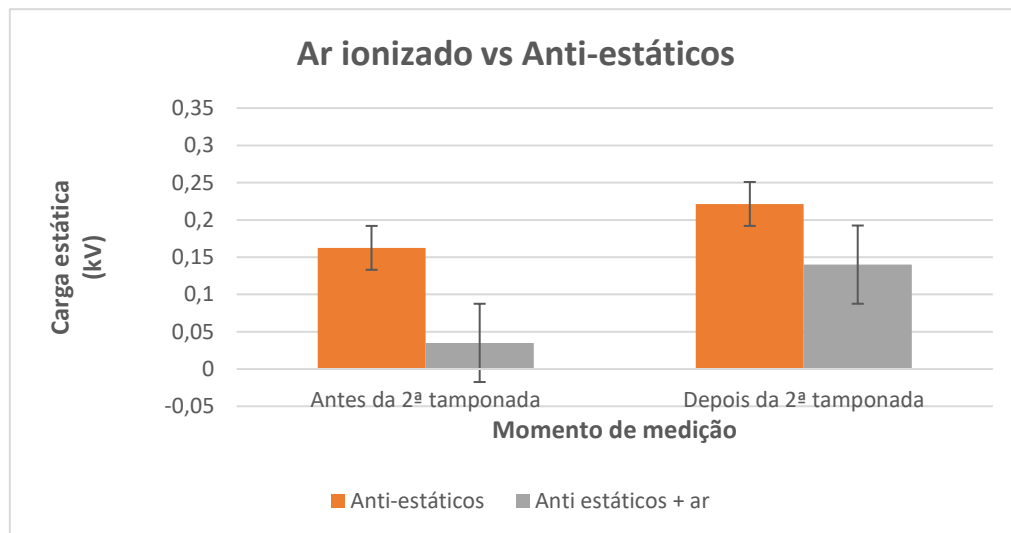


Figura 24-Comparação dos valores com e sem ar ionizado nos tampões anti-estáticos

Na Figura 24, verifica-se que o a utilização de tampões anti-estáticos com o uso de ar ionizado é mais eficaz na eliminação de estática antes e depois da 2ª tamponada do que os tampões anti-estáticos por si só. A utilização do conjunto de tampões anti-estáticos com o a utilização de ar ionizado é sem qualquer dúvida o mais eficaz.

Neste gráfico, só se tem em conta dois momentos, antes da 2ª tamponada e depois, dado que corresponde aos momentos em que o tampão entra em contacto com a superfície do substrato. Verificou-se que:

- Antes da 2ª tamponada, a eliminação de estática é mais eficaz no conjunto dos tampões anti-estáticos com o ar ionizado.

- Depois da 2ª tamponada, a eliminação de estática é outra vez mais eficaz no casos do conjunto dos tampões anti-estáticos com o ar ionizado.
- O conjunto dos tampões anti-estáticos com ar ionizado é o mais eficaz na eliminação de estática à superfície do substrato.

4.1.2. Carga estática à superfície do tampão

Os valores obtidos nos seguintes gráficos correspondem à carga estática à superfície do tampão nas diferentes fases do ciclo produtivo de uma peça. Tendo em conta a estática do tampão nas seguintes fases:

1. **Antes da 1ª tamponada** – corresponde ao momento em que a peça é colocada no suporte da máquina;
2. **Antes da 2ª tamponada** – corresponde ao momento imediatamente a seguir à 1ª tamponada, ou seja, ao 1º contacto entre o tampão e a superfície do substrato;
3. **Depois da 2ª tamponada** – corresponde ao momento após à 2ª tamponada (2º contacto entre peça e tampão).

Sem a utilização de ar ionizado

Relativamente aos valores obtidos na superfície do substrato com os tampões normais e anti-estáticos, sem a utilização de ar ionizado, foram obtidos os seguintes valores ilustrados na Figura 25.

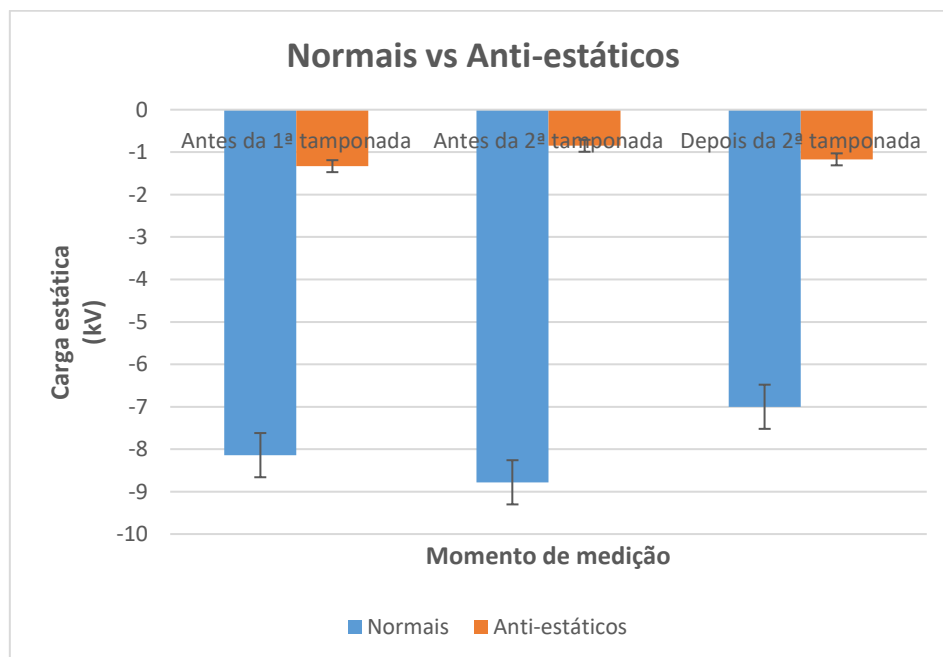


Figura 25- Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos sem ar ionizado

Verificou-se que:

- “Antes da 1ª tamponada” os valores de estática são negativos em ambos os casos;
- “Antes da 2ª tamponada” verifica-se que nos tampões normais os valores de estática afastam-se mais do valor 0 Kv e no casos dos anti-estáticos verifica-se uma aproximação do valor 0 Kv;
- “Depois da 2ª tamponada” verifica-se o oposto do ponto anterior, no entanto os valores dos anti-estáticos mantêm-se claramente mais próximos de 0 Kv.
- Os tampões anti-estáticos apresentam valores de estáticos mais próximos de 0 Kv, apresentando-se assim e uma vez mais como os mais eficazes na eliminação de estática.

Com a utilização de ar ionizado

Em relação aos valores obtidos na superfície do substrato com os tampões normais e anti-estáticos, com a utilização de ar ionizado, foram obtidos os seguintes valores ilustrados na Figura 26.

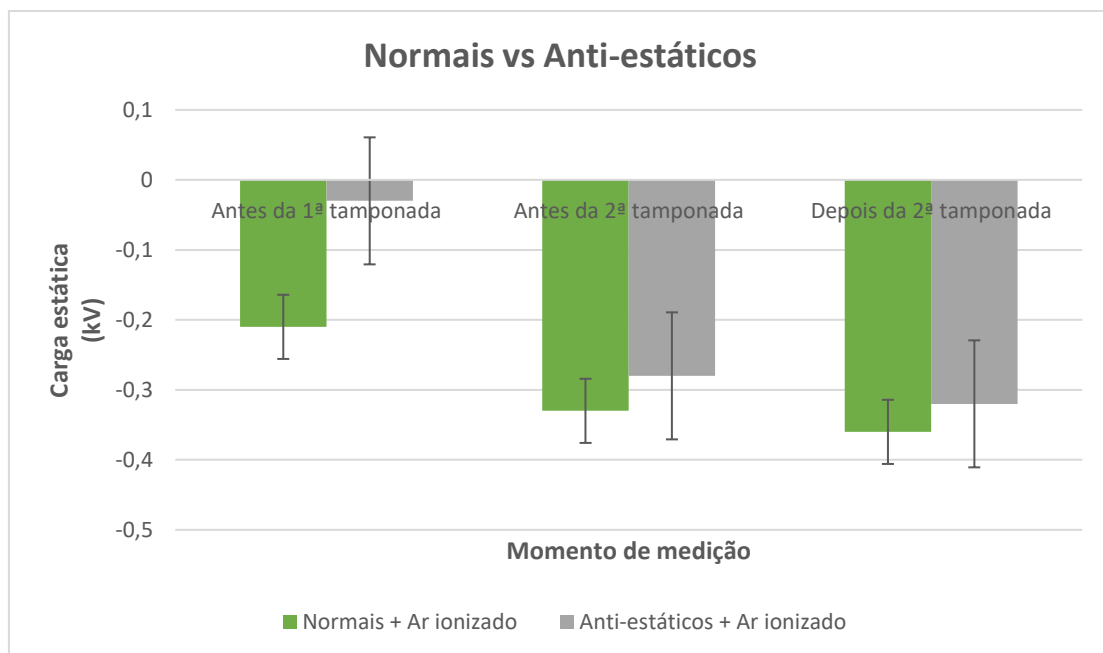


Figura 26 - Estudo da estática com tampões normais e anti-estáticos com ar ionizado

Verificou-se que:

- “Antes da 1ª tamponada” os valores de estática estão bem mais próximos de 0 kv para ambos os casos.

- “Antes da 2ª tamponada” verifica-se um aumento de carga estática (em módulo) em ambos os casos, mas mais significativo no caso dos tampões anti-estáticos;
- “Depois da 2ª tamponada” verifica-se novamente um aumento de estática em módulo.
- Os tampões anti-estáticos apresentam-se uma vez mais como os mais eficazes na eliminação de estática;
- O ar ionizado permitiu uma vez mais que os valores de estática reduzissem.

Comparação dos valores com e sem a utilização do ar ionizado

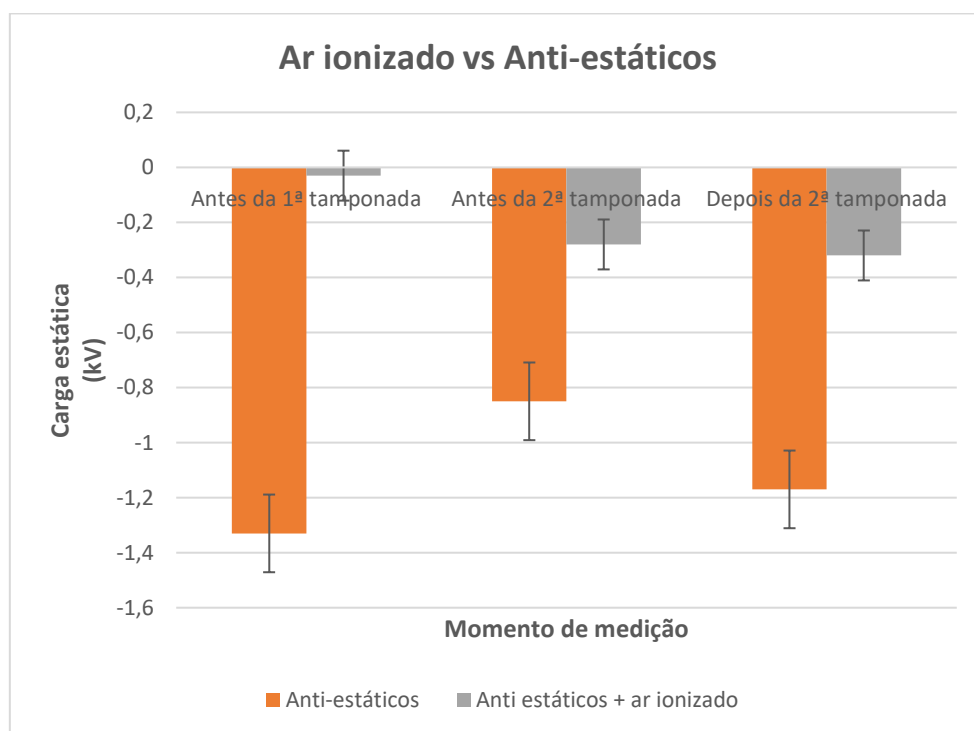


Figura 27 - Comparação dos valores com e sem ar ionizado nos tampões anti-estáticos

Através da comparação anterior da Figura 27 verificou-se que:

- “Antes da 1ª tamponada” a junção dos anti-estáticos com o ar ionizado é o mais eficaz na eliminação de estática;
- Antes da 2ª tamponada, a eliminação de estática é mais eficaz no conjunto dos tampões anti-estáticos com o ar ionizado.
- Depois da 2ª tamponada, ocorre um aumento dos valores de estática em módulo para os três casos e a eliminação de estática é outra vez mais eficaz no casos do conjunto dos

tampões anti-estáticos com o ar ionizado, seguido dos tampões normais com o ar ionizado e por último os tampões anti-estáticos sem o ar ionizado.

- O conjunto dos tampões anti-estáticos com o ar ionizado é o mais eficaz na eliminação de estática à superfície do substrato.

4.1.3 Análise de defeitos após o estudo da estática

Após a implementação dos tampões anti-estáticos repetiu-se a análise feita no início do projeto, em que se analisaram peças com defeito produzidas na empresa, de forma a avaliar a eficácia ou não na eliminação dos salpicos/espirros e dos pontos negros.

Verificou-se um ligeiro aumento do número de peças defeituosas (Tabela 12), no entanto, durante este período foram produzidas cerca de 1 200 peças más. Em termos de rácio de peças com defeito houve uma ligeira diminuição. Quanto ao valor do desperdício houve um ligeiro aumento, registando-se um valor de 575,5€ (considerando uma vez mais o valor de uma peça tampografada de 0,50€).

Tabela 12 – Peças produzidas com e sem defeito

Peças com defeito	1151	1,67%
Peças Boas	67804	98,33%
Total de peças produzidas	68955	100%

Quanto à variação dos defeitos analisados verificou-se algumas alterações, nomeadamente no aumento dos pontos negros (Figura 28) e de peças com impressão descentrada, e uma diminuição de peças borratadas.

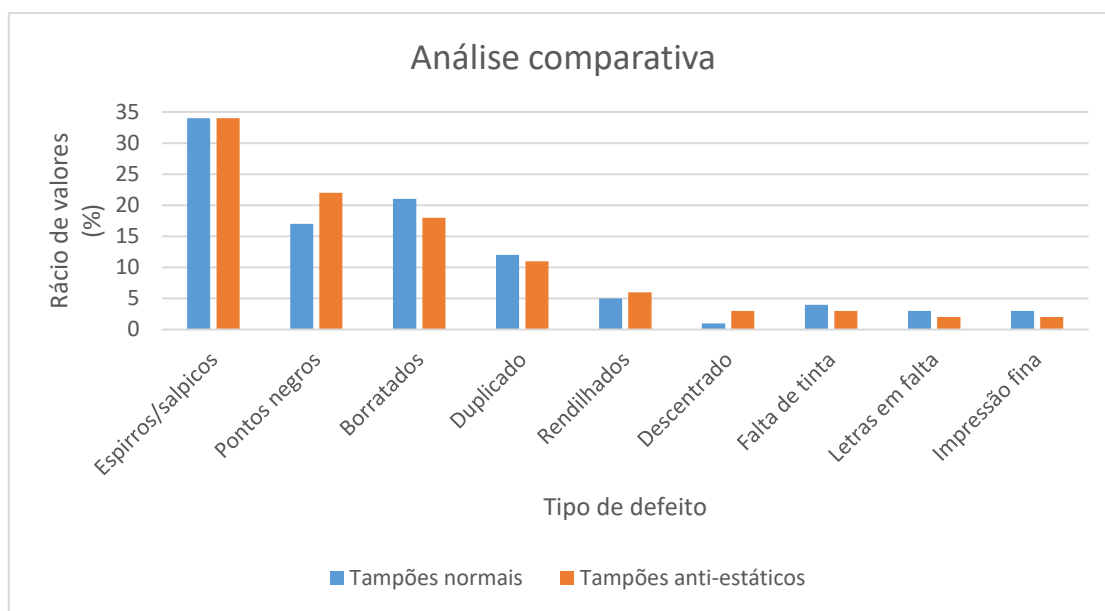


Figura 28- Análise comparativa dos defeitos obtidos

Com a implementação dos tampões anti-estáticos seria de esperar uma diminuição dos espirros/salpicos e dos pontos negros. Algo que acabou por não se vir a verificar, mesmo verificando através do estudo de estática que os tampões anti-estáticos são mais eficazes na eliminação de estática que os tampões normais.

Uma das avaliações que se podem fazer através da análise destes resultados e do estudo da estática efetuado, é que a estática por si só não provoca o aparecimento destes tipos de defeitos nas peças tampografadas. Dado que com a implementação de tampões anti-estáticos os espirros mantiveram os seus valores (em percentagem) e o número de pontos negros aumentou.

No entanto, verificou-se ainda que com a implementação destes tampões o rácio de peças com defeito foi inferior 1,67% contra 1,98% registado na anterior análise.

4.2. Estudo de Adesão

No caso da tinta do tipo B, foram utilizadas 10 lentes e procedeu-se à impressão da imagem a tamponar (Figura 29), estas foram deixadas a “curar” e foram então necessários cinco dias de cura, que corresponde geralmente ao tempo de cura máximo que uma tinta de tampografia necessita para aderir na sua totalidade à superfície do substrato e que não haja remoção visual de impressão da superfície do substrato. Após estes 5 dias foram feitos os respetivos testes de adesão correspondente ao *cross hatch test* ou teste de linhas cruzadas.



Figura 29 – Impressão em análise

Os resultados foram uniformes verificando-se que a tinta na sua totalidade não aderiu à superfície do substrato, como se pode verificar em exemplo a Figura 30.



Figura 30 – Resultado obtido no teste de linhas cruzadas para a tinta do tipo B

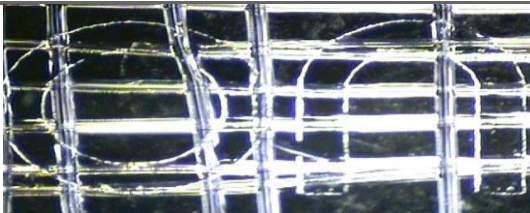
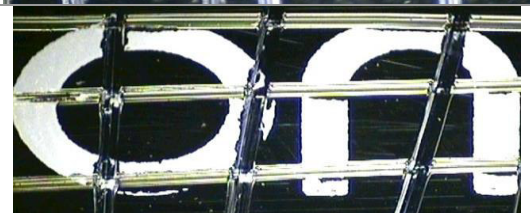
Com a utilização de tinta do tipo ACP, procedeu-se da mesma forma à produção de 10 novas lentes. Usando o mesmo tempo de cura (cinco dias) e o mesmo método de análise (teste de linhas cruzadas), obtiveram-se lentes com uma adesão de tinta de 100% em que a fita adesiva não removeu nenhuma tinta da superfície do substrato, como se pode observar em exemplo na Figura 31.



Figura 31 - Resultado obtido no teste de linhas cruzadas para a tinta do tipo ACP

Na Tabela 13 pode-se analisar os resultados obtidos nos dois tipos de tinta tendo em conta o conjunto das letras “o” e “n”.

Tabela 13 – Resultados obtidos para os dois tipos de tinta e respetiva índice de área removida

Tinta do tipo	Imagem	Área removida (%)	Cross Hatch Index
B		100 %	Gt. 5
ACP		0 %	Gt. 0

Através deste estudo verifica-se que a tinta ACP é a tinta indicada a aplicar nesta superfície. Com um índice de adesão Gt. 0, equivalente a 0% de área removida.

4.3. Tempo de cura

Neste estudo foi avaliada toda a impressão da blenda, no entanto foi analisado com mais pormenor (com auxílio do microscópio ótico) as letras “S” e “D” correspondente à impressão contida na Figura 32. Os valores obtidos são valores aproximados, dado o facto de estes serem determinados visualmente com o auxílio de um microscópio. Serão avaliadas para cada período de tempo duas peças de cada tipo.



Figura 32 – Impressão em análise

No caso da tinta do tipo ACP, foram necessários apenas 30 minutos para que não houvesse qualquer índice de tinta removido. Para este tipo de tinta foram realizados quatro testes, para se observar o índice de área removida, na medição imediatamente após a impressão da tinta na peça a área removida era de aproximadamente 3%, sendo que após 30 minutos o índice de remoção já

se encontrava nos 0%. Realizaram-se ainda mais 2 testes (1 e 2 horas após a impressão) e os resultados mantiveram-se nos 0 % como seria de esperar, mediante do resultado obtido 30 minutos após a impressão. Os valores podem ser observados na Figura 33 e analisados em pormenor na Tabela 14.

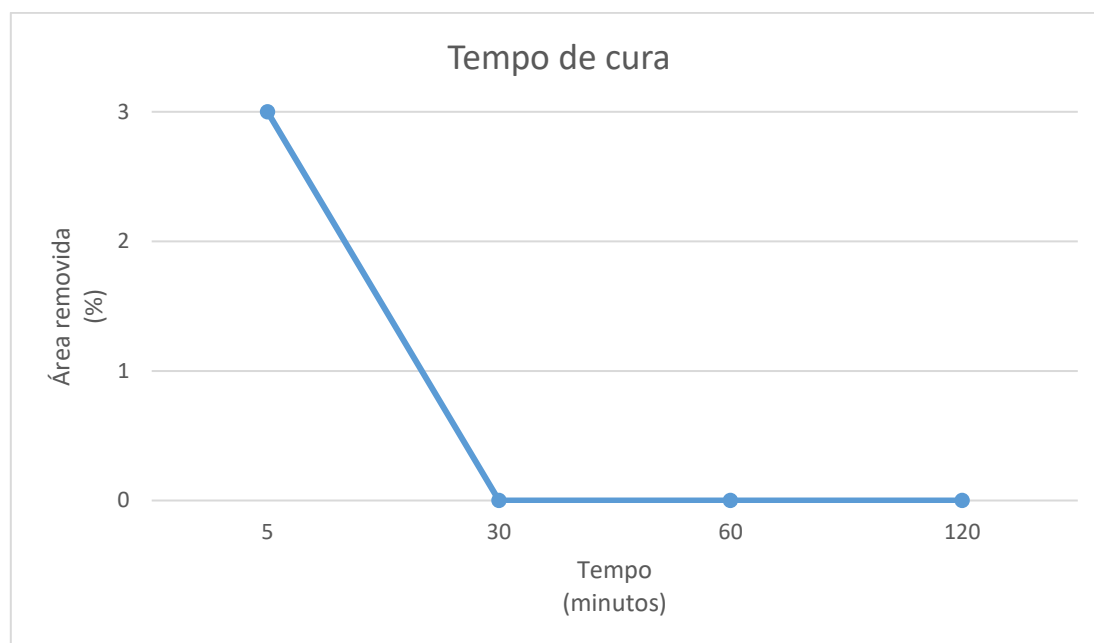


Figura 33 - Tempo de cura e respetiva área removida

Tabela 14 – Tempo de ensaio e respetiva área removida para a tinta do tipo ACP

Tempo do ensaio (minutos)	Imagem	Área removida (%)	Cross Hatch Index
5		3	Gt. 1
30		0	Gt. 0
60		0	Gt. 0
120		0	Gt. 0

Relativamente às imagens obtidas e representadas na tabela anterior, a imagem correspondente ao ensaio de área removida 3% como se pode verificar é quase impercetível a quantidade de tinta removida que é removida do substrato, só com o auxílio do microscópio é possível analisar que é removida alguma tinta. Quanto às restantes imagens pode-se verificar que não há qualquer tinta de impressão removida, embora por vezes se possa observar alguns pontos negros. Estes pontos negros não se observam a “olho nu” e só com a utilização do microscópio ótico é que se tornam visíveis, podendo em alguns casos, este defeito, poder ser confundido com remoção de tinta devido ao ensaio realizado o que não é verdade.

Dados os resultados obtidos (a uma temperatura de aproximadamente 20°C) é possível verificar no caso desta peça e respetiva tinta, em particular, não é necessário um tempo de cura de cinco dias como até então se procedia, dado que após cerca de 30 minutos já não é removida qualquer área de impressão da superfície do substrato.

No tipo de tinta B, o processo de cura foi mais demorado observando-se que nos primeiros dois testes realizados a área removida foi de 35 e 30%, para cada ensaio respetivamente. Verificando-se que ao longo do tempo e dos restantes cinco testes efetuados, a quantidade de área removida ia diminuindo, no entanto durante 7 horas de avaliações (420 minutos), os valores de área removida ainda não eram de 0% (como se pode verificar na Figura 34 e Tabela 15.).

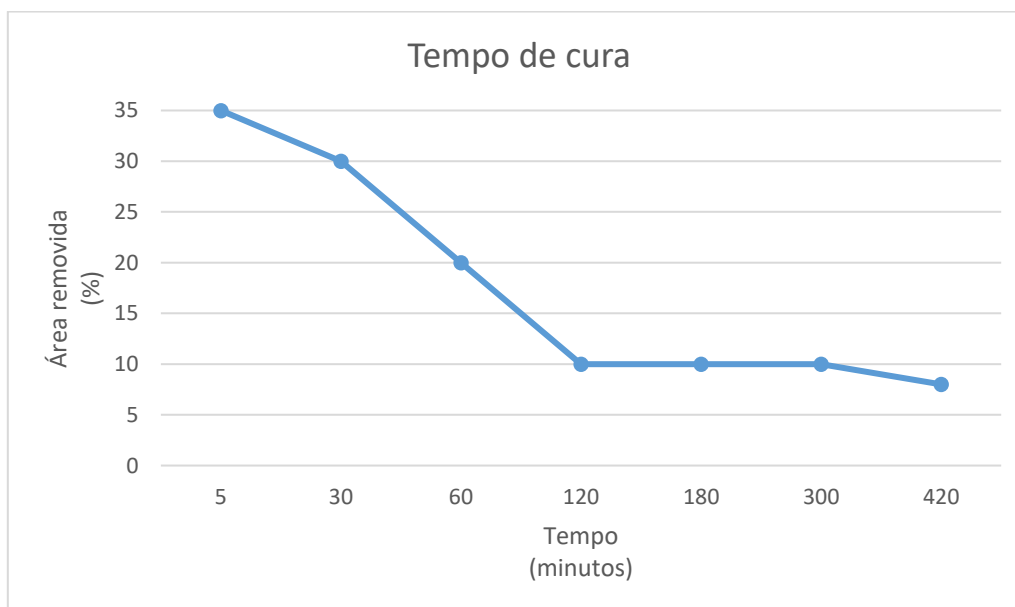
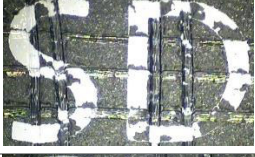
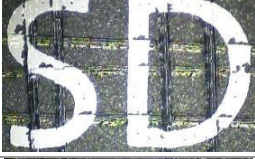


Figura 34 - Tempo de cura e respetiva área removida

Tabela 15 - Tempo de ensaio e respetiva área removida para a tinta do tipo B

Tempo do ensaio (minutos)	Imagem	Área removida (%)	Cross Hatch Index
5		35	Gt. 4
30		30	Gt. 3
120		10	Gt. 2
420		7	Gt. 2

Dado o facto de ainda não se ter obtido 0% de área removida procedeu-se a uma análise diária da evolução da área de remoção de tinta (Tabela 16). Após o terceiro dia de análise verifica-se que a área removida atinge um índice de remoção de 4% equivalente a Gt.1, mantendo essa remoção até ao décimo e último dia de análise. Sendo de esperar que este índice se mantivesse nos testes seguintes, de acordo também com o tempo de cura da tinta correspondente a cinco dias à temperatura ambiente.

Tabela 16 - Tempo de ensaio e respetiva área removida para a tinta do tipo B

Tempo do ensaio (dias)	Área removida (%)	Cross Hatch Index
1	5	Gt. 2
2	5	Gt. 2
3	4	Gt. 1
4	4	Gt. 1
5	4	Gt. 1
6	4	Gt. 1
7	4	Gt. 1

8	4	Gt. 1
9	4	Gt. 1
10	4	Gt. 1

É possível afirmar, mediante deste teste, que a tinta ACP é uma vez mais a mais indicada para esta peça. Relativamente ao tempo de cura, no caso da tinta ACP ao fim de 30 minutos já é possível obter resultados de 0% de remoção de tinta, no caso da tinta B os 0% nunca são atingidos (ao longo dos dez dias de análise). Ao fim do terceiro dia obtém-se 4% de remoção, mantendo estes valores de remoção até ao último dia de análise. Assim sendo, para o caso da tinta ACP o tempo de cura é bastante reduzido (cerca de 30 minutos), por sua vez o tempo de cura da tinta B é de três dias.

Com o auxílio de dois *softwares* de imagem (*Photoshop* e *Leica*), procurou-se observar em maior detalhe a quantidade de tinta removida nos ensaios efetuados com o objetivo de uma classificação mais precisa da percentagem de tinta removida. Inicialmente obteve-se uma imagem do clichê, utilizado no teste, através do microscópio de medida Vision Engineering Hawk Dynascope K12681 obtendo-se a seguinte imagem (Figura 35).

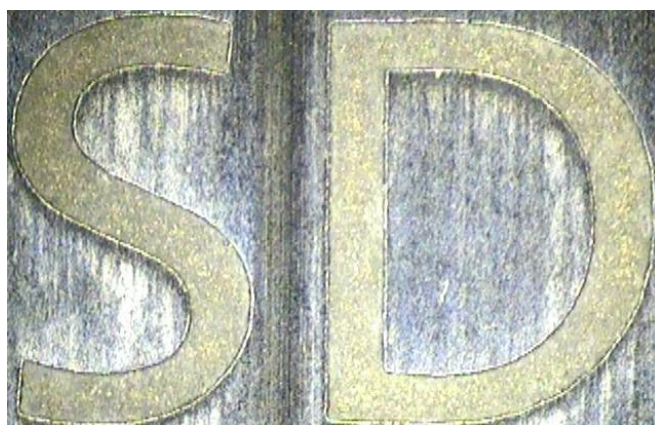
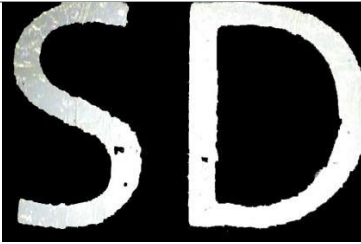
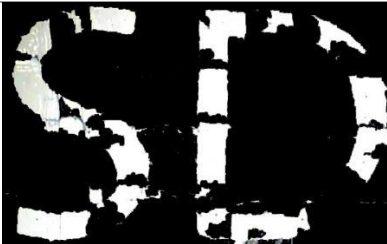


Figura 35- Imagem representativa do clichê

Utilizando o software *Leica* foi então possível determinar a área do conjunto de letras “SD”, através desta, foram comparadas as áreas das imagens obtidas nos ensaios das tintas do tipo ACP e B (Tabela 14 e Tabela 15). Para analisar a área das imagens foi necessário que estas fossem tratadas com o Photoshop e posteriormente analisadas no *software Leica* para determinar a quantidade de área removida. Obtiveram-se as seguintes imagens para o caso dos dois tipos de tinta como se pode observar na Tabela 17.

Tabela 17-imagens obtidas no Photoshop

Tipo de tinta	Imagem obtida no <i>Photoshop</i>	Tipo de tinta	Imagem obtida no <i>Photoshop</i>
ACP		B	
ACP		B	
ACP		B	
ACP		B	

O *software Leica* através das imagens modificadas no *Photoshop*, permite fazer uma divisão das áreas registadas na imagem e consequentemente a determinação da área em px^2 (pixéis quadrados). Assim pode-se determinar a quantidade de tinta na imagem. Como se pode verificar na Figura 36, a divisão de áreas obtidas para a tinta do tipo B, através do *Leica*:

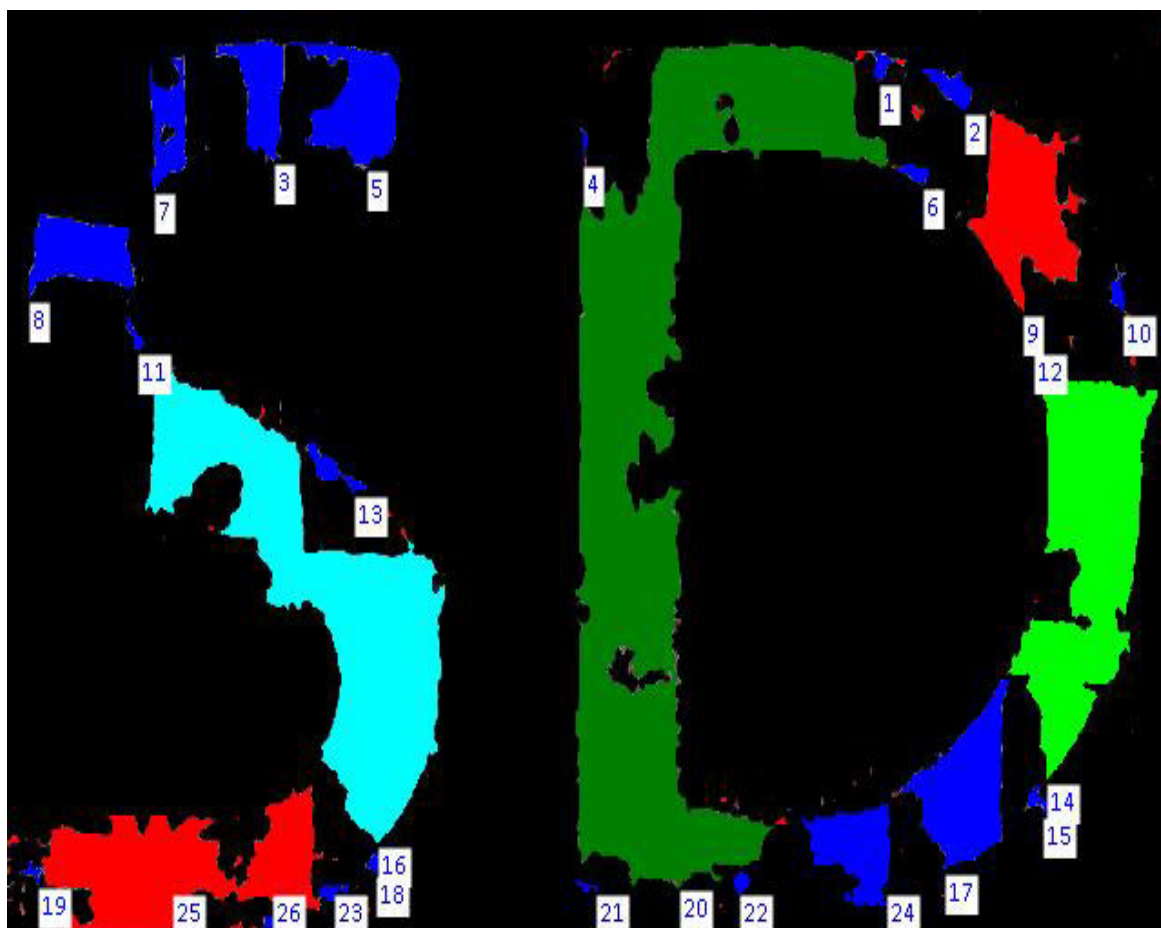


Figura 36-Imagem obtida no Leica com as diferentes áreas numeradas

No caso das imagens do tipo de tinta ACP, os resultados obtidos foram encontrados na Tabela 18.

Tabela 18- Comparação da área removida através do Leica com a avaliação visual da tinta ACP

Tempo de ensaio (minutos)	Área removida através do <i>Leica (%)</i>	Área removida tabela 14 (%)
5	14	3
30	16	0
60	9	0
120	20	0

Como se pode verificar, a área de remoção obtida através do *Leica* é superior em todos os casos, isto, pode ser explicado pelo facto da área removida ser comparada à área do clichê, o que facilmente permite concluir que a área de impressão colocada no substrato é inferior à área da impressão do clichê.

No caso das imagens do tipo de tinta B, os resultados obtidos foram os seguintes (Tabela 19):

Tabela 19-Comparação da área removida através do Leica com a avaliação visual da tinta B

Tempo de ensaio (minutos)	Área removida através do <i>Leica</i> (%)	Área removida tabela 15 (%)
5	39	35
30	40	30
120	6	10
420	19	7

No caso das imagens do tipo de tinta B, os resultados foram de certa forma semelhantes, dado que apenas à exceção da imagem obtida no tempo ensaio correspondente a 120 minutos, é que a área de remoção obtida no *Leica* foi inferior ao valor registado na Tabela 15.

Este estudo permitiu determinar que a quantidade de área de impressão colocada no substrato não é igual para todas as impressões, não permitindo avaliar a quantidade de tinta removida de uma forma mais exata do que a observada ao microscópio.

4.4. Estudo da profundidade dos clichês

Com a utilização de diferentes profundidades de clichês, foi possível fazer uma verificação visual das impressões obtidas para cada profundidade do clichê. Através do microscópio foi possível analisar com mais rigor a qualidade de impressão obtida para cada caso, na palavra “DIGITAL”, como se pode observar através da Tabela 20 com um exemplo de imagem para cada caso (as restantes imagens encontram-se no Anexo 3):

Tabela 20 – Exemplo de imagem obtida para cada tipo de profundidade de clichê

Profundidade do clichê (μm)	Imagem obtida
18	
20	
22	
24	

Através deste teste foi possível verificar, de uma maneira geral, que no caso das profundidades de 18 e 20 μm , os resultados obtidos foram melhores do que os obtidos para 22 e 24 μm . Verifica-se que no caso das profundidades 22 e 24 μm o aparecimento de rendilhados, salpicos, borratados e pontos negros. Sendo, estes resultados mais acentuados para uma profundidade de 24 μm , registrando-se ainda que as letras começam a aparecer desniveladas para esta profundidade. Os melhores resultados em termos de nitidez de impressão, foram obtidos para uma profundidade de 18 μm , no entanto nas primeiras impressões, verifica-se uma ligeira falta de tinta em algumas letras. Assim sendo, de uma forma geral, os melhores resultados acabam por ser registados nas peças obtidas com clichês de 22 μm de profundidade. Dado o facto destas peças serem de produção da empresa.

No entanto, se a avaliação tiver apenas em conta as peças obtidas com melhor qualidade, com o exemplo das imagens da tabela anterior, os resultados obtidos com os clichês de menor profundidade permitem verificar uma redução de salpicos e borratados. Leva a crer que com a estabilização do processo e tendo em conta este projeto em específico (impressão com letras finas), os resultados com um clichê de menor profundidade levaria a uma possível redução de peças com borratados.

Capítulo 5

**Apresentação e implementação de
propostas de melhoria**

Neste capítulo foi analisado todo o processo de tampografia relacionado com a preparação da máquina e da tinta até que se produzam as primeiras peças da produção. Para que se inicie o processo de tampografia é necessário que se siga um conjunto de ações e tarefas.

Como não havia até ao momento um plano de trabalho definido, bem como um tempo de *changeover*, executou-se um plano de tarefas a realizar. Decidiu-se estabelecer as tarefas necessárias e atribuir-lhes um tempo com o acompanhamento de todo o processo. Assim foi possível obter um conjunto de tarefas necessárias ao *changeover* e o seu respetivo tempo de duração, onde foram definidos quatro tipos de *changeover* (Tabela 21).

Tabela 21 – Tipos de *changeover*

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Início do dia	Troca de clichê	Meio do dia	Fim do dia

O *changeover* de tipo 1 implica que se faça tinta nova, o de tipo 2 necessita que haja a troca de clichê, mantendo-se a tinta, o de tipo 3 necessita que haja a preparação de uma nova tinta (é geralmente o *changeover* mais demorado) e finalmente o de tipo 4 que consiste num processo de arrumação e limpeza do equipamento utilizado e preparação para o *changeover* de tipo 1.

Na preparação da tinta são registados os valores da viscosidade da tinta bem como o seu tempo de agitação numa ficha de *setup*. A ficha de *setup* é ainda preenchida no fim do processo com o número total de peças produzidas e número de peças rejeitadas.

Na ficha de *setup* (Anexo 4) estão indicados os intervalos de quantidade de tinta, solvente e endurecedor a adicionar na mistura. Estão ainda indicadas as informações necessárias à preparação da máquina, onde está discriminado o clichê, o tampão, e a base (para o substrato) a utilizar no respetivo projeto.

A preparação da tinta é feita com uma espátula que permite ao operador misturar a tinta com a respetiva quantidade de solvente (diluyente) e de endurecedor (se necessário, dado que certas tintas não necessitam que seja adicionado endurecedor). Após a agitação da tinta (duração de cerca de 2 a 3 min), verifica-se a viscosidade da tinta. A viscosidade da tinta é verificada com uma viscoespátula (Figura 37) e com um cronómetro. Caso a tinta esteja com valores de viscosidade abaixo (tinta muito fina) dos valores desejados a tinta deve ser novamente agitada, caso os valores

se encontrem acima (tinta muito grossa) deve-se adicionar pequenas gotas de solvente à mistura enquanto se procede à agitação em simultâneo.



Figura 37 – Medição da viscosidade de tinta

Com a definição de tarefas foi possível cronometrar cada tarefa e quantificar o tempo que cada tipo de *changeover* demora (Tabela 22). O *changeover* de tipo 3 que engloba todas as tarefas definidas e tem uma duração aproximada de 32 minutos (1886 segundos).

Tabela 22 – Tempos de *changeover* e das respetivas tarefas

Tarefas	<i>Changeover</i> tipo 1	<i>Changeover</i> tipo 2	<i>Changeover</i> tipo 3	<i>Changeover</i> tipo 4	Tempo (segundos)
Desapertar tampão		x	x	x	15
Retirar tampão e base		x	x	x	5
Colocar a garra na máquina		x	x	x	10
Desapertar clichê		x	x	x	70
Retirar clichê + garra e colocar no carrinho		x	x	x	20
Arrumar base + tampão no armário		x	x	x	70
Preencher a ficha no final da produção		x	x	x	160
Ir buscar o clichê + ficha de <i>setup</i> + tampão + base	x	x	x		70

Ir para pintura com o carro	x		x	x	75
Retirar a garra		x	x	x	5
Retirar o clichê e colocar para limpar			x	x	20
Pegar no copo e colocar no depósito de resíduos			x	x	40
Limpar copo			x	x	240
Limpar clichê		x	x	x	165
Arrumar clichê		x	x	x	5
Pegar na tinta + endurecedor + solvente	x		x		60
Pegar no copo e colocar na balança	x		x		20
Abrir a lata de tinta	x		x		25
Agitar a tinta na lata	x		x		18
Registos	x	x	x		15
Pesar a tinta	x		x		50
Pesar o solvente	x		x		25
Pesar o endurecedor	x		x		30
Agitar tinta + solvente + endurecedor	x		x		153
Colocar espátula e viscoespátula para lavar	x		x		80
Colocar copo na base e pressionar	x		x		15
Medir viscosidade	x		x		30
Colocar clichê no copo + garra	x	x	x		10
Regressar à tampografia	x	x	x		80
Retirar copo + garra e colocar na máquina	x	x	x		10
Apertar clichê e retirar garra	x	x	x		30
Colocar base e apertar tampão	x	x	x		25
Colocar peça padrão e avaliar centramento	x	x	x		20

Tamponar blenda padrão e primeira blenda	x	x	x		50
Preencher ficha de <i>setup</i> e ir à qualidade	x	x	x		100
Regressar à tampografia e iniciar produção	x	x	x		70
Tempo total (segundos)	1161	1005	1886	900	1886

Assim torna-se possível trabalhar em cada tarefa com a eventualidade de reduzir os tempos de *changeover* bem como uma possível implementação de melhorias no processo e execução de um plano de trabalho.

4.1. Sugestões de melhoria

No início do projeto não havia um registo do número de defeitos associado ao processo de tampografia. Sabiam-se os defeitos principais, mas, não se sabia a frequência com que estes apareciam. Neste momento o operador contabiliza o defeito e o tipo de defeito numa folha e mais tarde esta é colocada numa folha de cálculo. Seria assim interessante a criação de um programa/ *software* que possibilite o armazenamento imediato do defeito e do número de defeitos em suporte informático.

Na ficha de *setup* é colocado o valor da viscosidade da tinta. No entanto, esta é uma tarefa que não acrescenta valor ao processo, pois, não é ainda conhecido os valores de viscosidade que a tinta deve possuir para que haja um processo com maior qualidade. Seria então importante que houvesse uma comparação entre a viscosidade da tinta e a qualidade das peças tamponadas, para que o operador através dos valores de viscosidade obtidos saiba se deve continuar a agitar ou não a tinta, se deve ou não acrescentar mais tinta ou mais diluente.

O armazenamento dos clichês era feito em pequenas prateleiras, e em alguns casos estes eram colocados uns em cima dos outros, que poderia causar danos à superfície.

Na literatura encontrada era muitas vezes dito que na tampografia há a necessidade do processo se encontrar em condições específicas de humidade e temperatura, exigindo assim um ambiente controlado, algo que até ao momento não acontece.

Dados os bons resultados obtidos na utilização de clichês de menor profundidade, para uma imagem de impressão fina, seria interessante optar por clichês de menor profundidade na produção deste tipo de imagens (com letras/impressões mais finas), bem como alargar o estudo a outros tipos de impressões.

Por uma questão de segurança dos operadores são utilizadas barreiras de proteção no processo de tampografia, no entanto estas encontram-se na posição vertical, sendo que seria mais ergonómico para o operador que estas se encontrassem na horizontal.

Capítulo 6

Conclusões

Esta dissertação teve como foco o estudo das variáveis e implementação de melhorias no processo de tampografia. Para isso foi feita uma análise do processo, tendo em conta os tipos de defeitos do processo, definição e quantificação das tarefas e alguns estudos que integraram algumas das variáveis mais importantes do processo.

Seria de esperar antes da realização deste projeto uma maior percentagem de peças com defeito associadas ao processo. No entanto, são obtidas grandes quantidades de peças com defeito devido à elevada cadência produtiva. Os defeitos principais registados são os salpicos, borratados, pontos negros, rendilhados e duplicados.

Quanto à utilização dos tampões anti-estáticos estes são mais eficazes na eliminação de estática que os tampões normais. O ar ionizado é o método mais eficaz na eliminação de estática mas, o conjunto de ar ionizado com tampões anti-estáticos é ainda mais eficaz. Concluiu-se que, o ato de tamponar gera estática à superfície do tampão e consequentemente à superfície do substrato.

Dada a variação de estática registada ao longo do ciclo produtivo, fica a ideia que a estática por si só não é problema, dada ainda a eficácia dos acessórios utilizados na remoção de estática. Observou-se ainda que, com a implementação dos tampões anti-estáticos houve uma ligeira diminuição da percentagem de defeitos (durante o período de análise). No entanto, a percentagem de salpicos manteve-se, ocorreu ainda um aumento da percentagem de pontos negros e houve uma diminuição dos borratados.

No estudo de adesão, conclui-se que, para duas tintas distintas os resultados de adesão são opostos, conseguindo um índice de remoção de tinta de 0% no caso da tinta do tipo ACP e de 100% para a tinta do tipo B.

Relativamente ao tempo de cura, não são necessários 5 dias e ocorre variação do tempo de cura necessário para diferentes tintas. No caso da tinta ACP ao fim de 30 minutos já se obtém uma adesão total da tinta ao substrato. Para a tinta B a adesão total não se vem a verificar durante 10 dias de análise; no entanto, os valores estabilizam ao fim de 3 dias com um índice de remoção na ordem dos 3%. Verificou-se ainda que, com a utilização de um substrato diferente (mais rugoso e contendo ABS), os resultados de adesão foram diferentes, dado que os resultados obtidos na lente foram de 0% de adesão.

A alteração da profundidade de clichês para uma impressão fina, verifica-se que com a redução da profundidade dos mesmos, pode-se obter impressões de melhor qualidade e ainda uma

possível diminuição de peças borratadas e com salpicos. Por sua vez, um aumento da profundidade dos clichês leva a um aumento do aparecimento de salpicos e de borratados e leva a uma menor qualidade de impressão das peças obtidas.

Com a definição de tarefas e quantificação dos tempos de demora de cada tarefa, tornou-se possível uma melhor análise do processo e possível redução dos tempos. Levando ainda à observação de alguns aspectos que podem ser melhorados no processo. Essencialmente uma redução do tempo de *changeover*.

De uma forma geral, pode-se concluir que os objetivos propostos para este trabalho acabaram por sem cumpridos.

Trabalhos futuros

Com o possível objetivo de dar continuidade aos presentes estudos, seguem-se as seguintes propostas de trabalhos futuros:

Ao nível do estudo da estática seria interessante um alargamento do estudo para um leque mais alargado de projetos.

Realizar um estudo de adesão em que se retire uma foto da peça tamponada antes e depois da realização do teste de linhas cruzadas, permitindo assim uma melhor análise da área removida e ainda a possibilidade de analisar a diferença de tinta colocada em cada peça, dado este valor não ser uniforme em todas as peças, como foi verificado neste relatório. Tudo isto seria então possível com o uso do *software Leica*.

No caso do uso de clichês de diferentes profundidades dever-se-ia expandir o estudo a todos os projetos e verificar posteriormente a possibilidade de ocorrência de defeitos (principalmente os salpicos e os borratados).

Realizar um estudo tendo em conta a preparação da tinta, verificando o tempo de agitação e a viscosidade da tinta e a relação com a qualidade da impressão das peças obtidas.

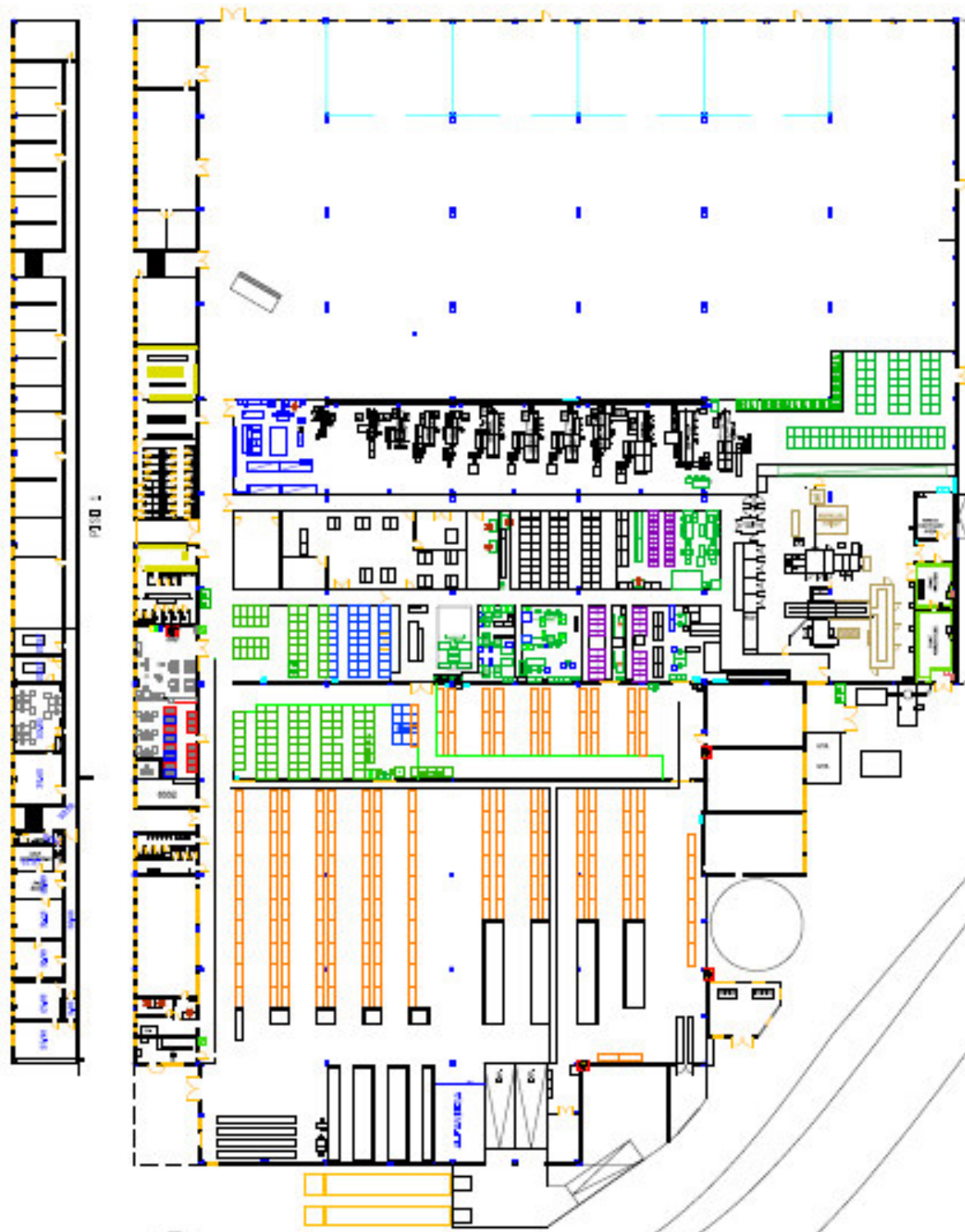
Estudar a possibilidade de realizar o processo em ambiente controlado de temperatura e humidade.

Referências

- ANASTACIO, M. O. (2014). SEGURANÇA DO TRABALHO EM MAQUINA TAMPOGRÁFICA. /// *Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento* (p. 10). São Paulo: UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ.
- Carvalho, J. P. (2013). *Definição de condições de pintura de peças para autorrádio*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- Dixon Engineering & Sales Co. (28 de Janeiro de 2016). Obtido de dixoneng: <http://www.dixoneng.com/Catalogs/ap030510padprinting101%20%282%29.pdf>
- Duarte, F. M. (2015). Teoria de adesão e tratamentos superficiais. Guimarães: Universidade do Minho.
- ENGINEERED PRINTING SOLUTIONS. (14 de Março de 2016). *ENGINEERED PRINTING SOLUTIONS*. Obtido de epsvt: <http://www.epsvt.com/Inks/Ink-Consumables/pad-printing-ink-consumables>
- Goldschmidt, A., & Streitberger, H.-J. (2007). *Basics of Coating Technology*. Hannover: Vincentz.
- Izdebska, J., & Thomas, S. (2016). *Printing on Polymers*. Warsaw: Elsevier Inc.
- Krebs, F. C. (2009). Fabrication and processing of polymer solar cells: A review of printing and coating techniques. *ELSEVIER*, 394-412.
- Lee, T.-M., Hur, S., Kim, J.-H., & Choi, H.-C. (2009). EL device pad-printed on a curved surface. *JOURNAL OF MICROMECHANICS AND MICROENGINEERING*, 10.
- LTD., E. S. (2 de Fevereiro de 2016). *E3 SYSTEMD LTD*. Obtido de e3systems.ca: http://www.e3systems.ca/uploads/Pad_Printing_Theory.pdf
- Martins, P. (2009). *Tintas e Vernizes*. Gold Icep, Monte Castelo.
- microPrint. (1 de Fevereiro de 2016). *MicroPrint LC GmbH*. Obtido de microprint.ch: <http://www.microprint.ch/pdf/The-pad-printing-book.pdf>
- Pröll KG. (2 de Fevereiro de 2016). Obtido de proell: http://www.proell.de/_files/pdf/Pad%20Printing%20Theory%20and%20Practice.pdf
- Ryntz, R. A., & Yaneff, P. V. (2003). *Coatings of Polymers and Plastics*. Basel: Marcel Dekker, Inc.
- TampoPrint. (04 de 04 de 2016). *TampoPrint*. Obtido de www.tampocanada.com: <http://www.tampocanada.com/printing-pads>
- Teca-Print. (2 de Fevereiro de 2016). *Kayedee making solutions*. Obtido de kayedee: <http://www.kayedee.co.uk/>
- Tracton, A. A. (2006). *Coatings Technology Handbook* (3th ed.). Edition Taylor & Francis Group.

Anexos

Anexo 1- Layout do edificio 2



Anexo 2 – Tampões normais e tampões anti-estáticos

Tampão Normal

Os tampões de silicone *standard* (Figura 38) são recomendados para longos trabalhos de tampografia com poucos *changeovers*. Estes são os tampões mais populares e estão disponíveis em todos os tamanhos e durezas *standard* da Tampoprint. Estes podem ainda ser produzidos/fabricados à escolha do cliente. Caracterizam-se por:

- Cor de tijolo;
- Boa durabilidade;
- Resistência à abrasão;
- Boa qualidade de impressão em produções de longa duração.



Figura 38 – Exemplo de tampões normais

Tampão Anti-estático

Os tampões de silicone anti-estáticos (Figura 39) são recomendados para inícios rápidos de tampografia e são apropriados para superfícies com grande carga estática como o ABS, Poliestireno e Acrílico. São muito bons para condições de baixa humidade, especialmente nos meses de inverno. Este tipo de tampão começaram a ser populares devidos às suas propriedades anti-estáticas e longo ciclo de vida. Caracterizam-se por:

- Propriedades anti-estáticas;
- Permite um rápido começo de produção;
- Elevada resistência mecânica;
- Adequados para tintas UV;

- Excelente absorção de tinta. (TampoPrint, 2016)



Figura 39 – Exemplo de tampões anti-estáticos

Anexo 3 – Imagens obtidas para cada tipo de profundidade de clichê

Profundidade do clichê 18 μm

Número da imagem	Imagem obtida
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

11	
12	

Profundidade do cliché 20 μm

Número da imagem	Imagem obtida
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

9	
10	
11	
12	

Profundidade do cliché 22 μm

Número da imagem	Imagem obtida
1	
2	
3	
4	
5	

6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Profundidade do cliché 24 μm

Número da imagem	Imagem obtida
1	
2	

3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Anexo 4 – Ficha de Setup

DELPHI

FICHA DE SETUP PADPRINT

Data:

Hora Inicio:

DOC nº	5	01	Relatório			Tamponadas	
Project	VOLVO TEA2+		PART SET	INNER		2	☐
Maq.	PL-TAMP-001						

TINTA / MISTURA				
	Tinta	Hardener	Solvente	Check
Mix Ratio (g)	100-110		17-20	☐
Paint	Cool Gray		TPV	☐
Part Number	28160594		43102	☐
Pot Life	8H			☐
Lote				
Quant. (g)				
				

Validade Tinta ok?

☐

Agitação

2 - 3 min

Viscosidade

Viscoespatula (s)

EQUIPAMENTOS		
Cliché 	Tampão 	Base + Ferramenta de Ajuste 

RESULTADOS	
Produção Hora Inicio Produção Hora Fim Produção Nº Pcs Produzidas Nº Pcs Rejeitadas	Qualidade Qualidade Padprint Posicionamento <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div> Preparado Produção </div> <div> Validado Produção </div> <div> Verificado Qualidade </div> </div>

No caso de algum parâmetro fora:		Parâmetro	Valor	Razão da variação	Validação
1) Necessária a validação do resp. de sector					