

***Smart Packaging* e estudo de tecnologias emergentes
aplicáveis ao mercado de embalagens**

Hugo Mendes Magalhães

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor João Tavares

Orientador na Colep: Engenheiro Eduardo Monteiro



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Junho 2017

Ao meu pai (em memória)

Resumo

A presente dissertação resume o estudo desenvolvido em ambiente empresarial na temática *Smart Packaging*, ao longo de vinte semanas na Colep.

O crescente desenvolvimento tecnológico tem-se traduzido na sua aplicação em diversos objetos do quotidiano, inclusive nas embalagens. Este estudo incidiu sobre o *Smart Packaging* e tecnologias associadas, focando as suas aplicações nas temáticas de anti-contrafação, *Consumer Engagement* e *Active Packaging*. A aplicação destas tecnologias nas embalagens permite destacá-las das demais, possibilitando fornecer soluções verdadeiramente disruptivas nestas temáticas. Graças às suas capacidades, à adesão dos clientes às soluções fornecidas, e à perspectiva de crescimento deste mercado, os principais concorrentes da Colep têm vindo a fornecer cada vez mais soluções de *Smart Packaging*. Pelo acima referido, é de extrema importância, para a Colep, ser capaz de apresentar produtos neste mercado por forma a manter a competitividade que lhe é característica.

Com o objetivo de aumentar o conhecimento acerca de *Smart Packaging*, este estudo principiou por analisar as tecnologias aplicáveis em embalagens e de que forma poderiam ser utilizadas para oferecer soluções de valor acrescentado. Através do estudo das tendências do mercado, foi possível entender as potencialidades destas tecnologias. Após esta pesquisa, realizaram-se contactos com diversos fabricantes com o intuito de entender, de forma mais aprofundada, o funcionamento destas tecnologias, as possíveis limitações em embalagens de folha-de-flandres e respetivos modelos de negócio. Assim, foi possível realizar um *benchmarking* e selecionar as soluções mais benéficas. Com as tecnologias selecionadas, foram realizados protótipos que comprovaram a sua aplicabilidade em folha-de-flandres.

Com este estudo e respetivos protótipos, foi possível aumentar a competência da Colep no tema *Smart Packaging*, tendo, neste momento, capacidade de oferecer soluções de valor acrescentado aos seus clientes, não correndo o risco de perder quota de mercado por falta de conhecimento.

Smart Packaging and study of emerging technologies applicable to the packaging market

Abstract

This thesis report, summarizes the study developed in Smart Packaging throughout 20 weeks in Colep.

The upgrowing technological development is affecting everyday objects, including packaging. This study is about Smart Packaging and related technologies, focusing its applications in anti-counterfeit measures, Consumer Engagement and Active Packaging. These technologies allow the packaging to stand out, offering true disruptive solutions in these areas. Due to the abilities of these technologies, the client acceptance to the provided solutions and the perspective growth of this market, Colep's main competitors have been providing Smart Packaging solutions. Therefore, it's of extreme importance to Colep to be able to provide solutions in this market to keep its competitiveness.

This study started by studying the technologies applicable in packaging and how they could be used to provide added value solutions. Through the research of the existing solutions in the market it was possible to understand the potentialities of these technologies. After that, several suppliers were contacted to comprehend in a deeper way their operation, business models and possible limits of the application of such technologies in tinfoil packaging. Thus, it was possible to conduct a benchmarking and select the most beneficial solutions. Considering the selected technologies prototypes were made to prove its applicability in tinfoil.

With this review and prototypes, it was possible to increase Colep's expertise in Smart Packaging and, in result, the company is now able to provide added value solutions to its clients without compromising market share loss by lack of knowledge.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos colaboradores da Colep que sempre demonstraram total disponibilidade para me auxiliar.

Um agradecimento especial ao Eng. Eduardo Monteiro, elemento fulcral na realização deste projeto, que sempre demonstrou total dedicação e preocupação em fornecer-me todo o conhecimento e apoio necessário durante o decorrer deste projeto.

Aproveito também para agradecer ao Fábio Neto, colega da FEUP, ao António Fonseca, à Eng.^a Sofia Martins, à Eng.^a Mariana Oliveira, ao Eng. Mário Vaz, ao Eng. Renato Valente e ao Abel Pina por todo o auxílio que me forneceram e pela disponibilidade demonstrada. Um agradecimento à Cristina Oliveira, pela boa disposição e contagiante alegria com que sempre me brindou. Por fim, à Dr^a Fátima Jorge, pelo acompanhamento fornecido.

Quero também agradecer ao Prof. João Tavares, pelo excelente trabalho como orientador da faculdade e por toda a ajuda que me prestou nos vários problemas que surgiram no decorrer deste projeto.

À minha irmã, Joana, figura fundamental em toda a minha vida e responsável pelo meu sucesso escolar. À minha mãe por todo o apoio, carinho e conselhos dados, essenciais para aqui chegar. À minha avó, Rosa, fica também um agradecimento por todo o apoio dado ao longo da minha vida. Ao Júlio, amigo indispensável ao longo destes anos. Ao Tiago, pela ajuda na verificação desta dissertação.

Por fim, um agradecimento especial à Cristina, elemento fundamental na minha vida.

A todos os restantes que estiveram presentes, de uma forma ou de outra, o meu obrigado.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2. A Empresa	2
1.3. Objetivos do projeto	5
1.4. Planeamento	5
1.5. Estrutura da dissertação	6
2. Estado da arte	8
2.1. Internet of Things (IoT)	8
2.2. Impressão Digital	10
2.3. Smart Packaging	11
2.3.1. Intelligent Packaging	13
2.3.2. Active Packaging	21
2.3.3. Soluções existentes no mercado	24
3. Processo produtivo da Colep	40
3.1. Produção dos corpos	41
3.2. Produção das cúpulas:	45
3.3. Produção dos fundos:	48
3.4. Montagem	49
4. Desenvolvimento de protótipos	53
4.1. Anti-contrafação	53
4.1.1. Tecnologias existentes	55
4.1.2. Comparativo das tecnologias	58
4.1.3. Protótipos realizados	59
4.2. Consumer Engagement	77
4.2.1. Tecnologias existentes	78
4.2.2. Protótipos realizados	79
5. Conclusões e trabalhos futuros	82
5.1. Conclusões	82
5.2. Trabalhos futuros	83
Referências	84
ANEXO A: Instruções de trabalho	90
Ensaio de dobragem – Bend-test	90
Teste de aderência do verniz	97
Teste de resistência à abrasão	104
Determinação da resistência à riscagem	112

Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição do volume de negócio (Grupo RAR, 2016)	2
Figura 2 - Dispersão mundial da Colep - (Colep, 2014)	3
Figura 3 – Áreas de negócio	3
Figura 4 - Diagrama Organizacional	4
Figura 5 – Cronograma.....	6
Figura 6 - Internet of Things (MI Marketing e Internet, 2015)	8
Figura 7 - Impacto estimado de diferentes tecnologias em 2025 (McKinsey&Company, 2013)	9
Figura 8 - Impressão Offset (Pastre, 2014).....	10
Figura 9 – Comparativo de tecnologias de impressão (Pastre, 2014)	11
Figura 10 - Active and Intelligent Packaging (Rock LaManna , 2016)	12
Figura 11 – Bluetooth (Champlain College, 2016)	13
Figura 12 - Auscultadores Bluetooth (My Deal, 2016).....	13
Figura 13 – RFID transponders (Stamatiou, 2007)	14
Figura 14 - Android Pay (Alecrim, 2017b)	15
Figura 15 - Printed electronics (Inovations Report, 2015)	16
Figura 16 - Marca D'Água oculta (Digimarc, 2017a).....	16
Figura 17 - Marca D'Água visível (Lemes, 2012).....	17
Figura 18 - Alocação de informação nas duas tecnologias (No Secret, 2017).....	17
Figura 19 - Leitura QR Code com Smartphone (All India Word, 2015).....	18
Figura 20 - Realidade Aumentada (Patton, 2014)	18
Figura 21 - Tinta termocrómica (Beverage Daily , 2016)	19
Figura 22 - Time Temperature Indicator (Kreyenschmidt, 2011)	19
Figura 23 - Up-converting phosphor	20
Figura 24 - Marcador customizado (Sun Chemical, 2017)	20
Figura 25 - Saqueta com eliminador de oxigénio usada numa embalagem de carne (Refrigerated & Frozen Foods, 2013).....	21
Figura 26 - CrownSmart (Crown, 2017)	25
Figura 27 - Edição especial de garrafas (Steeman, 2015)	25
Figura 28 - Álbum interativo (Novalia, 2017).....	26
Figura 29 - Cerveja Oculto (Packaging Digest, 2016)	26
Figura 30 - Clickstick e respetiva aplicação (Volumetric Inc, 2016).....	27
Figura 31 - Tampa inteligente Water.Health (Water.IO, 2017)	27
Figura 32 - UWI Label (Harry, 2012)	28
Figura 33 - Monaco Cup (Packaging News, 2017)	29

Figura 34 - Suicide Squeeze (Fort George Brewery, s.d.).....	29
Figura 35 - Embalagem Party Safe (Demetrakakes, 2017)	30
Figura 36 - Garrafa Malibu e aplicação de Smartphone (Hall, 2016)	30
Figura 37 - YpsoMate [®] (Thinfilm, 2016a)	31
Figura 38 - Smart Cube (AIPIA, 2016)	31
Figura 39 - Smart Sunscreen (The Centre for Process Innovation , 2014).....	32
Figura 40 - HaRFest project	32
Figura 41 - Protótipo realizado pela Colep.....	35
Figura 42 - Aerossol ‘She is a Clubber’ (Aerobal, 2017).....	36
Figura 43 - NFC OpenSense (Thinfilm, 2016b).....	36
Figura 44 - QR Code+ (AGFA, 2017).....	38
Figura 45 - Digimarc Barcode (Digimarc, 2017a)	39
Figura 46 - Estrutura de um aerossol.....	40
Figura 47 - Máquina de corte primário.....	41
Figura 48 - Folha após corte primário	41
Figura 49 - Adição de verniz à folha	42
Figura 50 - Forno de secagem do verniz	42
Figura 51 - Alimentação de folha para impressão.....	43
Figura 52 - Unidades de impressão	43
Figura 53 - Secagem por radiação UV	44
Figura 54 - Corte transversal	45
Figura 55 – Corpos de aerossol	45
Figura 56 - Folhas para a produção de cúpulas	46
Figura 57 - Embutidura da cúpula	46
Figura 58 - Estágios de embutidura das várias cúpulas.....	47
Figura 59 - Adição de borracha à cúpula.....	47
Figura 60 - Secagem da borracha da cúpula.....	48
Figura 61 - Máquina de embutidura dos fundos.....	48
Figura 62 - Máquina de orlear os fundos.....	49
Figura 63 - Balote de corpos.....	50
Figura 64 - Enrolamento e soldadura dos corpos	50
Figura 65 - Adição e secagem do verniz no cordão de soldadura	50
Figura 66 - Cravação do fundo e cúpula no corpo do aerossol	51
Figura 67 - Ensaio de fugas	51
Figura 68 - Palete de aerossóis	52
Figura 69 - Palete de aerossóis pronta para expedição.....	52
Figura 70 - Ciclo de contrafação	53

Figura 71 - Laser e respetivo estojo.....	59
Figura 72 - Excitação do Up-converting phosphor com o laser cedido	60
Figura 73 – Aerossol com o marcador químico	60
Figura 74 - Provete após Bend-Test	61
Figura 75 - Provete do ensaio à costura.....	62
Figura 76 - Realização de ranhuras no verniz	63
Figura 77 - Resultados do teste de aderência do verniz	64
Figura 78 - Resultados do teste de porosidade	65
Figura 79 - Provete antes e depois do teste de abrasão	68
Figura 80 - Provete de teste de riscagem.....	69
Figura 81 - Embalagens para teste de vibração	70
Figura 82 - Teste de vibração	71
Figura 83 - Embalagens após teste de vibração.....	71
Figura 84 - Verificação da luz emitida	74
Figura 85 - Marca D'Água Digital e Realidade Aumentada.....	75
Figura 86 - Captura de tela do Smartphone	76
Figura 87 - Embalagens sem e com Marca D'Água Digital	76
Figura 88 - Tinta eletrónica	79
Figura 89 - Circuito desenhado em papel.....	79
Figura 90 - Condutibilidade da folha-de-flandres	80
Figura 91 - Circuito elétrico em embalagem metálica	80
Figura 92 - Circuito eletrónico em embalagem metálica com interruptor	81

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Classificação de resultados de ensaio à costura.....	62
Tabela 2 - Limite de aceitação do teste de aderência do verniz	64
Tabela 3 - Avaliação dos resultados do teste de porosidade	66
Tabela 4 - Aceitação resultados teste de abrasão	68
Tabela 5 - Intervalos de aceitação do teste de riscagem.....	69

1. Introdução

Esta Dissertação tem como base o trabalho realizado na empresa Colep Portugal S.A., resultado da parceria com a FEUP, enquadrando-se no 5.º ano do curso Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da especialização Produção, Conceção e Fabrico.

1.1. Enquadramento do projeto e motivação

“Uma embalagem deve proteger o que vende e vender o que protege” (Robertson, 2012a) é um ditado antigo que reflete bem a importância da função comunicativa das embalagens.

Além da comunicação, as embalagens têm mais três funções: contenção, proteção e conveniência.

As embalagens permitem conter um produto enquanto o protegem de ameaças à qualidade do produto, existentes no meio exterior. Estas ameaças podem ser líquidos, gases, odores, vapores, pó, forças e vibrações.

Além destas funções, as embalagens são desenhadas de forma a cativar o cliente através de um *design* conveniente para o uso quotidiano, como é o caso das refeições pré-aquecidas ou *snacks*, que acompanham as necessidades crescentes de alimentos de preparação rápida. A conveniência do *design* pode também ser verificada no tipo de fecho utilizado, sendo que no caso de produtos de consumo prolongado, como por exemplo detergentes, deve ser possível fechá-los novamente enquanto em perecíveis não é necessário (Robertson, 2012a).

A embalagem é o principal elemento diferenciador de um produto, sendo que deve cativar a atenção do cliente enquanto o informa acerca das características do mesmo e da respetiva empresa. Cada vez mais os consumidores baseiam as suas decisões nas informações disponíveis nas embalagens e menos na opinião de vendedores especializados, sendo a embalagem o “vendedor silencioso” (Emblem & Emblem, 2012). Apenas uma minoria de empresas tem capacidade financeira para grandes campanhas publicitárias, sendo que para as restantes, as embalagens tornam-se o melhor meio de comunicação com o consumidor final. O surgimento dos hipermercados garantiu aos consumidores uma maior variedade de escolha para cada produto, sendo cada vez mais importante o papel da embalagem em destacar o produto vendido (Sajuyigbe, Ayanleke, & Olasunkanmi, 2013).

Segundo Robertson (2012), *Smart Packaging* pode ser definido como a utilização de características de elevado valor acrescentado que melhorem a funcionalidade de um produto, nomeadamente características mecânicas, eletrónicas e químicas que melhorem a segurança e a eficiência. *Smart Packaging* pode ser dividido em *Intelligent Packaging* e *Active Packaging*, conceitos aprofundados no capítulo seguinte. O primeiro permite fornecer informação ao consumidor, ou seja, explora a função comunicativa da embalagem, enquanto o segundo permite aumentar o *Shelf life* (vida útil), isto é, aumenta a capacidade de contenção e proteção do produto (Robertson, 2012b).

Um estudo publicado pela *Grand View Research* prevê que o mercado *Smart Packaging* seja de \$26,7 mil milhões em 2024, sendo que em 2015 o seu valor foi de \$10,8 mil milhões (*Grand View Research*, 2016). Atendendo a que este é um mercado emergente, as maiores empresas de embalagens têm apresentado diversas soluções neste campo. Tendo em conta o acima referido, é de extrema importância, para a Colep, realizar um estudo aprofundado acerca do estado de arte das tecnologias disponíveis. Neste estudo terá de ser demonstrada a aplicabilidade das mesmas em folha-de-flandres e quais os modelos de negócio que os fornecedores apresentam. Desta forma, será possível organizar um portfólio com todas as tecnologias admissíveis, quais as suas vantagens e desvantagens e quais as mais-valias que apresentam para a Colep. Assim, será viável a seleção de soluções que tragam mais benefícios quer para os clientes quer para a Colep. Estes passam a dispor duma panóplia de soluções mais variada, enquanto a empresa não corre o risco de perder quota de mercado para os concorrentes, por falta de conhecimento.

Em suma, este projeto baseia-se no estudo das tecnologias de *Smart Packaging* e na sua aplicabilidade no processo produtivo das embalagens concebidas pela Colep.

1.2. A Empresa

A Colep, fundada por Ílido Pinho em 1965, inicia a sua atividade na área da produção de embalagens metálicas para biscoitos, bolachas e chocolates. O nome da empresa é um acrónimo e advém dos ascendentes do fundador Costa Leite Pinho (COLEP) (Noronha, 2015).

Desde o ano 2000, a Colep pertence ao grupo RAR (Refinarias de Açúcar Reunidas) sendo a principal geradora de volume de negócio do grupo. Na Figura 1, é possível verificar a contribuição, em percentagem, das várias empresas do grupo.

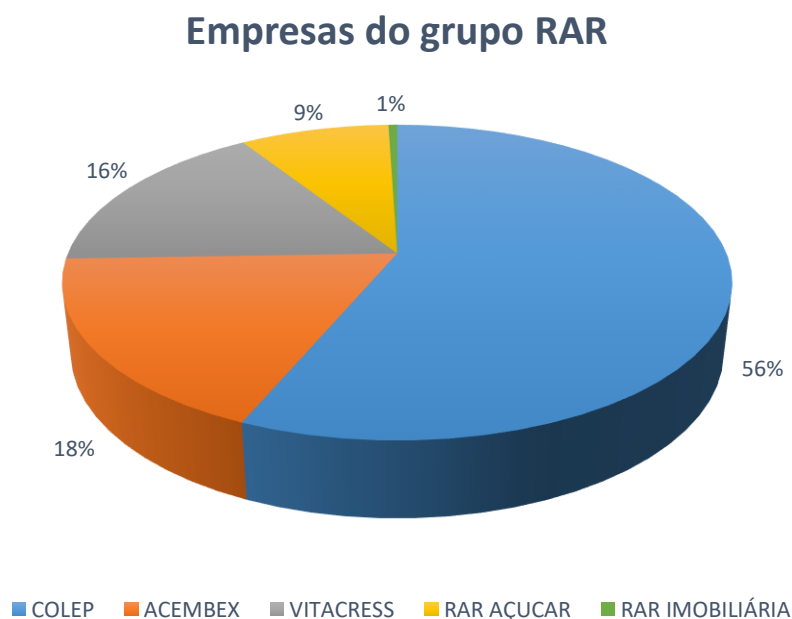


Figura 1 - Distribuição do volume de negócio (Grupo RAR, 2016)

A Colep tem 11 unidades produtivas distribuídas por 7 países, como é possível verificar na Figura 2, empregando 3200 colaboradores. Em 2013 realizou uma aliança estratégica com a One Asia Network que em 2014 ficou denominada ACOA (The Alliance of Colep & One Asia). Esta aliança garante uma rede de fornecimento global e um compromisso de partilha de conhecimentos e boas práticas (Colep, 2016) (Grupo RAR, 2017).



Figura 2 - Dispersão mundial da Colep - (Colep, 2014)

O segmento de mercado em que a Colep se insere é bens de consumo, sendo uma líder mundial quer em *Packaging*, quer em *Contract Manufacturing*, dividindo-se como apresentado na Figura 3 (Colep, 2016).

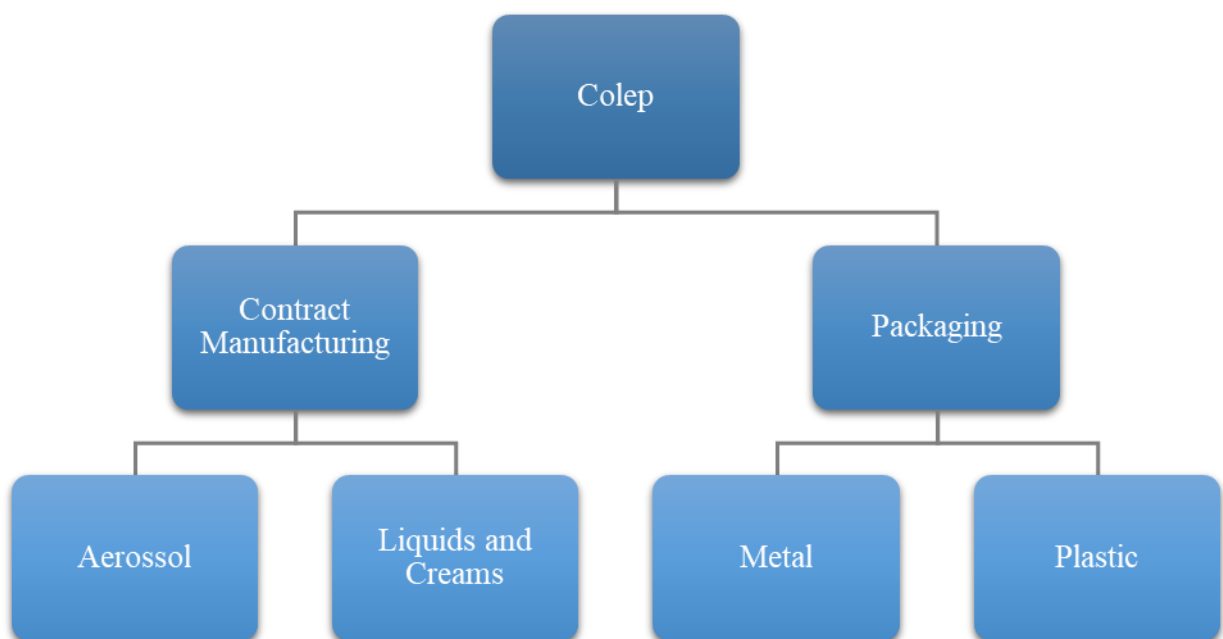


Figura 3 – Áreas de negócio

Aerosol Contract Manufacturing – formulação e enchimento de aerossóis.

Liquids and Creams Contract Manufacturing – similar à anterior, mas, neste caso, para líquidos e cremes.

Packaging - produz embalagens metálicas e plásticas.

De salientar a posição de liderança no mercado europeu de *contract manufacturing*. Paralelamente, é líder ibérica do mercado de embalagens industriais e um dos maiores produtores europeus de embalagens do tipo aerossol, em folha-de-flandres (Grupo RAR, 2017).

A Colep surgiu há cerca de 50 anos como uma pequena fábrica e, hoje em dia, é uma empresa multinacional de grande escala. Para tal, teve de se superar diariamente evoluindo de forma constante e sustentada, sem nunca perder o foco nas necessidades do mercado. Essa atitude continua presente no seio da empresa e, tendo em conta a rápida evolução tecnológica a que é possível assistir, achou-se adequada a criação de um departamento denominado *Special Projects*. Este departamento lidera projetos que, baseados na tecnologia de ponta, estudam a sua aplicabilidade e o interesse comercial na integração da mesma aos produtos/serviços disponibilizados. Diferencia-se do departamento *Corporate Marketing & Innovation* nos objetivos pretendidos, enquanto o *Corporate Marketing & Innovation* procura inovar do ponto de vista do produto, o *Special Projects* estuda soluções inovadoras, transversais a toda a divisão de *Packaging*, analisando as tendências do mercado global. Soluções estas que, apesar de poderem não ser utilizadas de imediato, garantem que a organização se mantém a par da constante inovação tecnológica, atuando quando estas se tornam comercialmente atrativas. Este conhecimento adquirido permite maior agilidade à Colep, permitindo rápida resposta a mudanças no mercado e às decisões dos concorrentes e possibilitando potenciais ganhos de quota de mercado. O projeto relativo a esta dissertação foi realizado neste departamento. Na Figura 4, é possível localizar o departamento na estrutura da empresa.

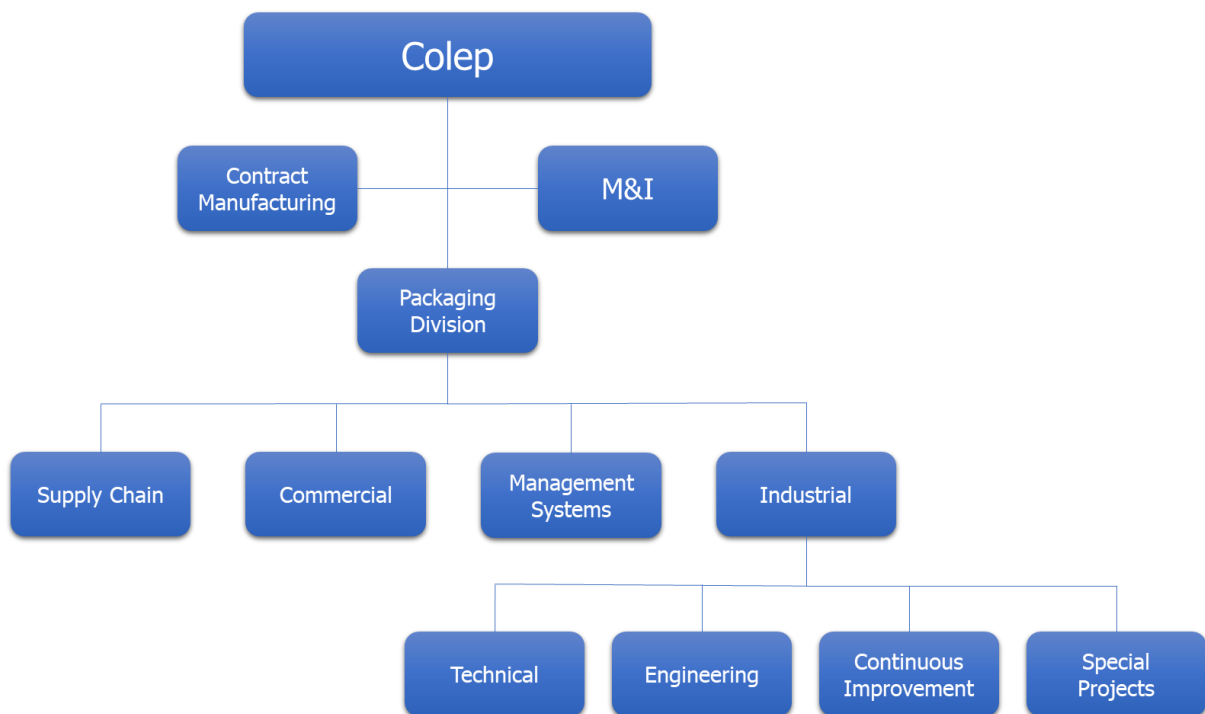


Figura 4 - Diagrama Organizacional

1.3. Objetivos do projeto

O objetivo deste trabalho é o estudo do conceito de *Smart Packaging*, e das tecnologias associadas, de forma a garantir a competitividade da Colep no mercado das embalagens. Como referido anteriormente, o mercado de *Smart Packaging* encontra-se em franco desenvolvimento e, tendo em conta que os concorrentes da Colep já começam a divulgar algumas soluções nesta área, torna-se de capital importância este estudo detalhado.

Para tal pretende-se conhecer:

- Tecnologias existentes e respetivo custo;
 - Quais são compatíveis com folha-de-flandres;
 - Aplicabilidade no processo produtivo atual;
 - Alterações necessárias ao processo por forma a aplicá-las;
 - Custo da implementação e posterior utilização;
- Posição dos concorrentes neste mercado.

Conhecendo as tecnologias, respetivos custos e proveitos, e evolução do mercado, é possível organizar um planeamento estratégico para o desenvolvimento de embalagens metálicas com a incorporação destas tecnologias. Só desta forma será possível para a Colep garantir a competitividade, já que os seus concorrentes apresentam soluções neste mercado emergente. De realçar também que as maiores empresas de *FMCG* (*Fast-Moving Consumer Goods*, ou bens de consumo de movimentação rápida), com as quais a Colep pretende trabalhar, já lançaram diversos produtos incorporando as tecnologias de *Smart Packaging*.

1.4. Planeamento

De modo a obter uma melhor distribuição temporal das tarefas a realizar, foi realizado um cronograma, visível na Figura 5. Este cronograma permite acompanhar a evolução do trabalho e detetar eventuais atrasos das tarefas. De notar que, o capítulo “Estado da arte” (“Chapter: State of the art”) está dividido em três categorias, de acordo com o fim a que se destinam.

Smart Packaging



Figura 5 – Cronograma

1.5. Estrutura da dissertação

A estrutura da dissertação apresenta-se de forma a facilitar a compreensão do leitor, estando organizada pelas ações tomadas durante a realização deste projeto, originando um fio condutor desde o surgimento do problema até à implementação de soluções.

Apresenta-se abaixo um resumo dos capítulos que compõem este documento.

Capítulo 2 - Estado da arte

Apresentação e descrição do tema *Smart Packaging* e das tecnologias aplicáveis nas embalagens. Divisão das tecnologias em três grupos: anti-contrafação, *consumer engagement* e *active packaging*, de acordo com a finalidade de cada uma. Exposição de soluções existentes.

Capítulo 3 - Processo produtivo da Colep

Descrição do processo produtivo da empresa em questão, estudando as várias etapas de cada ciclo.

Capítulo 4 - Desenvolvimento de protótipo/projeto

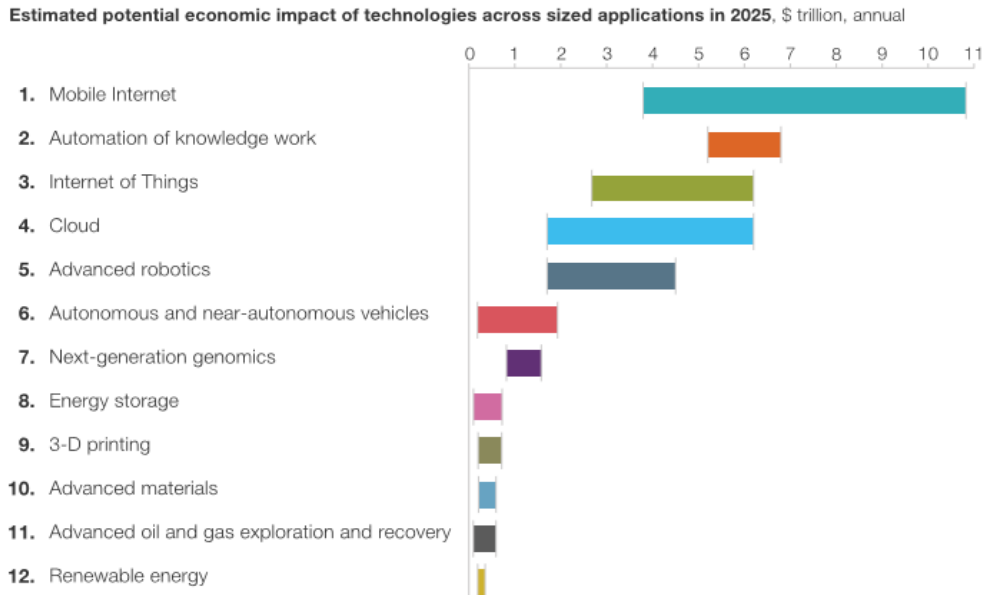
Estudo da aplicabilidade das tecnologias exploradas com o processo produtivos. No caso de incompatibilidade, estudar alterações necessárias ao ciclo produtivo para implementar a tecnologia. Realização de *benchmarking* com tecnologias encontradas. Contactos com fornecedores a fim de realizar ensaios/protótipos, utilizando as tecnologias escolhidas através do *Benchmarking*. Por fim, realização de testes mecânicos, aos protótipos realizados, por forma a garantir que a qualidade da embalagem com a tecnologia integrada é similar à embalagem original.


Capítulo 5 - Conclusões

Balço do trabalho realizado e avaliação das opções tomadas. Apresentação de opções de melhoria e trabalhos futuros.

tempo real, do estado do processo produtivo desde o início até ao fim, facilitando a percepção do que está a acontecer a cada item/produto em cada momento. Assim sendo, é possível localizar facilmente cada produto no armazém, identificar paragens na linha produtiva e, assim, tomar ações corretivas imediatas, entre outras informações obtidas, que permitem um aumento de eficiência do processo produtivo (James Manyika, 2013).

A gallery of disruptive technologies





#3 Internet of Things

Networks of low-cost sensors and actuators for data collection, monitoring, decision making, and process optimization

Potential economic impact in 2025 across sized applications of **\$2.7 trillion–\$6.2 trillion**

Offers potential to drive **productivity across \$36 trillion** in operating costs of key affected industries: manufacturing, health care, and mining

Component technologies	Key applications
<ul style="list-style-type: none"> Advanced, low-cost sensors Wireless and near-field communication devices—eg, RFID (radio frequency identification tags) 	<ul style="list-style-type: none"> Process optimization, especially in manufacturing and logistics Efficient use of natural resources—eg, smart-meter and smart-grid control of water and electricity Remote health-care delivery, sensor-enhanced business models

Figura 7 - Impacto estimado de diferentes tecnologias em 2025 (McKinsey&Company, 2013)

Na Figura 7, é possível verificar a importância a nível mundial da *IoT*, em 2025, segundo o estudo realizado pela *McKinsey*.

Após a análise do documento apresentado, é possível concluir que a comunicação entre os objetos do nosso cotidiano terá um papel preponderante no futuro. De salientar as tecnologias como veículos autônomos, impressão 3D e energias renováveis que, hoje em dia, são alvo de maior atenção terão um menor impacto que a *IoT*.

Este conceito é deveras importante na realização deste trabalho, já que as tecnologias abordadas no capítulo seguinte, aplicadas nas embalagens, permitem a comunicação entre estas e os dispositivos que as rodeiam, passando a fazer parte do *IoT* e beneficiando quer as empresas produtoras, quer os clientes finais.

2.2. Impressão Digital

A Impressão Digital (*Digital Printing*) é um processo de impressão que resulta da evolução tecnológica do processo mais amplamente usado, a Impressão *Offset*. A Impressão *Offset* surgiu na segunda metade do século XX e utiliza chapas de alumínio, em forma de rolo, como meio de gravação e transferência de tinta para o substrato. As imagens são separadas cor a cor e o local onde a cor é aplicada é definido por diferenças de profundidade na chapa, Figura 8. Assim sendo, para cada cor a aplicar, temos um conjunto de rolos destinados a essa cor estando gravados, nos mesmos, o local onde essa cor deve ser aplicada. A qualidade de impressão é superior à da Impressão Digital e permite imprimir em diferentes materiais desde papel até poliestireno, mas cada chapa cilíndrica é capaz de imprimir apenas uma imagem, ou seja, sempre que se pretende alterar a impressão, é necessário realizar chapas novas e trocá-las, o que implica um elevado tempo de *setup* e um custo associado (Pastre, 2014).

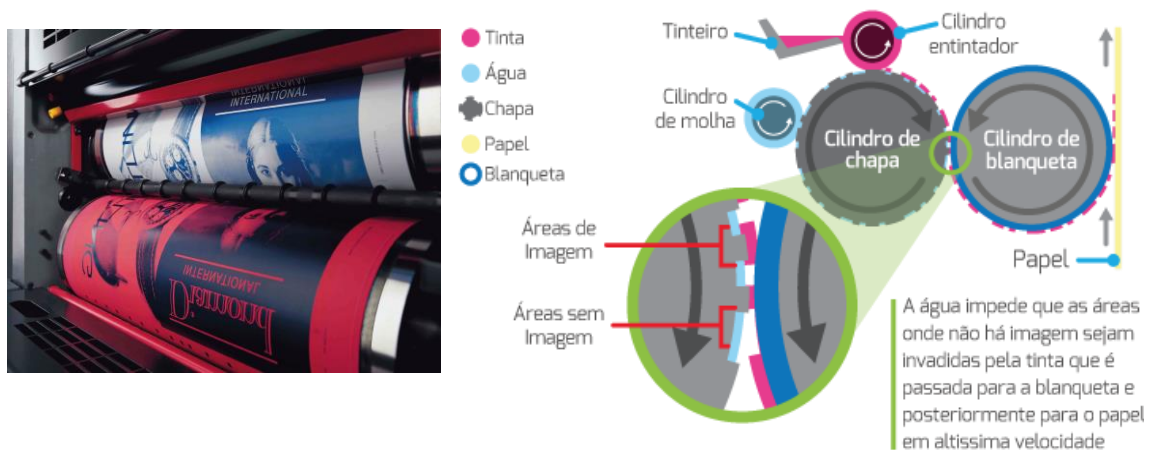


Figura 8 - Impressão Offset (Pastre, 2014)

Impressão Digital é a tecnologia que permite a impressão de um documento através de um ficheiro digital, que poderá estar localizado no computador, *tablet*, *Smartphone*, entre outros dispositivos. Esta tecnologia elimina a maior parte dos componentes mecânicos existentes na Impressão *Offset*, diminuindo, assim, o tamanho do equipamento e o custo do mesmo e evitando também a necessidade de produção de chapas metálicas para cada ficheiro/imagem diferente. Como tal, o tempo de *setup* é quase nulo, o que se torna vantajoso para pequenas séries de impressões. A tecnologia de Impressão Digital usando papel como substrato é amplamente utilizada, as impressoras digitais podem ser encontradas em quase todas as habitações, empresas e escolas. Com conceitos como o *JIT (Just in Time)* cada vez mais enraizados na cultura das empresas, é cada vez mais importante o aumento da flexibilidade, diminuindo, assim, o tamanho das séries de produção. Por essa razão, a Impressão Digital tem-se tornado mais

relevante (Cunliffe, 2013) (Pastre, 2014). Como resumo, apresentam-se na Figura 9, as principais diferenças entre as duas tecnologias de impressão.



Figura 9 – Comparativo de tecnologias de impressão (Pastre, 2014)

A Impressão Digital não é uma tecnologia diretamente relacionada com o conceito de *Smart Packaging*, já que não melhora a função comunicativa da embalagem, nem aumenta a capacidade de contenção e proteção do produto. Apesar disso, é fundamental para a integração de uma tecnologia falada mais adiante, os *Printed Electronics*, e para o conceito de serialização, já que permite a customização das embalagens à unidade.

2.3. Smart Packaging

Segundo Robertson, *Smart Packaging* pode ser definido como a utilização de características de elevado valor acrescentado que melhorem a funcionalidade de um produto, nomeadamente características mecânicas, eletrónicas e químicas que melhorem a segurança e a eficiência, dividindo-se em *Intelligent Packaging* e *Active Packaging* (Robertson, 2012b). É possível verificar na Figura 10 em que função da embalagem atuam. O mercado de *Smart Packaging* está em franco desenvolvimento, prevendo-se uma taxa de crescimento anual composta de 5,4% atingindo os \$52 mil milhões em 2025 (Research and Markets, 2017).

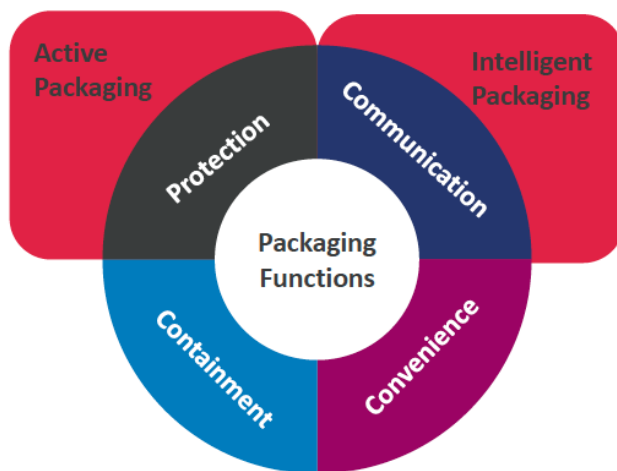


Figura 10 - Active and Intelligent Packaging (Rock LaManna , 2016)

De seguida apresentam-se as tecnologias utilizadas em *Smart Packaging*, neste momento, divididas por *Intelligent Packaging* e *Active Packaging* de acordo com a finalidade pretendida.

2.3.1. Intelligent Packaging

Intelligent Packaging pode ser definido pela adição de funções inteligentes às embalagens tradicionais, tais como sensorização, gravação de dados, localização e comunicação. Estas funções permitem aumentar a capacidade comunicativa da embalagem, não só como ferramenta de *Marketing*, mas também para fornecer informações acerca do estado do produto que contém, facilitando decisões que permitam aumentar a vida útil do produto (Pankaj, 2015).

De seguida, apresentam-se tecnologias que permitem às embalagens realizar as funções acima referidas.

Bluetooth

Bluetooth é uma tecnologia de comunicação sem fios de baixa energia. Esta comunicação é feita através de radiofrequência e é utilizada em diversos aparelhos como *Smartphones*, auriculares, teclados, impressoras, computadores, sapatilhas, relógios e automóveis, Figura 11 e Figura 12. Surgiu devido ao consórcio *Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group)* formado em 1998 e, inicialmente, foi constituído pela Ericsson, Intel, IBM, Toshiba e Nokia. A diversidade de segmentos de mercado, a nível das tecnologias, em que estas empresas operavam, impulsionou a formação de padrões que permitissem que a utilização desta tecnologia entre os mais variados dispositivos estivesse garantida. O alcance desta tecnologia varia entre 1 e 100 metros, estando dividida nas seguintes classes:

- Classe 1 - potência máxima de 100 mW (miliwatt), alcance de 100 metros;
- Classe 2 - potência máxima de 2,5 mW, alcance de 10 metros;
- Classe 3 - potência máxima de 1 mW, alcance de 1 metro.

A classe 2 é a classe mais comum, sendo utilizada na maior parte dos dispositivos móveis comercializados. A primeira versão desta tecnologia (*Bluetooth 1.0*) permitia velocidades de transferência de 721 Kb/s enquanto a mais recente (*Bluetooth 4.2*) permite 24 Mb/s. No final de 2016, foi apresentada a versão 5.0, que tem como objetivo aumentar o alcance até 40 metros e velocidades de 50 Mb/s (Alecrim, 2017a) (Bluetooth, 2017).



Figura 11 – Bluetooth (Champlain College, 2016)

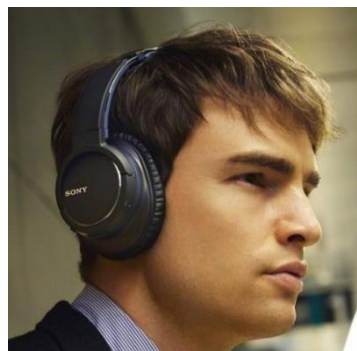


Figura 12 - Auscultadores Bluetooth (My Deal, 2016)

RFID

A tecnologia RFID, *Radio Frequency Identification* ou, em Português, Identificação por Radiofrequência, utiliza ondas rádio para a transmissão de informação entre dois dispositivos. O dispositivo que guarda a informação, normalmente, um número de série identificador do objeto/pessoa, denomina-se RFID *tag* (etiqueta) ou *transponder* (*Transmitter-responder*), o que recebe denomina-se leitor. Esta tecnologia foi desenvolvida para substituir o código de barras já que o último necessita de proximidade, ângulo correto e tempo de leitura suficiente para que o leitor o possa identificar. A tecnologia RFID permite a leitura de informação de forma mais expedita e através de diferentes materiais como cimento, plástico, madeira, vidro e papel. A utilização desta tecnologia é mais generalizada no setor comercial, no qual, quando o cliente sai da loja, o leitor obtém o número de série da etiqueta RFID, compara esse número de série aos registos de pagamento e, se artigo não tiver sido pago, ativa o alarme. A sua utilização é cada vez maior no controlo logístico e em linhas de produção, já que informa em tempo real a sua localização, favorecendo o controlo dos *stocks* e a verificação de problemas/paragens na linha produtiva, sendo as etiquetas aplicadas quer em produtos quer em aglomerados, como paletes (nControl, 2015).

Segundo o estudo realizado pela *Grand View Research*, as etiquetas RFID contabilizaram mais de 60% do volume global de *Smart Labels* (etiquetas inteligentes) em 2015, e é esperado um aumento nos próximos nove anos tendo em conta a crescente procura nos sectores de retalho. O volume global de *Smart Labels* foi de \$4,21 mil milhões em 2015 (Grand View Research, 2017).

Existem dois tipos de etiqueta RFID: passiva e ativa. A passiva serve apenas para operações de leitura (*read-only*) e, como a sua energia de funcionamento é fornecida pelo leitor por forma de ondas eletromagnéticas, tem teoricamente um tempo de vida ilimitado. A ativa permite operações de leitura e de escrita sendo alimentada por uma bateria interna, o que lhe diminui a vida útil para cerca de dez anos. Em termos de formato existem diversos, desde plastificadas até às ingeríveis e implantáveis, ver Figura 13 (nControl, 2015).

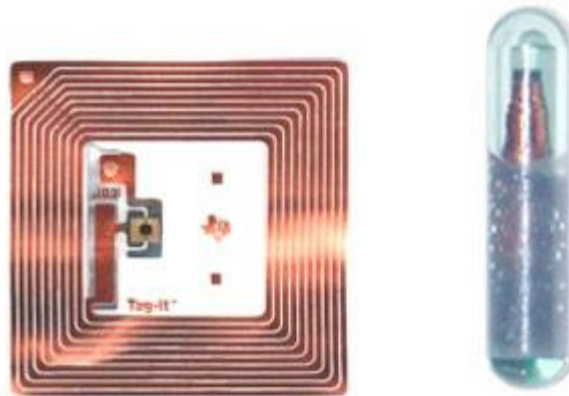


Figura 13 – RFID *transponders* (Stamatiou, 2007)

NFC

NFC (*Near Field Communication*) é uma tecnologia de comunicação sem fios de alta frequência (HF) que evoluiu da tecnologia RFID, usando também radiofrequências para a transmissão de dados. Devido ao chip que utiliza, esta tecnologia está limitada a uma distância de 10 cm entre dispositivos, permitindo um gasto de energia inferior aos outros meios de comunicação *wireless*. Nesta tecnologia é desnecessário qualquer tipo de senha ou ação, basta o utilizador aproximar os dispositivos, e a ação programada sucede. O baixo alcance desta tecnologia é uma vantagem já que permite ao utilizador selecionar quais as etiquetas (*tags*) NFC

que pretende acionar. Em termos de utilização, esta tecnologia é usada em pagamentos de multibanco, Figura 14, identificação pessoal (funcionários de uma empresa) e direcionamento para conteúdos. De notar que a última utilização é a mais preponderante, já que, hoje em dia, as estratégias de marketing de várias empresas passam pela utilização de etiquetas NFC espalhadas por variados sítios para direcionar os utilizadores para conteúdos como vídeos, jogos, *websites*, entre outros. A utilização desta tecnologia para pagamento de multibanco tem aumentado muito e funciona da seguinte forma: o *Smartphone* recebe a informação que o cartão de multibanco tem e guarda-a, quando for necessário realizar um pagamento de cartão, é possível realizá-lo com o *Smartphone* se o terminal multibanco for compatível com a tecnologia NFC, já que, o *Smartphone* reproduz o código que recebeu do cartão de multibanco (Alecrim, 2017b) (Faulkner, 2015) (Graças, 2013).



Figura 14 - Android Pay (Alecrim, 2017b)

Printed Electronics

As tecnologias de impressão, vulgarmente utilizadas para grafismos, têm começado a demonstrar potencialidade para impressão de componentes eletrónicos ou *Printed Electronics*. Esta evolução resulta da constante investigação nesta área, surgindo cada vez mais materiais semicondutores e condutores, compatíveis com as atuais formas de impressão. Neste momento, já é possível obter *Printed Electronics* através de flexografia, *offset*, serigrafia, rotogravura e impressão por jato de tinta (Impressão Digital). Esta tecnologia já foi usada para obter dispositivos como OLEDs (díodos de emissão de luz orgânicos), células fotovoltaicas, condensadores, sensores, antenas de micro-ondas ou, como é possível verificar na Figura 15, antenas NFC e LEDs, neste caso impressos em papel (Wojcik, 2013). No último exemplo, a energia para o funcionamento dos LEDs é fornecida pelo *Smartphone*, através de NFC.

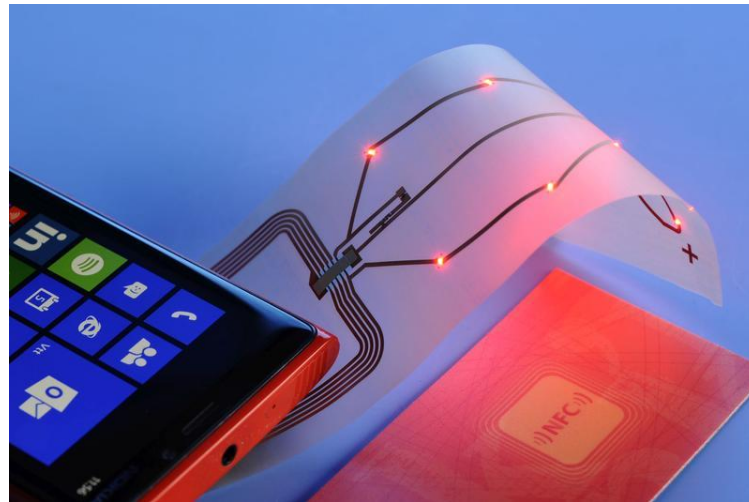


Figura 15 - *Printed electronics* (Inovations Report, 2015)

Marca D'Água Digital

Esta tecnologia tem como objetivo identificar o autor ou o proprietário intelectual do conteúdo onde está inserida. Esta identificação pode ou não estar oculta e é utilizada em imagens, áudio, texto, *software* e vídeo. A evolução das tecnologias e dos meios de comunicação impulsionou a difusão global de todos os conteúdos, o que facilita a duplicação e a modificação de tudo, quer seja de documentos, músicas, automóveis ou aerossóis (Nunes, 2008) (Allen, 2015).

Marca D'Água visível (Figura 17) – Ao ser visível, esta tecnologia tenta inibir a utilização comercial indevida do produto, quer ele seja uma imagem, um vídeo ou uma música. Ao serem visíveis, estas Marcas D'Água são também mais frágeis, já que se sabe exatamente onde estão inseridas, facilitando a sua remoção.

Marca D'Água invisível (Figura 16) – Estas Marcas D'Água são mais utilizadas para comprovar os direitos de autor sobre o conteúdo. Mesmo depois de modificado ou copiado, o conteúdo mantém a marca d'água incluída, comprovando o criador do mesmo (Da Silva, 2014).



What you see vs what the scanner sees

Figura 16 - Marca D'Água oculta (Digimarc, 2017a)



Figura 17 - Marca D'Água visível (Lemes, 2012)

QR Code

QR Code (Quick Response Code) é uma tecnologia que evoluiu do Código de Barras. O *QR Code* surgiu em 1994, criação da empresa *Denso-Wave*, a pedido da indústria automóvel Japonesa, que pretendia um melhor sistema de catalogar as peças nas linhas de produção. Um Código de Barras apenas guarda informação segundo uma direção enquanto um *QR Code* guarda informação segundo duas dimensões, permitindo um maior armazenamento de informação, ver Figura 18. Os Códigos de Barras permitem o armazenamento de 20 dígitos enquanto um *QR Code* permite armazenar até 7.089 caracteres, sendo eles alfabéticos, números, símbolos, binários ou Kanji e Kana (alfabeto Japonês). Para a leitura de *QR Code* basta ter um dispositivo com câmara fotográfica e uma aplicação de leitura, ver Figura 19. Estes códigos podem direcionar o utilizador para conteúdos como aplicações, vídeos, mensagens e *websites*. A utilização dos *QR Codes* prende-se em grande parte com ações de *Marketing*, onde se direciona o utilizador para conteúdos como campanhas publicitárias, *flyers* ou perfis de empresas nas redes sociais (WhatIs.com, 2013) (No Secret, 2017) (Techo, 2014).



Figura 18 - Alocação de informação nas duas tecnologias (No Secret, 2017)

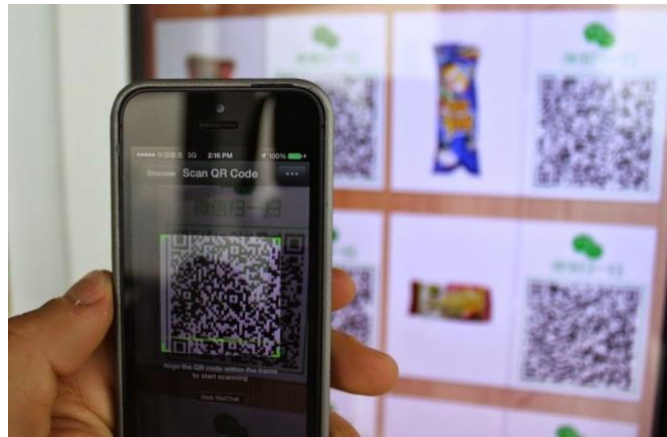


Figura 19 - Leitura QR Code com Smartphone (All India Word, 2015)

Realidade Aumentada

Realidade Aumentada é a tecnologia que se baseia na sobreposição de objetos virtuais às imagens reais. O dispositivo (computador, *tablet*, *Smartphone*) necessita de uma câmara de modo a captar as imagens reais e um monitor para apresentar o resultado final. O modo de funcionamento é o seguinte: o dispositivo utiliza as imagens que recebe da câmara e adiciona objetos virtuais à imagem, sendo o resultado dessa junção apresentado no monitor, Figura 20. As utilizações mais comuns desta tecnologia registam-se na área dos jogos (ex: *Invizimals*, *Pokémon Go*, etc.), mas ultimamente têm existido esforços de modo a utilizar esta tecnologia de uma forma mais abrangente no quotidiano (Hautsch, 2009) (Pozzebon, 2014).



Figura 20 - Realidade Aumentada (Patton, 2014)

Tintas termocrômicas

Termocromismo é a capacidade que um material tem de alterar a sua cor dependendo da temperatura a que está sujeito. Existem tintas termocrômicas reversíveis e irreversíveis, considerando se, depois de um ciclo aquecimento-arrefecimento, voltam à cor inicial. A primeira aparição comercial das tintas termocrômicas foi na década de 1970, no Anel do

Humor, um anel que mudava de cor, dependendo da temperatura superficial do dedo do utilizador. Atualmente, as tintas reversíveis utilizam-se principalmente para *Marketing* de produtos enquanto as irreversíveis se utilizam para verificar a qualidade de produtos (como alimentos, medicamentos, entre outros), ao demonstrar se o produto foi sujeito a uma temperatura que o danifica. Na Figura 21, é possível verificar os dois estados da embalagem, quando a embalagem arrefece o suficiente, as pedras de gelo tornam-se visíveis, indicando ao consumidor que a bebida já se encontra suficientemente fresca para consumo (Silva, 2016).



Figura 21 - Tinta termocrómica (Beverage Daily , 2016)

Time Temperature Indicator (TTI)

Time temperature indicator, ou indicadores de tempo e temperatura, são utilizados para identificar a temperatura a que esteve exposta a embalagem durante um período de tempo.

Esta tecnologia é normalmente aplicada em etiquetas e as utilizações mais comuns passam por identificar se o produto foi exposto a temperaturas superiores às definidas, usadas por exemplo para verificação de processos de desinfeção. Outra possível utilização passa por, tendo em conta a temperatura a que o produto foi sujeito ao longo do tempo, demonstrar através dum símbolo visual a qualidade do mesmo (Biji, Ravishankar, Mohan, & Gopal, 2015). Esta tecnologia pode parecer similar às tintas termocrómicas irreversíveis, mas a diferença, neste caso, é o conceito de tempo. Para determinada temperatura há uma quantidade de tempo a que a embalagem pode estar exposta sem estragar o conteúdo. O estado de conservação do produto, cuja informação é fornecida por esta tecnologia, depende da temperatura e do tempo a que esteve sujeito à mesma.

Na Figura 22 é possível verificar um exemplo desta tecnologia, enquanto a cor da etiqueta não for cinzenta, o produto está adequado para consumo.



Figura 22 - *Time Temperature Indicator* (Kreyenschmidt, 2011)

Marcador Químico (Chemical Marker)

Esta tecnologia é utilizada para aplicações de anti-contrafação, sendo um composto químico, líquido ou em pó, que se adiciona à embalagem. Estes marcadores são invisíveis a olho nu, sendo apenas detetáveis por equipamentos próprios. Dividem-se em duas categorias:

- *Up-converting phosphors* – Pó cerâmico, que, quando excitado por um laser de luz infravermelha, emite luz visível. A luz emitida pode ser de várias cores. Estes marcadores são disponibilizados por vários fornecedores, pelo que a sua utilização por si só não é uma medida forte de anti-contrafação (Microtrace, 2017a) (US Patente Nº 6,030,657, 2000) Figura 23, é possível verificar um ponto de luz na tinta amarela, no local onde o feixe laser incide.



Figura 23 - *Up-converting phosphor*

- Marcadores customizados – Estes marcadores são produzidos em específico para o cliente, sendo que a cada cliente é atribuído um marcador diferente. Os marcadores mais utilizados são produzidos tendo por base uma mistura de moléculas químicas ou mesmo sequências de ADN sintético. A sua verificação é realizada através de dispositivos próprios que verificam a existência do marcador, como é possível visualizar na Figura 24. A personalização do marcador faz com que estes sejam mais difíceis de copiar do que os anteriores (Microtrace, 2017b) (DNA Technologies, 2017).



Figura 24 - Marcador customizado (Sun Chemical, 2017)

2.3.2. Active Packaging

Active Packaging pode ser definido como uma embalagem que tem a capacidade de aumentar a vida útil de um produto, mantendo a qualidade do mesmo. Este aumento é atingido através da interação entre embalagem, ambiente e produto, sendo esta interação causada por substâncias que a embalagem absorve ou liberta, com o intuito de aumentar a validade do produto (Biji, Ravishankar, Mohan, & Gopal, 2015).

De seguida, apresentam-se tecnologias que permitem, como referido acima, aumentar a vida útil de um produto.

Oxygen scavengers (Removedores de oxigénio)

Os *oxygen scavengers* (removedores de oxigénio) permitem diminuir a presença de oxigénio dentro de uma embalagem. Estes têm maior relevância no sector alimentar, pois a presença de oxigénio é o principal diminuidor da vida útil (*Shelf Life*) dos produtos, já que degrada as vitaminas e impulsiona o desenvolvimento microbiano. As tecnologias de embalamento em vácuo e o embalamento em atmosfera inerte (com recurso a N₂, CO₂) são amplamente utilizadas e permitem a diminuição de cerca de 90-95% da quantidade de oxigénio presente na embalagem. Os removedores têm a capacidade de manter a quantidade de oxigénio em cerca de 0.01%, o que seria impossível com qualquer outra tecnologia de embalamento, incluindo as referidas acima. As suas vantagens baseiam-se:

- Na prevenção da oxidação;
- Na prevenção do crescimento de seres aeróbicos;
- Na ausência da necessidade de preservantes e antioxidantes;
- Na possibilidade de serem mais económicos e eficientes do que o embalamento em atmosfera inerte e em vácuo;
- Na diminuição do metabolismo dos alimentos.

Os eliminadores de oxigénio podem funcionar por:

- Oxidação de ferro e sais de ferro;
- Oxidação de ácido ascórbico e ácidos gordos insaturados;
- Oxidação enzimática através da utilização da enzima glucoseoxidase.

Os removedores de oxigénio podem ser aplicados em etiquetas, fitas ou saquetas, dentro da embalagem (Prasad & Kochhar, 2014). Na Figura 25, encontra-se um exemplo desta tecnologia aplicada numa saqueta.



Figura 25 - Saqueta com eliminador de oxigénio usada numa embalagem de carne (Refrigerated & Frozen Foods, 2013)

Ethylene scavengers (Removedores de etileno)

O etileno é uma fito-hormona que causa a rápida deterioração de frutas e vegetais frescos. Esta deterioração deve-se à maturação e conseqüente degradação da clorofila existente. São especialmente importantes para legumes e frutas mais sensíveis ao etileno como é o caso de bananas, mangas, maçãs, tomates, cebolas e cenouras. Estes sistemas usam componentes como permanganato de potássio, que oxida o etileno em dióxido de carbono e água, ou paládio, que tem maior capacidade de absorção do que o anterior, em casos de humidade relativa elevada. Podem também ser usadas películas de polietileno, que permitem a absorção de etileno, etanol, acetato de etilo, amónia e sulfato de hidrogénio (Prasad & Kochhar, 2014).

Absorvedor/libertadores de sabor e odor

A adição de sabor e odor aos alimentos aumenta a receptividade do consumidor a determinado produto, já que é um fator determinante na escolha de produtos. Esta tecnologia permite manter a sensação de frescura de um produto durante mais tempo, podendo também camuflar um mau estado de conservação do produto, sendo muito perigoso para a saúde. Por esta razão, foi proibida a sua utilização na Europa e nos Estados Unidos da América, sendo ainda utilizada no Japão e nas refeições do Exército Norte-Americano de modo a tornar as mesmas mais apetitosas (Kerry & Butler, 2008) (Prasad & Kochhar, 2014).

Antimicrobianos

O crescimento microbiano é um dos problemas no embalamento de produtos da indústria alimentar. Este crescimento diminui as qualidades dos produtos, originando libertação de odores e alteração das propriedades como sabor, cor e textura. Em alguns casos, a libertação de toxinas pode causar problemas de saúde no consumidor, obrigando à recolha de todos os produtos, manchando a imagem da empresa. Os métodos tradicionais de preservação dos alimentos incluem a secagem, a refrigeração, a irradiação, o embalamento em atmosfera controlada e a adição de sais ou de agentes antimicrobianos.

A adição de antimicrobianos pode ser feita:

- Dentro da embalagem, numa saqueta;
- Dispersos dentro da embalagem;
- Cobrindo o interior da embalagem com uma película antimicrobiana;
- Macromoléculas antimicrobianas que permitem a formação de um filme ou matriz comestível.

Os materiais usados, que contêm propriedades antimicrobianas, podem ser etanol, dióxido de carbono, antibióticos, ácidos orgânicos, dióxido de cloro, entre outros (Prasad & Kochhar, 2014) (Corrales, Fernandez, & Han, 2013).

Antioxidantes

A oxidação das gorduras é a segunda maior causa de desperdício de alimentos, ficando apenas atrás do desenvolvimento de micro-organismos tendo como conseqüências a alteração do sabor e do odor dos alimentos, degradação da textura e alteração dos valores nutricionais. A utilização de removedores de oxigénio e antioxidantes pode abrandar a oxidação, no entanto, os radicais, nomeadamente os radicais oxo, hydroxilo, e superóxido são os principais causadores de oxidação e derivam do oxigénio. Assim sendo, a oxidação pode ser evitada removendo os radicais aquando da sua formação e, para isso, podem ser utilizados diferentes métodos, como:

-A utilização de um verniz contendo um agente antioxidante natural proveniente de extrato de rosmaninho;

-A utilização de um filme contendo α -tocoferol;

O conteúdo de antioxidante vai diminuindo devido à difusão do mesmo através do filme e consequente evaporação, esta diminuição pode ser prevenida adicionando uma camada extra de filme (Prasad & Kochhar, 2014).

Absorvedores/libertadores de dióxido de carbono

A adição de dióxido de carbono em certos produtos como carne fresca, peixe e queijo diminui o crescimento microbiano. Por essa razão, valores de dióxido de carbono entre 10-80% permitem um aumento da vida útil dos produtos, já que o desenvolvimento microbiano provoca uma degradação mais rápida desses alimentos.

A remoção de dióxido de carbono é realizada principalmente em embalagens de café torrado fresco. Este produto liberta muito dióxido de carbono e, quando embalado hermeticamente, causa a rutura da embalagem, sendo, por isso, essencial a utilização de removedores de dióxido de carbono. A sua utilização permite a conservação das propriedades do café, já que substitui o processo de envelhecimento do mesmo (Biji, Ravishankar, Mohan, & Gopal, 2015).

Absorvedores de humidade

As variações de temperatura dentro de uma embalagem com humidade elevada podem conduzir à condensação da mesma, em água, facilitando o crescimento de bolores e bactérias. Produtos hortícolas, devido à sua transpiração, e carnes, devido à libertação da água dos tecidos, têm tendência para criar um ambiente mais húmido, dentro da embalagem, sendo que são um exemplo de produtos em que se verifica a utilização destes absorvedores. Estes absorvedores são normalmente compostos por um polímero, que é capaz de absorver uma quantidade de água igual a 500 vezes o seu peso, colocado entre duas camadas de um filme plástico microporoso (Robertson, 2012b).

Emissores de etanol

O etanol é usado como agente antimicrobiano há vários séculos. Atualmente, os emissores de etanol são utilizados, principalmente, em produtos de pastelaria que libertam muita humidade. Estes emissores apresentam-se em saquetas que absorvem a humidade libertada pelos alimentos, libertando etanol sob a forma de vapor. A utilização destes emissores permite uma vida útil dos produtos até 20 vezes superior, sendo as grandes desvantagens o facto de deixar odor nos alimentos e criar uma concentração de etanol de até 2% nos produtos. Para contrariar o odor deixado, colocam-se normalmente pequenas quantidades de baunilha ou outro aroma. A concentração de etanol não será problema para produtos que sejam aquecidos no forno antes do consumo, já que o etanol evaporará (Robertson, 2012b).

2.3.3. Soluções existentes no mercado

Na Colep dividem-se as tecnologias de *Smart Packaging* em três grupos, de acordo com o fim a que se destinam. Esta divisão facilita a apresentação das suas soluções aos clientes, dependendo da finalidade que pretendem atingir, quer seja aumentar as vendas, diminuir a contrafação ou aumentar a vida útil dos produtos.

Os grupos constituintes são:

- *Consumer Engagement* – Pode ser descrito como a intensidade da participação e ligação de um indivíduo, em relação às ofertas de uma organização (“*is the intensity of an individual’s participation in and connection with an organization’s offerings or organizational activities, which either the customer or the organization initiates.*”) (Vivek, Morgan, & Beatty, 2012). Com estas soluções pretende-se diferenciar o produto dos produtos concorrentes e aumentar a lealdade do cliente com a marca.
- Anti-contrafação – Como o nome sugere, inclui tecnologias que dificultem a contrafação dos produtos comercializados.
- *Active Packaging* – Como referido anteriormente, tem como principal objetivo aumentar o tempo de vida útil do produto.

Nesta pesquisa encontram-se exemplos das aplicações das tecnologias nas embalagens e fornecedores das mesmas. De salientar a escassez de exemplos de aplicação de tecnologias de anti-contrafação em embalagens, já que, como seria de esperar, a maioria das empresas não publicitam os métodos que utilizam para proteger os seus produtos. Como referido na introdução deste projeto, os principais concorrentes da Colep já oferecem soluções aos seus clientes neste tema e, como tal, apresentar-se-ão também as tecnologias que os principais produtores de embalagens metálicas oferecem aos seus clientes.

Tecnologias como Marca D’Água Digital, *QR Code* e NFC podem ser usadas quer para efeitos de anti-contrafação quer para *Consumer Engagement*, pelo que, por vezes, as empresas oferecem soluções que englobam os dois conceitos, fornecendo uma solução de valor acrescentado.

Consumer Engagement

Neste capítulo, principia-se por apresentar exemplos de aplicações das tecnologias nas embalagens e, no fim, apresenta-se uma lista dos principais fabricantes encontrados para as várias tecnologias.

CrownSmart™

Este serviço da *Crown*, produtora de embalagens metálicas, usa a tecnologia Realidade Aumentada para captar a atenção dos clientes e distribuir a informação pretendida pelos mesmos. A leitura do código, situado na parte inferior da aba da embalagem, permite o acionamento da Realidade Aumentada e também o direcionamento para conteúdos como informação do produto, campanhas promocionais (Crown, 2017). O seu funcionamento é visível na Figura 26.



Figura 26 - CrownSmart (Crown, 2017)

Martens

A *Martens* é uma empresa fabricante de cerveja belga que, em conjunto com um programa de TV nacional, lançou uma edição especial para promover uma das suas cervejas. Utilizando Realidade Aumentada, através de um *SmartPhone*, as personagens impressas nas garrafas “ganham vida” e, no caso de apontar o *SmartPhone* para duas garrafas diferentes, as personagens iniciam um diálogo entre si. As personagens são impressas nas embalagens PET (tereftalato de polietileno) através de Impressão Digital (*Digital Printing*) (Steeman, 2015). Na Figura 27, é possível ver as quatro garrafas que compõe a edição especial.



Figura 27 - Edição especial de garrafas (Steeman, 2015)

DJ Qbert - álbum interativo

Em parceria com a empresa *Novalia*, o artista DJ Qbert lançou um álbum em que a embalagem é interativa. Utilizando *Printed Electronics*, criou-se um álbum com componentes de uma mesa de mistura. O álbum é ligado através de *Bluetooth* a um computador e, com o *software* de DJing, é possível misturar música utilizando a capa do álbum (Novalia, 2017).

Atentando na Figura 28, é notável a diminuta espessura alcançada tendo em conta as funcionalidades que o álbum possui.



Figura 28 - Álbum interativo (Novalia, 2017)

Cerveja Oculito

Para o lançamento de uma edição especial da cerveja Oculito, a empresa *Anheuser-Busch* decidiu alterar a etiqueta, adicionando-lhe tecnologia. A edição especial utiliza sensores de pressão para detetar o toque do consumidor e, através de baterias impressas e LEDs (*light-emitting diodes*), emite luz quando sente contacto (Lingle, 2015). Na Figura 29, é possível ver, no centro do rótulo, os LEDs ligados e desligados, da esquerda para a direita respetivamente.



Figura 29 - Cerveja Oculito (Packaging Digest, 2016)

Clickstick

Criado pela *Volumetric Inc.*, é o primeiro desodorizante amigo do ambiente. Este desodorizante encontra-se emparelhado com uma aplicação de *Smartphone* permitindo controlar a dosagem de cada utilização, receber notificações de quando o aplicar e de quando o reencher. A capacidade de controlar a dosagem permite poupar desodorizante e evitar irritações de pele enquanto a capacidade de reenchimento evita cerca de 90% do desperdício de plástico (*Volumetric Inc*, 2016). Na Figura 30, apresenta-se este desodorizante e a aplicação de *Smartphone*.



Figura 30 - Clickstick e respetiva aplicação (Volumetric Inc, 2016)

Water.Health

É a última versão das tampas de garrafas inteligentes, produzidas pela empresa *Water.io*, e apresenta-se na Figura 31. Esta tampa, através de som, luz ou vibração, avisa o utilizador quando deve beber água e mede, através de sensores, a quantidade ingerida. É possível adicionar informações como peso, altura, sexo e idade para o cálculo da quantidade a consumir. Além do referido, é ainda possível adicionar suplementos à água, como vitaminas e minerais, calculando a aplicação e a quantidade a ingerir tendo em conta os suplementos. Todas estas funcionalidades são controladas e personalizáveis através da aplicação para *SmartPhone* *Water.Dashboard* (*Water.IO*, 2017).



Figura 31 - Tampa inteligente Water.Health (Water.IO, 2017)

UWI Label

Segundo a empresa *UWI Technology*, no Reino Unido, a confusão dos consumidores em torno da rotulagem dos alimentos contribui com mais de 15% nos 15 milhões de toneladas de alimentos desperdiçados anualmente (UWI Technology, s.d. a).

Produzida pela empresa *UWI Technology* é uma etiqueta, que permite verificar o estado de conservação do produto, tendo em conta o tempo decorrido desde a abertura. No momento da abertura do produto a etiqueta é rasgada, contabilizando o tempo decorrido e, tendo em conta a validade depois de aberto, demonstra o tempo restante para consumo. A barra verde vai progredindo ao longo do tempo, desde a abertura, até chegar ao fim da validade, quando surge a cor vermelha (UWI Technology, s.d. b). É possível verificar esta evolução na Figura 32.

Atualmente, a *UWI Technology* já se encontra a desenvolver uma nova versão desta etiqueta. Esta nova versão inclui sensores de temperatura, humidade e pressão, sendo os valores obtidos pelos mesmos tidos em conta no cálculo do prazo de validade do produto. Terá também a capacidade de comunicar com dispositivos ou outros produtos, fazendo parte da *IOT* (UWI Technology, s.d. c).



Figura 32 - UWI Label (Harry, 2012)

Monaco Cup

O Monaco Cup, apresentado na Figura 33, é um copo descartável desenvolvido pela empresa *Huhtamaki*, que utiliza tinta termocrômica para esconder um *QR Code*. Usado para café ou bebidas quentes permite direcionar o utilizador para promoções e ofertas graças ao *QR Code*. O uso de tinta termocrômica protege esse código de ser previamente utilizado, já que o *QR Code* só se torna visível quando o copo atinge determinada temperatura predefinida (Packaging News, 2017).



Figura 33 - Monaco Cup (Packaging News, 2017)

Suicide Squeeze

Lançada pela *Fort George Brewery*, é uma embalagem que contém tinta termocrómica. Os gráficos com tinta termocrómica só surgem quando a embalagem desce a uma certa temperatura. Isto permite ao consumidor saber de antemão se a cerveja está fresca o suficiente para consumo. É possível verificar, na Figura 34, da esquerda para a direita, o aparecimento da tinta termocrómica quando a temperatura é inferior à definida (Artist, 2016).



Figura 34 - Suicide Squeeze (Fort George Brewery, s.d.)

Party Safe

A empresa *Frito-Lay* desenvolveu uma embalagem de *snacks* que deteta a presença de álcool no hálito do consumidor e permite chamar rapidamente um veículo *Uber*. A embalagem inclui sensores de álcool, LEDs e uma etiqueta NFC. Na presença de álcool no hálito do consumidor, os LEDs da embalagem alteram a imagem apresentada, surgindo o texto “Se beber não conduza”, ver Figura 35. Utilizando um *Smartphone* com tecnologia NFC, permite chamar rapidamente um veículo *Uber* (Demetrakakes, 2017).



Figura 35 - Embalagem Party Safe (Demetrakakes, 2017)

Malibu

A empresa *Malibu* lançou um lote de 40.000 garrafas de rum para o mercado com etiquetas NFC. Esta campanha teve como objetivo aumentar o *Consumer Engagement* através da interação com o cliente final. A aplicação de *Smartphone* fornecia receitas de bebidas, concursos para distribuição de prémios como colunas *Bluetooth* ou viagens de 7 noites para Barbados, ver Figura 36. Figura 36 - Garrafa Malibu e aplicação de *Smartphone* (Hall, 2016).



Figura 36 - Garrafa Malibu e aplicação de *Smartphone* (Hall, 2016)

Thinfilm

Empresa dedicada ao desenvolvimento e comercialização de *Printed Electronics*. Utiliza etiquetas NFC de modo a criar uma plataforma de contacto entre a embalagem e o cliente. Foi realizada uma parceria com a *Ypsomed Group*, de modo a aplicar esta tecnologia em medicamentos injetáveis. Deste modo, os utentes poderão receber lembretes e informações de uso enquanto os médicos saberão se os utentes se adequam ao tratamento. A comunicação é

transferida do medicamento injetável para uma aplicação de *Smartphone*, através de NFC, estando, depois, acessível ao médico, através da internet. Desta parceria surgiu YpsoMate[®], visível na Figura 37 (Thinfilm, 2016c).



Figura 37 - YpsoMate[®] (Thinfilm, 2016a)

Smart Cube

A *Martini* desenvolveu um cubo de gelo, Figura 38, que além de refrigerar a bebida realiza outras funções. Utiliza sensores de líquido, comunicação *Bluetooth* de baixa energia (BLE), antena, processador, duas baterias e LEDs para comunicar com o utilizador e com o serviço do estabelecimento. Com a permissão prévia do cliente, o *Smart Cube* deteta quando um copo está vazio e, além de emitir uma luz vermelha, avisa os funcionários do estabelecimento, através de *Bluetooth* para o *Ipad* do bar, de forma a servirem uma nova bebida (AIPIA, 2016). Este exemplo não pertence ao mercado das embalagens, mas demonstra as potencialidades destas tecnologias e a reduzida dimensão que têm, de modo que as empresas começam a apostar neste tipo de soluções.



Figura 38 - Smart Cube (AIPIA, 2016)

Smart Sunscreen

A *Crown Packaging* em conjunto com a CPI (*The Centre for Process Innovation*) lançou um desafio aos estudantes da *Brunel University London*. O desafio consistia em criar um conceito, que aplicasse os *Printed Electronics* a embalagens metálicas de modo a melhorar a experiência do utilizador. Para o desenvolvimento do conceito, tinham de ser considerados a funcionalidade do produto, a facilidade e custo de produção. O projeto vencedor foi o *Smart Sunscreen*, Figura

39, que utilizava sensores impressos de modo a calcular o tempo que o utilizador poderia estar ao sol. Um sensor na embalagem calculava o tipo de pele do utilizador tendo em conta a reflexão de luz da pele. Medindo a intensidade da radiação ultravioleta era possível calcular o tempo que era seguro permanecer ao sol. Esse tempo seria contabilizado pela embalagem, apresentando o tempo restante num ecrã, sendo o utilizador alertado no final desse tempo (The Centre for Process Innovation , 2014).



Figura 39 - Smart Sunscreen (The Centre for Process Innovation , 2014)

Projeto HaRFest

O centro de inovação tecnológica CPI (*The Centre for Process Innovation*) concluiu, com sucesso, o seu projeto HaRFest, Figura 40. Este projeto consistiu no desenvolvimento de um dispositivo eletrónico impresso (*Printed Electronics*), que, acoplado a uma etiqueta NFC, permite receber energia de um dispositivo móvel (*Smartphone, tablet*). Esta tecnologia desenvolverá um papel essencial no desenvolvimento de embalagens com funcionalidades eletrónicas, como utilização de sensores, iluminação, entre outros (Centre for Process Innovation, 2016).



Figura 40 - HaRFest project

Fabricantes

Realidade Aumentada

Magnaversum (Países Baixos) - <https://www.magnaversum.com/>

Wikitude (Áustria) - <https://www.wikitude.com/>

Gravity Jack (Estados Unidos da América) - <https://gravityjack.com/>

Blippar (Reino Unido) - <https://blippar.com/en/>

Zappar (Reino Unido) - <https://www.zappar.com/>

Novalia (Reino Unido) - <http://www.novalia.co.uk/>

Tintas termocrómicas

Saralon (Alemanha) - <http://saralon.com/>

Eink (Taiwan) - <http://www.eink.com/>

CTI (Estados Unidos da América) - <http://www.ctiinks.com/>

LCRHallcrest (Reino Unido) - <https://www.hallcrest.com/>

Sun Chemical (Estados Unidos da América) - <http://www.sunchemical.com/>

Printed Electronics

Schreiner Group (Alemanha) - <https://www.schreiner-group.com/>

Agfa (Bélgica) - <http://www.agfa.com/corporate/>

Pragmatic (Reino Unido) - <http://www.pragmaticprinting.com/>

Xerox (Estados Unidos da América) - <http://www.xerox.com/>

Saralon (Alemanha) - <http://saralon.com/>

Avery Dennison (Estados Unidos da América) - <http://www.averydennison.com/en/home.html>

Thinfilm (Noruega) - <http://thinfilm.no/>

Sun Chemical (Estados Unidos da América) - <http://www.sunchemical.com/>

QR Code

Spectra Systems Corporation (Estados Unidos da América) - <http://www.spsy.com/>

Avery Dennison (Estados Unidos da América) - <http://www.averydennison.com/en/home.html>

Tuku (Canadá) - <http://tukuinc.com/>

Agfa (Bélgica) - <http://www.agfa.com/corporate/>

Schreiner Group (Alemanha) - <https://www.schreiner-group.com/>

NFC

Avery Dennison (Estados Unidos da América) - <http://www.averydennison.com/en/home.html>

Schreiner Group (Alemanha) - <https://www.schreiner-group.com/>

Thinfilm (Noruega) - <http://thinfilm.no/>

OpSec (Estados Unidos da América) - <http://www.opsecsecurity.com/>

NXP (Países Baixos) - <http://www.nxp.com/>

Tuku (Canadá) - <http://tukuinc.com/>

Smartrac (Países Baixos) - <https://www.smartrac-group.com/>

Near Field Solutions (Reino Unido) - <http://usingnfc.com/>

Bluetooth

Novalia (Reino Unido) - <http://www.novalia.co.uk/>

Near Field Solutions (Reino Unido) - <http://usingnfc.com/>

Silicon Labs (Estados Unidos da América) - <http://www.silabs.com/>

Produtores de embalagens metálicas

Tintas termocrómicas

Crown Holdings (Estados Unidos da América) - <https://www.crowncork.com/>

Ardagh Group (Irlanda) - <https://www.ardaghgroup.com/>

Ball Corporation (Estados Unidos da América) - <http://www.ball.com>

Printed Electronics

Crown Holdings (Estados Unidos da América) - <https://www.crowncork.com/>

QR Code

Crown Holdings (Estados Unidos da América) - <https://www.crowncork.com/>

Ardagh Group (Irlanda) - <https://www.ardaghgroup.com/>

Realidade Aumentada

Crown Holdings (Estados Unidos da América) - <https://www.crowncork.com/>

Ardagh Group (Irlanda) - <https://www.ardaghgroup.com/>

Ball Corporation (Estados Unidos da América) - <http://www.ball.com>

Anti-contrafação

A contrafação é um problema crescente no mercado global, correspondendo a cerca de 7-8% do comércio mundial, traduzindo-se anualmente num valor próximo de \$512 mil milhões em vendas perdidas (STOPfakes.gov, 2016).

Mais relevante que o valor em vendas perdidas é o número de vidas humanas em risco, já que anualmente morrem mais de 1 milhão de pessoas, devido ao consumo de medicamentos contrafeitos (Southwick, 2013).

As soluções oferecidas, atualmente, pela Colep aos seus clientes baseiam-se na gravação em relevo (*Embossing*), como é possível verificar na Figura 41, sendo, neste caso, um protótipo apresentado a um cliente de forma a dificultar a cópia das suas embalagens. Para além da Colep, existem outras empresas que utilizam estes métodos de alteração física no corpo das embalagens de forma a dificultar a cópia, como é o caso apresentado na Figura 42, sendo que este aerossol ganhou o prémio de melhor aerossol de alumínio de 2016, devido às suas propriedades de anti-contrafação (Aerobal, 2017).



Figura 41 - Protótipo realizado pela Colep



Figura 42 - Aerossol 'She is a Clubber' (Aerobal, 2017)

De forma a encontrar tecnologias alternativas, mais robustas, procuraram-se soluções existentes de *Smart Packaging* no âmbito de anti-contrafação, fornecidas pelos vários fornecedores que se apresentam neste mercado.

NFC

Thinfilm

A empresa, dedicada ao desenvolvimento e comercialização de *Printed Electronics*, disponibiliza a tecnologia NFC OpenSense™, que consiste numa etiqueta NFC que guarda informação do estado de abertura de um produto, prevenindo a venda de produtos contrafeitos. A comunicação com o utilizador é feita através de uma aplicação de *SmartPhone* e, além do enunciado, pode também direcionar o consumidor para conteúdos pré-definidos, servindo como ferramenta *Consumer Engagement*. A *Thinfilm* já realizou parcerias com as empresas *Hopsy* e *Barbadillo*, apresentadas na Figura 43, de modo a integrar esta tecnologia nas suas garrafas (Thinfilm, 2016b).



Figura 43 - NFC OpenSense (Thinfilm, 2016b)

No capítulo anterior, *Consumer Engagement*, já foram apresentados fornecedores de NFC, pelo que não serão repetidos. Apresenta-se apenas o caso da *Thinfilm* para demonstrar a utilização desta tecnologia como medida de anti-contrafação.

Marcadores químicos

Microtrace

Esta empresa oferece variadas soluções de marcadores químicos, desde os mais simples com os *Up-converting phosphors*, passando pelas soluções mais complexas de marcadores customizados para cada cliente como:

- *Molecular taggant* – Além da verificação do marcador, também é verificado a taxa de diluição do marcador e o rácio de cada componente de forma a comprovar a autenticidade do produto. A verificação é feita através de um leitor molecular patenteado. Esta solução é fornecida em *masterbatch* para plásticos, tinta de segurança e em *spray*.

- *Microtaggant identification particles* – Micropartículas com tamanhos entre 20 e 1.200 micrómetros, sendo a sua verificação feita através de microscópio, luz UV ou através de um laser. Fornecido em diversos formatos como pó, *masterbatch* para plásticos, tinta, papel, etiquetas e *spray*.

- *Spectral taggant security ink* – Nesta solução, verifica-se a assinatura espectral do marcador através de um leitor espectral patenteado. A mais pequena alteração no processo de impressão da embalagem ou no substrato pode levar à falha na leitura do marcador, dificultando, assim, o trabalho dos contrafactores. Esta solução é fornecida apenas no formato de tinta (Microtrace, 2017c).

Applied DNA Sciences

A sua solução passa pela sintetização em laboratório de cadeias de ADN, baseado no ADN de plantas. Para cada cliente é desenhada uma cadeia única de ADN, que depois pode ser aplicada em tinta, verniz, tecidos, laminados e revestimentos metálicos. Esta tecnologia pode ser utilizada em tribunal como prova forense. A verificação dos produtos pode ser feita no local com leitores portáteis fornecidos ou podem ser verificados em laboratório (Applied DNA Sciences, 2017a) (Applied DNA Sciences, 2017b).

De seguida, apresentam-se outros fabricantes que fornecem também marcadores químicos.

Fabricantes

Addmaster (Reino Unido) - <http://www.addmaster.co.uk/>

TruTag (Estados Unidos da América) - <http://www.trutags.com/>

Spectra Systems Corporation (Estados Unidos da América) - <http://www.spsy.com/>

Schreiner Group (Alemanha) - <https://www.schreiner-group.com/>

Sun Chemical (Estados Unidos da América) - <http://www.sunchemical.com/>

Sicpa (Suíça) - <http://www.sicpa.com>

QR Code

Apesar dos *QR Code* serem uma tecnologia amplamente conhecida, têm surgido alguns desenvolvimentos que os tornam passíveis de utilizar como tecnologia de contrafação. Várias empresas têm lançado *QR Codes* com resoluções cada vez superiores, que ao serem copiados perdem qualidade, permitindo detetar casos de contrafação.

AGFA

A solução da *AGFA*, denominada *QR Code+*, é um dos casos em que a elevada definição da imagem dificulta a cópia. Como é possível ver no centro da Figura 44, a informação lá contida é de pequena dimensão, sendo que, ao ser copiada, parte dessa informação é perdida. Ao utilizar a aplicação de leitura no *Smartphone*, a cópia é detetada como produto contrafeito (*AGFA*, 2017).



Figura 44 - *QR Code+* (*AGFA*, 2017)

Já foram expostos anteriormente outros fabricantes desta tecnologia.

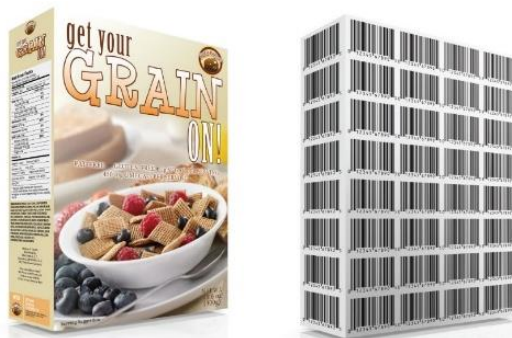
Marca D'Água Digital

Digimarc Barcode

Esta tecnologia fornecida pela *Digimarc* é uma tecnologia de *Marca D'Água Digital* patenteada. Foi inicialmente desenvolvida para a substituição dos existentes códigos-de-barras, Figura 45, sendo que, atualmente, é utilizada por várias empresas com diferentes propósitos. Baseia-se, no caso de imagens, em pequenas alterações na mesma, impercetíveis a olho nu. A cada imagem está associada informação, quer seja um código, um *link* para um site, entre outros.

A leitura dessas informações pode ser feita por *Smartphone* ou *scanners* no ponto de venda. Aliada a outras tecnologias, como por exemplo *Realidade Aumentada*, tem sido utilizada para *Consumer Engagement* por várias empresas como *BMW*, *Shazam*, *Trail Blazers* e *Rovio*, esta última produtora do jogo *Angry Birds*.

Além de *Consumer Engagement*, é também utilizada para anti-contrafação, sendo que esta tecnologia permite a serialização, isto é, tornar cada embalagem única ao atribuir a cada embalagem uma *Marca D'Água Digital* diferente (*Digimarc*, 2017b) (*Digimarc*, 2017c).



What you see vs what the scanner sees

Figura 45 - Digimarc Barcode (Digimarc, 2017a)

Este conceito de serialização será muito importante no decorrer deste documento e, por isso, esta tecnologia foi exposta como solução de anti-contrafação e não de *Consumer Engagement*, sendo que o seu potencial será abordado em capítulos subsequentes. Como esta tecnologia está protegida por diversas patentes, como por exemplo US 20120310726 A1, as empresas que a fornecem estão contratualizadas com a *Digimarc* para o poderem fazer, como é o caso das que se apresentam de seguida.

Magnaversum (Países Baixos) - <https://www.magnaversum.com/>

HP (Estados Unidos da América) - <https://www.linkcreationstudio.com/>

Fujifilm (Japão) - <http://www.fujifilm.com/>

Sun Chemical (Estados Unidos da América) - <http://www.sunchemical.com>

Active Packaging

Para comprovar a eficiência das soluções nesta temática, seriam necessários testes para quantificar o aumento do tempo de vida útil do produto que estas tecnologias permitem. Usando o caso dos aerossóis, segundo a norma ASTM D3090-72(2016), os testes de armazenamento duram em média 24 meses, sendo que se podem prolongar. Mesmo utilizando os testes de envelhecimento acelerado, usados normalmente nas embalagens de dispositivos médicos, definidos pela norma ASTM F 1980-02, não seria possível concluir os testes no tempo disponível. Como tal, decidiu-se relegar esta temática para um outro estudo posterior, focando-se este estudo nos temas *Consumer Engagement* e anti-contrafação.

3. Processo produtivo da Colep

Neste capítulo, apresenta-se o processo produtivo das embalagens metálicas produzidas pela Colep. Desta forma, será possível estudar e compreender quais os prováveis entraves ou dificuldades na implementação das tecnologias já abordadas. A Colep produz embalagens industriais, alimentares e aerossóis. Como os aerossóis são as embalagens com maior procura e para as quais se prevê maior implementação das tecnologias de *Smart Packaging*, estudou-se o processo produtivo dessas embalagens.

Um aerossol é constituído por três componentes essenciais: cúpula (1), corpo (2) e fundo (3), como é possível verificar na Figura 46. Em seguida, serão explicadas as etapas produtivas de cada um dos componentes, bem como a montagem do conjunto.



Figura 46 - Estrutura de um aerossol

3.1. Produção dos corpos

1. Corte Primário

Nesta etapa, a bobina, ou *coil*, de folha-de-flandres é cortada perpendicularmente ao seu desenrolamento, de modo a obter secções de menor dimensão. A largura da secção é igual à da bobina. Existem várias bobinas, de larguras diferentes, com o intuito de diminuir o desperdício, já que existem embalagens, e respetivos componentes, de variadas dimensões. Na Figura 47, é possível observar a máquina que realiza o corte e, ao fundo, a bobina. Na Figura 48, é possível visualizar o produto final desta etapa.



Figura 47 - Máquina de corte primário



Figura 48 - Folha após corte primário

2. Adição de verniz ou esmalte branco primário

A adição de verniz, Figura 49, ou esmalte branco primário, facilita o processo de pintura, já que aumenta a adesão da tinta à embalagem.



Figura 49 - Adição de verniz à folha

3. Secagem do verniz

As folhas entram num forno a cerca de 200°C para que o verniz ou esmalte usado seque. A folha sai do forno após, aproximadamente, 20 minutos, apresentando-se na Figura 50 a saída das folhas do forno.



Figura 50 - Forno de secagem do verniz

4. Impressão *offset*

Neste processo, as embalagens são pintadas usando a tecnologia *offset* ocorrendo, posteriormente, a secagem da tinta por radiação UV. O *artwork*¹ utilizado é trabalhado pela equipa de pré-impressão, sendo transferido para as chapas utilizadas na impressão *offset*. Os principais componentes da linha de impressão estão representados abaixo, Figura 51, Figura 52 e Figura 53.



Figura 51 - Alimentação de folha para impressão



Figura 52 - Unidades de impressão

¹ *Artwork* – desenho decorativo da embalagem

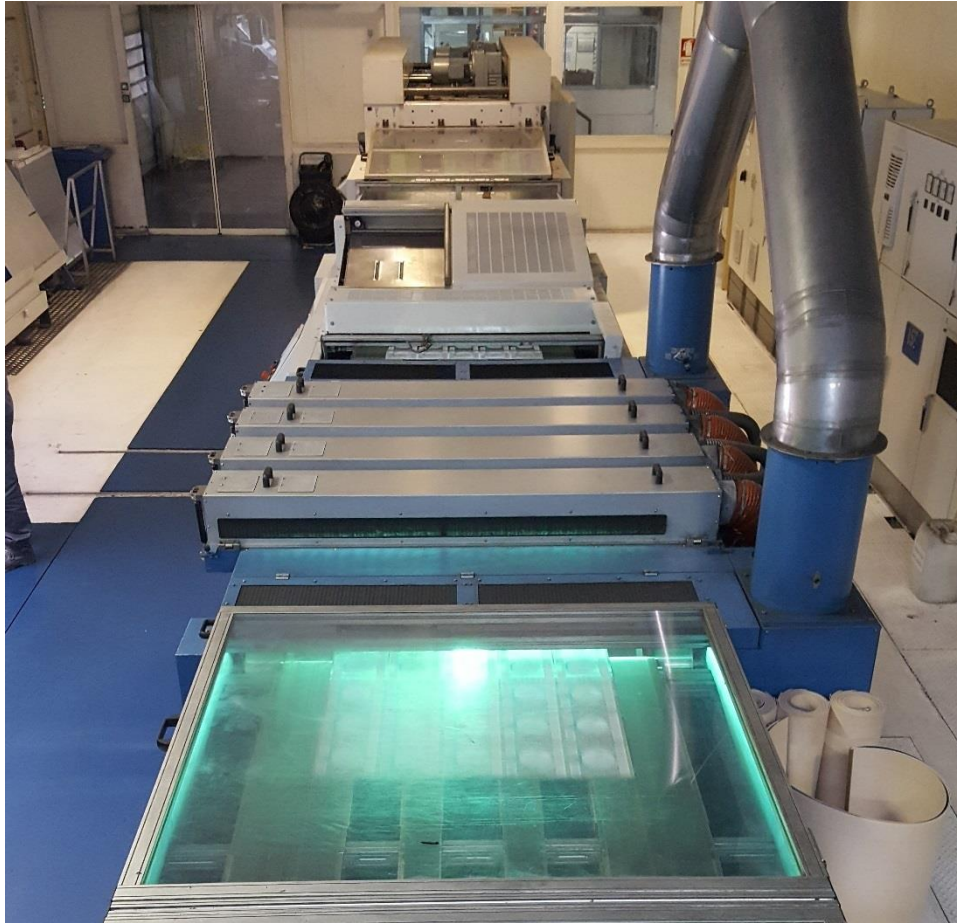


Figura 53 - Secagem por radiação UV

5. Verniz de acabamento

É novamente adicionado verniz, neste caso, como acabamento, com o intuito de proteger a impressão realizada.

6. Secagem do verniz

Como anteriormente, a folha passa por um forno a 200°C, durante 20 minutos, para secar o verniz.

7. Corte secundário

Nesta etapa, a folha é cortada nos vários corpos constituintes. Primeiro, de forma longitudinal à zona de soldadura e, depois, de forma transversal. Na Figura 54, é possível ver as folhas previamente cortadas longitudinalmente a serem cortadas transversalmente. A Figura 55 apresenta os corpos já prontos para o processo de montagem do aerossol.



Figura 54 - Corte transversal



Figura 55 – Corpos de aerosol

3.2. Produção das cúpulas:

1. Corte da folha

A folha entra numa máquina onde um conjunto punção/matriz corta simultaneamente duas peças. Na Figura 56, apresenta-se um conjunto de folhas antes da entrada na máquina.



Figura 56 - Folhas para a produção de cúpulas

2. Conformação plástica das cúpulas

A forma da cúpula é embutida através de conjuntos de matrizes e punções, sendo visíveis alguns na Figura 57. Dependendo do tamanho da cúpula, podem existir nove ou dez conjuntos, como é possível verificar pela Figura 58, onde se apresentam as várias etapas de embutidura para os quatro tamanhos de cúpulas produzidos.



Figura 57 - Embutidura da cúpula



Figura 58 - Estágios de embutidura das várias cúpulas

3. Adição de borracha vedante

É adicionada uma camada de borracha na extremidade da cúpula para melhorar a vedação na zona de cravação, como apresentado na Figura 59.



Figura 59 - Adição de borracha à cúpula

4. Secagem da borracha

O passo final é a secagem da borracha num pequeno forno, Figura 60, a 180°C, durante cerca de um minuto.

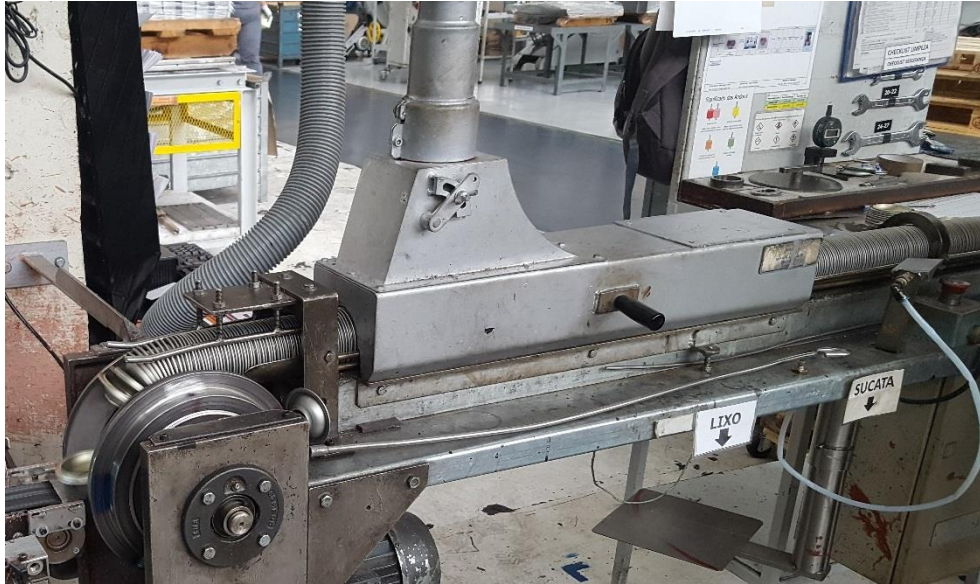


Figura 60 - Secagem da borracha da cúpula

3.3. Produção dos fundos:

1. Embutidura dos fundos

O conjunto punção/matriz da máquina apresentada na Figura 61, em apenas um movimento, corta o fundo e cria a geometria do mesmo.

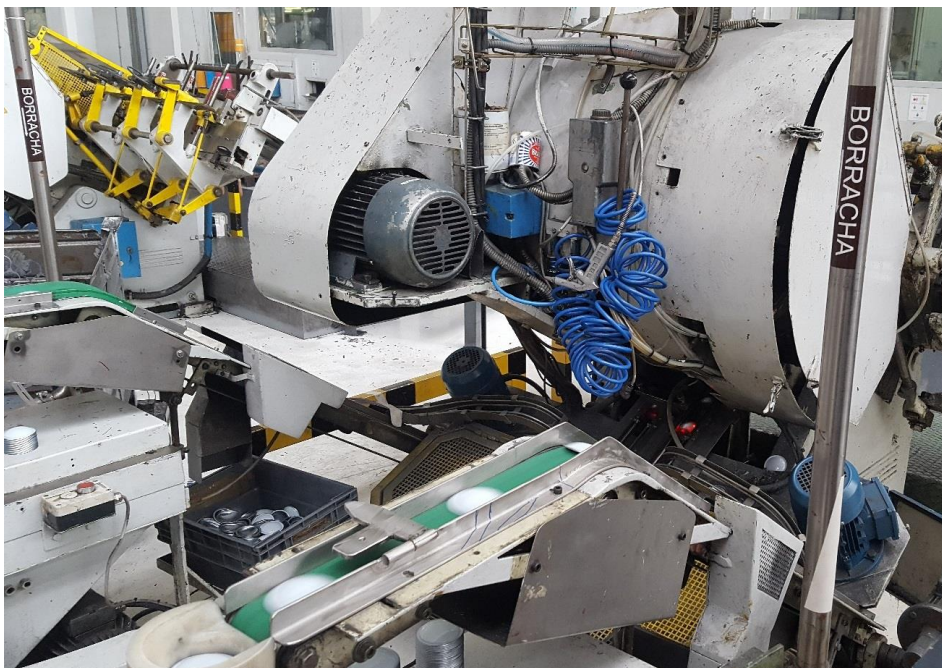


Figura 61 - Máquina de embutidura dos fundos

2. Arredondamento da extremidade

De seguida, uma ferramenta arredonda as extremidades dos fundos, criando o denominado orleado, operação demonstrada na Figura 62.

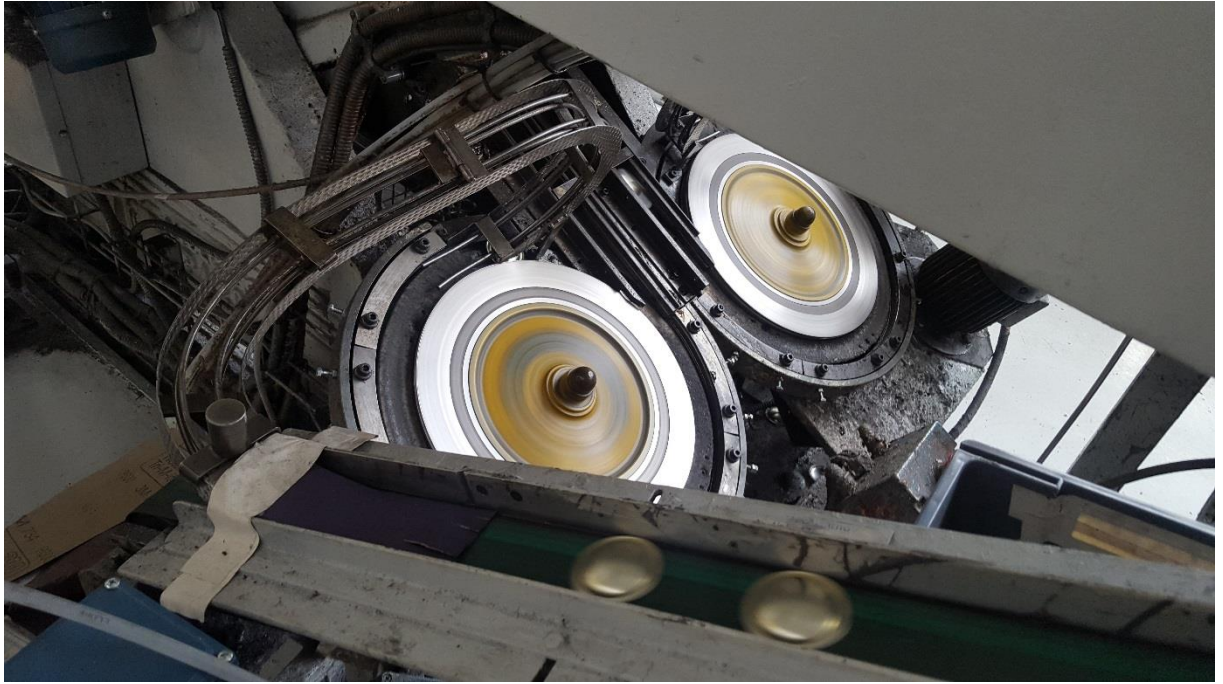


Figura 62 - Máquina de orlear os fundos

3. Adição de borracha

Tal como nas cúpulas, é adicionada uma camada de borracha para melhorar a vedação na zona de cravação.

5. Secagem da borracha

De forma similar às cúpulas, o passo final é a secagem da borracha num pequeno forno a 180°C, durante cerca de um minuto.

3.4. Montagem

1. Enrolamento dos corpos e soldadura

Os corpos, inicialmente planos, visíveis na Figura 63, são enrolados e soldados de forma a criar a estrutura cilíndrica do aerossol. Na Figura 64, é possível verificar a soldadura do corpo da embalagem.

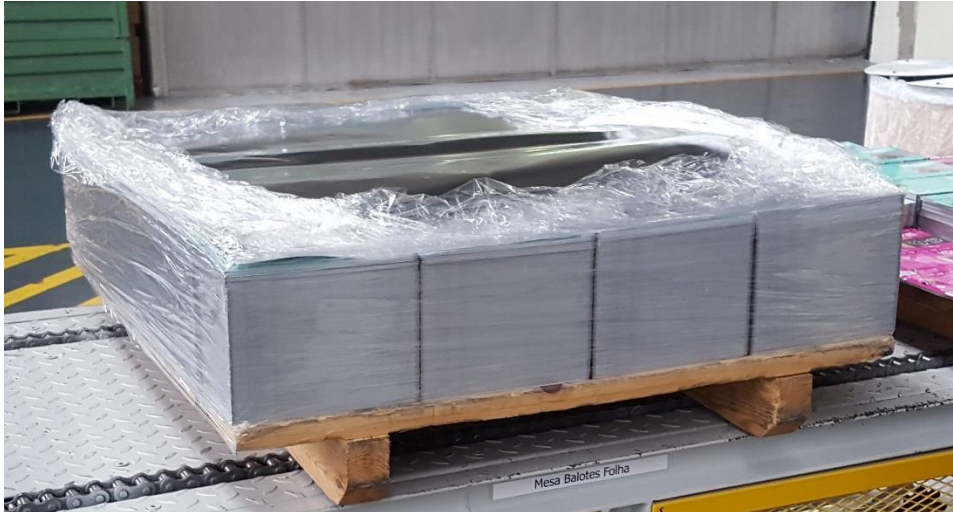


Figura 63 - Balote de corpos



Figura 64 - Enrolamento e soldadura dos corpos

2. Adição de verniz e secagem

É adicionado verniz na zona de soldadura de modo a evitar a corrosão do aerossol. Seguem-se cerca de dez segundos num forno a 250°C para secar o verniz. A Figura 65 apresenta a adição de verniz e a conseqüente secagem do mesmo.

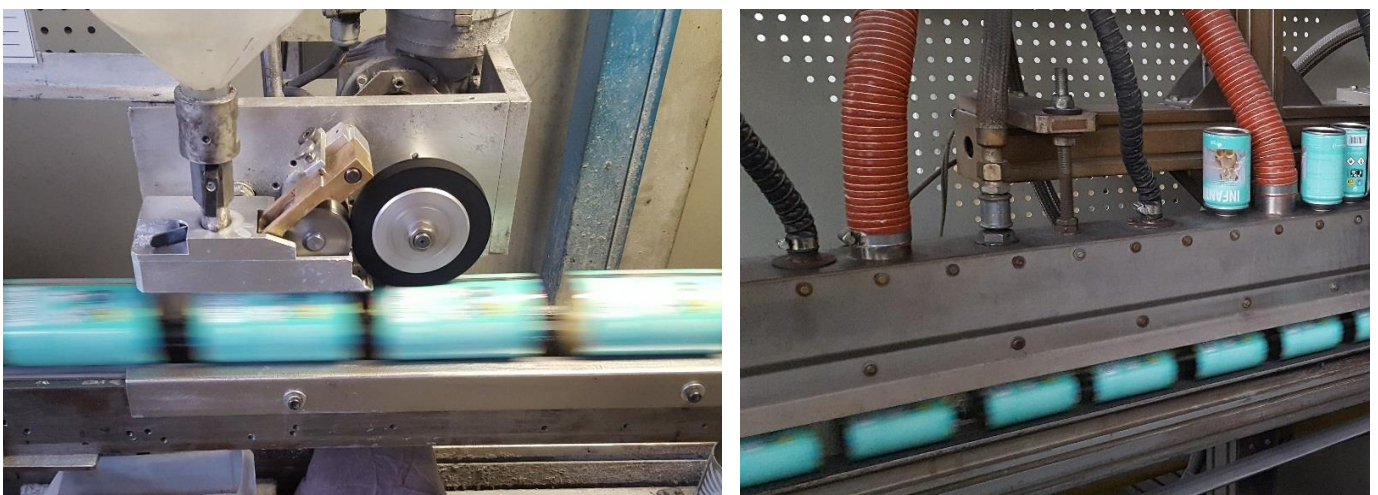


Figura 65 - Adição e secagem do verniz no cordão de soldadura

3. Montagem da cúpula e fundo

Um conjunto de ferramentas cravam o fundo e a cúpula ao corpo, de forma a garantir a estrutura e a estanqueidade do aerossol, ver Figura 66.

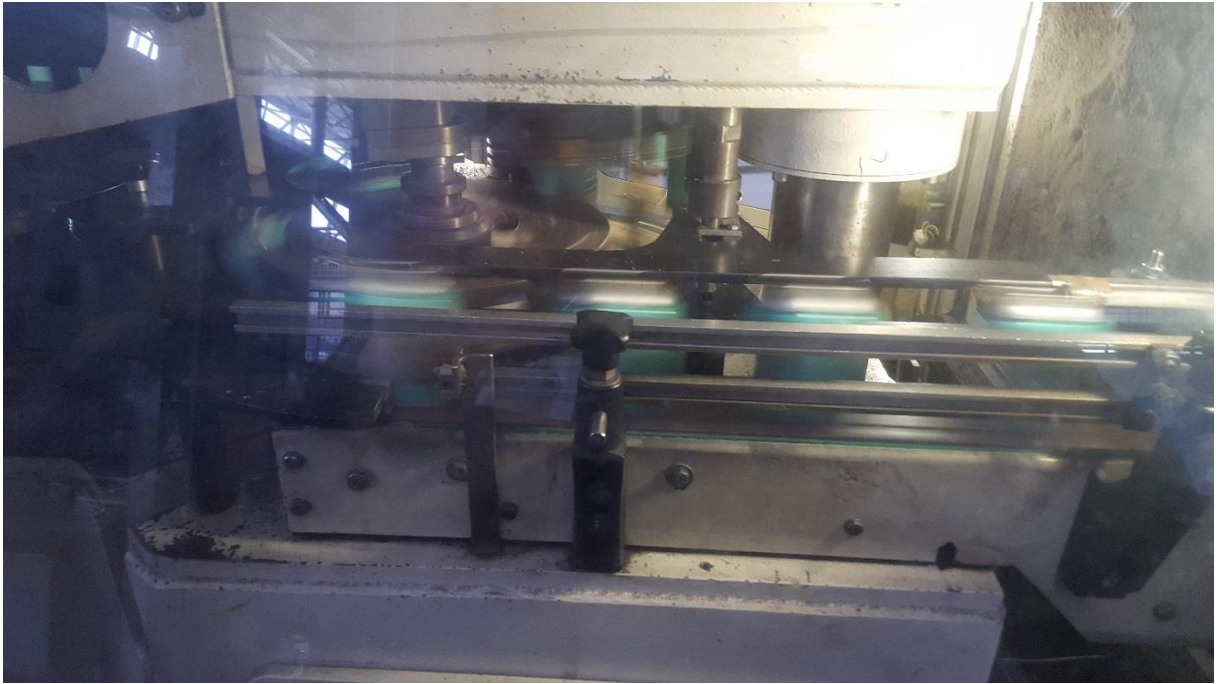


Figura 66 - Cravação do fundo e cúpula no corpo do aerossol

4. Verificação de fugas

É testada a estanqueidade dos aerossóis, sendo este pressurizado a 10 bar num ciclo de teste de cerca de 2,5 segundos. No caso da taxa de fuga ser superior a 2.0×10^{-3} mbar.L.s⁻¹ o aerossol é descartado. Na Figura 67, é possível ver a entrada e saída dos aerossóis da máquina de testes.



Figura 67 - Ensaio de fugas

5. Paletização

O paletizador faz o agrupamento dos aerossóis, sendo os cantos em cartão colocados por operadores. Na Figura 68, é possível ver a paleta de aerossóis realizada, e ao fundo, a formação de uma nova.



Figura 68 - Paleta de aerossóis

6. Adição de manga retrátil

Esta manga em Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) acomoda os aerossóis, garantindo o seu posicionamento na paleta.

Após este passo, a paleta de aerossóis está pronta para expedição, como é visível na Figura 69.



Figura 69 - Paleta de aerossóis pronta para expedição

4. Desenvolvimento de protótipos

Após a pesquisa das tecnologias existentes, respectivos fornecedores, e a descrição do processo produtivo da Colep, foram contactados vários fornecedores por forma a perceber como funcionam as suas soluções, a capacidade de implementação das tecnologias nos produtos da Colep e os respetivos modelos de negócio. Grande parte da informação recolhida não pode ser apresentada, tal como o nome dos fornecedores com os quais foram realizados protótipos, devido a essa informação estar protegida por acordos de confidencialidade.

4.1. Anti-contrafação

O problema da contrafação é global, como demonstrado anteriormente, sendo que a Colep tem, atualmente, pedidos regulares, por parte dos seus clientes, de soluções que permitam resolver problemas de contrafação. Como tal, o foco inicial incidiu sobre esta temática.

A contrafação é um ciclo, apresentado na Figura 70: primeiro, existe a cópia do produto; depois, a entidade detentora da propriedade intelectual deteta a existência de cópias do seu produto; e, por fim, age de maneira a protegê-lo.

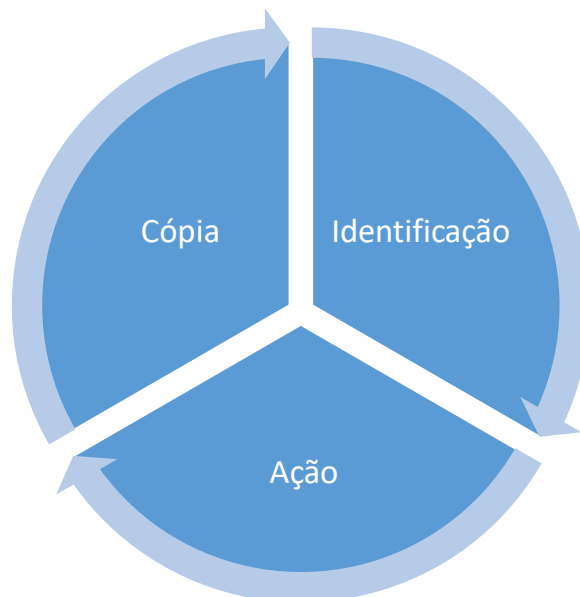


Figura 70 - Ciclo de contrafação

Nas embalagens metálicas, como demonstrado anteriormente, as soluções atuais baseiam-se na alteração do aspeto físico da embalagem. Estas soluções têm como grandes desvantagens:

- Dificuldade na deteção de embalagens contrafeitas – Isto acontece porque existe uma necessidade de agentes no terreno verificarem a autenticidade de cada embalagem, uma a uma

e, no caso de os contrafactores já terem copiado a modificação física, esta deteção torna-se ainda mais difícil.

- Elevado custo destas alterações – As ferramentas para estas alterações são normalmente caras, sendo que uma ferramenta de *embossing*, por exemplo, custa vários milhares de euros.
- Impossibilidade de detetar reenchimento de embalagens nem *diversion*, que é o aparecimento de embalagens em mercados nos quais não deveriam estar.
- Relativa facilidade de cópia destas ferramentas.

O futuro passará, então, por tecnologias que permitam solucionar todos os problemas evidenciados nas soluções atuais.

Com as informações obtidas pelos contactos com os vários fornecedores, concluiu-se que o futuro não passará por dificultar a cópia da embalagem, mas sim, pela serialização, ou seja, tornar cada embalagem única. Isto consegue-se ao atribuir um código diferente a cada uma, estando os pontos de venda ligados a um servidor, que terá as codificações de todas. Ao tornar cada embalagem única garante-se que cada uma só pode ser vendida uma única vez e, como tal, a contrafação torna-se inútil porque, após ser vendida, o servidor guarda essa informação e impede a venda de qualquer outra com o mesmo código. Além disso, lança um alerta quando se deteta um código duplicado, sendo possível ter uma visão global, em tempo real, dos problemas de contrafação existentes e em que mercados existem.

Este complexo sistema de verificação pode parecer uma utopia, mas não o é, já que até 9 de fevereiro de 2019 terá de ser aplicado na indústria farmacêutica (European Commission, 2017) (Tracelink, 2017). Será, então, uma questão de tempo para se propagar para os outros mercados de menor risco.

Mas, neste momento, esta tecnologia ainda não é aplicável ao mercado das embalagens metálicas, como tal, o foco foram as soluções que mais se aproximassem.

4.1.1. Tecnologias existentes

Marca D'Água Digital

Esta tecnologia baseia-se na alteração do *artwork* da embalagem, sendo estas alterações imperceptíveis a olho nu, e permitindo bilhões de códigos diferentes para cada imagem, sendo que a cada alteração corresponde um código diferente. A validação deste é feita através de uma aplicação instalada num *Smartphone*, podendo ser utilizado o consumidor final como agente de verificação da autenticidade da embalagem. Ao agregar esta tecnologia com tecnologias de *Consumer Engagement*, pode-se usar o consumidor final como agente de verificação sem que ele o saiba, já que, ele utiliza a aplicação de *Smartphone* para ver conteúdos de Realidade Aumentada, participar em concursos ou obter informações do produto e, em segundo plano, a aplicação verifica a autenticidade da embalagem, enviando em tempo real os resultados dessa verificação, juntamente com outros dados como localização GPS, através da internet.

Sendo esta tecnologia uma alteração no *artwork* das embalagens, é apenas um trabalho de pré-impressão, não influenciando em nada o processo de manufatura das mesmas.

Segundo o processo de impressão atual da Colep, a impressão *offset*, para cada *artwork*, é necessário produzir diferentes chapas de alumínio para fazer a transferência de tinta, como explicado anteriormente, e, tendo em conta que a codificação, no caso da serialização, é feita à unidade, seria necessária uma chapa para cada embalagem, o que seria incomportável quer a nível de custos, quer a nível de *setup*.

A serialização através do *artwork* da embalagem necessita de impressoras digitais, já que estas não têm tempos de *setup*, nem custos de mudança de *artwork*, mas esta tecnologia ainda não está madura para o mercado das embalagens em folha-de-flandres. Por isso, a codificação por Marca D'Água Digital, no processo atual, terá de ser por lote, ou seja, um código igual para todas as embalagens produzidas num dado lote. Sendo por lote, o tempo de *setup* não aumenta, e os custos de fazer novas chapas metálicas são insignificantes ao serem diluídos em grandes quantidades.

QR Code

O funcionamento desta tecnologia é similar à anterior, permite a obtenção de bilhões de códigos diferentes, possibilitando a serialização, e a sua leitura é feita através de uma aplicação de *Smartphone*. Tal como a tecnologia anterior, trata-se apenas de um trabalho de pré-impressão, não afetando o processo produtivo das embalagens. As grandes diferenças passam por esta tecnologia ser visível, o que poderá causar problemas de *design* nas embalagens, por ser mais difícil de copiar e pela maior maturidade do mercado nesta tecnologia.

NFC e RFID

A tecnologia de RFID não é utilizada para efeitos de anti-contrafação nem *Consumer Engagement*, já que, por ser uma tecnologia de comunicação de médio e longo alcance, levaria a que o consumidor tivesse dificuldade em aceder aos conteúdos de uma embalagem em específico. Consideremos o caso das superfícies comerciais, o consumidor tentaria aceder aos conteúdos de uma embalagem, mas, devido ao alcance desta tecnologia, estaria a aceder, em simultâneo, aos conteúdos de todas as embalagens que estivessem próximas. Como tal, esta tecnologia, atualmente, utiliza-se principalmente para gestão da cadeia de valor e fornecimento.

A tecnologia NFC, pelo contrário, devido ao seu curto alcance, é utilizada atualmente para anti-contrafação e *Consumer Engagement*, como demonstram os exemplos já apresentados. Atualmente, nas embalagens, aplicam-se etiquetas passivas NFC, que são compostas por uma antena, um chip e a própria etiqueta. Este chip permite guardar informação, sendo que cada

etiqueta pode ser programada para guardar informação diferente, permitindo também a serialização.

Esta tecnologia, tal como as anteriores, permite a utilização do consumidor como agente de verificação, sem ele o saber, através do *Smartphone*, sendo que, atualmente, a maioria dos *Smartphones* tem leitores NFC.

Esta tecnologia, ao contrário das anteriores, não é apenas uma alteração no *artwork* da embalagem, é necessário adicionar uma etiqueta, sendo fundamental verificar se a etiqueta pode ser aplicada no início do processo produtivo das embalagens, ou se, alguma etapa inviabiliza a sua aplicação e, como tal, terá de ser aplicada após essa mesma etapa. Consideram-se possíveis etapas críticas as passagens pelos fornos, devido às elevadas temperaturas, e as etapas de embutidura devido à elevada deformação e tensões a que os materiais são sujeitos. Antes disso, é necessário estudar a aplicabilidade desta tecnologia na nossa matéria-prima, a folha-de-flandres, já que esta tecnologia tem problemas de interferência com metais (Statler, 2016). Por isso, decidiu-se, em conjunto com uma empresa A, fornecedor desta tecnologia, fazer testes de compatibilidade em folha-de-flandres, sendo que, no momento da conclusão deste documento, os mesmos ainda não tinham sido finalizados e, por isso, nenhuma conclusão foi alcançada.

Marcadores químicos

Os marcadores químicos, ao contrário das soluções anteriores, não fazem uso do *Smartphone* para verificação, sendo a mesma feita através de dispositivos específicos fornecidos pelo respetivo fornecedor da tecnologia, não podendo ser usado o consumidor final como agente de verificação, incorrendo, assim, em custos superiores de verificação. Estas tecnologias não têm como finalidade a serialização, mas sim dificultar a cópia da embalagem. Os *Up-converting phosphors*, no caso da solução da empresa *Addmaster*, podem emitir uma de seis cores à escolha, sendo que outras empresas disponibilizam apenas uma cor. As soluções mais complexas como marcadores customizados têm um custo muito elevado para serem aplicáveis nas embalagens do mercado à que a Colep se destina, os bens de consumo rápido.

Apesar dos *Up-converting phosphors* serem mais fáceis de copiar que os marcadores customizados, têm as vantagens de se poder alternar a cor emitida, entre as seis cores disponíveis, sem qualquer acréscimo de custo. Além disso, como podem ser misturadas quer na tinta, quer no verniz das embalagens, permitem que apenas determinado local da embalagem emita luz. Assim sendo, esta solução torna-se mais robusta quando se atribui a cada lote uma cor específica num determinado local da embalagem. Por exemplo, para o lote X aplicam-se *Up-converting phosphors* que emitam luz verde na embalagem apenas onde exista tinta branca, para o lote Y aplicam-se *Up-converting phosphors* que emitam a luz azul na embalagem apenas onde exista tinta verde. Lançando cada lote para determinado mercado, sabemos, por exemplo, que na Ásia, naquele espaço temporal, devem existir somente embalagens com o lote X que emitem a cor verde apenas onde existe tinta branca, enquanto na Europa devem existir somente embalagens do lote Y, que emitem a cor azul apenas onde existe tinta verde. Tendo os *Up-converting phosphors* seis cores disponíveis e tendo cada embalagem diversas tintas, o número de “codificações” possíveis de introduzir na embalagem tornam-se enormes.

Torna-se, assim, praticamente impossível para os contrafactores saber qual é o conjunto lote, cor refletida, tinta que tem o marcador químico e mercado para onde será lançada a embalagem. O grande benefício desta solução baseia-se na agilidade que permite, já que, enquanto o contrafator está a copiar o lote lançado no mercado com determinada codificação, já está a ser produzido um lote com uma codificação diferente, estando sempre o contrafator um passo atrás do produtor das embalagens.

Apesar destas tecnologias não permitirem a serialização, são soluções muito importantes. Como foi possível verificar, todas as tecnologias anteriores dependem da utilização de *Smartphones* para a sua verificação. Nem todos os mercados têm uma economia desenvolvida, em que o uso de *Smartphones* com ligação constante à internet é comum, não sendo, assim, possível usar o consumidor final como agente de verificação, sendo, nestes mercados menos desenvolvidos, que os *Up-converting phosphors* tem maior potencial.

Além do acima referido, esta solução tem particular interesse no ponto de vista da Colep, já que, ao ser aplicada na tinta ou no verniz das embalagens, o produtor das embalagens torna-se um elemento essencial na sua implementação. A Marca D'Água Digital e o *QR Code*, ao serem uma alteração no *artwork* da embalagem, podem ser feitos pelos clientes da Colep, sendo enviado para a Colep o *artwork* com estas tecnologias já incluídas. As etiquetas NFC podem também ser inseridas posteriormente à produção da embalagem, aquando da sua chegada aos clientes. Deste modo, os marcadores químicos são a única solução que garante à Colep ser elemento indispensável na sua implementação e, assim, poder tirar benefícios monetários da sua aplicação nas embalagens.

4.1.2. Comparativo das tecnologias

De modo a sumarizar de forma mais simples o acima referido, apresenta-se abaixo um resumo das vantagens e desvantagens das três tecnologias viáveis para implementação: *Up-converting phosphors*, *QR Code* e *Marca D'Água Digital*.

Up-converting phosphors:

Vantagens:

- Solução mais barata,
- Invisível,
- Produtor de embalagens essencial na implementação.

Desvantagens:

- Custos de verificação superiores, já que são necessários agentes no terreno para realizar a verificação.

Marca D'Água Digital:

Vantagens:

- Consumidor final como agente de verificação,
- Invisível.

Desvantagens:

- Fácil de copiar,
- Custos de *Software* associados.

QR Code:

Vantagens:

- Consumidor final como agente de verificação,
- Mercado maduro,
- Mais difícil de copiar que a *Marca D'Água Digital*.

Desvantagens:

- Possíveis restrições de *design*,
- Custos de *Software* associados.

4.1.3. Protótipos realizados

Após a elaboração do trabalho de pesquisa e tratamento de dados apresentado, a Colep já pode oferecer soluções alternativas, e mais robustas, de anti-contrafação aos seus clientes. A única dúvida que persistia era se os *Up-converting phosphors* conseguiriam suportar as temperaturas do forno de secagem do verniz sem perderem a sua funcionalidade, nem alterarem a resistência mecânica do verniz. Como tal, decidiu-se realizar um protótipo, utilizando esta tecnologia para provar o seu funcionamento no processo produtivo da Colep. Pretendia-se também elaborar outro protótipo, este utilizando o *Smartphone* como dispositivo de verificação, devido às vantagens apresentadas anteriormente. Sendo os *QR Codes* amplamente utilizados, decidiu-se utilizar a Marca D'Água Digital por ser uma tecnologia menos conhecida, aumentando, assim, o conhecimento acerca da mesma e do seu funcionamento.

Os protótipos aqui realizados estão protegidos por acordos de confidencialidade e, como tal, os nomes dos fornecedores e respetivos custos são ocultados.

Protótipo 1 - Up-converting phosphor

Dentro dos vários fabricantes encontrados, foi escolhida a empresa B, para a realização do protótipo, já que a sua solução era a que apresentava maior gama de cores emitidas pelo pó cerâmico, tendo disponíveis seis cores. A importância da variedade de cores disponíveis na robustez da solução já foi explicada anteriormente.

Após o contacto com esta empresa, foi-nos enviado uma amostra do pó e um laser, este último apresentado na Figura 71.

Na Figura 72, é possível comprovar que o pó apenas emite luz quando excitado pelo laser.



Figura 71 - Laser e respetivo estojo

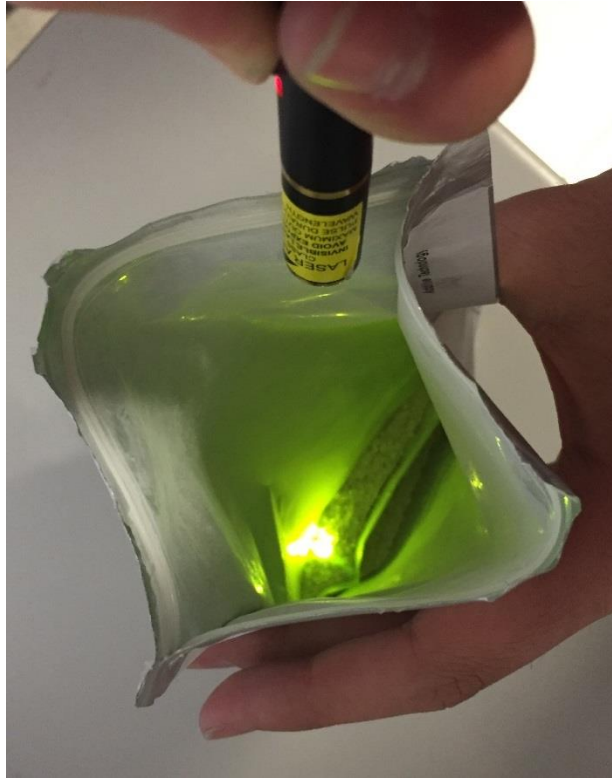


Figura 72 - Excitação do *Up-converting phosphor* com o laser cedido

Após a receção dos materiais, foram produzidas amostras de aerossóis com o pó cerâmico misturado no verniz de acabamento. A aplicação deste verniz corresponde à etapa 5 na produção dos corpos de aerossol. A concentração do pó foi de 0,00015 kg por cada 1 kg de verniz, ou seja 0,015%, de acordo com as indicações fornecidas pela empresa B. Como é possível verificar na Figura 73, é emitida luz verde do aerossol, assinalada com o círculo vermelho, concluindo-se, assim, que o processo produtivo não altera as propriedades do pó.



Figura 73 – Aerossol com o marcador químico

Testes de acabamento superficial

Verificando que o processo produtivo não alterou as propriedades emissivas do pó, seguiram-se os testes, realizados internamente na empresa, por forma a garantir que a adição de pó ao verniz de acabamento não comprometeria a resistência superficial do verniz.

Ensaio de dobragem – Bend-Test

Este ensaio tem como objetivo a determinação da resistência de películas quando sujeitas a dobragem, juntamente com o material de suporte. A instrução de trabalho completa deste teste encontra-se no anexo A – Ensaio de dobragem – *Bend-test*

Procedimento:

- 1) Cortar um provete de 50x100 mm.
- 2) Dobrar o provete a meio, de modo que a película a estudar fique do lado de fora.
- 3) Colocar o provete dobrado sobre a base metálica do *Bend Tester*, encostando uma das extremidades à parte mais saliente da mesma.
- 4) Atuando sobre o gancho, deixar cair o peso sobre o provete.
- 5) Retirar o provete e esfregar a dobra com um pano embebido em sulfato de cobre.
- 6) Com uma régua medir o comprimento (b) da zona oxidada (zona onde a película cedeu).
- 7) Calcular a percentagem de ataque:

$$\text{Percentagem de ataque} = b/a * 100$$

Resultados:

Como é possível verificar na Figura 74, a zona oxidada, assinalada a vermelho, é diminuta, medindo cerca de 1 mm de comprimento, o que corresponde a uma percentagem de ataque de 1%. Considera-se o resultado não conforme para valores de percentagem acima de 10%, estando o provete ensaiado dentro da especificação.

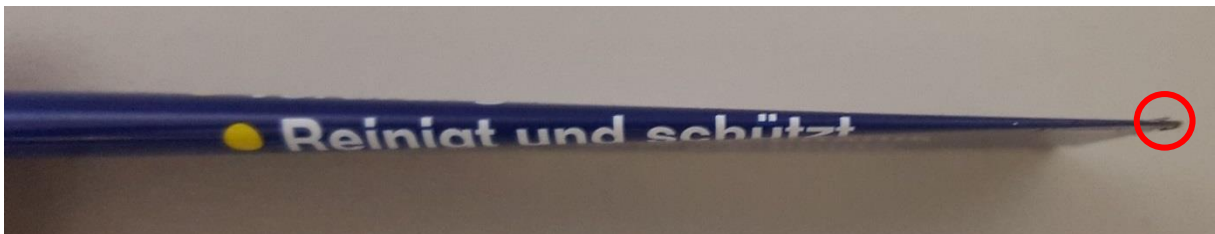


Figura 74 - Provete após *Bend-Test*

Teste à costura

Este ensaio tem como objetivo estudar a absorção de água por parte do verniz da costura. Este verniz é adicionado na etapa 2 da montagem dos aerossóis, sendo que existe uma zona em que ocorre sobreposição com o verniz adicionado anteriormente no corpo (etapa 5 da produção dos corpos). Este teste permite averiguar se a aderência do verniz da costura ao verniz do corpo e à folha-de-flandres é correta.

Procedimento:

- 1) Cortar uma tira que contenha aplicação de verniz, com o auxílio de uma tesoura de corte.
- 2) Dobrar as tiras ao meio, se necessário.
- 3) Colocar as tiras em água a ferver (temperatura de 100 °C), durante 5 minutos.
- 4) Retirar as tiras da água a ferver, com o auxílio de uma pinça/ímã.
- 5) Observar visualmente a zona de aplicação do verniz.

Resultados:

Comparando o resultado obtido visível na Figura 75 com os dados presentes na Tabela 2, verifica-se que o provete ensaiado se encontra conforme. Assim sendo, o marcador químico não compromete a aderência da camada de verniz da costura quer à folha-de-flandres, quer ao verniz do corpo.

Tabela 1 – Classificação de resultados de ensaio à costura

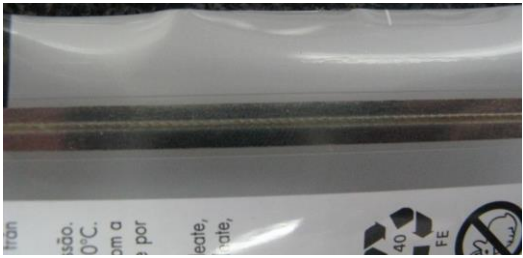

Resultado	Descrição	Foto
Conforme	Sem alteração	
Não Conforme	Aspeto esbranquiçado (sinal de absorção de água)	



Figura 75 - Provete do ensaio à costura

Teste de aderência do verniz

Este ensaio tem como objetivo estudar a aderência do verniz à folha-de-flandres e/ou à aderência entre camadas. A instrução de trabalho completa deste ensaio apresenta-se no anexo A - Teste de aderência do verniz.

Procedimento:

- 1) Colocar a folha sobre uma superfície rígida de preferência plana, de forma a que a face onde foi aplicado o verniz interior/verniz de acabamento fique voltada para cima.
- 2) Com o auxílio do “Cross Cut” com lâminas espaçadas de 1mm, colocar a lâmina perpendicular à superfície de teste e executar um conjunto de ranhuras, cruzadas e perpendiculares, em três zonas distintas a folha, ver Figura 76.



Figura 76 - Realização de ranhuras no verniz

- 3) Limpar suavemente a zona de ensaio e aplicar fita adesiva sobre as ranhuras. Pressioná-la bem sobre a folha de forma a que fique aderente e sem bolhas de ar. De seguida, pegar na ponta que ficou levantada e arrancá-la bruscamente, com um só movimento.
- 4) Verificar visualmente se ocorreu ou não desprendimento do revestimento. Para facilitar a análise, passar um pano embebido em solução de sulfato de cobre sobre a zona afetada. Comparar o resultado com os valores da Tabela 2.

Resultados:

Comparando a Figura 77, com as classificações visíveis na Tabela 2, conclui-se que a folha testada se inclui na Classificação 1. Assim sendo, o marcador químico não compromete a aderência do verniz.

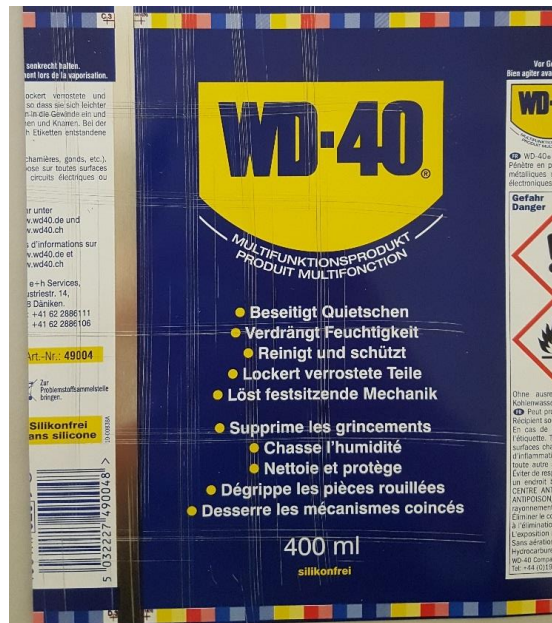




Figura 77 - Resultados do teste de aderência do verniz

Tabela 2 - Limite de aceitação do teste de aderência do verniz

Classificação	Descrição dos trabalhos	Aspetto da superfície de área de corte	Resultados
0	Os bordos dos cortes são completamente lisos. Sem qualquer desprendimento de verniz.		Aderência 100%
1	Desprendimento de pequenos fragmentos de verniz nas intersecções dos cortes. Uma área de desprendimento não superior a 5% é afetada		Aderência > 95%
2	Desprendimento ao longo dos bordos e/ou intersecções dos cortes. Uma área de desprendimento entre 5% e 15%.		Aderência > 85%
3	Desprendimento ao longo dos bordos e/ou intersecções dos cortes parcial ou totalmente em largas fitas. Uma área de desprendimento entre 15% e 35%.		Não conforme
4	Desprendimento significativo de verniz, havendo mesmo quadrículas sem verniz. Uma área de desprendimento entre 35% e 65%		Não conforme
5	Desprendimento total ou muito significativo. Área de desprendimento superior a 65%		Não conforme

Tabela 3 - Avaliação dos resultados do teste de porosidade

Resultado	Descrição	Foto
Conforme	Sem pontos de ataque	
Não Conforme	Com pontos de ataque (oxidação)	

Teste de resistência à abrasão

Este ensaio permite determinar a resistência à abrasão de películas secas de vernizes, esmaltes e tintas, por desgaste resultante de um movimento de rotação de rodas abrasivas de borracha. A instrução de trabalho completa deste teste encontra-se no anexo A - Teste de resistência à abrasão.

Procedimento:

- 1) Cortar 3 provetes na prensa e identificar os provetes com A, B e C.
- 2) Limpar os provetes para retirar as pontas soltas.
- 3) Proceder à pesagem dos provetes. Verificar se a balança se apresenta ajustada a zero antes de iniciar a pesagem.
- 4) Colocar o provete sobre o prato da balança.
- 5) Deixar estabilizar o valor apresentado no display da balança.
- 6) Registrar o valor correspondente à massa do provete antes do desgaste (m0) no impresso T25.M001.
- 7) Colocar um dos provetes na placa giratória.
- 8) Descer as cabeças de abrasão cuidadosamente até as rodas se apoiarem sobre o disco.
- 9) Colocar os orifícios de sucção em posição.
- 10) Regular o conta-rotações: “Reset”, “Select”, definir o número de ciclos para 500, “Enter”, “Start”.

- 11) Retirar o provete do equipamento.
- 12) Limpar o provete com um papel macio isento de fios, para remover qualquer resíduo solto.
- 13) Colocar o nivelador de superfície na placa giratória e repetir os passos 8 a 10, mas definir o número de ciclos para 25.
- 14) Remover o nivelador de superfície da placa giratória (no caso de as rodas abrasivas apresentarem uma cor diferente do normal, definir mais 25 ciclos com o nivelador de superfície).
- 15) Limpar o nivelador de superfície com a escova.
- 16) Limpar as rodas abrasivas com a escova.
- 17) Fixar o provete novamente na placa giratória e repetir os passos de 8 a 10, mas seleccionar 250 ciclos.
- 18) Retirar o provete do equipamento.
- 19) Remover do provete quaisquer resíduos soltos, usando papel macio isento de fios.
- 20) Repetir o procedimento de 13 a 16.
- 21) Pesar novamente o provete (m_1), usando a mesma metodologia que para a primeira pesagem.
- 22) Registrar o valor encontrado na segunda pesagem no impresso T25.M001.
- 23) Repetir os passos de 7 a 22 para os restantes dois provetes e registar valores.

Para cada provete calcular:

$$\text{Taber Wear Index} = \frac{(m_0 - m_1) \times 1000}{750}$$

em que:

m_0 – massa do provete antes do desgaste

m_1 – massa do provete depois do desgaste

Cálculo da média dos três provetes:

$$\text{TWI(médio)} = \frac{\text{TWI}(1) + \text{TWI}(2) + \text{TWI}(3)}{3}$$

Resultados:

Na Figura 79, é possível, no lado direito da imagem, verificar a alteração na quantidade de verniz do provete causado pela cabeça de abrasão.



Figura 79 - Provete antes e depois do teste de abrasão

O valor obtido de *Taber Wear Index* foi de 6,4. Comparando esse valor com os valores da Tabela 4, e sabendo que este provete se enquadra na categoria “primário + acabamento”, verifica-se que o resultado é exemplar.

Tabela 4 - Aceitação resultados teste de abrasão

Sistemas de envernizamento	Branco Esmalte + Acabamento	Primário + Acabamento
Ideal	< 12	< 9
Aceitável	12 – 16	9 – 13

Teste de resistência à riscagem

Como o nome indica, este ensaio permite detetar a resistência que o verniz de acabamento tem à riscagem com uma agulha de ponta esférica. A instrução de trabalho completa deste teste encontra-se no Anexo A - Determinação da resistência à riscagem.

Procedimento:

- 1) Cortar três provetes com uma largura máxima de 7,5 cm, e comprimento de aproximadamente 10 cm.
- 2) Colocar e fixar o provete no suporte do aparelho com o revestimento a ensaiar virado para cima.
- 3) Fixar a agulha no suporte de modo a que fique perpendicular ao provete.
- 4) Deslocar a posição da agulha para o meio do provete.
- 5) Inserir o calço de metal entre a roda de nylon e o braço de carga, para nivelar a agulha à espessura da folha.
- 6) Ajustar a altura da ferramenta até estar a tocar na superfície da amostra e, depois, apertar a roda serrilhada.
- 7) Deslizar o peso ao longo do braço de carga para obter a carga desejada e travá-lo no manípulo. Se necessária uma carga maior colocar as massas extra no apoio acima da agulha

para obter a carga desejada (iniciar com uma carga menor do que a esperada para atingir o substrato).

- 8) Ligar o motor do aparelho e permitir que o risco se faça sobre o revestimento.
- 9) Observar o voltímetro durante o ensaio para verificar se se estabelece ou não contacto elétrico entre a agulha e o substrato.
- 10) Aumentar sucessivamente a massa sobre a agulha com incrementos adequados (por exemplo 50 g).
- 11) Parar de aumentar a massa quando a agulha tiver atingido o substrato, sendo esta a carga mínima suportada pela amostra.
- 12) Registrar valores no impresso T25.M001, em que o valor a considerar como resultado é o menor valor obtido.

Resultados:

Como referido anteriormente, estes provetes foram realizados usando verniz de primário e verniz de acabamento, sendo o resultado ideal neste ensaio uma carga superior a 1.000g, como é evidenciado na Tabela 5. Neste teste, a carga foi progressivamente aumentada até 1.400g, ou 1,4kg, sendo que o substrato não foi atingido, como é possível verificar na Figura 80. Conclui-se, assim, que a resistência à riscagem não é comprometida pela adição do marcador químico.



Figura 80 - Provete de teste de riscagem

Tabela 5 - Intervalos de aceitação do teste de riscagem

Sistemas de envernizamento	Branco Esmalte + Acabamento	Primário + Acabamento
Ideal	> 1,4 kg	> 1,00 kg
Aceitável	1,10 kg – 1,4 kg	0,6 kg – 1,00 kg

Teste de vibração

Este teste teve como objetivo simular as condições a que as embalagens são sujeitas durante o transporte. A metodologia foi baseada na norma ASTM D999-08, sendo o método utilizado o *Method A1 – Repetitive Shock Test (Vertical Motion)*.

Procedimento:

- 1) Agrupar as embalagens em conjuntos de seis, de forma similar ao seu transporte, como é possível visualizar na Figura 81.



Figura 81 - Embalagens para teste de vibração

- 2) Para determinar a frequência a que o teste deve ser realizado, colocar as embalagens na mesa vibratória e, começando em 2Hz, aumentar progressivamente a frequência até ser possível inserir o calço metálico segundo a largura dos conjuntos e movimentá-lo intermitentemente ao longo do comprimento dos mesmos. O calço deve ser colocado de forma horizontal, paralelo à superfície vibratória. Na determinação da frequência do teste, deve ser possível inserir o calço pelo menos 100 mm por baixo das embalagens. A determinação da frequência pode ser visualizada na Figura 82.



Figura 82 - Teste de vibração

A frequência determinada foi de 20 Hz.

- 3) Prosseguir o teste, à frequência determinada, durante 1 hora.
- 4) Após finalizar o teste, assinalar as zonas de contacto entre embalagens.

Resultados:

Como é possível verificar na Figura 83, o teste de vibração e a consequente fricção entre embalagens não alterou o aspeto final da embalagem, nem alterou a capacidade do pó em emitir luz quando excitado por radiação infravermelha. Como tal, a adição do pó cerâmico não compromete a resistência do verniz à fricção.

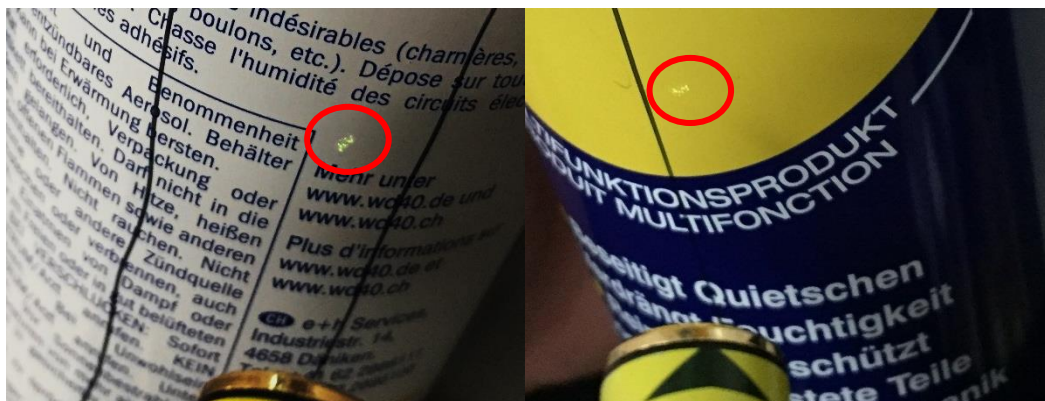


Figura 83 - Embalagens após teste de vibração

Conclusões

Após a realização dos sete testes anteriores, pode afirmar-se que a adição do *Up-converting phosphor* ao verniz de acabamento não põe em causa a resistência do mesmo e, como tal, a embalagem. Deste modo, retiram-se quaisquer dúvidas já que se provou que o processo produtivo não põe em causa o funcionamento do pó cerâmico e o mesmo não degrada as propriedades de resistência do verniz de acabamento. Assim sendo, esta tecnologia é uma alternativa viável para as soluções apresentadas atualmente na temática de anti-contrafação. Esta solução toma maior relevância para mercados onde a proliferação de *Smartphones* não é tão acentuada, já que a vantagem das outras tecnologias em usar o consumidor final como agente de verificação desvanece, sobressaindo o facto de esta tecnologia ser mais barata que as restantes.

Teste de concentração

Este teste é um teste complementar, indicativo, de modo a compreender a influência da concentração do pó na luz emitida, verificando se é possível utilizar menos concentração do que o indicado, diminuindo custos. Foram realizados quatro testes com concentrações diferentes de modo a verificar a influência da concentração na capacidade de emissão de luz visível, quando sujeito à radiação infravermelha. O objetivo era começar por valores de concentração mais baixos do que o aconselhado pelo fabricante, aumentando a concentração em cada teste. Segundo o fabricante, o pó deve ser adicionado numa quantidade igual ou superior a 0,015% da massa do verniz ou tinta. Neste caso, foi misturado no verniz, aplicando-se esta mistura na superfície pintada de uma folha-de-flandres. Os valores definidos para as concentrações testadas foram de 0,005%, 0,01%, 0,015% e 0,020%. Devido a estas concentrações resultarem numa massa diminuta de pó, tendo em conta a capacidade da balança, sabia-se de antemão que seria extremamente difícil atingir os valores de concentração pretendidos.

Para este teste, foi utilizada uma balança Mettler Toledo ME303E. Esta tem como resolução miligramas e capacidade de 320g.

Procedimento:

- 1) Tarar a balança e medir a massa do recipiente onde a mistura verniz/pó seria feita.
 $m_{\text{recipiente}} = 84,789 \text{ g}$

- 2) Tarar a balança, adicionar verniz e verificar a massa do mesmo. A massa de verniz adicionada deve ser cerca de 215g de modo a garantir alguma folga devido à capacidade da balança.

$$m_{\text{verniz}} = 215,251 \text{ g}$$

Teste 1

- 3) Adicionar 0,017g de pó ao verniz e misturar.

$$m_{\text{mistura}} = 215,251 + 0,017 = 215,268 \text{ g}$$

- 4) Adicionar uma camada da mistura, utilizando um pincel, na folha-de-flandres.
- 5) Medir a quantidade de mistura restante.

$$m_{\text{mistura}} = 206,559 \text{ g}$$

Teste 2

- 6) Adicionar 0,005g de pó à mistura e misturar.

$$m_{\text{mistura}} = 206,564\text{g}$$

- 7) Adicionar uma camada da mistura, utilizando um pincel, na folha-de-flandres.
8) Medir a quantidade de mistura restante.

$$m_{\text{mistura}} = 190,535\text{g}$$

Teste 3

- 9) Adicionar 0,08 g de pó à mistura e misturar.

$$m_{\text{mistura}} = 190,543\text{g}$$

- 10) Adicionar uma camada da mistura, utilizando um pincel, na folha-de-flandres.
11) Medir a quantidade de mistura restante.

$$m_{\text{mistura}} = 180,103\text{g}$$

Teste 4

- 12) Adicionar 0,011 g de pó à mistura e misturar.

$$m_{\text{mistura}} = 180,114\text{g}$$

- 13) Adicionar uma camada da mistura, utilizando um pincel, na folha-de-flandres.
14) Medir a quantidade de mistura restante.

$$m_{\text{mistura}} = 169,325\text{g}$$

Cálculos:

Concentração 1:

$$\frac{0,017 \text{ g}}{215,251 \text{ g}} = 0,0079\%$$

Concentração 2:

$$\frac{0,022 \text{ g}}{206,564 \text{ g}} = 0,0107\%$$

Concentração 3:

$$\frac{0,030 \text{ g}}{190,535 \text{ g}} = 0,0157\%$$

Concentração 4:

$$\frac{0,041 \text{ g}}{180,103 \text{ g}} = 0,0228\%$$

Protótipo 2 - Marca D'Água Digital

Para a realização deste protótipo, estudaram-se as soluções fornecidas pelas diversas empresas e decidiu-se optar pela solução da empresa C, já que permite utilizar simultaneamente animações de Realidade Aumentada. Como explicado anteriormente, isto permite utilizar o consumidor final como agente de verificação sem ele o saber, além de aumentar o *Consumer Engagement*.

Sendo esta tecnologia uma alteração no *artwork*, foi enviado um *artwork* da Colep para a empresa C, sendo este devolvido já com a tecnologia incluída. Após a receção do ficheiro, este foi impresso em papel, numa impressora de escritório para comprovar o seu funcionamento. Utilizando a aplicação fornecida pela empresa C, foi possível verificar a autenticidade da embalagem e, depois, aceder ao conteúdo de Realidade Aumentada. Neste caso, como se pretendia entender o funcionamento da tecnologia, o resultado da verificação da autenticidade da embalagem é visível, como é possível reparar no lado esquerdo da Figura 85. A aplicação apresenta o texto “*Invisible Mark Detected*” e “*Genuine can found*”, demonstrando que a embalagem é genuína. No caso da aplicação fornecida ao consumidor final, esta informação não seria apresentada, sendo diretamente enviada juntamente com localização GPS, entre outras informações, através da internet para a marca.

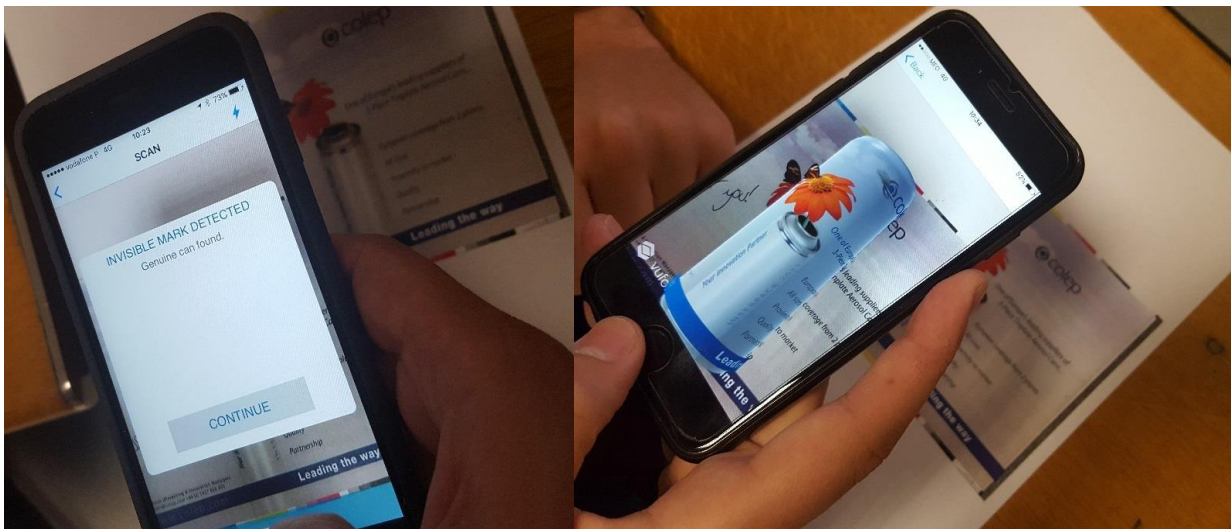


Figura 85 - Marca D'Água Digital e Realidade Aumentada

Após o sucesso deste teste, realizaram-se embalagens utilizando o mesmo *artwork*. O resultado foi similar ao obtido em folha de papel. Abaixo, na Figura 86, é possível visualizar a verificação realizada, exatamente igual à obtida na aplicação, já que se trata de uma captura de tela.

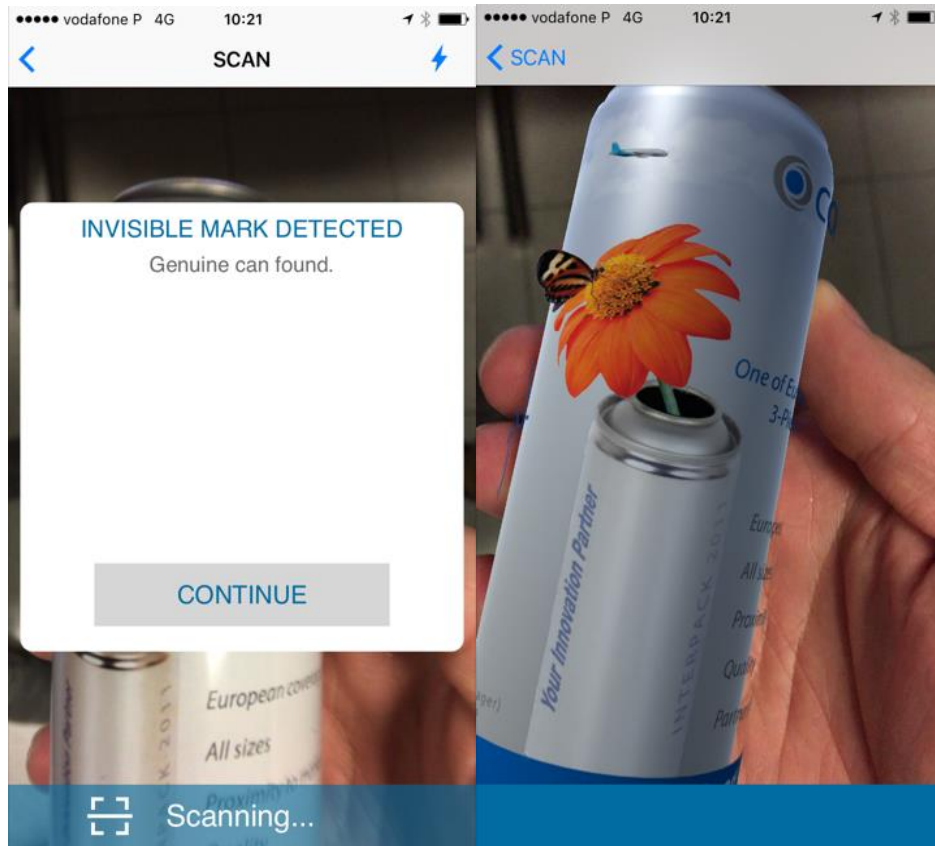


Figura 86 - Captura de tela do Smartphone

Na Figura 87, é possível verificar a diferença de comportamento da aplicação. A embalagem da esquerda é o mesmo *artwork* da embalagem da direita, mas sem a Marca D'Água inserida, sendo que a aplicação só disponibiliza a animação quando deteta a Marca D'Água Digital.



Figura 87 - Embalagens sem e com Marca D'Água Digital

Como já referido diversas vezes, esta tecnologia é apenas uma alteração no *artwork* e, como tal, não faz sentido pôr em causa a sua compatibilidade com o processo produtivo da Colep.

Assim sendo, como era espectável, esta tecnologia é aplicável nas embalagens produzidas pela Colep, sendo uma alternativa para as tecnologias atualmente utilizadas para combater a contrafação.

4.2. Consumer Engagement

Como explicado anteriormente, *Consumer Engagement* pode ser descrito como a intensidade da participação e ligação de um indivíduo em relação às ofertas de uma organização (“*is the intensity of an individual’s participation in and connection with an organization’s offerings or organizational activities, which either the customer or the organization initiates.*”) (Vivek, Morgan, & Beatty, 2012). Com estas soluções, pretende-se diferenciar o produto dos produtos concorrentes e aumentar a lealdade do cliente com a marca.

4.2.1. *Tecnologias existentes*

Realidade Aumentada

Esta tecnologia já foi utilizada no desenvolvimento do protótipo 2, como tal, não faz sentido voltar a despende recursos para testar esta tecnologia novamente.

NFC / RFID / Bluetooth

As razões da exclusão das tecnologias NFC e RFID já foram explicadas anteriormente, pelo que não serão abordadas novamente. A grande desvantagem do *Bluetooth* passa pelo tempo superior de conexão, quando comparado com as outras tecnologias, e como tal, não será também motivo de um protótipo.

QR Code

Como referido anteriormente, esta tecnologia foi excluída em detrimento da Marca D'Água Digital.

Marca D'Água Digital

Já foi realizado um protótipo, como tal não se justifica a realização de novo teste.

Tinta termocrômica

Estas tintas são amplamente conhecidas, existindo já várias soluções no mercado para embalagens metálicas fazendo uso delas, como demonstrado no capítulo relativo ao estado da arte. Para além disso, os *Printed Electronics* permitem, entre outras funcionalidades, implementar sensores de temperatura, sendo mais eficazes que estas tintas. Optou-se, então, por não realizar um protótipo utilizando estas tintas em detrimento da realização de um usando *Printed Electronics*.

Printed Electronics

Devido ao seu cariz inovador e à infinidade de funcionalidades que permite conceder a uma embalagem, atribuiu-se uma maior importância à realização de um protótipo utilizando esta tecnologia. Para além disso, pretendia-se provar a aplicabilidade desta em folha-de-flandres, já que a condutibilidade do metal poderia ser um problema.

4.2.2. Protótipos realizados

Protótipo 3 - Printed Electronics

Como referido anteriormente, neste momento do projeto, o tempo restante era diminuto, uma vez que já tinha sido realizado todo o trabalho de pesquisa bibliográfica e dois protótipos, tendo sido um deles sujeito a testes intensivos. Realizar testes com fornecedores desta tecnologia implicaria: escolher um fornecedor disposto a realizá-los, decidir quais os revestimentos a estudar, enviar a matéria-prima para o fornecedor, conduzir os testes e, por fim, retornar os materiais, depois da conclusão dos mesmos. Em alternativa, decidiu-se realizar testes internamente, por forma a ser possível apresentar resultados no curto espaço temporal restante. Estes testes não permitiriam alcançar todo o potencial desta tecnologia, mas poderiam servir para provar a aplicabilidade da mesma na matéria-prima da Colep.

Primeiramente, pesquisou-se fornecedores de tinta condutora, que a vendessem ao público, por forma a agilizar o processo. Encontrou-se a empresa *Bare Conductive*, encomendando-se do respetivo *website* um reservatório de 10ml de tinta eletrónica, apresentado na Figura 88.



Figura 88 - Tinta eletrónica

Em seguida, por forma a testar o seu funcionamento, desenhou-se um pequeno circuito, com a utilização de um LED, numa folha de papel convencional, visível na Figura 89.



Figura 89 - Circuito desenhado em papel

Após o desenho do circuito, utilizou-se uma pilha cr2032 para verificar o seu funcionamento. O LED acendeu, provando que o circuito estava funcional. Sendo o intuito provar a aplicabilidade em embalagens, cortou-se um provete de uma embalagem para testar a sua condutibilidade. Um lado do provete estava pintado e com verniz de acabamento, enquanto o outro não tinha nenhum acabamento, sendo folha-de-flandres “virgem”. Na Figura 90, apresentam-se os resultados obtidos, onde é possível concluir que a folha-de-flandres, por si só, conduz eletricidade, mas, com revestimento de tinta e verniz, não o faz. A condução de eletricidade por parte da embalagem implica que a eletricidade não vai necessariamente percorrer o circuito pretendido, já que a eletricidade percorre o caminho de menor resistência, podendo causar curto-circuitos. Assim sendo, torna-se plausível a integração de *Printed Electronics* diretamente nas embalagens, no caso das que possuem revestimento de tinta e verniz.

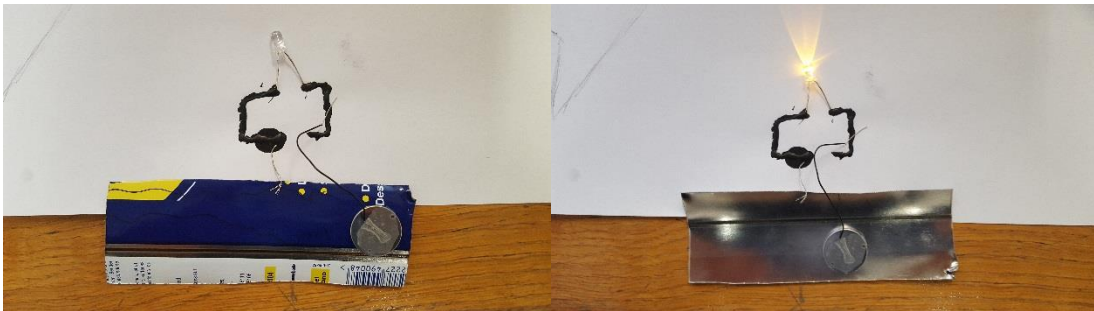


Figura 90 - Condutibilidade da folha-de-flandres

Tendo em conta o suprarreferido, decidiu-se realizar um circuito diretamente numa embalagem com revestimento.

Desenhou-se o circuito na embalagem, mas, devido à resistência que a tinta introduzia no circuito, foi necessário adicionar outra pilha, já que a luz emitida pelo LED era muito ténue. Como não existia interruptor, ligou-se o polo negativo da pilha diretamente ao circuito, estando o positivo ligado a um cabo de cobre. O encosto do cabo ao circuito fechava o mesmo, podendo ser visível a luz emitida pelo LED, esta situação é visível na Figura 91.



Figura 91 - Circuito elétrico em embalagem metálica

Após este teste, decidiu-se realizar outro teste utilizando agora um interruptor, por forma a tornar o uso da embalagem mais prático. Desenvolveu-se, então, um circuito numa nova embalagem, utilizando agora um interruptor, como é possível verificar na Figura 92.



Figura 92 - Circuito eletrónico em embalagem metálica com interruptor

Com a realização destes testes, fica provada a aplicabilidade de circuitos realizados com tinta eletrónica em folha-de-flandres, desde que sejam sobrepostos à tinta e verniz de acabamento. Sendo esta tinta a matéria-prima para a realização de *Printed Electronics*, os mesmos serão também aplicáveis, podendo, ou não, existir restrições a nível das funcionalidades atingidas e dos métodos de aplicação. Esta conclusão é de capital importância, já que esta tecnologia é verdadeiramente disruptiva. Com a sua utilização, será possível adicionar funções inteligentes às embalagens, como as já referidas anteriormente, capacitando-as de atividades sensoriais, interpretativas e comunicativas nunca antes vistas em embalagens.

5. Conclusões e trabalhos futuros

5.1. Conclusões

A proliferação tecnológica a que atualmente se assiste tem, cada vez mais, aplicação em objetos do quotidiano. Esse desenvolvimento principiou-se em artigos de maior valor como computadores e foi-se alastrando a elementos de menor valor e dimensão como telemóveis e relógios que, devido às funcionalidades acrescidas, receberam a denominação *Smart*. Recentemente, também as embalagens têm sido dotadas dessas tecnologias para aumentar a sua capacidade de proteger o produto e de comunicar com o consumidor, surgindo assim o *Smart Packaging*.

Este projeto teve como objetivo encontrar tecnologias que pudessem tornar as embalagens da Colep *Smart* e, assim, oferecer aos seus clientes soluções de valor acrescentado, que os diferenciasses dos demais concorrentes. Com este propósito, foram estudadas tecnologias aplicáveis nas embalagens em folha-de-flandres, compatíveis com o processo produtivo existente e que permitissem aumentar a vida útil dos produtos (*Active Packaging*), aumentar a lealdade dos consumidores (*Consumer Engagement*) ou proteger a propriedade intelectual das marcas (anti-contrafação).

No âmbito do *Active Packaging* encontraram-se as tecnologias utilizadas, mas o seu estudo não foi aprofundado e não se desenvolveram protótipos, já que a duração dos testes de envelhecimento acelerado (*accelerated aging tests*), que permitem simular a vida útil do produto e assim comprovar a eficiência das tecnologias, era superior à duração deste projeto. Deste modo, existiu um foco maior nas tecnologias de *Intelligent Packaging*,

Na temática de *Consumer Engagement* foram estudadas as tecnologias existentes, exemplos de aplicações em embalagens, o modo como interagem com o consumidor e, por fim, realizados protótipos. Os dois protótipos realizados abrangeram as tecnologias Realidade Aumentada e *Printed Electronics*. Devido à condutividade elétrica da folha-de-flandres, não existiam certezas de que a tinta e verniz de acabamento forneceriam o isolamento necessário para um correto funcionamento dos circuitos utilizados nos *Printed Electronics*. A realização dos protótipos acima referidos permitira comprovar a aplicabilidade de ambas as tecnologias no processo produtivo da Colep. No entanto, na tecnologia *Printed Electronics*, restam dúvidas acerca dos processos de impressão compatíveis e da existência de limitações nas funcionalidades implementáveis nas embalagens da Colep. Analisando a evolução e os desenvolvimentos recentes nesta temática, apresentados pelos vários fornecedores, foi possível concluir que o futuro do *Smart Packaging* passará em grande parte pelos *Printed Electronics*, já que permitem fornecer capacidades inovadoras às embalagens. Esta tecnologia permitirá detetar e interpretar o ambiente a que está exposta, fornecendo essa informação ao consumidor final. Desta forma, os prazos de validade tornar-se-ão variáveis, será possível informar o consumidor acerca da qualidade do conteúdo da embalagem e indicar a quantidade remanescente, entre outros. Esta tecnologia permitirá também, entre outras funcionalidades,

uma maior diferenciação na prateleira através de LEDs, alimentados por painéis fotovoltaicos inseridos nas embalagens, e impressão de antenas NFC e RFID diretamente nas embalagens.

No estudo das tecnologias de anti-contrafação, grande parte do conhecimento adquiriu-se através dos contactos realizados com as várias empresas deste segmento. Estes permitiram compreender quais as tecnologias que poderiam ser aplicadas no mercado das embalagens metálicas, qual o seu funcionamento, restrições e custos. Simultaneamente, foi possível compreender que o futuro não passará por dificultar a cópia das embalagens, mas por tornar cada embalagem única, através da serialização, estando este conceito já em processo de implementação na indústria farmacêutica. Com este estudo, e respetivos protótipos, foi possível concluir que existem diversas tecnologias, aplicáveis em folha-de-flandres, mais robustas que as atualmente utilizadas. Estas tecnologias têm diferentes custos, vantagens e desvantagens, sendo que a melhor solução dependerá das necessidades de cada cliente e não será, necessariamente, a solução mais robusta.

Em suma, todos os objetivos deste projeto foram atingidos com sucesso, sendo que, neste momento, a Colep já apresenta informação suficiente para oferecer soluções robustas, de valor acrescentado, aos seus clientes, nas temáticas de *Consumer Engagement* e anti-contrafação, não correndo, assim, o risco de perder os mesmos por falta de conhecimento. Tendo em conta a perspectiva de crescimento de mercado do *Smart Packaging* considera-se o estudo realizado de extrema relevância para manutenção da competitividade da Colep no mercado das embalagens, oferecendo-lhe uma maior capacidade de resposta neste segmento.

5.2. Trabalhos futuros

Como próximos passos, considera-se relevante elaborar um estudo mais aprofundado do tema *Active Packaging* e realizar protótipos utilizando as tecnologias associadas.

Paralelamente, no âmbito dos *Printed Electronics*, será importante proceder à realização de testes com as empresas encontradas. Com os seus conhecimentos, será possível entender quais os métodos de impressão compatíveis com as embalagens da Colep e quais as funcionalidades que serão possíveis de atingir.

No capítulo da anti-contrafação, será de extrema importância acompanhar o desenvolvimento da tecnologia Impressão Digital para o substrato folha-de-flandres, sendo que seria benéfico a realização de parcerias com vários fornecedores da mesma, com o intuito de impulsionar o desenvolvimento desta tecnologia. Esta, como referido anteriormente, permitirá a serialização das embalagens, sendo fulcral para o tema da anti-contrafação.

Referências

- Aerobal. (2017). *World Aluminium Aerosol Can Award 2016*. Obtido em 12 de Maio de 2017, de <http://www.aerobal.org/world-aluminium-aerosol-can-award-2016/>
- AGFA. (2017). *Arziro Authenticate - Generate PDF*. Obtido em 16 de Maio de 2017, de Agfa Graphics: <https://www.agfagraphics.com/global/en/product-finder/arziro-security-authenticate.html>
- AIPIA. (31 de Outubro de 2016). *NEWS: Ready for a Top Up? The Ice Cube Knows!* Obtido em 10 de Março de 2017, de <https://www.aipia.info/news-Ready-for-a-Top-Up-The-Ice-Cube-Knows-644.php>
- Alecrim, E. (17 de Janeiro de 2017a). *Tecnologia Bluetooth: o que é e como funciona?* Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <https://www.infowester.com/bluetooth.php>
- Alecrim, E. (17 de Janeiro de 2017b). *O que é NFC (Near Field Communication)?* Obtido em 20 de Fevereiro de 2017, de <https://www.infowester.com/nfc.php#nfc>
- All India Word. (2015). *How to use QR Code to use for WhatsApp Web Version*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <https://www.allindiaword.com/2015/01/qr-code-app-whatsapp.html>
- Allen, D. (13 de Maio de 2015). *Pharmapack North America talk to explore counterfeiting risks*. Obtido em 23 de Fevereiro de 2017, de <http://www.packagingdigest.com/anti-counterfeiting/pmp-pharmapack-north-america-talk-explore-counterfeiting-risks-150513>
- Applied DNA Sciences. (2017a). *Progressive solutions using nature's definitive identifier — a botanical molecule*. Retrieved Maio 16, 2017, from <http://adnas.com/signature-dna-difference/>
- Applied DNA Sciences. (2017b). *SigNature DNA in Action*. Obtido em 16 de Maio de 2017, de http://adnas.com/signature_dna/
- Artist, S. (25 de Março de 2016). *Fort George Releases Special Edition of Suicide Squeeze IPA in Cans*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://www.newschoolbeer.com/2016/03/fort-george-releases-special-edition-of-suicide-squeeze-ipa-in-cans.html>
- Beverage Daily . (11 de Fevereiro de 2016). *SilverFox Innovations agrees \$1.1m settlement for misappropriating CTI trade secrets*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <http://www.beveragedaily.com/Library/Packaging-Packing-Materials-Containers/SilverFox-Innovations-agrees-1.1m-settlement-with-CTI>
- Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Mohan, C. O., & Gopal, T. K. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*.
- Bluetooth. (2017). *How It Works*. Obtido em 23 de Fevereiro de 2017, de <https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/how-it-works>

- Butland, C. L., & Baggot, B. (29 de Fevereiro de 2000). *US Patente N° 6,030,657*.
- Centre for Process Innovation. (24 de Outubro de 2016). *HaRFest project successfully develops printed energy harvesting device for the next generation of smart packaging*. Obtido em 8 de Março de 2017, de <https://www.uk-cpi.com/news/success-in-energy-harvesting-for-smart-packaging>
- Champlain College. (21 de Maio de 2016). *Bluetooth Security Report*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <http://computerforensicsblog.champlain.edu/2016/05/21/bluetooth-security-report/>
- Colep. (2014). *Colep*. Obtido em 21 de Fevereiro de 2017, de <http://www.colep.com/>
- Colep. (2016). *What We Do*. Obtido em 16 de Fevereiro de 2017
- Corrales, M., Fernandez, A., & Han, J. (2013). *Antimicrobial Packaging Systems*. Elsevier.
- Crown. (2017). *CrownSmart™*. Obtido em 8 de Março de 2017, de <https://www.crowncork.com/beverage-packaging/innovations-beverage-cans/crownsmart>
- Cunliffe, J. (23 de Agosto de 2013). *What is Digital Printing?* Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <https://www.facemediagroup.co.uk/resources/print-articles/general-print-articles/what-is-digital-printing>
- Da Silva, J. F. (2014). *Inserção e extração de Marca D'Água em imagens digitais usando a transformada Wavelet*. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira.
- Demetrakakes, P. (1 de Fevereiro de 2017). *Frito-Lay taps smart packaging for MADD Super Bowl promo*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://www.packagingdigest.com/smart-packaging/frito-lay-taps-smart-packaging-for-madd-super-bowl-promo-2017-02-01>
- Digimarc. (2017a). *Make Your Store a Better Place to Shop*. Obtido em 23 de Fevereiro de 2017, de <https://www.digimarc.com/application/retail>
- Digimarc. (2017b). *The Barcode of Everything™*. Obtido em 11 de Maio de 2017, de Digimarc: <https://www.digimarc.com/docs/default-source/solution-briefs/barcodebrief.pdf?sfvrsn=12>
- Digimarc. (2017c). *Customer Stories*. Obtido em 11 de Maio de 2017, de <https://www.digimarc.com/application/mobilesdk>
- DNA Technologies. (2017). *Welcome to DNA Technologies*. Obtido em 4 de Maio de 2017, de <http://www.dnatechnologies.com/>
- Emblem, A., & Emblem, H. (2012). 3 - Packaging Functions. Em A. Emblem, & H. Emblem, *Packaging technology : Fundamentals, materials and processes* (pp. 24-49). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- European Commission. (16 de Maio de 2017). *Falsified medicines*. Obtido em 16 de Maio de 2017, de https://ec.europa.eu/health/human-use/falsified_medicines_en
- Faulkner, C. (17 de Novembro de 2015). *What is NFC? Everything you need to know*. Obtido em 20 de Fevereiro de 2017, de <http://www.techradar.com/news/phone-and-communications/what-is-nfc-and-why-is-it-in-your-phone-948410>
- Fort George Brewery. (s.d.). *Suicide Squeeze*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://fortgeorgebrewery.com/beer/suicide-squeeze/>
- Graças, F. M. (2013). *Pagamentos em dispositivos Android*. Porto: FEUP.

- Grand View Research. (Outubro de 2016). *Smart Packaging Market Size To Reach \$26.7 Billion By 2024*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-smart-packaging-market>
- Grand View Research. (Janeiro de 2017). *Smart Label Market Size To Reach USD 16.12 Billion By 2025*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-smart-label-market>
- Grupo RAR. (2016). *Relatório e Contas 2015*. Obtido em 20 de Fevereiro de 2017, de Grupo RAR : http://www.rar.com/fotos/editor2/rc_2015_gruporar_f.pdf
- Grupo RAR. (2017). *Colep : The Company*. Obtido em 17 de Fevereiro de 2017, de http://www.rar.com/en/the_company_colep/colep/
- Hall, C. (26 de Agosto de 2016). *Malibu bottles get connected with NFC, because summer*. Obtido em 11 de Maio de 2017, de <http://www.pocket-lint.com/news/138595-malibu-bottles-get-connected-with-nfc-because-summer>
- Harry. (4 de Outubro de 2012). *UWI Label – “Revolutionary Potential”*. Obtido em 9 de Março de 2017, de <https://knowledgetransferhw.wordpress.com/tag/uwi-label/>
- Hautsch, O. (19 de Maio de 2009). *Como funciona a Realidade Aumentada*. Obtido em 20 de Fevereiro de 2017, de <https://www.tecmundo.com.br/realidade-aumentada/2124-como-funciona-a-realidade-aumentada.htm>
- Inovations Report. (4 de Março de 2015). *SYSTEMS INTEGRATION in Finland focusses on high-tech printing*. Obtido em 4 de Maio de 2017, de <http://www.innovations-report.com/html/reports/event-news/ystems-integration-in-finland-focusses-on-high-tech-printing.html>
- James Manyika, M. C. (2013). *Disruptive technologies*. McKinsey Global Institute.
- Kerry, J., & Butler, P. (2008). *Smart Packaging Technologies For Fast Moving Consumer Goods*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Kreyenschmidt, J. (2011). *Time Temperature Integrators – the current technology and future developments*. Obtido em 3 de Abril de 2017, de <http://freshpoint-tti.com.keam.co.il/article/time-temperature-integrators-the-current-technology-and-future-developments-.aspx>
- Lemes, D. (6 de Junho de 2012). *Como Colocar Marca D'Água Com Photoshop Através de Action*. Obtido em 7 de Abril de 2017, de <https://www.tutoriart.com.br/como-colocar-marca-dagua-com-photoshop-atraves-de-action/>
- Lingle, R. (15 de Dezembro de 2015). *Smart packaging adds more mystique to Oculito beer*. Obtido em 9 de Março de 2017, de <http://www.packagingdigest.com/smart-packaging/adds-more-mystique2-oculto-beer1215>
- McKinsey&Company. (Maio de 2013). Obtido em 17 de Fevereiro de 2017, de <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>
- MI Marketing e Internet. (2015). Obtido em 17 de Fevereiro de 2017, de <http://www.mimarketingeinternet.com.br/marketing/blog/a-internet-das-coisas/>
- Microtrace. (2017a). *Up-Converting Phosphors*. Obtido em 4 de Maio de 2017, de <http://www.microtracesolutions.com/taggant-technologies/up-converting-phosphors>
- Microtrace. (2017b). *Molecular Taggant*. Obtido em 4 de Maio de 2017, de <http://www.microtracesolutions.com/taggant-technologies/molecular-taggant>

- Microtrace. (2017c). *Taggant Technologies*. Obtido em 16 de Maio de 2017, de <http://www.microtracesolutions.com/taggant-technologies>
- My Deal. (2016). Obtido em 23 de Fevereiro de 2017, de <http://www.mydeal.asia/sony-mdr-zx770bn-bluetooth-and-noise-cancelling-overhead-headset-07999/>
- nControl. (2015). *O que é RFID?* Obtido em 20 de Fevereiro de 2017, de <http://www.ncontrol.com.pt/o-que-e-rfid.html>
- No Secret. (2017). *Tudo Sobre Qr Codes*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <http://www.nosecret.pt/tudo-sobre-qr-codes/>
- Noronha, A. (10 de Setembro de 2015). *Ilídio Pinho: “Um jovem ambicioso” que mudou a indústria do Norte*. Obtido em 21 de Fevereiro de 2017, de http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/industria/detalhe/um_jovem_ambicioso_que_mudou_a_industria_do_norte
- Novalia. (2017). *DJ QBERT: INTERACTIVE DJ DECKS*. Obtido em 8 de Março de 2017, de <http://www.novalia.co.uk/?portfolio=dj-qbert-interactive-dj-decks>
- Nunes, S. L. (2008). *Marca D'Água Digital Autenticação de Imagens Digitais*. Trabalho de graduação, Porto Alegre.
- Packaging Digest. (19 de Janeiro de 2016). *Where is the digital revolution headed next in packaging?* Obtido em 9 de Março de 2017, de <http://www.packagingdigest.com/optimization/where-is-the-digital-revolution-headed-next-in-packaging-2016-01-19>
- Packaging News. (17 de Fevereiro de 2017). *Huhtamaki creates 'smart cups' for Shell*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://www.packagingnews.com.au/news/huhtamaki-creates-smart-cups-for-shell>
- Pankaj, S. K. (2015). *Cold Plasma Treatment Of Biodegradable Films And Smart Packaging*. Dublin: Dublin Institute of Technology.
- Pastre, M. (10 de Outubro de 2014). *Impressão Digital vs Impressão Offset*. Obtido em 21 de Fevereiro de 2017, de <https://www.printi.com.br/blog/impressao-digital-vs-impressao-offset>
- Patton, P. (11 de Novembro de 2014). *The Drive to Optimize: Coca-Cola's Commercial Innovations, Large and Small*. Obtido em 11 de Maio de 2017, de <http://www.coca-colacompany.com/stories/the-drive-to-optimize-coca-colas-large-and-small-innovations>
- Pozzebon, R. (10 de Outubro de 2014). *O que é realidade aumentada?* Obtido em 20 de Fevereiro de 2017, de <https://www.oficinadanet.com.br/post/13462-o-que-e-realidade-aumentada>
- Prasad, P., & Kochhar, A. (2014). Active Packaging in Food Industry: A Review. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 1-3.
- Refrigerated & Frozen Foods. (12 de Novembro de 2013). *Oxygen-Reducing Technology for Improved Shelf Life, Food Safety*. Obtido em 23 de Fevereiro de 2017, de <http://www.refrigeratedfrozenfood.com/articles/87461-oxygen-reducing-technology-for-improved-shelf-life-food-safety>
- Research and Markets. (Janeiro de 2017). *Global Smart Packaging Market Analysis & Trends - Industry Forecast to 2025*. Obtido em 7 de Junho de 2017, de Research and Markets: http://www.researchandmarkets.com/research/4x4f5l/global_smart

- Robertson, G. L. (2012a). Chapter 1 : Introduction to Food Packaging. Em G. L. Robertson, *Food Packaging - Principles and Practice* (pp. 1-8). Boca Raton: CRC Press.
- Robertson, G. L. (2012b). Chapter 15 : Active and Intelligent Packaging. Em G. Robertson, *Food Packaging - Principles and Practice* (pp. 399-405). Boca Raton: CRC Press.
- Rock LaManna . (2016). *Smart Packaging: The Future of Packaging is Here* . Obtido em 5 de Abril de 2017, de <http://www.rocklamanna.com/blog-rock-lamanna/smart-packaging-the-future-of-packaging-is-here>
- Sajuyigbe, A. S., Ayanleke, S. O., & Olasunkanmi, S. O. (2013). Impact Of Packaging On Organizational Sales Turnover: A Case Study Of Patterzon Zoconist Cussons (Pz) Plc, Nigeria. *Interdisciplinary Journal Of Contemporary Research In Business*, 1-2.
- Silva, A. F. (2016). *Design Interativo, Tecnologia e Natureza* . Dissertação, Porto.
- Southwick, N. (24 de Outubro de 2013). *Counterfeit Drugs Kill 1 Mn People Annually: Interpol* . Obtido em 12 de Maio de 2017, de <http://www.insightcrime.org/news-briefs/counterfeit-drugs-kill-1-million-annually-interpol>
- Stamatiou, P. (7 de Outubro de 2007). *On RFID Tags & Privacy*. Obtido em 20 de Fevereiro de 2017, de <https://paulstamatiou.com/on-rfid-tags-privacy/>
- Statista. (2014). Obtido em 17 de Fevereiro de 2017, de <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>
- Statler, S. (2016). Barcodes, QR Codes, NFC and RFID. Em S. Statler, *Beacon Technologies: The Hitchhiker's Guide to the Beacosystem* (p. 322). San Diego: Apress.
- Steeman, A. (31 de Agosto de 2015). *Interactivity With Beer*. Obtido em 9 de Março de 2017, de <https://bestinpackaging.com/2015/08/31/interactivity-with-beer/>
- STOPfakes.gov. (7 de Julho de 2016). *Are Counterfeiting and Piracy Serious Problems?* Obtido em 12 de Maio de 2017, de <https://www.stopfakes.gov/article?id=Are-Counterfeiting-and-Piracy-Serious-Problems>
- Sun Chemical. (2017). *Effective Anti-Counterfeiting Solutions to Protect Your Brand Investment* . Obtido em 8 de Maio de 2017, de <http://www.sunchemical.com/effective-anti-counterfeiting-solutions-to-protect-your-brand-investment/>
- Techtudo. (29 de Abril de 2014). *Techtudo*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2011/03/um-pequeno-guia-sobre-o-qr-code-uso-e-funcionamento.html>
- The Centre for Process Innovation . (13 de Outubro de 2014). *Enhancing Creativity and Innovation in Packaging Design with Printed Electronics*. Obtido em 15 de Março de 2017, de <https://www.uk-cpi.com/news/enhancing-creativity-and-innovation-in-packaging-design-with-printed-electronics/>
- Thinfilm. (2016a). *Printed Electronics in Use - Health & Wellness*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://thinfilm.no/printed-electronics-health-wellness/>
- Thinfilm. (2016b). *Printed Electronics in Use - Wine, Spirits and Craft Beer*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://thinfilm.no/printed-electronics-wine-spirits/>
- Thinfilm. (2016c). *Thinfilm and Ypsomed to Deliver New Generation of 'Smart' Medical Injection Devices*. Obtido em 10 de Março de 2017, de <http://thinfilm.no/2015/11/03/thinfilm-and-ypsomed-to-deliver-new-generation-of-smart-medical-injection-devices/>

- Tracelink. (2017). *Europe's Track and Trace Regulations Overview*. Obtido em 16 de Maio de 2017, de <http://www.tracelink.com/solutions/european-union>
- UWI Technology. (s.d. a). *UWI Label*. Obtido em 9 de Março de 2017, de UWI Technology: http://uwitechnology.com/wp-content/uploads/2016/03/1516UWI01_1.0-A4_0316-01-Web.pdf
- UWI Technology. (s.d. b). *UWI Label*. Obtido em 9 de Março de 2017, de UWI Technology: <http://uwitechnology.com/uwi-label/>
- UWI Technology. (s.d. c). *New UWI electronic Label with added functionality*. Obtido em 9 de Março de 2017, de <http://uwitechnology.com/new-uwi-electronic-label-with-added-functionality/>
- Vivek, S. D., Morgan, R. M., & Beatty, S. E. (2012). Customer Engagement: Exploring Customer Relationships Beyond Purchase. *The Journal of Marketing Theory and Practice*, 133.
- Volumetric Inc. (2016). *Clickstick*. Obtido em 8 de Março de 2017, de <http://www.volumetricinc.com/clickstick/>
- Water.IO. (30 de Janeiro de 2017). *Smart Hydration Products*. Obtido em 9 de Março de 2017, de <https://www.water-io.com/smart-hydration-products>
- WhatIs.com. (Janeiro de 2013). *QR code (quick response code)*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2017, de <http://whatis.techtarget.com/definition/QR-code-quick-response-code>
- Wojcik, P. J. (2013). *Printable organic and inorganic materials for flexible electrochemical devices*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

ANEXO A: Instruções de trabalho

Ensaio de dobragem - *Bend-test*



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
Ensaio de dobragem – Bend teste Q25.I027

1. INDEX

1. INDEX	1
2. LISTA DE REVISÕES	3
3. OBJETIVO	4
4. ÂMBITO	4
5. REFERÊNCIAS E DEFINIÇÕES	4
6. RESPONSABILIDADES	4
7. PROCESSOS	5
7.1. EQUIPAMENTO	5
7.2. MÉTODO DE ENSAIO.....	5
8. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	7
9. CONCLUSÃO	7
10. DOCUMENTOS	7

Edição: 1

Data: 01-06-2017

Criado por: C. Pinho

Aprovado por: M.
Campos

Página: 1/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Ensaio de dobragem – Bend teste Q25.I027

As responsabilidades e autoridades descritas neste documento não podem ser delegadas a não ser que sejam especificamente declaradas.

Edição: 1

Data: 01-06-2017

Criado por: C. Pinho

Aprovado por: M.
Campos

Página: 2/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
Ensaio de dobragem – Bend teste Q25.I027

2. LISTA DE REVISÕES

Edição	Descrição/páginas modificadas	Data de emissão	Data efetiva
001	Edição inicial	29-05-2017	01-06-2017

Edição: 1

Data: 01-06-2017

Criado por: C. Pinho

Aprovado por: M.
Campos

Página: 3/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Ensaio de dobragem – Bend teste Q25.I027

3. OBJETIVO

O ensaio tem por objetivo, a determinação da resistência de películas quando sujeitas a dobragem, juntamente com o material suporte.

4. ÂMBITO

Esta Instrução de Trabalho aplica-se a todas as produções onde seja necessário a sua execução.

5. REFERÊNCIAS E DEFINIÇÕES

N/A

6. RESPONSABILIDADES

É da responsabilidade do Departamento de Qualidade a preparação e revisão desta Instrução de Trabalho.

É da responsabilidade das áreas da Litografia (Técnica, Qualidade, Produção), o cumprimento desta Instrução de trabalho, sempre que se aplique.

Edição: 1

Data: 01-06-2017

Criado por: C. Pinho

Aprovado por: M. Campos

Página: 4/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Ensaio de dobragem – Bend teste Q25.I027

7. PROCESSOS

7.1. Equipamento

- Equipamento Bend-Test
- Peso (2kg)



Figure 1

7.2. Método de Ensaio

- 1) Cortar três provetes com aprox. 10cm x 5cm



Figure 2



Figure 3

Edição: 1

Data: 01-06-2017

Criado por: C. Pinho

Aprovado por: M.
Campos

Página: 5/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Ensaio de dobragem – Bend teste Q25.I027

- 2) Dobrar o provete a meio, com a ajuda da vareta metálica existente no Bend Tester, de modo que a película a estudar fique do lado de fora (fig. 4)



Figure 4

- 3) Colocar o provete dobrado sobre a base metálica do Bend Tester, enconstando uma das extremidades à parte mais saliente da mesma.
- 4) Atuando sobre o gancho, deixar cair o peso sobre o provete.
- 5) Retirar o provete e mergulhá-lo em solução de sulfato de cobre (fig. 6)



Figure 5



Figure 6

- 6) Com uma régua medir o comprimento da zona oxidada (zona onde a película cedeu).
- 7) Calcular a % de ataque.

Edição: 1

Data: 01-06-2017

Criado por: C. Pinho

Aprovado por: M.
Campos

Página: 6/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Ensaio de dobragem – Bend teste Q25.I027

8. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Cálculo da % de ataque :

$$\% \text{ ataque} = \frac{b}{a} \times 100 \qquad \% \text{ ataque} = b \text{ (a = 10 cm)}$$

em que : a = 10 cm
b = comprimento da zona atacada, em cm .

9. CONCLUSÃO

Até 10 % - considerar OK

10. DOCUMENTOS

Ficha de especificação do artigo a controlar – tabela Excel

Edição: 1

A00.M001.2

Data: 01-06-2017

Criado por: C. Pinho

Aprovado por: M.
Campos

Página: 7/ 7

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição

Teste de aderência do verniz



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
ENSAIO DE ADERÊNCIA DO VERNIZ - O25.I024

1. ÍNDICE

1. ÍNDICE	1
2. LISTA DE REVISÕES EFECTUADAS	3
3. OBJECTIVO	4
4. ÂMBITO	4
5. REFERÊNCIAS	4
6. RESPONSABILIDADES	4
7. PROCESSOS	4
7.1. MÉTODO DE ENSAIO (ENSAIO EFECTUADO EM FOLHA COM VERNIZ INTERIOR E COM VERNIZ DE ACABAMENTO)	4
7.2. AÇÕES EM CASO DE DESVIO	6
8. FORMATO	7

Edição: 5

Data: 21/11/2016

Criado por: R. Resende

Aprovado por: M. campos

Página: 1/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

ENSAIO DE ADERÊNCIA DO VERNIZ - O25.I024

As responsabilidades e autoridades descritas neste documento não devem ser delegadas a menos que sejam mencionadas.

Edição: 5

Data: 21/11/2016

Criado por: R. Resende

Aprovado por: M. campos

Página: 2/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
ENSAIO DE ADERÊNCIA DO VERNIZ - O25.I024

2. LISTA DE REVISÕES EFECTUADAS

Edição	Descrição da Revisão	Data de emissão	Data efetiva
001	Edição Inicial		
002	Adequação do método de ensaio de acordo com Norma ISO 2409:2007		
003	Alteração do logótipo e adaptação à nova estrutura		
004	Adequação do método de ensaio de acordo com Norma ISO 2409:2013	18-08-2015	18-08-2015
005	Alteração da frequência do ensaio	21-11-2016	21-11-2016

Edição: 5

Data: 21/11/2016

Criado por: R. Resende

Aprovado por: M. campos

Página: 3/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

ENSAIO DE ADERÊNCIA DO VERNIZ - O25.I024

3. OBJECTIVO

Definir o método de ensaio da ADERÊNCIA do verniz na folha envernizada.

4. ÂMBITO

Esta Instrução de Trabalho é aplicável às linhas envernizadoras da Litografia.

O ensaio deve ser realizado quando se aplica verniz interior ou exterior na folha. O objetivo é verificar a aderência do verniz à folha e/ou entre camadas de vernizes.

5. REFERÊNCIAS

ISO 2409:2013 – Paints and varnishes – Cross-cut test

6. RESPONSABILIDADE

É responsabilidade do Departamento Técnico da Litografia a preparação e revisão desta Instrução de Trabalho.

É responsabilidade do Departamento da Qualidade a implementação desta Instrução de Trabalho.

É responsabilidade da Produção o cumprimento desta Instrução de Trabalho.

7. PROCESSOS

7.1. Método de Ensaio

- a) Colocar a folha retirada no fundo da linha sobre uma superfície rígida de preferência plana, de forma que a face onde foi aplicado o verniz interior/verniz de acabamento fique voltada para cima;
- b) Com o auxílio do "Cross Cut" com lâminas espaçadas de 1mm, colocar a lâmina perpendicular à superfície de teste e executar um conjunto de ranhuras, cruzadas e perpendiculares, em 3 zonas distintas a folha, conforme mostra a figura 1;

Nota: Todos os cortes devem penetrar na superfície do substrato. Caso tal não suceda, é necessário repetir o ensaio.

Manter o "Cross Cut" em bom estado, sempre que necessário rodar ou trocar a zona de corte.

Edição: 5

Data: 21/11/2016

Criado por: R. Resende

Aprovado por: M. campos

Página: 4/ 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
ENSAIO DE ADERÊNCIA DO VERNIZ - O25.I024

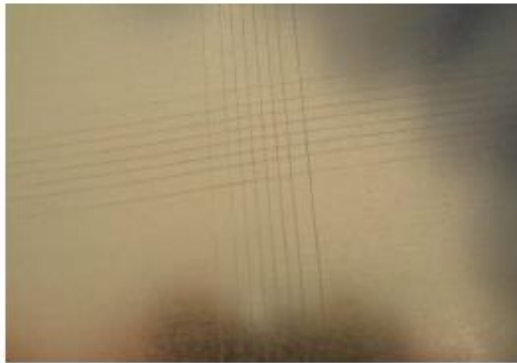


Figura 1 - Exemplo representativo do corte a efetuar na folha teste

- c) Limpar suavemente a zona de ensaio e aplicar fita adesiva Ref. 3M 610 sobre as ranhuras. Pressionar bem a fita sobre a folha de forma que fique aderente e sem bolhas de ar. De seguida, pegar na ponta que ficou levantada e arrancá-la bruscamente, com um só movimento segundo indica a figura 2 e 3;

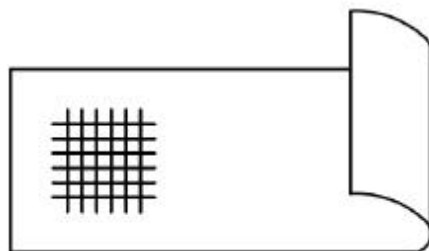


Figura 2 – Posição da Fita Adesiva face ao corte

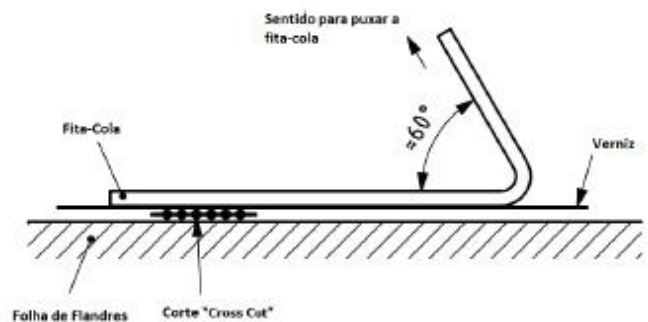


Figura 3 – Posição para correta remoção da fita-cola

- d) Verificar visualmente se ocorreu ou não desprendimento do revestimento. Para facilitar a análise, passar um pano embebido em solução de sulfato de cobre sobre a zona afectada. Comparar o resultado com os valores da tabela 1.

Edição: 5
A00.M001.2

Data: 21/11/2016

Criado por: R. Resende

Aprovado por: M. campos

Página: 5/ 7

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
ENSAIO DE ADERÊNCIA DO VERNIZ - O25.I024

Classificação	Descrição dos resultados	Aspecto da superfície de área de corte (Exemplo para 6 cortes paralelos)	Resultados
0	Os bordos dos cortes são completamente lisos. Sem qualquer desprendimento de verniz.		Aderência 100%
1	Desprendimento de pequenos fragmentos de verniz nas intersecções dos cortes. Uma área de desprendimento não superior a 5% é afectada.		Aderência > 95%
2	Desprendimento de verniz ao longo dos bordos e/ou intersecções dos cortes. Uma área de desprendimento entre 5% e 15%.		Aderência > 85%
3	Desprendimento ao longo dos bordos e/ou intersecções dos cortes parcial ou totalmente em largas fitas, e desprende parcial ou totalmente em diferentes partes dos quadrados. Uma área de desprendimento entre 15% e 35%.		Não conforme
4	Desprendimento significativo de verniz, havendo mesmo quadrículas sem verniz. Uma área de desprendimento entre 35% e 65%.		Não conforme
5	Desprendimento total ou muito significativo. Superior a uma área de desprendimento de 65%.		Não conforme

Tabela 1 – Limites de aceitação e falha

e) Este controlo deve ser efetuado no início e fim de cada balote

7.2. Acções em Caso de Desvio

1. Parar a produção;
2. Inspeccionar material já produzido;
3. Material não conforme, bloquear material em Q
4. Identificar e corrigir as causas que deram origem ao desvio (exemplo):
 - a. Revisão das condições de secagem;
 - b. Revisão dos parâmetros de envernizamento

Edição: 5
A00.M001.2

Data: 21/11/2016

Criado por: R. Resende

Aprovado por: M. campos

Página: 6/ 7

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

ENSAIO DE ADERÊNCIA DO VERNIZ - O25.I024

5. Separar o material não conforme e emitir novo rótulo. Identificar este material com etiqueta amarela Q20.M005.
6. Preencher Boletim de Não Conformidade (BNC), dando sempre conhecimento ao Superintendente (ou responsável de produção) e Departamento de Qualidade.

8. FORMATO

- Q25.M003 – Mapa de controlo de Litografia
- Q25.M007 – Mapa de registo de Fundo Linha/Corte
- Q20.M005 – Etiqueta amarela

Edição: 5

Data: 21/11/2016

Criado por: R. Resende

Aprovado por: M. campos

Página: 7 / 7

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição

Teste de resistência à abrasão



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

1. INDEX

1. INDEX	1
2. LISTA DE REVISÕES.....	3
3. OBJETIVO.....	4
4. ÂMBITO.....	4
5. REFERÊNCIAS E DEFINIÇÕES.....	4
6. RESPONSABILIDADES	4
7. PROCESSOS	5
7.1. EQUIPAMENTO	5
7.2. MÉTODO DE ENSAIO.....	5
7.3. CÁLCULOS	7
7.4. LIMITES DE ACEITAÇÃO DOS RESULTADOS	7
8. DOCUMENTOS.....	8
ANEXO I	8

Edição: 1

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: José
Carlos Oliveira

Página: 1/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

As responsabilidades e autoridades descritas neste documento não podem ser delegadas a não ser que sejam especificamente declaradas.

Edição: 1

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: José
Carlos Oliveira

Página: 2/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

2. LISTA DE REVISÕES

Edição	Descrição/páginas modificadas	Data de emissão	Data efetiva
001	Edição inicial	05/06/2014	05/06/2014

Edição: 1

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: José
Carlos Oliveira

Página: 3/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

3. OBJETIVO

Definir o método de ensaio utilizado para a determinação da resistência à abrasão de películas secas de vernizes, esmaltes e tintas, por desgaste resultante de um movimento de rotação de rodas abrasivas de borracha.

4. ÂMBITO

Esta Instrução de Trabalho aplica-se a todas as películas secas de esmaltes, vernizes e tintas, para as quais se pretenda determinar a resistência à abrasão, na Litografia.

5. REFERÊNCIAS E DEFINIÇÕES

“Tintas e vernizes: Determinação da resistência à abrasão - Parte 2: Método rotativo usando rodas abrasivas de borracha (NP ISO 7784-2).”

6. RESPONSABILIDADES

É da responsabilidade da Técnica Printing a preparação e revisão desta Instrução de Trabalho.
É da responsabilidade das áreas da Litografia (Técnica, Qualidade, Produção), o cumprimento desta Instrução de trabalho, sempre que se aplique.

Edição: 1

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: José
Carlos Oliveira

Página: 4/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

7. PROCESSOS

7.1. Equipamento

- Equipamento para corte de provetes
- Abrasímetro Taber



- Duas rodas abrasivas de borracha do tipo CS-10
- Massas (500 g para cada roda abrasiva)
- Nivelador de superfícies na forma de disco abrasivo
- Balança com uma exatidão de 4 casas decimais

7.2. Método de Ensaio

- a) Cortar 3 provetes na prensa e identificar os provetes com A,B e C;

Edição: 1

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida Azevedo

Aprovado por: José Carlos Oliveira

Página: 5/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

- b) Limpar os provetes para retirar as pontas soltas;
- c) Proceder à pesagem dos provetes. Verificar se a balança se apresenta ajustada a zero antes de iniciar a pesagem;
- d) Colocar o provete sobre o prato da balança;
- e) Deixar estabilizar o valor apresentado no display da balança;
- f) Registrar o valor correspondente à massa do provete antes do desgaste (m_0) no impresso T25.M001;
- g) Colocar um dos provete na placa giratória;
- h) Descer as cabeças de abrasão cuidadosamente até as rodas se apoiarem sobre o disco;
- i) Colocar os orifícios de sucção em posição;
- j) Regular o conta-rotações: "Reset", "Select", definir o número de ciclos para 500, "Enter", "Start";
- k) Retirar o provete do equipamento;
- l) Limpar o provete com um papel macio isento de fios, para remover qualquer resíduo solto;
- m) Colocar o nivelador de superfície na placa giratória e repetir os passos h a j, mas definir o número de ciclos para 25;
- n) Remover o nivelador de superfície da placa giratória (no caso de as rodas abrasivas apresentarem uma cor diferente do normal definir mais 25 ciclos com o nivelador de superfície);
- o) Limpar o nivelador de superfície com a escova;
- p) Limpar as rodas abrasivas com a escova;
- q) Fixar o provete novamente na placa giratória e repetir os passos de h a j, mas seleccionar 250 ciclos;
- r) Retirar o provete do equipamento;
- s) Remover do provete quaisquer resíduos soltos usando papel macio isento de fios;
- t) Repetir o procedimento de m a p;
- u) Pesar novamente o provete (m_1), usando a mesma metodologia que para a primeira pesagem;

Edição: 1

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida Azevedo

Aprovado por: José Carlos Oliveira

Página: 6/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

- v) Registrar o valor encontrado na segunda pesagem no impresso T25.M001
- w) Repetir os passos de g a v para os restantes dois provetes e registar valores

Nota: Cada provete deve ser sujeito a um total de 750 ciclos.

Os niveladores de superfície (lixas) devem ser substituídos assim que se verificar que a sua superfície se encontra muito desgastada.

7.3. Cálculos

- Para cada provete calcular:

$$\text{Taber Wear Index} = \frac{(m_0 - m_1) \times 1000}{750}$$

em que:

m_0 – massa do provete antes do desgaste

m_1 – massa do provete depois do desgaste

- Cálculo da média dos três provetes:

$$TWI(1) + TWI(2) + TWI(3) = TWI(t)/3$$

7.4. Limites de aceitação dos resultados

Os resultados dos ensaios obtidos com o abrasímetro consideram-se conformes tendo em conta os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Limites de aceitação para resultados dos ensaios de abrasão

Sistemas de Envernizamento	Branco Esmalte + Acabamento	Primário + Acabamento
Ideal	<12	<9
Aceitável	12 - 16	9 - 13

Edição: 1

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida Azevedo

Aprovado por: José Carlos Oliveira

Página: 7/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO – T25.I006

8. DOCUMENTOS

Determinação da resistência à abrasão : (NP ISO 7784-2)

ANEXO –I: APLICAÇÕES

A determinação da resistência à riscagem deverá ser efectuada nas seguintes situações:

- Na realização de novos projetos,
- Auditorias Internas de Produto acabado,
- Antes e depois das recuperações,
- Produtos acabados dos seguintes clientes: Maverick, Lesieur, Aron (Arrixacas), Henkel (SYOSS)

Edição: 1
A00.M001.2

Data: 09/06/2014

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: José
Carlos Oliveira

Página: 8/ 8

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição

Determinação da resistência à riscagem



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

1. LISTA DE REVISÕES.....	3
2. OBJETIVO	4
3. ÂMBITO.....	4
4. REFERÊNCIAS E DEFINIÇÕES.....	4
5. RESPONSABILIDADES	4
6. PROCESSOS	5
6.1. EQUIPAMENTO	5
6.2. MÉTODO DE ENSAIO.....	5
6.3. LIMITES DE ACETÇÃO DOS RESULTADOS	7
7. DOCUMENTOS.....	7
ANEXO –I: VERIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO E VALORES DE REFERÊNCIA	8

Edição: 3

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: Rita
Resende

Página: 1/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

As responsabilidades e autoridades descritas neste documento não podem ser delegadas a não ser que sejam especificamente declaradas.

Edição: 3

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: Rita
Resende

Página: 2/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

1. LISTA DE REVISÕES

Edição	Descrição/páginas modificadas	Data de emissão	Data efetiva
001	Edição inicial	05/06/2014	05/06/2014
002	Atualização dos padrões de riscagem/ pág. 8	07/05/2015	02/10/2015
003	Atualização dos padrões de riscagem/ pág. 8	16/03/2016	30/03/2016

Edição: 3

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: Rita
Resende

Página: 3/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

2. OBJETIVO

Definir o método de ensaio utilizado para a determinação da resistência à riscagem de um revestimento monocamada ou multicamada de vernizes, esmaltes e tintas com uma agulha com ponta esférica.

3. ÂMBITO

Esta Instrução de Trabalho aplica-se a todos os revestimentos monocamada ou multicamada de esmaltes, vernizes e tintas, para as quais se pretenda determinar a resistência à riscagem, na Litografia.

4. REFERÊNCIAS E DEFINIÇÕES

“Tintas e vernizes: Ensaio de riscagem (NP EN ISO 1518:2006).” - (Instituto Português da Qualidade).

5. RESPONSABILIDADES

É da responsabilidade da Técnica Printing a preparação e revisão desta Instrução de Trabalho.
É da responsabilidade do sector da Litografia (Qualidade, Produção, Técnica) o cumprimento desta Instrução de Trabalho sempre que se aplique.

Edição: 3

A00.M001.2

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: Rita
Resende

Página: 4/ 8

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

6. PROCESSOS

6.1. Equipamento

- Equipamento Elcometer 3000 motorizado



- Agulha de ponta esférica de 1 mm de diâmetro
- 4 Pesos de 1000 g

6.2. Método de Ensaio

- Cortar três provetes com largura de 7,5 cm no máximo, e com um comprimento de aprox. 10cm.
- Colocar e fixar o provete no suporte do aparelho com o revestimento a ensaiar virado para cima;
- Fixar a agulha no suporte de modo a que fique perpendicular ao provete;
- Deslocar a posição da agulha para o meio do provete;

Edição: 3

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: Rita
Resende

Página: 5/ 8

A00.M001.2

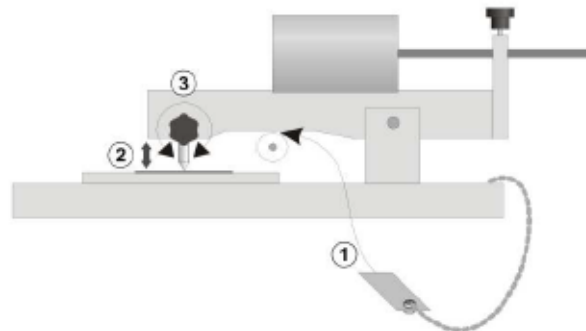
As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

- e) Inserir o calço de metal entre a roda de nylon (1) e o braço de carga, para nivelar a agulha à espessura da folha.



- f) Ajustar a altura da ferramenta (2) até estar a tocar na superfície da amostra e depois apertar a roda serrilhada (3);
- g) Deslizar o peso ao longo do braço de carga para obter a carga desejada e travá-lo no manipulador. Se necessária uma carga maior colocar as massas extra no apoio acima da agulha para obter a carga desejada (iniciar com uma carga menor do que a esperada para atingir o substrato);
- h) Ligar o motor do aparelho e permitir que o risco se faça sobre o revestimento;
- i) Observar o voltímetro durante o ensaio para verificar se se estabelece ou não contacto elétrico entre a agulha e o substrato;
- j) Aumentar sucessivamente a massa sobre a agulha com incrementos adequados (por exemplo 50 g);
- k) Parar de aumentar a massa quando a agulha tiver atingido o substrato, sendo esta a carga mínima suportada pela amostra.
- l) Registrar valores no impresso T25.M001, em que o valor a considerar como resultado é o menor valor obtido.

Edição: 3

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida
Azevedo

Aprovado por: Rita
Resende

Página: 6/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

6.3. Limites de aceitação dos resultados

Os resultados obtidos nos ensaios de riscagem apresentam-se conformes de acordo com as referências dos intervalos apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Limites de aceitação para resultados do ensaio de riscagem.

Sistema de Envernizamento	Branco Esmalte + Acabamento	Primário + Acabamento
Ideal	> 1,40 kg	> 1,00 kg
Aceitável	1,10 kg – 1,40 kg	0,60 kg – 1,00 kg

7. DOCUMENTOS

- NP EN ISO 1518: 2006
- Manual do Equipamento

Edição: 3

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida Azevedo

Aprovado por: Rita Resende

Página: 7/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RISCAGEM – T25.I005

ANEXO –I: VERIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO E VALORES DE REFERÊNCIA

O equipamento de riscagem deverá ser verificado sempre que os resultados obtidos durante os testes de riscagem apresentarem valores díspares dos obtidos até à data. A verificação da agulha do equipamento é feita recorrendo aos padrões definidos em produção. Se os resultados obtidos com os padrões, no ensaio de riscagem, forem inferiores aos valores apresentados na tabela 2 deve-se substituir a agulha. A agulha do equipamento de riscagem também deve ser substituída de dois em dois anos.

Tabela 2 - Padrões de riscagem.

Sistemas de Envernizamento	Peso/kg
Branco Esmalte PPG 2050-002 + Verniz de Acabamento PPG 5071-801	1,1 ± 0,1
Branco Esmalte HB 367 + Verniz de Acabamento 75KM368	1,4 ± 0,1
Branco Esmalte HB 367 + Verniz de Acabamento Mate BF0515016	1,8 ± 0,1
Branco Esmalte 1 DEMAÓ (2 em 1) HB 367 + Verniz de Acabamento 75KM368	1,75 ± 0,1
Primário XE 001 + Verniz de Acabamento FI 132	1,0 ± 0,1

Edição: 3

Data: 30/03/2016

Criado por: Margarida Azevedo

Aprovado por: Rita Resende

Página: 8/ 8

A00.M001.2

As cópias em papel não são controladas, exceto se constarem em lista de distribuição