

Mestrado Integrado em Engenharia Química

Optimização de revestimentos tendo em conta o desempenho das rolhas de cortiça

Tese de Mestrado

desenvolvida no âmbito da disciplina de

Projecto de Desenvolvimento em Ambiente Empresarial

Joana Filipa Rebelo Magalhães



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

Departamento de Engenharia Química

Orientador na FEUP: Professora Doutora Cidália Maria Sousa Botelho

Orientador na empresa: Doutor António Costa

Julho de 2009

Agradecimentos

Agradece-se o apoio prestado pela Cork Supply, por parte do Doutor António Costa (orientador do presente projecto de desenvolvimento em ambiente empresarial), Eng.^a Ana Cristina Mesquita, Eng.^o Mário Outeiro, Sr.^a Filomena Mota e Eng.^o Rui Silva. Reconhece-se a contribuição dos colaboradores do laboratório e da produção, para a compreensão da dinâmica associada ao controlo de qualidade e integração no processo produtivo respectivamente.

Por parte da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, agradece-se à Professora Doutora Cidália Botelho pela competência e dedicação com que orientou este período de aprendizagem e integração em ambiente empresarial.

Resumo

O trabalho exposto teve como intuito principal a optimização da etapa de revestimento colorido, tendo em conta o desempenho das rolhas de cortiça. A optimização requer a homogeneidade de cores entre lotes de rolhas e a melhoria da sua qualidade visual, asseverando a continuidade dos actuais tratamentos de superfície e de marcação realizados a jusante.

O desenvolvimento do projecto abrangeu: actualização documental, organização das amostras geradas, realização de testes semi-industriais e industriais, avaliação da manutenção das características de um produto de revestimento em particular, análise dos pontos críticos da etapa de revestimento colorido (procedimentos e modelo do equipamento actual), realização de instruções operativas e estabelecimento de uma nova proposta de interface operador/equipamento como consequência da revisão, formulação e reformulação das práticas actuais.

Em suma, permitiu o início do procedimento de homologação interno de produtos de revestimento para rolhas naturais e colmatadas, de acordo com os requisitos de qualidade, comerciais e económicos, tendo em consideração toda a etapa produtiva da unidade de revestimento colorido e modificações adjacentes.

Palavras Chave (Tema):

Rolhas de Cortiça, Revestimento colorido, Tinta base aquosa, Segurança alimentar

Abstract

The major aim of the exposed work was to optimize the step of coating color, considering the performance of cork stoppers. The optimization requires the uniformity of color between different batches of corks and the improvement of the visual quality, ensuring continuity of current treatments of surface and markings made downstream.

The development of the project covered: documental updating, organization of generated samples, semi-industrial and industrial tests, the safety evaluation of a particular coating product, analysis of critical points of the color coating step (procedures and model of current equipment), implementation of operating instructions and the establishment of a new proposed for the operator/equipment interface, as a result of the review, formulation and revision of current practices.

In conclusion, this project allowed the beginning of the internal procedure to approve coat color products for natural and natural colmated cork stoppers, according quality, commercial and economic requirements, taking into account the full stage production and adjacent changes.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento e Apresentação do Projecto.....	1
1.2	Contributos do Trabalho.....	2
1.3	Organização da Tese	2
2	Estado da Arte	5
2.1	Processo produtivo de rolhas de cortiça natural.....	5
2.2	Composição química/física da cortiça.....	7
2.3	Tipos de Rolha de Cortiça Natural	8
2.4	Melhoria da qualidade visual.....	10
2.4.1	Constituição do revestimento.....	10
2.4.2	Segurança alimentar.....	18
3	Descrição Técnica e Discussão dos Resultados	21
3.1	Organização documental	21
3.2	Etapa de revestimento colorido.....	21
3.3	Ensaio realizados.....	24
3.3.1	Ensaio semi-industriais.....	25
3.3.2	Ensaio industriais.....	27
3.4	Optimização da etapa de revestimento colorido	30
3.4.1	Avaliação da manutenção das características do produto de revestimento.....	30
3.4.2	Revisão, formulação e reformulação das práticas existentes.....	32
4	Conclusões	35
5	Avaliação do trabalho realizado.....	37
5.1	Objectivos Realizados.....	37
5.2	Outros Trabalhos Realizados.....	37
5.3	Limitações e Trabalho Futuro	38
5.4	Apreciação final	39

<u>Anexo 1</u>	Fluxograma de homologação de produtos de revestimento - Revisto	42
<u>Anexo 2</u>	Descrição de ensaios	43
<u>Anexo 3</u>	Instrução operativa - Enchimento de depósito de revestimento	48
<u>Anexo 4</u>	Instrução operativa - Aplicação manual de revestimento	49
<u>Anexo 5</u>	Determinação do volume de produto para enchimento do depósito para injeção automática.....	50
<u>Anexo 6</u>	Equivalência entre calibres	51
<u>Anexo 7</u>	Cálculo da Quantidade de Produto a Aplicar	53
<u>Anexo 8</u>	Reformulação do documento GP03-T05-1-Revestimentos	55
<u>Anexo 9</u>	Registo Semanal de Ocorrências	59

Índice de Figuras e Tabelas

Figuras

<i>Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo da Cork Supply Portugal</i>	6
<i>Figura 2 - Rolha Natural</i>	9
<i>Figura 3 - Rolha Colmatada</i>	9
<i>Figura 4 - Poros de uma rolha natural</i>	9
<i>Figura 5 - Poros colmatados</i>	9
<i>Figura 6 - Lote de rolhas naturais</i>	9
<i>Figura 7 - Lote de rolhas colmatadas</i>	9
<i>Figura 8 - Representação esquemática de um polímero termoplástico</i>	12
<i>Figura 9 - Representação esquemática de um polímero termofixo</i>	12
<i>Figura 10 - Filme antes da secagem</i>	13
<i>Figura 11 - Representação esquemática de uma partícula em emulsão envolta por agentes tensioactivos</i>	13
<i>Figura 12 - Filme durante a etapa de secagem</i>	13
<i>Figura 13 - Limite da distância entre partículas (exactamente antes do fenómeno de coalescência)</i> ..	13
<i>Figura 14 - Aspecto final apresentado pelo filme</i>	14
<i>Figura 15 - Unidade de repetição do homopolímero PVDC</i>	14
<i>Figura 16 - Variáveis a serem alteradas na etapa de aplicação de revestimento</i>	22
<i>Figura 17 - Variáveis a serem alteradas na etapa de secagem</i>	22
<i>Figura 18 - a) Carta de cobertura com produto de revestimento para rolhas naturais de qualidade superior com espessura de 10 µm - Igualador; b) Carta de cobertura com produto de revestimento para rolhas naturais de qualidade inferior com espessura de 10 µm ; c) Carta de cobertura com produto de revestimento para rolhas colmatadas - Revestimento</i>	23
<i>Figura 19 - Rolhas colmatadas com pós de diferentes cores (sem revestimento)</i>	23
<i>Figura 20 - a) Rolha colmatada não revestida, b) Rolha colmatada revestida com um produto com baixo teor em sólidos - Igualador, c) Rolha colmatada revestida com um produto com elevado teor em sólidos - Revestimento</i>	24
<i>Figura 21 - a) Rolha natural revestida com o produto de revestimento colorido codificado internamente como 306; b) Exemplo de rolha natural com má penetração de produto nos poros</i>	25

<i>Figura 22 - a) Rolha colmatada revestida com 306 sem humidificação prévia; b) Rolha colmatada revestida com 306 com humidificação prévia; c) Rolha colmatada revestida com 306 com humidificação prévia.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 23 - a) Rolha revestida após a concretização da marcação por indução; b) Rolha marcada por indução sem revestimento;.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 24 - a) Rolha natural não revestida; b) Rolha natural revestida com 306 com secagem no tambor inferior da unidade de revestimento; c) Rolha natural revestida com 306 e seca em estufa; d) Rolha natural revestida com 306 e seca no tambor do fornecedor do produto.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 25 - Rolhas com listas de diferentes cores.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 26 - Representação esquemática do depósito onde se encontra o produto de revestimento (406).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 27 - Carta de cobertura com produto de revestimento 406 diluído (1ª Amostragem); b) Carta de cobertura com produto de revestimento 406 diluído (2ª Amostragem).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 28 - Representação esquemática da deposição do produto de revestimento (azul escuro) no depósito de 406.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 29 - Fluxograma de homologação de produtos de revestimento.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 30 - Instrução operativa - Enchimento de depósito de revestimento.....</i>	<i>48</i>

Tabelas

<i>Tabela 1 - Unidade de repetição e temperatura de transição vítrea do PVDC e do PVC.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 2 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 306, com vista na obtenção da cor desejada e com 205 para comparação.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 3 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 306 em rolhas naturais, para determinação do melhor método de aplicação.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabela 4 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 306, em rolhas colmatadas.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabela 5 - Condições de operação dos testes industriais realizados com 306, em rolhas naturais.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 6 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 311, em rolhas colmatadas.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 7 - Determinação da diferença de produto a colocar consoante o calibre das rolhas a serem revestidas.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 8 - Sintetização dos produtos de revestimento utilizados em cargas incompletas.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 9 - Sintetização dos produtos de revestimento utilizados em cargas completas.....</i>	<i>57</i>

Notação e Glossário

T_g	Temperatura de transição vítrea	°C
MG	Limite de Migração Global	mg.kg ⁻¹
LME	Limite de Migração Específica	mg.kg ⁻¹
Ensaio	Número do ensaio realizado	
Código	Número interno de produto de revestimento	
Humid	Humidificação	
Dosagem	Quantidade de produto e/ou água	ml.10 ⁻³ Rolhas
Quant	Quantidade de produto de revestimento	ml
t	Tempo de rotação	min
Vel	Velocidade de rotação tambor	rpm
T	Temperatura	°C
d	Diâmetro de uma rolha	mm
h	Comprimento de uma rolha	mm
A _{sup}	Área de superfície de todas as rolhas	m ²
R _{eq}	Número de rolhas equivalente	
R	Número de rolhas	

Lista de Siglas

CSG	Cork Supply Group
CSP	Cork Supply Portugal
CSP1	Cork Supply Portugal 1 - Localização: São Paio de Oleiros
CSP2	Cork Supply Portugal 2 - Localização: Rio Meão
CSP3	Cork Supply Portugal 3 - Localização: Montijo
APCER	Associação Portuguesa de Certificação
APCOR	Associação Portuguesa de Cortiça
CIPR	Código Internacional de Práticas Rolheiras
CAS N°	<i>The Chemical Abstracts Service Registry Number of the Substance</i>
VOC	Compostos Orgânicos Voláteis - <i>Volatile Organic Compounds</i>
CVP	Concentração volumétrica do pigmento
PVDC	Poli(cloreto de vinilideno)
VDC	Cloreto de vinilideno
PVC	Poli(cloreto de vinilo)
VC	Cloreto de vinilo
MCA	Materiais em Contacto com Alimentos
MG	Limite de Migração Global
ADI	Dose Diária Aceitável
TDI	Dose Diária Tolerada
SCF	Scientific Committee on Food
GP03	Processos de Produção e seu planeamento - Semi-Acabados

Glossário

Aditivo: Substância eventualmente incorporada em pequena percentagem nas tintas, vernizes e produtos similares, com o fim de lhes alterar acentuadamente determinadas características.

Aglutinante: Expressão equivalente a veículo fixo.

Barriga: Lado interior da cortiça, onde se faz a separação do tronco da árvore no descortiçamento.

Brilho (de uma película): Capacidade de uma película para reflectir com maior ou menor perfeição os raios luminosos que sobre ela incidem.

Broca: Máquina que serve para perfurar lâminas de cortiça e que utiliza um sistema de serras de diâmetro superior ao diâmetro dos discos a fabricar.

Carga: Substância inorgânica sob a forma de partículas mais ou menos finas, de fraco poder de cobertura, insolúvel nos veículos, usada como constituinte de tintas com o objectivo de lhes modificar determinadas propriedades.

Concentração volumétrica do pigmento (CPV): Quociente entre o volume total de pigmentos e cargas de uma determinada quantidade de tinta e o seu correspondente extracto seco em volume.

Corante: Substância solúvel no veículo, ao qual se adiciona para dar cor e que, ao contrario do pigmento, tem um poder opacificante nulo ou muito fraco.

Corpo: Peça cilíndrica em cortiça natural, constituída por uma ou mais peças, ou em cortiça aglomerada, obtida por extrusão, moldagem ou brocagem após moldagem, e objecto de transformação complementar para a fabricação da rolha.

Cortiça com verde: Cortiça que, enquanto fresca, apresenta junto da barriga, células com um aspecto translúcido, porque contém ainda água de constituição. Aquando da secagem, essas células contraem-se mais do que o tecido suberoso adjacente, o que origina deformações da cortiça.

Cortiça crua: Cortiça de reprodução que não foi submetida a nenhum tratamento depois da extracção.

Cortiça de reprodução: Cortiça formada após tiradia da cortiça virgem

Cortiça virgem: Cortiça proveniente do primeiro descortiçamento do tronco e dos ramos do sobreiro.

Decapante (de pintura): Produto que por acção física e/ou química, provoca o amolecimento dos revestimentos por pintura, possibilitando a sua remoção do suporte de aplicação.

Depósito: Aglomerado de pigmentos e cargas formado no fundo dos recipientes de tintas e produtos similares em resultado da sedimentação.

INNOCORK®: “Processo de redução de aromas estranhos, nomeadamente 2,4,6-Tricloroanisol”, Número de Patente 1 44 075 B, Inventores: Cork Supply Portugal, S.A. e Instituto Superior Técnico.

Mancha amarela: Mancha amarelada que se desenvolve nas costas da cortiça, que eventualmente apresenta uma descoloração no tecido suberoso adjacente, podendo desenvolver um odor característico.

Migração: Transferência de constituintes para os alimentos.

Opacidade: Aptidão de uma tinta ou produto similar para encobrir, após secagem, a cor ou diferenças de cor da base de aplicação.

Película: Camada resultante da aplicação de uma demão de tinta, verniz ou produto similar.

Prancha: Cortiça crua ou preparada, de qualidade e calibres susceptíveis de uma posterior transformação por talha.

Pigmento: Substância sólida, em geral finamente dividida, praticamente insolúvel no veículo, usada na preparação de tintas com o fim de lhes conferir cor e opacidade ou certas características especiais.

Traço/rabanada: Peça obtida da cortiça preparada e conseguida através do corte no eixo radial e sobre toda a espessura da prancha de cortiça e que apresenta a forma de um paralelepípedo rectangular.

Veículo Fixo: Conjunto de componentes das tintas, vernizes ou produtos similares que permitem a formação da película sólida

Veículo volátil: A parte do veículo das tintas, vernizes ou produtos similares que se evapora durante o processo de secagem

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projecto

A Cork Supply Portugal é uma das empresas pertencentes ao grupo CSG - Cork Supply Group. O CSG iniciou a sua actividade em 1981, através da Cork Supply USA e posteriormente com a proliferação da Cork Supply Austrália, Global Quality Control, Cork Supply Portugal, Cork Supply África do Sul, Cork Supply Argentina, Cork Supply Espanha e Cork Supply França, por ordem cronológica de acontecimentos. Na indústria vinícola, pretende ocupar um lugar de destaque, como símbolo de confiança e credibilidade, apresentando produtos e serviços exímios, que satisfaçam ou excedam as expectativas dos seus clientes, garantindo o cumprimento de Regulamentos, Normas e Requisitos Legais, aplicáveis ao produto [1].

A actividade primordial da CSP é a produção de rolhas de cortiça natural que se encontra dividida em três unidades de fabricação. A Cork Supply Portugal 1 (CSP1) situada em São Paio de Oleiros é responsável pelas etapas de fabricação (que inclui a brocagem e rectificação) e a etapa de produção, que compreende os processos de lavagem, desodorização (INNOCORK®), revestimento, escolha manual e electrónica, embalagem e expedição. A Cork Supply Portugal 2 (CSP2), localizada em Rio Meão, visa a realização das actividades relacionadas com os acabamentos em rolhas de cortiça, tais como, o despoeiramento, a marcação e o tratamento de superfície, assim como, embalagem e expedição. Uma terceira unidade designada por Cork Supply Portugal 3 (CSP3), situada no Montijo, garante as actividades de preparação de cortiça, como escolha e estabilização, cozedura, traçamento e expedição para a CSP1 [1].

Com vista à melhoria contínua das etapas integrantes do processo produtivo, a CSP decretou apoiar a optimização da etapa produtiva de revestimento colorido, tendo em conta o desempenho das rolhas de cortiça. O processo de optimização envolveu o estudo de novos materiais de revestimento colorido, da metodologia inerente à aplicação dos mesmos na etapa produtiva, a análise da estrutura do equipamento actual e dos procedimentos/práticas integrados nesta unidade, como tema do actual projecto de desenvolvimento.

O projecto acolheu várias etapas do processo de homologação interno de novos produtos de revestimento, a serem utilizados numa das etapas de produção (revestimento colorido) para coloração da superfície das rolhas, de forma uniformizar a sua cor e torná-las mais atractivas. Como resultado deste estudo, a empresa pretende utilizar apenas um produto de revestimento para cada tipo de rolha, consoante as necessidades de cobertura das mesmas e que satisfaçam ou excedam os requisitos dos clientes. Deste modo, diminui-se a quantidade

de produtos utilizados por parte da empresa. Paralelamente, pretende garantir a total cobertura de poros, asseverar homogeneidade da cor da superfície das rolhas do mesmo lote e possibilitar a reprodutibilidade da cor de lotes revestidos que se encontram em stock e lotes revestidos recentemente, de forma a evitar a rejeição dos mesmos por parte do Controlo de Qualidade.

A rolha de cortiça, como componente utilizado na embalagem de produtos de consumo alimentar (predominantemente vinho), necessita de obedecer a todos os requisitos regulamentares aplicáveis ao sector alimentar, ao sector da cortiça (Código CIPR e Normas aplicáveis) e aos requisitos internos da CSP. Desta forma, aquando da homologação destes novos produtos, foi necessário considerar todos esses aspectos.

1.2 Contributos do Trabalho

Actualmente a empresa centra a sua produção em quatro produtos para o revestimento de rolhas naturais e rolhas colmatadas. Com o presente projecto de desenvolvimento, iniciou-se o estudo de vários produtos de revestimento colorido, com vista à obtenção de apenas dois que permitam a homogeneização da cor da superfície das rolhas naturais e colmatadas. O desenvolvimento dos resultados actuais, levará à redução da multiplicidade de produtos utilizados, de forma a tornar o actual sistema mais simples e com menor margem para erros. Por outro lado, permitiu à empresa estudar a melhor forma de aplicação de cada um dos produtos estudados, face ao substrato onde é aplicado (rolhas naturais e rolhas colmatadas).

No decorrer do actual projecto foi possível determinar as causas/efeitos de alterações efectuadas e detectar os principais problemas associados a esta etapa produtiva, quer ao nível das metodologias adoptadas em produção, quer ao nível da estrutura do equipamento utilizado.

1.3 Organização da Tese

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos. No Capítulo 1 “Introdução” descreve-se sucintamente a empresa que apoiou o presente projecto de desenvolvimento e quais as perspectivas da mesma, face ao problema em análise. Enuncia-se o problema em estudo, os métodos utilizados para a sua análise e resolução e ainda os contributos do trabalho realizado.

No Capítulo 2 “Estado da Arte” descreve-se o processo produtivo de rolhas de cortiça natural e enquadra-se a etapa de revestimento colorido no fluxograma do processo produtivo

actualmente utilizado pela CSP. Como breve apontamento, dá-se a conhecer a composição química e física da cortiça e as características que fazem desta matéria-prima um excelente vedante natural. Remete-se para o tipo de rolhas sobre as quais se debruça o presente projecto de desenvolvimento e, finda-se o capítulo, com um esclarecimento sobre os produtos utilizados na etapa de revestimento colorido, que têm por fim, melhorar a qualidade visual das rolhas e os seus requisitos fundamentais.

No Capítulo 3 “Descrição Técnica e Discussão dos Resultados”, faz-se referência à reorganização documental efectuada, descreve-se a etapa de revestimento colorido e os testes realizados com os novos produtos de revestimento. Apontam-se ainda os acontecimentos sucedidos e a evolução no projecto face às ocorrências verificadas. Enuncia-se quais as variáveis da etapa produtiva de revestimento colorido que foram estudadas e ainda os resultados obtidos em cada uma das situações, nomeadamente, ensaios semi-industriais e industriais. Analisa-se as diferenças entre os mesmos e confrontam-se os resultados obtidos com os resultados esperados.

No Capítulo 4 “Conclusões” esboçam-se as conclusões do actual projecto de desenvolvimento.

Por fim, no Capítulo 5 “Avaliação do trabalho realizado” expõem-se os objectivos do trabalho efectuado e enuncia-se o grau de realização de cada um deles face às vantagens que trouxeram para a empresa. Descrevem-se outros trabalhos realizados em paralelo com o projecto em causa, que não faziam parte dos objectivos do trabalho inicial, mas que se relevaram importantes ao longo do tempo, visto permitirem a optimização da etapa de revestimento colorido. Finda-se o capítulo com a apreciação final, no qual se expõe a opinião pessoal.

2 Estado da Arte

2.1 Processo produtivo de rolhas de cortiça natural

A actividade primordial da CSP incide sobre a produção de rolhas de cortiça natural. O presente projecto encontra-se intimamente relacionado com uma das etapas de produção, logo é imprescindível a explicação sucinta do processo produtivo, com vista a uma melhor interpretação do mesmo

O Processo produtivo de rolhas de cortiça natural da CSP inicia-se com o descortiçamento (extracção manual de cortiça dos sobreiros), seguido de empilhamento (as pranchas de cortiça permanecem ao ar livre durante um período nunca inferior a seis meses, de forma a reduzir a humidade, permitir a eliminação da seiva, garantir a oxidação dos polifenóis e a estabilização da textura da cortiça), cozedura (para desinfecção da cortiça, extracção de substâncias hidro-solúveis - taninos e sais minerais - aumento da espessura, aumento da compacidade por fecho dos poros, melhoria da maleabilidade e elasticidade) e estabilização/maturação (período que decorre entre a cozedura e a selecção das pranchas com uma duração mínima de uma semana, que tem como objectivos aplanar as pranchas de cortiça, estabilização dimensional e redução da humidade). Após o período de repouso, as pranchas de cortiça são separadas segundo a sua espessura e qualidade visual, através da concretização de quatro operações: traçamento, recorte, calibragem e classificação. Nesta etapa ocorre segregação das pranchas com defeitos, tais como verde (cortiça com elevada humidade), mancha amarela (fungo *Armillaria mellea*) e bicho. As fases descritas anteriormente são realizadas nas instalações da CSP3 e referem-se às etapas de preparação da cortiça [2] [3].

As actividades realizadas nas instalações da CSP1 iniciam-se com a rabaneação (corte da cortiça sobre toda a espessura da prancha, para eliminação de barriga), seguida da brocagem, de onde se obtém um cilíndrico com os limites dimensionais superiores aos limites da rolha acabada. Os corpos cilíndricos são colocados em estufas para a correcção da humidade e posteriormente efectua-se a operação de rectificação. Nesta operação mecânica de polimento, corrige-se o diâmetro (ponçamento) e o comprimento da rolha (topejamento), recorrendo a mós. Após a operação de rectificação, as rolhas seguem para a escolha electrónica e posteriormente para a etapa de lavação, onde se recorre a peróxidos, para garantir a desinfecção das rolhas. Com vista à optimização do desempenho sensorial das rolhas, estas são direccionadas para o INNOCORK® (etapa de desodorização) e posteriormente para as estufas, para a correcção das humidades, de forma a evitar o desenvolvimento de

microrganismos. A etapa de secagem garante uma boa estabilidade microbiana e um comportamento mecânico vantajoso. Se os valores de humidade forem demasiado baixos, a rolha perde propriedades mecânicas, enquanto que se esta for superior à recomendada, pode incentivar o crescimento microbiológico. De acordo com a ISO 9727-3, a humidade (teor relativo em água na massa da rolha) deve ser $6 \pm 2\%$ [4]. Segue-se a etapa de revestimento, onde se pretende garantir a uniformidade da cor na superfície das rolhas, assim como aumentar a estanquidade das mesmas.

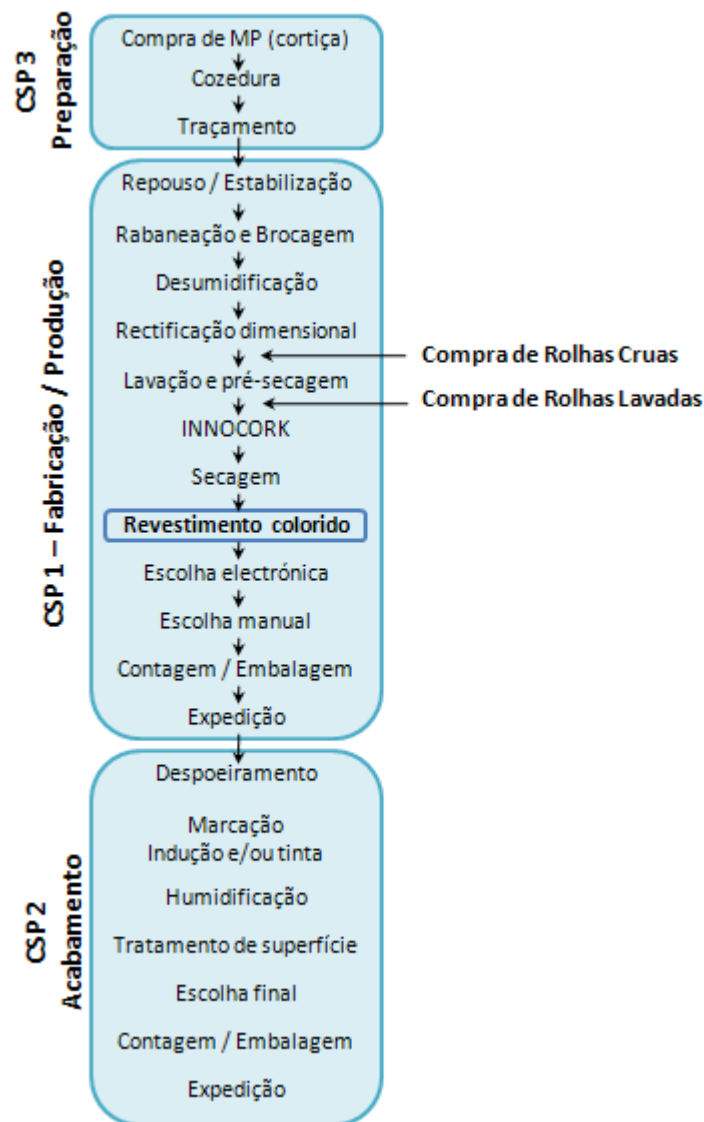


Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo da Cork Supply Portugal

O presente projecto de desenvolvimento debruça-se sobre a etapa de revestimento colorido e a sua viabilidade encontra-se intimamente relacionada com etapas subsequentes. As actividades realizadas na CSP1 (unidade de fabricação) findam com a operação de escolha, que visa a eliminação de rolhas com defeitos estruturais ou de fabricação que prejudiquem

uma boa vedação e que agrupa as rolhas segundo o seu grau de porosidade. Esta pode ser efectuada por máquinas electrónicas a uma velocidade compreendida entre 8000 a 12 000 rolhas/hora e complementada com a escolha manual, realizada por operários experientes. Segue-se o embalamento e expedição.

As rolhas seguem para a CSP2, para sofrerem as etapas de acabamento. Efectua-se o despoejamento das mesmas, de forma a garantir o sucesso da etapa de marcação. Nesta fase, conforme as especificidades dos clientes, efectuam-se marcações por indução no topo das rolhas e/ou a tinta no corpo das rolhas, com o texto e/ou logótipos dos clientes. Logo a seguir, as rolhas são humidificadas para garantir a optimização do tratamento de superfície das rolhas com parafina e silicone. Esta última etapa de tratamento pretende facilitar a introdução/extracção das rolhas nos gargalos das garrafas (lubrificação da superfície), dependendo, por vezes dos critérios apresentados pelos clientes. As rolhas são contadas, embaladas em sacos de PEE preenchidos com SO₂ (de forma a garantir a preservação e condições de transporte das rolhas), passam por um detector de metais e são expedidas.

2.2 Composição química/física da cortiça

Mundialmente verifica-se uma crescente exigência dos consumidores, em usufruir de produtos de elevada qualidade. Os vinhos de qualidade não são excepção e estão intimamente relacionados com a qualidade da rolha. Actualmente, as rolhas de cortiça natural podem ser submetidas a tratamentos e acabamentos que possibilitam o controlo da uniformidade dos processos e a obtenção de produtos de valor acrescentado.

A cortiça, revestimento do tronco e ramos do sobreiro (*Quercus suber L.*), trata-se de um parênquima suberoso gerado pelo meristema subero-felodérmico. As células de cortiça (felema ou súber) são formadas a partir de um tecido meristemático (com capacidade de divisão celular), denominado felogene, que se estendem na direcção do exterior. Por outro lado, o felogene origina outro tecido, para o interior, denominado feloderme, constituído por células idênticas às da madeira. O agregado dos três tipos de tecidos, enunciados anteriormente, constitui a periderme. A longevidade da felogene, permite a continua exploração do felema do sobreiro, conhecido pela sua homogeneidade e óptimas propriedades químicas, físicas e mecânicas. A elasticidade e compressibilidade, baixa condutibilidade térmica e acústica, impermeabilidade a líquidos e a gases e elevada resistência ao atrito, são algumas das características, que fazem da cortiça, uma matéria-prima bastante apreciável. Tais características encontram-se relacionadas com a quantidade e arranjo estrutural das células suberificadas, assim como da estrutura das paredes celulares [3, 5].

A composição química da cortiça varia consoante as metodologias utilizadas para a extracção dos compostos químicos, no entanto, é constituída por aproximadamente [3, 6]:

- 45% de suberina - polímero de ácidos gordos, que confere elevada impermeabilidade (substância hidrofóbica), garante a protecção contra células patogénicas, intervêm na cicatrização de feridas, evita a evaporação de água e funciona como órgão de excreção;
- 27% de lenhina - polímero amorfo com três unidades monoméricas distintas, de elevada massa molecular, que confere rigidez, impermeabilidade e resistência a ataques microbiológicos e mecânicos nos tecidos vegetais;
- 18% de celulose e outros polissacáridos - polímero de glucose com ligações β -1,4 que confere resistência ao alongamento;
- 6% de taninos (polifenóis de origem vegetal) e substâncias cerosas (alcanos e álcoois de cadeia longa);
- 4% de elementos minerais - Tais como o sódio, silício, fósforo, estrôncio, bário, alumínio, magnésio, potássio, ferro, manganês e vestígios de cobre, cromo, titânio e lítio;

A massa volúmica da cortiça influencia a sua qualidade como vedante e deve estar compreendida entre 160 a 220 kg.m³. Cada célula que faz parte da estrutura alveolar da cortiça, tem uma estrutura pentagonal ou hexagonal cuja altura não ultrapassa os 40 a 50 μ m. Esta estrutura encontra-se preenchida por uma mistura de gases, que corresponde a cerca de 60% da composição global e apesar de ser considerado um material impermeável, não é completamente estanque. Desta forma, dá lugar à passagem de alguns elementos do vinho para a rolha e vice-versa (difusão muito lenta de certos gases) [5, 6].

O elevado número de ventosas formadas pelas cavidades das células que se encontram à superfície de corte da cortiça, são responsáveis pelo seu elevado coeficiente de atrito. Por outro lado, a forma das células, a espessura das paredes celulares e a composição da cortiça, influenciam a temperatura e a percentagem de hidratação da mesma e, conseqüentemente, actuam sobre a compressibilidade e elasticidade da rolha.

As características físico-mecânicas da cortiça são melhoradas aquando da cozedura (visto que esta permite aumentar a espessura e a compacidade da cortiça, como consequência do fecho dos poros) e da lavação com peróxido de hidrogénio (desinfecta, branqueia as rolhas e garante a eliminação de grande parte da água contida na cortiça).

2.3 Tipos de Rolha de Cortiça Natural

As rolhas de cortiça agrupam-se em sete categorias, nomeadamente: rolhas naturais, rolhas naturais multi-peça, rolhas naturais colmatadas, rolhas de champanhe, rolhas técnicas, rolhas agloremadas e por fim rolhas capsuladas. No presente projecto de desenvolvimento,

pretende-se melhorar a qualidade visual de dois tipos de rolhas, naturais e colmatadas, que podem ser analisadas nas figuras subsequentes.



Figura 2 - Rolha Natural [7]



Figura 3 - Rolha Colmatada [7]



Figura 4 - Poros de uma rolha natural [7]



Figura 5 - Poros colmatados [7]



Figura 6 - Lote de rolhas naturais [7]



Figura 7 - Lote de rolhas colmatadas [7]

As rolhas de cortiça natural são fabricadas por brocagem a partir de uma peça única de cortiça e são caracterizadas pelo comprimento e diâmetro, sendo fabricadas com várias dimensões de acordo com os requisitos do cliente. O cliente deve ter sob a sua posse um estudo do perfil interno da garrafa, conhecimento das condições de engarrafamento e das características do vinho a ser engarrafado, para efectuar uma escolha conveniente das dimensões da rolha. O nível de enchimento da garrafa influi sobre a escolha do comprimento da rolha. Se o comprimento for superior ao aconselhável, a rolha pode sair da garrafa após a sua inserção, visto que o espaço entre a rolha e o vinho é comprimido, impulsionando a saída do vinho da garrafa. Por outro lado, se o espaço entre o vinho e a rolha for superior ao

desejável (comprimento da rolha demasiado curto) pode ocasionar o aparecimento de desvios sensoriais indesejáveis. O perfil interno do gargalo da garrafa influi sobre a escolha do diâmetro da rolha. O diâmetro mínimo da rolha deve ser 5,5 mm maior do que o diâmetro nominal através do orifício do gargalo da garrafa, de acordo com a EN 12726 [4]. O diâmetro mais utilizado é de 24 mm enquanto a altura mais frequente é 45 mm.

Além da classificação dimensional, as rolhas são comercializadas de acordo com a classe de qualidade, que depende da porosidade, cor e outras heterogeneidades da cortiça, que se verificam nos topos e na superfície lateral da rolha. Em Portugal, usualmente considera-se 9 classes, Flor, Extra, Superior, 1°, 2°, 3°, 4°, 5° e 6°, da de melhor qualidade para a de menor, respectivamente [5]. A classe visual e as dimensões das rolhas são factores determinantes para o estabelecimento do preço das mesmas.

As rolhas naturais colmatadas são rolhas cujos poros (lenticelas) foram preenchidos com pó de cortiça proveniente da etapa de rectificação das rolhas naturais. Recorre-se a uma cola à base de resina e borracha naturais, para fixar o pó nos poros, sendo que actualmente tem-se vindo a introduzir colas à base de água. A colmatagem é comumente utilizada em rolhas de menor qualidade, com vista à melhoria do aspecto visual da rolha e do seu desempenho mecânico. No entanto, a rolha de cortiça como produto natural não apresenta a homogeneidade de cor pretendida pelo cliente, o que leva à necessidade por parte da indústria transformadora de aplicar produtos que a garantam.

Dependendo da gama da rolha de cortiça (relacionada com a classe visual), esta tem de assegurar uma capacidade de vedação do vinho, de forma a evitar o surgimento de fugas. Segundo a ISO 9727-6 a sua capacidade de vedação a líquidos é expressa como a pressão interna máxima que esta pode suportar numa garrafa [4]. A capacidade mínima observa-se para o caso das rolhas de gama económica e comercial usualmente utilizadas em vinhos de estágio curto.

2.4 Melhoria da qualidade visual

2.4.1 Constituição do revestimento

A qualidade visual da rolha de cortiça, tende a melhorar com a aplicação de uma tinta decorativa, à qual se atribui a designação de *igualador* para rolhas de qualidade superior e *revestimento* para rolhas de qualidade mais fraca. Esta tinta tem como objectivo homogeneizar a cor da superfície da rolha e do respectivo lote, melhorando a sua aparência e tornando-a mais atractiva a nível comercial. A boa qualidade desta tinta decorativa depende

de diversos factores, tais como: durabilidade, bom acabamento, facilidade de aplicação, capacidade de cobertura e brilho, características intrínsecas à composição da mesma. Por definição, uma tinta tem uma composição pigmentada, que quando aplicada sobre uma superfície adequada, tal como é fornecida ou após diluição, dispersão em produtos voláteis ou fusão, dá origem a uma película sólida, contínua e com um certo grau de opacidade [8]. Trata-se de um produto com um comportamento pseudoplástico, ou seja, a viscosidade diminui com o aumento da razão de corte e vice-versa, que nos permite obter um bom desempenho em circunstâncias distintas. Valores de viscosidade elevados para baixas razões de corte coincidem com as etapas de armazenagem, transporte (previnem a sedimentação dos pigmentos que fazem parte da sua constituição) e pós-aplicação. Na presença de razões de corte elevadas (durante a etapa de aplicação sobre a superfície da rolha), a viscosidade deste tipo de fluidos diminui, fomentando o espalhamento e aumentando a facilidade de aplicação [9].

A tinta é constituída pelo extracto seco, do qual fazem parte pigmentos, cargas, veículos fixos e aditivos e pelo veículo volátil, composto pelos solventes, diluentes e aditivos. Os componentes referidos não funcionam autonomamente, pois interagem química e fisicamente [10].

Recorrendo à definição apresentada na Norma Portuguesa NP 41, o veículo fixo é o conjunto de componentes das tintas, vernizes ou produtos similares, responsável pela agregação dos diversos constituintes, de tal forma que, determina o seu comportamento mecânico e químico e demarca aspectos como o brilho e pegajosidade superficial, permitindo a formação da película sólida. Os óleos e as resinas são os constituintes principais do veículo fixo e as propriedades da tinta são indissolúveis deste último componente. As resinas podem ser naturais (compostas por diversas substâncias orgânicas amorfas, solidificadas ou líquidas, brilhantes e transparentes, que resultam de secreções externas do metabolismo vegetal) ou sintéticas (polímeros que se formam devido a reacções de polimerização e são utilizados na forma de dispersões ou soluções) [8].

Os polímeros podem resultar de reacções de condensação ou adição. Os polímeros de adição caracterizam-se por reacções de síntese rápidas e exotérmicas, que podem ser originadas por mecanismos distintos: radicais livres (incorporação de um gerador de radicais livres, que se decompõe quando exposto a temperaturas elevadas), polimerização por coordenação, catiónico (ocorre na presença de ácidos de Lewis e com temperaturas relativamente baixas), aniónico (recorre a compostos organometálicos) e transferência de grupo funcional (o mais recente dos anteriormente descritos) [11].

Apresentam comportamentos distintos após a sua aplicação, podendo ser:

- Termoplásticos: O processo de formação de filme é desencadeado pela evaporação do solvente, ou seja, secagem física. Se o filme obtido for exposto a determinados

solventes, pode ser repetidamente amolecido e derretido quando aquecido e solidificado quando arrefecido. As resinas que apresentam este tipo de comportamento, só são utilizadas excepcionalmente na indústria das tintas, pois emitem quantidades consideráveis de VOC's.

- Termofixos: Na presença de temperaturas elevadas, passam por um processo de reticulação interna (*crosslinking*), usualmente designado por cura, desencadeado por grupos funcionais reactivos. No fim, obtém-se um filme insolúvel em solventes, pois estes conseguem solvatar apenas as porções lineares das cadeias poliméricas. Como consequência da formação de ligações cruzadas, ocorre um acréscimo considerável da densidade do polímero, o que aumenta a resistência do mesmo à penetração de solventes e promove características como rigidez e tenacidade;

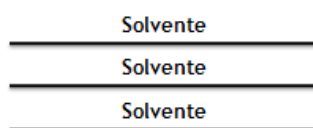


Figura 8 - Representação esquemática de um polímero termoplástico

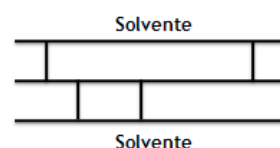
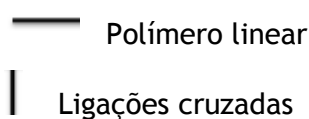


Figura 9 - Representação esquemática de um polímero termofixo



As características físicas e químicas de um polímero encontram-se intimamente relacionadas com o seu processo de cura e as condições de progresso do mesmo. A formação do filme polimérico pode ocorrer de diversas formas, no entanto, apenas serão aqui referidos os principais mecanismos de formação, de entre os quais destacam-se as lacas, emulsões e termoendurecimento (por cruzamento oxidativo ou reactivo). As lacas consistem em polímeros termoplásticos que se encontram dissolvidos num solvente, que após a aplicação evapora. Outro mecanismo de formação de filme consiste na evaporação da água numa emulsão, tal como se processa nos produtos em desenvolvimento. As partículas poliméricas encontram-se suspensas na água, no interior de gotas regulares devido à acção dos agentes tensioactivos [11].

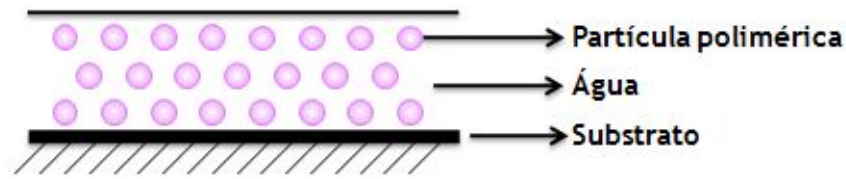


Figura 10 - Filme antes da secagem

Na figura seguinte encontra-se uma gota (rosa) envolta pelos agentes tensoactivos, que possuem uma parte polar hidrofílica (assinalada com uma pequena circunferência) e uma parte apolar hidrofóbica (caracterizada pela recta que se liga à pequena circunferência). O polímero encontra-se representado pelos pontos a azul ligados por linhas.

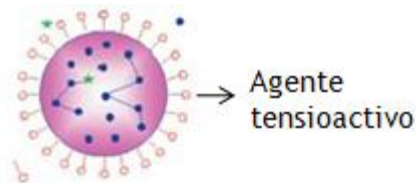


Figura 11 - Representação esquemática de uma partícula em emulsão envolta por agentes tensoactivos [10]

À medida que a água evapora (perdas para a atmosfera e absorção por parte do substrato), dá-se a aproximação das esferas, até que a acção da força capilar é superior à força de resistência à deformação, ocorrendo o fenómeno de coalescência e dando origem a um filme contínuo.

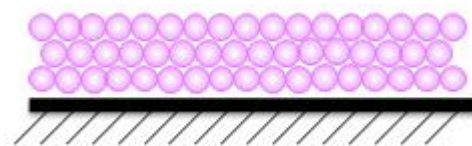


Figura 12 - Filme durante a etapa de secagem



Figura 13 - Limite da distância entre partículas (exactamente antes do fenómeno de coalescência)



Figura 14 - Aspecto final apresentado pelo filme

Nas tintas de base aquosa, a temperatura de aplicação não deve ser muito baixa, de forma a permitir uma correcta fusão das partículas que contêm as cadeias poliméricas (representadas a azul escuro na figura 11). Na grande maioria dos casos, são-lhes adicionados agentes de coalescência, que baixam a temperatura de transição vítrea do copolímero, facilitando a sua fusão. Existem ainda outros métodos de cura, segundo a via oxidativa ou reactiva, mas que não serão desenvolvidos no presente documento.

No produto em desenvolvimento, o copolímero vinílico de N° CAS. 9002-85-1, comumente designado por poli(cloreto de vinilideno) (PVDC), é o constituinte principal do veículo fixo.

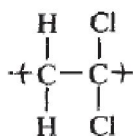


Figura 15 - Unidade de repetição do homopolímero PVDC [12]

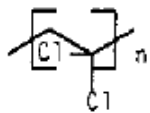
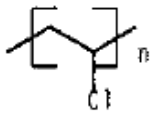
Os copolímeros do monómero cloreto de vinilideno [75-35-4] foram os primeiros polímeros sintéticos a serem comercializados industrialmente e a sua característica principal é a baixa permeabilidade a uma grande variedade de gases e vapores (O₂, N₂, He), que praticamente não é afectada pela presença de humidade. O homopolímero, poli(cloreto de vinilideno), não é muito utilizado visto apresentar sérias dificuldades de produção, sendo muitas vezes associado a outros monómeros, com vista na formação de copolímeros. Três tipos de comonómeros desempenham um papel relevante a nível comercial, nomeadamente o cloreto de vinilo, os acrilatos e o acrilonitrilo. O homopolímero tem origem no monómero cloreto de vinilideno (VDC), que polimeriza por reacções desencadeadas por iões ou radicais livres (sendo o último o mais comum) e que ocorrem em solução, suspensão ou emulsão.

A polimerização em solução que dissolva tanto o polímero como o monómero tem vindo a ser continuamente investigada, visto que o comportamento do VDC é anormal quando o meio em questão é heterogéneo. No entanto, a larga escala, usualmente recorre-se a reacções em suspensão ou emulsão, ambas em meios heterogéneos, visto o polímero ser insolúvel no monómero e ambos serem insolúveis em água [13].

Os copolímeros mais importantes resultam da junção do VDC (em maior percentagem) com dois ou mais monómeros. Usualmente, um dos monómeros tem como objectivo melhorar a

solubilidade do polímero, enquanto que outros são adicionados com o intuito de modificar propriedades específicas. As propriedades do homopolímero PVDC são modificadas por copolimerização, mesmo que a(s) quantidade(s) utilizada(s) do(s) outro(s) monómero(s) seja(m) baixa(s). Uma das propriedades que pode ser alterada recorrendo a outros monómeros é a temperatura de transição vítrea (T_g). Acima da temperatura de transição vítrea o polímero torna-se mole e dúctil e abaixo da mesma, torna-se duro e quebradiço.

Tabela 1 - Unidade de repetição e temperatura de transição vítrea do PVDC e do PVC [14]

Polímero	Unidade de repetição	T_g (°C)
PVDC		-18
PVC		77

A composição da unidade de repetição (considerado um aspecto local) e o grau de polimerização, assim como as ligações cruzadas (aspectos globais), reflectem a estrutura da cadeia polimérica e conseqüentemente, interferem em T_g . A forma da cadeia influi sobre a força de ligação entre as moléculas e quanto maior for essa força, maior vai ser T_g . O PVDC tem os dois átomos substituintes em cada segundo átomo de carbono da unidade de repetição, enquanto que o PVC apenas tem um átomo de cloro em cada segundo átomo de carbono, o que o torna mais flexível, aumentando conseqüentemente a sua temperatura de transição vítrea. O aumento de T_g está, portanto, intimamente relacionado com o facto de o átomo de carbono com um substituinte apenas (Cloro), formar um dipolo, no qual o átomo de carbono está carregado negativamente e o hidrogénio carregado positivamente [14].

A T_g dos copolímeros de VDC aumenta, para níveis de comonómeros baixos, mesmo nos casos em que a T_g do comonómero utilizado é mais baixa do que a T_g do PVDC, diminuindo novamente, quando a quantidade de comonómero utilizada atinge valores muito elevados. Nos casos em que a T_g do outro homopolímero é superior, a T_g do copolímero de PVDC aumenta sempre com o aumento da percentagem do outro homopolímero [13]. Uma maior ou menor razão entre a quantidade de PVDC e outros monómeros depende das características que são pretendidas. Em suma, a percentagem de PVDC e o tipo de comonómero utilizado influenciam a T_g , que por sua vez, influi sobre o comportamento do filme após a cura (termoplástico ou termofixo).

Os pigmentos, parte integrante do veículo fixo, são substâncias sólidas finamente divididas, praticamente insolúveis no veículo volátil, que conferem propriedades ópticas, decorativas e protectoras à tinta. Através de modificações nas propriedades ópticas, é possível obliterar a superfície sobre a qual a tinta é aplicada, permitindo ainda a obtenção da cor desejada. A combinação de dois efeitos principais, difracção e absorção da luz visível incidente, resulta em características específicas. A absorção da luz visível incidente, determina essencialmente a cor final apresentada pela superfície, enquanto que o índice de refração intervém essencialmente na opacidade (que resulta da diferença entre os índices de refração do pigmento e do ligante). Estas substâncias têm de garantir o brilho, a resistência ao calor e à intempérie e ainda resistência química. Classificam-se em pigmentos orgânicos e inorgânicos, como por exemplo o dióxido de titânio, conhecido pelo seu elevado poder de cobertura, brancura e luminosidade [8, 10]. A brancura e a luminosidade resultam da quase completa reflexão de todos os comprimentos de onda da luz visível e a opacidade, do seu elevado índice de refração [15].

As principais características dos pigmentos, quer estes sejam orgânicos ou inorgânicos, são:

- Cor: Parâmetro que resulta da absorção específica de uma gama de comprimentos de onda do espectro de luz visível (correspondente à cor observada), que infere na reflexão da restante gama. Trata-se de um comportamento subtractivo, no qual a cor observada corresponde à cor absorvida pelo corpo;
- Força corante: Grau de faculdade de um pigmento transmitir cor;
- Capacidade de dispersão: Uma boa dispersão dos pigmentos no veículo móvel da tinta, intervém directamente na durabilidade e estabilidade da tinta em armazém, brilho, bom comportamento aquando da aplicação, rendimento e optimização económica. Quando cada partícula do pigmento se encontra completamente envolta no veículo móvel, obtêm-se o rendimento máximo;
- Comportamento à luz e resistência à inclemência temporal: Quando ocorre incidência de luz ultravioleta sobre os pigmentos, como por exemplo, o dióxido de titânio (excelente absorvedor deste tipo de radiação), esta é convertida sucessivamente em radiações substancialmente menos energéticas, evitando a formação de peróxidos e radicais livres que aniquilam os polímeros e os pigmentos orgânicos;
- Eficácia de cobertura: A capacidade de um pigmento anular a cor ou as diferenças da mesma manifestas no substrato, reflecte o seu poder de cobertura. Esta capacidade pode ser testada através de aplicações de filmes com a mesma espessura em cartas de cobertura (possuem uma parte da película branca e outra parte preta). Quando a concentração do pigmento em volume aumenta (CPV), a distância entre as partículas de pigmento diminui e ao atingir uma distância inferior a metade do comprimento de

onda da luz incidente, as partículas deixam de funcionar como centros autónomos de difracção da luz e a diferença obtida, não traduz a quantidade de pigmento empregue;

- Resistência à cristalização: A probabilidade de cristalização à superfície é acentuada com o aumento da temperatura de secagem;

Os produtos de revestimento colorido, utilizados em rolas naturais e colmatadas possuem dióxido de titânio, pois este apresenta elevada capacidade de cobertura, entre outras características enunciadas anteriormente. A Portaria nº 759/96 de 26 de Dezembro de 1996 estabeleceu que o dióxido de titânio pode ser utilizado como aditivo em géneros alimentícios, assim como as condições da sua utilização e critérios de pureza. Por definição, este pigmento/aditivo alimentar é constituído essencialmente por dióxido de titânio da forma anatase pura, podendo eventualmente, ser revestido com alumina e/ou sílica, de forma a melhorar as suas capacidades tecnológicas [16].

As cargas, outros dos componentes de uma tinta, consistem em pigmentos inorgânicos com baixos índices de refração, que se manifestam sob a forma de pó ou grânulos, brancos ou acinzentados, consoante o grau de impurezas que compreendem. Devido ao facto de apresentarem baixo poder de cobertura, são essencialmente utilizados para alterar propriedades físicas, através do controlo da reologia da tinta, redução do brilho, aumento ligeiro do poder de cobertura, prevenção da sedimentação de outros pigmentos, modificação das propriedades mecânicas e impermeabilização (dificulta a difusão de água e outros gases).

Às tintas também se adicionam aditivos ou agentes auxiliares, em pequenas quantidades, de forma a modificar e em alguns casos fomentar determinadas propriedades. Estes são agrupados consoante a sua função em construtivos ou correctivos, sendo que os primeiros correspondem aos secantes, molhantes, dispersantes, mateantes, espessantes, plastificantes, bactericidas, fungicidas e algicidas. Os correctivos equivalem aos anti-espumas, anti-peles, anti-estáticos, anti-gases, entre outros. As funções de alguns dos aditivos mais importantes serão descritas de seguida [9];

- Secantes: produtos usualmente organometálicos, solúveis nos solventes orgânicos e nos veículos e que promovem a secagem através de oxidação catalítica;
- Molhantes e dispersantes: Previnem a aglomeração dos pigmentos após a etapa de moagem, garantindo que estes se encontram completamente dispersos e que não ocorre floculação durante a etapa de secagem. Desta forma, é garantida a optimização da opacidade tendo em consideração a quantidade de pigmentos utilizada;

- **Bactericidas:** Previnem o ataque e a degradação por parte de microrganismos (bactérias), evitando a ocorrência de maus cheiros, descoloração, perda de viscosidade e fractura das cadeias poliméricas, que tornam a tinta mais vulnerável. As tintas de base aquosas são mais vulneráveis, pois, grande parte das matérias-primas que fazem parte da sua constituição são fonte de alimento para os microrganismos em questão;
- **Agentes tixotrópicos:** Influenciam a viscosidade para valores intermédios e baixos das razões de corte, nomeadamente aquando do transporte e armazenamento, evitando a sedimentação excessiva dos pigmentos e a formação de película dura no fundo dos bidões nos quais é transportada a tinta;
- **Anti-espuma:** As tintas de base aquosa compreendem aditivos que têm como efeitos colaterais a estabilização do ar que durante a etapa de fabrico e aplicação é incorporado sob a forma de espuma. O aditivo anti-espuma deve conseguir penetrar na parede da bolha de ar e repartir-se no seu interior até que a elasticidade desta diminua e a bolha se rompa;
- **Anti-pele:** Quando os bidões são expostos a uma fonte de calor e a temperatura da tampa excede a temperatura da tinta, uma determinada quantidade de água evapora permitindo a coalescência do polímero e favorecendo a formação de uma camada espessa de tinta à qual se atribui a designação de pele.

2.4.2 Segurança alimentar

A rolha de cortiça é utilizada como vedante para o mercado mundial de vinhos e bebidas espirituosas há cerca de três séculos, sem qualquer implicação para a segurança alimentar. Contudo, a introdução de novos processos químicos na agricultura (que influem sobre as características dos montados), no processamento de materiais e acabamentos aplicados às rolhas de cortiça, tais como a lavação, revestimento colorido, marcação, tratamento de superfície e embalagem, conduzem à necessidade de garantir a segurança desses produtos para a saúde humana, abonando a inocuidade da qualidade do vedante. A rolha de cortiça acabada é parte integrante do grupo de materiais de embalagem para géneros alimentícios, comumente designado como Materiais em Contacto com Alimentos (MCA) [17].

Os MCA são regulamentados por três tipos de directivas, designadamente:

- O Regulamento nº 1935/2004 de 27 de Outubro que estabelece os requisitos gerais para todos os materiais e objectos de embalagem para géneros alimentícios;
- Directivas específicas que cobrem grupos de materiais (plásticos, cerâmicas e películas de celulose);

- Directiva de substâncias individuais ou grupos de substâncias usadas no fabrico dos MCA, que dizem respeito a substâncias que requerem especial atenção para protecção da saúde do consumidor (caso do monómero VDC).

A rolha de cortiça pronta a ser expedida para o cliente, como parte integrante dos MCA, não deve ceder aos alimentos substâncias numa quantidade passível de apresentar perigo para a saúde humana, provocar alterações intoleráveis da sua composição, assim como induzir a alterações organolépticas. No Regulamento nº 1935/2004, encontram-se os materiais que podem ser abarcados por medidas restritivas, tais como, substâncias autorizadas, condições de utilização, limites de migração, critérios de pureza e contacto bucal.

De forma a garantir a protecção da saúde dos consumidores e evitar a adulteração dos alimentos, foram estabelecidos dois limites de migração para materiais, nomeadamente [16, 18]:

- Limite de migração global (MG): Referente à massa de substâncias que podem ser transferidas para os alimentos, em relação à massa ou superfície do alimento ou simulador, que pode ser expressa das duas formas seguintes

$$MG = \frac{60 \text{ mg (de substâncias)}}{1 \text{ kg (de alimentos ou simuladores)}} \quad \text{ou} \quad MG = \frac{10 \text{ mg (de substâncias)}}{1 \text{ dm}^2 \text{ (de material)}}$$

- Limite de migração específica (LME): aplicável a determinadas substâncias que são autorizadas e que foi fixado de acordo com a avaliação toxicológica da substância em causa. Este limite de migração foi fixado com base na dose diária aceitável (ADI) ou na dose diária tolerada (TDI) estipuladas pelo Scientific Committee on Food (SCF), admitindo que uma pessoa de 60 kg consome diariamente cerca de 1 kg de alimentos, acondicionados por materiais que apresentem na sua composição a quantidade máxima permitida para a substância em causa.

Os regulamentos aplicados aos MCA dependem essencialmente da formulação do produto de revestimento, sob o qual, não existe uma interferência directa por parte da indústria transformadora.

Aliado às exigências aplicáveis aos fornecedores dos produtos de revestimento, cabe à indústria transformadora, intervir objectivamente na inserção do mesmo no programa de segurança alimentar, que se baseia no Código Internacional de Práticas Rolheiras (CIPR) e no Sistema HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point* - Análise de Perigos e Controlo dos Pontos Críticos). O Sistema HACCP trata-se de uma ferramenta de gestão que institui uma

metodologia para controlo de perigos, que faculta a detecção de problemas antes e logo após a sua ocorrência, permitindo a implementação de medidas correctivas. Na etapa de revestimento colorido residem dois tipos de perigos associados, nomeadamente, perigos químicos (introdução de metais pesados, pesticidas, toxinas naturais, substâncias naturais vegetais, químicos criados pelo processo ou introduzidos no processo) e perigos físicos (vidro, fragmentos metálicos, plástico, pedras e madeira) que requerem a implementação de medidas preventivas adequadas.

As medidas preventivas que passam por cumprir as especificações do CIPR encontram-se relacionadas com o correcto manuseamento do produto aquando da etapa de aplicação e de secagem das rolhas, que implica a disponibilização, por parte dos fornecedores, das fichas técnicas e de segurança dos respectivos produtos e o cumprimento por parte da empresa das recomendações descritas.

Além das fichas técnicas e de segurança dos produtos de revestimento, a empresa tem de solicitar a entrega de certificados de garantia em como os constituintes do revestimento colorido estão contidos na lista positiva de substâncias e matérias-primas autorizadas para a fabricação de produtos que estabelecem contacto com alimentos, de acordo com a legislação vigente da Food and Drug Administration (FDA), no Regulamento do Código Federal, Título 21, Parte 175-199. A FDA, como agência internacional de proteção do consumidor, visa a disponibilização de todo o tipo de informação de carácter científico, que restrinja a colocação no mercado, a produtos que não representem perigo para a saúde pública [19].

Mais recentemente foi desenvolvido um Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), cujo objectivo primordial é garantir uma elevada protecção da saúde humana e do ambiente, asseverando a livre circulação de substâncias estóxicas, como parte integrante de composições ou em artigos. Visa o funcionamento correcto e estratégico do mercado interno de substâncias, desde que os requisitos aplicáveis às demais não difiram consideravelmente entre os Estados-Membros. O presente Regulamento pretende atingir o desenvolvimento sustentável, ou seja, que todos os produtos sejam produzidos e utilizados de forma a minimizar efeitos adversos relevantes para a saúde humana e meio ambiente [20].

3 Descrição Técnica e Discussão dos Resultados

3.1 Organização documental

A realização do presente projecto apenas foi exequível após efectuar a revisão das funcionalidades dos revestimentos aplicados em rolhas de cortiça. Esta revisão foi indissociável da organização documental e da reestruturação da mesma, pelo fornecedor dos produtos actualmente em uso e das situações em desenvolvimento. Introduziu-se um registo de entrada de amostras na base de dados da empresa, que incluía todos os parâmetros em estudo no presente projecto assim como uma ficha de produto para cada revestimento utilizado e em desenvolvimento, que visa a sintetização de toda a informação relevante, tais como especificações de utilização e homologações efectuadas. Com vista a fazer o registo dos fornecedores contactados, produtos testados, resultados obtidos, evoluções verificadas, assim como ocorrências sucedidas, foram elaborados Relatórios Mensais de Progresso.

Efectuou-se a análise e revisão do Procedimento de Homologação de Revestimentos internos, que pode ser consultado no Anexo 1.

Foi criada uma instrução operativa relativa ao enchimento do depósito de revestimento, que pode ser examinada no Anexo 3 do presente documento e revista a instrução operativa referente à aplicação manual de revestimento colorido, que se apresenta no Anexo 4.

3.2 Etapa de revestimento colorido

O trabalho aqui apresentado incidiu sobre uma das etapas de produção de rolhas de cortiça natural designada por etapa de revestimento colorido. O procedimento actual da empresa, assim como as metodologias actualmente em vigor, foram analisados com vista à integração dos pontos cruciais desta etapa produtiva, de forma a permitir a elaboração de propostas coerentes e praticáveis, tendo em consideração as actuais infra-estruturas e recursos disponíveis.

A etapa de revestimento colorido subdivide-se em duas etapas principais. Numa primeira etapa aplica-se sobre rolha, uma tinta de base aquosa que tem como função homogeneizar a cor da superfície da rolha. O teor em sólidos desta tinta varia consoante o tipo de rolha na qual vai ser aplicada. A segunda etapa denomina-se por secagem, tem como finalidade evaporar a água (parte integrante da tinta de base aquosa), de forma a promover o fenómeno de coalescência e consequentemente permitir a formação de filme. Com vista na optimização

do procedimento face aos resultados obtidos, nomeadamente, melhoria da qualidade visual da rolha e da homogeneização da cor das rolhas no lote, existem variáveis que podem ser alteradas. As figuras seguintes esquematizam, de acordo com a etapa de revestimento, as variáveis a alterar.

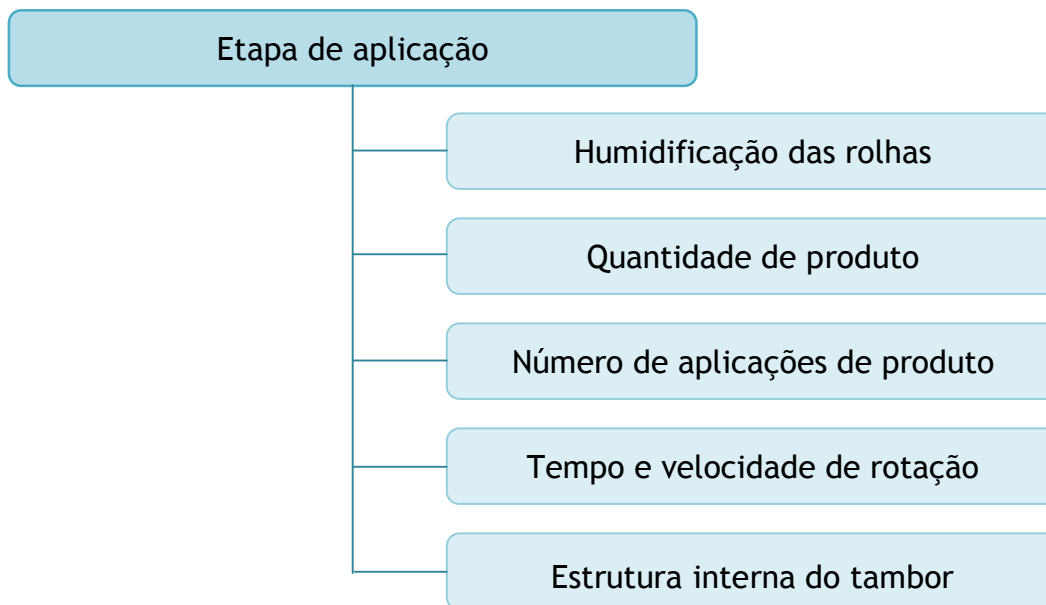


Figura 16 - Variáveis a serem alteradas na etapa de aplicação de revestimento

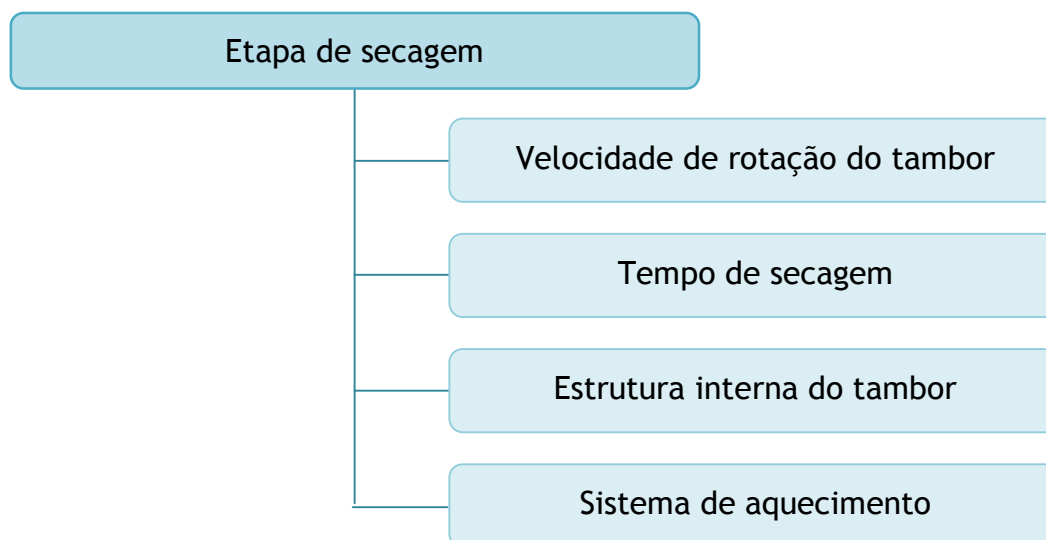


Figura 17 - Variáveis a serem alteradas na etapa de secagem

Tanto na etapa de aplicação como na etapa de secagem, é necessário ajustar as variáveis descritas anteriormente, tendo em consideração os resultados que se pretendem obter, assim como o tipo de tinta de revestimento que se deseja aplicar. Esta, por sua vez encontra-se intimamente relacionada com o tipo de rolha que se utiliza e as necessidades de cobertura

que esta apresenta. Quando se pretende revestir rolhas de cortiça natural (remete-se a visualização da Figura 2), recorre-se a produtos com baixo teor em sólidos e consequentemente baixa capacidade de cobertura. Estes produtos são bastante diluídos quando comparados com os produtos de revestimento utilizados em rolhas colmatadas, que possuem um elevado teor em sólidos (aproximadamente 40%).

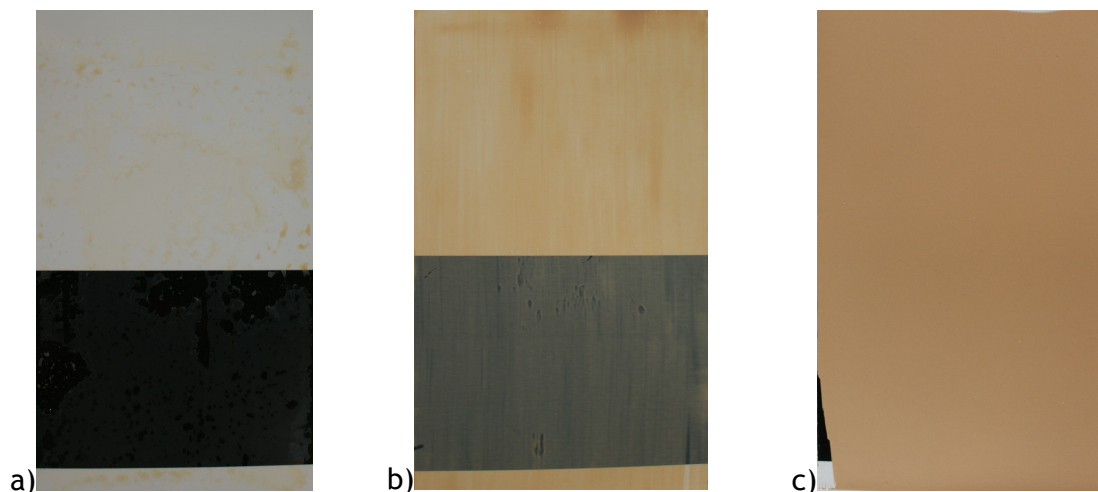


Figura 18 - a) Carta de cobertura com produto de revestimento para rolhas naturais de qualidade superior com espessura de 10 μ m - Igualador; b) Carta de cobertura com produto de revestimento para rolhas naturais de qualidade inferior com espessura de 10 μ m ; c) Carta de cobertura com produto de revestimento para rolhas colmatadas - Revestimento

Ao contrário das rolhas naturais, as rolhas colmatadas apresentam lenticelas de maiores dimensões que foram preenchidas com pó de cortiça, proveniente da etapa de rectificação. Por vezes, a cor do pó utilizado na colmatagem das rolhas é consideravelmente diferente da cor das rolhas no qual é aplicado (remete-se para a visualização da Figura 19).



Figura 19 - Rolhas colmatadas com pós de diferentes cores (sem revestimento)

Visto que a CSP, subcontrata o fornecimento de rolhas (naturais e colmatadas) a diferentes fornecedores, a cor do pó de cortiça utilizado varia consideravelmente, logo é essencial possuir produtos de revestimento que cubram as imperfeições/dissemelhanças observáveis de forma a tornar as rolhas mais apelativas.

3.3 Ensaio realizados

Um dos objectivos do presente projecto visava a aplicação do mesmo produto de revestimento colorido em rolhas naturais e colmatadas, recorrendo a diferentes dosagens, consoante a necessidade de cobertura dos diferentes tipos de rolha. Com o decorrer dos testes, surgiram dificuldades na concretização daquele objectivo, uma vez que o mesmo revestimento não satisfazia a cobertura desejada para o caso das rolhas colmatadas. Em suma, as rolhas naturais necessitam de um produto de revestimento que funcione como um igualador, ou seja, que homogeneíze a cor da superfície de todas as rolhas, de forma que estas fiquem semelhantes. Pelo contrário, as rolhas colmatadas, devido ao facto de apresentarem as dissemelhanças patentes na Figura 19, necessitam de um produto que funcione efectivamente como um revestimento.

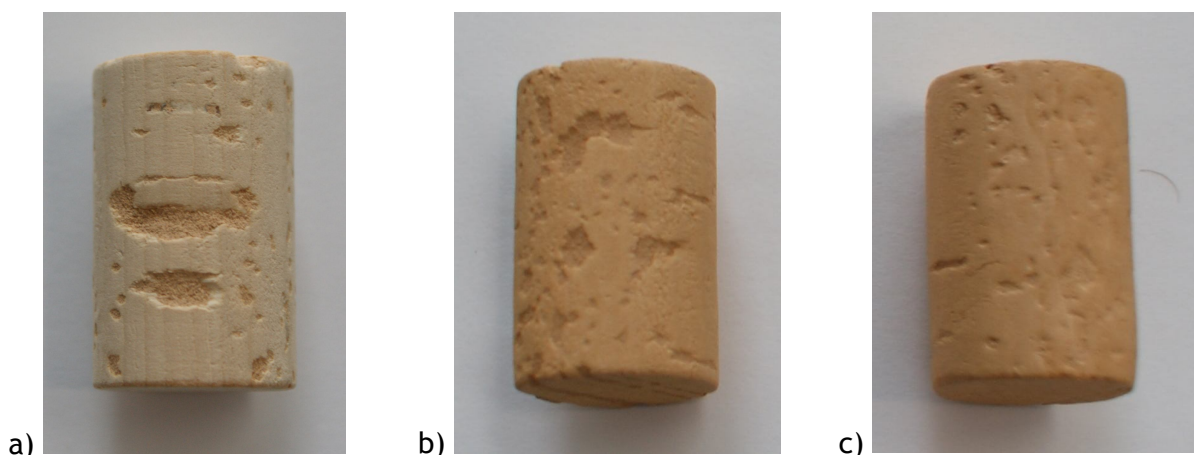


Figura 20 - a) Rolha colmatada não revestida, b) Rolha colmatada revestida com um produto com baixo teor em sólidos - Igualador, c) Rolha colmatada revestida com um produto com elevado teor em sólidos - Revestimento

Pela análise da figura acima, verifica-se que quando se aplicam produtos de revestimento com um teor em sólidos baixo (Figura 20 b)), as dissemelhanças são mais visíveis, ao contrário do que sucede com as mesmas rolhas, mas que tenham sido revestidas com um produto com um teor em sólidos mais elevado, como é o caso do produto de revestimento colorido codificado internamente como 311 (Figura 20 c)).

3.3.1 Ensaios semi-industriais

Os primeiros testes com o novo produto de revestimento, codificado internamente como 306 foram praticados num protótipo do modelo do equipamento de revestimento colorido actualmente utilizado, em rolhas naturais. Nos primeiros testes, recorreu-se a diferentes dosagens de produto, com vista na obtenção da cor pretendida pelos diversos intervenientes no projecto, nomeadamente, os responsáveis pelos seguintes departamentos: Controlo de Qualidade, I&D, Produção de Rolhas e Técnico. Após resultados mais consistentes, contou-se com a participação de outros departamentos, nomeadamente o Departamento de Acabamento de Rolhas, Comercial e Administração.

Numa fase inicial, a humidificação prévia das rolhas só foi feita em duas situações, visto que o intuito primordial seria a obtenção de uma cor. Foram realizados três ensaios com um dos principais produtos utilizados pela empresa, em rolhas naturais (codificado internamente como 205), como termo de comparação. Numa fase posterior, foram feitas aplicações com e sem humidificação prévia, diluições do produto em desenvolvimento e ainda estudos sobre a velocidade de rotação dos tambores.

Os melhores resultados foram obtidos nos testes com humidificação prévia das rolhas, visto que a humidade média das rolhas em armazém é consideravelmente baixa (aproximadamente 4-5%), com aplicações faseadas do produto e recorrendo a uma progressiva diminuição da velocidade de rotação do tambor de aplicação. A secagem decorreu com velocidades inferiores à velocidade mínima de rotação do tambor de aplicação. O produto penetrou bem nos poros e as rolhas apresentaram uma cor homogénea e com o brilho pretendido. Obteve-se ainda homogeneidade de cores entre rolhas, ou seja, não ocorrência de mistura de cores dentro do mesmo lote.

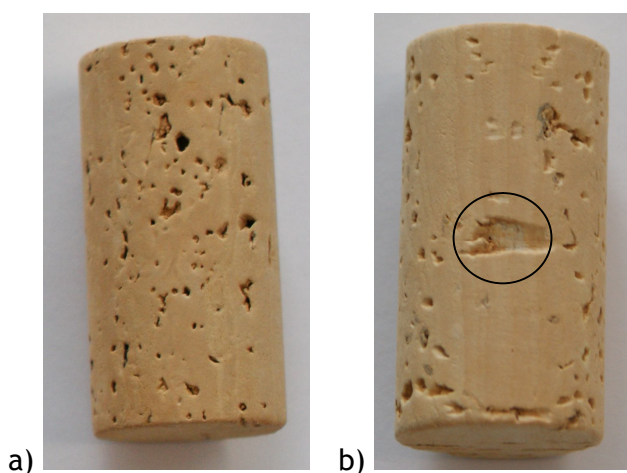


Figura 21 - a) Rolha natural revestida com o produto de revestimento colorido codificado internamente como 306; b) Exemplo de rolha natural com má penetração de produto nos poros

Após obtenção do aval do Departamento Comercial, foram iniciados os testes a nível industrial, na tentativa de replicar os resultados obtidos semi-industrialmente.

Entretanto foram iniciados os testes com 306 (que havia sido testado apenas em rolhas naturais) em rolhas colmatadas, com e sem humidificação, nomeadamente os ensaios 15, 16 e 17. O aumento da quantidade de 306, não deu origem a resultados mais favoráveis, visto que acima de uma determinada dosagem, a superfície das rolhas não absorve mais produto, ficando o mesmo retido nas paredes do tambor de aplicação. No caso deste tipo de rolha, a humidificação prévia demonstrou ser uma prática desfavorável. Apesar dos resultados sem humidificação não serem razoáveis, com humidificação prévia as dissemelhanças entre a cor das rolhas e o pó utilizado na colmatagem eram ainda mais perceptíveis.



Figura 22 - a) Rolha colmatada revestida com 306 sem humidificação prévia; b) Rolha colmatada revestida com 306 com humidificação prévia; c) Rolha colmatada revestida com 306 com humidificação prévia

Tendo em consideração os resultados desfavoráveis obtidos em rolhas colmatadas, foram retomados os testes com o produto de revestimento, codificado internamente como 311, que apresenta um elevado teor em sólidos. O desenvolvimento deste produto iniciou-se antes do início do presente estágio curricular, e tinha ficado definido que o mesmo não marcaria a fogo, ou seja, todos os clientes que pretendessem rolhas revestidas com 311 não poderiam efectuar marcações nos topos das rolhas, tendo em conta os critérios de segurança alimentar. Na tentativa de contrariar os maus resultados obtidos anteriormente, na marcação a fogo nos topos das rolhas colmatadas, no ensaio 22 efectuou-se a marcação a fogo no corpo e nos topos das rolhas colmatadas antes de se consumir o revestimento.



Figura 23 - a) Rolha revestida após a concretização da marcação por indução; b) Rolha marcada por indução sem revestimento;

Na figura 23, é possível verificar que a marca por indução perde definição se a etapa de revestimento for efectuada após a etapa de marcação. As máquinas de marcação por indução encontram-se actualmente a funcionar a cerca de 400°C pois a esta temperatura obtêm-se os melhores resultados de definição versus capacidade de produção. Um aumento da temperatura, que induz a uma marcação mais forte e conseqüentemente mais escura, iria diminuir a capacidade de produção, devido à necessidade de uma limpeza mais frequente da marca utilizada, o que demonstra ser um factor desfavorável quando a quantidade de rolhas por lote é elevada. A ordem de produção (primeiro revestimento e depois marcação por indução), poderia ser invertida se a marca apresentasse melhor definição do que a obtida no respectivo ensaio. Nos três ensaios seguintes, aplicou-se o produto 311 a 100%, 50% e 75% respectivamente e marcou-se posteriormente as rolhas colmatadas, nos topos e no corpo por indução. Visto ser um produto com elevado conteúdo em sólidos, foi necessário aumentar a temperatura da marca para aproximadamente 700°C. Como consequência, a velocidade de produção diminuiu e as marcas não apresentaram a definição desejada, mesmo para o ensaio no qual o 311 havia sido diluído a 50%. Os resultados obtidos comprovam que o produto 311, devido ao seu elevado teor em sólidos (necessário para as exigências requeridas em rolhas colmatadas), não pode ser utilizado em rolhas cujos clientes pretendam realizar marcações nos topos. Esta informação ficou retida na ficha do produto, que foi gerada aquando da organização documental.

3.3.2 Ensaio industriais

As condições utilizadas nos primeiros ensaios industriais tiveram como base as condições do ensaio que obteve melhores resultados nos testes semi-industriais. Posteriormente foram efectuadas algumas alterações consoante o desempenho dos ensaios realizados industrialmente.

Como a humidade das rolhas é muito baixa (aproximadamente 4-5%), a sua superfície tem uma capacidade de absorção elevada, consequentemente a zona que contacta primeiro com o produto absorve-o instantaneamente, não permitindo que este flua até aos poros. Desta forma, a humidificação prévia das rolhas (tal como o sucedido nos ensaios industriais), confirmou ser um procedimento positivo, pois garantiu uma penetração mais homogénea do produto de revestimento nos poros (lenticelas).

Inicialmente os resultados desfavoráveis obtidos industrialmente (heterogeneidade de cores entre rolhas do mesmo teste) foram atribuídos à incapacidade de promover uma correcta dispersão das rolhas dentro do tambor de aplicação. Para testar esta hipótese realizou-se um teste industrial no qual se retiraram rolhas do tambor de aplicação para serem secas em estufa, outras para serem secas no tambor de secagem do fornecedor do produto em estudo (fornecedor do produto 306) e as restantes rolhas prosseguiram o processo usual de secagem.

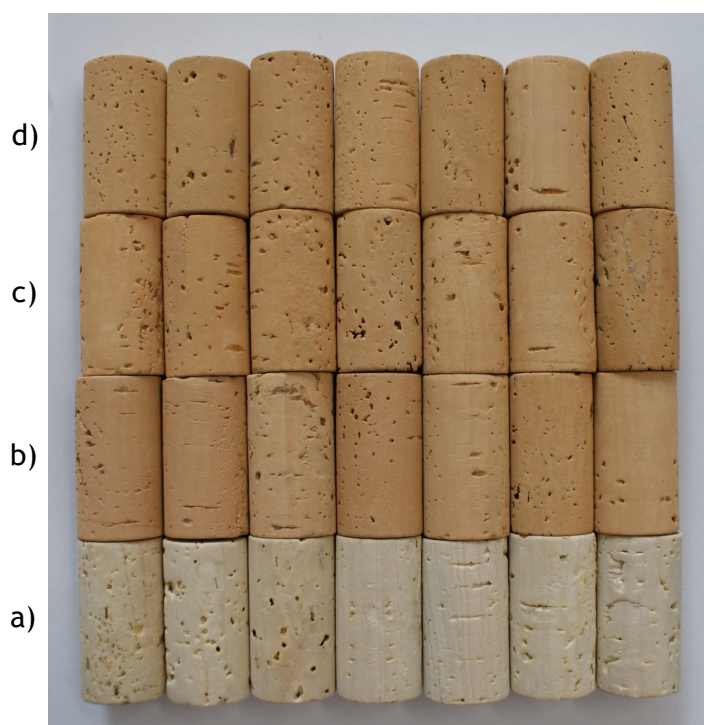


Figura 24 - a) Rolha natural não revestida; b) Rolha natural revestida com 306 com secagem no tambor inferior da unidade de revestimento; c) Rolha natural revestida com 306 e seca em estufa; d) Rolha natural revestida com 306 e seca no tambor do fornecedor do produto.

Tanto as rolhas secas em estufa (Figura 24 c)), como as rolhas secas no tambor do fornecedor do produto de revestimento (Figura 24 d)), não ostentaram mistura de cores. Por outro lado, as rolhas secas no tambor de secagem da unidade de revestimento da CSP exibiam uma mistura de cores considerável, havendo casos em que certas rolhas possuíam apenas quantidades residuais de produto de revestimento (Figura 24 b)). Após estes resultados a

problemática associada à etapa de aplicação, foi colocada de parte, partindo-se para a avaliação da etapa de secagem.

A etapa de secagem apresenta três pontos críticos, que constaram da análise do actual projecto e que permanecem em fase de avaliação. Não foi possível concluir a avaliação e confrontação das modificações efectuadas nesta etapa, devido à duração do actual projecto de desenvolvimento. A problemática da etapa de secagem, que é realizada no tambor inferior da unidade de revestimentos aparenta, estar relacionada com:

- Elevada rugosidade da superfície do tambor de secagem - o tambor de secagem apresenta uma superfície abrasiva que influencia a estabilização e formação de filme sobre a superfície das rolhas. Tal ocorrência deve-se à absorção por parte da superfície abrasiva do tambor, de porções do revestimento que estava na superfície das rolhas a iniciar o processo de cura, resultando em listas de diferentes cores na mesma rolha. Em suma, a mesma rolha possui listas com diferentes espessuras de produto, resultando numa superfície não uniforme;



Figura 25 - Rolhas com listas de diferentes cores

- Heterogeneidade de temperatura no interior do tambor - Se no tambor de secagem se verificar a ocorrência de zonas quentes e zonas frias, induz o aparecimento de diferentes velocidades de secagem do filme de revestimento sobre as rolhas. As rolhas que secam nas zonas mais quentes absorvem o produto de revestimento das rolhas que secam em zonas mais frias (e consequentemente, mais lentamente). Desta forma, certas rolhas aparentam sobreposição de camadas de revestimento (ficando mais escuras), enquanto outras ficam praticamente sem revestimento (mais claras).
- Ineficiente dispersão das rolhas no interior do tambor - As pás que se encontram no interior do tambor de secagem, não promovem o deslocamento radial e longitudinal das rolhas. Desta forma, as rolhas que estão junto às paredes laterais do tambor de secagem, permanecem nesta zona e a sua superfície estabelece contacto permanente com a superfície rugosa do tambor. Aliado à heterogeneidade da temperatura no

interior do tambor, este facto faculta ainda mais o aparecimento de mistura de cores dentro do mesmo lote.

3.4 Optimização da etapa de revestimento colorido

De modo a esclarecer os problemas encontrados nesta etapa produtiva, foram analisados aspectos intimamente relacionados com o produto de revestimento que apresenta um maior número de irregularidades, assim como as práticas de manuseamento dos demais produtos utilizados.

3.4.1 Avaliação da manutenção das características do produto de revestimento

Actualmente a empresa dispõe de um sistema de injeção automática que abrange dois dos produtos (codificados internamente como 205 e 406) cuja frequência de utilização, é superior a qualquer uma da dos restantes produtos utilizados. A aplicação dos restantes produtos é efectuada manualmente por um operador experiente.

O produto de revestimento codificado internamente como 406, relatou algumas irregularidades antes e durante o projecto de desenvolvimento. Desta forma, tornou-se imprescindível analisar a manutenção das características do mesmo aquando da sua permanência no depósito de aço inox (que estabelece ligação com o sistema de injeção automática do produto para o interior do tambor de aplicação), efectuando um histórico do mesmo. Para tal, decretou-se a aplicação do produto em rolhas, retirado do depósito logo após o seu enchimento (1ª amostragem), a meio do mesmo (2ª amostragem) e quando a quantidade de produto, correspondia ao valor mínimo que o sistema admite para a última aplicação (3ª amostragem).

O produto de revestimento em avaliação é diluído nas instalações da empresa. A 1ª amostra retirada, apresentava-se exactamente igual à diluição feita manualmente, ou seja, a água introduzida no depósito era equivalente à necessária para efectuar a diluição correcta. Este facto foi comprovado através da realização de testes de espalhamento e de aplicação em rolhas, nos quais, a cor apresentada pelas duas experiências (produto retirado do depósito e outra com produto diluído manualmente) era exactamente a mesma (Figura 27 a)). Na 2ª amostragem, o produto de revestimento apresentou uma composição substancialmente diferente da inicial (Figura 27 b)).

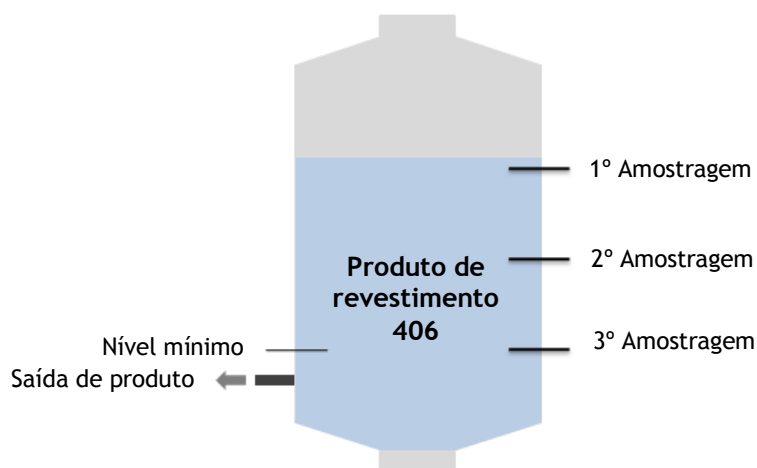


Figura 26 - Representação esquemática do depósito onde se encontra o produto de revestimento (406)

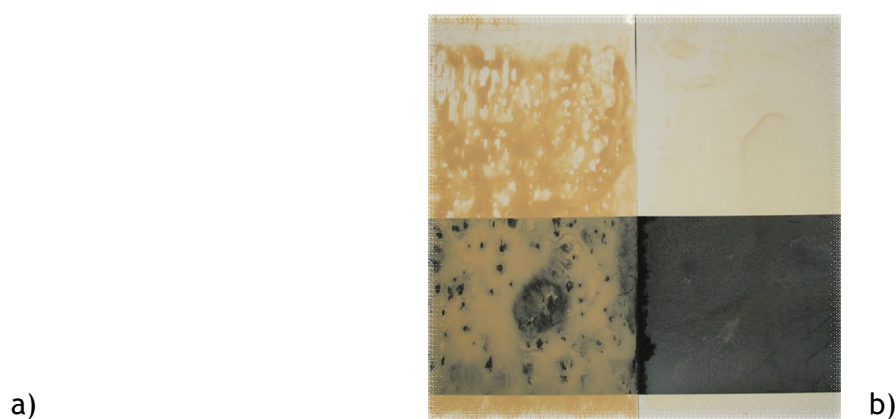


Figura 27 - Carta de cobertura com produto de revestimento 406 diluído (1ª Amostragem); b) Carta de cobertura com produto de revestimento 406 diluído (2ª Amostragem)

O produto que era injectado no tambor de revestimento (tambor de aplicação) encontrava-se bastante mais diluído que o retirado na 1ª amostragem, sugerindo que, ocorreu sedimentação no fundo do depósito das cargas e pigmentos (parte integrante do produto de revestimento). Mesmo após colocação do sistema de agitação a funcionar durante todo o dia, não foi possível a homogeneização completa do produto diluído. Após esta ocorrência, o sistema de agitação do depósito passou a funcionar em modo contínuo, visto que anteriormente funcionava apenas durante a etapa de recirculação de produto dentro das tubagens. A recirculação tem como objectivo evitar a separação de fases e consequentemente, deposição das cargas e pigmentos do produto que se encontra no interior das tubagens que efectua a ligação entre o depósito e o sistema de injeção do produto. Esta recirculação e agitação tinham uma

duração de 10 minutos com uma frequência de hora a hora. A recirculação manteve a mesma duração e frequência, enquanto que a agitação passou a decorrer durante 24 horas por dia.

Estudou-se o efeito da temperatura na deposição do conteúdo sólido do produto de revestimento. Para tal, foram colocadas várias amostras de 406 diluído, numa estufa a diferentes temperaturas e analisou-se a sua conduta. Verificou-se que acima de 35°C ocorre separação de fases, ou seja, o produto de revestimento deposita-se, formando uma composição pastosa que não se volta a dissolver, caso a agitação aplicada não seja suficiente. Quando a temperatura atinge valores superiores (mas inferiores a 50°C), ocorre formação de aglomerados que alteram a composição do produto de revestimento. Desta forma, na fase superior (azul claro) o produto encontra-se mais diluído do que o da composição inicial (1ª Amostragem), e na fase inferior (azul escuro), que se forma abaixo da zona de pesca de produto, apresenta-se a composição pastosa com possível formação de grânulos.

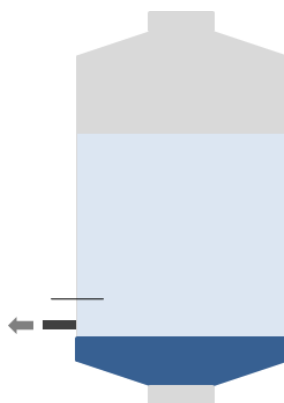


Figura 28 - Representação esquemática da deposição do produto de revestimento (azul escuro) no depósito de 406

3.4.2 Revisão, formulação e reformulação das práticas existentes

As práticas associadas à etapa de revestimento colorido foram revistas e analisadas, com vista à determinação dos procedimentos que possam prejudicar o bom funcionamento da unidade. De forma a eliminar possíveis actos impróprios, elaborou-se uma instrução operativa relativa ao enchimento do depósito de revestimento, que pode ser consultada no Anexo 3 do presente documento. Esta instrução operativa é intrínseca à utilização do documento, que se encontra descrito no Anexo 5 - “Determinação do volume para enchimento do depósito para injeção automática”, que foi gerado logo após a análise dos procedimentos correntes.

Foi ainda efectuada uma reformulação de parte do documento GP03-T05 (apresentado no Anexo 4), referente à aplicação manual de revestimento colorido, que depende da utilização de um outro documento, concebido durante o projecto de desenvolvimento. (Anexo 7), e que

visa a diminuição da intervenção do operador responsável pela unidade, na determinação da quantidade de produto necessária para cada operação. Desta forma, o operador selecciona o tipo de revestimento, o calibre e tipo de rolha, a lavação e o cliente. A variação da quantidade de produto a aplicar, consoante o calibre das rolhas, foi efectuada com base na diferença de área de superfície e pode ser consultada no Anexo 6 - “Equivalência entre calibres”.

A reformulação do documento GP03-T05 foi concluída com a sistematização da quantidade de produto a aplicar tendo em consideração todos os parâmetros enunciados no parágrafo anterior, através da elaboração de duas tabelas que resumem toda a informação que não deve ser extraviada.

4 Conclusões

O trabalho realizado teve como objectivo a optimização da unidade de revestimento colorido, tendo em consideração o desempenho das rolhas de cortiça e a melhoria da sua qualidade visual, assim como os investimentos económicos necessários para a concretização do mesmo.

Com o desenvolvimento do projecto, foi possível determinar os procedimentos que conduzem a resultados positivos e os pontos críticos da unidade actual. A dispersão das rolhas no interior do tambor de aplicação é crucial para o correcto espalhamento do produto e a humedificação prévia das rolhas demonstrou-se favorável para as rolhas naturais e desfavorável para rolhas colmatadas. Revelou-se praticamente impraticável a utilização do mesmo produto de revestimento para rolhas naturais e colmatadas, visto que exigem diferentes poderes de cobertura. O aumento da dosagem a aplicar em rolhas naturais, manifesta-se no escurecimento das mesmas e na diminuição do brilho, ou seja, não reflecte um aumento da qualidade visual. Manifestou-se irrisório o aumento da dosagem aplicada em rolhas colmatadas, de um produto com baixo conteúdo em sólidos (aproximadamente 10%), visto não dar origem a resultados mais favoráveis. Acima de uma determinada quantidade de produto, a rolha não consegue absorver mais e este fica retido nas paredes internas do tambor. Trata-se de um acontecimento negativo, visto que os desperdícios de produto de revestimento (que se reflecte nos gastos da empresa) não acompanham de forma positiva o melhoramento da qualidade visual da rolha. A aplicação faseada da quantidade de produto necessária revelou-se dispensável industrialmente, contrariando os resultados obtidos semi-industrialmente. Recomenda-se o aumento da velocidade actualmente empregue no tambor de aplicação, numa primeira fase. Contudo, a velocidade mínima de aplicação deverá ser mantida.

De acordo com os estudos realizados, a etapa de secagem revelou-se um aspecto crucial para a obtenção de bons resultados. As condições internas do tambor de secagem são importantes e encontram-se em fase de avaliação, pois não foi possível concluir o estudo das mesmas, por falta de tempo. A estrutura interna (que influencia a correcta mistura das rolhas), a limpeza do tambor (extracção completa da superfície rugosa composta pela sobreposição de camadas de revestimento) e a heterogeneidade de temperatura dentro do tambor de secagem (causa o aparecimento de diferentes velocidades de secagem), induzem ao aparecimento de rolhas com cores distintas, embora revestidas na mesma máquina e no mesmo ciclo.

Independentemente do produto de revestimento, se este for diluído após a sua formulação, a sua velocidade de sedimentação é alterada e este passa a comportar-se de forma diferente, sendo predominantemente influenciado pela temperatura e velocidade de agitação.

Considera-se indispensável controlar periodicamente as características dos produtos que se encontram nos depósitos e que estabelecem ligação com a injeção automática do tambor de aplicação, garantir que estes não sedimentam, nem iniciam o processo de cura dentro do depósito, alterando a composição do produto inicial. A agitação deve permanecer ligada durante 24 horas de forma a evitar a sedimentação. Visto que o controlo da temperatura nas imediações da unidade é a variável de controlo mais complicada, de momento, aconselha-se a continua avaliação das alterações observadas no produto diluído.

5 Avaliação do trabalho realizado

5.1 Objectivos Realizados

A aplicação de apenas um produto de revestimento colorido em rolhas naturais e colmatadas, fazendo variar a quantidade do mesmo, revelou-se um objectivo impossível de se concretizar, visto que a empresa não pretende que este seja diluído nas suas instalações, de forma a evitar a introdução de procedimentos que possam originar erros. Por outro lado, a diluição do produto após o seu fabrico, incita a uma maior fragilidade do produto de revestimento colorido face a variáveis como temperatura e agitação.

O produto de revestimento (igualador) codificado internamente como 306, a nível semi-industrial satisfaz os objectivos da empresa no que diz respeito à cor, brilho e acabamento para rolhas naturais. Contudo, industrialmente não foi possível reproduzir os mesmos resultados, devido a lacunas no equipamento onde se processa a secagem das rolhas. Todavia, os resultados em rolhas colmatadas não aprazem as necessidades de cobertura requeridas para este tipo de rolhas.

Com o presente projecto de desenvolvimento, foi possível obter um produto de revestimento para rolhas colmatadas, que apresenta o cobrimento desejado e uma cor apreciável. Como possui uma elevada percentagem em sólidos, não é praticável efectuar marcação por indução, ou seja, de acordo com os critérios de segurança alimentar, estas rolhas não podem ser marcadas nos topos.

Foram determinadas as condições experimentais a nível semi-industrial e industrial que dão origem aos resultados mais apreciáveis, tendo em consideração o tipo de produto de revestimento colorido utilizado e a função que o mesmo desempenha.

Foram detectados os procedimentos que podem introduzir erros na unidade de revestimento colorido e imperfeições no equipamento actual, que se encontram em fase de avaliação e correcção.

5.2 Outros Trabalhos Realizados

Durante a permanência na CSP 1 foram realizadas outras tarefas que não constavam nos objectivos do presente projecto de desenvolvimento, mas que se revelaram cruciais para a compreensão do ambiente fabril e dos procedimentos essenciais para a garantia de continuidade de um óptimo processo produtivo.

Iniciaram-se os procedimentos de homologação do produto codificado internamente como 302, que havia entrado em desuso por parte da empresa, mas que foi necessário retomar em produção devido a uma encomenda avultada levada a cabo por um cliente que requereu o revestimento de rolhas com esse produto. A homologação envolveu o revestimento de rolhas com 302, marcação a fogo nos topos e marcação a tinta no corpo, testes de migração de cor, determinação de força de extracção e recuperação dimensional da rolha após compressão, de acordo com as especificações da ISO 9727.

Efectuou-se a recepção de material subsidiário (produto de revestimento), realização de testes para aprovação do mesmo e entrada no sistema informático. O plano de inspecção de produtos de revestimento inclui: Confirmação do lote recebido, confrontação entre a quantidade descrita na guia de transporte e a quantidade de produto recebida, data de fabrico e prazo de validade, estado da embalagem, cor do produto, cheiro, aspecto, aplicação em rolhas, espalhamento e migração de cor em solução alcoólica a 10%.

Auxiliou-se o Laboratório de Controlo de Qualidade no revestimento de amostras para controlo de qualidade dos lotes revestidos em produção.

5.3 Limitações e Trabalho Futuro

O trabalho desenvolvido envolveu algumas limitações, essencialmente na etapa final do presente projecto, visto que apenas aquando da realização dos testes industriais, foi detectado que o problema crucial da unidade subsistia na etapa de secagem. Como as variáveis desta etapa encontram-se intimamente relacionadas com modificações no equipamento e envolvem avaliações mais rigorosas e morosas, assim como o pedido de orçamentos para possíveis alterações. Encontra-se actualmente em desenvolvimento um método de limpeza, de modo a eliminar a camada de revestimento depositada sobre o aço inox do tambor de secagem. Após a realização desta tarefa de manutenção, e consequente estudo dos resultados obtidos, sugere-se a análise do sistema de homogeneização das rolhas, dentro do mesmo tambor, de forma a promover o deslocamento radial e longitudinal das mesmas. Por fim, recomenda-se a verificação do sistema de secagem/injecção de ar quente no tambor de secagem, tendo em consideração a heterogeneidade de temperaturas no interior do mesmo. Este facto implica o estabelecimento de contactos com a Área Técnica do fornecedor do equipamento actual, para a realização de possíveis melhorias. As alterações recomendadas, são intrínsecas à obtenção da cor desejada e da homogeneidade intra e inter-rolhas.

Por outro lado, a cobertura dos poros das rolhas que resulta de um eficiente espalhamento do filme sobre as rolhas, depende essencialmente de procedimentos de humidificação. O

procedimento ideal implicava que as rolhas fossem molhadas após a saída do INNOCORK® e que a humidade das mesmas estabilizasse entre os 7-9%. No entanto, este procedimento comprometia a ordem de trabalho em produção, visto que na maioria dos casos, devido à necessidade de entregas de encomendas, as rolhas devem seguir o mais rápido possível para a unidade de revestimento colorido. A estabilização da humidade implicava o acondicionamento e armazenamento em estufa, durante um período de tempo considerável, assim como a disponibilização de mais mão-de-obra. Desta forma, sugere-se que a humidificação seja efectuada após saída do INNOCORK®, ou no interior do tambor de aplicação de revestimento colorido.

Por fim, mas não menos importante, deve ser adoptado o procedimento de aumento ou redução da quantidade de produto aplicado sobre as rolhas, consoante o calibre das mesmas seja superior ou inferior ao calibre de referência (45 mm de comprimento e 24 mm de diâmetro), com vista à obtenção de melhores resultados visuais, e permanência da mesma cor entre lotes revestidos com o mesmo produto, mas que sejam de calibres diferentes.

Sugere-se ainda a colocação em prática das instruções operativas apresentadas durante o estágio e a utilização do documento do Anexo 7, para a determinação da quantidade de produto a utilizar. Por fim, recomenda-se a reformulação do sistema de introdução de dados, ou seja, da interface operador/máquina de revestimento colorido.

5.4 Apreciação final

O trabalho realizado aquando da permanência na CSP foi motivante e enriquecedor, visto ter facultado o contacto com assuntos que não foram abordados ao longo do MIEQ.

Tendo em consideração que o presente projecto de desenvolvimento decorreu sob ambiente empresarial, além dos conhecimentos adquiridos na área em estudo, asseverou-se a noção de funcionamento diário de uma instalação fabril, que no caso da Cork Supply Portugal, consiste numa empresa multinacional que exporta grande parte do seu fluxo produtivo.

Enaltece-se o contacto directo estabelecido com os colaboradores e trabalhadores da empresa, que permitiram e auxiliaram o conhecimento e compreensão do processo produtivo, com especial relevância para a unidade em estudo. Considera-se a integração pessoal um factor relevante para o correcto funcionamento de uma equipa de trabalho, abonando a permanência de um bom ambiente.

A Cork Supply Portugal abonou o fornecimento de todos os instrumentos essenciais para o fluir do presente projecto, incentivando o estabelecimento de contacto com empresas externas, de forma a estabelecer parcerias com as mesmas.

Referências

1. CSP, *Manual de Gestão da Qualidade e da Segurança Alimentar*. 2008.
2. CIPR, C. E. Liège - *Código Internacional de Práticas Rolheiras*. 5ª Edição. 2006.
3. Pereira, C.S.D., P.; Marques, J.J. Figueiredo; Romão, M. V. San (1999) *O Gosto a Rolha em Vinhos - Estado Actual dos Conhecimentos*. *Ciência Téc. Vitiv.* **14**, 79-99.
4. Natural, G.d.U.d.R.d.C., *Guia internacional para a Compra de Rolhas de Cortiça para Vinhos Tranquilos*, in *Norma Mínima*. 2007.
5. Fortes, M.A.R., Maria Emília; Pereira, Helena, *A Cortiça*. 2004: IST- Press.
6. APCOR. *Associação Portuguesa de Cortiça*. 2009 [cited 2009 Março]; Available from: www.apcor.pt.
7. CSP. 2009 [cited 2009 Maio]; Available from: www.corksupply.pt.
8. Qualidade, D.G.d., *Norma Portuguesa NP - 41*, in *Tintas e Vernizes - Terminologia, Definições*. 1982.
9. Nogueira, J.L., *Noções Básicas de Tintas e Vernizes*. Vol. I. 2009: ARPC - Associação Rede Competência em Polímeros
10. Nogueira, J.L.C., Susana. *As Características das tintas e as características dos polímeros com que são formuladas*. Available from: www.spq.pt.
11. Thomas, J.M., *Part 9: Films for testing*, in *Paint and Coating Testing Manual*. 1995.
12. Brandrup, J.I., Edmund H.; Grulke, Eric A.; Abe, Akihiro; Bloch, Daniel R., *Polymer Handbook*. 1999, John Wiley & Sons
13. Dow, P., *Vinylidene Chloride Monomer and Polymers in A Technical Report on VDC and PVDC*. 2009, Dow Plastics - SARAN Resins and Films.
14. Buschow, K.H.J.C., Robert W.; Flemings, Merton C.; Ilschner, Bernhard; Kramer, Edward J.; Mahajan, Subhash, *Encyclopedia of Materials - Science and Technology*. 2001, Elsevier.
15. Amaro, M.F., *Estudo Comparativo de Tintas para Fachadas*. 2007, IST - Instituto Superior Técnico.
16. Ministérios do Equipamento, d.P.e.d.A.d.T., da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, da Saúde e do Ambiente, *Diário da República I Série - B*, in *Portaria n.º 759/96 de 26 de Dezembro de 2006*. 1996.
17. CorkAcção, *Manual Operacional CorkAcção - Programa para a Promoção da Competitividade da indústria Portuguesa da Cortiça*: APCOR.
18. Europeia, P.E.e.o.C.d.U., *Regulamento (CE) N.º 1935/2004 Do Parlamento Europeu e Do Concelho de 27 de Outubro de 2004 - relativo aos materiais e objectos destinados a entrar em contacto com os alimentos e que revoga as Directivas 80/590/CEE e 89/109/CEE*. *Jornal Oficial da União Europeia*, 2004. **L 338**.
19. Administration, N.A.a.R. *Title 21 - Food and Drugs*. 2003 [cited 2009 25 de Maio]; Available from: <http://www.access.gpo.gov/cgi-bin/cfrassemble.cgi?title=200321>.
20. Europeia, P.E.e.o.C.d.U., *Regulamento (CE) N.º 1907/2006 Do Parlamento Europeu e do Concelho de 18 de Dezembro de 2006 relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH)*. *Jornal Oficial da União Europeia*, 2006. **L 136/3**.

Anexo 1 Fluxograma de homologação de produtos de revestimento - Revisto

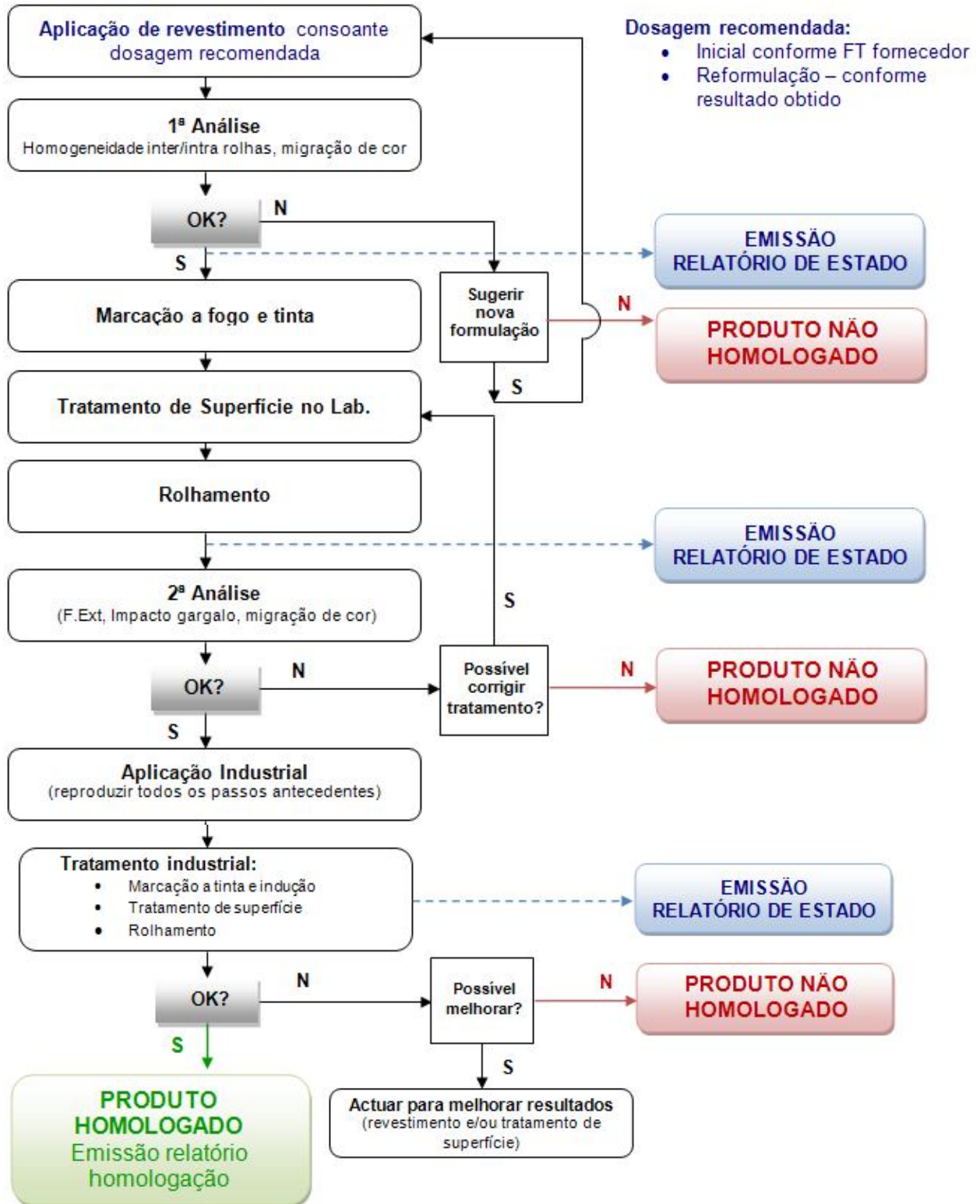


Figura 29 - Fluxograma de homologação de produtos de revestimento

Anexo 2 Descrição de ensaios

Tabela 2 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 306, com vista na obtenção da cor desejada e com 205 para comparação.

Ensaio	Código	Humid.	Aplicação (para 1000Rolhas)												Secagem	
			1ª etapa			2ª etapa			3ª etapa			t	Vel.	T		
			Dosagem (para 1000R)	Quant.	Vel.	Quant.	Vel.	Quant.	Vel.	t	Vel.				t	Vel.
(ml)	(ml)	(rpm)	(ml)	(rpm)	(ml)	(rpm)	(min)	(rpm)	(min)	(rpm)	(min)	(rpm)	(°C)			
1	306	Não	630 ml	630	10	25	-	-	-	-	-	-	-	15	21	60
2	306	Não	525 ml	263	5	25	262	5	25	5	18	5	18	15	21	60
3	306	Não	840 ml	420	5	25	420	5	25	5	18	5	18	15	21	60
4	306	Não	420 ml	210	5	25	210	5	25	5	18	5	18	15	21	60
5	306	Sim	420 ml	210	5	25	210	5	25	5	18	5	18	15	21	60
6	205	Não	420 ml	210	5	25	210	5	25	5	18	5	18	15	21	60
7	205	Não	300 ml	150	5	25	150	5	25	5	18	5	18	15	21	60
8	205	Sim	420 ml	210	5	25	210	5	25	5	18	5	18	15	21	60

Tabela 3 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 306 em rolhas naturais, para determinação do melhor método de aplicação.

Ensaio	Humidificação (para 1000 Rolhas)		Aplicação (para 1000 Rolhas)									Secagem				
	Dosagem (para 1000R)	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)	1ª etapa			2ª etapa			3ª etapa			t (min)	Vel. (rpm)	T (°C)
					Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)			
9	420 ml	-	-	-	250	5	37	170	5	37	10	18	20	21	60	
10	420 ml	150	10	25	250	5	37	170	5	37	10	18	20	21	60	
11	440 ml	-	-	-	150 ml água + 100 ml 306	5	37	340	5	37	10	18	30	21	60	
12	460 ml	400	10	37	270	10	37	190	5	37	10	14	40	14	60	
13	460 ml	200	10	37	270	10	37	190	5	37	10	14	40	14	60	
14	420 ml	-	-	-	150 ml água + 100 ml 306	5	25	320	5	14	-	-	30	14	60	

Tabela 4 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 306, em rolhas colmatadas

Ensaio	Dosagem (para 1000R)	Aplicação (para 1000Rolhas)									Secagem		
		1ª etapa			2ª etapa			3ª etapa			t (min)	Vel. (rpm)	T (°C)
		Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)			
15	300 ml	200 ml água + 300 ml 306	5	25	-	-	-	-	-	-	14	0	60
16	500 ml	100 ml água + 150 ml 306	5	25	350	5	14	-	-	-	14	0	60
17	600 ml	250 ml	5	25	350	5	14	-	-	-	14	0	60

Tabela 5 - Condições de operação dos testes industriais realizados com 306, em rolhas naturais

Ensaio	Humidificação			Aplicação (para 1000 Rolhas)						Secagem				
	Dosagem (para 1000 Rolhas)			1ª etapa			2ª etapa			t	Vel.	T		
	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)	Quant. (ml)	t (min)	Vel. (rpm)				(min) (rpm) (°C)	
18	450 ml	-	-	150 ml água + 150 ml 306			5	12	300	5	8	15	3	60
19	450 ml	200	12	450	9	10	-	-	-	15	3	60		
20	450 ml	200	4	450	4	12	-	4	6	30	3	60		
21	450 ml	-	-	37 ml água + 413 ml 306			10	12	-	-	45	3	60	

Tabela 6 - Parâmetros dos ensaios laboratoriais realizados com 311, em rolhas colmatadas.

Ensaio	Aplicação (para 1000Rolhas)										Secagem				
	1 ^a etapa		2 ^a etapa		3 ^a etapa		t _{sec} (min)	T (°C)	Vel. (rpm)	t _{sec} (min)	T (°C)	Vel. (rpm)			
	Quant. (ml)	t (min)	Quant. (ml)	t (min)	Quant. (ml)	t (min)									
22	420 ml	150	2	25	270	2	25	8	14	20	14	60	5	14	60
23	420 ml	150	2	25	270	2	25	8	14	20	14	60	5	14	60
24	420 ml	150 (a 50%)	2	25	270 (a 50%)	2	25	8	14	20	14	60	5	14	60
25	420 ml	150 (a 75%)	2	25	270 (a 75%)	2	25	8	14	20	14	60	5	14	60

Anexo 3 Instrução operativa - Enchimento de depósito de revestimento

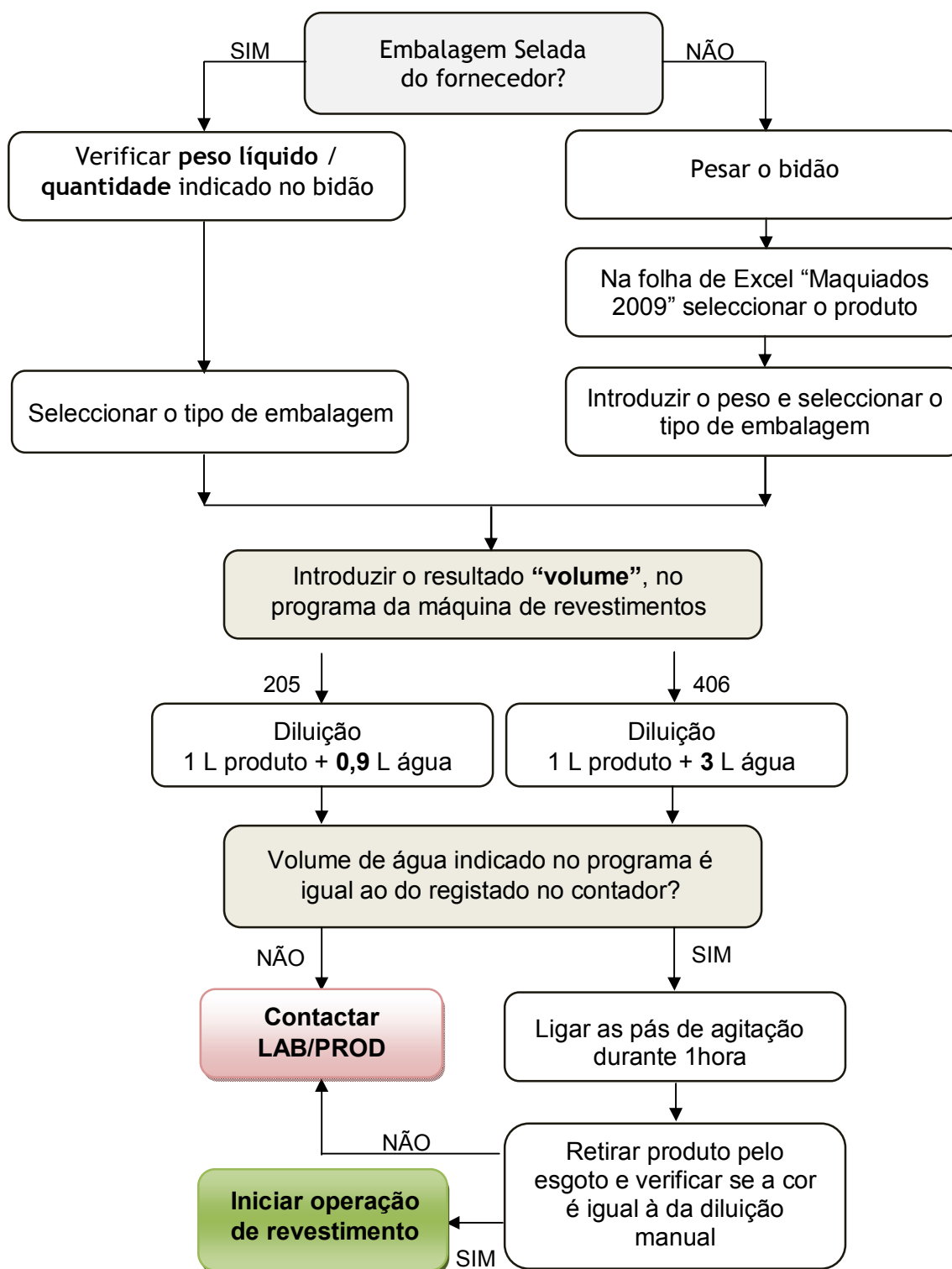


Figura 30 - Instrução operativa - Enchimento de depósito de revestimento

Anexo 4 Instrução operativa - Aplicação manual de revestimento



Verificar prazo de validade

Necessário trocar o copo de medir 1 vez por mês

(deve ser registado em N° O.P dos Maquiados 2009)

- 1 Na folha de Excel “Maquiados 2009”, no separador “Revestimentos”, seleccionar o revestimento a utilizar;
- 2 Introduzir o nº de rolhas **total do lote** e escolher o calibre;
Nota: ter em atenção o cliente e a lavação
- 3 Preparar a QUANT. TOTAL PROD. NECESSARIO (L), num recipiente apropriado;
- 4 Verificar se no interior do tambor e nas moegas de alimentação não ficaram quaisquer rolhas do ciclo anterior;
- 5 Carregar o tambor com o N° Rolhas / Carga Completa

N° de Rolhas permitidas no tambor

5 000 a 50 000 rolhas (L=38 mm)
5 000 a 45 000 rolhas (L=45 mm)
5 000 a 40 000 rolhas (L=49 mm)
5 000 a 40 000 rolhas (L=54 mm)
- 6 Accionar programa pretendido

Anexo 5 Determinação do volume de produto para enchimento do depósito para injeção automática.

De imediato é possível analisar os passos a seguir numa folha de Excel, que visa o cálculo do volume de produto que se encontra num determinado bidão, consoante o revestimento e o tipo de embalagem. Desta forma, tenta-se evitar a ocorrência de erros nas medições do volume presente por parte do operador.

Enchimento de depósito	
Produto	203 -
Peso	203 -
Embalagem	205 -
Peso bidão	302 -
	402 -
	403 -
	406 -
Volume (L)	61,17

O operador escolhe o tipo de revestimento interno com o qual pretendem encher o depósito que estabelece ligação com a injeção automática de produto;

Enchimento de depósito	
Produto	203 -
Peso	70
Embalagem	110 kg
Peso bidão	7
Volume (L)	61,17

Introduz o peso obtido na balança que se encontra na zona de recepção das pranchas;

Enchimento de depósito	
Produto	203 -
Peso	70
Embalagem	110 kg
Peso bidão	110 kg
	100 kg
	73 kg
	20 kg
Volume (L)	61,17

Escolhe o peso inscrito na embalagem, nomeadamente peso bruto ou quantidade;

Nota: Não introduzir peso líquido

Enchimento de depósito	
Produto	203 -
Peso	70
Embalagem	110 kg
Peso bidão	7
Volume (L)	61,17

Obtém o volume de produto que se encontra no bidão em questão.

Anexo 6 Equivalência entre calibres

No presente anexo, pretende-se demonstrar o número de rolhas que não é revestido ou revestido com excesso de produto, consoante o calibre seja superior ou inferior ao calibre de referência (45 mm de altura e 24 mm de diâmetro). O cálculo foi efectuado tendo em consideração as cargas tipo utilizadas pela empresa (que estão representadas na coluna “R”) e a área de superfície de rolhas equivalente.

Tabela 7 - Determinação da diferença de produto a colocar consoante o calibre das rolhas a serem revestidas

d (mm)	h (mm)	R	A _{sup} (m ²)	≠ Área (m ²)	R _{equiv.}	% lote
24	38	5000	18,8	2,6	700	
		10000	37,7	5,3	1400	
		15000	56,5	7,9	2100	
		20000	75,4	10,6	2800	
		25000	94,2	13,2	3500	14,0
		30000	113,1	15,8	4200	
		35000	131,9	18,5	4900	
		40000	150,8	21,1	5600	
24	45	45000	169,6	23,8	6300	
		5000	21,5			
		10000	43,0			
		15000	64,5			
		20000	86,0			
		25000	107,4			
		30000	128,9			
		35000	150,4			
40000	171,9					
45000	193,4					

d (mm)	h (mm)	R	A _{sup} (m ²)	≠ Área (m ²)	R _{equiv.}	% lote
24	49	5000	23,0	-1,5	-328	-6,6
		10000	46,0	-3,0	-656	
		15000	69,0	-4,5	-984	
		20000	92,0	-6,0	-1311	
		25000	115,0	-7,5	-1639	
		30000	138,0	-9,0	-1967	
		35000	161,0	-10,6	-2295	
		40000	184,0	-12,1	-2623	
		45000	207,0	-13,6	-2951	
24	54	5000	24,9	-3,4	-682	-13,6
		10000	49,8	-6,8	-1364	
		15000	74,6	-10,2	-2045	
		20000	99,5	-13,6	-2727	
		25000	124,4	-17,0	-3409	
		30000	149,3	-20,4	-4091	
		35000	174,2	-23,8	-4773	
		40000	199,1	-27,1	-5455	
		45000	223,9	-30,5	-6136	

Notas:

≠ Área - Diferença de área de superfície entre o calibre e o calibre de referência (45x24), para um determinado número de rolhas;

R_{equiv.} - Se o valor for positivo (+), é o número de rolhas que são revestidas em excesso; se o valor for negativo (-), é o número de rolhas que não são revestidas;

% lote - (+) percentagem do lote que é revestido em excesso; (-) percentagem do lote que não é revestido;

Anexo 7 Cálculo da Quantidade de Produto a Aplicar

No presente anexo é possível analisar a estrutura desejada para uma possível alteração da interface operador/máquina de revestimento. Actualmente é o operador que calcula a quantidade de produto a ser introduzida na máquina de revestimento colorido e pretende-se que esse procedimento seja alterado para o seguinte, de forma a evitar possíveis erros.

205	
Nº TOTAL rolhas lote	100000
Calibre	45x24 L01
QUANT. TOTAL PROD. NECESSARIO (L)	9,000
Nº Cargas COMPLETAS	1
Nº Rolhas/ Carga Completa	10000
Quant. Prod (L) / Carga Completa	2,000
Nº Cargas PARCIAIS	1
Nº Rolhas/Carga parcial	10000
Quant. Prod (L) / Carga Parcial	2,000
205 (L) TOTAL	10,53
Água (L) TOTAL	9,47

Na barra superior consta o código interno do revestimento escolhido;

O operador introduz o número de rolhas total do lote que pretende revestir;

Escolhe o calibre das rolhas e a lavação/fornecedor/cliente em causa;

205	
Nº TOTAL rolhas lote	100000
Calibre	45x24 L01
QUANT. TOTAL PROD. NECESSARIO (L)	20,00
Nº Cargas COMPLETAS	2
Nº Rolhas/ Carga Completa	45000
Quant. Prod (L) / Carga Completa	9,000
Nº Cargas PARCIAIS	1
Nº Rolhas/Carga parcial	10000
Quant. Prod (L) / Carga Parcial	2,000
205 (L) TOTAL	10,53
Água (L) TOTAL	9,47

Obtém o número de máquinas completas consoante o calibre, assim como o número de rolhas que terá de introduzir em cada máquina completa e a quantidade de revestimento necessária;

205	
Nº TOTAL rolhas lote	100000
Calibre	45x24 L01
QUANT. TOTAL PROD. NECESSARIO (L)	20,00
Nº Cargas COMPLETAS	2
Nº Rolhas/ Carga Completa	45000
Quant. Prod (L) / Carga Completa	9,000
Nº Cargas PARCIAIS	1
Nº Rolhas/Carga parcial	10000
Quant. Prod (L) / Carga Parcial	2,000
205 (L) TOTAL	10,53
Água (L) TOTAL	9,47

Obtém o número de rolhas a introduzir na máquina que reveste as últimas rolhas do lote, assim como a quantidade de produto/revestimento a introduzir;

205	
Nº TOTAL rolhas lote	100000
Calibre	45x24 L01
QUANT. TOTAL PROD. NECESSARIO (L)	20,00
Nº Cargas COMPLETAS	2
Nº Rolhas/ Carga Completa	45000
Quant. Prod (L) / Carga Completa	9,000
Nº Cargas PARCIAIS	1
Nº Rolhas/Carga parcial	10000
Quant. Prod (L) / Carga Parcial	2,000
205 (L) TOTAL	10,53
Água (L) TOTAL	9,47

Se a colocação do produto no tambor for efectuada manualmente, o operador terá à disposição a quantidade necessária de produto e de água (caso o produto em causa seja diluído);

Anexo 8 Reformulação do documento

GP03-T05-1-Revestimentos

As duas tabelas seguintes fazem parte do documento GP03-T05-1 que foi reformulado e reportam-se às situações em que a máquina de aplicação de revestimento colorido possui um número de rolhas inferior ao número máximo de rolhas estipulado.

Tabela 8 - Sintetização dos produtos de revestimento utilizados em cargas incompletas.

Revestimento	Domínio de Aplicação	MODO DE PREPARAÇÃO	CALIBRE	QUANTIDADE A APLICAR (PARA 1000 ROLHAS)
201	Rolhas Naturais	Directo	38x24	170 ml
			45x24	200 ml
			49x24	220 ml
203	Rolhas Naturais Todos os calibres e classes altas (de Extra a 2º)	Directo	38x24	170 ml
			45x24	200 ml
			49x24	220 ml
203 CSSA	Rolhas Naturais Todos os calibres e classes altas (de Extra a 2º)	Directo	38x24	90 ml
			45x24	100 ml
			49x24	110 ml
205 Naturais	Rolhas Naturais e Colmatadas Todos os calibres e classes baixas (de 2º a 6º e Colmatadas)	1000 ml 205 + 900 ml H ₂ O	38x24	170 ml
			45x24	200 ml
			49x24	220 ml
205 Colmatadas	Rolhas Naturais e Colmatadas Todos os calibres e classes baixas (de 2º a 6º e Colmatadas)	1000 ml 205 + 900 ml H ₂ O	38x24	130 ml
			45x24	150 ml
			49x24	160 ml

Tabela 8 - Sintetização dos produtos de revestimento utilizados em cargas incompletas (continuação)

Revestimento	Domínio de Aplicação	MODO DE PREPARAÇÃO	CALIBRE	QUANTIDADE A APLICAR (PARA 1000 ROLHAS)
208	Rolhas Naturais	Directo	38x24	170 ml
			45x24	200 ml
			49x24	220 ml
302	Rolhas Naturais	Directo	38x24	(em homologação)
			45x24	
402	Rolhas Naturais	1000 ml 402 +	38x24	170 ml
			45x24	200 ml
403	Rolhas Colmatadas	3000 ml H ₂ O 1000 ml 403 +	49x24	220 ml
			38x24	170 ml
			45x24	200 ml
			49x24	220 ml
403 JPR	Rolhas Colmatadas	500 ml H ₂ O 500 ml 403 +	38x24	170 ml
			45x24	200 ml
406	Rolhas Naturais	1500 ml H ₂ O 1000 ml 406 +	49x24	220 ml
			38x24	90 ml
			45x24	100 ml
Todos	Tambores incompletos (de 5.000 a 35.000 rolhas)	3000 ml H ₂ O Ver na linha do revestimento	49x24	110 ml
				Introduzir carga e calibre na folha de "Revestimentos"

As duas tabelas subsequentes, também fazem parte do documento GP03-T05-1 que foi reformulado e reportam-se às situações em que a máquina de aplicação de revestimento colorido, possui um número de rolhas igual ao número máximo de rolhas estipulado.

Tabela 9 - Sintetização dos produtos de revestimento utilizados em cargas completas

Revestimento	Domínio de Aplicação	MODO DE PREPARAÇÃO	CALIBRE	Nº DE ROLHAS	QUANTIDADE A APLICAR
201	Rolhas Naturais	Directo	38x24	50 000	8,5 L
			45x24	45 000	9 L
203	Rolhas Naturais Todos os calibres e classes altas (de Extra a 2º)	Directo	49x24	40 000	8,5 L
			38x24	50 000	8,5 L
			45x24	45 000	9 L
			49x24	40 000	8,5 L
203 CSSA	Rolhas Naturais Todos os calibres e classes altas (de Extra a 2º)	Directo	38x24	50 000	4,5 L
			45x24	45 000	4,5 L
			49x24	40 000	4,5 L
205 Naturais	Rolhas Naturais e Colmatadas Todos os calibres e classes baixas (de 2º a 6º e Colmatadas)	1000 ml 205 +	38x24	50 000	8,5 L
			45x24	45 000	9 L
205 Colmatadas	Rolhas Naturais e Colmatadas Todos os calibres e classes baixas (de 2º a 6º e Colmatadas)	900 ml H ₂ O +	49x24	40 000	8,5 L
			38x24	50 000	8,5 L
			45x24	45 000	9 L
			49x24	40 000	8,5 L

Tabela 9 - Sintetização dos produtos de revestimento utilizados em cargas completas (continuação)

Revestimento	Domínio de Aplicação	MODO DE PREPARAÇÃO	CALIBRE	Nº DE ROLHAS	QUANTIDADE A APLICAR
208	Rolhas Naturais	Directo	38x24	50 000	8,5 L
			45x24	45 000	9 L
			49x24	40 000	8.5 L
302	Rolhas Naturais	Directo	38x24	50 000	(em homologação)
			45x24	45 000	
402	Rolhas Naturais	1000 ml 402 +	38x24	50 000	8,5 L
			45x24	45 000	9 L
403	Rolhas Colmatadas	3000 ml H ₂ O 1000 ml 403 +	49x24	40 000	8.5 L
			38x24	50 000	8,5 L
			45x24	45 000	9 L
403 JPR	Rolhas Colmatadas	500 ml H ₂ O 500 ml 403 +	49x24	40 000	8.5 L
			38x24	50 000	8,5 L
406	Rolhas Naturais	1500 ml H ₂ O 1000 ml 406 +	45x24	45 000	9 L
			49x24	40 000	8.5 L
			38x24	50 000	4,3 L
Todos	Tambores incompletos (de 5.000 a 35.000 rolhas)	3000 ml H ₂ O Ver na linha do revestimento	45x24	45 000	4,5 L
			49x24	40 000	4,3 L
					Introduzir carga e calibre na folha de "Revestimentos"

Anexo 9 Registo Semanal de Ocorrências

Semana 1: 2 a 6 de Março

Integração do processo de produção de rolhas naturais.

Revisão das funcionalidades dos revestimentos aplicados a rolhas de cortiça naturais e colmatadas.

Análise dos procedimentos de homologação de revestimentos internos.

Semana 2: 9 a 13 de Março

Organização documental por produto e/ou fornecedor das situações actualmente em uso e em desenvolvimento.

Início da organização e gestão de amostras geradas no projecto em desenvolvimento.

Semana 3: 16 a 20 de Março

Realização de testes em rolhas naturais (Ensaio 1 a 8) com o novo produto de revestimento, codificado internamente como 306. A dosagem (quantidade de produto a aplicar por número de rolhas) e a humificação das rolhas foram as variáveis dos testes em questão. A cor apresentada pelas rolhas e a cobertura dos poros foram os parâmetros em análise.

Execução de testes de migração de cor nos produtos codificados internamente por 306, 309 e 311, que haviam sido marcadas a fogo. As marcações a fogo foram efectuadas antes do início do presente projecto.

Registo e análise das humidades das rolhas com as quais foram efectuados os testes.

Semana 4: 23 a 27 de Março

Realização de reuniões com representantes dos departamentos de Controlo de Qualidade, I&D, Produção de Rolhas e Técnico e estabelecimento de contactos com os fornecedores do novo produto de revestimento colorido.

Início da análise de possíveis alterações comportamentais do produto de revestimento colorido que se encontra no depósito que estabelece ligação com a injeção automática de produto no tambor de revestimento.

Verificação do procedimento do sistema de limpeza automática, do modelo do equipamento actual e do protocolo de revestimento seguido pela produção.

Acompanhamento das alterações efectuadas no sistema mecânico da máquina de revestimento.

Concretização dos testes 9 a 13 com variações nas dosagens, sem humidificação prévia, com humidificação ou com diluição do produto.

Semana 5: 30 de Março a 3 de Abril

Realização de uma reunião na qual compareceram os representantes dos departamentos de Controlo de Qualidade, I&D, Produção de Rolhas, Técnico, Acabamento de Rolhas, Comercial e Administração. Obtenção de autorização para o início dos testes industriais e aval para o começo dos testes laboratoriais em rolhas colmatadas.

Informou-se o Departamento Técnico das irregularidades na periodicidade do sistema de recirculação e de agitação na unidade de Revestimento.

Semana 6: 6 a 10 de Abril

Integração e execução do plano de inspecção a material subsidiário (revestimento colorido) e aprovação e entrada no sistema.

Início dos testes para a homologação do produto de revestimento codificado internamente como 302.

Realização dos ensaios 15 e 16 em rolhas colmatadas com o produto de revestimento colorido codificado internamente como 306.

Semana 7: 13 a 17 de Abril

Continuação da realização dos testes para a homologação do produto de revestimento colorido codificado internamente como 302.

Análise do sistema de esgoto, aspiração de poeiras e análise de possíveis melhorias.

Acerto de cores de lotes que haviam sido revestidos e que não foram aprovados pelo Departamento de Controlo da Qualidade.

Semana 8: 20 a 25 de Abril

Realização de testes para detecção da origem de um problema que surgiu num dos revestimentos actualmente utilizados pela empresa e que se encontrava nos depósitos conectados ao sistema de injeção automática.

Acerto de cores de lotes que haviam sido revestidos e que não foram aprovados pelo Departamento de Controlo da Qualidade.

Início da parceria com o Departamento Técnico para a elaboração de um protótipo para o programa de introdução de dados, que será manuseado pelo operário.

Semana 9: 27 a 30 de Abril

Deu-se conhecimento ao representante do Departamento Técnico de uma possível proposta de alteração da instrução operativa para enchimento do depósito de revestimento colorido (que estabelece ligação com o sistema de injeção automática do produto para o interior do tambor de revestimento).

Apresentação do protótipo de um modelo para a interface operador/equipamento de revestimento, que visa a diminuição de possíveis erros a introduzir no sistema.

Semana 10: 4 a 8 de Maio

Realização dos dois primeiros ensaios industriais (Ensaio 18 e 19) que consistiram no revestimento de rolhas naturais com o 306, na presença dos representantes do fornecedor e do Departamento de I&D.

Execução do plano de inspecção a material subsidiário (revestimento colorido) e aprovação e entrada no sistema.

Semana 11: 11 a 15 de Maio

Realização de ensaios de rolhamento para a homologação do produto de revestimento codificado internamente como 306.

Execução do plano de inspecção a material subsidiário (revestimento colorido) e aprovação e entrada no sistema.

Entrega do Relatório de Progresso Interno do mês de Abril.

Realização do terceiro ensaio industrial (Ensaio 20) na presença dos representantes do fornecedor e do Departamento de I&D.

Semana 12: 17 a 22 de Maio

Realização do quarto ensaio industrial (Ensaio 21) na presença dos representantes do fornecedor e do Departamento de I&D.

Semana 13: 25 a 29 de Maio

Reunião com os representantes dos Departamentos de Controlo de Qualidade, I&D, Produção de Rolhas e Técnico para deliberar a continuidade dos testes com 306 em rolhas colmatadas, avaliar as revisões efectuadas às propostas anteriores e analisar as propostas de melhorias ao modelo actual do equipamento de revestimento colorido.

Revestimento de rolhas colmatadas com o produto codificado internamente como 311 (Ensaio 22 e 23).

Semana 14: 1 a 5 de Junho

Revestimento de rolhas colmatadas com o produto codificado internamente como 311 (Ensaio 24 e 25) e marcação por indução no corpo e nos topos das rolhas provenientes dos ensaios 23, 24 e 25.

Início da avaliação da manutenção das características do produto de revestimento colorido que se encontra no depósito de injeção automática e que apresenta problemas com alguma regularidade.

Semana 15: 8 a 12 de Junho

Continuação da avaliação da manutenção das características do produto de revestimento codificado internamente como 406, que se encontra diluído no depósito que se encontra ligado ao sistema de injeção automática.

Semana 16: 15 a 19 de Junho

Recepção de entrada no sistema de dois novos produtos de revestimento (um para rolhas naturais e outro para rolhas colmatadas) e programação do procedimento de homologação dos mesmos.

Semana 17: 22 a 26 de Junho

Estudo da melhoria da qualidade visual de rolhas naturais e colmatadas, face à utilização dos produtos de revestimento que deram entrada na Semana 16.

Reunião com os representantes do principal produto em estudo, para determinação do ponto de situação da parceria efectuada entre a CSP e os mesmos.