

Mestrado Integrado em Engenharia Química

Desenvolvimento de uma laca têxtil para pigmentar com diferentes cores, com características específicas, para aplicação em substrato têxtil

Tese de Mestrado

de

Adriana Dinora da Silva Duarte

Desenvolvida no âmbito da disciplina de Dissertação
realizado em

Horquim[®] - Representações, Lda.



Orientador na FEUP: Prof. Madalena M. Dias

Orientador na Horquim[®]: Eng^a Emília Quelhas Costa

Co-orientador na Horquim[®]: Eng^a Rita Gouveia



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

Departamento de Engenharia Química

Julho de 2010

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à Professora Madalena Dias, orientadora da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pelo apoio prestado durante a realização deste projecto.

Gostaria também de agradecer à empresa Horquim[®] por ter possibilitado a realização deste estágio em ambiente empresarial, permitindo contactar de perto com a indústria. Gostaria de agradecer a todas as pessoas que constituem esta empresa, que me acolheram de forma carinhosa e simpática, e que me ajudaram sempre que foi necessário, facilitando assim a minha adaptação e tornando a minha estadia agradável.

Gostaria de agradecer à Engenheira Emília Quelhas Costa, orientadora na Horquim[®], pela orientação prestada durante a realização do estágio. Gostaria de agradecer à minha co-orientadora neste projecto, Engenheira Rita Gouveia, pelo apoio, orientação e dedicação ao longo destes meses, estando do meu lado nos momentos mais difíceis, mas também nos mais alegres e descontraídos. Agradeço também à Dra. Ana Reis, estagiária na Horquim[®] e companheira no laboratório, pela amizade e companheirismo demonstrados, bem como pelos momentos de boa disposição proporcionados.

Gostaria de agradecer às empresas que gentilmente cederam algumas amostras de matérias-primas importantes para o desenrolar deste projecto, bem como ao Sr. Silva da Neivacor.

Agradeço aos meus amigos Teresa, Brites, Ana Maria, Gonçalo e Ana França, pela amizade, carinho e paciência, e que, mesmo alguns estando longe, de uma forma ou outra, sempre me apoiaram nos momentos mais atribulados que foram surgindo ao longo deste trajecto.

Gostava de agradecer aos meus pais, irmã, cunhado e sogros pela esperança depositaram em mim e pelo apoio e força constantes ao longo deste percurso.

Acima de tudo, agradeço ao meu querido marido, Jorge, pelo amor, paciência e dedicação. Que sempre esteve do meu lado, que sempre acreditou em mim e que sempre fez questão de me lembrar que eu era capaz de atingir os meus objectivos.

Resumo

Este projecto visa o desenvolvimento de uma pasta opaca, isto é, uma *laca* para estamparia pigmentária, a ser usada tanto em substratos claros como escuros (tintos), que possa substituir as pastas de estampar normalmente usadas neste tipo de processo, que devido à falta de opacidade só podem ser usadas em fundos claros. A opacidade requerida pode ser obtida recorrendo à adição de pigmentos brancos à pasta. Os pigmentos têm tendência a formar aglomerados, evitando que a luz seja reflectida na sua totalidade, havendo a necessidade de adicionar *extenders*, mais conhecidos na indústria têxtil e de tintas como *cargas*. Esta combinação permitirá criar uma laca com opacidade suficiente para estampar em substratos têxteis tingidos com cores escuras.

Assim, ao longo do projecto foram experimentadas diferentes cargas, pigmentos brancos, entre outros, com o intuito de obter a opacidade desejada, combinando este objectivo com o facto de se pretender uma laca com bom toque, bom rendimento colorístico, boa solidez à lavagem e à fricção e, acima de tudo, que não apresente problemas de estampabilidade. É de referir que a laca desenvolvida deve obedecer às normas *Oeko-tex*[®], de modo a garantir a ausência de substâncias nocivas para a saúde e para o meio ambiente.

Foi desenvolvida uma laca, que combina um pigmento branco, duas cargas (um aluminossilicato e um silicato) e uma mistura de pigmento com uma carga, e que apresentou ter bons resultados. Foi efectuada uma produção piloto de 5 kg, sendo depois a laca testada em produção, não se obtendo resultados semelhantes aos do laboratório, uma vez que os métodos de estampar são diferentes (automática e manualmente, respectivamente), sendo os quadros também diferentes. Os testes de solidez indicaram que a laca desenvolvida tem melhores características em termos de solidez à lavagem e à fricção a seco, comparativamente com o padrão.

Como o resultado final ficou ligeiramente aquém relativamente ao padrão, quanto ao rendimento colorístico e cobertura, sendo o toque muito semelhante ao do padrão, decidiu-se não enviar a amostra para a entidade competente para ser avaliada quanto à aprovação de acordo com as normas *Oeko-Tex*[®]. Ainda assim, foi efectuado um estudo meramente informativo relativamente aos custos de produção da laca, mostrando que a substituição da laca padrão, tal como se apresenta no momento, seria inviável, uma vez que o preço obtido é superior e as vantagens apresentadas não são suficientes para compensar o custo adicional.

Palavras Chave: Estamparia, Laca para Estamparia Pigmentária, Opacidade, *Oeko-Tex*[®], Solidez

Abstract

The objective of this project is the development of an opaque paste, in other words, a lacquer for pigment textile printing, to be used in clear or dark (tints) substrates, that can be used as a substitute for the usual paste for this kind of process, that due to its lack of opacity can only be used in clear backgrounds. The required opacity can be achieved by adding white pigments to the paste. The pigments have the tendency to form clusters, preventing the light to be reflected in its entirety, giving rise to the need of adding extenders. This combination will allow the creation of a lacquer with enough opacity for printing in dark colors textiles substrates.

Throughout the project different extenders were tested, white pigments, among others, in order to obtain the desired opacity, combining this objective with the fact that a lacquer should have good handle, good strength, good wash and crocking fastness, and above all, that should present no production problems. Furthermore, the lacquer to be developed must respect the standards Oeko-Tex[®], to ensure the absence of harmful substances to human health and the environment.

A lacquer was developed, which combines a white pigment, two extenders (one aluminosilicate and one silicate) and a mixture of pigment with an extender, that presented good results. A pilot production of 5 kg was manufactured and then the lacquer was tested in production. The results were not similar to the ones obtained in the laboratory, since the printing methods were different (automatically and manually, respectively), as well as the printing screens with different size mesh. The fastness tests indicated that the lacquer has better characteristics in terms of fastness to washing and dry crocking compared with the standard.

As the final result was slightly lower than the standard, in terms of color strength and coverage, although the handle was very similar to the standard, it was decided not to send the sample to the regulator entity to be evaluated for approval in accordance with the Oeko-Tex[®] standards. However, a merely indicative study was done, regarding the costs of the lacquer. Since the developed lacquer costs are above the price of the standard and the advantages presented are not sufficient to offset the additional cost, making the substitution of the standard lacquer, with the present formulation, is not recommended.

Keywords: Textile printing, Pigment Printing Textile printing, Opacity, Oeko-Tex[®], Fastness

Índice

1	Introdução	1
1.1	Empresa Horquim® - Representações, Lda.	1
1.2	Enquadramento e Apresentação do Projecto.....	1
1.3	Contributos do Trabalho	2
1.4	Organização da Tese	2
2	Revisão Bibliográfica.....	3
2.1	A Estamparia Têxtil e a sua Origem	3
2.2	A Estamparia na Ultimação Têxtil.....	3
2.3	A Estamparia	4
2.3.1	A Estamparia com Corantes	5
2.3.2	A Estamparia Pigmentária	5
2.4	Fases da Estamparia	6
2.4.1	Criação do Original e sua Adaptação	7
2.4.2	Separação de Cores.....	7
2.4.3	Gravura	7
2.4.4	Tratamento Prévio.....	8
2.4.5	Preparação da Pasta para Estamparia Pigmentária.....	9
2.4.5.1	Lacas.....	11
2.4.6	Estampagem.....	14
2.4.6.1	Métodos de estampagem.....	14
2.4.6.2	Tipos de Estamparia	16
2.4.7	Secagem	17
2.4.8	Fixação.....	18
2.4.9	Tratamentos Posteriores	20
2.5	Qualidade do estampado	20
2.6	Defeitos de Estamparia	22
2.7	Normas <i>Oeko-Tex</i> ®	24

2.7.1	O que é a <i>Oeko-Tex® Standard 100</i> ?	24
3	Descrição Técnica e Discussão dos Resultados	26
3.1	Procedimento Experimental	26
3.2	Formulações das lacas e principais resultados	30
3.2.1	Laca Padrão	30
3.2.2	Escolha dos Produtos a Adicionar	31
3.2.3	Estudo da Cobertura e Rendimento Colorístico	32
3.2.4	Estudo do Toque	41
3.3	Testes de solidez à fricção e solidez à lavagem	44
4	Conclusões	47
5	Avaliação do Trabalho Realizado	48
5.1	Objectivos Realizados	48
5.2	Limitações e Trabalho Futuro	48
5.3	Apreciação final	48
	Referências	49
	Anexo 1 Tabela com Valores Limite <i>Oeko-Tex®</i>	51
	Anexo 2 Tabelas Resumo	54
	Anexo 3 Amostras Obtidas nos Testes de Solidez à Lavagem	69
	Anexo 4 Procedimento para a Utilização do <i>Crockmeter</i>	71
	Anexo 5 Escala de Cinzentos	72
	Anexo 6 Estudo dos Custos de Produção da Laca	74

Lista de Figuras

Figura 1. Intermediários a utilizar no processo de estamparia a a) quadro plano, b) rotativo [8,9]	4
Figura 2. Fases que compõem o processo de estamparia [6]	6
Figura 3. Quadro plano para estamparia a peça [12]	8
Figura 4. Cilindros a usar em estamparia a metro [13].....	8
Figura 5. Adição de cargas para evitar aglomerados de pigmento branco [24]	13
Figura 6. a) Representação da estampagem ao quadro plano contínuo, b) saída da câmara de secagem em rolo, c) saída da câmara de secagem em livro [28-30]	15
Figura 7. Representação da estampagem ao quadro plano descontínuo [31]	15
Figura 8. Representação da estampagem ao quadro rotativo [32].....	16
Figura 9. Representação da prensa a usar na estampagem por transferência: a) processo contínuo, b) descontínuo [33,34]	16
Figura 10. Representações de: a) secador de pré-secagem; b) Estufa/túnel de secagem para efectuar a polimerização [35,36]	18
Figura 11. Rótulo a aplicar nos têxteis que obedecem às normas Oeko-Tex® [38]	24
Figura 12. a) Grindómetro ou medidor de <i>Hegman</i> , b) representação esquemática do procedimento a usar para medir a granulometria da partícula sólida [40,41].....	26
Figura 13. Viscosímetro de Brookfield [42].....	28
Figura 14. Carrossel usado para estamparia a peça	29
Figura 15. Quadro pronto para estampar.....	29
Figura 16. Amostra do estampado da laca padrão	30
Figura 17. Variação da concentração de pigmento em volume (PVC) de acordo com o tipo de tinta pretendida [39].....	31
Figura 18. Amostra do estampado da laca obtida para a Formulação 1	33
Figura 19. Sólidos adicionados nos concentrados 1-6.....	33
Figura 20. Amostras do estampado das lacas obtidas para as formulações 6 e 9.....	35
Figura 21. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 14 e 16	35

Figura 22. Amostras do estampado da laca obtida para a Formulação 15.....	36
Figura 23. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 17 e 18	37
Figura 24. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 19 e 20	37
Figura 25. Amostras do estampado das lacas obtidas para as formulações 21-24.....	38
Figura 26. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 16 e 25	40
Figura 27. Amostras do estampado da laca obtida para a Formulação 26.....	40
Figura 28. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 26 a 29	42
Figura 29. Amostras do estampado da laca obtida para a Formulação 32.....	42
Figura 30. Amostras do estampado da laca obtida na produção piloto no laboratório	43
Figura 31. Amostras do estampado da laca obtida na produção piloto em produção.....	44
Figura 32. Representação da escala de cinzentos para avaliação da solidez à fricção [44] ...	45
Figura 33. Amostras obtidas nos testes de solidez à fricção.....	45
Figura A3.1 Amostras do padrão sem lavar e da 1 ^a , 3 ^a e 5 ^a lavagem (estampagens simples e duplas)	69
Figura A3.2 Amostras da formulação final sem lavar e da 1 ^a , 3 ^a e 5 ^a lavagem (estampagens simples e duplas)	70
Figura A4.1 Crockmeter [47]	71
Figura A5.1 Escala de cinzentos e tecidos testemunho com graus diferentes de manchamento	72

Lista de Tabelas

Tabela 1. Formulação base para o concentrado	27
Tabela 2. Formulação base para a laca a estampar.....	28
Tabela 3. Escala para avaliação da qualidade do estampado.....	30
Tabela 4. Avaliação da qualidade do estampado da laca padrão	30
Tabela 5. Cargas utilizadas durante o desenvolvimento do produto	32
Tabela 6. Comparação da quantidade de sólidos adicionados aos concentrados 5 e 7	34
Tabela 7. Formulações dos concentrados 11 e 20	39
Tabela A2.1 Formulações dos concentrados 1-6.....	54
Tabela A2.2 Formulações dos concentrados 7-12	55
Tabela A2.3 Tabela das formulações dos concentrados 13-20	56
Tabela A2.4 Formulações dos concentrados 21-24.....	57
Tabela A2.5 Formulações dos concentrados 25-28.....	58
Tabela A2.6 Formulações das lacas 1-8.....	59
Tabela A2.7 Formulações das lacas 9-16	60
Tabela A2.8 Formulações das lacas 17-24.....	61
Tabela A2.9 Formulações das lacas 24-32.....	62
Tabela A2.10 Formulações das lacas 32.1-40.....	63
Tabela A2.11 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 1-8	64
Tabela A2.12 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 9-16	65
Tabela A2.13 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 17-24.....	66
Tabela A2.14 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 25-32.....	67

Tabela A2.15 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 32.1-40 ..68

Tabela A6.1 Cálculo do preço por quilograma das matérias-primas necessárias para a produção de 250 kg de concentrado74

Tabela A6.2 Valores necessários para o cálculo do custo total de produção de 250 kg de concentrado75

Tabela A6.3 Cálculo dos custos associados à produção de 250 kg de concentrado.....75

Tabela A6.4 Cálculo do preço por quilograma das matérias-primas necessárias para a produção de 120 kg de laca76

Tabela A6.5 Cálculo dos custos associados à produção de 120 kg de laca.....76

1 Introdução

1.1 Empresa Horquim[®] - Representações, Lda.

A Horquim[®] - Representações, Lda. foi fundada no ano de 1982, é uma empresa de distribuição e logística, que se encontra a operar no mercado europeu de produtos químicos. A empresa actua na preparação, armazenamento e distribuição de produtos químicos, que servem a indústria têxtil, de tintas, de curtumes, plásticos, papel, cerâmica, vidro e farmácia [1].

A Horquim[®] orgulha-se de possuir uma equipa qualificada, bem como laboratórios de desenvolvimento, aplicação de produtos e controlo de qualidade, garantindo aos seus clientes um serviço de elevada qualidade. Desta forma faz parte de um grupo restrito de empresas que possui certificação em Qualidade, Ambiente e Segurança da SGS/ICS, atestando assim o seu valor e posição no mercado em que se insere [1].

1.2 Enquadramento e Apresentação do Projecto

Na estamperia pigmentária, a utilização de pastas de estampar é usual quando o substrato têxtil que se pretende estampar é de cor clara. No entanto, quando se aplicam pastas de estampar em fundos escuros ou tintos, o que se verifica é que estas ficam transparentes, não se obtendo a opacidade requerida. Este projecto visa o desenvolvimento de uma pasta opaca, isto é, uma *laca* para estamperia pigmentar, a ser usada tanto em substratos claros como escuros (tintos).

A opacidade requerida pode ser obtida recorrendo à adição de pigmentos brancos à pasta. No entanto estes pigmentos têm tendência a formar aglomerados, evitando que a luz seja reflectida na sua totalidade, como tal há a necessidade de adicionar *extenders*, mais conhecidos na indústria têxtil e de tintas como *cargas*. Esta combinação permitirá criar uma laca com opacidade suficiente para estampar em substratos têxteis tingidos com cores escuras.

O presente projecto tem ainda como objectivo obter uma laca que confira ao substrato têxtil bom toque, bom rendimento colorístico, boa solidez à lavagem e à fricção e, acima de tudo, que não apresente problemas de estampabilidade. É de referir que a laca desenvolvida deve obedecer às normas *Oeko-tex[®]*, de modo a garantir a ausência de substâncias nocivas para a saúde e para o meio ambiente [2].

1.3 Contributos do Trabalho

Pretende-se com este trabalho desenvolver uma laca têxtil para estampania pigmentária que possibilite trabalhar, para além de fundos claros, fundos tingidos com cores escuras.

O desenvolvimento de um produto com as características anteriormente mencionadas permite a substituição de importações, permitindo à empresa aumentar o leque de produtos fabricados internamente.

1.4 Organização da Tese

A tese foi organizada em cinco capítulos, sendo que no primeiro é feita uma apresentação da Horquim® e das áreas em que actua, seguindo-se uma breve descrição do problema que é objecto de estudo neste projecto, bem como os contributos do mesmo para a empresa.

No segundo capítulo é feita uma abordagem teórica geral ao tema do presente projecto, e é apresentado de forma mais pormenorizada o problema que se pretende resolver.

No terceiro capítulo é apresentada a descrição técnica do trabalho realizado em laboratório, assim como os principais resultados obtidos durante a investigação e respectiva discussão.

No capítulo 4, *Conclusões*, são apresentadas as conclusões relativas ao trabalho realizado.

Por fim, no capítulo 5, é efectuada uma avaliação do trabalho executado, verificando se os objectivos propostos foram atingidos, sendo apresentadas possíveis limitações que tenham aparecido durante o trabalho, bem como trabalhos futuros. É neste capítulo que é apresentada apreciação final sobre o trabalho desenvolvido.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 A Estamparia Têxtil e a sua Origem

A estamparia têxtil é uma técnica muito antiga, datando da Era Antes de Cristo o uso de padrões coloridos nos tecidos. É uma das técnicas têxteis mais precisas e exigentes, podendo mesmo ser considerada uma arte [3].

Na Europa, foi introduzida no século XII pelos árabes, no entanto, os corantes usados pelos europeus desbotavam, e assim sendo, os produtos estampados não podiam ser lavados, usando-se apenas em artigos para decoração (paredes, cortinas, etc.), nos quais não se colocava esse requisito. A solução passava por importar os tecidos estampados dos países árabes, no entanto era muito dispendioso. Na segunda metade do século XVII os franceses trouxeram das suas colónias na Índia corantes e processos que permitiam obter tecidos estampados e resistentes à lavagem. A partir desta altura, os processos de estamparia começaram a ser mais ou menos usados em toda a Europa, sendo reconhecida assim a sua importância para o comércio, e como consequência começaram a aparecer muitas indústrias nesta área [4]. No século XVIII, nomes como Von Schule, Oberkampf, Koechlin, entre outros, foram reconhecidos devido ao seu contributo para a industrialização da Estamparia [3].

O processo de estamparia foi evoluindo, desde a estamparia usando blocos de madeira, em alto-relevo, quadros planos (estamparia à lionesa) ou rotativos, estamparia por transferência, até chegar aos nossos dias com a estamparia digital. Apesar de toda a evolução verificada nesta área, desde 1978 que a estampagem ao quadro rotativo é a técnica mais utilizada na estamparia têxtil [3,4].

2.2 A Estamparia na Ultimação Têxtil

A ultimação ou enobrecimento têxtil é o conjunto de operações a que um substrato é submetido desde o seu fabrico até estar pronto para a confecção [3]. Estas operações podem ser divididas em:

- *Tratamento prévio ou preparação* - conjunto de operações a que um artigo têxtil é submetido de modo a eliminar as impurezas que estão presentes nas fibras, inerentes às mesmas ou que são introduzidas durante o processo têxtil (fiação, tecelagem e tricotagem). Pretendem ainda melhorar a sua estrutura de modo a preparar o substrato para receber as operações seguintes que podem ser tingimento, estamparia e/ou acabamento [3,5].

- *Tingimento* - operação destinada a colorir uniformemente o substrato têxtil, através da aplicação de substâncias coradas (corantes) às fibras têxteis, obtendo cores práticas, que permitam resistir aos diversos agentes externos que podem de algum modo condicionar o seu ciclo de vida, bem como dar aos têxteis um aspecto mais agradável e dar resposta às necessidades da moda e/ou tradição. Os corantes são escolhidos de acordo com o tipo de fibra a tingir, e o resultado final depende de diversos factores, sendo um dos mais importantes o tratamento prévio efectuado no substrato a tingir. Para além dos corantes, também são usados produtos químicos e produtos auxiliares que têm como função controlar o tingimento de modo a obter um melhor compromisso qualidade/custo [3,5].
- *Estamparia* - consiste na aplicação dum motivo colorido no material têxtil e sendo o tema principal deste trabalho será introduzido e expandido nas secções seguintes [3,6].
- *Acabamento* - efectuado após a preparação, tingimento e estampagem, destina-se a tornar o substrato têxtil mais adequado ao fim a que se destina. Ou seja, antes do tecido ser enviado para a etapa final, a confecção, deve proceder-se ao seu melhoramento, tendo em conta aspectos como toque, brilho, enrugamento, resistência, estabilidade dimensional, entre outros. É nesta etapa que se procede à funcionalização do substrato têxtil quando for esse o caso [3].

2.3 A Estamparia

A estamparia têxtil, conforme já foi mencionado, consiste na aplicação dum motivo colorido no material têxtil, podendo ser considerada como um tingimento localizado, sendo possível obter, assim, desenhos com uma ou mais cores no substrato têxtil. A estampagem é efectuada através da transferência de uma pasta, que pode ser colorida ou não, para o artigo têxtil através de um intermediário. A transferência pode ser feita usando quadros planos (Figura 1a) ou rotativos (Figura 1b) [3,6,7].



(a)



(b)

Figura 1. Intermediários a utilizar no processo de estamparia a a) quadro plano, b) rotativo [8,9]

A pasta, pronta a usar ou pigmentada, é colocada na superfície do material manual ou mecanicamente, formando assim o desenho desejado, de acordo com a penetração e solidez pretendidas. De salientar que cada quadro/rolo corresponde a uma cor do desenho a estampar [6,7].

2.3.1 A Estamparia com Corantes

A estampagem pode ser efectuada recorrendo ao uso de corantes, sendo escolhido o tipo de corante a usar de acordo a sua afinidade para com o tipo de fibra que constitui o substrato têxtil, podendo ser corantes reactivos para as fibras celulósicas, dispersos para poliéster, entre muitos outros. Apesar do uso de corantes depender do tipo de fibra a utilizar, este processo permite obter estampados com um toque muito agradável e níveis de solidez bastante elevados, uma vez que o corante reage com a fibra.

Antigamente, os estampados obtidos por estamparia pigmentária não ofereciam as qualidades acima mencionadas para a estamparia com corantes, apresentavam um toque menos agradável e a solidez era fraca, especialmente na fricção a húmido, já que neste caso a estampagem funciona como se de uma colagem se tratasse, colando os pigmentos à fibra. Mas hoje em dia já existem lacas têxteis que conseguem conferir boas características aos seus estampados [3,7].

2.3.2 A Estamparia Pigmentária

A estamparia pigmentária é uma técnica usada devido à ausência de afinidade entre os pigmentos e a fibra, sendo fixos ao substrato através do uso de uma resina ou ligante, que estabelece ligação entre eles, conferindo um toque agradável e um bom nível de solidez à fricção e à luz [7].

Há mais de 3000 anos que os pigmentos, envoltos em algum tipo de ligante (óleos, gomas vegetais, entre muitos outros retirados da natureza), eram aplicados nos tecidos de modo a guarnece-los com padrões. Apesar da estamparia pigmentária ser o método mais antigo de estampar, manteve-se no anonimato até à Segunda Guerra Mundial, isto porque a qualidade dos estampados até então era muito fraca. A partir desta altura os produtos básicos para aplicação na estamparia pigmentária moderna estavam disponíveis, no entanto era necessário aprimorar as técnicas. Nos anos 20 começaram a aparecer dispersões de pigmentos orgânicos como as que encontramos nos dias de hoje no mercado. Nos anos 30 foram criadas as primeiras emulsões constituídas por polímeros, seguindo-se a introdução de espessantes. Em

1937 foi desenvolvida nos Estados Unidos a primeira pasta para estamparia pigmentária baseada em emulsões água em óleo. Entretanto estas chegaram também à Europa, seguiram-se então inúmeras pesquisas até chegar às pastas que são usadas nos nossos dias. Desde os anos 60 que os pigmentos se tornaram o maior grupo de corantes na estamparia têxtil. Mais de 50% dos estampados são efectuados usando este método visto trata-se de um método simples e barato [10].

A estamparia pigmentária tem muitas vantagens comparativamente com a estamparia com corantes, porque os pigmentos são insolúveis em água e não reagem com as fibras. Desta forma é possível usar em fibras simples ou misturas, permitindo obter uma paleta de cores muito variada, fácil de realizar, não necessita da lavagem posterior, como é o caso da estamparia directa [7].

2.4 Fases da Estamparia

A estampagem de um tecido é constituída por várias etapas. Na Figura 2, estão presentes as diferentes fases da estamparia.

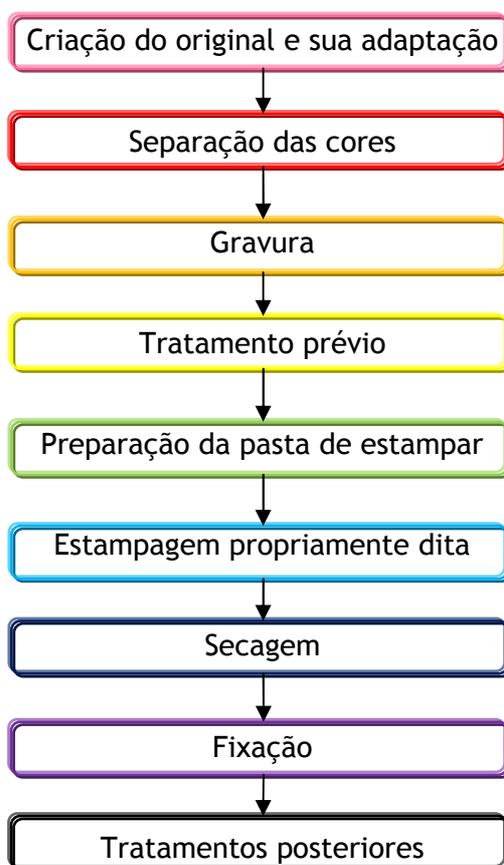


Figura 2. Fases que compõem o processo de estamparia [6]

De seguida é efectuada uma breve análise a cada uma das fases acima mencionadas.

2.4.1 Criação do Original e sua Adaptação

A primeira etapa da estamparia passa pela criação de um desenho que pode ser original ou inspirado em elementos existentes, que podem ser artificiais ou naturais. Hoje em dia, a materialização destas ideias por parte do criador é relativamente fácil devido à existência de sistemas CAD (desenho assistido por computador), podendo visualizar rapidamente no ecrã do computador o resultado final [3,6,10]. Nesta fase é muito importante ter em atenção o fim a que se destina o desenho em questão e o seu desenvolvimento colorístico [6].

2.4.2 Separação de Cores

Após a criação do desenho, é necessário separar as cores, ou seja um especialista (*misonetista*) separa o desenho nas diferentes cores a estampar, visto que cada quadro corresponderá a uma cor. Este processo pode ser efectuado manualmente, em que cada parte do desenho correspondente a uma determinada cor é decalcada com tinta-da-china num filme transparente denominado de *misonette*. Existirão tantas *misonettes*, quantas as cores a estampar. A *misonette* destina-se à gravura dos quadros e rolos usados na estamparia. A separação de cores também pode ser efectuada recorrendo aos sistemas CAD, processo que ocorre automaticamente, via informática, sendo a impressão das cores separadas em filmes efectuada através do uso de *plotters*. Estes filmes são impressos com tinta opaca e destinam-se à gravura dos quadros e rolos a serem usados para estampar [3,6].

2.4.3 Gravura

A gravura consiste na preparação dos quadros planos e/ou rotativos, de acordo com o desenho que se pretende estampar.

O quadro plano (Figura 3) é constituído por um caixilho que pode ser em madeira ou em metal, sobre o qual se coloca uma tela de poliéster ou poliamida sob tensão, que permite a passagem da pasta de estampar através do processo de raclagem. Os quadros são designados de acordo com a respectiva *mesh*, isto é, a quantidade de espaços por polegada. Quanto maior for o número da *mesh*, maior é o número de espaços por polegada, sendo a tela mais fina [6].

A gravura é efectuada por processos fotográficos, recorrendo ao uso de uma emulsão fotossensível que insolubiliza quando exposta à luz, ficando apenas visíveis os locais que estavam cobertos com os desenhos existentes nas *misonettes*. Estes quadros são usados para estamparia à peça [3,6].



Figura 3. Quadro plano para estamparia a peça [12]

O quadro rotativo é constituído por um ou mais cilindros perfurados, geralmente de níquel (Figura 4), dependendo das cores do desenho a estampar. Assim como nos quadros planos, é aplicada uma emulsão fotossensível que insolubiliza quando exposta à luz, ficando os orifícios correspondentes ao desenho a estampar destapados. Esta gravura é efectuada recorrendo à fotogravura usando as *misonettes*, podendo ser feita por lacagem, galvanoplastia ou corrosão. Também pode ser realizada através de raios laser ou então usando um método mais recente de jactos de cera. A técnica de gravura com laser é vantajosa, porque protege o meio ambiente devido à ausência de lavagens posteriores. Normalmente estes rolos são usados para estamparia a metro [3,6,11].



Figura 4. Cilindros a usar em estamparia a metro [13]

2.4.4 Tratamento Prévio

Durante o tratamento prévio o substrato têxtil é submetido a operações como gasagem, descolagem, desensimagem, fervura, mercerização, branqueamento e termofixação. Em alguns casos é possível eliminar algumas operações de tratamento prévio, nomeadamente na estampagem com pigmentos.

O tratamento prévio permite eliminar as impurezas que estão presentes nas fibras, inerentes às mesmas ou que são introduzidas durante o processo têxtil (fiação, tecelagem e tricotagem), como cascas, gorduras, parafinas, encolantes, entre outras; obter um bom grau de branco; obter um substrato com pH neutro; eliminar eficazmente metais pesados e alcalino-terrosos; promover absorção elevada e uniforme dos artigos têxteis. Em resumo, este conjunto de operações permite preparar o artigo têxtil para os processos de ultimação que se

seguem, estando assim apto a ser tingido, estampado ou a receber outro tipo de acabamento [3,5].

De seguida é apresentada de forma sucinta cada uma das operações de tratamento prévio a efectuar no substrato têxtil [3,5,11].

◆ **GASAGEM** - operação destinada a queimar as fibras soltas que se encontram à superfície do artigo têxtil.

◆ **DESENCOLAGEM** - eliminação da goma ou cola, introduzidos nos fios da teia durante a tecelagem para evitar que quebrem.

◆ **DESENSIMAGEM** - eliminação dos produtos de ensimagem (parafinas, lubrificantes, ceras, anti-estáticos, etc) que foram adicionados aos fios de modo a facilitar a sua tricotagem.

◆ **FERVURA** - permite proporcionar ao artigo têxtil um bom poder absorvente, bem como livrá-lo de impurezas. Este processo é realizado usando uma solução alcalina com bom poder dispersante e sequestrante, a uma temperatura próxima da ebulição, que permite eliminar ceras, gorduras, pectinas e proteínas, sais minerais, entre outros.

◆ **MERCERIZAÇÃO** - consiste no tratamento dos artigos de algodão numa solução de soda cáustica concentrada, sob tensão, a frio, que permite aumentar o brilho, a resistência à tracção e o rendimento colorístico.

◆ **BRANQUEAMENTO** - operação que se destina a eliminar o corante natural presente nas fibras, bem como as cascas que ainda possam permanecer no substrato.

◆ **TERMOFIXAÇÃO** - operação que permite relaxar as tensões introduzidas nos tecidos/malhas durante a sua fabricação. Esta é uma etapa muito importante porque é aqui que a estabilidade dimensional das fibras é garantida, evitando assim encolhimentos e enrugamentos durante a estampagem, tingimento e lavagens.

2.4.5 Preparação da Pasta para Estamparia Pigmentária

Uma pasta de estampar geralmente é constituída por espessantes, dispersantes, emulsionantes, ligantes, corantes/pigmentos, reguladores de viscosidade, anti-espuma, amaciadores, molhantes, catalisadores entre outros [6]. Os produtos a adicionar, bem como a sua natureza são escolhidos de acordo com o tipo de estamparia a realizar.

No entanto, existem dois factores que devem ser monitorizados nas pastas qualquer que seja o tipo de estamparia a realizar, a viscosidade e o pH.

A pasta deve ter uma viscosidade adequada de modo a evitar o alastramento dos desenhos estampados. Assim, na sua constituição devem estar presentes obrigatoriamente um

espessante, bem como pigmentos e produtos auxiliares têxteis que permitam a sua fixação [11].

Quando se pretende estampar superfícies de tecidos lisos, convém que a pasta possua uma viscosidade elevada, visto estas necessitarem de uma penetração inferior. Quando pelo contrário os tecidos têm superfícies grossas, a viscosidade deve ser mais baixa de modo a permitir uma penetração superior. A viscosidade depende das características, da área e dos detalhes do desenho a estampar. Por exemplo, quando se pretende estampar contornos e figuras com tamanhos reduzidos, a pasta deve possuir uma viscosidade elevada e um fluxo reduzido. É importante a viscosidade no momento em que se vai efectuar a estampagem [11].

O pH da pasta de estampar deve ser mantido constante de modo a manter a estabilidade da pasta constante em termos de viscosidade. Como os espessantes usados dependem do pH, este deve ser mantido entre 8 e 9 [11].

De seguida são apresentadas as funções de cada produto que poderá ser incluído na formulação de uma pasta para usar em estamparia pigmentária.

◆ **ESPESSANTES** - destinam-se a impedir a migração dos corantes para as partes que não foram estampadas, ou então que foram estampadas com outra cor. Este actua desde a deposição da pasta sobre o tecido até à fixação do corante [3]. O espessante deve ter boa absorção, bom recorte, bom rendimento colorístico e boa igualização [11].

◆ **PIGMENTOS** - são substâncias insolúveis, orgânicas ou inorgânicas, coloridas, que são depositadas à superfície das fibras e fixadas por acção de um ligante, ou resina. Como são de fácil emprego e não necessitam de vaporização para serem fixados, encontram uma ampla aplicabilidade na estamparia [3].

◆ **LIGANTES/RESINAS** - são polímeros que envolvem as partículas pigmentares, fixando-as à fibra para com a qual não têm qualquer tipo de afinidade. O que acontece na realidade é que estas substâncias polimerizam sob a acção do calor, formando uma camada fina na superfície das fibras retendo os pigmentos. O toque resultante depende da resina utilizada, sendo a sua eficiência medida através do teste de solidez à fricção e à lavagem [3,7,16].

◆ **ANTI-ESPUMA** - conforme o nome indica, evita a formação de espuma durante a preparação da pasta e durante a estampagem [7].

◆ **RETICULANTES/FIXADOR** - os ligantes usados na actualidade já têm características autoreticulantes, no entanto pode adicionar-se um fixador para ajudar à fixação dos pigmentos, para evitar problemas relacionados com solidez [7].

◆ **MOLHANTES** - são usados para aumentar a solubilidade dos corantes e como produto higroscópico, ajudando a manter a humidade da pasta de estampar e sobretudo do estampado

durante a polimerização, sendo a ureia um exemplo desse tipo de produto [3]. Também ajudam na molhagem das partículas pigmentares por diminuírem a sua repulsão com a água.

◆ **AMACIADORES** - estes são usados para aumentar a distância e a mobilidade das moléculas dos ligantes, melhorando o toque do estampado. No entanto, é necessário ter em conta que podem baixar a solidez, sendo necessário encontrar a melhor relação solidez/toque [7,17].

◆ **SOLVENTES** - são usados para reduzir a velocidade de evaporação da água e para, temporariamente, plastificar as partículas de resina e melhorar a formação de filme.

O conjunto de todos os produtos acima mencionados deve garantir bons resultados, como:

- Estampagem de qualidade com contornos bem definidos,
- Ausência de alteração da fibra quanto ao toque,
- Boa solidez no geral, em especial à luz e às lavagens [11].

2.4.5.1 Lacas

Quando se pretende estampar fundos escuros ou tintos com cores claras, para além dos métodos tradicionais de corrosão ou de reserva (que permitem obter bons resultados relativos ao brilho, rendimento colorístico, toque e recorte) pode recorrer-se ao uso de pastas de alta cobertura, mais conhecidas por **lacas**, principalmente na área da estamparia a peça [7].

As lacas permitem obter uma opacidade que não é oferecida pelas pastas usadas para fundos claros, que ao serem estampadas sobre os fundos tingidos de escuro se apresentam transparentes. Por exemplo, se se estampar um azul sobre amarelo, poderá aparecer uma tonalidade esverdeada em consequência da junção das duas cores. Por isso é que, normalmente, em estamparia pigmentária se usam estampagens de cores escuras sobre um fundo claro [18]. De modo a conseguir obter uma melhor paleta de cores pode então recorrer-se ao uso de lacas. De acordo com Gomes (2007) estas pastas de alta cobertura permitem obter bons resultados relativamente à cobertura, rendimento colorístico, elasticidade do filme, solidez, toque e brilho [7]. É importante referir que, quanto mais opaco for o filme, melhor é a cobertura, no entanto é mais difícil obter cores fortes e brilhantes, portanto existe um compromisso opacidade/cobertura adjacente, e que pode ser alterado de acordo com o resultado pretendido.

No entanto a questão que se coloca é como conseguir a opacidade desejada num estampado sobre fundos escuros/tintos?

Segundo o estudo realizado por Daniels e Stevenson (1984), a solução encontra-se em incorporar pigmentos brancos na pasta de estampar [18]. Os pigmentos brancos são partículas inorgânicas, insolúveis, que podem ser de origem natural ou sintetizados. Estas partículas conferem opacidade, ou poder de cobertura, devido à sua capacidade de dispersão de luz. Os pigmentos brancos impedem que a luz atravesse o filme do qual fazem parte, reflectindo toda a luz que neles incide. O tamanho e o índice de refração são aspectos que determinam o grau de opacidade de um pigmento. Quanto menor for o tamanho das partículas dispersas, maior é a interface entre estas e a resina que as liga e, por sua vez, melhor é a dispersão da luz. No entanto o diâmetro deve encontrar-se entre 0,2-0,4 μm , porque se as partículas forem pequenas demais, a luz irá passar à sua volta, diminuindo assim a dispersão da luz [19]. Quanto ao índice de refração, quanto maior for a diferença entre os do pigmento e resina, melhor será a dispersão da luz e como consequência obter-se-á mais opacidade. No caso de lacas mate, ou sem brilho, como a pretendida no presente projecto, consegue obter-se um poder de cobertura superior ao obtido em lacas brilhantes, isto porque, normalmente, estão mais carregadas com pigmento, ficam mais à superfície, e como tal existe uma interface deste com o ar, como este tem um índice de refração muito baixo, a dispersão da luz é muito melhor [19].

Todos os pigmentos com um índice de refração superior a 1,7 são considerados pigmentos brancos, como por exemplo o dióxido de titânio, o sulfureto de zinco, óxido de zinco, entre outros [20]. O pigmento branco mais usado é o dióxido de titânio devido à sua aparência branca e brilhante, baixo custo e disponibilidade, sendo usado em tintas, plásticos, produtos alimentares (como corante) entre outros. [18, 21]. O dióxido de titânio pode ser encontrado na natureza em três formas distintas: rutilo, anatase e brookita, sendo as duas primeiras as mais comercializadas. O rutilo tem um índice de refração superior ao anatase (2,70 e 2,55, respectivamente) tendo por esta razão um poder de dispersão de luz superior, conferindo assim mais opacidade [22]. O anatase é fotocataliticamente mais activo do que o rutilo. Quando em contacto com a luz solar, verifica-se uma reacção oxidação-redução na superfície, levando o filme a desintegrar-se, efeito indesejável para o produto em estudo, podendo ser usado, por exemplo, em superfícies *self-cleaning* [23].

Um aspecto muito importante ao usar os pigmentos insolúveis, é que ao fazer a dispersão destes, pode verificar-se a formação de aglomerados, que impedem a correcta dispersão da luz, o que por sua vez leva a um decréscimo de opacidade. De modo a ajudar na dispersão e evitar a formação destes aglomerados podem ser adicionados os *extenders*, mais conhecidos na área têxtil e de tintas como *cargas*. Estes são sólidos inertes podendo ser brancos ou incolores com um índice de refração inferior, geralmente entre 1,5 e 1,7. Devido ao seu baixo índice de refração, não conferem opacidade, mas quando em grande quantidade

podem ajudar na cobertura [20]. A sua mais importante função é impedir que as partículas de pigmento se aglomerem (Figura 5). O que se verifica é que se duas ou mais partículas de pigmento não são completamente dispersas, continuando a ter contacto entre si, a eficiência máxima do pigmento branco não é atingida. Porque os volumes de dispersão da luz atingem mais do dobro do volume da partícula, se se formarem aglomerados, estes volumes irão sobrepor-se, diminuindo assim o efeito pretendido [24].

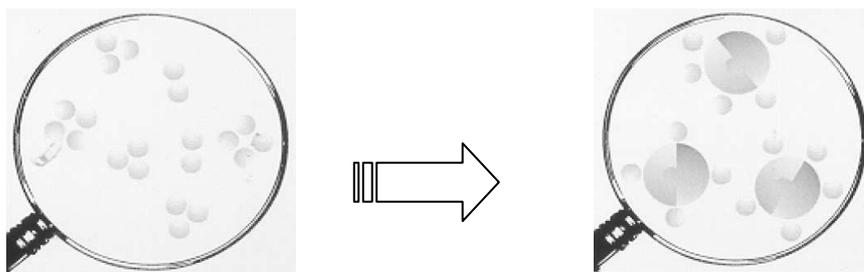


Figura 5. Adição de cargas para evitar aglomerados de pigmento branco [24]

Apesar de se tratar de um conceito relativamente simples, existem alguns factores que devem ser levados em conta como a compatibilidade entre o pigmento e as cargas; as cargas não devem ser demasiado pequenas para que o volume de dispersão dos pigmentos seja bem separado e por outro lado devem ser pequenas o suficiente para que hajam partículas suficientes para separar o máximo de pigmentos possível [24].

A lista de possíveis cargas a utilizar é muito extensa [18], existindo cargas de diversas naturezas como:

- Carbonatos de cálcio (CaCO_3);
- Silicatos (Si_xO_y , por exemplo mica, talco) [25];
- Aluminossilicatos (WAlSi_xO_y , em que W pode ser um catião qualquer, podendo ser, por exemplo um $\text{NaAlSi}_3\text{O}_2$, albite) [26];
- Caulinos e argilas (silicatos de alumínio hidratados) [27];
- Barita (BaSO_4);
- Etc.

Hocken (2000) estudou a possibilidade de substituir parte do dióxido de titânio por branco fixo e por litopone em tintas aquosas [24]. O branco fixo é sulfato de bário, que pode ou não ser sintetizado. O que Hocken (2000) sugere é substituir o dióxido de titânio entre 10-30%, garantindo obter um poder de cobertura semelhante ao obtido apenas com o pigmento branco, conseguindo baixar assim ao custo da tinta. Para além disso também estudou a possibilidade de substituir o dióxido de titânio por litopone. O litopone não é mais do que sulfureto de zinco (ZnS) e sulfato de bário (BaSO_4), cuja proporção é geralmente 30 para 70%.

Neste caso, também é substituída parte do dióxido de titânio, mas não é na mesma proporção. O estudo demonstra que se a formulação tiver 60% de dióxido de titânio, esta percentagem pode ser substituída por 50% de dióxido de titânio e 25% de litopone, obtendo o mesmo grau de cobertura, e diminuindo aos custos. Apesar de se tratar de estudos para tintas e plásticos, como na área da formulação de lacas não existem muitos estudos efectuados, é possível experimentar soluções obtidas para outro tipo de produtos, podendo obter-se bons resultados.

No presente trabalho serão usados pigmentos brancos, bem como várias cargas de diferentes naturezas de modo a tentar atingir o objectivo proposto.

2.4.6 Estampagem

A estampagem pode ser efectuada contínua ou descontinuamente, conforme mencionado anteriormente. Em ambos os casos é necessário colar o tecido/malha à mesa de estampar, tendo sempre o cuidado de usar uma cola que seja compatível com os corantes e os produtos existentes nas pastas. Existem dois tipos de cola: permanente, que permanece na mesa, mais usual nos processos manuais e não permanente, que é solúvel em água sendo eliminada logo após a estampagem ser efectuada. Esta última é mais utilizada devido à facilidade de eliminação de possíveis resíduos nos tecidos, bem como no tapete de estampar [3].

2.4.6.1 Métodos de estampagem

Os métodos mais usados na estamparia são estampagem ao quadro plano, rotativo e por transferência, sendo de seguida apresentado de forma resumida o modo como se processa cada um.

A *estampagem ao quadro plano* pode ser um processo contínuo ou descontínuo, dependendo se se trata de estamparia a metro ou à peça, respectivamente. Quando se trata de estamparia a metro, a máquina possui sistemas de entrada, aspiração, colagem e um tapete sem fim sobre o qual estão colocados os quadros (Figura 6a), somente presos na lateral, podendo apenas efectuar movimentos ascendentes e descendentes. A pasta atravessa o quadro através do uso de uma racla/régua automática. No final, o material descola do tapete rolante sendo enviado para a câmara de secagem (secador ou mansarda), saindo já em rolo ou em livro (empilhado), conforme se encontra apresentado nas figuras 6b) e 6c) [3,7].

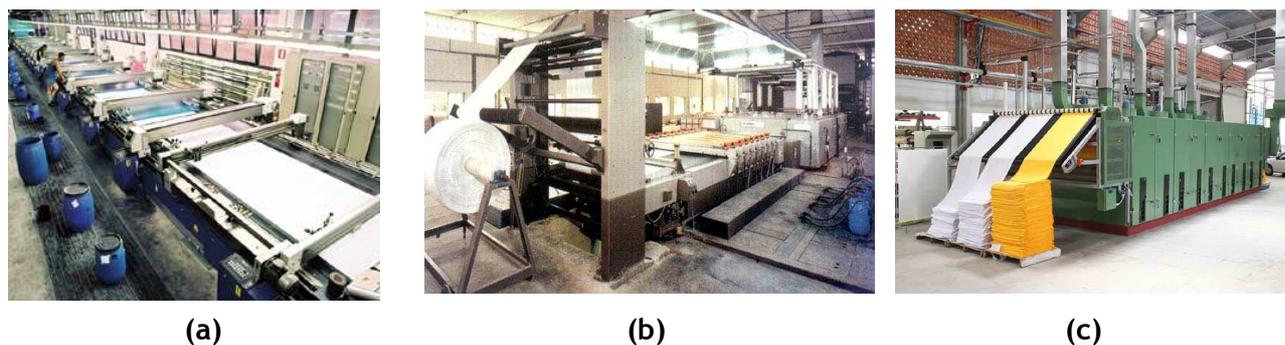


Figura 6. a) Representação da estampagem ao quadro plano contínuo, b) saída da câmara de secagem em rolo, c) saída da câmara de secagem em livro [28-30]

Quando as produções são pequenas, na estamparia a peça, recorre-se ao uso de máquinas de estampar carrossel (Figura 7), em que as peças são colocadas nas paletes giratórias e os quadros encontram-se presos nas cabeças de impressão, sendo baixados para efectuar a estampagem e de seguida levantados. Todo o processo é efectuado manualmente por um operador [6]. Este será o processo a utilizar no presente trabalho.



Figura 7. Representação da estampagem ao quadro plano descontínuo [31]

A *estampagem ao quadro rotativo* é um processo contínuo em que os tradicionais quadros planos são substituídos por cilindros de níquel com espessura muito reduzida. Os diversos cilindros, quantidade a ser determinada pela variedade de cores pretendidas para o desenho a estampar, estão colocados sobre o tapete rolante da máquina (Figura 8) sendo a pasta bombeada para o interior dos mesmos, onde se encontra uma régua/vareta que força a pasta a atravessar os orifícios correspondentes ao desenho a estampar, aplicando desta forma as várias cores no substrato têxtil. No final, este é descolado e enviado para a câmara de secagem, assim como descrito no processo anterior [3,7].



Figura 8. Representação da estampagem ao quadro rotativo [32]

A *estampagem por transferência* consiste em imprimir um motivo sobre papel e transferi-lo para o substrato por meio da ação de calor; podendo ser um processo contínuo ou descontínuo (Figura 9a e Figura 9b, respectivamente). Existem dois tipos de estampagem por transferência, sendo que o mais usual é o que se baseia no princípio da sublimação de corantes dispersos, em que estes são estampados no papel, sendo deste depois colocado em contacto com o tecido. Segue-se um aquecimento a uma temperatura entre 180 e 200°C, geralmente efectuado numa prensa, durante 30 a 60 segundos. É de salientar que este tipo de estampagem não pode ser aplicado em fibras naturais, obtendo apenas bons resultados em tecidos com percentagens de algodão inferiores a 15% em mistura com poliéster. O outro processo apenas necessita de calor, e pode ser aplicado em qualquer tipo de fibra, uma vez que os corantes usados são pigmentos e resinas termoplásticas. A aplicação é efectuada numa prensa ou calandra. Como é usada resina e esta fica à superfície do tecido, o toque não é tão agradável e poderá ter problemas de solidez à fricção e à lavagem [3,6].



(a)



(b)

Figura 9. Representação da prensa a usar na estampagem por transferência: a) processo contínuo, b) descontínuo [33,34]

2.4.6.2 Tipos de Estamparia

Conforme já foi mencionado, a estamparia pigmentária consiste em fixar pigmentos corados, que não têm afinidade para com as fibras, recorrendo ao uso de uma resina, podendo assim ser usados em todo o tipo de fibras e misturas, conferindo um toque agradável e um bom nível de solidez. No entanto, é necessário escolher o tipo de estamparia a usar de acordo com tipo de artigo a imprimir, bem como o toque e a solidez desejados. Assim, de

seguida são apresentados alguns dos processos possíveis de ser usados em estamparia pigmentária [3,6,7]:

◆ **ESTAMPARIA DIRECTA** - Consiste em estampar motivos coloridos sobre um fundo claro ou, como no caso do presente trabalho, tingido de escuro, podendo ser efectuada em todas as fibras simples e misturas que existem actualmente. Pode ser aplicada em todo o tipo de artigos, vestuário, têxteis-lar, decoração, etc.

◆ **ESTAMPARIA POR SOBREPOSIÇÃO** - Consiste em estampar um motivo sobre um fundo tingido previamente, ou então estampar um motivo parcialmente sobre outro. Como a fixação e lavagem do estampado pode ser efectuada em simultâneo com o tingimento, torna o processo atractivo, prático, rápido e económico.

◆ **ESTAMPARIA POR CORROSÃO** - Consiste em estampar artigos tingidos uma pasta que destrói (corrói) o corante nos locais estampados. Esta técnica é normalmente aconselhada para motivos pequenos em fundos escuros, obtendo-se assim um melhor estampado do que o obtido por estamparia directa.

◆ **ESTAMPARIA POR RESERVA** - Consiste em estampar uma pasta de reserva sobre um fundo branco, impedindo que um tingimento posterior se deposite nesses locais. O efeito obtido é semelhante ao produzido pela corrosão. A reserva pode ser química ou mecânica.

◆ **ESTAMPARIA DEVORÉ** - É uma técnica aplicada geralmente em misturas poliéster-algodão. Consiste em destruir localmente uma das fibras (celulósica ou animal) existente no substrato têxtil, dando um efeito de maior transparência ao mesmo. A pasta aplicada é geradora de ácido sulfúrico, que devora o algodão, deixando intacto o poliéster.

◆ **ESTAMPARIA POR FLOCAGEM** - Consiste em estampar uma pasta branca com um poder adesivo bastante elevado (soluções de poliuretano ou dispersões especiais de poliácridatos). Esta cola deve ter um poder de penetração elevado para garantir uma boa solidez do estampado final. De seguida são peneirados sobre o desenho os flocos (ou fibras curtas), sendo este processo auxiliado por um aparelho electrostático que faz com que estes permaneçam direitos. Os flocos excedentários são aspirados.

2.4.7 Secagem

Após o processo de estampagem, é necessário efectuar uma secagem rápida de modo a evitar que a pasta alastre para o resto do artigo. Geralmente esta etapa é realizada com secadores de pré-secagem (Figura 10a) para os processos contínuos e descontínuos. Existem diversos factores que podem condicionar o sucesso da secagem, como por exemplo: a temperatura, o teor de humidade ambiente e do material, a quantidade e viscosidade da pasta aplicada, da higroscopicidade dos produtos auxiliares que fazem parte da sua

composição, entre outros. Um aspecto muito importante são as sobre-secagens que podem danificar o filme, provocando quebras ou até mesmo anular o efeito de alguns produtos auxiliares existentes na pasta [3,11].

A secagem deve ser uniforme, caso contrário pode provocar diferenças na tonalidade/rendimento colorístico dos estampados. Se a secagem for mal executada pode originar falta de nitidez nos desenhos e, como no caso anterior, diferenças na tonalidade/rendimento colorístico dos estampados [11].

2.4.8 Fixação

O substrato têxtil depois de estampado e seco é polimerizado de modo a garantir a fixação dos pigmentos/corantes, este processo pode ser efectuado, por exemplo, numa estufa ou túnel de secagem (Figura 10b) [3,6]. Esta etapa devidamente realizada permite obter a solidez necessária à lavagem, fricção, suor, entre outros [11].



(a)



(b)

Figura 10. Representações de: a) secador de pré-secagem; b) Estufa/túnel de secagem para efectuar a polimerização [35,36]

No entanto, este é um processo que depende de muitos factores, como o tipo de fibra em que foi efectuado, o parque de máquinas utilizado, os pigmentos usados, tipo de espessante, exigências relativas à solidez, entre outros. Esta etapa deve ser efectuada o mais rapidamente possível a seguir à secagem, em especial nos casos de estamparia por corrosão e reserva [11].

A polimerização pode ser realizada através de três processos distintos: por termofixação (calor seco), vaporização ou tratamento molhado.

◆ **Termofixação** - É o processo ideal para fixar os pigmentos ao substrato têxtil. Este tipo de processo também pode ser aplicado aos corantes dispersos e aos reactivos, no entanto nestes casos a vaporização oferece melhores resultados [11].

No caso dos pigmentos, como estes não possuem qualquer tipo de afinidade para com as fibras, é necessário colá-los à superfície das mesmas. Este processo é possível devido ao

ligante, que ao entrar em contacto com o calor polimeriza retendo desta forma os pigmentos. Para tal basta colocar o material depois de seco na estufa a cerca de 150°C, durante cerca de 5 minutos. Se a temperatura for inferior, aumenta-se ao tempo de fixação, se pelo contrário for superior, diminui-se o tempo. De acordo com Araújo e Castro (1984) [3], o ligante deverá ser resistente à abrasão mas por outro lado suficientemente elástico para não dar um toque rígido. Este é o processo de fixação utilizado no presente projecto [3,11].

Para a fixação dos corantes dispersos sobre o poliéster, o procedimento previsto é aquecimento entre os 190-210°C durante 30-60 segundos. No caso dos corantes reactivos (a usar em algodão), o tratamento é efectuado entre 150 e 200°C, durante 1 a 5 minutos, sendo que neste caso a pasta de estampar deverá conter uma grande quantidade de ureia [3]. Quando as temperaturas são mais baixas deve fixar-se durante mais tempo, caso contrário, reduz-se ao tempo de fixação. Os seguintes valores para tempo e temperatura de fixação são geralmente usados [11]:

- 7 minutos a aproximadamente 130°C;
- 6 minutos a aproximadamente 140°C;
- 5 minutos a aproximadamente 150°C;
- 4 minutos a aproximadamente 160°C;
- 3 minutos a aproximadamente 170°C;
- 2 minutos a aproximadamente 180°C;
- 1 minuto a aproximadamente 190°C.

◆ **Fixação por vaporização** - É o processo de fixação mais usual na estamparia, uma vez que pode ser usado para fixar toda a classe de corantes, exceptuando quando se trata de pigmentos.

Segundo Araújo e Castro (1984), a fixação pode ocorrer devido à utilização de três tipos de vapor distintos:

- Vapor saturado à pressão atmosférica, o qual se encontra a uma temperatura de 100 a 102°C;
- Vapor saturado a alta pressão, cuja temperatura será tanto maior quanto maior a pressão;
- Vapor sobreaquecido à pressão atmosférica, que pode atingir os 200°C.

Em qualquer um dos casos o processo é o mesmo, o tecido entra na câmara de vaporização, há condensação de vapor em especial nas partes estampadas, em que o espessante seco e os produtos higroscópicos que existam na pasta, vão absorver água. O corante e os produtos auxiliares dissolvem-se, as fibras incham, dando-se assim a fixação dos corantes [3].

◆ **Fixação por tratamento a molhado** - Este processo consiste em fazer passar o tecido estampado e seco por um banho no qual determinadas reacções vão permitir a fixação dos corantes sobre as fibras, sendo um processo apenas aplicável a casos particulares [3].

2.4.9 Tratamentos Posteriores

Após todas as etapas mencionadas anteriormente é efectuada uma lavagem, para eliminar o espessante, os produtos auxiliares e o corante que não se fixou à fibra, excepto na estamperia com pigmentos e na estamperia por transferência de poliéster [3].

De acordo com Araújo e Castro (1984), em primeiro lugar é efectuada uma lavagem a frio de modo a inchar o espessante. De seguida é efectuado um ensaboamento à ebulição, operação que permite retirar eficazmente o corante não fixado, por fim é efectuado um enxaguamento com água quente e fria. Estas operações podem ser efectuadas continuamente numa máquina de lavar ao largo, ou descontinuamente para pequenas partidas, por exemplo em barca ou *jigger*.

Se se tratar de um processo de estamperia com corantes, e o estampado apresentar um toque deficiente é recomendável utilizar um amaciador após o processo de lavagem ou, no caso dos pigmentos, após a estampagem [11].

2.5 Qualidade do estampado

A qualidade de um estampado pode ser avaliada intuitivamente através do tacto e da visão, no entanto também se pode recorrer ao uso de testes de controlo de qualidade a realizar em laboratório. Dependendo dos resultados obtidos é possível alterar o que for necessário (composição ou concentração da pasta) para obter resultados mais próximos do pretendido [3].

Os principais critérios de qualidade de um estampado são [3]:

- Nitidez e definição dos desenhos e contornos;
- Penetração;
- Uniformidade;
- Rendimento colorístico;
- Solidez dos estampados (principalmente à lavagem e à fricção);
- Sincronização das cores;
- Toque do tecido estampado.

As fibras têxteis são estruturas tridimensionais, pelo que para além de absorverem a pasta de estampar na vertical, ou seja na secção de atravessamento do substrato, também

absorvem para os lados (migração lateral). O que se verifica é quanto maior for a quantidade de pasta adicionada, mais visível é este efeito, ou seja o desenho pretendido pode apresentar-se mais grosso do que o pretendido e para além disso, a profundidade da cor à volta do desenho também diminui, o que resulta numa grande concentração de corante nesta zona [11].

A **penetração** pode ser avaliada através da comparação da tonalidade do tecido nas zonas estampadas do lado direito e do lado avesso, podendo ser, se necessário, quantificada recorrendo a um espectrofotómetro de reflexão. A penetração diz-se nula quando o lado do avesso do tecido permanece da cor que estava antes de estampar, e diz-se a 100% se a tonalidade do lado do avesso for igual à do lado direito. Só para alguns artigos é que é pretendida uma estampagem dos dois lados, no entanto há que analisar sempre ambos os lados do substrato, para quantificar a penetração obtida. Assim, caso não tenha a penetração desejada, esta pode ser modificada por alterar a quantidade de pasta aplicada. Uma grande penetração pode apresentar os seguintes inconvenientes [11]:

- Maior consumo da pasta para obter um determinado rendimento colorístico;
- Atravessamento do tecido conseqüentemente maior do que o tapete de estampar;
- Tendência para menor nitidez dos contornos.

É de salientar que uma maior penetração confere uma maior solidez à fricção no estampado.

A **uniformidade** assume um papel fundamental na tinturaria, mas no caso da estamparia assume somente um papel de importância no caso das superfícies estampadas mais extensas. Apresenta-se como igualdade da intensidade e tonalidade da cor, sendo que para se conseguir uma estampagem de cor uniforme, a pasta de estampar deve cobrir suficientemente o substrato e a quantidade de pasta aplicada deve ser constante durante todo o processo [11].

O **rendimento colorístico** aparece em oposição à penetração. É uma característica muito importante e muito sensível a diversos factores, como a viscosidade e a composição da pasta (o rendimento é muito afectado pelo espessante), também pode ser afectada pela textura e tratamento prévio do tecido, bem como pelo tipo de máquina utilizada (quadro ou rolo) e ainda pelas condições de fixação do corante [11].

A **solidez dos estampados** é uma característica fundamental para definir a qualidade que artigo apresenta. As condições mais importantes são [11]:

◆ No uso:

- Solidez à fricção (característica muito importante, sobretudo no caso dos pigmentos, em que o estampado se encontra essencialmente à superfície da fibra);

- Solidez à luz;
- Solidez ao suor, à água doce e do mar, entre outros.

◆ Na limpeza e conservação:

- Solidez à lavagem;
- Solidez ao hipoclorito (lixívia);
- Solidez ao ferro quente;
- Solidez à limpeza a seco.

Ao avaliar a solidez dos estampados é necessário ter em conta o comportamento das várias cores, bem como o manchamento de umas sobre as outras e do próprio fundo (branco ou tinto) [11].

A **sincronização das cores** é outro aspecto importante para a obtenção dum estampado de qualidade. Quando se recorre a uma máquina automática é necessário que esta seja afinada e o estampador deve posicionar correctamente os rolos ou os quadros para que cada cor fique no local pretendido, verificando no decorrer da estampagem se a sincronização se mantém. Quando o processo é efectuado manualmente, a atenção por parte do operador deve ser redobrada, o quadro deve ficar bem preso, de modo a evitar que o desenho fique desalinhado; pode haver troca das cores, bem como deposição insuficiente de pasta, o que provoca manchas por falta de pasta, entre outros [11].

Por fim, mas não de menor importância, convém referir o **toque final do tecido estampado**. O estampado não deve alterar o toque do tecido. No caso de estampados com pigmentos, em que se utilize um espessante de emulsão puro (com um teor em material seco nulo), este é eliminado por evaporação, ficando somente o ligante garantindo a fixação dos pigmentos ao substrato. O toque pode ser mais evidenciado no caso de tecidos finos ou de tecidos que requerem uma grande quantidade de pigmento, como é o caso de estampados claros sobre fundos escuros, situação que se verifica no presente trabalho [11].

2.6 Defeitos de Estamparia

Um defeito é uma falha que pode ocorrer durante o processo de estamparia, inutilizando o artigo estampado e diminuindo o seu valor comercial. Os defeitos podem ser consequência do processo de estamparia, como também podem ser resultantes de processos de tratamento aplicados ao substrato têxtil antecedentes à estamparia. Seguidamente são apresentados alguns dos defeitos mais usuais em estamparia [11]:

- ◆ Desacerto do desenho, que pode ser devido ao desacerto dos quadros;
- ◆ Ausência de estabilidade do artigo têxtil que se pretende estampar;

- ◆ Alimentação deficiente do tecido na máquina de estampar;
- ◆ Troca de cor, que pode ser devido a um descuido do operador ou devido a erros de informação;
- ◆ Deposição insuficiente de corantes em determinados locais do tecido a estampar, que poderá ter como origem:
 - Deficiente ou incompleta abertura do quadro, o que não permite a passagem de pasta para o artigo;
 - A racla deve ser bem escolhida, uma vez que a sua altura influencia muito a quantidade de pasta aplicada, e a sua passagem deve ser bem efectuada (sem pressão excessiva nem deficiente);
 - A velocidade de estampagem: se esta for demasiadamente rápida, irá diminuir o tempo de contacto com o artigo têxtil, o que influenciará na quantidade de pasta aplicada e vice-versa;
 - Se a racla estiver mal colocada ou for pouco aguçada, verifica-se a formação de uma película de corante que não passa para o tecido;
 - Ausência de deposição de corante que pode ser total, devido à existência de aglomerados ou partes de pasta não solubilizada (usual em estampagem com partículas metálicas de grandes dimensões);
 - A não adição de ureia ou de outros produtos higroscópicos pode levar a uma secagem prematura do ligante, originando o bloqueio dos quadros;
 - A falta de uniformidade de cor, pode ser resultado de falta de pasta de estampar. Esta deve ser adicionada continuamente até ao final do processo de estampagem. Outro factor que pode levar a este tipo de defeito é uma má hidrofiliabilidade do substrato têxtil, se esta for elevada, pode levar a um alastramento incontrolado das pastas de estampar antes da secagem e pela falta de nitidez dos desenhos. Também pode ser resultado de um tratamento prévio ineficaz;
 - O excesso de pasta pode levar ao aparecimento de “borrões”, ou contornos irregulares no desenho estampado.

Para além de todos os factores mencionados, ainda existe outro factor: a existência de matérias estranhas sobre o quadro de estampar pode levar ao aparecimento de defeitos típicos, como por exemplo: um grão de areia pode causar defeitos pontuais, de acordo para onde é arrastado pela racla, ou então, um bocado de algodão agarrado à racla poderá levar ao aparecimento de riscos ondulantes [11].

2.7 Normas *Oeko-Tex*[®]

A preocupação crescente por parte dos consumidores relativamente à presença de químicos perigosos nos produtos que consomem ou que usam no seu dia-a-dia, inclusive nos têxteis (vestuário, têxteis-lar, entre muitos outros), levou à criação na Europa das normas *Oeko-Tex*[®] no ano de 1992 [37].

2.7.1 O que é a *Oeko-Tex*[®] Standard 100?

A *Oeko-Tex*[®] Standard 100 é uma norma aplicável a todos os tipos de têxteis, ao longo de toda a cadeia de produção, desde as matérias-primas, produtos intermediários e produtos já prontos. O certificado é atribuído ao produto já acabado, sendo aplicado o rótulo *Confiança nos Têxteis - Testado para substâncias nocivas segundo a Oeko-Tex*[®] Standard 100 (Figura 11), podendo ser encontrado tanto no vestuário como nos têxteis-lar. Este garante ao consumidor que produto fabricado teve uma baixa utilização de produtos químicos, comparando com os métodos tradicionais, reduzindo assim os riscos para a saúde [37].



Figura 11. Rótulo a aplicar nos têxteis que obedecem às normas *Oeko-Tex*[®] [38]

Os critérios de teste são estabelecidos com base em parâmetros científicos, limitando e regulamentando a utilização de substâncias químicas perigosas nos têxteis. Fazem parte da lista de substâncias químicas nocivas (Anexo 1) os corantes cancerígenos, bem como substâncias regulamentadas como o formaldeído, metais pesados e ignífugos. São também incluídas substâncias que ainda não são proibidas ou regulamentadas por lei, mas que são reconhecidas como sendo prejudiciais à saúde, como estanho, compostos orgânicos, pesticidas e corantes que possam causar alergias [37].

A realização de testes laboratoriais é baseada na norma *Oeko-Tex*[®] Standard 200 [38]. É efectuada de acordo com o tipo de uso do produto têxtil, ou seja, se for um produto muito usado (que tem maior contacto com a pele), em especial em zonas mais sensíveis, mais exigentes são os requisitos ecológicos.

Assim, os produtos têxteis testados com sucesso podem ser distribuídos por quatro classes distintas [37]:

Produto de Classe I: inclui matérias têxteis e brinquedos para crianças e bebés até à idade de três anos e regulamenta o ensaio de produtos como roupa de cama, vestuário e pequenos brinquedos.

Produto de Classe II: inclui têxteis, que entram em contacto directo com a superfície da pele. Por exemplo, roupa interior, camisas, blusas, roupa de cama, etc.

Produto de Classe III: inclui têxteis que não é previsto entrar em contacto directo com a pele, ou que têm apenas uma pequena parte da sua superfície em contacto com a pele. Por exemplo, gabardines, casacos, etc.

Produto de Classe IV: inclui matérias têxteis usadas na decoração de mobiliário, como toalhas para mesas, cortinas, têxteis de parede e revestimentos de pavimentos.

No presente trabalho pretende-se que a laca obtida obedeça a estas normas, sobretudo no que diz respeito à inclusão de substâncias cancerígenas na sua formulação, como o chumbo, antimónio, entre muitas outras, podendo a listagem ser analisada com mais pormenor no Anexo 1.

O formaldeído é um dos compostos orgânicos voláteis (COV's) mais conhecido, pelas piores razões, uma vez que está associado a irritações da pele e das vias respiratórias, asma e a doenças como cancro de pulmão e leucemia [37]. Por esta razão a quantidade de formaldeído presente na pasta e libertado durante a sua preparação, não deverá ultrapassar a quantidade prevista nas normas *Oeko-Tex*[®] (Anexo 1).

3 Descrição Técnica e Discussão dos Resultados

Neste capítulo vai ser descrito o processo de preparação da laca para estamparia pigmentária. São apresentadas as cargas e os produtos auxiliares utilizados. É, também, feita uma apresentação do processo de estampagem e polimerização usados nos ensaios realizados durante este trabalho. Apresentar-se-ão os resultados referentes aos testes de solidez à lavagem e à fricção, realizados para a melhor formulação obtida.

3.1 Procedimento Experimental

Devido à existência de pigmentos e cargas, a preparação de uma laca divide-se em duas etapas: a moagem e o *letdown*. Na **moagem** é efectuada a dispersão e moagem das cargas e pigmentos, que são partículas sólidas, geralmente insolúveis no meio em que se encontram, e que por essa mesma razão têm de ser bem dispersas para evitar a formação de aglomerados que, conforme mencionado anteriormente, prejudicam a reflexão da luz, e por sua vez a opacidade desejada. O produto resultante da moagem é designado (internamente) por concentrado. Este, ou parte deste, entrará como produto na segunda fase designada por **letdown**, ao qual serão acrescentados os restantes produtos auxiliares, para fazer a laca propriamente dita [39].

A preparação do concentrado é iniciada, a baixa rotação, com a preparação de um pré-gel, onde é adicionado um espessante natural, água e amoníaco para espessar. De seguida é adicionado dispersante, co-solvente, anti-espuma, pigmento branco e cargas [39]. Após a adição de toda a quantidade de pigmento e cargas, aumenta-se a velocidade do dispersor (inicialmente a 1700 rpm) para 3000 rpm, iniciando a moagem propriamente dita, permanecendo assim durante cerca de 20 minutos. Esta velocidade permite obter um bom grau de dispersão e de moagem, que pode ser confirmado recorrendo ao uso de um grindómetro ou medidor de *Hegman* (Figura12a). A pasta é colocada na parte superior do mesmo, depois é arrastada usando um “raspador”, necessitando o filme de estar homogéneo (Figura 12b), ou seja, as partículas têm de ser do mesmo tamanho. Este permite verificar a granulometria da partícula sólida, visto ter uma escala de espessura.

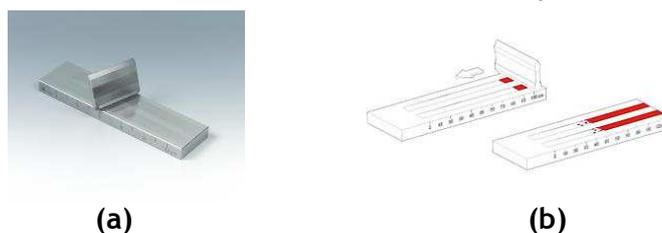


Figura 12. a) Grindómetro ou medidor de *Hegman*, b) representação esquemática do procedimento a usar para medir a granulometria da partícula sólida [40,41]

Caso a granulometria da partícula sólida se encontrar nos requisitos pretendidos, adiciona-se a quantidade de água prevista e ajusta-se a viscosidade adicionando um espessante. Caso contrário terá de ficar a moer durante mais algum tempo até se obter o resultado pretendido.

A formulação base dos concentrados realizados no presente desenvolvimento apresenta-se na Tabela 1.

Tabela 1. Formulação base para o concentrado

Produtos	Quantidade (g/kg)
Água	50,00
Espessante natural	1,00
Amoníaco	0,50
Dispersante	20,00
Anti-espuma	5,00
Co-solvente	50,00
Pigmento Branco	Variável
Cargas	Variável
Espessante	Variável
Água 1	Variável
Amoníaco	Variável
Água 2	Variável
TOTAL	1000,00

As quantidades de pigmento e cargas variam ao longo dos ensaios, e como as cargas utilizadas são de natureza diferente, podem absorver água de forma diferente, assim a água e o espessante são adicionados de acordo com a viscosidade pretendida. A distinção entre Água 1 e 2, deve-se ao fim a que se destina, a Água 1 é usada juntamente com o amoníaco para ajudar o espessante a “inchar”, e a Água 2 é o solvente presente, neste caso, no concentrado.

Após o concentrado estar preparado, passa-se à fase do *letdown*, que é quando se prepara a laca propriamente dita, sendo esta etapa realizada a baixa rotação. É adicionada uma percentagem de concentrado, resina, anti-espuma, co-solvente, fixador, molhante, espessante, água e amoníaco (visto o espessante só reagir em meio básico) e água.

Na Tabela 2 é apresentada a formulação base das lacas preparadas no presente trabalho, em que são apresentados os produtos adicionados e as respectivas quantidades.

Tabela 2. Formulação base para a laca a estampar

Produtos	Quantidade (g/kg)
Concentrado	300,00
Resina	Variável
Anti-espuma	5,00
Co-solvente	50,00
Fixador	15,00
Molhante	25,00
Espessante	Variável
Água 1	Variável
Amoníaco	Variável
Água 2	Variável
TOTAL	1000,00

A quantidade de resina pode ser determinada de acordo com o tipo de laca que se pretende, mate ou brilhante, ou seja, de acordo com a concentração de pigmento em volume (PVC - *Pigment Volume Concentration*) e por sua vez de acordo com volume de pigmento utilizado no concentrado, conforme será apresentado mais adiante.

O pH da laca deve ser ajustado de modo a encontrar-se entre 8-9. Assim como no concentrado, a quantidade de espessante e a água devem ser adicionados de acordo com a viscosidade da laca pretendida. Por esta razão a viscosidade é controlada à medida que a laca vai sendo preparada. A viscosidade cinemática é medida num viscosímetro de *Brookfield* (Figura 13).



Figura 13. Viscosímetro de *Brookfield* [42]

A viscosidade deve encontrar-se entre os $30-40 \times 10^3$ mPa·s, de acordo especificação da laca que se pretende obter.

A estampagem de teste é efectuada em duas cores: branco (laca sem pigmento) e vermelho (pigmentada), sendo a quantidade a adicionar 50g/kg. Este último permite verificar o rendimento colorístico da laca. Não existe nenhuma norma que determine o uso desta cor para efectuar o teste, no entanto internamente usa-se o vermelho, porque geralmente é uma cor problemática.

A estampagem é efectuada manualmente num quadro plano com um caixilho de madeira/metal, possuindo uma tela de poliéster, com dois rectângulos com iguais dimensões usados para efectuar ensaios comparativos. O carrossel disponível para efectuar a estampagem possui várias paletes, onde é aplicada cola permanente, sobre a qual é colocada a malha tingida de preto, conforme é apresentado na Figura 14.



Figura 14. Carrossel usado para estamparia a peça

Uma vez que é efectuada uma estampagem simples e outra dupla, é necessário prender o quadro em cima para evitar que se desloque, para evitar o desacerto dos quadros. Em seguida a pasta por pigmentar e pigmentada são colocadas no topo superior de cada uma dos rectângulos (Figura 15). Sendo depois efectuada a estampagem simples (quatro passagens, duas séries de movimentos descendentes e ascendentes) e a dupla (repete-se o movimento anterior duas vezes mas com pré-secagem após as primeiras quatro passagens).

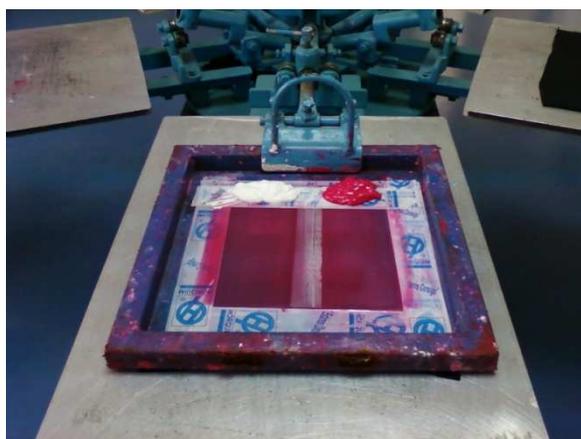


Figura 15. Quadro pronto para estampar

Levanta-se o quadro e leva-se a malha estampada a polimerizar na estufa que se encontra a aproximadamente 150°C, permanecendo dentro desta durante cerca de 5 minutos.

Segue-se a avaliação da qualidade do estampado. São analisados factores como: cobertura, rendimento colorístico, grau de branco e toque. Como os parâmetros a avaliar são muito subjectivos, isto é, dependem da pessoa que está a analisar as amostras, foi criada uma tabela durante o estágio para facilitar esta tarefa (Tabela 3).

Tabela 3. Escala para avaliação da qualidade do estampado

Cobertura / Rendimento Colorístico / Grau de Branco / Toque
1 - mau
2 - insatisfatório
3 - satisfatório
4 - bom
5 - muito bom

3.2 Formulações das lacas e principais resultados

3.2.1 Laca Padrão

A laca padrão (Figura 16) é uma laca mate (sem brilho) e “mórbida”. Este termo vem do italiano *ammorbidente*, que significa amaciador, dando ênfase ao facto da laca ser macia. Por esta razão, é conhecida por ter pouco toque e usa-se para imitar corrosão, sendo por vezes designada por “laca de falsa corrosão”.

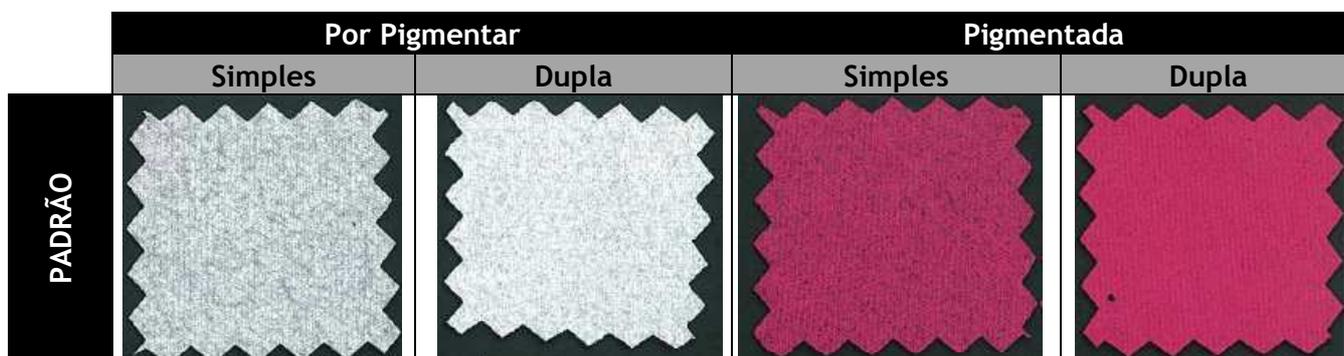


Figura 16. Amostra do estampado da laca padrão

A avaliação da laca padrão quanto à qualidade do estampado está resumida na Tabela 4.

Tabela 4. Avaliação da qualidade do estampado da laca padrão

	Grau de Cobertura	Rendimento Colorístico	Grau de Branco	Toque da Malha
Simples	3	4	4	3
Dupla	5	4	4	4

3.2.2 Escolha dos Produtos a Adicionar

Antes de efectuar o primeiro ensaio foi efectuada pesquisa no sentido de escolher a melhor formulação, bem como os produtos a adicionar.

Para a dispersão dos pigmentos/cargas foi escolhido um ácido policarboxílico (dispersante), que possui excelente performance. O anti-espuma e o espessante foram escolhidos em função do dispersante (para não haver incompatibilidades). As quantidades foram utilizadas de acordo com o indicado na literatura. O co-solvente, que tem como função ajudar na molhagem das partículas sólidas, facilitando a moagem e a formação de filme, é um diálcool.

Relativamente às lacas têxteis, não existem valores que as caracterizem quanto ao seu brilho e, conseqüentemente, não há forma de calcular a quantidade de resina a adicionar de acordo com o tipo de laca pretendida. Assim, os cálculos efectuados para esse fim foram baseados nos usados para tintas, tendo desta forma um valor referência.

Conforme se pode observar na Figura 17, para uma tinta mate, a concentração mínima de pigmento em volume ronda os 50%. Este será o valor a usar no caso da laca mate pretendida [39].

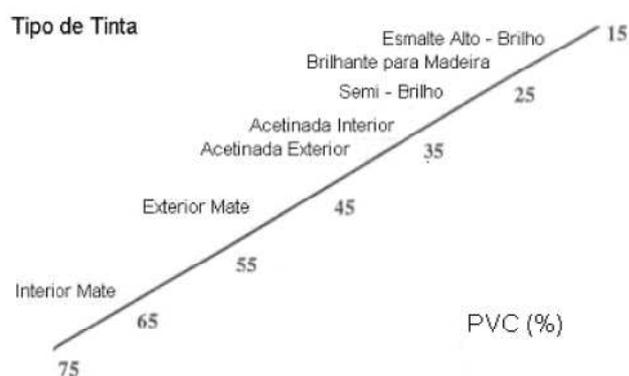


Figura 17. Variação da concentração de pigmento em volume (PVC) de acordo com o tipo de tinta pretendida [39]

Sabendo que concentração de pigmento em volume (PVC) é a relação entre o volume de pigmento e o volume total de substâncias sólidas presentes na formulação, tem-se que [39]:

$$PVC = \frac{V_{pigmento} (cm^3)}{V_{Substâncias\ não\ voláteis} (cm^3)} \times 100 = \frac{V_{pigmento}}{V_{pigmento} + V_{veículo\ sólido}} \times 100$$

É possível determinar o volume de pigmento sabendo a massa a usar na laca e a sua densidade.

$$\rho = \frac{m}{V} \leftrightarrow V_{pigmento} = \frac{500}{4} = 125 \text{ cm}^3$$

Sendo o PVC desejado de 50, é possível calcular a quantidade de resina a utilizar.

$$50 = \frac{125}{125 + V_{veículo sólido}} \times 100 \leftrightarrow V_{veículo sólido} = 122,5 \text{ cm}^3$$

É preciso saber a quantidade em massa a adicionar, sendo a densidade da resina escolhida (uma resina acrílica, que é a mais usada na área têxtil) 1,06 kg/dm³, a massa de resina será:

$$\rho = \frac{m}{V} \leftrightarrow 1,06 = \frac{m}{122,5 \times 10^{-3}} \leftrightarrow m = 0,12985 \text{ kg} = 129,85 \text{ g}$$

No entanto com se trata de uma resina com cerca de 50% de sólidos, a quantidade total de resina a adicionar terá de ser aproximadamente o dobro. Sendo então:

$$m_{resina} = \frac{129,85}{0,50} = 259,70 \text{ g}$$

A escolha das cargas utilizadas durante o desenvolvimento da laca têxtil foi efectuada de acordo com a literatura [18] e com as que existiam em stock, tendo sido algumas adquiridas pela empresa para o propósito. A natureza das cargas utilizadas é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Cargas utilizadas durante o desenvolvimento do produto

CARGAS	NATUREZA
A	Carbonato de Cálcio
B	Aluminossilicato
C	Silicato
D	Caulino
E	Barita
F	Silicato
G	Caulino Calcinado
H	Silicato

3.2.3 Estudo da Cobertura e Rendimento Colorístico

Como existem muitos parâmetros a avaliar, numa primeira fase apenas se avaliou os resultados em termos de cobertura e rendimento colorístico. Quanto ao grau de branco, este é sempre satisfatório/bom, uma vez que o pigmento usado confere essa característica aos estampados.

◆ **50% DE SÓLIDOS NO CONCENTRADO**

O primeiro ensaio foi realizado de forma a verificar o que se necessitava para se obter os resultados pretendidos. Após alguma pesquisa bibliográfica avançou-se para um teor de sólidos de 50%. Desta forma verificar-se-ia se esta quantidade seria suficiente.

O primeiro ensaio foi efectuado apenas com pigmento branco, de modo a tentar perceber qual a cobertura do mesmo. As formulações do concentrado e da laca podem ser analisadas no Anexo 2.

O resultado obtido não foi satisfatório em termos de cobertura e de rendimento colorístico, conforme pode ser observado na Figura 18.



Figura 18. Amostra do estampado da laca obtida para a Formulação 1

De seguida, o procedimento adoptado foi introduzir cargas no concentrado, continuando este a possuir cerca de 50% de sólidos, sendo metade pigmento branco e a outra metade a nova carga introduzida a cada ensaio. Dos concentrados 2 ao 6 foi adicionada em cada um, uma carga nova, conforme pode ser observado na matriz representada na Figura 19.

		SÓLIDOS					
		Pigmento Branco	Carga A	Carga B	Carga C	Carga D	Carga E
CONCENTRADOS	1	X					
	2	X	X				
	3	X		X			
	4	X			X		
	5	X				X	
	6	X					X

Figura 19. Sólidos adicionados nos concentrados 1-6

As lacas resultantes do uso destes concentrados tiveram exactamente a mesma formulação, com excepção das formulações 5 e 8, sendo os resultados obtidos pouco satisfatórios quanto à cobertura e ao rendimento colorístico (semelhantes aos obtidos para a Formulação 1). Relativamente às formulações 5 e 8, aumentou-se a percentagem de

concentrado (comparativamente com a 3 e a 7). Verificou-se uma evolução em termos de cobertura no caso da Formulação 5, facto que poderá ter sido devido ao aumento da viscosidade, e ligeira no caso da 8. Na formulação 5, alterou-se o espessante para tornar o espessamento mais rápido, tendo sempre precaução pois pode espessar demais. As formulações dos concentrados 1-6 e das lacas 1-8 podem ser analisadas no Anexo 2, onde também pode ser analisada a qualidade do estampado.

◆ 60% DE SÓLIDOS NO CONCENTRADO

Numa fase seguinte, decidiu aumentar-se para 60 a percentagem de sólidos no concentrado, de modo a tentar melhorar o poder de cobertura. Numa primeira fase, foram repetidas algumas formulações de concentrados anteriores (mantendo a formulação da laca) passando a quantidade total de sólidos de 50 a 60%, em que 20% é pigmento e o restante é carga. Por exemplo, o Concentrado 7 tem a mesma formulação que o 5, com excepção da quantidade de cargas que passa a ser cerca de 20% de pigmento e 40% de Carga D, conforme pode ser analisado na Tabela 6.

Tabela 6. Comparação da quantidade de sólidos adicionados aos concentrados 5 e 7

Produtos	Quantidade (g/kg)	
	Concentrado 5	Concentrado 7
Água	49,97	46,47
Espessante Natural	1,00	0,93
Amoníaco	0,50	0,46
Dispersante 1	19,99	18,59
Anti-espuma 1	5,00	4,65
Co-solvente	49,97	46,47
Pigmento	249,84	185,89
Carga D	249,84	371,79
Espessante 1	36,26	22,52
Água	36,26	22,54
Amoníaco	1,60	0,80
Água	299,80	278,84
TOTAL	1000,00	1000,00

As formulações da laca 6 e 9, que usaram respectivamente os concentrados 5 e 7, são praticamente iguais. O que se verifica, neste caso, é que não houve melhorias ao aumentar a percentagem de cargas, conforme se pode observar na Figura 20.

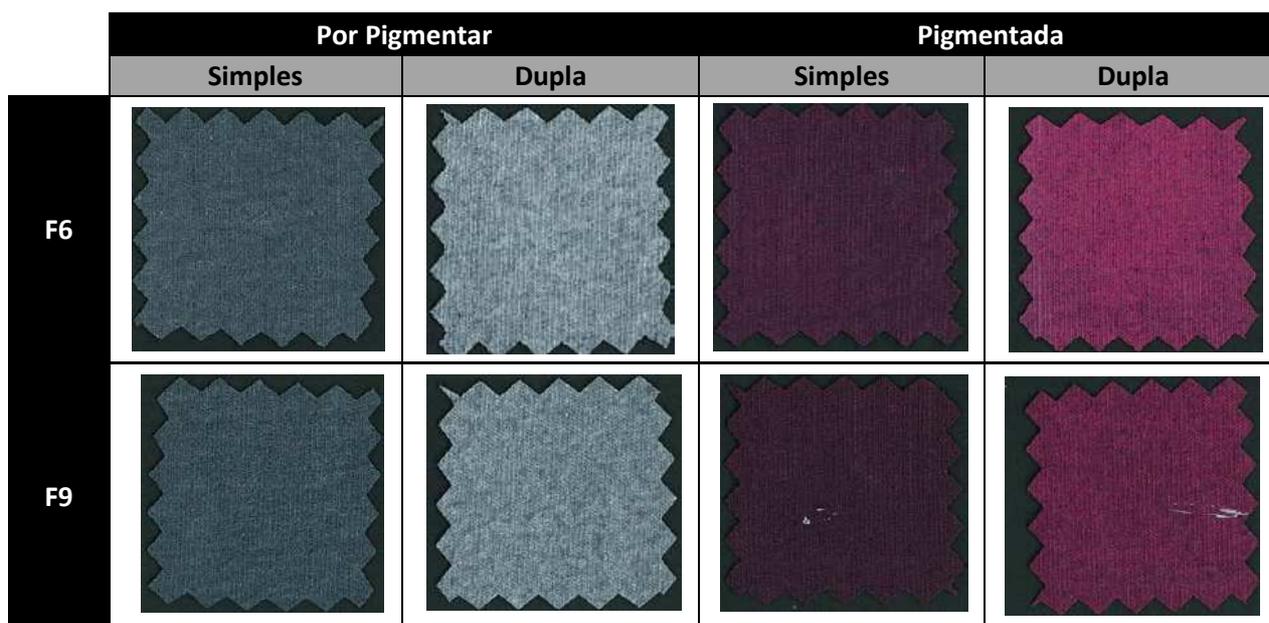


Figura 20. Amostras do estampado das lacas obtidas para as formulações 6 e 9

Seguiu-se a tentativa de misturar mais uma carga, passando o concentrado a ter pigmento e duas cargas (cerca de 20% de cada). Ao efectuar-se a adição da segunda carga ao concentrado, o que se verificou é que o rendimento colorístico apresentou algumas melhorias, diminuindo ligeiramente o tom rosa até então apresentado, sendo o melhor resultado obtido para a Formulação 16, cujo concentrado é o 11, constituído por Pigmento, Carga B e Carga D. Na Figura 21 são apresentadas as amostras obtidas para as formulações (F14 e F16) obtidas usando os concentrados com a estrutura anteriormente mencionada.



Figura 21. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 14 e 16

Sempre que foi adicionada uma nova carga o procedimento foi começar por adicionar 20% de pigmento e 40% da nova carga, para perceber quais as características que poderia fornecer à laca, seguindo-se uma mistura com pigmento e duas cargas, para tentar melhorar a cobertura e rendimento colorístico.

A Carga F adicionada no concentrado 10 (usado na Formulação 15) apresentou um resultado sensivelmente melhor em termos de rendimento colorístico e de cobertura, conforme ser observado na Figura 22.

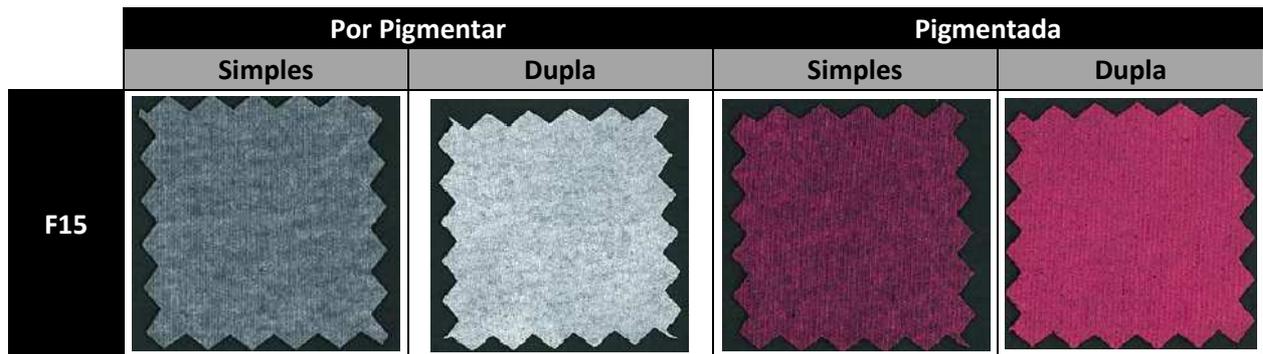


Figura 22. Amostras do estampado da laca obtida para a Formulação 15

Com o intuito de verificar qual a cobertura da Mistura 1, foi preparado um concentrado igual ao 10, no entanto a quantidade de pigmento foi trocada por uma combinação de um pigmento e uma carga, que permite obter resultados satisfatórios, que daqui em diante será denominada Mistura 1, sendo este o Concentrado 12, Formulação 17. As respectivas formulações podem ser analisadas no Anexo 2. O rendimento colorístico é muito bom, obtém-se um bom vermelho, no entanto apresenta pouca cobertura.

Como a Mistura 1 conferiu uma tonalidade desejável, e como o Concentrado 10 (Formulação 15) ofereceu um bom grau de cobertura, decidiu-se no concentrado 13 (Formulação 18) substituir metade da quantidade de pigmento pela Mistura 1. Como seria de esperar, a pasta pigmentada ficou mais rosa e ganhou cobertura devido à adição do pigmento branco. Os resultados são apresentados na Figura 23.

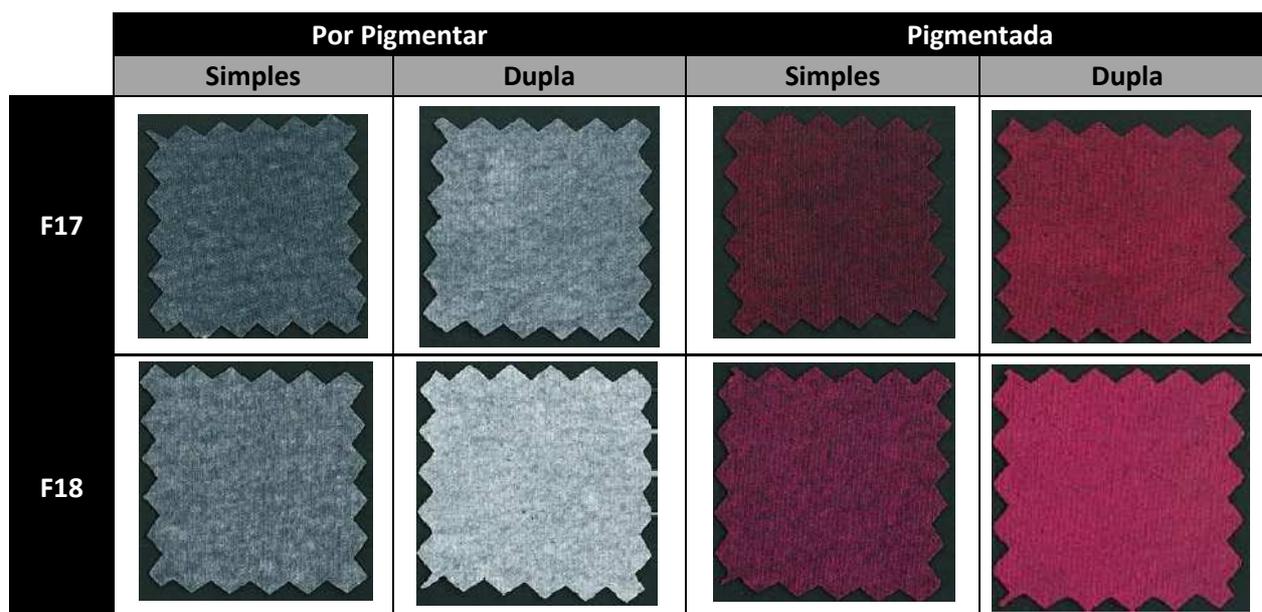


Figura 23. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 17 e 18

Nos concentrados 14 a 19 tentou efectuar-se outro tipo de misturas, tendo sido experimentadas mais duas cargas novas (concentrados 16 e 18), tentando obter-se um bom compromisso entre a cobertura e o rendimento colorístico, tendo-se obtido melhores resultados em termos de cobertura numas formulações, e noutras em termos de cobertura, conforme é possível analisar na Figura 24 e Figura 25.

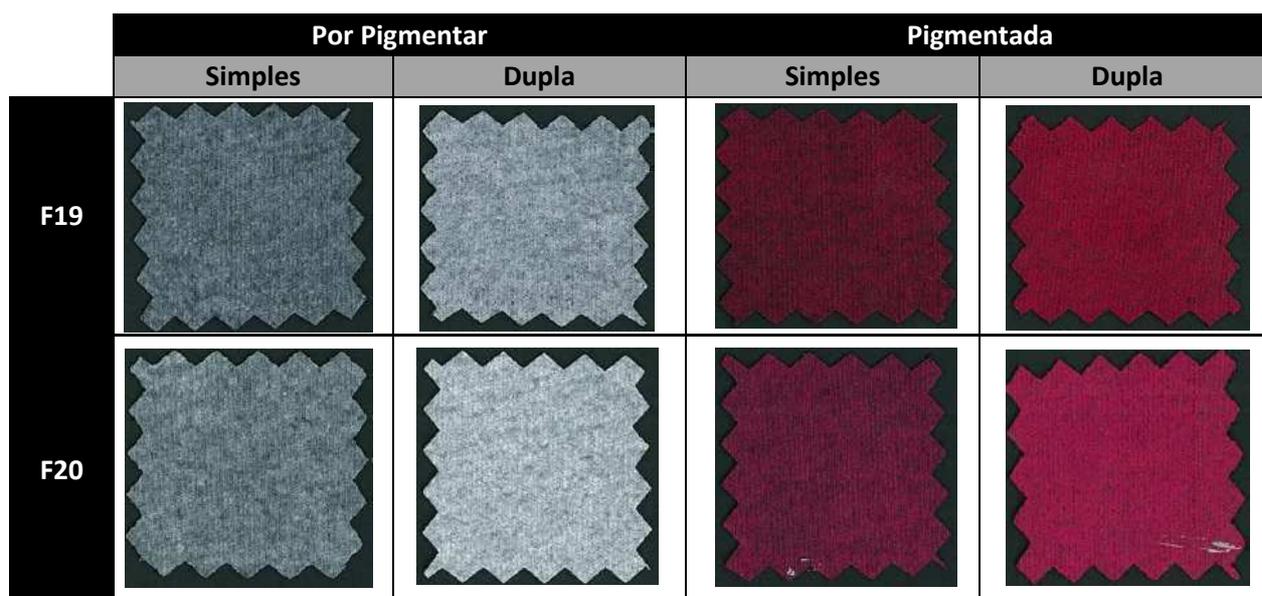


Figura 24. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 19 e 20

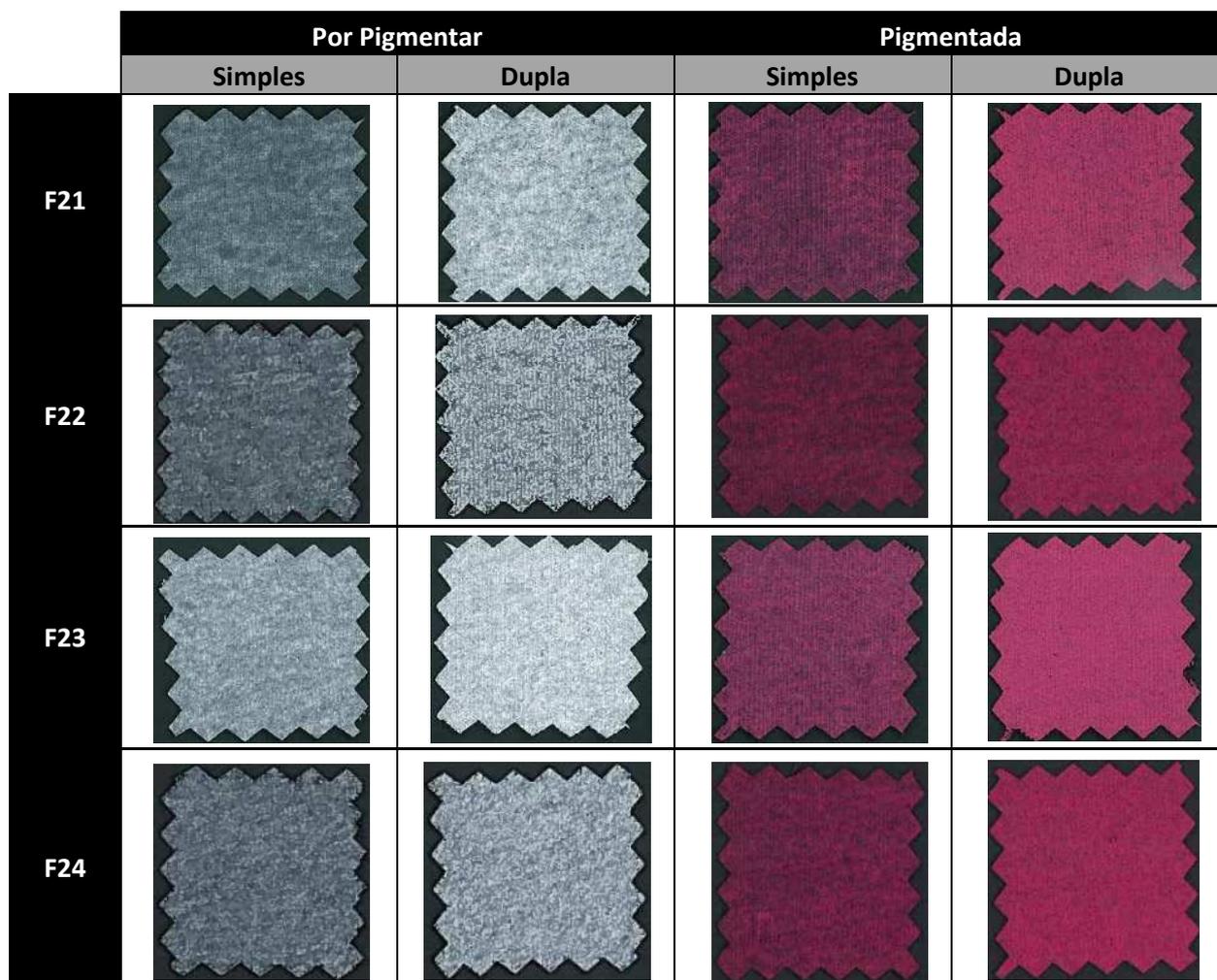


Figura 25. Amostras do estampado das lacas obtidas para as formulações 21-24

◆ 75% DE SÓLIDOS NO CONCENTRADO

De acordo com a pesquisa efectuada, tendo 200g de pigmento no concentrado, se metade desta quantidade for substituída por cerca de 100 g e 250 de Mistura 1, obter-se-ia a mesma cobertura. Assim, com o intuito de diminuir à quantidade de pigmento, mantendo a cobertura, foi efectuada esta alteração, diminuiu-se para cerca de metade a quantidade de pigmento e substituiu-se por Mistura 1 na proporção 1 de para 2,5, passando agora o concentrado a ter cerca de 75% de sólidos. O concentrado 20 é um exemplo desta alteração, comparativamente com o 11 (Tabela 7). De salientar que esta formulação não precisa de espessante uma vez que a Carga B absorve muita água.

Tabela 7. Formulações dos concentrados 11 e 20

Produtos	Quantidade (g/kg)	
	Concentrado 11	Concentrado 20
Água	49,19	40,66
Espressante Natural	0,98	0,81
Amoníaco	0,49	0,41
Dispersante 1	29,51	24,40
Anti-espuma 1	4,92	4,07
Co-solvente	49,19	40,66
Pigmento	196,75	81,32
Carga B	196,75	162,65
Carga D	196,75	162,65
Mistura 1	---	203,31
Água	275,45	279,06
TOTAL	1000,00	1000,00

Apesar de teoricamente a quantidade de sólidos devesse ser de cerca de 75%, isto não se verificou de acordo com a Tabela 7. Isto porque as cargas utilizadas, conforme mencionado anteriormente, absorvem água de forma diferente, assim a quantidade de água adicionada não foi igual para todas as formulações. De acordo com a água adicionada, a concentração de sólidos baixou, acabando pelos concentrados não possuírem 75% de sólidos, mas uma quantidade inferior.

Foi preparada uma laca a partir do concentrado 20 (F25) com mais 50% de concentrado do que as formulações anteriores, aumentando a percentagem de cargas na laca, e diminuindo à quantidade de água, que também ajuda a perder cobertura, obtendo-se assim um resultado bastante melhor, como se pode constatar na Figura 26 (comparação entre a formulação que usa o Concentrado 11 - F16 e a Formulação 25).

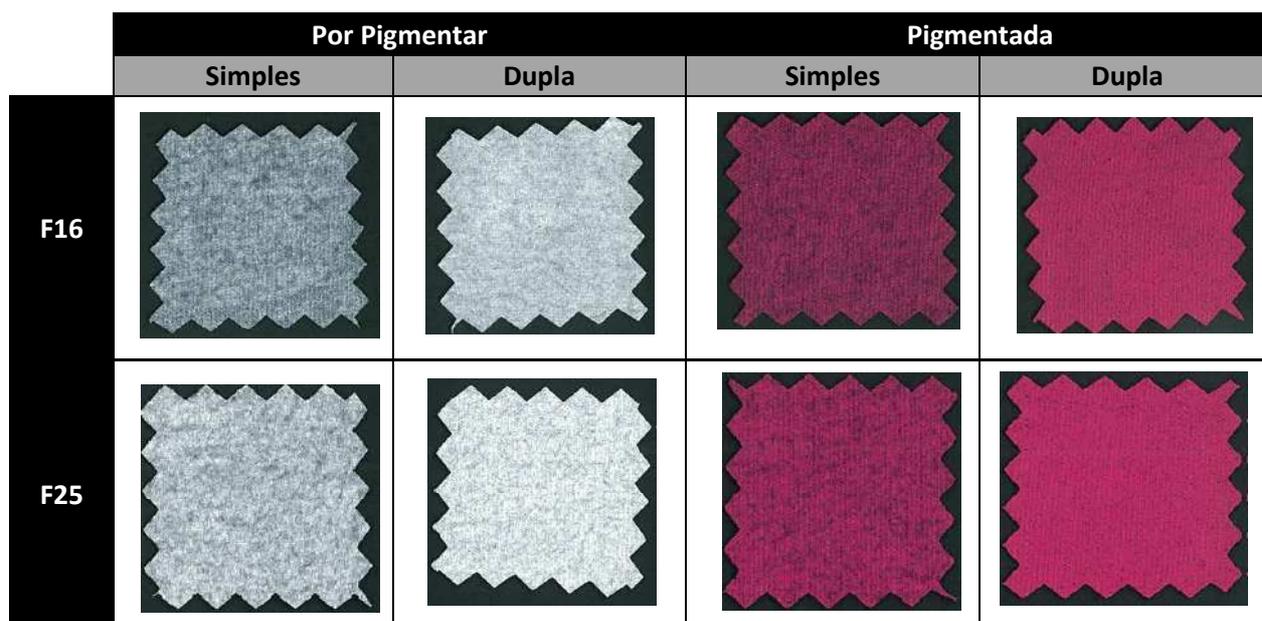


Figura 26. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 16 e 25

Seguiu-se um procedimento igual para o Concentrado 21, mas ao invés da Carga D, foi usada a F, sendo que neste caso a quantidade de Mistura 1 não foi 250 g, mas sim 238 g, isto porque era a quantidade que restava da amostra que havia sido cedida, uma vez que ocorreu um percalço e perdeu-se uma pequena parte da amostra destinada a adicionar, não havendo já forma de alterar a formulação (já haviam sido adicionados todos os componentes). A formulação da laca (F26) é igual à anterior. O resultado obtido foi muito semelhante ao da Formulação 25, sendo o rendimento colorístico ligeiramente melhor (Figura 27). Foi a partir desta formulação que foram efectuados os estudos seguintes.

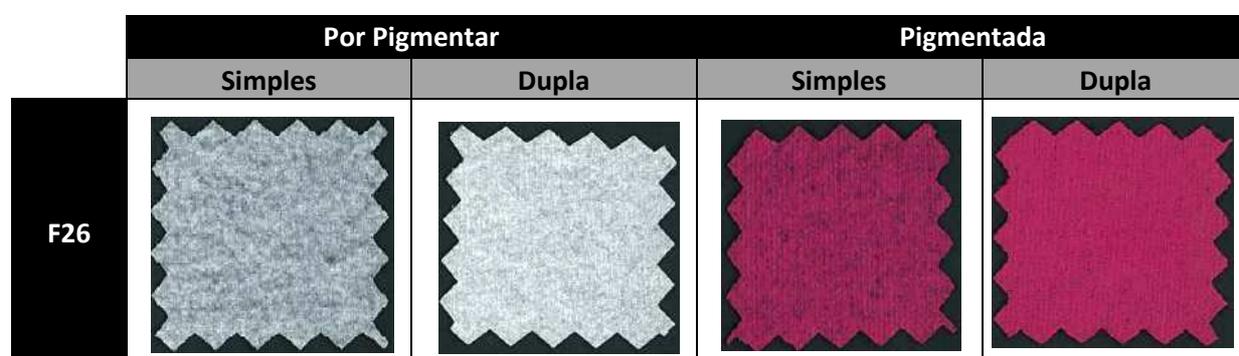


Figura 27. Amostras do estampado da laca obtida para a Formulação 26

3.2.4 Estudo do Toque

A etapa que se seguiu teve como objectivo tentar melhorar o toque do estampado obtido com a Formulação 26.

Começou por alterar-se a resina, em que na Formulação 27 foi usada uma resina de poliuretano (Resina 2) que, devido à fraca solidez, só pode substituir até 25% da acrílica. Foi também adicionado um amaciador de silicone (Amaciador 1), que pode ser adicionado entre 50-75 g/kg. O toque e a cobertura melhoraram ligeiramente, mantendo-se o rendimento colorístico igual.

Na Formulação 28 aumentou-se 50% à quantidade de resina na laca, usando as duas resinas adicionadas à formulação anterior, com a mesma proporção, tendo sido adicionado na mesma o amaciador.

Seguiu-se o ensaio 29, que diferiu do anterior somente no tipo de resina adicionada, que foi de poliuretano (Resina 3) (diferente da usada nos ensaios anteriores). Os resultados obtidos na estampagem dupla não apresentaram melhorias, no entanto na estampagem simples, foram verificadas melhorias relativamente à cobertura, havendo um decréscimo do rendimento colorístico. No Anexo 2, Tabela A.2 9, são apresentadas as formulações das lacas usadas para este estudo relativo ao melhoramento de toque, sendo os estampados obtidos em cada uma das formulações apresentados na Figura 28.

O Concentrado 23 é uma repetição do 21, sendo a Formulação 31 igual à 29, mas com a quantidade correcta de Mistura 1, isto é 250 g. O resultado obtido foi igual aos anteriores, como seria de esperar. As formulações 31 e 32 foram preparadas a partir do mesmo concentrado (23), diferindo apenas no amaciador que, apesar de serem os dois de silicone, são de tipos diferentes. O resultado apresentou melhorias significativas em termos de cobertura e de toque, sendo este o melhor resultado obtido, conforme se pode constatar na Figura 29.

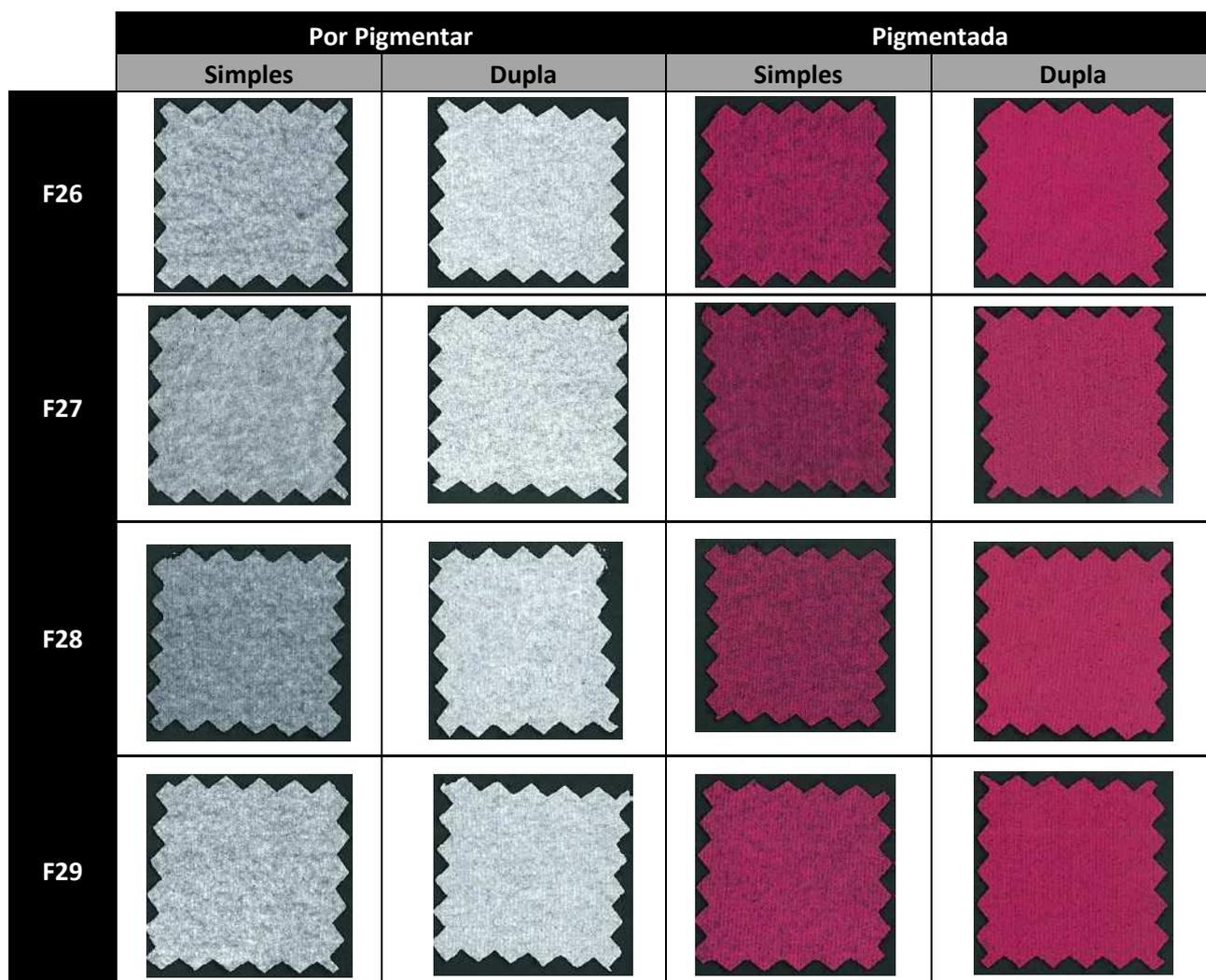


Figura 28. Amostras do estampado da laca obtida para as formulações 26 a 29

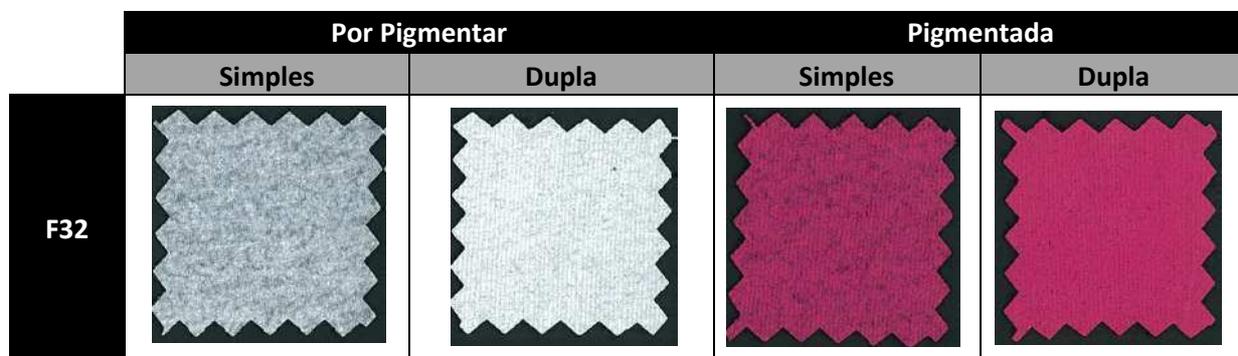


Figura 29. Amostras do estampado da laca obtida para a Formulação 32

◆ ESTUDO PARA MELHORAR A DISPERSÃO

Enquanto que a estampagem dupla apresenta bons resultados, a simples não. Assim foi efectuado um estudo no sentido de tentar melhorar a dispersão. Para tal foram usadas misturas de resinas (formulações 33 e 34 - Anexo 2), mas sem resultados satisfatórios. Tentou-se substituir uma parte do pigmento pela Carga E (Concentrado 24), no entanto o estampado não apresentou melhorias.

No concentrado 25 foi usado um tensoactivo para ajudar na molhagem das partículas sólidas e ajudar na dispersão das mesmas, para ver se se obtinha um melhor resultado na primeira estampagem, o que não se verificou.

Seguiu-se a preparação de um concentrado (26) em que foi adicionado outro dispersante (poliéter modificado) para ver se melhorava a dispersão. Como o resultado obtido não foi positivo, fez-se uma pós-adição de um amaciador (F37.1) cuja constituição é à base de ceras de polietileno, mantendo-se o estampado igual.

Nos concentrados 27 e 28 foram adicionados outros dispersantes, e até misturas dos mesmos (Anexo 2), não sendo verificada nenhuma melhoria.

Assim, a melhor formulação obtida foi a Formulação 32.

◆ PRODUÇÃO PILOTO

Após se ter um resultado aparentemente satisfatório, foi feita uma produção piloto em laboratório (5 kg) de forma a ser testado em produção.

A laca obtida na produção piloto foi estampada no laboratório, processo efectuado manualmente. O resultado obtido pode ser analisado na Figura30.

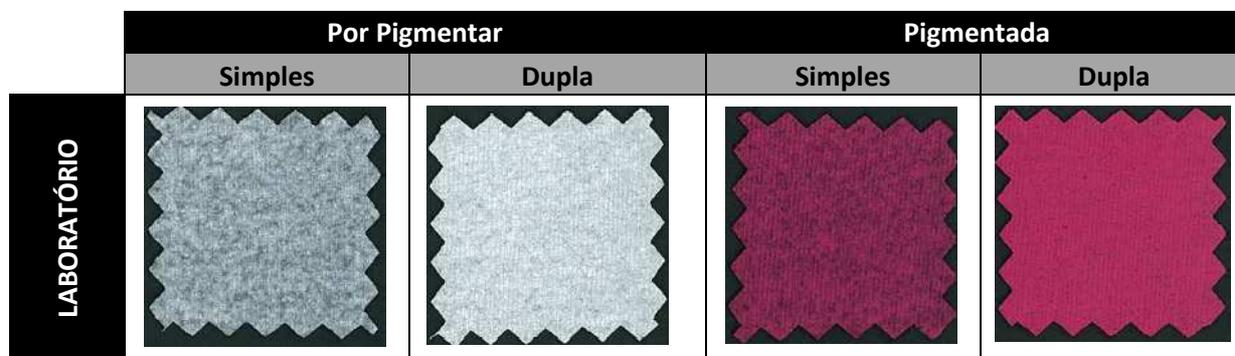


Figura 30. Amostras do estampado da laca obtida na produção piloto no laboratório

Após o ensaio em laboratório foi efectuado um ensaio em produção, tendo-se obtido resultados sensivelmente diferentes visto tratar-se de máquina automática (Figura 31). No entanto, embora a laca não apresentasse o poder de cobertura desejado, não aparentava qualquer problema de estampabilidade, ou seja, não houve interrupção de quadros.



Figura 31. Amostras do estampado da laca obtida na produção piloto em produção

Assim, como o resultado final ficou ligeiramente aquém relativamente ao padrão, quanto a rendimento colorístico e cobertura, sendo o toque muito semelhante ao do padrão, decidiu-se não enviar a amostra para a entidade competente para ser avaliada quanto à aprovação de acordo com as normas *Oeko-Tex*[®]. Ainda assim, foi efectuado um estudo relativo aos custos de produção da laca, conforme pode ser analisado no Anexo 6.

3.3 Testes de solidez à fricção e solidez à lavagem

Os testes de solidez à fricção foram realizados no *Crockmeter*. O procedimento adoptado para realizar estes testes é apresentado no Anexo 4. Este avalia a solidez à fricção a seco e a húmido comparativamente com uma escala de cinzentos de acordo com a norma ISO 105 A03, sendo feita uma breve apresentação à escala de cinzentos e sua utilização no Anexo 5 [43].

Em termos práticos, as avaliações são efectuadas numericamente, e contabilizam o grau de manchamento/contraste observado (Figura 32), em que:

- 1,2 - corresponde a um mau resultado;
- 3 - aceitável;
- 4,5 - bom [43].

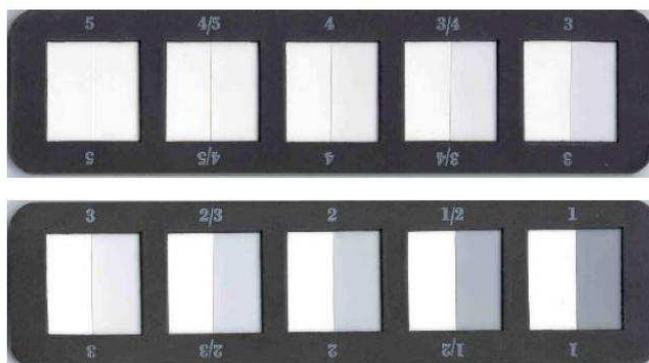


Figura 32. Representação da escala de cinzentos para avaliação da solidez à fricção [44]

Os resultados obtidos são apresentados na Figura 33.

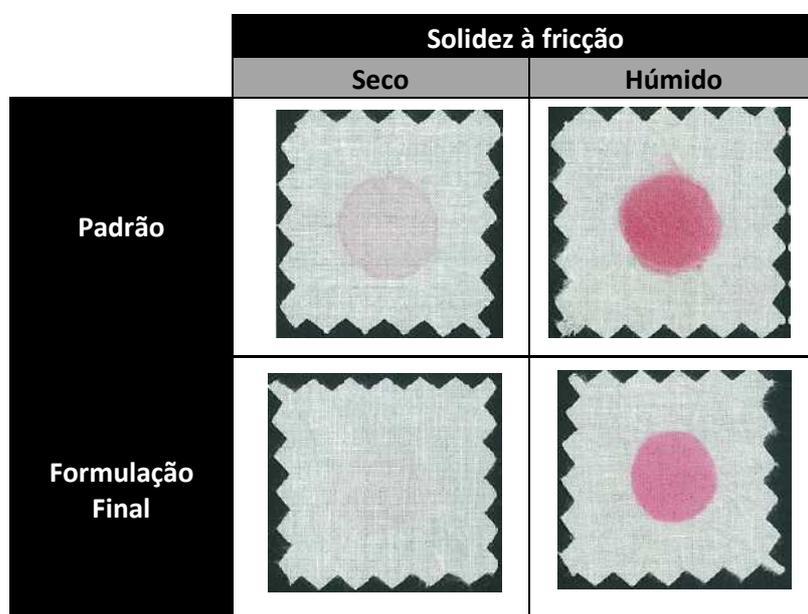


Figura 33. Amostras obtidas nos testes de solidez à fricção

Pode constatar-se que a formulação obtida tem melhores resultados comparativamente ao padrão em termos de solidez à fricção a seco, não havendo quase transferência de cor para o tecido testemunho, tendo-se atribuído valores de 4/5 e 3/4, respectivamente. Quanto à fricção a húmido o resultado é ligeiramente melhor, mas não tão bom como se desejaria, tendo sido atribuído um valor de 1/2 para a formulação obtida e 1 para o padrão. Na tabela 13 é apresentado de forma resumida os resultados obtidos.

Tabela 13. Valores atribuídos aos ensaios de acordo com a escala de cinzentos

		Solidez à fricção		
		Seco	Húmido	
Padrão	Formulação Final		3/4	1
	Formulação Final		4/5	1/2

Pode, então, constatar-se que a laca da formulação final apresenta melhores resultados do que a laca padrão neste parâmetro específico.

Relativamente aos testes de solidez à lavagem foram efectuados a 40°C, sendo apresentados os resultados referentes à 1ª, 3ª e 5ª lavagem. A escala usada para a avaliação da qualidade dos estampados foi a mesma que já havia sido usada anteriormente, mas agora aplicada ao grau de solidez à lavagem de cada amostra obtida durante o processo.

Na tabela 14 é apresentada a avaliação da solidez do estampado para as lavagens 1, 3 e 5, para a estampagem simples e dupla, do padrão e da formulação final, respectivamente.

Tabela 14. Avaliação de solidez à lavagem

		Solidez à lavagem		
		1ª Lavagem	3ª Lavagem	5ª Lavagem
Padrão	SIMPLES	5	3	1
	DUPLA	5	2	2
Formulação Final	SIMPLES	5	4	3
	DUPLA	5	4	4

Os resultados dos testes de solidez à lavagem são apresentados no Anexo 3, sendo incluída uma amostra de cada um dos originais, isto é, antes de qualquer lavagem.

O que se verifica é que a formulação final tem maior solidez à lavagem, quer na estampagem simples quer na dupla, mantendo um filme com boa qualidade ao longo das lavagens. A laca padrão forma um filme que tem tendência a partir, piorando à medida que é submetido a mais lavagens.

4 Conclusões

O trabalho realizado permitiu desenvolver uma laca para estamperia pigmentária para ser aplicada em fundos tingidos com cores escuras. Foram usados pigmentos e várias cargas, de diversas naturezas, de modo a tentar conferir opacidade às pastas de estampar, para poderem ser usadas sobre fundos escuros, tentando obter resultados semelhantes à pasta padrão. Muitas mais haveria para experimentar, mas trata-se de um período muito curto para o desenvolvimento de um produto de raiz, sobre o qual não existem grandes estudos efectuados. Apesar do resultado obtido não ser igual ao da laca padrão, este trabalho permitiu tirar algumas conclusões, que permitirão prosseguir uma posterior investigação.

Assim é possível concluir que a formulação que apresentou melhores resultados foi a 32, cujo Concentrado é o 23, que possui Pigmento, Mistura 1, Carga B e Carga F, tendo sido o melhor resultado obtido com uma resina de poliuretano (Resina 3) e amaciador de silicone (Amaciador 2). A laca obtida obteve resultados aceitáveis. Esta laca obteve melhores resultados do que o padrão nos testes de solidez efectuados, tanto nos de fricção (a seco e a húmido), como nos de lavagem, apresentando por isso vantagem. Relativamente à sua reprodutibilidade e uso em produção há ajustes a serem efectuados, visto a Formulação 32 e a laca obtida em produção (quando se produziram os 5 kg) apresentarem resultados ligeiramente diferentes. O ensaio efectuado na empresa seleccionada, para verificar como é que a laca se comportava em produção, demonstrou que se trata de uma laca que tem boas características de trabalho, boa estampabilidade, uma vez que não interrompe os quadros, no entanto a cobertura diferiu da obtida fase experimental, o que seria de esperar, uma vez que as condições experimentais são diferentes.

Assim, de acordo com os resultados obtidos, decidiu-se não enviar a amostra para a entidade competente para ser avaliada quanto à aprovação de acordo com as normas *Oeko-Tex*[®]. Embora os resultados obtidos tenham ficado ligeiramente diferentes da laca padrão, foi efectuado um estudo relativo aos custos de produção da laca, mostrando que a substituição da laca padrão seria inviável, uma vez que o preço obtido é superior e as vantagens apresentadas não são suficientes para compensar o custo adicional.

5 Avaliação do Trabalho Realizado

5.1 Objectivos Realizados

Neste trabalho foi obtida uma laca para estampar sobre fundos tingidos. Foram experimentadas diversas cargas até se conseguir um resultado satisfatório, no entanto a laca obtida fica ligeiramente aquém das características pretendidas para a mesma, de acordo com o padrão, apresentando melhores resultados em termos de solidez à lavagem e à fricção a seco.

Foi efectuada uma produção piloto de 5kg, em laboratório, sendo esta testada em produção (numa estamperia). Não se sabe se a laca preparada obedece às normas *Oeko-Tex*[®], uma vez que não foi realizado o devido teste sobre o artigo estampado.

5.2 Limitações e Trabalho Futuro

Durante este trabalho surgiram algumas limitações nomeadamente relacionadas com entrega de cargas (Carga B no início do trabalho e Mistura 1, mais para o meio/fim do mesmo). Outra limitação, sendo esta a mais importante, foi o tempo que demorou cada ensaio completo, limitando assim o trabalho em termos de tempo para experimentar outras cargas, que poderiam ter permitido obter melhores resultados, necessitando o tempo de projecto ser mais extenso.

Para trabalhos futuros, sugere-se que se façam outro tipo de misturas com as cargas utilizadas, de acordo com o trabalho desenvolvido. Poderão ser utilizadas novas cargas que possam conferir mais cobertura, colmatando um dos problemas que não foram solucionados.

Outra sugestão será a utilização de outro tipo ou misturas de resinas que consigam conferir o aspecto similar à laca padrão.

5.3 Apreciação final

O trabalho desenvolvido na Horquim[®] permitiu investigar sobre um produto que tinha como objectivo substituir importações, permitindo à empresa aumentar o leque de produtos fabricados internamente, o que por si só foi um incentivo para o empenho na realização deste projecto e para a obtenção de um resultado satisfatório.

A nível pessoal, este trabalho foi enriquecedor no sentido em que me permitiu efectuar um primeiro contacto com a indústria, levantando um pouco o véu sobre o que é o mundo do trabalho. Este projecto possibilitou, sobre um ponto de vista diferente (I&D), contactar com uma área da indústria de que gosto bastante, a têxtil.

Referências

- [1] www.horquim.pt, acessado em Março de 2010
- [2] http://www.oekotex.com/OekoTex100_PUBLIC/content1.asp?area=hauptmenue&site=grenzwerte&cls=09, acessado em Março de 2010
- [3] Araújo, M., Melo e Castro, E.M., *Manual de Engenharia Têxtil*, Volume II, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1984.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Textile_printing, acessado em Março de 2010
- [5] Morgado, J., *Apontamentos da Disciplina de Química Têxtil I*, 2009
- [6] Morgado, J., *Apontamentos da Disciplina de Química Têxtil II*, 2009
- [7] Gomes, J.M., *Estamparia a Metro e à Peça*, Publindústria, Porto, 2007
- [8] <http://torontocraftalert.ca/2009/02/22/get-schooled-classes-at-colourvie-march-may/>, acessado em Maio de 2010
- [9] <http://www.flickr.com/photos/30152128@N00/293466913/>, acessado em Maio de 2010
- [10] Miles, C.W.C., *Textile Printing*, Society of Dyers and Colourists, 1994
- [11] Horquim, *Manual de Estamparia*, Julho de 2005
- [12] <http://artintegrity.wordpress.com/tag/silk-screen-printing/>, acessado em Maio de 2010
- [13] http://www.ecplaza.net/search/1s1nf5sell/rotary_nickel_screen.html, acessado em Maio de 2010
- [14] Quaglio, J.L., *Química ensina a fazer suspensões estáveis - A teoria DLVO e a função dos dispersantes* (http://www.quimicaederivados.com.br/revista/qd459/materia_tecnica1.html, acessado em Junho de 2010)
- [15] Farias, K.V, Pereira, E., Amorim, L.V., Ferreira, H.C., *Influência de Aditivos Dispersantes na Reologia e na Espessura do Reboco de Fluidos de Perfuração Hidroargilosos*, 3º Congresso Brasileiro P&D em Petróleo e Gás (http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0542_05.pdf, acessado em Junho de 2010)
- [16] Macedo, J.C., Silva, E.P., *Inovações na Estamparia com Pigmentos*, Sintequímica do Brasil Ltda (<http://www.sintequimica.com.br/cms/texto4.pdf>, acessado em Junho de 2010)
- [17] *Projecto GTZ - Introdução às Técnicas de Estamparia* (<http://www.empreende.gmxhome.de/htm/doc/31g2.PDF>, acessado em Junho de 2010)
- [18] Daniels, J.Y., Stevenson, J.C., *Textile Fabrics with Opaque Pigment Printing and Method of Producing Same*, United States Patent Number: 4,457,980 (1984)
- [19] Ciullo, P.A., *Industrial Minerals and Their Uses: A Handbook & Formulary*, Noyes Publications, 1996
- [20] Dören, K., Freitag, W., Stoye, D., *Water-Borne Coatings The Environmentally-friendly Alternative*, Carl Hanser Verlag, Munich Vienna, New York, 1994
- [21] http://pt.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_tit%C3%A2nio, acessado em Junho de 2010
- [22] Murphy, J., *Additives for Plastics Handbook*
- [23] <http://www.patentstorm.us/patents/7534293/description.html>, acessado em Junho de 2010
- [24] Hocken, J., *Alternative White Pigments and TiO₂ Extenders The Beneficial Use of Blanc Fixe & Zinc Sulfide*, Orlando, 2000
- [25] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Silicato>, acessado em Junho de 2010
- [26] [http://www.infopedia.pt/\\$aluminossilicatos](http://www.infopedia.pt/$aluminossilicatos), acessado em Junho de 2010

- [27] http://www.prof2000.pt/users/pedroneto/evt/mat%C3%A9rias_primas.htm, acessado em Junho de 2010
- [28] http://www.macchine-servizi.com/stampa_piana1.htm, acessado em Junho de 2010
- [29] <http://www.texworldasso.com/rotary.html>, acessado em Junho de 2010
- [30] <http://www.albrecht.com.br/pt-br/default.php?go=hercules>, acessado em Junho de 2010
- [31] http://www.screen-printing-machines.eu/img/product/0b60f3_k46_01.jpg, acessado em Junho de 2010
- [32] <http://www.mitter-mmb.com/carpet/rotary-screen-printing.html>, acessado em Junho de 2010
- [33] <http://www.metalnox.com.br/en/produtos-int.php?id=33>, acessado em Junho de 2010
- [34] <http://www.made-in-china.com/showroom/crystalyw/product-detailkboxGaEzmucn/China-Thermal-Transfer-Printing-Equipment-for-T-Shirt.html>, acessado em Junho de 2010
- [35] <http://coimbatore.olx.in/textile-printing-machines-fusing-machines-screen-exposing-machine-textile-dryer-iid-41616438>, acessado em Junho de 2010
- [36] <http://www.mhm.at/>, acessado em Junho de 2010
- [37] http://www.copperwiki.org/index.php/Oeko-Tex#Did_You_Know.3F, acessado em Junho de 2010
- [38] http://www.oekotex.com/OekoTex100_PUBLIC/content.asp?area=hauptmenue&site=downloads&cls=09&DownloadCategorie=10, acessado em Junho de 2010
- [39] Horquim, *Manual de Estágio na Área de Tintas*, Março de 2004
- [40] <http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/instrumentos-medicion-analisis/instrumentos-medicion/grindometro-de-molienda-pintura-tinta-225023>, acessado em Junho de 2010
- [41] <http://www.tpmequipos.com.mx/Medidor%20de%20Finura%20de%20Pintura%20Grindometro.html>, acessado em Junho de 2010
- [42] <http://www.vendobarato.es/viewtopic.php?f=71&t=26487>, acessado em Junho de 2010
- [43] Norma ISO 105 A03
- [44] <http://www.thesmarttime.com/testing/testing-procedures-34.htm>, acessado em Junho de 2010
- [45] Normas Oeko-Tex (Anexo 1)
- [46] Norma DIN 54021

Anexo 1 Tabela com Valores Limite Oeko-Tex®

Oeko-Tex® Standard 100

Grenzwerte und Echtheiten, Teil 1 / Limit values and fastness, part 1 / Valeurs limites et solidités, partie 1

(Die Prüfverfahren sind im Oeko-Tex® Standard 200 beschrieben / The testing methods are described in Oeko-Tex® Standard 200 / Les procédures des tests sont décrites dans l'Oeko-Tex® Standard 200)

Produktklasse Product Class Classe de produits	I Baby / Baby / Bébé	II mit Hautkontakt / in direct contact with skin / en contact direct avec la peau	III ohne Hautkontakt / with no direct contact with skin / sans contact avec la peau	IV Ausstattungsma- terialien / decoration material / matériel de décoration
pH-Wert / pH value / valeur pH ¹	4.0 - 7.5	4.0 - 7.5	4.0 - 9.0	4.0 - 9.0
Formaldehyd / formaldehyde / formaldéhyde [mg/kg]				
Law 112	n.d. ²	75	300	300
Extrahierbare Schwermetalle / extractable heavy-metals / métaux lourds extractibles [mg/kg]				
Sb (Antimon, antimony, antimoine)	30.0	30.0	30.0	
As (Arsen, arsenic, arsenic)	0.2	1.0	1.0	1.0
Pb (Blei / lead / plomb)	0.2	1.0 ³	1.0 ³	1.0 ³
Cd (Cadmium / cadmium / cadmium)	0.1	0.1	0.1	0.1
Cr (Chrom / chromium / chrome)	1.0	2.0	2.0	2.0
Cr(VI)	nicht nachweisbar / under detection limit / sous la limite de détection ⁴			
Co (Cobalt / cobalt / cobalt)	1.0	4.0	4.0	4.0
Cu (Kupfer / copper / cuivre)	25.0 ⁵	50.0 ⁵	50.0 ⁵	50.0 ⁵
Ni (Nickel / nickel / nickel) ⁵	1.0	4.0	4.0	4.0
Hg (Quecksilber / mercury / mercure)	0.02	0.02	0.02	0.02
Schwermetalle im Aufschluss / heavy metals in digested sample / métaux lourds dans des échantillons minéralisés [mg/kg] ⁷				
Pb (Blei / lead / plomb) ⁸	45.0	90.0 ³	90.0 ³	90.0 ³
Cd (Cadmium / cadmium / cadmium)	50.0	100.0 ³	100.0 ³	100.0 ³
Pestizide / pesticides / pesticides [mg/kg] ⁹				
Summe / sum / total (inkl. / incl. PCP / TeCP) ¹⁰	0.5	1.0	1.0	1.0
Chlorierte Phenole / chlorinated phenols / phénols chlorés [mg/kg] ¹⁰				
Pentachlorphenol (PCP)	0.05	0.5	0.5	0.5
Tetrachlorphenol (TeCP, Summe / sum / total)	0.05	0.5	0.5	0.5

¹ Für Produkte, die zwingend einer nachfolgenden Nassbehandlung unterworfen werden müssen, ist ein pH Wert von 4.0 - 10.5 zulässig; bei Lederprodukten, beschichtet oder laminiert, wird bei Produktklasse IV ein pH Wert zwischen 3.5 und 9.0 akzeptiert / Those products which must be treated wet during the further processing can have a pH value within 4.0 - 10.5; those leather products, coated or laminated, in product class IV a pH value within 3.5 and 9.0 is accepted / Les produits qui doivent encore subir un traitement par voie humide peuvent avoir une valeur pH de 4.0 - 10.5; pour les produits en cuir, enduit ou laminé, une valeur pH pour une classe de produits IV entre 3.5 et 9.0 est accepté.

² n.d. entspricht bei der Prüfung nach „Japanese Law 112“ einer Absorptionseinheit kleiner 0.05 bzw. <16 mg/kg / n.d. corresponds according to „Japanese Law 112“ test method with an absorbance unit less than 0.05 resp. <16 mg/kg / n.d. correspond à une unité d'absorbance inférieure à 0.05 resp. <16 mg/kg, selon la méthode d'essai „Japanese Law 112“.

³ Keine Anforderung für Zubehöre aus Glas / no requirement for accessories made from glass / aucune exigence pour les accessoires de verre

⁴ Bestimmungsgrenzen: für Cr(VI) 0.5 mg/kg, für Arylamine 20 mg/kg, für Farbstoffe 50 mg/kg / Quantification limits: for Cr(VI) 0.5 mg/kg, for arylamines 20 mg/kg, for dyestuffs 50 mg/kg / limites de quantification: pour Cr(VI) 0.5 mg/kg, pour les arylamines 20 mg/kg, pour les colorants 50 mg/kg

⁵ keine Anforderung für Zubehöre aus anorganischen Materialien / no requirement for accessories made from inorganic materials / aucune exigence pour les accessoires anorganiques

⁶ inklusive der Anforderungen der EG-Richtlinie 94/27/EG / including the requirement by EC-Directive 94/27/EC / Y compris les exigences de la Directive CE 94/27/CE

⁷ Für alle nicht textilen Zubehöre und Bestandteile, sowie für spinnfärbefärbte Fasern und Artikel die Pigmente enthalten / applicable to all non textile accessories and components as well as for spun dyed fibres and articles containing pigments / pour tous les accessoires et composants non-textiles et aussi pour les fibres colorés en masse et articles contenant des pigments

⁸ Für metallische Komponenten bis zum 31.7.2010: Produktklasse I: 200 mg/kg, Produktklassen II, III und IV: 300 mg/kg; anschließend für Produktklasse I bis zum 31.3.2011: 90.0 mg/kg / for metallic components until 31.7.2010: product class I: 200 mg/kg, product classes II, III, and IV: 300 mg/kg; later for product class I until 31.3.2011: 90.0 mg/kg / pour les composants métalliques jusqu'au 31.7.2010: classe de produit I: 200 mg/kg, classes de produits II, III et IV: 300 mg/kg; plus tard pour la classe de produits I jusqu'au 31.3.2011: 90 mg/kg

⁹ nur für native Fasern / for natural fibres only / pour fibres naturelles uniquement

¹⁰ Die Einzelsubstanzen sind in Anhang 5 aufgelistet / The individual substances are listed in Appendix 5 / La liste des substances individuelles ce trouve en annexe 5

Grenzwerte und Echtheiten, Teil 3 / Limit values and fastness, part 3 / Valeurs limites et solidités, partie 3

(Die Prüfverfahren sind im Oeko-Tex® Standard 200 beschrieben / The testing methods are described in Oeko-Tex® Standard 200 / Les procédures des tests sont décrites dans l'Oeko-Tex® Standard 200)

Produktklasse Product Class Classe de produits	I Baby / Baby / Bébè	II mit Hautkontakt / in direct contact with skin / en contact direct avec la peau	III ohne Hautkontakt / with no direct contact with skin / sans contact avec la peau	IV Ausstattungsma- terialien / decoration material / matériel de décoration
Farbechtheiten (Anbluten) / colour fastness (staining) / solidité des couleurs (dégorgement)				
Wasserechtheit / to water / à l'eau	3	3	3	3
Schweissechtheit, sauer / to acidic perspiration / à la sueur acide	3 – 4	3 – 4	3 – 4	3 – 4
Schweissechtheit, alkalisch / to alkaline perspiration / à la sueur alcaline	3 – 4	3 – 4	3 – 4	3 – 4
Reibechtheit, trocken / to rubbing, dry / au frottement, sec ^{16,17}	4	4	4	4
Speichel- und Schweissechtheit / to saliva and perspiration / à la salive et à la sueur	echt / fast / solide			
Emission leichtflüchtiger Komponenten / emission of volatiles / émission de composants volatils [mg/m³]¹⁸				
Formaldehyd [50-00-0]	0.1	0.1	0.1	0.1
Toluol [108-88-3]	0.1	0.1	0.1	0.1
Styrol [100-42-5]	0.005	0.005	0.005	0.005
Vinylcyclohexen [100-40-3]	0.002	0.002	0.002	0.002
4-Phenylcyclohexen [4994-16-5]	0.03	0.03	0.03	0.03
Butadien [106-99-0]	0.002	0.002	0.002	0.002
Vinylchlorid [75-01-4]	0.002	0.002	0.002	0.002
aromatische Kohlenwasserstoffe / aromatic hydrocarbons / hydrocarbures aromatiques	0.3	0.3	0.3	0.3
Flüchtige organische Stoffe / organic volatiles / composants organiques volatils	0.5	0.5	0.5	0.5
Geruchsprüfung / Determination of odours / Détermination du dégagements d'odeurs				
Generell / general / en général	kein aussergewöhnlicher Geruch / no abnormal odour / pas d'odeur inhabituelle ¹⁹			
SNV 195 651 ¹⁸ (modifiziert / modified / modifiée)	3	3	3	3
Verbotene Fasern / Banned fibres / Fibres interdits				
Asbest / Asbestos / Amiante	nicht verwendet / not used / pas utilisés			

¹⁶ keine Anforderungen für 'wash-out' - Artikel / no requirements for 'wash-out' – articles / aucune exigence pour 'wash-out' - articles

¹⁷ Bei Pigment-, Küpen- oder Schwefelfarbstoffen ist eine Mindest-Reibechtheitszahl trocken von 3 zulässig / For pigment, vat or sulphurous colorants a minimum grade of colour fastness to rubbing of 3 (dry) is acceptable / Pour les colorants pigmentaires, de cuve ou au soufre un indice minimal pour la solidité au frottement à sec de 3 est acceptable

¹⁸ Nur für textile Fussbodenbeläge, Matratzen sowie Schaumstoffe und grosse beschichtete Artikel, die nicht für Kleidung verwendet werden / for textile carpets, mattresses as well as foams and large coated articles not being used for clothing / uniquement pour les revêtements de sols textiles, les matelas, comme les mousses et les articles enduits, de grande taille, non utilisés pour les vêtements

¹⁹ kein Geruch nach Schimmel, Schwerbenzin, Fisch, Aromaten oder Geruchsveredlern / no odour from mould, high boiling fraction of petrol, fish, aromatic hydrocarbons or perfume / pas d'odeur de moisissure, d'essence lourde, de poisson, hydrocarbures aromatiques ou parfums

Grenzwerte und Echtheiten, Teil 2 / Limit values and fastness, part 2 / Valeurs limites et solidités, partie 2

(Die Prüfverfahren sind im Oeko-Tex® Standard 200 beschrieben / The testing methods are described in Oeko-Tex® Standard 200 / Les procédures des tests sont décrites dans l'Oeko-Tex® Standard 200)

Produktklasse Product Class Classe de produits	I Baby / Baby / Bébé	II mit Hautkontakt / in direct contact with skin / en contact direct avec la peau	III ohne Hautkontakt / with no direct contact with skin / sans contact avec la peau	IV Ausstattungsma- terialien / decoration material / matériel de décoration
Phthalate / phthalates / phthalates ¹¹ [w-%]				
DINP, DNOP, DEHP, DIDP, BBP, DBP, DIBP ¹⁰ Summe / sum / total	0.1			
DEHP, BBP, DBP, DIBP ¹⁰ Summe / sum / total		0.1	0.1	0.1
Zinnorganische Verbindungen / organic tin compounds / composés d'étain organiques [mg/kg]				
TBT	0.5	1.0	1.0	1.0
TPhT	0.5	1.0	1.0	1.0
DBT	1.0	2.0	2.0	2.0
DOT	1.0	2.0	2.0	2.0
Andere Rückstandschemikalien / other chemical residues / autres résidus chimiques				
Orthophenylphenol (OPP) [mg/kg]	50.0	100.0	100.0	100.0
Arylamine / arylamines / arylamines [mg/kg] ^{10, 12}	keine / none / aucun ⁴			
PFOS [$\mu\text{g}/\text{m}^2$] ^{10, 13}	1.0	1.0	1.0	1.0
PFOA [mg/kg] ^{10,13}	0.1	0.25	0.25	1.0
Farbstoffe / colorants / colorants				
Abspaltbare Arylamine / cleavable arylamines / arylamine dissociables ¹⁰	nicht verwendet / not used / pas utilisés ⁴			
krebserregende / carcinogens / cancérigènes ¹⁰	nicht verwendet / not used / pas utilisés			
allergisierende / allergens / allergènes ¹⁰	nicht verwendet / not used / pas utilisés ⁴			
andere / others / autres ¹⁰	nicht verwendet / not used / pas utilisés ⁴			
Chlorierte Benzole und Toluole / chlorinated benzenes and toluenes / benzènes et toluènes chlorés [mg/kg] ¹⁰				
Summe / sum / total	1.0	1.0	1.0	1.0
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) / polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) / hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) [mg/kg] ¹⁴				
Benzo[a]pyren / benzo[a]pyrene / benzo[a]pyrène	1.0	1.0	1.0	1.0
Summe / sum / total ¹⁰	10.0	10.0	10.0	10.0
Biologisch aktive Produkte / Biological active products / Produits biologiques actifs				
	keine / none / aucun ¹⁵			
Flammhemmende Produkte / Flame retardant products / Produits ignifuges				
Generell / general / général	keine / none / aucun ¹⁵			
PBB, TRIS, TEPA, pentaBDE, octaBDE, DecaBDE, HBCDD	nicht verwendet / not used / pas utilisés			

¹¹ Für beschichtete Artikel, Plastisol Drucke, flexible Schaumstoffe und Zubehöre aus Kunststoff / for coated articles, plastisol prints, flexible foams, and accessories made from plastics / pour les articles enduits, imprimés plastisols, mousses flexibles et accessoires composés des matières plastiques

¹² Für sämtliche Materialien, die Polyurethan enthalten / for all materials containing polyurethane / pour tous les articles contenant polyurethane

¹³ Für sämtliche Materialien mit einer wasser- und ölabweisenden Ausrüstung oder Beschichtung / for all materials with a water and oil repellent finish or coating / pour tous les articles avec un finissage ou enduction hydrofuge et oléofuge

¹⁴ Für sämtliche synthetischen Fasern, Garne und Zwirne sowie für Materialien aus Kunststoff / for all synthetic fibres, yarns, or threads and for plastic materials / pour toutes les fibres synthétiques, filés ou fils et pour les matériaux en plastique

¹⁵ ausser Behandlungen, welche von Oeko-Tex® akzeptiert werden (siehe aktuelle Liste auf <http://www.oeko-tex.com> / with exception of treatments accepted by Oeko-Tex® (see actual list on <http://www.oeko-tex.com>) / à l'exception des utilisations acceptées de Oeko-Tex® (voyez liste sur <http://www.oeko-tex.com>)

Anexo 2 Tabelas Resumo

Tabela A2.1 Formulações dos concentrados 1-6

Produtos	Quantidade (g/kg)					
	Concentrado 1	Concentrado 2	Concentrado 3	Concentrado 4	Concentrado 5	Concentrado 6
Água	52,24	50,59	50,00	50,02	49,97	49,85
Espessante Natural	1,04	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
Amoníaco	0,52	0,51	0,50	0,50	0,50	0,50
Dispersante 1	20,90	20,24	20,00	20,01	19,99	19,94
Anti-espuma 1	5,22	5,06	5,00	5,00	5,00	4,98
Co-solvente	52,24	50,59	50,00	50,02	49,97	49,85
Pigmento	522,41	252,97	250,00	250,09	249,84	249,24
Carga A	---	252,97	---	---	---	---
Carga B	---	---	250,00	---	---	---
Carga C	---	---	---	250,09	---	---
Carga D	---	---	---	---	249,84	---
Carga E	---	---	---	---	---	249,24
Espessante1	15,67	30,49	5,93	35,71	36,26	39,53
Água 1	15,67	30,49	5,93	35,71	36,26	35,54
Amoníaco	0,63	1,52	0,30	2	1,60	1,25
Água 2	313,45	303,56	361,34	300,11	299,80	299,09
TOTAL	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Nos concentrados 1-6 a quantidade de sólidos foi cerca de 50%.

Tabela A2.2 Formulações dos concentrados 7-12

Produtos	Quantidade (g/kg)					
	Concentrado 7	Concentrado 8	Concentrado 9	Concentrado 10	Concentrado 11	Concentrado 12
Água	46,47	51,15	50,00	49,13	49,19	50,06
Espessante Natural	0,93	1,02	1,00	0,98	0,98	1,00
Amoníaco	0,46	0,51	0,50	0,49	0,49	0,50
Dispersante 1	18,59	20,46	30,00	29,48	29,51	30,04
Anti-espuma 1	4,65	5,11	5,00	4,91	4,92	5,01
Co-solvente	46,47	51,15	50,00	49,13	49,19	50,06
Pigmento	185,89	204,59	200,00	196,52	196,75	---
Carga A	---	---	---	---	---	---
Carga B	---	---	---	---	196,75	---
Carga C	---	---	200,00	---	---	---
Carga D	371,79	---	200,00	---	196,75	---
Carga E	---	406,92	---	---	---	---
Carga F	---	---	---	393,05	---	400,50
Mistura 1	---	---	---	---	---	200,25
Espessante 1	22,52	32,13	26,88	2,45	---	1,00
Água 1	22,54	32,21	26,94	2,45	---	1,00
Amoníaco	0,8	1,28	1,15	0,20	---	0,25
Água 2	278,84	193,46	208,53	271,20	275,45	260,33
TOTAL	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Nestes concentrados passou a adicionar-se cerca de 60% de sólidos para tentar aumentar a cobertura.

Tabela A2.3 Tabela das formulações dos concentrados 13-20

Produtos	Quantidade (g/kg)						
	Concentrado 13	Concentrado 14	Concentrado 15	Concentrado 16	Concentrado 17	Concentrado 18	Concentrado 19
Água	50,00	34,19	38,87	49,79	48,71	50,52	50,00
Espessante Natural	1,00	0,68	0,78	1,00	0,97	1,01	1,00
Amoníaco	0,50	0,34	0,39	0,50	0,49	0,51	0,50
Dispersante 1	30,00	27,35	23,32	29,87	29,23	30,31	30,00
Anti-espuma 1	5,00	3,42	3,89	4,98	4,87	5,05	5,00
Co-solvente	50,00	34,19	38,87	49,79	48,71	50,52	50,00
Pigmento	100,00	---	77,73	199,15	97,42	202,09	100,00
Carga A	---	---	---	---	---	---	---
Carga B	---	297,44	310,92	---	---	---	---
Carga C	---	---	---	---	---	---	---
Carga D	---	---	---	---	---	---	---
Carga E	---	---	---	---	---	---	---
Carga F	399,98	---	---	---	389,67	---	---
Mistura 1	100,00	148,72	77,73	---	---	---	100,00
Carga G	---	---	---	398,29	97,42	---	---
Carga H	---	---	---	---	---	404,18	400,00
Espessante 1	0,50	---	---	23,17	---	1,55	1,73
Água 1	0,50	---	---	23,37	---	1,55	1,73
Amoníaco	0,05	---	---	1,05	---	0,10	0,05
Água 2	262,49	453,68	427,52	219,06	282,51	252,61	260,00
TOTAL	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Tabela A2.4 Formulações dos concentrados 21-24

Produtos	Quantidade (g/kg)			
	Concentrado 21	Concentrado 22	Concentrado 23	Concentrado 24
Água	41,48	38,16	42,14	43,49
Espressante Natural	0,83	0,76	0,84	0,87
Amoníaco	0,41	0,38	0,42	0,43
Dispersante 1	24,89	22,89	25,28	26,09
Anti-espuma 1	4,15	3,82	4,21	4,35
Co-solvente	41,48	38,16	42,14	43,49
Pigmento	82,96	98,18	84,28	60,88
Carga A	---	---	---	---
Carga B	165,91	246,95	168,56	173,95
Carga C	---	---	---	---
Carga D	---	---	---	---
Carga E	---	---	---	26,09
Carga F	165,91	---	168,56	173,95
Mistura 1	195,06	245,45	210,70	207,03
Carga G	---	---	---	---
Carga H	---	---	---	---
Espressante 1	---	---	---	---
Água 1	---	---	---	---
Amoníaco	---	---	---	---
Água 2	276,93	305,25	252,84	239,38
TOTAL	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

O concentrado 23 foi o que apresentou melhores resultados após a preparação da laca com o mesmo.

Estas são as formulações dos concentrados que permitiram fazer o estudo relativo aos dispersantes.

Tabela A2.5 Formulações dos concentrados 25-28

Produtos	Quantidade (g/kg)			
	Concentrado 25	Concentrado 26	Concentrado 27	Concentrado 28
Água	43,86	43,00	39,54	44,18
Espessante Natural	0,88	0,86	0,79	0,88
Amoníaco	0,44	0,43	0,40	0,44
Dipersante 1	14,65	---	---	26,51
Dispersante 2	---	17,20	---	---
Dispersante 3	---	---	23,72	---
Dispersante 4	---	---	---	17,67
Anti-espuma 1	4,39	---	3,95	---
Anti-espuma 2	---	4,30	---	4,42
Desairante	---	---	7,91	---
Co-Solvente	43,86	43,00	39,54	44,18
Tensioactivo	1,32	1,29	1,19	1,33
Pigmento	87,72	86,00	79,07	88,35
Carga A	---	---	---	---
Carga B	87,72	171,99	158,14	88,35
Carga C	---	---	---	---
Carga D	---	---	---	132,53
Carga E	---	---	---	---
Carga F	175,44	171,99	158,14	132,53
Carga G	87,72	---	---	---
Carga H	---	---	---	---
Mistura 1	219,30	214,99	197,68	220,88
Espessante 1	---	---	---	---
Água 1	---	---	---	---
Amoníaco	---	---	---	---
Água 2	232,70	244,96	289,95	197,76
TOTAL	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Tabela A2.6 Formulações das lacas 1-8

Produtos	Quantidade (g/kg)							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Concentrado 1	303,95	---	---	---	---	---	---	---
Concentrado 2	---	300,95	---	---	---	---	---	---
Concentrado 3	---	---	300,00	---	493,58	---	---	---
Concentrado 4	---	---	---	312,66	---	---	---	---
Concentrado 5	---	---	---	---	---	333,13	---	---
Concentrado 6	---	---	---	---	---	---	300,00	499,70
Resina 1	263,42	260,82	260,00 ¹	270,97	428,43	288,71	260,00 ²	433,74
Anti-espuma 1	5,07	5,02	5,00	5,21	2,96	5,55	5,00	3,00
Co-solvente	50,66	50,16	50,00	52,11	36,53	55,52	50,00	31,98
Fixador	15,20	15,05	15,00	15,63	6,91	33,31	15,00	7,00
Molhante	25,33	25,08	25,00	26,06	13,82	27,76	25,00	13,99
Espessante 1	40,53	65,63	55,00	52,86	---	---	---	---
Água 1	40,53	65,63	55,00	52,86	---	---	---	---
Espessante 2	---	---	---	---	6,91	14,19	12,72	3,00
Solvente	---	---	---	---	6,91	14,19	13,08	3,00
Amoníaco	2,03	11,03	2,20	3,19	3,95	5,55	4,00	4,60
Água 2	253,29	200,63	232,80	208,44	---	222,08	315,20	---
TOTAL	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
v (mPa·s)	35×10 ³	33×10 ³	31×10 ³	65×10 ³	64×10 ³	34×10 ³	36,5×10 ³	35×10 ³

¹ A Formulação 5 foi uma repetição da 3, mas com maior quantidade de concentrado e de resina, obtendo-se maior cobertura.

² Entre a Formulação 7 e a 8 também se aumentou à quantidade de concentrado e de resina, no entanto neste caso não apresentou melhorias significativas.

Tabela A2.7 Formulações das lacas 9-16

Produtos	Quantidade (g/kg)							
	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16
Concentrado 6	---	---	---	---	477,27	---	---	---
Concentrado 7	300,00	299,5	---	---	---	---	---	---
Concentrado 8	---	---	339,81	450,00	---	---	---	---
Concentrado 9	---	---	---	---	---	299,93	---	---
Concentrado 10	---	---	---	---	---	---	307,74	---
Concentrado 11	---	---	---	---	---	---	---	308,28
Concentrado 12	---	---	---	---	---	---	---	---
Concentrado 13	---	---	---	---	---	---	---	---
Concentrado 14	---	---	---	---	---	---	---	---
Resina 1	260,00	259,58	294,50	260,00	275,76	259,94	266,71	267,18
Anti-espuma 1	5,00	4,99	5,66	5,00	5,30	5,00	5,13	5,14
Co-solvente	50,00	49,92	56,64	50,00	53,03	49,99	51,29	51,38
Fixador	15,00	14,98	16,99	15,00	15,91	15,00	15,39	15,41
Molhante	25,00	24,96	28,32	25,00	26,52	24,99	25,65	25,69
Espessante 1	---	---	---	---	---	---	---	---
Água	---	---	---	---	---	---	---	---
Espessante 2	9,76	11,34	13,32	8,82	7,19	15,62	17,86	17,67
Solvente	10,00	9,98	13,68	8,86	7,51	15,62	17,88	18,44
Amoníaco	7,00	6,99	4,53	4,00	4,24	4,00	5,13	3,08
Água	318,24	317,73	226,54	173,32	127,27	309,93	287,23	287,73
TOTAL	1000,0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
v (mPa·s)	32×10 ³	51,5×10 ³	34,5×10 ³	36,5×10 ³	40×10 ³	38×10 ³	37,5×10 ³	40×10 ³

Tabela A2.8 Formulações das lacas 17-24

Produtos	Quantidade (g/kg)							
	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24
Concentrado 12	305,11	---	---	---	---	---	---	---
Concentrado 13	---	307,61	---	---	---	---	---	---
Concentrado 14	---	---	304,80	---	---	---	---	---
Concentrado 15	---	---	---	305,23	---	---	---	---
Concentrado 16	---	---	---	---	340,6	---	---	---
Concentrado 17	---	---	---	---	---	301,29	---	---
Concentrado 18	---	---	---	---	---	---	296,47	---
Concentrado 19	---	---	---	---	---	---	---	294,84
Resina 1	264,43	266,60	264,16	264,53	295,16	261,12	256,94	255,53
Anti-espuma 1	5,09	5,13	5,08	5,09	5,68	5,02	4,94	4,91
Co-solvente	50,85	51,27	50,80	50,87	56,76	50,21	49,41	49,14
Fixador	15,26	15,38	15,24	15,26	17,03	15,06	14,82	14,74
Molhante	25,43	25,63	25,40	25,44	28,38	25,11	24,71	24,57
Espessante 1	---	---	---	---	---	---	---	---
Água	---	---	---	---	---	---	---	---
Espessante 2	12,25	19,06	13,21	12,11	11,94	18,96	14,17	19,54
Solvente	12,41	19,14	13,47	13,21	12,90	18,92	14,15	19,28
Amoníaco	4,07	3,08	3,05	3,05	4,54	3,01	2,96	2,95
Água	305,11	287,10	304,80	305,23	227,05	301,29	321,42	314,50
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
v (mPa·s)	37×10 ³	38×10 ³	69,5×10 ³	40×10 ³	47×10 ³	38×10 ³	60×10 ³	42×10 ³

Tabela A2.9 Formulações das lacas 24-32

Produtos	Quantidade (g/kg)							
	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32
Concentrado 20	459,67	---	---	---	---	---	---	---
Concentrado 21	---	472,9	450,03	445,08	448,80	---	---	---
Concentrado 22	---	---	---	---	---	462,66	---	---
Concentrado 23	---	---	---	---	---	---	446,10	459,05
Concentrado 24	---	---	---	---	---	---	---	---
Resina 1	265,59	273,23	225,01	289,30	---	267,31	---	---
Resina 2	---	---	75,00	96,43	---	---	---	---
Resina 3	---	---	---	---	388,96	---	386,62	414,15
Anti-espuma 1	5,11	5,25	5,00	4,95	4,99	5,14	4,96	4,99
Desairante	---	---	---	---	---	---	---	---
Co-solvente	51,07	52,54	50,00	49,45	49,87	51,41	49,57	27,44
Fixador	15,32	15,76	15,00	14,84	14,96	15,42	14,87	9,98
Molhante	25,54	26,27	25,00	24,73	24,93	25,70	24,78	17,46
Amaciador 1	---	---	50,00	49,45	49,87	---	49,57	---
Amaciador 2	---	---	---	---	---	---	---	49,90
Espessante 1	---	---	---	---	---	---	---	---
Água	---	---	---	---	---	---	---	---
Espessante 2	10,71	12,39	11,97	11,49	8,80	12,65	12,11	8,54
Solvente	10,71	12,39	11,97	11,31	8,84	12,69	11,42	8,48
Amoníaco	3,06	3,15	3,00	2,97	---	3,08	---	---
Água	153,22	126,11	78,00	---	---	143,94	---	---
TOTAL	1000,00							
v (mPa·s)	38×10³	40×10³	37×10³	54×10³	40×10³	54×10³	34×10³	35,5×10³

A Formulação 32 foi a que apresentou melhores resultados em termos de cobertura e rendimento colorístico.

Tabela A2.10 Formulações das lacas 32.1-40

Produtos	Quantidade (g/kg)									
	F32.1	F33	F34	F35	F36	F37	F37.1	F38	F39	F40
Concentrado 23	447,88	455,66	461,37	---	---	---	---	---	---	---
Concentrado 24	---	---	---	460,88	---	---	---	---	---	---
Concentrado 25	---	---	---	---	460,00	---	---	---	---	---
Concentrado 26	---	---	---	---	---	461,62	---	---	---	---
Concentrado 27	---	---	---	---	---	---	461,62	---	---	---
Concentrado 28	---	---	---	---	---	---	---	460,31	---	---
Resina 1	---	---	156,10	---	---	---	---	---	460,83	---
Resina 2	---	102,78	156,10	---	---	---	---	---	---	460,36
Resina 3	404,07	308,30	103,83	415,80	415,00	416,47	416,47	415,28	415,75	415,32
Anti-espuma 1	2,92	2,97	3,01	3,01	3,00	---	---	---	---	---
Anti-espuma 2	---	---	---	---	---	3,01	3,01	3,00	5,01	3,00
Desairante	1,95	1,98	2,01	---	2,00	2,01	2,01	2,00	---	2,00
Co-solvente	26,78	27,26	27,58	27,55	27,50	27,60	27,60	27,52	27,55	27,52
Fixador	9,74	9,91	10,03	10,02	10,00	10,04	10,04	10,01	10,02	10,01
Molhante	17,04	17,35	17,55	17,53	17,50	17,56	17,56	17,51	17,53	17,51
Amaciador 1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Amaciador 2	73,02	49,53	50,15	50,10	50,00	50,18	50,18	50,03	50,09	50,04
Amaciador 3	---	---	---	---	---	---	3,00	---	---	---
Espessante 1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Água	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Espessante 2	8,33	11,53	5,84	7,59	7,50	5,76	5,76	6,96	6,61	7,11
Solvente	8,28	12,72	6,44	7,51	7,50	5,76	5,76	7,37	6,61	7,13
Amoníaco	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Água	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1003,00	1000,00	1000,00	1000,00
v (mPa·s)	41×10 ³	38×10 ³	34×10 ³	35×10 ³	33×10 ³	35×10 ³	35×10 ³	32×10 ³	35,5×10 ³	33×10 ³

Tabela A2.11 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 1-8

		Cobertura	Rendimento Colorístico	Grau de Branco	Toque
F1	Simples	1	1	3	1
	Dupla	1	1	3	1
F2	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F3	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F4	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F5	Simples	2	1	3	1
	Dupla	4	1	5	1
F6	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F7	Simples	1	1	3	1
	Dupla	1	1	3	1
F8	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1

Tabela A2.12 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 9-16

		Cobertura	Rendimento Colorístico	Grau de Branco	Toque
F9	Simples	1	1	3	1
	Dupla	1	1	3	1
F10	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F11	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F12	Simples	1	1	3	1
	Dupla	3	2	3	1
F13	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F14	Simples	1	1	3	1
	Dupla	2	2	3	1
F15	Simples	1	1	3	1
	Dupla	3	3	3	1
F16	Simples	1	1	3	1
	Dupla	3	3	3	1

Tabela A2.13 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 17-24

		Cobertura	Rendimento Colorístico	Grau de Branco	Toque
F17	Simples	1	5	3	1
	Dupla	1	5	3	1
F18	Simples	1	3	3	1
	Dupla	2	3	3	1
F19	Simples	1	5	3	1
	Dupla	2	5	3	1
F20	Simples	1	4	3	1
	Dupla	2	4	3	1
F21	Simples	1	3	3	1
	Dupla	2	3	3	1
F22	Simples	1	4	3	1
	Dupla	1	4	3	1
F23	Simples	1	2	4	1
	Dupla	3	2	4	2
F24	Simples	1	4	3	1
	Dupla	2	4	3	2

Tabela A2.14 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 25-32

		Cobertura	Rendimento Colorístico	Grau de Branco	Toque
F25	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	2
F26	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	2
F27	Simples	1	3	5	1
	Dupla	3	3	5	2
F28	Simples	1	3	5	1
	Dupla	3	3	5	2
F29	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	2
F30	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	2
F31	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	2
F32	Simples	2	3	5	1
	Dupla	5	3	5	4

Tabela A2.15 Avaliação de qualidade de estampados de acordo com a escala representativa (1-mau, 2-insatisfatório, 3-satisfatório, 4-bom, 5-muito bom) para as formulações 32.1-40

		Cobertura	Rendimento Colorístico	Grau de Branco	Toque
F32.1	Simples	2	3	5	1
	Dupla	5	3	5	3
F33	Simples	2	3	5	1
	Dupla	4	3	5	3
F34	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	3
F35	Simples	2	3	5	1
	Dupla	4	3	5	3
F36	Simples	2	3	5	1
	Dupla	4	3	5	3
F37	Simples	2	3	5	1
	Dupla	4	3	5	3
F37.1	Simples	2	3	5	1
	Dupla	4	3	5	3
F38	Simples	2	3	5	1
	Dupla	4	3	5	3
F39	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	3
F40	Simples	2	3	5	1
	Dupla	3	3	5	3

Anexo 3 Amostras Obtidas nos Testes de Solidez à Lavagem

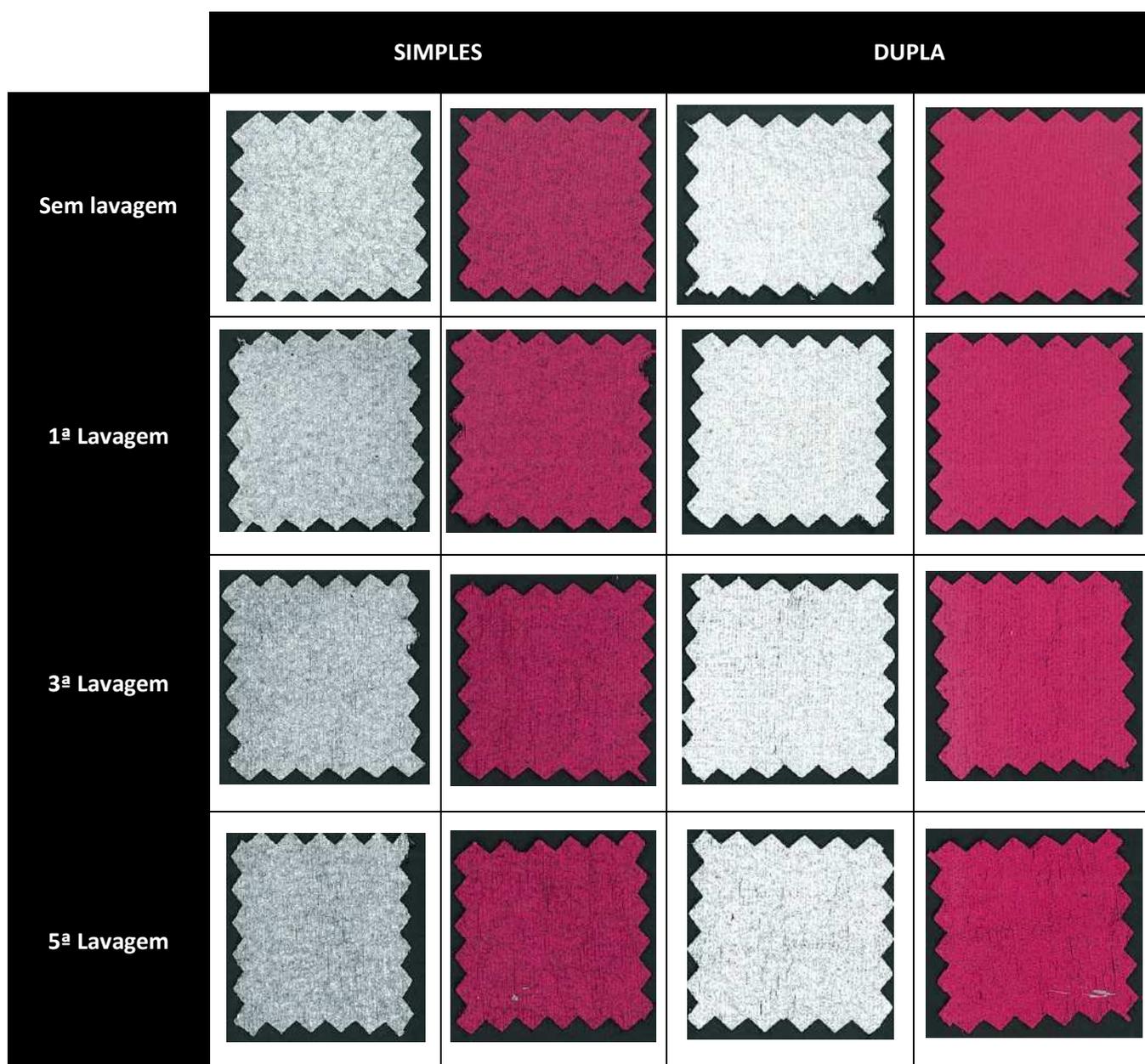


Figura A3.1 Amostras do padrão sem lavar e da 1ª, 3ª e 5ª lavagem (estampagens simples e duplas)

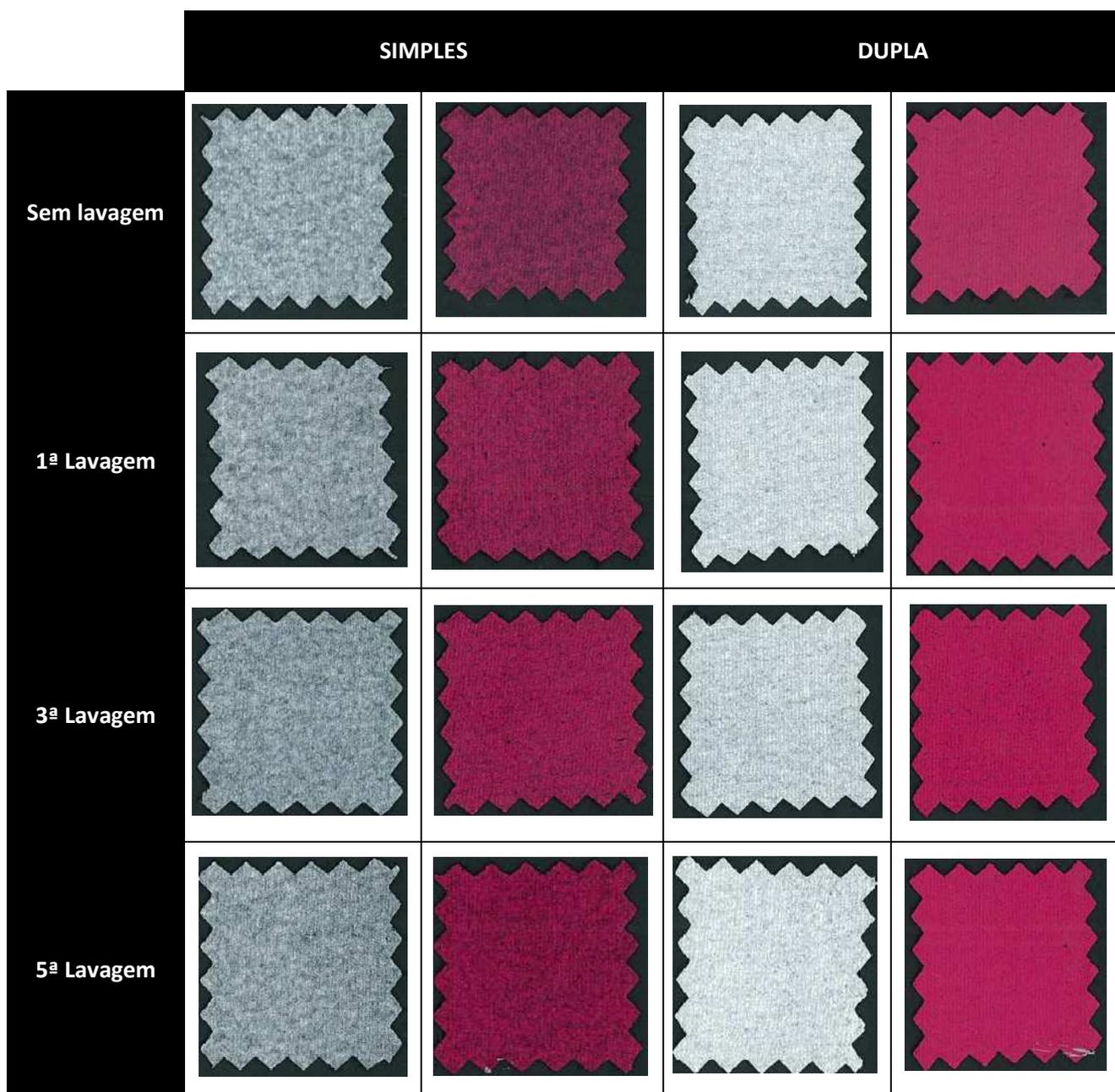


Figura A3.2 Amostras da formulação final sem lavar e da 1ª, 3ª e 5ª lavagem (estampagens simples e duplas)

Anexo 4 Procedimento para a Utilização do *Crockmeter*

Para efectuar os testes de solidez à fricção foi utilizado um *crockmeter* (Figura 4.1.), de acordo com a norma DIN 54021.



Figura A4.1 *Crockmeter* [47]

Procedimento para efectuar o teste de solidez à fricção a **seco** [48]:

- 1 - Colocar o artigo estampado pigmentado na base do *crockmeter*;
- 2 - Aplicar o fixador sobre o mesmo para este não se mover;
- 3 - Colocar um tecido testemunho sobre o dedo do *crockmeter*, prendendo-o com a respectiva mola;
- 4 - Baixar o dedo coberto pelo testemunho, encostando-o ao tecido estampado;
- 5 - Rodar a manivela 10 vezes, dando 1 volta por segundo;
- 6 - Retirar o tecido testemunho e analisar o resultado de acordo com a escala de cinzentos.

Procedimento para efectuar o teste de solidez à fricção a **húmido** [48]:

- 1 - Molhar o tecido testemunho até duas vezes o seu peso;
- 2 - Repetir o procedimento anterior.

Anexo 5 Escala de Cinzentos

A escala de cinzentos é utilizada para avaliar o manchamento provocado sobre o tecido testemunho durante os testes de solidez à fricção a seco e a húmido, de acordo a norma ISO 105 A03 [43].

De acordo com a norma acima citada, a escala base, de cinco graus, é constituída por cinco pares de tiras de padrões cinzentos ou brancos, cada uma das quais representando diferenças visuais de cor ou contraste correspondentes aos índices 5, 4, 3, 2 e 1. Esta escala pode ser completada com mais pares de tiras-padrão representando os contrastes dos índices intermédios 4/5, 3/4, 2/3 e 2/1, sendo neste caso designada escala de nove graus. A primeira tira de cada par e a segunda do par que representa o grau de solidez 5 são brancas, sendo a segunda tira dos outros pares cinzenta, de intensidade crescente, de modo a que cada par mostre um acréscimo de contraste correspondente a diferenças colorimetricamente definidas na norma em questão.

A escala de cinzentos e os tecidos testemunho são colocados lado a lado (Figura A5. 1), avaliando o contraste entre o testemunho ensaiado e o não ensaiado, conforme indicado na Figura 5.1., se esse contraste estiver mais próximo do contraste imaginário equidistante de dois contrastes sucessivos, atribui-se um índice intermédio (por exemplo 4/5 ou 2/3). O índice 5 atribui-se somente quando não existir nenhuma diferença entre o testemunho não ensaiado e o ensaiado.

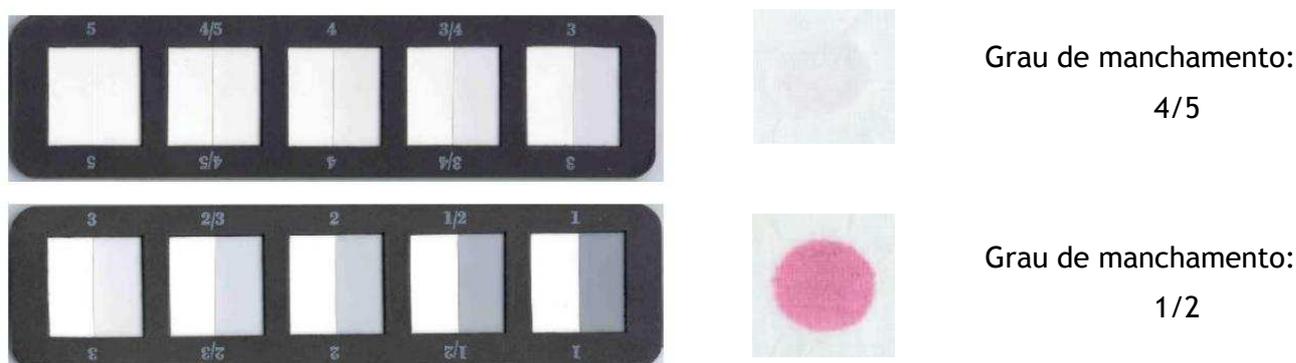


Figura A5.1 Escala de cinzentos e tecidos testemunho com graus diferentes de manchamento

Portanto, se não se verificarem alterações visuais, que é o melhor resultado, é atribuído o número 5. No outro extremo, em que há grandes alterações visuais, sendo esta a pior classificação da solidez à fricção, atribui-se um 1. Todos os contrastes intermédios, obterão classificações intermédias, de acordo com a escala de cinzentos.

Anexo 6 Estudo dos Custos de Produção da Laca

O cálculo relativo à produção de concentrado é efectuado para 250 kg, uma vez que em produção quando se usa concentrado, faz-se sempre 250 kg. Assim, na Tabela A6.1 é apresentada a quantidade de produtos necessária para cada quilograma de concentrado, o respectivo preço por quilograma e o preço que ficará cada matéria-prima para produzir os 250 kg.

Tabela A6.1 Cálculo do preço por quilograma das matérias-primas necessárias para a produção de 250 kg de concentrado

Produtos	Quantidade (g/kg)	€/kg	Quantidade (kg) para produção de 250 kg	Preço final (€)
Água	42,14	0,005	10,54	0,05
Espessante natural	0,84	8,5	0,21	1,79
Amoníaco	0,42	0,7	0,11	0,07
Dispersante 1	25,28	1,25	6,32	7,90
Anti-espuma 1	4,21	5,98	1,05	6,30
Co-solvente	42,14	2,09	10,54	22,02
Pigmento	84,28	1,95	21,07	41,09
Carga B	168,56	1,2	42,14	50,57
Carga F	168,56	0,5	42,14	21,07
Mistura 1	210,70	1,11	52,68	58,47
Água	252,84	0,005	63,21	0,32
Total	1000,00		250,00	209,65

Ao custo das matérias-primas é necessário adicionar o custo da mão-de-obra, da electricidade (tendo em conta o tempo de preparação e a potência do dispersor), da embalagem e uma taxa referente aos resíduos resultantes de todo o processo. Na tabela A6.2 são apresentados os valores necessários para o cálculo do custo total de produção de 250 kg de concentrado.

Tabela A6.2 Valores necessários para o cálculo do custo total de produção de 250 kg de concentrado

Mão-de-obra (€/h)	5,96
Electricidade (€/kwh)	0,1143
Tempo de Preparação (h)	1
Potência (kw)	10
Resíduos (€/kg)	0,12

De seguida foi calculado o custo total da produção de 250 kg de concentrado, conforme é apresentado na Tabela A6.3. O custo da electricidade foi calculado multiplicando o custo da electricidade, pelo tempo de preparação e pela potência do equipamento utilizado.

Tabela A6.3 Cálculo dos custos associados à produção de 250 kg de concentrado

Matéria-prima	209,65
Electricidade	1,143
Mão-de-obra	5,96
Embalagem	6
Resíduos	30
Preço (€)	252,75

Assim, o preço por quilograma de concentrado será:

$$Preço (\text{€}/\text{kg}) = \frac{252,75}{250} = 1,01$$

Relativamente à produção da laca propriamente dita, os cálculos foram efectuados para 120 kg de laca, que é a quantidade produzida habitualmente. Na tabela seguinte é apresentada a quantidade de produtos necessária para cada quilograma de laca, o respectivo preço por quilograma e o preço que ficará cada matéria-prima para produzir 120 kg de laca têxtil.

Tabela A6.4 Cálculo do preço por quilograma das matérias-primas necessárias para a produção de 120 kg de laca

	Quantidade (g/kg)	Quantidade (kg) para produção de 120 kg	Preço (€/kg)	Preço Final (€)
Concentrado	461,16	55,34	1,01	55,95
Resina 3	416,05	49,93	3,56	177,74
Anti-espuma 1	5,01	0,60	5,98	3,60
Co-solvente	27,57	3,31	2,09	6,91
Fixador	10,03	1,20	3,32	3,99
Molhante	17,54	2,11	0,47	0,99
Amaciador 2	50,13	6,02	2,95	17,74
Espessante 2	6,26	0,75	3,35	2,51
Solvente	6,26	0,75	1,24	0,93
Total	1000,00	120,00		270,37

Ao custo das matérias-primas foram adicionados os valores mencionados anteriormente relativos ao custo da mão-de-obra, da electricidade (tendo em conta o tempo de preparação e a potência do dispersor), da embalagem e uma taxa referente aos resíduos resultantes de todo o processo. Sendo que neste caso, o tempo previsto de preparação do produto é 1,25 h. Assim, os custos associados à produção de 120 kg de laca são apresentados na tabela A6.5.

Tabela A6.5 Cálculo dos custos associados à produção de 120 kg de laca

Matéria-prima	270,37
Electricidade	1,43
Mão-de-obra	7,45
Embalagem	6,00
Resíduos	14,40
Preço (€)	299,65

Assim, o preço por quilograma de laca será:

$$\text{Preço (€/kg)} = \frac{299,65}{120} = 2,50$$