

Agradeço aos técnicos dos laboratórios do DET;
Aos colegas e professores do Mestrado em Design e Marketing;
Aos meus orientadores, Professor Jorge Neves e Professora Manuela Neves.

Aos meus pais e especialmente ao meu marido Clávio.

Resumo

Sabe-se que o têxtil confere uma determinada protecção à pele, mas não constitui uma barreira intransponível contra a radiação ultravioleta e que sua protecção pode variar conforme alguns factores relacionados com a composição do vestuário. As pesquisas científicas relacionadas ao Factor de Protecção Ultravioleta (UPF) são relativamente novas e em número reduzido e abordam em sua maioria o UPF em tecidos ou têxteis em geral. O presente estudo surge na sequência de uma investigação realizada no Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho sobre a determinação da protecção solar de tecidos em função da estrutura, cor e humidade. Porém, orienta-se na verificação de factores que podem influenciar na protecção solar de malhas de algodão, sendo a abordagem sobre a utilização dessas malhas direccionada para a confecção de artigos de vestuário. O objectivo deste estudo é estabelecer a relação do UPF das malhas de algodão com a sua estrutura e cor, contribuindo desta forma para o desenvolvimento de novos produtos que informem o seu utilizador acerca das suas reais capacidades e restrições, no que respeita ao seu UPF. Para tal, foi realizada uma investigação *in vitro*, que consistiu em determinar o UPF das malhas considerando variações de estruturas e cores. Foram ensaiadas 144 amostras de malhas com diferentes composições estruturais e grau de aperto, com diferentes cores e percentagens de corante, nas quais foram efectuadas medições de transmitância espectral.

Abstract

It is known that the textile provides a particular skin protection, but it doesn't constitute an impassable barrier against the ultraviolet radiation and that its protection can vary depending on some factors related to the clothes composition. Scientific researches connected to the Ultraviolet Protection Factor (UPF) are relatively recent and very few in number and they study UPF in fabric or textiles in general. This study emerges due to an investigation carried out in the Textile Engineering Department of Minho University about the determination of solar protection in fabric according to its structure, colour and humidity. However, it is based in the verification of factors that can influence the solar protection of cotton knit, being the approach about the usage of these knits directed to the confection of clothing items. The objective of this study is to establish the relation of UPF of the cotton knits with its structure and colour, contributing in this way to the development of new products that can inform its user about the real capacities and restrictions, in what concerns to its UPF. For that matter, an investigation in vitro was carried out, that consisted in determining the UPF of the knits considering structures and colour variations. 144 samples of knitted goods were tested with different structural composition and tightening degree, with different colours and dyeing percentage, in which spectral transmittance measurements were performed.

Índice

Agradecimento	ii
Dedicatória	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice	vi
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Gráficos	x
Lista de Anexos	xi
Capítulo I	
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento do estudo.....	1
1.2 Objectivos do trabalho.....	2
1.3 Metodologia.....	3
1.4 Estrutura do trabalho.....	3
Capítulo II	
2 Pesquisa bibliográfica.....	5
2.1 Factores envolventes.....	5
2.1.1 A camada de ozono.....	5
2.1.2 Radiação solar.....	6
2.1.3 Os malefícios da exposição da pele à RUV.....	7
2.1.3.1 Queimaduras.....	8
2.1.3.2 Foto-envelhecimento.....	9
2.1.3.3 Efélides.....	9

2.1.3.4 Nevos melanocíticos.....	9
2.1.3.5 Cancros de pele.....	10
2.2 A protecção ultravioleta conferida pelos têxteis.....	11
2.2.1 Determinação do factor de protecção ultravioleta.....	11
2.2.1.1 <i>Ultraviolet Protection Factor</i> – UPF.....	12
2.2.1.2 O cálculo do UPF de um têxtil.....	13
2.2.2 Aspectos que influenciam na determinação do UPF.....	15
2.2.2.1 Substrato.....	15
2.2.2.2 Estrutura e densidade.....	15
2.2.2.3 Condições do têxtil.....	16
2.2.2.4 Humidade.....	16
2.2.2.5 Cor.....	16
2.2.2.6 Acabamentos específicos.....	17
2.2.3 O UPF na indústria do vestuário.....	17
2.3 As malhas.....	18
2.3.1 A indústria portuguesa de malhas.....	18
2.3.2 A construção da malha.....	19
2.3.2.1 Sistema de agulhas.....	20
2.3.2.2 Formação das laçadas.....	21
2.3.2.3 Simbologia na construção da malha.....	24
2.3.3 As diferentes estruturas de malhas.....	27
2.3.3.1 Jersey.....	27
2.3.3.2 Rib.....	28
2.3.3.3 Piquê Lacoste.....	29
2.3.3.4 Piquê Duplo.....	29
2.3.4 A fibra de algodão.....	30
 Capítulo III	
3 Parte experimental.....	31
3.1 Metodologia de investigação.....	31
3.2 Determinação das estruturas em estudo.....	33
3.3 Produção das malhas.....	33
3.4 Permeabilidade ao ar das malhas.....	37
3.5 Preparação das amostras.....	38

3.5.1 Recorte e pesagem.....	39
3.5.2 Tratamento prévio.....	39
3.5.2.1 Desencolagem.....	39
3.5.2.3 Branqueamento.....	39
3.5.3 Tingimento.....	40
3.5.4 Tratamento posterior.....	41
3.5.5 Amostras definitivas.....	41
3.6 Determinação do UPF das amostras.....	43

Capítulo IV

4 Resultados e análise da investigação.....	46
4.1 Variação do UPF das malhas.....	46
4.1.1 UPF do Jersey em função da cor e grau de aperto.....	47
4.1.2 UPF do Piquê Lacoste em função da cor e grau de aperto.....	53
4.1.3 UPF do Piquê Duplo em função da cor e grau de aperto.....	60
4.1.4 UPF do Rib em função da cor e grau de aperto.....	66
4.1.5 Menor e maior protecção em função da cor.....	73
4.2 Permeabilidade ao ar.....	74

Capítulo V

5 Conclusões.....	76
5.1 Considerações para trabalhos futuros.....	78

Bibliografia.....	79
--------------------------	-----------

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Tipos de radiação solar	6
Figura 2.2 – Frequências da radiação ultravioleta	7
Figura 2.3 – Equação para o cálculo do UPF	14
Figura 2.4 – Transmissão da radiação ultravioleta.....	14
Figura 2.5 – Malha de trama.....	20
Figura 2.6 – Malha de teia.....	20
Figura 2.7 – Processo de uma laçada normal.....	21
Figura 2.8 – Processo de uma laçada carregada no gancho.....	22

Figura 2.9 – Processo de uma laçada carregada no gancho.....	23
Figura 2.10 – Laçada flutuante.....	24
Figura 2.11 – Papel de desenho para estrutura Jersey e Interlock.....	25
Figura 2.12 – Papel de desenho para estrutura Rib.....	25
Figura 2.13 – Representação simbólica das laçadas.....	26
Figura 2.14 – Representação simbólica das comes.....	27
Figura 2.15 – Estrutura do Jersey.....	28
Figura 2.16 – Estrutura do Rib.....	28
Figura 2.17 – Estrutura do Piquê Lacoste.....	29
Figura 2.18 – Estrutura do Piquê Duplo.....	29
Figura 3.1 – Metodologia da parte experimental.....	32
Figura 3.2 – Tear circular mecânico.....	33
Figura 3.3 – Regra para obtenção do valor de I_u	34
Figura 3.4 – Fórmula para obtenção da velocidade fio no tear.....	35
Figura 3.5 – Estruturas e grau de aperto.....	36
Figura 3.6 – Permeabilímetro ao ar.....	37
Figura 3.7 – Processo de tingimento – Preto sulfuroso.....	40
Figura 3.8 – Método de tingimento com corante reactivo.....	41
Figura 3.9 – Variação das amostras em estudo.....	42
Figura 3.7 – Processo de tingimento – Preto sulfuroso.....	43
Figura 3.8 – Método de tingimento com corante reactivo.....	44
Figura 3.9 – Variação das amostras em estudo.....	45

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Comparativo de queimaduras por fenótipo.....	8
Tabela 2.2 – Classificação do UPF.....	13
Tabela 3.1 – Valores de I_u	34
Tabela 3.2 – Velocidades do fio no tear (m/min).....	35
Tabela 3.3 – Características das malhas.....	37
Tabela 3.4 – Processo de branqueamento.....	40
Tabela 4.1 – Amostras de Jersey – Amarelo.....	47
Tabela 4.2 – Amostras de Jersey – Azul.....	48
Tabela 4.3 – Amostras de Jersey – Vermelho.....	49
Tabela 4.4 – Amostras de Jersey – Preto.....	50

Tabela 4.5 – Amostras de Jersey – Branco óptico.....	51
Tabela 4.6 – Amostras de Jersey – Branco.....	52
Tabela 4.7 – Amostras de Piquê Lacoste – Amarelo.....	53
Tabela 4.8 – Amostras de Piquê Lacoste – Azul.....	54
Tabela 4.9 – Amostras de Piquê Lacoste – Vermelho.....	55
Tabela 4.10 – Amostras de Piquê Lacoste – Preto.....	56
Tabela 4.11 – Amostras de Piquê Lacoste – Branco óptico.....	57
Tabela 4.12 – Amostras de Piquê Lacoste – Branco.....	58
Tabela 4.13 – Amostras de Piquê Duplo – Amarelo.....	60
Tabela 4.14 – Amostras de Piquê Duplo – Azul.....	61
Tabela 4.15 – Amostras de Piquê Duplo – Vermelho.....	62
Tabela 4.16 – Amostras de Piquê Duplo – Preto.....	63
Tabela 4.17 – Amostras de Piquê Duplo – Branco óptico.....	64
Tabela 4.18 – Amostras de Piquê Duplo – Branco.....	65
Tabela 4.19 – Amostras de Rib – Amarelo.....	66
Tabela 4.20 – Amostras de Rib – Azul.....	67
Tabela 4.21 – Amostras de Rib – Vermelho.....	68
Tabela 4.22 – Amostras de Rib – Preto.....	69
Tabela 4.23 – Amostras de Rib – Branco óptico.....	70
Tabela 4.24 – Amostras de Rib – Branco.....	71
Tabela 4.25 – Resultados da permeabilidade ao ar.....	74

Lista de Gráficos

Gráfico 4.1 – UPF da estrutura Jersey – Amarelo.....	47
Gráfico 4.2 – UPF da estrutura Jersey – Azul.....	48
Gráfico 4.3 – UPF da estrutura Jersey – Vermelho.....	49
Gráfico 4.4 – UPF da estrutura Jersey – Preto.....	50
Gráfico 4.5 – UPF da estrutura Jersey – Branco óptico.....	51
Gráfico 4.6 – UPF da estrutura Jersey – Branco.....	52
Gráfico 4.7 – Gráfico geral da estrutura Jersey.....	53
Gráfico 4.8 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Amarelo.....	54
Gráfico 4.9 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Azul.....	55
Gráfico 4.10 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Vermelho.....	56
Gráfico 4.11 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Preto.....	57

Gráfico 4.12 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Branco óptico.....	58
Gráfico 4.13 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Branco.....	59
Gráfico 4.14 – Gráfico geral da estrutura Piquê Lacoste.....	59
Gráfico 4.15 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Amarelo.....	60
Gráfico 4.16 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Azul.....	61
Gráfico 4.17 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Vermelho.....	62
Gráfico 4.18 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Preto.....	63
Gráfico 4.19 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Branco óptico.....	64
Gráfico 4.20 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Branco.....	65
Gráfico 4.21 – Gráfico geral da estrutura Piquê Duplo.....	66
Gráfico 4.22 – UPF da estrutura Rib – Amarelo.....	67
Gráfico 4.23 – UPF da estrutura Rib – Azul.....	68
Gráfico 4.24 – UPF da estrutura Rib – Vermelho.....	69
Gráfico 4.25 – UPF da estrutura Rib – Preto.....	70
Gráfico 4.26 – UPF da estrutura Rib – Branco óptico.....	71
Gráfico 4.27 – UPF da estrutura Rib – Branco.....	72
Gráfico 4.28 – Gráfico geral da estrutura Rib.....	72
Gráfico 4.30 – UPF das amostras na cor branca.....	73
Gráfico 4.31 – UPF das amostras na cor preta.....	74
Gráfico 4.29 – Permeabilidade ao ar das amostras.....	75

Lista de Anexos

Anexo 1 – Amostras em estudo digitalizadas	82
Anexo 2 – Gráfico geral do UPF nas estruturas em estudo	94
Anexo 3 – Amostras em estudo (único)	

1 Introdução

1.1 Enquadramento do estudo

O agravamento progressivo da poluição presenciado nas últimas décadas derivou, conseqüentemente, na danificação da camada de ozono. Estes danos reduziram a capacidade de filtragem dos raios ultravioleta, deixando a radiação passar com mais intensidade para a superfície terrestre, aumentando consideravelmente a possibilidade de malefícios à saúde humana. Contudo, a opinião popular sobre a protecção está basicamente relacionada com a aplicação de cremes na pele exposta ao sol, ideia que talvez se deva à convicção de que o vestuário constitui a protecção necessária à parte do corpo por ele coberta. É neste contexto que se baseia o enfoque deste trabalho.

As pesquisas científicas relacionadas ao Factor de Protecção Ultravioleta (UPF) são relativamente novas e em número reduzido e abordam em sua maioria o UPF em tecidos ou têxteis em geral. Este trabalho surge na sequência de um estudo realizado por Fernandes ⁽¹⁰⁾ no Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho sobre a Determinação da Protecção Solar de Tecidos em função da estrutura, cor e humidade, porém orienta-se para a determinação do UPF nas malhas de algodão.

Sabe-se que o têxtil confere determinada protecção à pele, porém não constitui uma barreira intransponível contra a radiação ultravioleta e que sua protecção pode variar conforme alguns factores relacionados com a composição do vestuário. Este estudo debruça-se na verificação de factores que podem influenciar na protecção solar de uma malha de algodão, sendo a abordagem sobre a utilização dessas malhas direccionada para a confecção de artigos de vestuário. Desta forma, pretende-se contribuir para o desenvolvimento de produtos de vestuário que informem o seu grau de protecção ultravioleta, para que o utilizador conheça as suas reais capacidades e limites.

A recente ênfase na importância da inovação e do valor acrescentado aos produtos implica um conhecimento das reais necessidades dos consumidores. A inovação em relação aos produtos de vestuários tem de atender à relação entre moda e função, dotando os produtos de funcionalidades que vão de encontro às necessidades do consumidor, promovendo a entrega de um valor superior. Seguramente, a protecção dos têxteis e vestuários contra a radiação ultravioleta é uma destas necessidades.

1.2 Objectivos do trabalho

O objectivo principal deste estudo é estabelecer a relação do UPF – Factor de Protecção Ultravioleta das malhas de algodão com a sua estrutura e cor.

Como objectivos secundários, pretende-se contribuir para o desenvolvimento de novos produtos que informem o seu utilizador acerca das suas reais capacidades e restrições, no que respeita ao seu Factor de Protecção Ultravioleta.

1.3 Metodologia

O método de trabalho adoptado neste estudo caracteriza-se pela divisão dos procedimentos em quatro fases distintas.

Numa primeira fase, após a definição da abordagem temática e dos objectivos, procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica. Para certificar o estado da arte referente à problemática específica das malhas e respectiva protecção ultravioleta, foi necessário estudar todos os aspectos circundantes, devido à escassez de bibliografia específica. Portanto, a pesquisa é inicialmente exploratória, com o objectivo de proporcionar uma visão geral acerca do tema em estudo, ou seja, o enquadramento teórico.

Na segunda fase, foi iniciada a parte experimental. Dentro das necessidades propostas foram fabricadas as amostras, que foram posteriormente tingidas e testadas para avaliação do UPF. Todo este processo foi realizado nos laboratórios da Universidade do Minho – Campus Azurém, Guimarães. Nesta fase, a investigação assume um carácter laboratorial e sistemático, através do método experimental.

Na terceira fase do trabalho, realizou-se o tratamento dos dados obtidos através da investigação laboratorial e a análise dos resultados. O processo de tratamento dos dados foi efectivado com auxílio do programa informático *Microsoft Office Excel 2003*.

Numa quarta fase, foram extraídas as conclusões gerais de todo o estudo realizado e aferidas as considerações finais e foi ainda finalizada a redacção da parte escrita, isto é, a dissertação.

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos.

No primeiro, a introdução, é apresentado o enquadramento do trabalho, os seus objectivos, a metodologia e a estrutura.

No segundo capítulo, sintetiza-se o resultado da pesquisa bibliográfica, a qual suporta teoricamente a parte experimental.

O terceiro capítulo expõe de forma detalhada a parte experimental realizada, que se iniciou com a fabricação das malhas, seguindo para a produção das amostras, medição da permeabilidade ao ar e finalizando-se com os testes no espectrofotometro para avaliar o UPF das malhas de algodão.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos na parte experimental, referentes à determinação do UPF das malhas, assim como a análise da influência da estrutura e cor nos resultados obtidos.

Por último, no quinto capítulo são extraídas as conclusões gerais de todo o estudo desenvolvido mas sobretudo as conclusões estabelecidas mediante a análise dos resultados da parte experimental.

2 Pesquisa bibliográfica

Este capítulo caracteriza-se pelo estado da arte no que respeita à problemática das malhas e sua respectiva protecção dos raios ultravioleta. Contudo, devido à escassez de bibliografia específica, foi necessário estudar os factores envolventes à temática em estudo, para, posteriormente, abordar a questão das malhas e a determinação do factor de protecção ultravioleta dos têxteis.

2.1 Factores envolventes

Ao estudar a protecção aos raios ultravioletas torna-se importante referir certas considerações sobre pontos relevantes relacionados com o tema em estudo, como a importância e a degradação da camada de ozono, a radiação solar e suas classificações e a protecção contra os raios nocivos à saúde humana.

2.1.1 A camada de ozono

A camada de ozono caracteriza-se por um escudo que protege os seres vivos da radiação do solar, situa-se na estratosfera entre 20 e 35 km de altitude da superfície terrestre e mede cerca de 15 km de espessura ⁽²⁴⁾.

Nas últimas décadas, o avanço do progresso industrial resultou numa grande libertação de poluentes na atmosfera, como os compostos de clorofluorcarbonetos (CFC), danificando a camada de ozono. O comportamento das massas de ar induziu à concentração dos danos em regiões bem específicas, como a Antártida ⁽²¹⁾. Essa diminuição na camada de ozono faz com que a radiação ultravioleta (RUV) passe com mais intensidade para a superfície terrestre.

2.1.2 Radiação solar

A radiação solar que atinge a superfície da terra consiste em radiações visíveis (luz visível) e as não visíveis (radiações infravermelha e a radiação ultravioleta - RUV). (Figura 2.1).

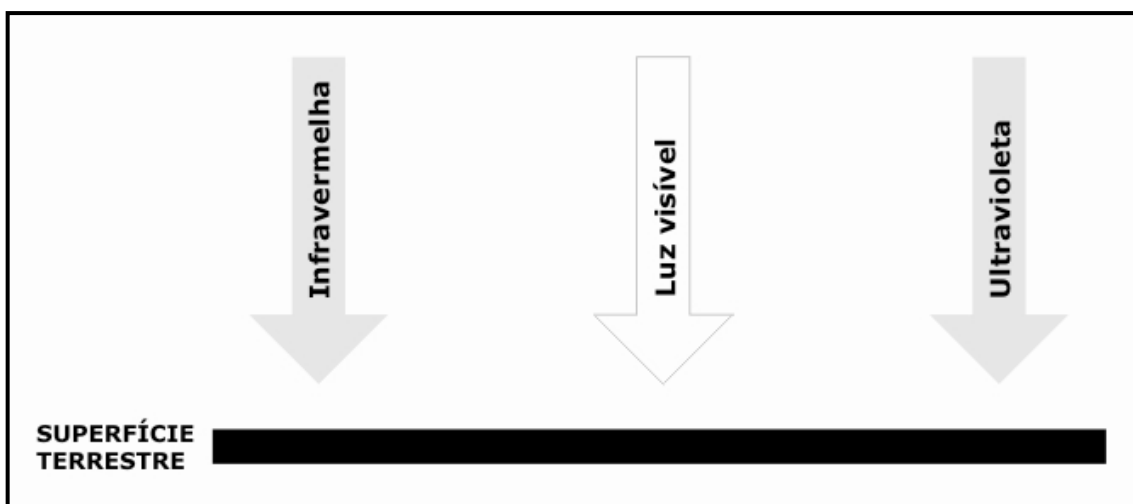


Figura 2.1 – Tipos de radiação solar ⁽²⁷⁾

A radiação ultravioleta está classificada em três frequências de onda: UVA os UVB e os UVC ⁽²¹⁾. As radiações UVB e UVC são potencialmente as mais perigosas para o ser humano. Os raios UVA (Figura 2.2) possuem radiação e intensidade constante durante todo o ano e penetram profundamente na pele, sendo o principal causador do foto-envelhecimento e predispõe a pele ao surgimento do cancro ⁽²⁵⁾.

Os UVB (Figura 2.2) caracterizam-se pela radiação mais perigosa e a sua incidência aumenta durante o verão, principalmente nos horários das 10 às 16 horas, quando os raios atingem o seu máximo. Estes penetram superficialmente na pele, causando queimaduras solares, e são a principal causa pelas alterações celulares que provocam o cancro da pele ⁽²⁵⁾. No entanto, a consciencialização da necessidade de protecção contra a radiação tem aumentado em função de um maior conhecimento dos danos que podem causar à saúde humana.

Enquanto os UVC não chegam à superfície terrestre, pois a camada de ozono impedem a sua passagem, teoricamente, se atingissem a superfície da terra, seriam letais (Figura 2.2).

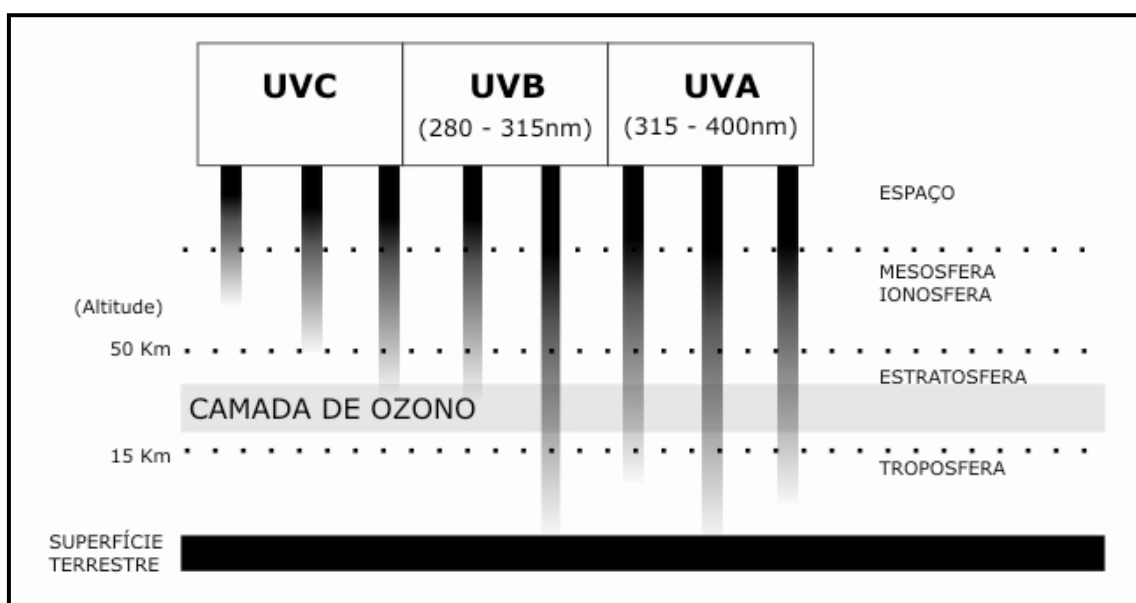


Figura 2.2 – Frequências da radiação ultravioleta ⁽²⁷⁾

2.1.3 Os malefícios da exposição da pele à RUV

A pele humana, quando exposta à RUV, desenvolve reacções que podem ser classificadas como agudas (imediatas) ou crónicas (a longo prazo). As reacções agudas, como queimaduras e bronzeamento, desenvolvem-se e desaparecem rapidamente, enquanto as crónicas, como o foto-envelhecimento e o cancro de pele, têm aparecimento gradual e de longa duração ⁽²⁶⁾.

2.1.3.1 Queimaduras

A queimadura, ou eritema, é a principal reacção da pele à exposição excessiva aos raios solares. O avermelhamento da pele é consequência do aumento do fluxo de sangue, devido à dilatação dos vasos sanguíneos mais superficiais. Períodos contínuos de exposição, sobretudo durante o verão, podem acelerar a manifestação das queimaduras, ampliar sua intensidade e estender o tempo de permanência. Elevadas quantidades de RUV também podem provocar edemas, bolhas e descascamento da pele ⁽²⁵⁾.

Para além do tempo de exposição, o fenótipo é outro factor que influencia a manifestação das queimaduras (Tabela 2.1). Indivíduos de pele clara, se comparados aos indivíduos morenos ou negros, estão mais susceptíveis ao desenvolvimento de queimaduras. A cor dos olhos, cor dos cabelos e a presença de sardas também são factores importantes na determinação da susceptibilidade de um indivíduo às queimaduras ^(25, 26).

Tabela 2.1 – Comparativo de queimaduras por fenótipo ⁽²⁶⁾

Tipo	Queimadura	Fenótipo/indivíduo
I	Queima sempre, facilmente e de maneira severa (queimadura dolorosa); a pele descasca sempre.	Pele muito clara, olhos azuis, sardas, cabelos loiros ou ruivos.
II	Geralmente queima facilmente e de maneira severa (queimadura dolorosa); a pele descasca.	Pele clara, olhos claros ou castanhos, sardas, cabelos loiros ou ruivos.
III	Queima moderadamente.	Média dos caucasianos.
IV	Mínima queimadura.	Pessoas com a pele branca ou morena, cabelos e olhos castanhos-escuros (mediterrâneos, mongolóides, orientais, hispânicos, etc.).
V	Raramente queima.	Mulatos e mestiços (ameríndios, índios, hispânicos, etc.).
VI	Nunca queima.	Negros.

2.1.3.2 Foto-envelhecimento

Os sinais do envelhecimento precoce causado pela exposição ao sol são: o ressecamento da pele, rugas e marcas profundas, perda da elasticidade e a pigmentação excessiva de cores e formas variadas. Estas características são sintomas que reflectem mudanças relevantes na estrutura da derme. Os dermatologistas sublinham que 80% das razões do foto-envelhecimento, com excepção daquelas pessoas que exercem actividades diárias sob o sol, são fruto da exposição excessiva aos raios UV até os 20 anos de idade. Embora a radiação UVB seja extremamente nociva ao ser humano, a radiação UVA, por penetrar até camadas mais profundas da pele, é a principal responsável pelo foto-envelhecimento ^(25, 26).

2.1.3.3 Efélides

Também conhecidas como sardas, são manchas cuja distribuição dos pigmentos melânicos costuma ser homogénea, embora possa ter a borda irregular. A presença das sardas acentua-se em períodos de grande exposição ao Sol. Apesar de não representarem risco de transformação para o melanoma, a existência de uma grande quantidade de sardas pode indicar o hábito de exposição ao Sol em excesso, principalmente se tratar de pessoas de pele clara. Muito semelhantes às sardas, as manchas senis costumam surgir em pessoas idosas, principalmente no rosto, antebraço e costas das mãos, mas não apresentam maiores riscos à saúde ^(25, 26).

2.1.3.4 Nevos melanocíticos

Os nevos são vulgarmente conhecidas como pintas e podem existir desde o nascimento (congénitos) ou aparecerem no decorrer da vida (adquiridos), apresentando diferentes tamanhos, como os pequenos (até 1,5 cm), médios (entre 1,5 e 20,0 cm) e gigantes (superiores a 20,0 cm). Alguns nevos, com dimensões maiores, podem indicar um factor de predisposição para o aparecimento de melanomas ^(25, 26).

2.1.3.5 Cancros de pele

Existem, de modo geral, três tipos de cancros de pele:

- Carcinoma espinocelular;
- Carcinoma basocelular;
- Melanoma cutâneo.

O carcinoma espinocelular é uma forma de cancro não-maligno, vulgarmente denominado cancro não-melanoma (NMSC – *Non-Melanoma Skin Cancer*), originário dos queratinócitos ou dos anexos da epiderme. O tratamento geralmente é cirúrgico, com verificações de possíveis metástases e formações de gânglios ^(25, 26).

O carcinoma basocelular é, também, um tipo de cancro não-melanoma. É formado por blocos de células tumorais semelhantes às da camada basal da epiderme ou de seus anexos. Este tipo de doença apresenta aspectos morfológicos distintos do espinocelular, possuindo crescimento lento, demorando meses ou até anos para ser diagnosticado. Pode-se apresentar como alterações de pigmentação ou ulcerações, e que podem ser eliminadas através de procedimento cirúrgico ^(25, 26).

Já o melanoma cutâneo é uma neoplasia maligna cutânea que se origina nos melanócitos ou células névicas, possui crescimento rápido e grande potencial de metástase, que pode ser letal. Apresenta-se como uma mancha de contornos irregulares, em diferentes tons de castanho e negro. O tratamento deste tipo de enfermidade é essencialmente cirúrgico, precedido por exames para determinar a profundidade da invasão e as eventuais possibilidades de metástase. A principal forma de prevenção deste, e de qualquer outro tipo de cancro de pele, é o cuidado na exposição ao sol, principalmente durante a infância e adolescência ^(25, 26).

2.2 A protecção ultravioleta conferida pelos têxteis

Quando em contacto com a pele humana, os raios UV penetram com profundidade e desencadeiam reacções imediatas como as queimaduras solares, as foto-alergias (alergias desencadeadas pela luz solar) e o bronzeamento. Estes provocam também reacções tardias, devido ao efeito acumulativo da radiação durante a vida, causando o envelhecimento cutâneo e as alterações celulares que, através de mutações genéticas, predispõem ao cancro da pele ⁽²³⁾.

Para se alcançar uma eficiente protecção solar é necessária uma postura que implica uma grande prudência na exposição ao sol, sobretudo nas horas de intensa insolação, uma adequada selecção das áreas de sombra e utilizar filtro solar ^(25, 23).

Entretanto, cada uma destas medidas não é completa, pois não determina uma protecção solar absoluta. Assim sendo, somente uma protecção opaca da pele garante protecção completa e em tempo integral. Isto seria possível com vestuários especialmente confeccionados e tratados para este fim. As roupas comuns não são tratadas e permitem a passagem parcial, e às vezes significativa, da radiação ultravioleta ⁽²⁵⁾.

Portanto, as roupas insinuam uma certa protecção, que não ocorre, pois o vestuário não oferece uma protecção eficaz à pele, deixando o seu usuário vulnerável perante à acção dos raios UV. A utilização de vestuário com protecção solar preveniria o aparecimento de melanomas e do cancro de pele. Esta seria, de facto, a melhor maneira de se proteger dos efeitos nocivos do sol ⁽²⁵⁾.

2.2.1 Determinação do factor de protecção ultravioleta

Antes de mais nada, é importante clarificar que neste estudo a determinação do factor de protecção ultravioleta se debruça sobre o conceito de UPF (*Ultraviolet Protection Factor*), ou seja, o factor de

protecção solar quando aplicado em têxteis. É importante não confundir com SPF (*Sun protection factor*) usado nos cremes de protecção solar.

Não há uma relação directa entre o UPF e o SPF que, em geral, é mais conhecido pelo público. Estes índices são determinados por métodos de ensaios diferentes, isto é, enquanto o UPF é determinado *in vitro*, o SPF é determinado *in vivo*, ou seja, utilizando-se voluntários que são expostos, de forma criteriosa, a radiação ultravioleta. Estas diferenças estabelecem dificuldades para correlacionar os dois factores ⁽¹²⁾.

O UPF é aplicável a tecidos protectores, roupas e outros itens de vestuário pessoal usados próximos à pele e não se aplica à indexação e classificação de produtos que oferecem protecção distante da pele, nem se aplica aos óculos de sol, para os quais há norma específica, tão pouco aos produtos produzidos para o uso na construção civil ou uso agrícola ⁽¹²⁾.

2.2.1.1 *Ultraviolet Protection Factor – UPF*

Os primeiros estudos a respeito do *Ultraviolet Protection Factor* (UPF), ou seja, sobre o factor de protecção ultravioleta, foram realizados em 1996, na Austrália pela ARPANSA – Agência Australiana de Protecção à Radiação e Segurança Nuclear, a qual conseguiu regulamentar e formalizar as exigências em roupas de protecção UV. O teste, utilizado para avaliá-las e classificá-las, é regulamentado pela norma AS/NZS 4399:1996 – *Sun protection clothing – Evaluation and classification* ^(13, 19).

Esta regulamentação usa o termo Factor de Protecção Ultravioleta (UPF) para designar o grau de protecção, até a máxima protecção de UPF 50+ e também possui uma larga faixa de categorias de protecção. Na Tabela 2.2 apresenta-se a classificação dos vários índices de UPF e a percentagem da RUV que é bloqueada pelo têxtil ⁽¹⁹⁾.

Tabela 2.2 – Classificação do UPF ⁽¹⁹⁾

Categoria Protecção	Factor Protecção (UPF)	Índice UV bloqueado
Protecção Excelente	40, 45, 50, 50+	Mais do que 97,5%
Protecção muito boa	25, 30, 35	95,9% a 97,4%
Protecção boa	15, 20	93,3% a 95,8%

O índice de UPF indica a quantidade de radiação ultravioleta que é absorvida pelo têxtil. Por exemplo, um têxtil com UPF de 50 permite que somente 1/50 da RUV, que atinge a superfície do têxtil, passe através dele. Isto significa que o UPF 50 reduz a exposição da RUV sobre a sua pele em 20 vezes ou que absorve 98% da RUV, quando ele for utilizado. Os vestuários confeccionados com têxteis de UPF maior do que 50 são denominados como UPF 50+ ^(13, 19, 20).

Para ampliar ainda mais a segurança, a norma AS/NZS 4399:1996 classifica os factores de protecção ultravioleta somente em múltiplos de cinco, obtidos, arredondando-se o resultado de UPF mínimo para o múltiplo de cinco inferior mais próximo. Dessa maneira, a norma procura evitar a classificação do UPF a partir de resultados amostrais com dispersão muito elevada ^(19, 20).

2.2.1.2 O cálculo do UPF de um têxtil

O UPF é calculado através da média aritmética das transmissões de UVA e UVB e a transmissão ultravioleta efectiva (Figura 2.3). O factor é obtido comparando-se a exposição ao sol da pele humana desprotegida com a exposição ao sol da pele humana protegida pelo têxtil ^(19, 20).

Para tanto, no cálculo da exposição desprotegida considera-se a distribuição do sol padrão (S_{λ}) incidindo sobre uma pele com uma sensibilidade padrão (E_{λ}) à formação de eritema e no cálculo da exposição

protegida considera-se a filtragem (T_λ) oferecida pelo têxtil ao sol padrão ^(19, 20), que corresponde à irradiação espectral solar medida ao meio dia de 17 de Janeiro de 1990 em Melbourne – Austrália, tabelada na norma AS/NZS 4399:1996. A sensibilidade padrão da pele é dada pelo espectro de acção para eritemas induzidos por radiação ultravioleta na pele humana, conhecido como curva de efectividade eritemal CIE (Comissão Internacional de Iluminação), também tabelada na norma ^(19, 20).

$$UPF = \frac{\sum E_\lambda S_\lambda \Delta\lambda}{\sum E_\lambda S_\lambda T_\lambda \Delta\lambda}$$

E_λ = Espectro eritemal segundo CIE
 S_λ = Distribuição espectral da radiação
 T_λ = Transmissão espectral do têxtil
 $\Delta\lambda$ = Amplitude da faixa em nm
 λ = Comprimento de onda em nm

Figura 2.3 – Equação para o cálculo do UPF ⁽⁹⁾

O espectrofotometro é o aparelho capaz de medir a transmissão dos raios ultravioleta directa ou difusa de forma eficiente e transmite a radiação ultravioleta sobre o têxtil a ser estudado, sendo uma parte penetrada no tecido transmitida para o outro lado de forma difusa, outra parte absorvida pelo têxtil e última parte reflectida ⁽¹³⁾, como se observa na Figura 2.4.

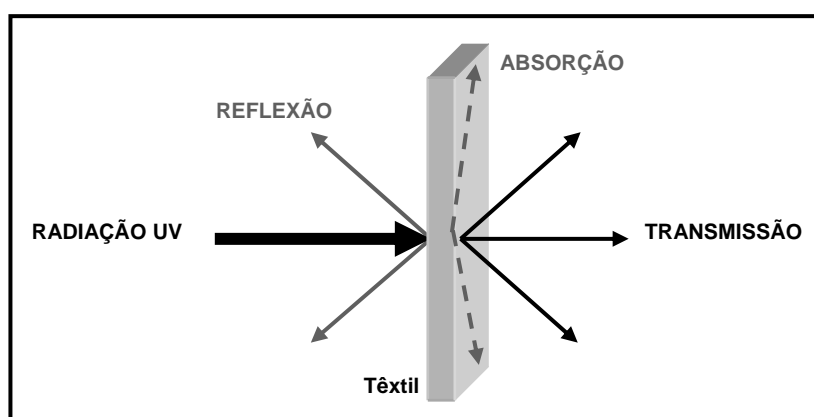


Figura 2.4 – Transmissão da radiação ultravioleta ⁽¹³⁾

2.2.2 Aspectos que influenciam na determinação do UPF

São vários os factores que influenciam na determinação do grau de protecção ultravioleta nas malhas, apesar de alguns estudos referirem apenas os tecidos e têxteis de modo geral ^(13, 10), cabendo assim a devida adequação às especificidades das malhas.

2.2.2.1 Substrato

O tipo de fibra utilizada pode influenciar significativamente o UPF de um têxtil, especialmente os brancos e não tingidos. Porém, existem fibras não naturais que possuem absorventes de RUV, como por exemplo, tecidos branqueados elaborados com algodão e viscose possuem um baixo valor de UPF. Já a mesma estrutura produzida com algodão cru possui um UPF mais elevado, devido aos pigmentos, ligninas, etc. ⁽¹³⁾.

Os tecidos leves fabricados com algodão branco utilizados em roupa de verão, normalmente apresentam UPF baixo, tendo seu efeito protector inferior à SPF 15 de um creme protector. O poliéster, a lã e algumas fibras artificiais e sintéticas têm boa absorção à RUV, enquanto os tecidos leves de algodão não tratados, a seda natural, as poliamidas e os acrílicos, apresentam uma pequena absorção da RUV ⁽¹⁶⁾.

2.2.2.2 Estrutura e densidade

As principais variáveis em relação à estrutura do têxtil são a porosidade e a espessura. Quanto maior a porosidade, mais radiação passará pelo têxtil e quanto mais espesso, maior a capacidade de protecção. A redução da porosidade através do aumento da densidade pode conferir um factor de protecção elevado ^(13, 16).

A protecção está relacionada com a densidade porque, quanto mais apertada for malha ou seja menor a distancia entre as fibras, menos raios entre elas irão passar aumentando assim a protecção ultravioleta, obtendo um UPF superior. A densidade é um factor muito importante e utilizada em

empresas para aumentar a eficiência de um têxtil na protecção contra a RUV ⁽¹³⁾. Estes têxteis são naturalmente mais pesados e, normalmente, escolhidos para vestuários de trabalhadores externos que, amparados por lei, necessitam de protecção solar ⁽²³⁾.

2.2.2.3 Condições do têxtil

O índice de UPF é medido em têxteis que estão em condições de novo, ou seja, ainda não foram lavados. O índice UPF de muitos têxteis à base de algodão pode melhorar após serem lavados pelo menos uma vez. O seu encolhimento permite que menos RUV passe através da estrutura ⁽¹³⁾.

Num têxtil a base de algodão, o efeito do uso (lavagem e uso) pode melhorar a sua foto-protecção, pelo menos a curto prazo. Todavia, a longo prazo, os vestuários mais velhos e desgastados, por sucessivas lavagens, revelam um UPF menor, devido ao alargamento da estrutura ⁽¹⁶⁾.

2.2.2.4 Humidade

O valor do UPF de um têxtil molhado é significativamente menor que o mesmo seco, porque a presença de água nos fios e nos intervalos das fibras dificulta a dispersão da luz, aumentando a transmissão de radiação ⁽¹⁶⁾. Fibras, como o algodão, retêm bastante suor, tornando a malha molhada, o que faz diminuir consideravelmente o UPF ⁽¹⁰⁾.

Além disso, perdem o conforto, pois tornam-se mais pesadas e ocasionam o aumento da temperatura corporal, ou ainda colam na pele, ficando mais fácil a passagem dos raios ultravioleta ⁽¹³⁾.

2.2.2.5 Cor

Existem muitos corantes que absorvem a RUV; as cores escuras, normalmente, absorvem a RUV mais intensamente do que os tons

pastéis. É importante referir que cada corante possui capacidade única de protecção ⁽¹³⁾. A protecção contra a RUV pode depender da presença dos corantes, logo estes devem ser sólidos à lavagem, à luz, etc., para que o tecido tingido mantenha o mesmo factor de protecção, ou seja, mantenha o seu UPF ⁽¹³⁾.

2.2.2.6 Acabamentos específicos

Branqueadores ópticos – A radiação ultravioleta é absorvida pelos branqueadores ópticos, o que supõe uma melhoria do UPF de um substrato têxtil ⁽¹⁶⁾.

Absorventes ou bloqueadores da radiação ultravioleta (RUV) – Absorvem a radiação na faixa dos 280-380nm e agem contra a fotodegradação. Existem poucas patentes relativas a métodos de protecção através de têxteis; estes consistem na aplicação de resinas com produtos absorventes da RUV e a aplicação de produtos absorventes da RUV por técnicas de tingimento ⁽¹⁶⁾.

2.2.3 O UPF na indústria do vestuário

A maior parte da indústria mundial, inclusive a portuguesa, garante a eficiência dos têxteis com testes baseados no *standard* australiano de UPF ^(9, 10, 13). Contudo, surgiram novas pesquisas sobre o mesmo problema, estabelecendo assim, também outras normas, como a norma britânica BS 7914:1998, a norma americana USA:AATCC *Test Method* 183-1998 e, recentemente, as normas europeias CEM Draff-1998 e EN 13758-1:2002 ⁽¹⁰⁾ e a certificação UV Standard 801 ⁽⁴⁾.

Os vestuários para a protecção solar não são, normalmente, tratados. A maioria deles apresenta a sua capacidade natural de bloquear a RUV. Entretanto, quando um vestuário é proposto para a protecção solar, ele deve ser submetido aos testes de laboratório, que determinam quão efectivo é o seu tecido em bloquear a RUV ⁽¹³⁾. A medida espectro

fotométrica *in vitro* (laboratorial) de um têxtil é reconhecida como o método que determina de forma segura o seu UPF e a informação derivada do resultado dos testes laboratoriais deve ser colocada na etiqueta do vestuário, indicando o seu UPF ⁽¹³⁾.

2.3 As malhas

Supõe-se que os primeiros utensílios utilizados para formar laçadas foram agulhas de *crochet* e agulhas de tricotar, fazendo uso de processos exclusivamente manuais. O desenvolvimento da tecnologia da tricotagem iniciou-se no início do século XVI, estimulado pela necessidade de aumentar a produtividade através da mecanização e simplificação dos processos, assim como pelo acréscimo dos volumes de produção ^(1, 2).

Nas últimas décadas, o sector das malhas, que foi anteriormente considerado como uma ramificação de segundo plano da indústria têxtil e do vestuário, passou a ocupar um papel de destaque, tendendo a ultrapassar a tecelagem. Isto deve-se, sobretudo, às características das malhas, particularmente a sua elasticidade, porosidade e maciez por se enquadrarem perfeitamente no estilo de vida moderno, assim como ao desenvolvimento da tecnologia dos teares de malhas ^(1, 2).

2.3.1 A indústria portuguesa de malhas

Na ITV portuguesa, a malha domina as exportações da confecção com cerca de 60% de representatividade, destacando-se as *T-shirts* e roupa exterior feminina com 14% cada, seguindo-se o vestuário exterior masculino com 13%. A indústria de malhas representa 38% das exportações do sector têxtil e vestuário e 8,4% das exportações nacionais ⁽¹⁷⁾.

As empresas do sector das malhas caracterizam-se pela orientação para o produto e competitividade pelo preço. Na falta de experiência de mercado e contacto com os consumidores finais, as empresa trabalham, em

grande maioria, sob regime de subcontratação e “trabalho-a-feitio” para grandes distribuidores ⁽¹⁷⁾.

Desta postura por parte das empresas portuguesas, resulta numa insuficiente geração de valor acrescentado, comprometendo a realização das actividades de marketing e design e, conseqüentemente, o desenvolvimento de novos produtos ⁽¹⁷⁾.

As principais tendências para o sector são o domínio da marca e a ascensão crescente do vestuário desportivo. Evidencia-se ainda a aposta dos fabricantes de malhas no desenvolvimento da própria rede de distribuição, concretizando uma presença directa no mercado ⁽¹⁷⁾. O prognóstico para Portugal, assim como para os demais países europeus, é a especialização, a produção de pequenas séries em redes de alta gama e em produtos tecnologicamente complexos e irrepetíveis ⁽¹⁷⁾.

2.3.2 A construção da malha

A malha é uma estrutura têxtil caracterizada pela formação de argolas, ficando estas argolas entrelaçadas umas nas outras ⁽⁶⁾. Existem dois grandes grupos de malhas: malhas de trama e malhas de teia ⁽¹⁷⁾.

As malhas de trama são produzidas no sentido horizontal a partir de um ou mais fios de trama, ou seja, no processo de tricotagem de malha de trama, o fio de trama é frisado horizontalmente, denominando-se fileira (Figura 2.5). Cada fileira interlaça-se com a fileira anterior formando a malha de trama ^(1, 17).

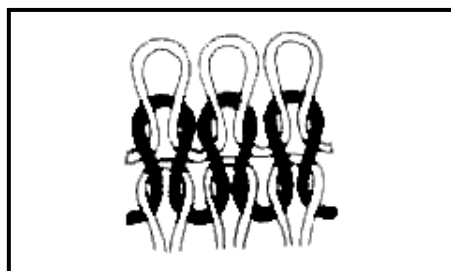


Figura 2.5 – Malha de trama ⁽¹⁾

Enquanto as malhas de teia são produzidas no sentido longitudinal a partir de um conjunto de fios de teia, ou seja, na malha de teia, os fios que são providos de um órgão de teia são frisados de modo a formar uma linha vertical ou diagonal de laçadas, que se denomina coluna (Figura 2.6). Cada coluna interlaça-se com as colunas adjacentes formando a malha de teia ^(1, 17).

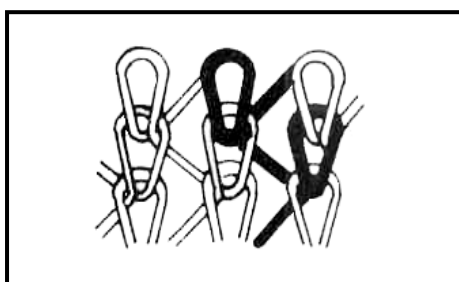


Figura 2.6 – Malha de teia ⁽¹⁾

2.3.2.1 Sistema de agulhas

As agulhas são os elementos mais importantes da formação de uma laçada e a sua produção é um aspecto fundamental na indústria da construção de teares de malha.

Existem milhares de espécies de agulhas diferentes para a utilização em teares de malha. Tal variedade deve-se, não só ao grande número de tipos e jogos de teares de malha existentes, mas também à diferença existente na concepção de teares do mesmo tipo. Utilizam-se, sobretudo, três grupos fundamentais de agulhas: agulha de mola, agulha de lingueta e

agulha composta ^(1, 17). As malhas são diferenciadas face à sua estrutura, pelo sistema de agulhas com o qual foram produzidas, podendo ser produzidas com um único sistema de agulhas (ex. Jersey) ou ainda com dois sistemas de agulhas (ex. Rib). Existem ainda as malhas como o Jacquard, no qual as agulhas são seleccionadas conforme o desenho pretendido ^(1, 17).

2.3.2.2 Formação das laçadas

A estrutura das malhas provém de três tipos fundamentais de laçadas: normal, carregada e flutuante ^(1, 17).

Para formação de uma laçada normal, numa agulha de lingueta, utiliza-se a sequência de operações apresentada na Figura 2.7.

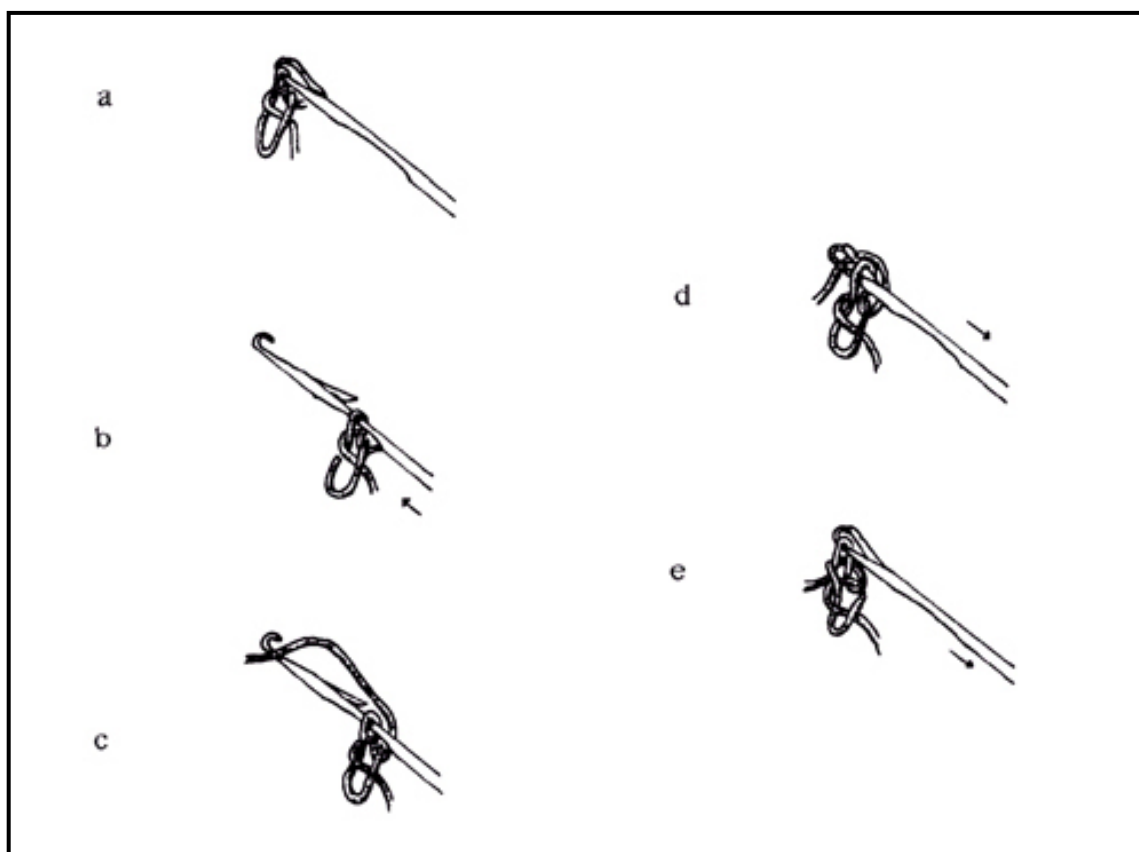


Figura 2.7 – Processo de uma laçada normal ⁽¹⁷⁾

- a. A laçada encontra-se no gancho da agulha; esta é considerada a posição de repouso;
- b. A agulha sobe e a laçada passa para a haste da agulha; diz-se que é o descarregar da laçada velha;
- c. Diz-se nova alimentação da agulha; a lingueta deve estar aberta;
- d. A agulha desce; a laçada velha obriga a lingueta a fechar, passando sobre esta;
- e. A agulha continua a descer, dando-se o desenganchamento da laçada velha, que sai da agulha; simultaneamente faz-se o batimento da laçada nova.

Existem duas variedades de laçada carregada: uma no gancho e outra na lingueta. A laçada carregada no gancho ocorre pela elevação parcial da agulha (por acção de uma came carregadora) e ocorre em duas fases, como demonstrado na Figura 2.8 ^(1, 17).

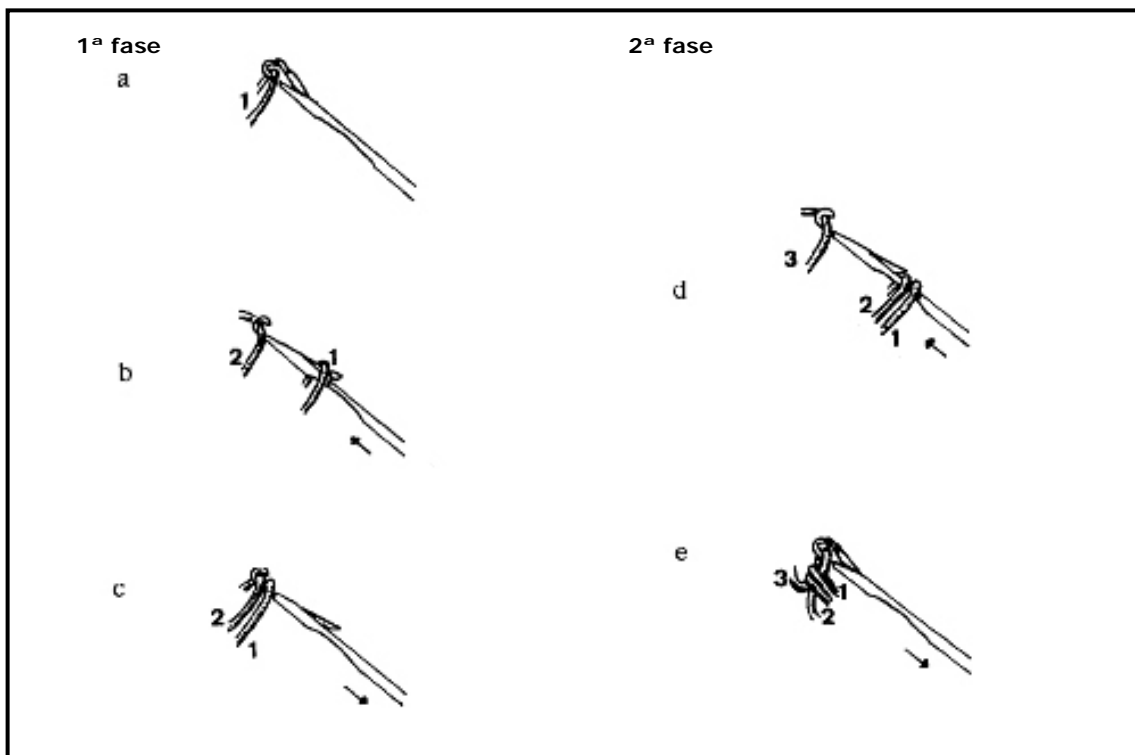


Figura 2.8 – Processo de uma laçada carregada no gancho ⁽¹⁷⁾

1ª Fase (corresponde à primeira alimentação):

- a. A laçada formada encontra-se previamente no gancho da agulha;
- b. A agulha sobe parcialmente de modo a que a laçada mantida permaneça na lingueta aberta enquanto o fio da laçada carregada é alimentado;
- c. A agulha desce a uma posição de repouso, com as duas laçadas mantidas no gancho;

2ª Fase (corresponde à segunda alimentação):

- d. A agulha sobe completamente, passando as duas laçadas para a haste da agulha; diz-se nova alimentação;
- e. A agulha desce, dando-se o desenganchamento das duas laçadas.

A laçada carregada na lingueta provém da descida parcial da agulha (por afinção da came descendente para uma posição alta) e também ocorre em duas fases (figura 2.9) ^(1, 17).

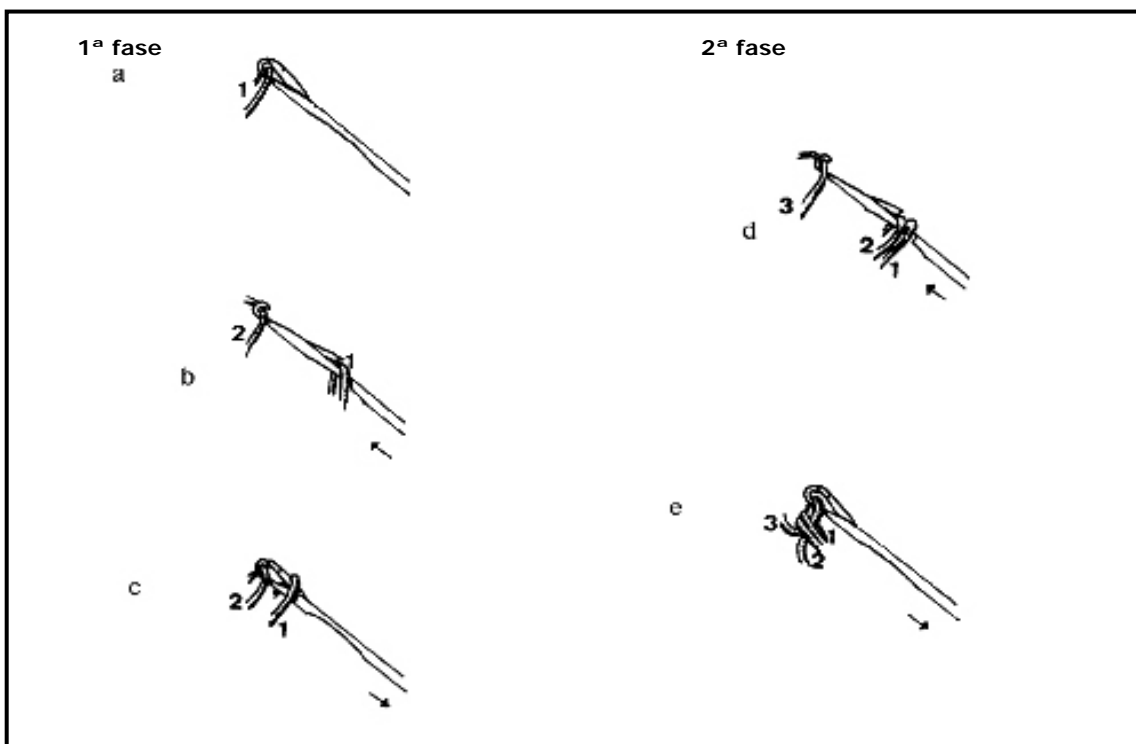


Figura 2.9 – Processo de uma laçada carregada no gancho ⁽¹⁷⁾

1ª Fase (corresponde à primeira alimentação):

- a. A laçada formada encontra-se previamente no gancho da agulha;
- b. A agulha sobe totalmente passando a laçada para a haste da agulha; diz-se alimentação no gancho da agulha;
- c. A agulha desce parcialmente devido a afinação da came descendente; a laçada que se encontrava na haste obriga a lingueta a fechar e fica sobre esta;

2ª Fase (corresponde à segunda alimentação):

- d. A agulha sobe completamente, passando as duas laçadas para a haste da agulha, que recebe a segunda alimentação no gancho;
- e. A agulha desce completamente, dando-se o desenganchamento das duas laçadas.

Finalmente, a laçada flutuante forma-se, quando a agulha não sobe para ser alimentada e o fio flutua entre a agulha esquerda e a agulha direita onde houve formação de laçada normal ou carregada, como apresentado na Figura 2.10 ^(1, 17).

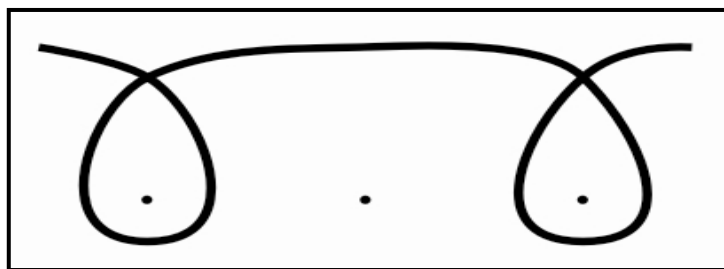


Figura 2.10 – Laçada flutuante ⁽¹⁾

2.3.2.3 Simbologia na construção da malha

Em relação à simbologia utilizada no desenho das estruturas das malhas, para a estrutura das malhas de trama desenha-se em folha de papel pontado, onde os pontos representam as cabeças das agulhas.

Para a representação das estruturas de tipo Jersey e Interlock é usado o tipo de folha apresentado na Figura 2.11.

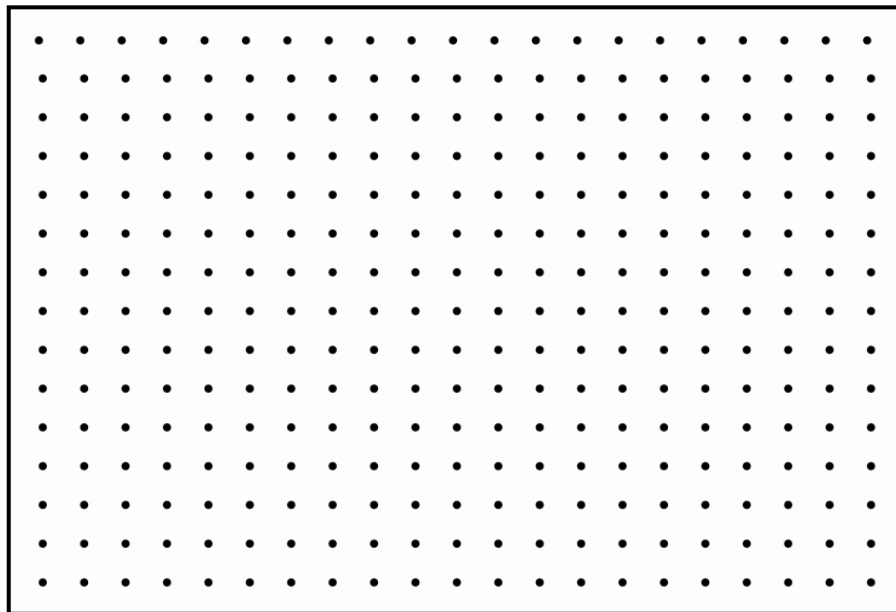


Figura 2.11 – Papel de desenho para estrutura Jersey e Interlock ⁽¹⁷⁾

Para a representação das estruturas tipo Rib, é usado o tipo de folha da Figura 2.12.

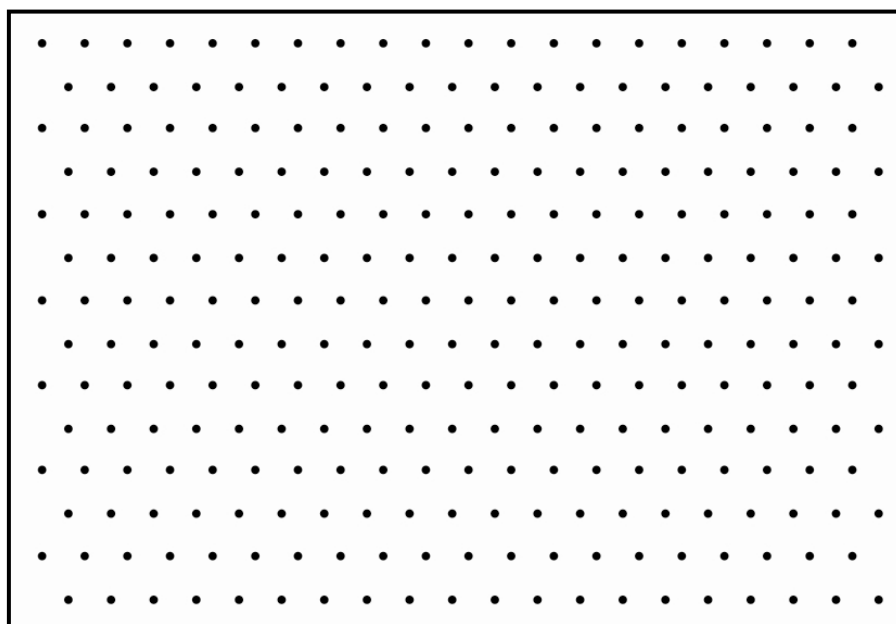


Figura 2.12 – Papel de desenho para estrutura Rib ⁽¹⁷⁾

Em relação aos símbolos que representam cada tipo de laçada, apresenta-se na Figura 2.13 uma classificação com os tipos de laçada e suas respectivas representações simbólicas.

	<p>Laçadas normais na bancada de trás (teares rectos) ou no disco (teares circulares)</p>
	<p>Laçadas normais na bancada da frente (teares rectos) ou no cilindro (teares circulares)</p>
	<p>Laçadas carregadas na bancada de trás (teares rectos) ou no disco (teares circulares)</p>
	<p>Laçadas carregadas na bancada na bancada da frente (teares rectos) ou no cilindro (teares circulares)</p>
	<p>Laçadas flutuantes nas agulhas pares da bancada de trás (teares rectos) ou no disco (teares circulares)</p>
	<p>Laçadas flutuantes nas agulhas pares da bancada da frente (teares rectos) ou no cilindro (teares circulares)</p>

Figura 2.13 - Representação simbólica das laçadas ⁽¹⁷⁾

A representação das comes é caracterizada pela utilização de triângulos divididos em duas partes, sendo atribuída a numeração 1 (um) ou 0 (zero) a cada uma destas partes. Se for atribuído o número 1, significa que a come está em acção, mas se for referido o número 0, a come está fora de acção (Figura 2.14).

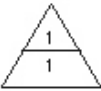


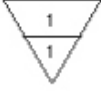
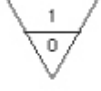
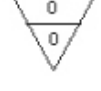
	Came do cilindro totalmente em acção; quando as agulhas passam nestas cames, tricotam uma laçada normal
	Came do cilindro em meia acção; corresponde à formação de uma laçada carregada
	Came do cilindro fora de acção; corresponde à formação de uma laçada flutuante
	Came do disco em acção
	Came do disco em meia acção
	Came do disco fora de acção

Figura 2.14 – Representação simbólica das cames ⁽¹⁷⁾

2.3.3 As diferentes estruturas de malhas

As estruturas elementares de malhas são o Jersey, o Rib 1x1 e Ponto Esquerdo 1x1 e destas estruturas elementares derivam outras diversas estruturas de malha. Contudo, de acordo com os objectivos propostos neste estudo, destaca-se aqui as estruturas tipo Jersey, Rib, Piquê Duplo e Piquê Lacoste ⁽¹⁾.

2.3.3.1 Jersey

Jersey simples, também conhecido por ponto de meia, teve a sua popularização no vestuário de senhora com “Jersey lily”, por ser natural da ilha de Jersey. O Jersey é a estrutura mais simples e económica de produzir, sendo geralmente produzida em teares circulares e numa única fileira de cames.

No Jersey simples (Figura 2.15), todas agulhas sobem para formar laçadas normais em todas as fileiras. Também existem várias estruturas derivadas do Jersey simples, que utilizam laçadas flutuantes e carregadas, as mais conhecidas são: *Locking* de Trama, Falso Rib, Crepe, Flutuações Cruzadas, Efeitos Sarjados ^(1, 2).

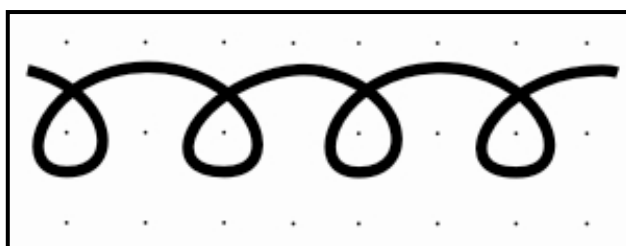


Figura 2.15 – Estrutura do Jersey ⁽¹⁾

2.3.3.2 Rib

É também conhecida por malha canelada e são produzidas com dois sistemas de agulhas, formando-se por um interlaçamento de laçadas em sentidos opostos na direcção das colunas. A sua aparência deriva de um cordão vertical devido à coluna de laçadas do direito, que são formadas pelo sistema de agulhas da frente se deslocar por cima das colunas das laçadas do avesso, as quais são formadas com o sistema de agulhas de trás.

O Rib 1x1 (Figura 2.16) é a estrutura mais comum e é uma estrutura equilibrada por colunas alternadas de laçadas com o direito técnico voltada para os dois lados. Existe também uma grande variedade de Rib, como o Rib 1X1, 2X1, 3X1, 5X1, 2X2, etc. ^(1, 2).

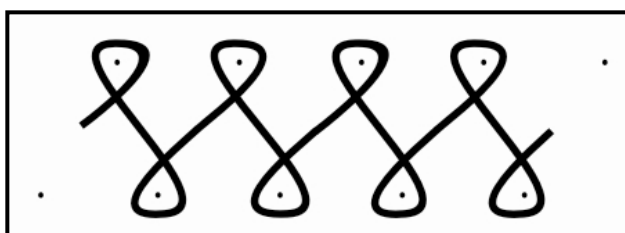


Figura 2.16 – Estrutura do Rib ⁽¹⁾

2.3.3.3 Piquê Lacoste

É a estrutura mais utilizada para *t-shirts* e pólo *shirts*. Na estrutura de Piquê Lacoste (Figura 2.17) são introduzidas laçadas carregadas simples, tornando assim mais pesada e mais larga que o Jersey equivalente. É normalmente produzido em tear circular com duas fileiras de canes ^(1, 2).

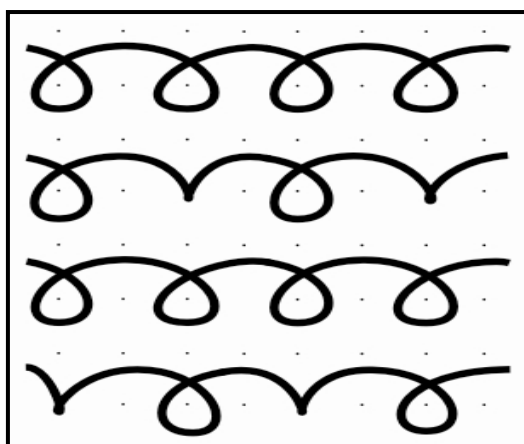


Figura 2.17 – Estrutura do Piquê Lacoste ⁽¹⁾

2.3.3.4 Piquê Duplo

Por ser muito parecido com o Piquê Lacoste o Piquê Duplo (Figura 2.18), é utilizado para os mesmos fins, tendo ele em todas as suas fileiras laçadas carregadas. Este torna-se mais pesado e largo que o Piquê Lacoste equivalente e o efeito de Piquê mais acentuado ^(1, 2).

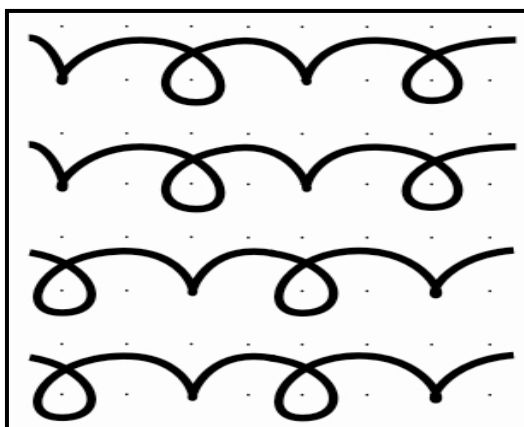


Figura 2.18 – Estrutura do Piquê Duplo ⁽¹⁾

2.3.4 A fibra de algodão

O algodão é uma fibra natural e vegetal, que possui uma estrutura monocelular, oca e muito leve, provida a partir das células epidérmicas da semente do algodoeiro. Quimicamente, o algodão é constituído por celulose pura, contendo uma pequena percentagem de impurezas como: ceras naturais, pectina, matéria colorida e compostos de azoto. Essas impurezas podem ser removidas por lavagem e branqueamento ⁽²⁾.

A cor do algodão varia desde o branco creme até o castanho mais ou menos acinzentado. O comprimento da fibra varia conforme o tipo de planta, condições climáticas e maturidade da fibra, podendo variar de 1/2" (meia polegada) até 2" (duas polegadas) ⁽²⁾.

O algodão é cultivado anualmente, sendo utilizado como fibra têxtil há mais de 7.000 anos, estando portanto ligado à origem mais remota do vestuário e à evolução da produção dos artigos têxteis. O algodão é a fibra natural que ocupa o primeiro lugar em número de vendas na indústria têxtil, seguido pela lã, linho e seda ⁽²⁾.

3 Parte experimental

Com a finalidade de estabelecer a relação do UPF das malhas de algodão com a sua estrutura, cor e acabamentos, foi realizada uma investigação *in vitro*, que consistiu em determinar o UPF das malhas considerando variações de estruturas e cores. Para tal, foram ensaiadas 144 amostras de malhas com diferentes composições estruturais e grau de aperto, com diferentes cores e percentagens de corante, nas quais foram realizadas medições de transmitância espectral.

3.1 Metodologia de investigação

No método planeado para a investigação empírica, os procedimentos foram estruturados em quatro fases distintas e sequenciais, como apresentado no esquema da Figura 3.1.

1. Determinação e produção das estruturas em estudo;
2. Medição da permeabilidade ao ar;
3. Preparação das amostras;
4. Determinação do UPF – Factor de Protecção Ultravioleta;
5. Tabulação e análise dos resultados.

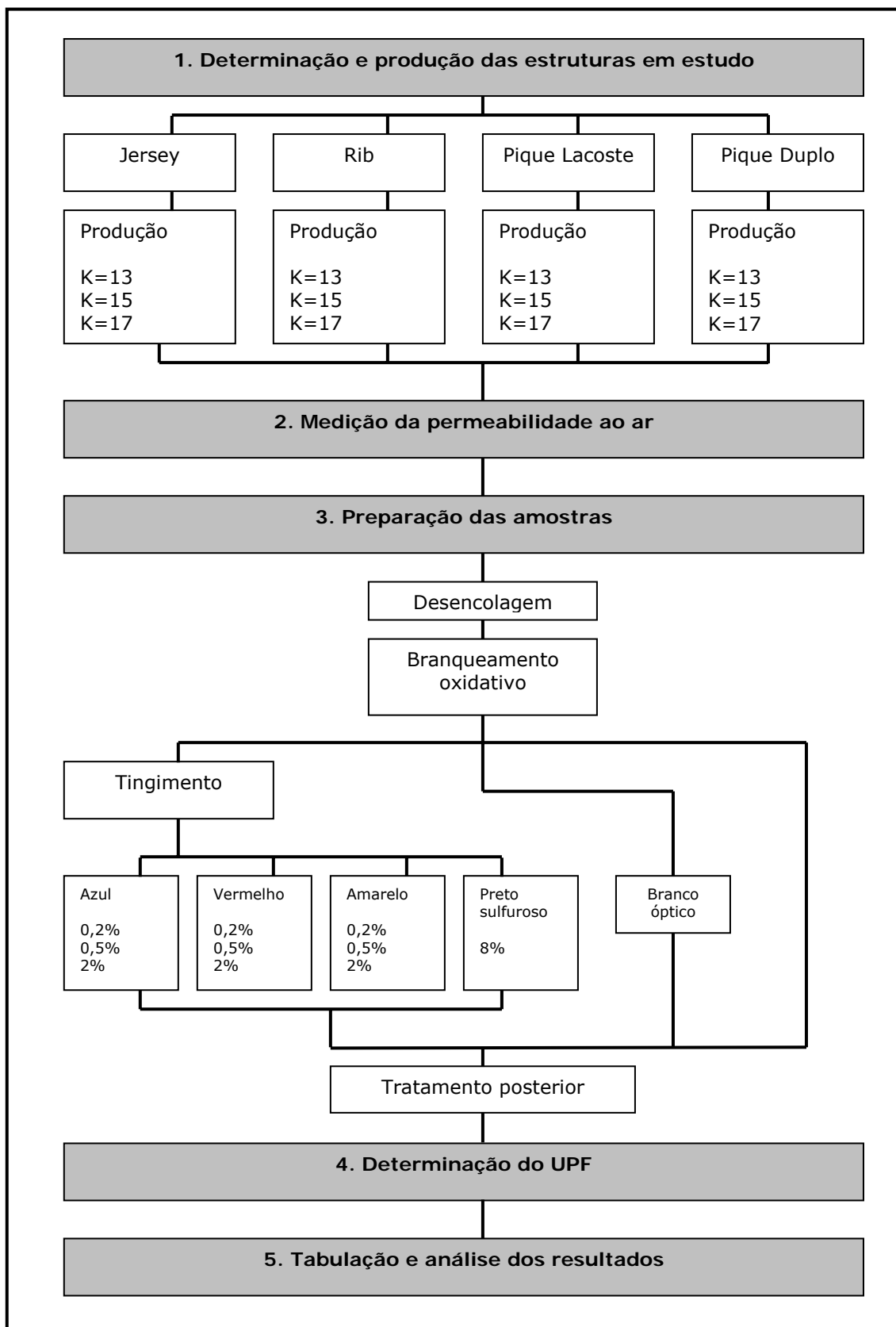


Figura 3.1 – Metodologia da parte experimental

3.2 Determinação das estruturas em estudo

Foram seleccionados quatro tipos de estruturas para a realização deste trabalho: Jersey, Rib, Piquê Lacoste e Piquê Duplo, por serem algumas das malhas mais comercializadas durante todo o ano para a confecção de peças de vestuário.

3.3 Produção das malhas

As malhas foram produzidas nos laboratórios da Universidade do Minho, num tear circular mecânico com agulhas de lingueta (Figura 3.2) e todas elas foram feitas com fio 100% algodão na sua cor natural.



Figura 3.2 – Tear circular mecânico

Antes de iniciar o processo de fabricação das malhas, foi destacada a necessidade de a mesma malha ser produzida em diferentes graus de aperto, por entender que o facto de uma malha ser mais fechada ou mais aberta, resultaria em diferentes graus de protecção. Assim, ficaram preestabelecidos o grau de aperto padrão (K=15) e mais duas variações, uma inferior (K=13) e outra superior (K=17).

Com os diferentes graus de aperto preestabelecidos e conhecido o número de agulhas necessárias para cada estrutura (Jersey $n_t= 1$, Piquê Lacoste $n_t= 8$, Piquê Duplo $n_t= 8$, Rib $n_t= 2$) e o Título do fio (24.5 tex), foram obtidos os comprimentos dos fios gastos na célula estrutural do ponto (l_u), fazendo uso da fórmula da Figura 3.3.

$$l_u = \sqrt{\frac{\text{tex} \times n_t}{K}}$$

tex = Título do fio
 n_t = Número de agulhas na célula estrutural do ponto
 K = Grau de aperto
 l_u = Comprimento do fio na célula estrutural do ponto em cm

Figura 3.3 – Regra para obtenção do valor de l_u ⁽¹⁷⁾

Na Tabela 3.1 apresenta-se os diferentes valores do l_u .

Tabela 3.1 - Valores de l_u (cm)

Grau de Aperto	Jersey	Piquê Lacoste Pique Duplo	Rib
K=13	$l_u = 0,376$	$l_u = 3,014$	$l_u = 0,753$
K=15	$l_u = 0,326$	$l_u = 2,612$	$l_u = 0,653$
K=17	$l_u = 0,288$	$l_u = 2,305$	$l_u = 0,576$

Após o cálculo do I_u , determinou-se a velocidade do fio a ser utilizado no tear, fazendo uso da fórmula da Figura 3.4.

$$V_f = \frac{V_t \times I_u}{100} \times \frac{N \times N_f}{n_t}$$

V_f = Velocidade do fio (m/min)
 V_t = Velocidade do tear (r.p.m)
 n_t = Número de agulhas na célula estrutural do ponto
 N = Numero total de agulhas em acção no tear
 N_f = Fracção de agulhas em acção em cada alimentação

Figura 3.4 – Fórmula para obtenção da velocidade fio no tear ⁽¹⁷⁾

Na Tabela 3.2, apresenta-se as velocidades do fio no tear, obtidas para os diferentes graus de aperto.

Tabela 3.2 - Velocidades do fio no tear (m/min)

Grau de Aperto	Jersey	Piquê Lacoste Pique Duplo	Rib
K=13	42,729	42,732	42,71
K=15	37,036	37,036	37,036
K=17	32,670	32,679	32,676

Foram produzidos os quatro tipos de estruturas determinadas anteriormente, especificamente: Jersey, Rib, Piquê Duplo e Piquê Lacoste. Para cada tipo de estrutura foram programados os três graus de aperto preestabelecidos (K=13, K=15 e K=17), resultando num total de 12 variações de malhas.

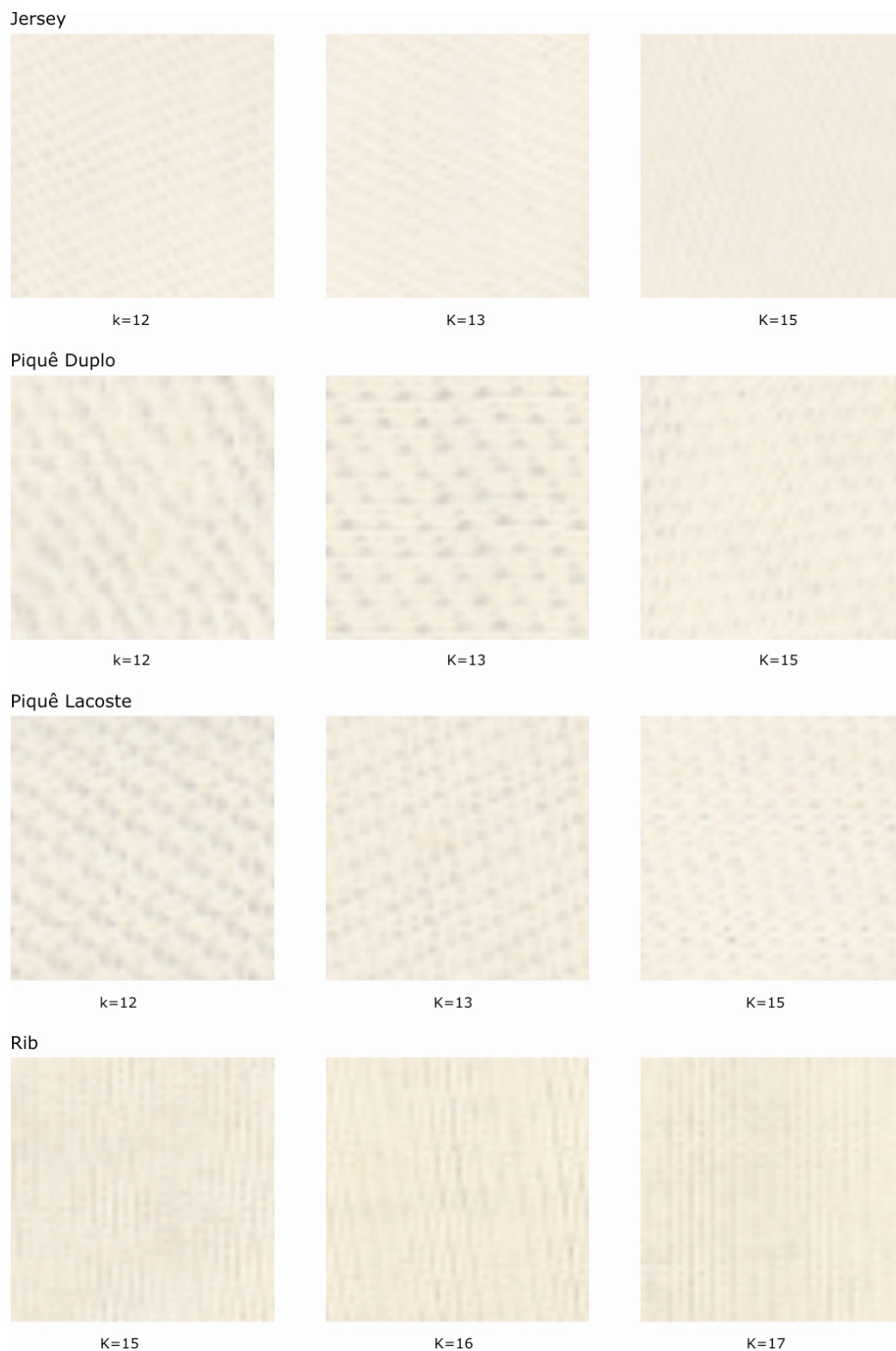


Figura 3.5 – Estruturas e grau de aperto

Contudo, a análise detalhada das amostras permitiu observar que, devido a algumas limitações do tear, as malhas produzidas não apresentavam o grau de aperto programado (Figura 3.5). Os parâmetros individuais das diferentes amostras são apresentados na tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Características das malhas

Estrutura	Grau de aperto	Peso g/m²	Espessura mm	Colunas/cm	Fileiras/cm
Jersey	K=12	136.99	0.588	11	12
	K=13	160.02	0.600	12	16
	K=15	180.40	0.594	13	19
Rib	K=15	211.81	0.768	10	16
	K=16	234.60	0.832	10.5	16
	K=17	235.58	0.834	11	16
Piquê Duplo	K=12	153.88	0.822	8	9
	K=13	176.40	0.832	8.5	11
	K=15	183.83	0.980	9	14
Piquê Lacoste	K=12	148.86	0.796	8	10
	K=13	158.99	0.844	8.5	12
	K=15	169.94	0.799	9	12

3.4 Permeabilidade ao ar das malhas

Para verificar se malhas com idêntico grau de aperto, mas diferentes estruturas, apresentam os mesmos espaços abertos, foram realizados testes de permeabilidade ao ar. Tal procedimento permite dar indicação

relativamente à maior ou menor facilidade de penetração dos raios ultravioletas.

O aparelho utilizado para determinar a permeabilidade ao ar foi permeabilímetro FX 3300 (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Permeabilímetro ao ar

O permeabilímetro ao ar exerce uma pressão de 200Pa sobre a amostra onde pode-se observar o quanto esta é permeável ao ar. O procedimento foi repetido dez vezes em diferentes lugares das amostras, estabelecendo assim o valor da permeabilidade ao ar que é a média destas repetições.

3.5 Preparação das amostras

Após a produção das malhas nas condições predefinidas, foram realizados os procedimentos de preparação das amostras para,

posteriormente, poderem ser submetidas ao teste no espectrofotometro, com a finalidade de determinar o Factor de Protecção Ultravioleta. As amostras foram preparadas de forma a poder estabelecer a relação do UPF das malhas de algodão com a sua estrutura e cor.

3.5.1 Recorte e pesagem

Os primeiros cinco centímetros das bordas de cada malha produzida foram descartados. Como o peso das malhas é variável, conforme as suas respectivas estruturas, as amostras foram pesadas individualmente para garantir que os testes fossem realizados em igualdade de condições para todas as amostras, tendo sido predefinido o peso de 2g para cada amostra.

3.5.2 Tratamento prévio

3.5.2.1 Desencolagem

As amostras foram submetidas a um tratamento prévio para excluir impurezas contidas nas fibras e otimizar a estrutura do material de forma a estar apto para as operações de tingimento. Realizou-se, portanto, uma desencolagem para eliminar as gomas introduzidas nas fases de fiação e tecelagem, sem degradar a celulose.

3.5.2.2 Branqueamento

Ao término da desencolagem, as amostras foram submetidas ao branqueamento, com o objectivo de eliminar o corante natural do algodão. Para o branqueamento, as amostras foram subdivididas em dois grupos, sendo que num destes grupos foi adicionado o branco óptico (UVITEX – BHT). Apresenta-se na Tabela 3.4 os produtos utilizados no branqueamento e as respectivas quantidades utilizadas num banho de relação 1:17.

Tabela 3.4 – Processo de branqueamento

Produto	Quantidade
Sulfato de magnésio	0,1 gl ⁻¹
Molhante	0,5 gl ⁻¹
Estabilizador de água oxigenada	0,5 gl ⁻¹
Soda cáustica	0,75 gl ⁻¹
H ₂ O ₂ (100 Vol.)	2,5 gl ⁻¹
Branco óptico (UVITEX – BHT) *	0,175%

* Apenas para o branco óptico e acrescentado após o branqueamento.

3.5.3 Tingimento

Para fazer um estudo do efeito da cor no UPF das malhas, foram utilizados três corantes reactivos (vermelho, azul e amarelo) e um sulfuroso (preto), branco e branco óptico.

Para o tingimento do preto, foi utilizado corante sulfuroso com percentagem de 8% através do processo descrito na Figura 3.7.

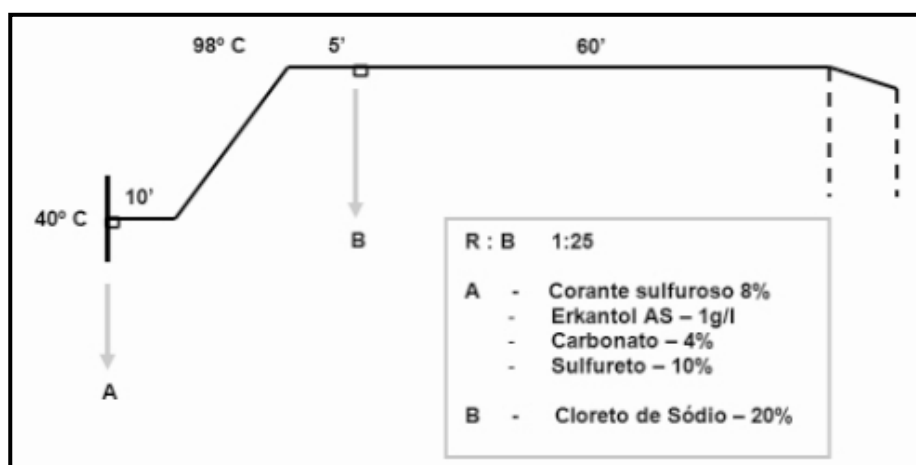


Figura 3.7 – Processo de tingimento – Preto sulfuroso ⁽⁵⁾

As cores azul, vermelho e amarelo foram tingidas nas percentagens 2%, 0,5% e 0,2% com corantes reactivos LEVAFIX BAYER (Corante Blue

CA, Corante Red CA e Corante Yellow CA), através do método de esgotamento descrito na Figura 3.8.

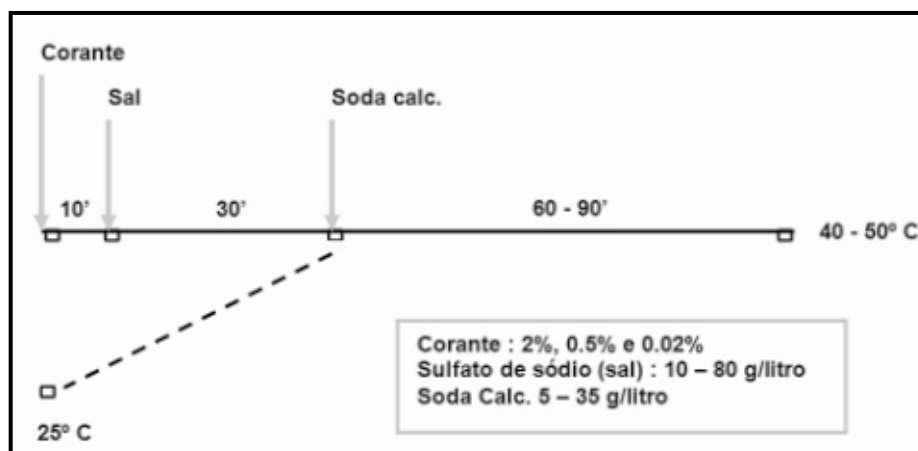


Figura 3.8 – Método de tingimento com corante reactivo ⁽⁵⁾

3.5.4 Tratamento posterior

Depois do tingimento, foram retirados das amostras os excessos de corantes, ou seja, a parte de corante não fixada e para tal foi realizado o enxaguamento e lavagem, através do procedimento a seguir:

- 1) Enxaguamento a frio;
- 2) Enxaguamento a quente (60° a 80° C);
- 3) Ensaboamento a fervura (10 a 20 min) com 1g/l de detergente;
- 4) Enxaguamento a quente e a frio (até que a água saia limpa).

3.5.5 Amostras definitivas

Assim, todas as doze (12) variações de malhas produzidas foram subdivididas em grupos de doze (12) amostras cada uma, resultando num total de cento e quarenta e quatro (144) amostras, tratadas e tingidas, como representado no esquema da Figura 3.9.

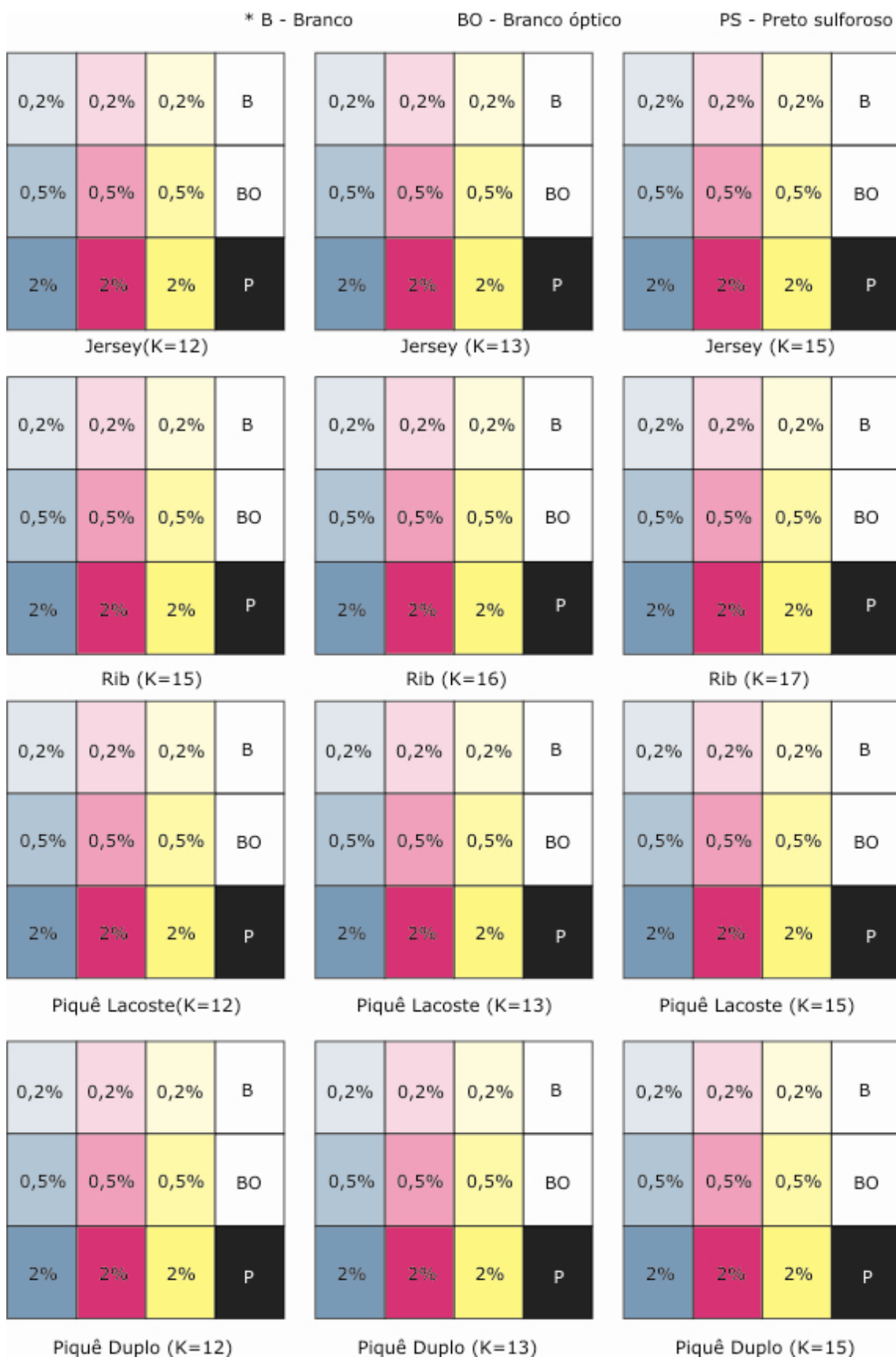


Figura 3.9 – Variação das amostras em estudo

Todas as amostras em estudo foram digitalizadas e disponibilizadas no Anexo 1 deste trabalho.

3.6 Determinação do UPF das amostras

Com as amostras finalizadas, passou-se à determinação do factor de protecção ultravioleta de cada uma das 144 amostras em estudo. A determinação do UPF das amostras foi realizada, primeiramente, após o branqueamento, outra após o branco óptico e uma outra após o tingimento, com o objectivo de verificar a existência de algumas influências exercidas por estes factores no grau de protecção ultravioleta das amostras.

A determinação do UPF é exclusivamente para protecção de radiação solar de tecidos de malha secos e relaxados (não estirados). A radiação ultravioleta solar considerada é a UVB (280 nm a 315 nm) e a UVA (315 nm a 400 nm). Esta subdivisão é baseada nos intervalos propostos pelo Comitê Internacional de Radiação Não-Ionizante da Associação Internacional de Protecção a Radiação (*International Radiation Protection Association – IRPA*) de 1985 ⁽¹⁹⁾.

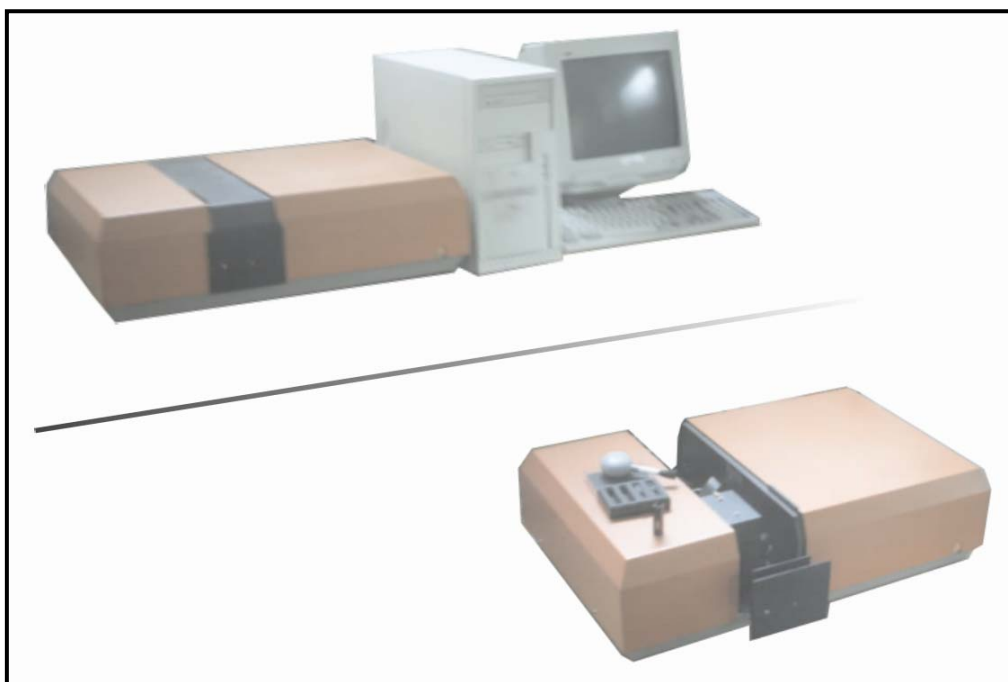


Figura 3.10 – Espectrofotometro SDL M 284

O aparelho utilizado para determinar o UPF das amostras foi um espectrofotometro SDL M 284, com duplo feixe e esfera integrada, apresentado na Figura 3.10.

O programa de *software* do espectrofotometro SDL M 284 dispõe de três opções de normas: a norma BS 7914:1998, a norma USA:AATCC *Test Method* 183-1998 e a norma AS/NZS 4399 :1996, que se caracteriza por ser a pioneira e a mais conhecida, o que justifica a opção em adoptá-la para a determinação do UPF das amostras neste estudo.

O sistema do espectrofotometro calcula o factor de protecção solar da amostra e os factores de penetração de UV. O programa que controla o espectrofotometro e todo o processo é automático. Primeiramente é emitido o gráfico da penetração e protecção UV (Figura 3.11) e por fim o sistema emite um relatório com os resultados obtidos (Figura 3.12).

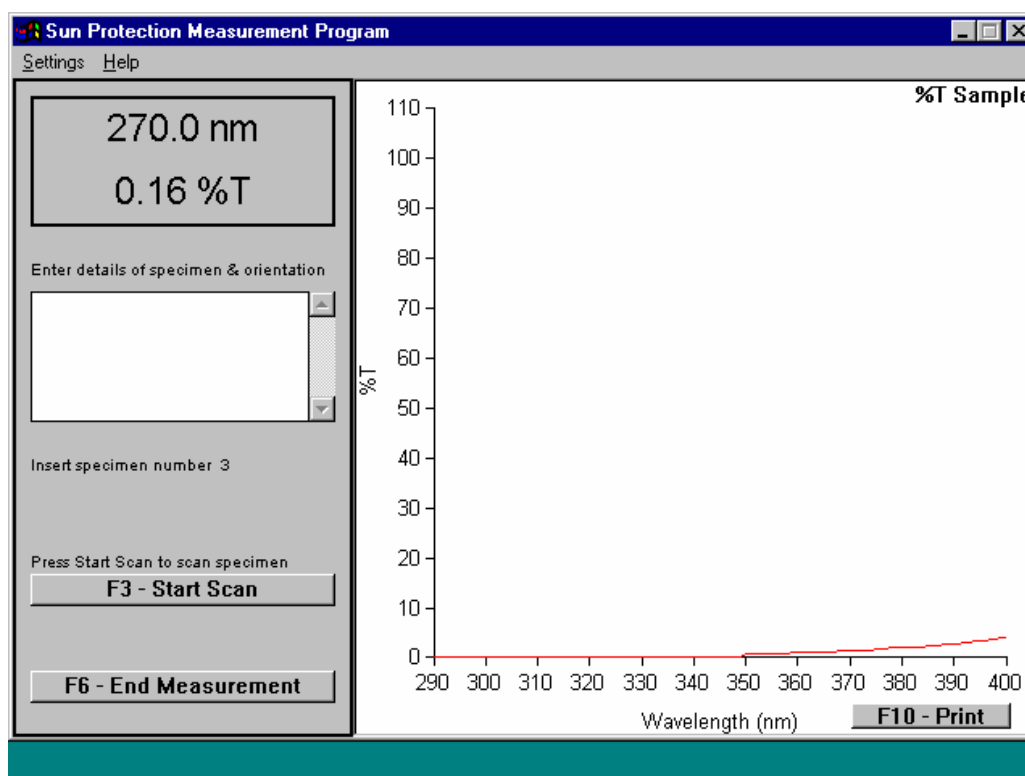


Figura 3.11 – Gráfico emitido pelo sistema

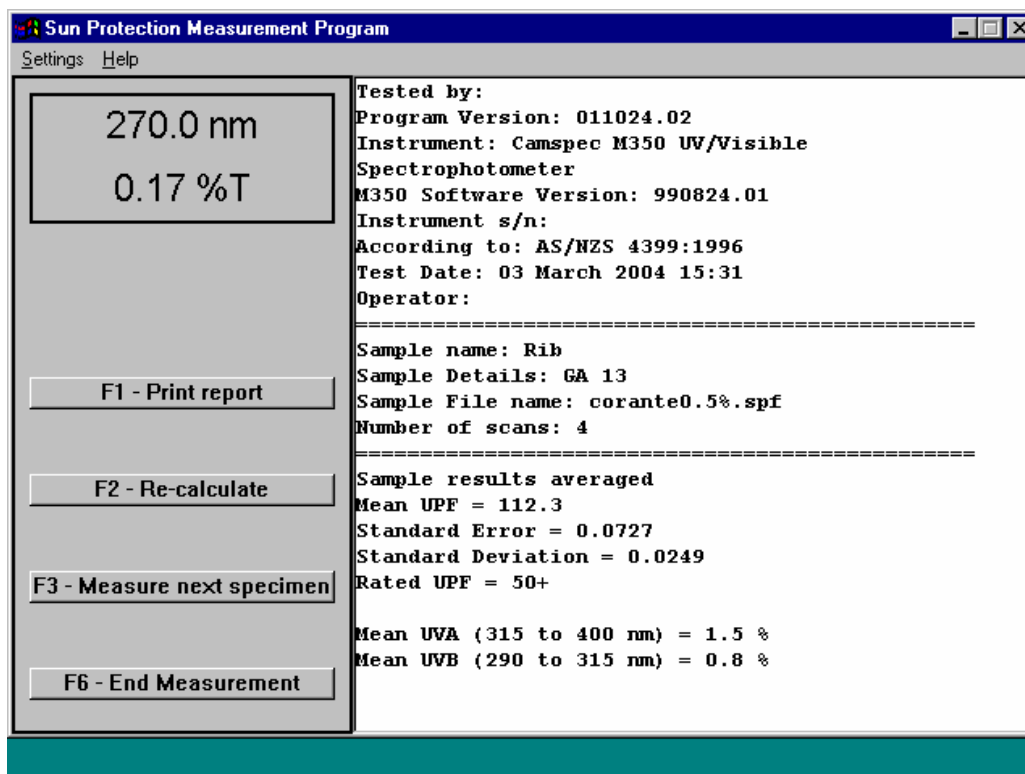


Figura 3.12 – Relatório do sistema

O UPF das amostras em estudo foi determinado de acordo com as recomendações das normas AS/NZS 4399:1996 – *Sun protective clothing – Evaluation and classification* que estabelece uma série de referências, isto é, requisitos metodológicos, condições instrumentais e de ensaio e a classificação do tecido através do UPF ⁽¹⁹⁾.

4 Resultados e análise da investigação

Neste capítulo, apresenta-se os resultados obtidos através da investigação laboratorial, referentes à determinação do UPF das malhas, assim como a análise da influência da estrutura e cor nos resultados obtidos.

Para maximizar a segurança dos resultados obtidos e adaptá-los às especificações da norma AS/NZS 4399 :1996, arredondou-se o resultado do UPF calculado pelo espectrofotometro para o múltiplo de cinco inferior mais próximo. Assim, por exemplo, um resultado de UPF mínimo igual a 19 foi classificado como 15, pois para ser classificado como 20 o resultado deveria ser maior ou igual a 20. Dessa maneira, evita-se a classificação do UPF seja determinada com um desvio padrão muito elevado.

4.1 Variação do UPF das malhas

Apresenta-se aqui a variação do UPF das amostras em função da cor e do grau de aperto da malha. No gráfico geral de cada estrutura podem ser comparados os resultados do UPF com todas as variações de grau de aperto, assim como as variações das cores de corantes utilizados.

4.1.1 UPF do Jersey em função da cor e grau de aperto

Apresenta-se nas tabelas 4.1 a 4.6 os resultados de UPF obtidos na estrutura Jersey para as diferentes cores.

Tabela 4.1 - Amostras de Jersey - Amarelo

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 12	2	20
	0.5	5
	0.2	5
K= 13	2	35
	0.5	10
	0.2	5
K= 15	2	40
	0.5	15
	0.2	5

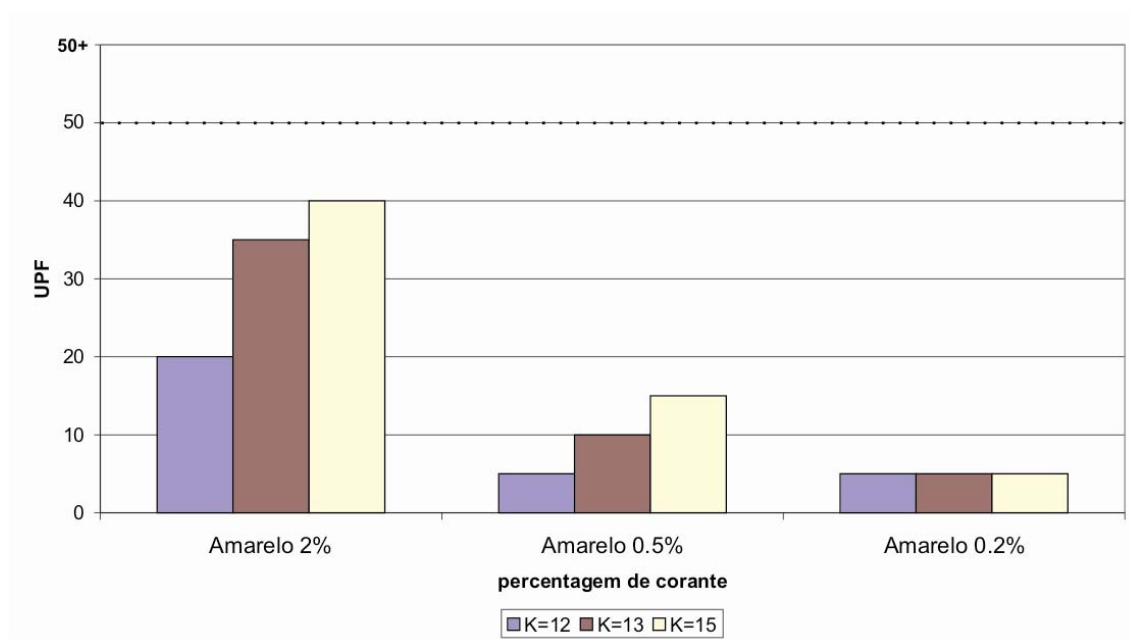


Gráfico 4.1 - UPF da estrutura Jersey – Amarelo

Tabela 4.2 - Amostras de Jersey - Azul

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 12	2	40
	0.5	20
	0.2	10
K= 13	2	50+
	0.5	35
	0.2	15
K= 15	2	50+
	0.5	50+
	0.2	25

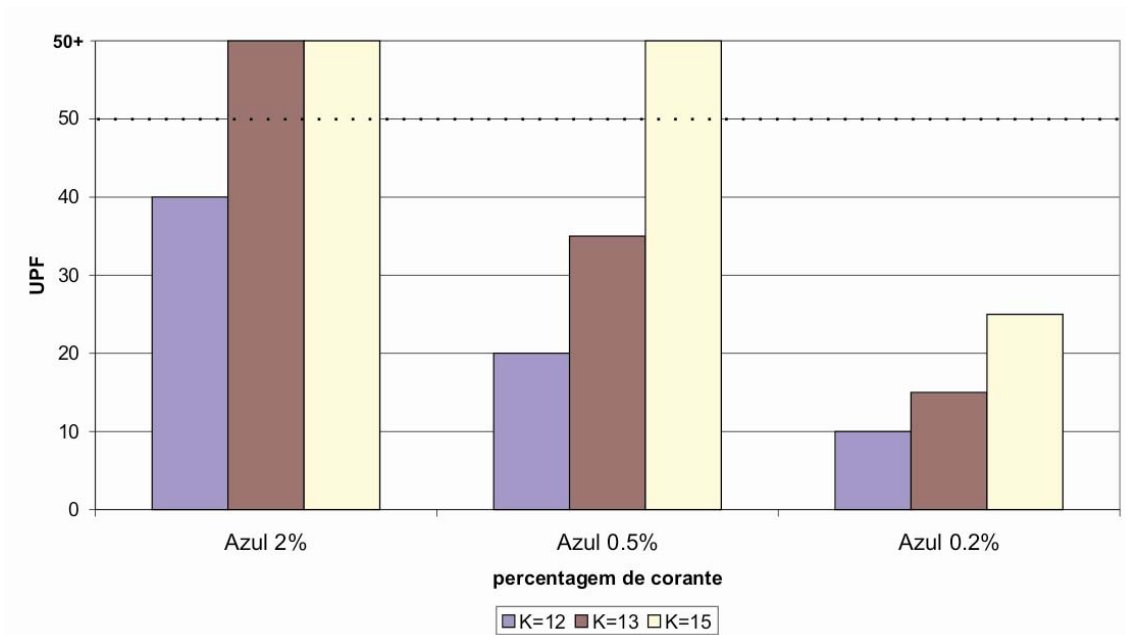


Gráfico 4.2 - UPF da estrutura Jersey – Azul

Tabela 4.3 - Amostras de Jersey - Vermelho

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 12	2	30
	0.5	30
	0.2	20
K= 13	2	50+
	0.5	35
	0.2	30
K= 15	2	50+
	0.5	50+
	0.2	35

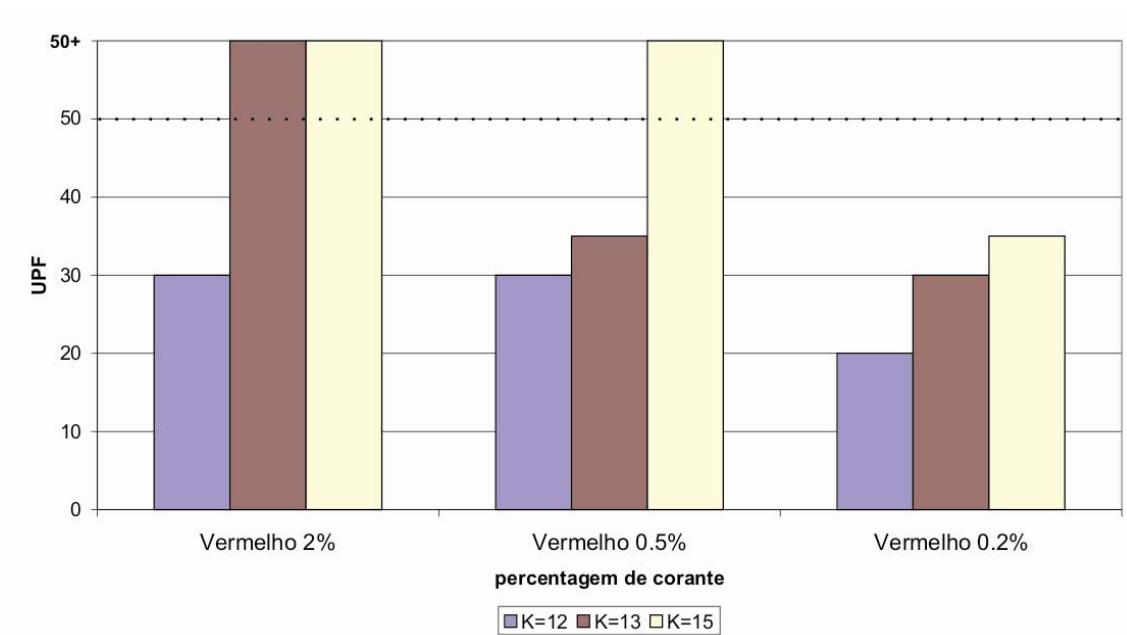


Gráfico 4.3 - UPF da estrutura Jersey – Vermelho

Tabela 4.4 - Amostras de Jersey - Preto

Grau de aperto	UPF
K= 12	45
K= 13	50+
K= 15	50+

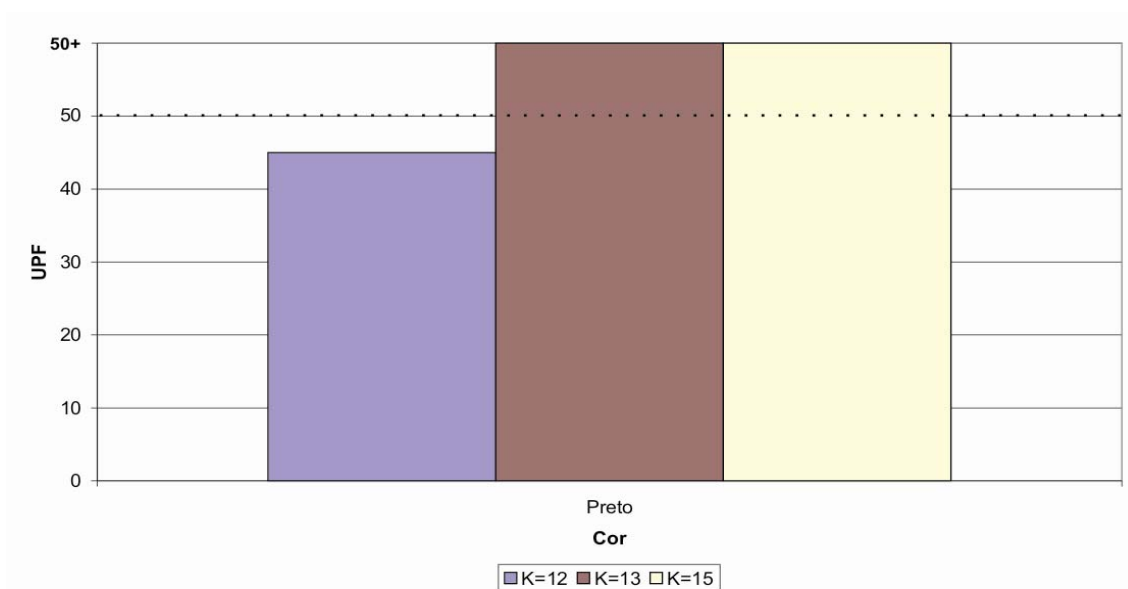


Gráfico 4.4 - UPF da estrutura Jersey – Preto

Tabela 4.5 - Amostras de Jersey – Branco óptico

Grau de aperto	UPF
K= 12	25
K= 13	40
K= 15	50+

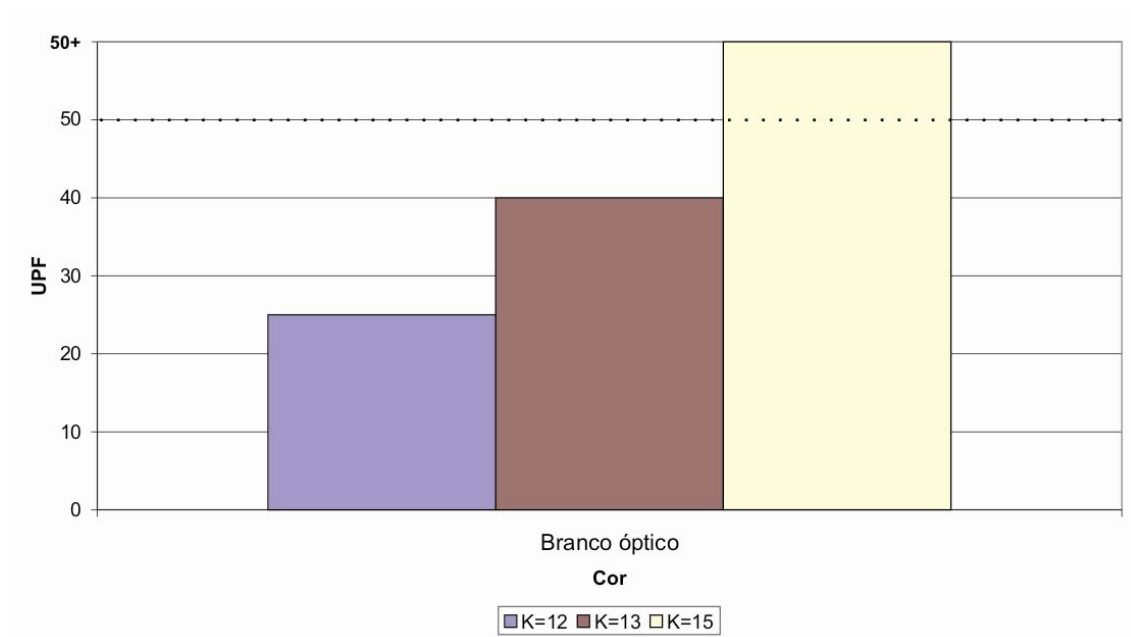


Gráfico 4.5 - UPF da estrutura Jersey – Branco óptico

Tabela 4.6 - Amostras de Jersey - Branco

Grau de aperto	UPF
K= 12	0
K= 13	5
K= 15	5

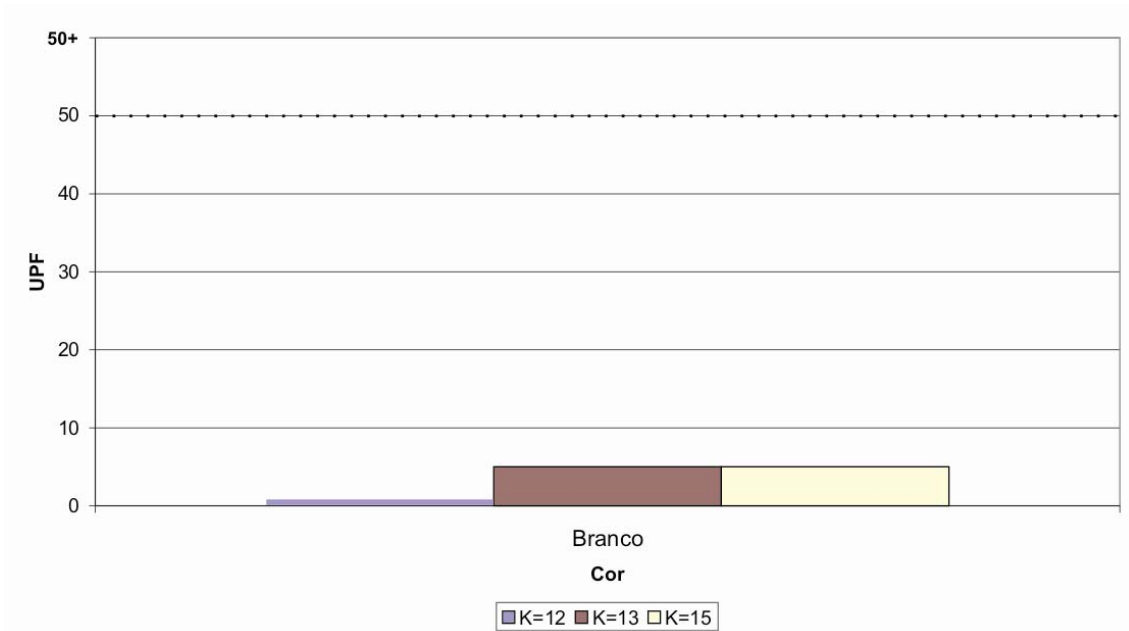


Gráfico 4.6 - UPF da estrutura Jersey – Branco

Da análise dos resultados referentes à estrutura Jersey observa-se que a cor que menos protege é o branco, enquanto o preto é a cor que mais protege. De todas as amostras, o branco com k=12 apresenta o menor UPF e as amostras do branco óptico com k=15, preto k=15, azul K=15 e k=13 com 2% de corante, azul k=15 com 0.5% de corante, vermelho K=13 e k=15 com 2% de corante e vermelho K=15 com 0.5% de corante atingiram, todas, o UPF 50+ (Gráfico x).

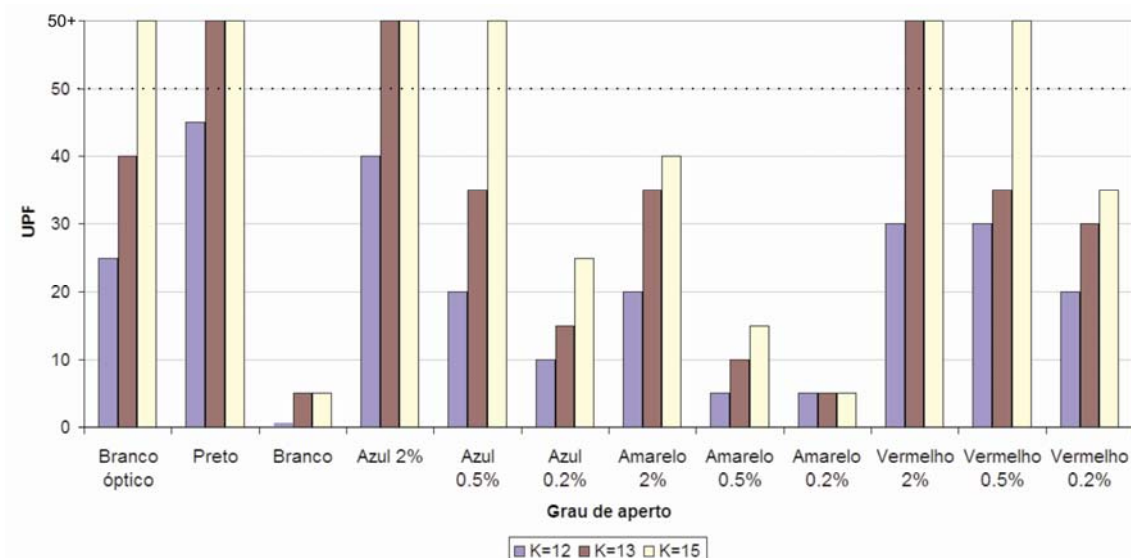


Gráfico 4.7 - Gráfico geral da estrutura Jersey

4.1.2 UPF do Piquê Lacoste em função da cor e grau de aperto

De maneira idêntica ao que se fez com a estrutura Jersey, apresentam-se os resultados de UPF para as diferentes cores da estrutura Piquê Lacoste.

Tabela 4.7 - Amostras de Piquê Lacoste - Amarelo

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	10
	0.5	5
	0.2	0
K= 16	2	15
	0.5	10
	0.2	5
K= 17	2	30
	0.5	10
	0.2	10

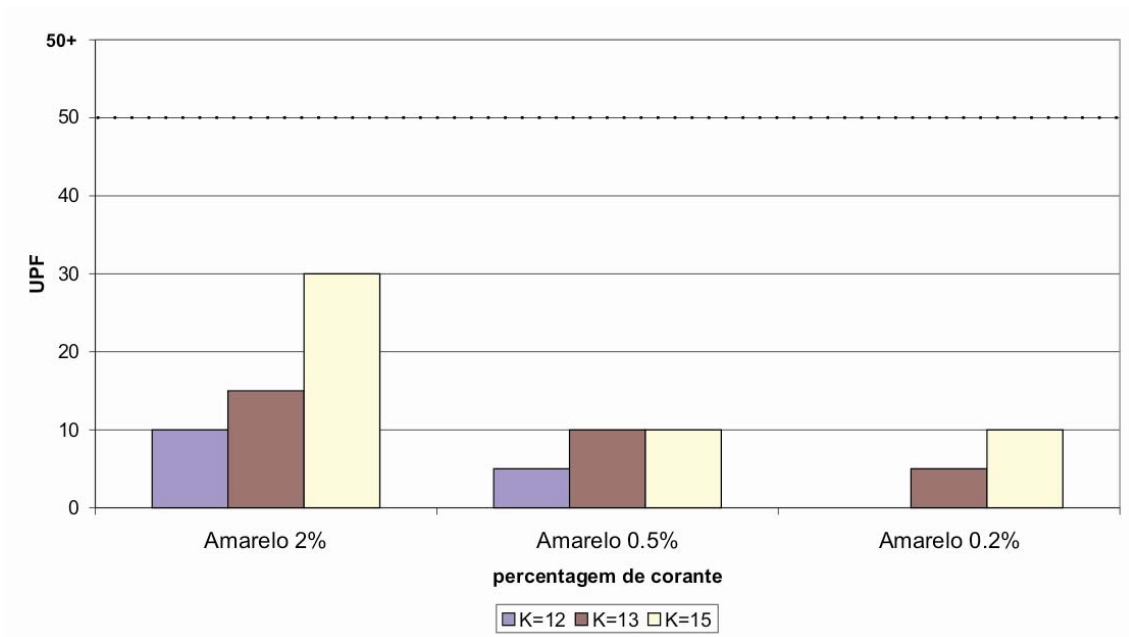


Gráfico 4.8 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Amarelo

Tabela 4.8 - Amostras de Piquê Lacoste - Azul

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	20
	0.5	10
	0.2	5
K= 16	2	20
	0.5	15
	0.2	10
K= 17	2	45
	0.5	30
	0.2	15

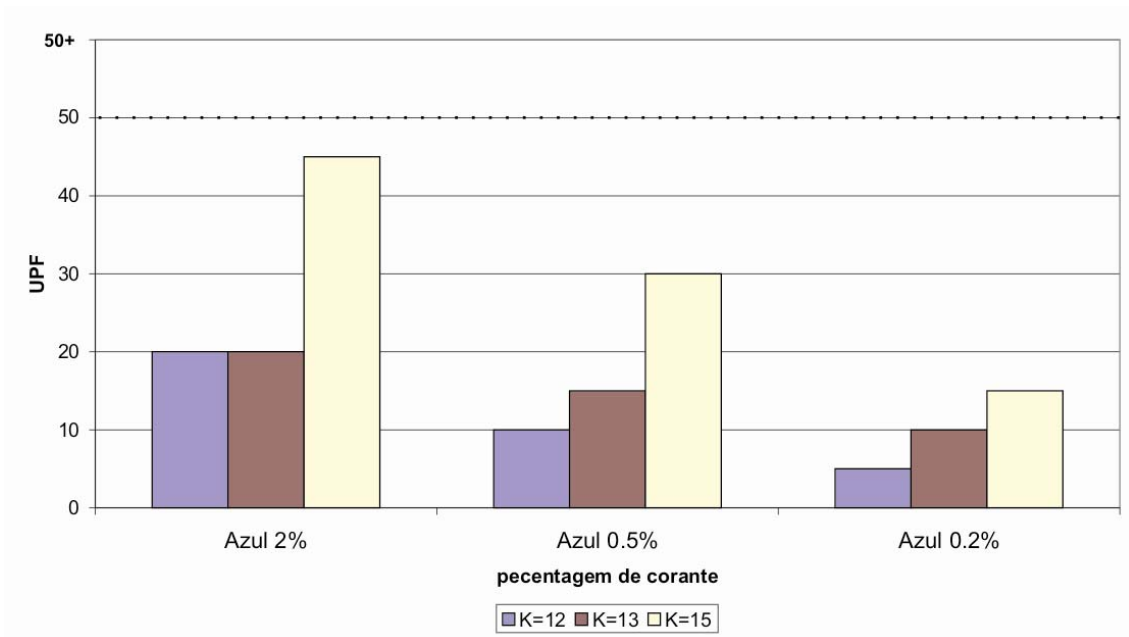


Gráfico 4.9 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Azul

Tabela 4.9 - Amostras de Piquê Lacoste - Vermelho

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	20
	0.5	15
	0.2	10
K= 16	2	35
	0.5	20
	0.2	10
K= 17	2	50+
	0.5	35
	0.2	20

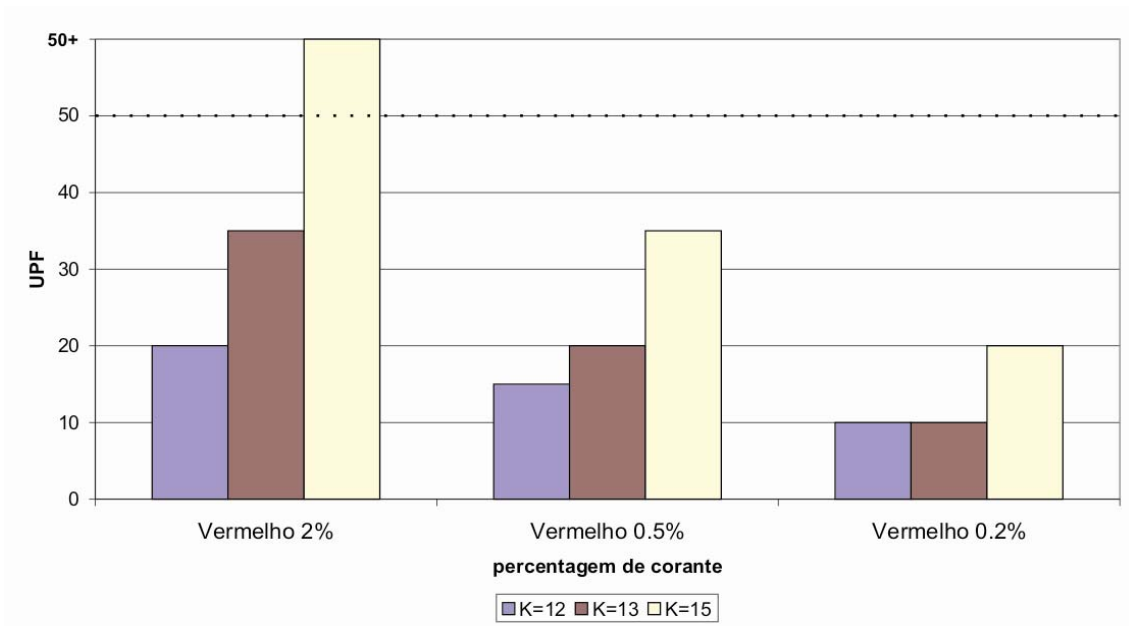


Gráfico 4.10 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Vermelho

Tabela 4.10 - Amostras de Piquê Lacoste – Preto

Grau de aperto	UPF
K= 12	35
K= 13	50+
K= 15	50+

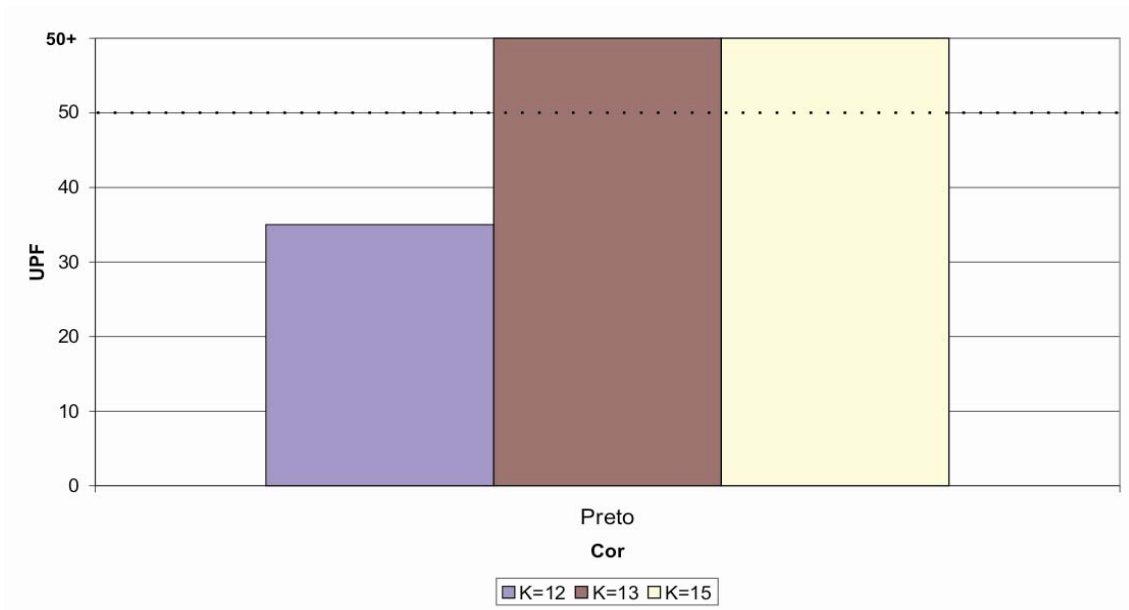


Gráfico 4.11 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Preto

Tabela 4.11 - Amostras de Piquê Lacoste – Branco óptico

Grau de aperto	UPF
K= 12	20
K= 13	20
K= 15	25

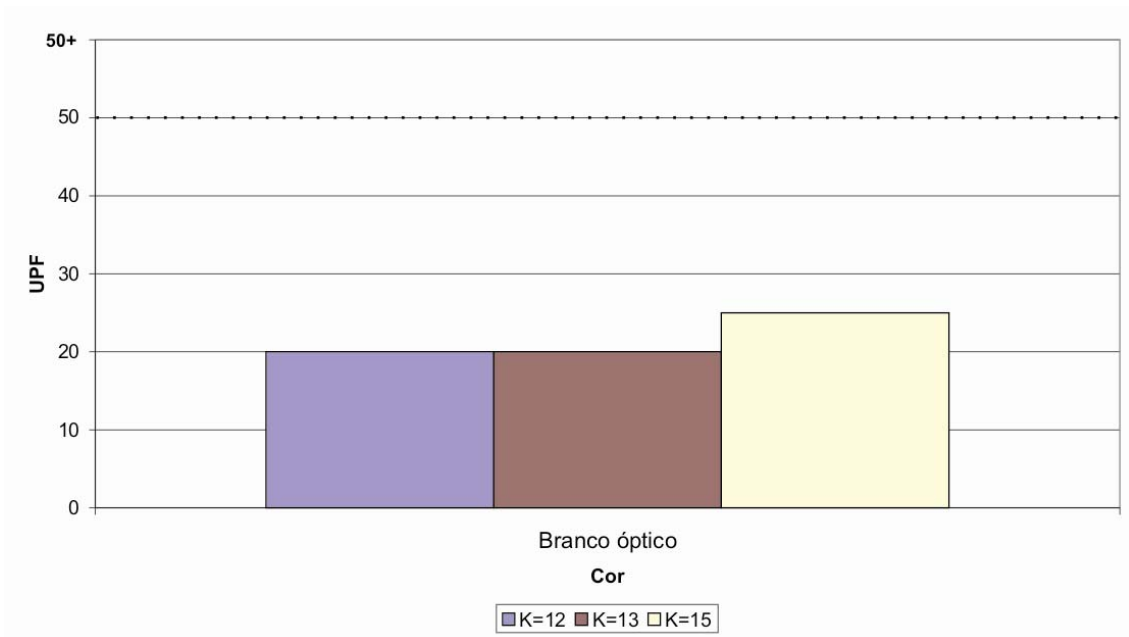


Gráfico 4.12 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Branco óptico

Tabela 4.12 - Amostras de Piquê Lacoste – Branco

Grau de aperto	UPF
K= 12	0
K= 13	5
K= 15	5

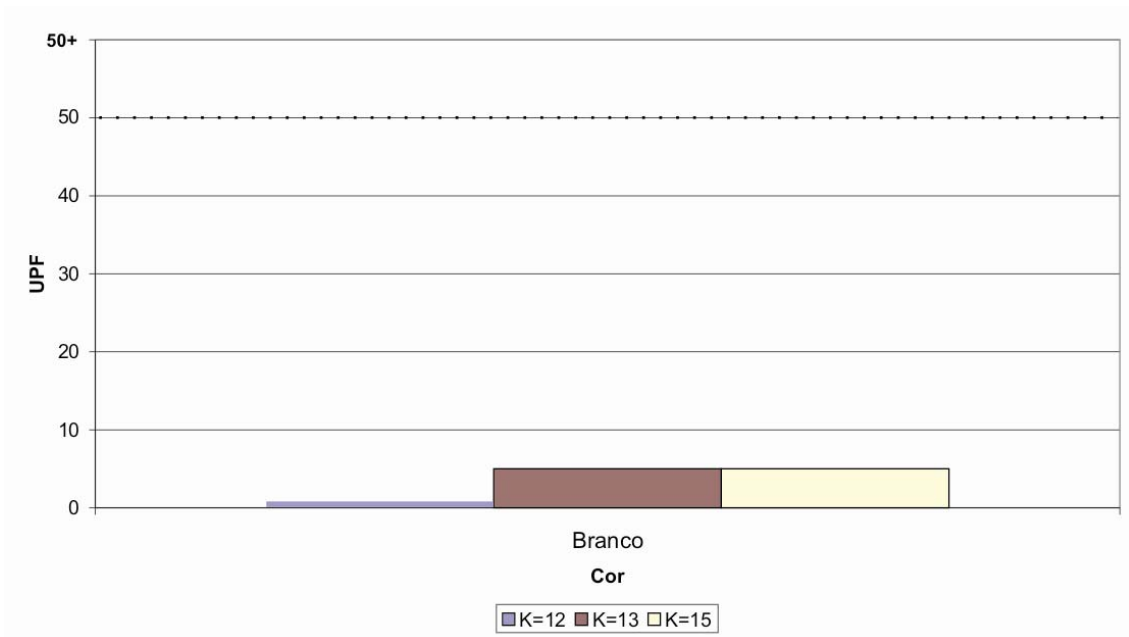


Gráfico 4.13 – UPF da estrutura Piquê Lacoste – Branco

A análise da estrutura Piquê Lacoste permite observar que, de modo geral, esta possui baixo UPF. Atingindo o UPF 50+ apenas no preto K=13 e k=15 e vermelho k=15 com 2% de corante.

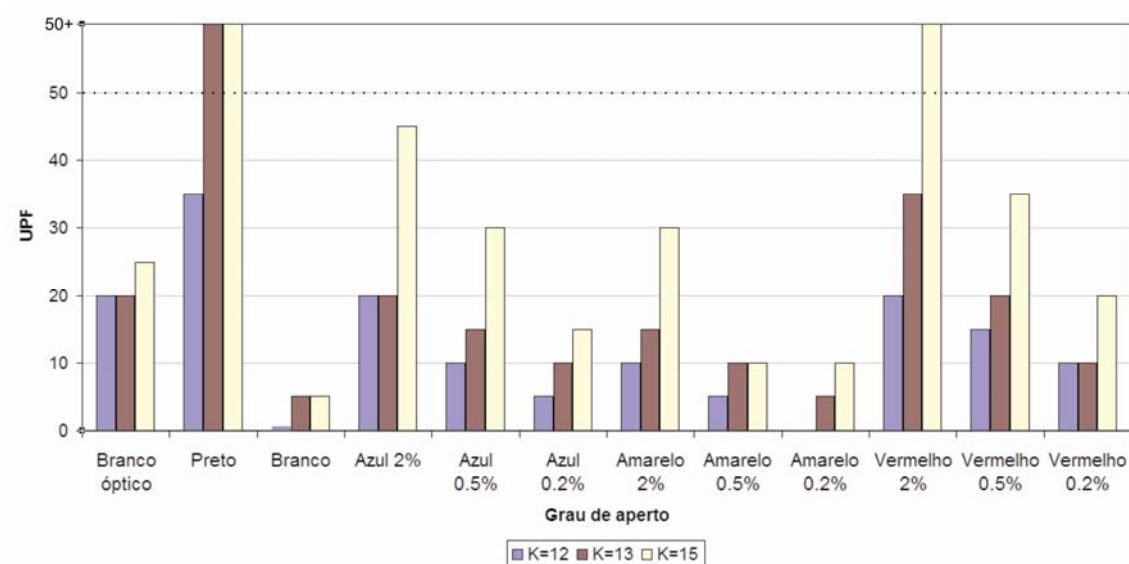


Gráfico 4.14 - Gráfico geral da estrutura Piquê Lacoste

4.1.3 UPF do Piquê Duplo em função da cor e grau de aperto

Nas tabelas abaixo, apresenta-se os resultados de UPF obtidos nas diferentes cores da estrutura Piquê Duplo.

Tabela 4.13 - Amostras de Piquê Duplo - Amarelo

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	15
	0.5	5
	0.2	5
K= 16	2	15
	0.5	5
	0.2	5
K= 17	2	50+
	0.5	15
	0.2	5

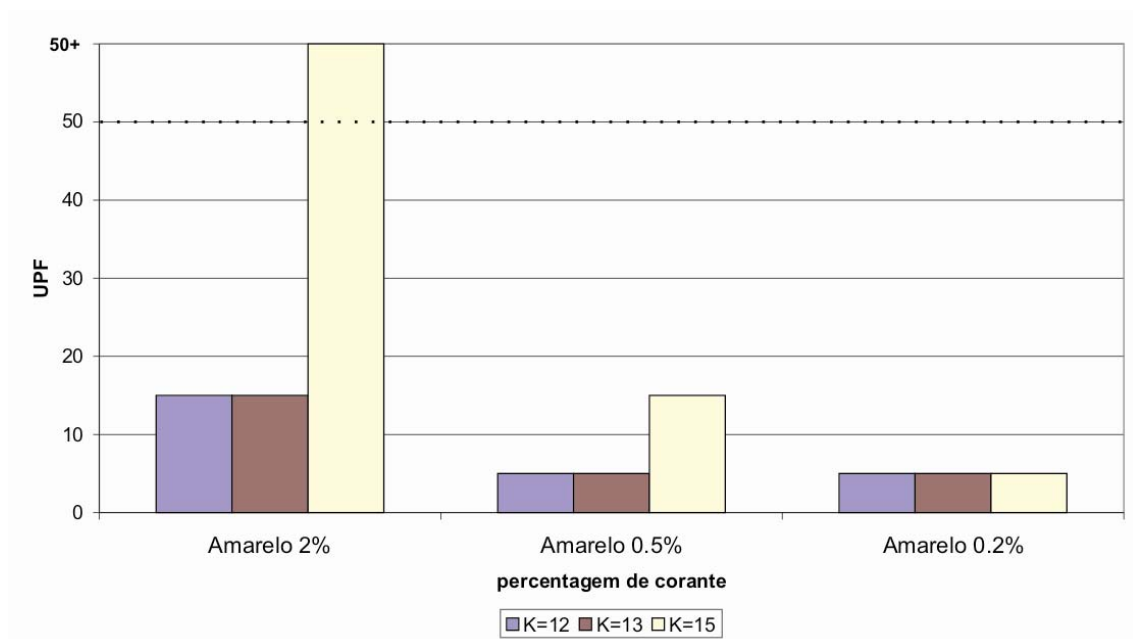


Gráfico 4.15 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Amarelo

Tabela 4.14 - Amostras de Piquê Duplo - Azul

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	25
	0.5	15
	0.2	10
K= 16	2	20
	0.5	15
	0.2	10
K= 17	2	50+
	0.5	40
	0.2	15

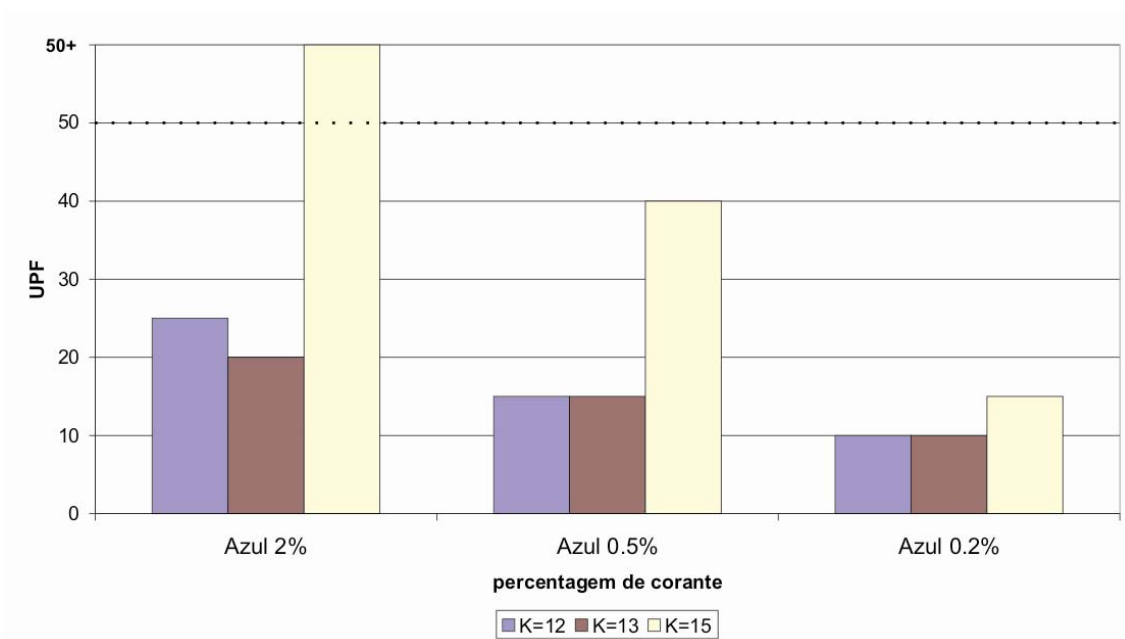


Gráfico 4.16 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Azul

Tabela 4.15 - Amostras de Piquê Duplo - Vermelho

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	50+
	0.5	20
	0.2	20
K= 16	2	20
	0.5	15
	0.2	15
K= 17	2	50+
	0.5	40
	0.2	40

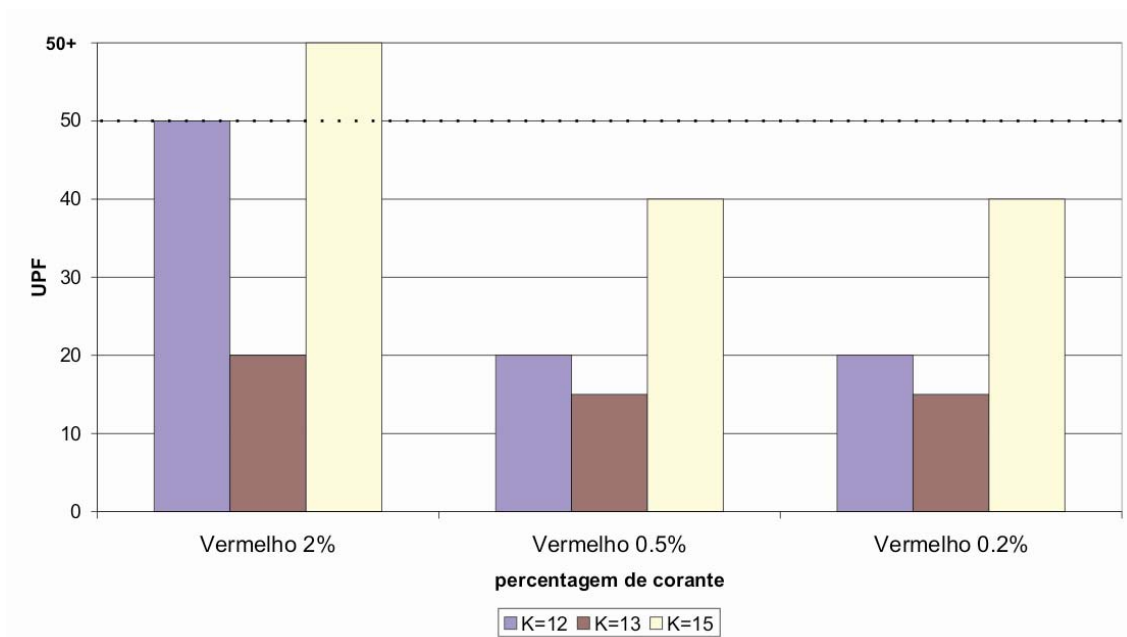


Gráfico 4.17 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Vermelho

Tabela 4.16 - Amostras de Piquê Duplo – Preto

Grau de aperto	UPF
K= 12	50+
K= 13	50+
K= 15	50+

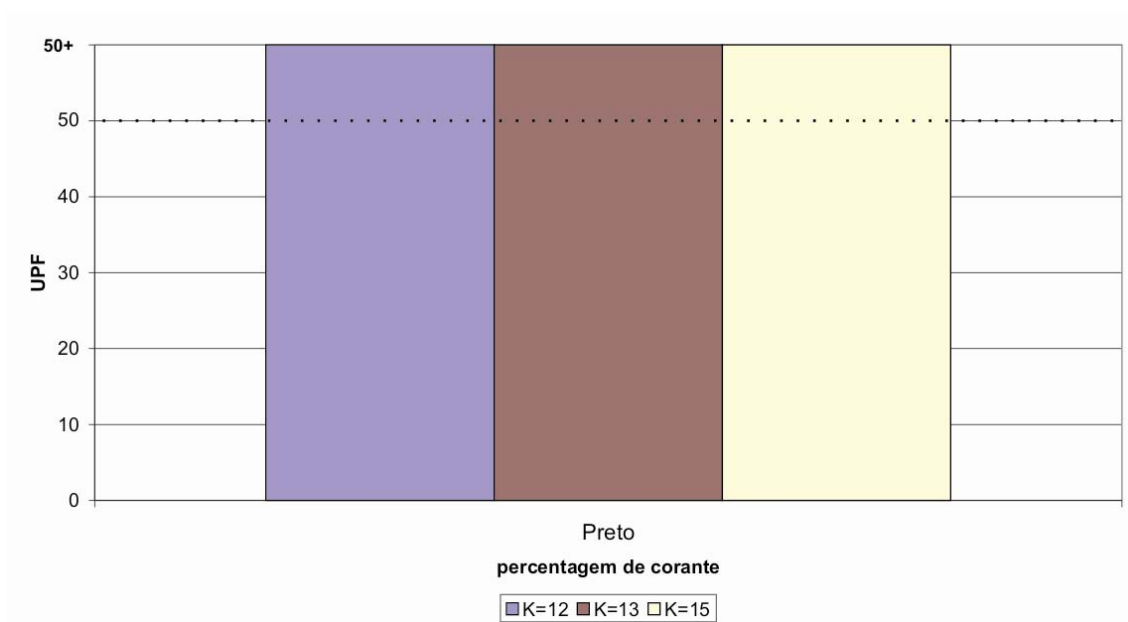


Gráfico 4.18 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Preto

Tabela 4.17 - Amostras de Piquê Duplo – Branco óptico

Grau de aperto	UPF
K= 12	10
K= 13	40
K= 15	25

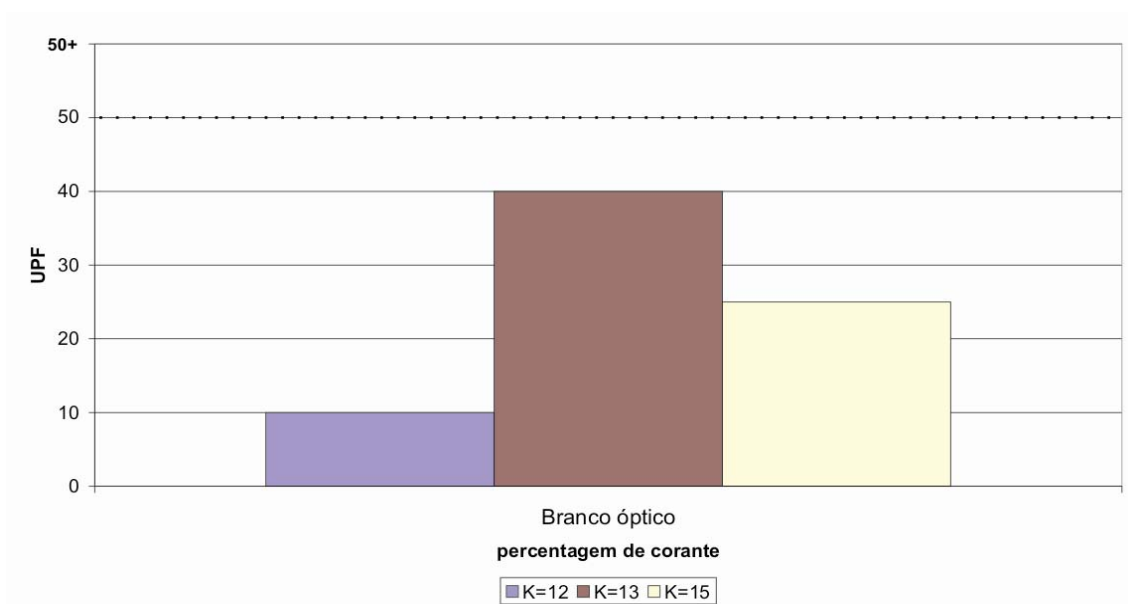


Gráfico 4.19 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Branco óptico

Tabela 4.18 - Amostras de Piquê Duplo – Branco

Grau de aperto	UPF
K= 12	5
K= 13	5
K= 15	5

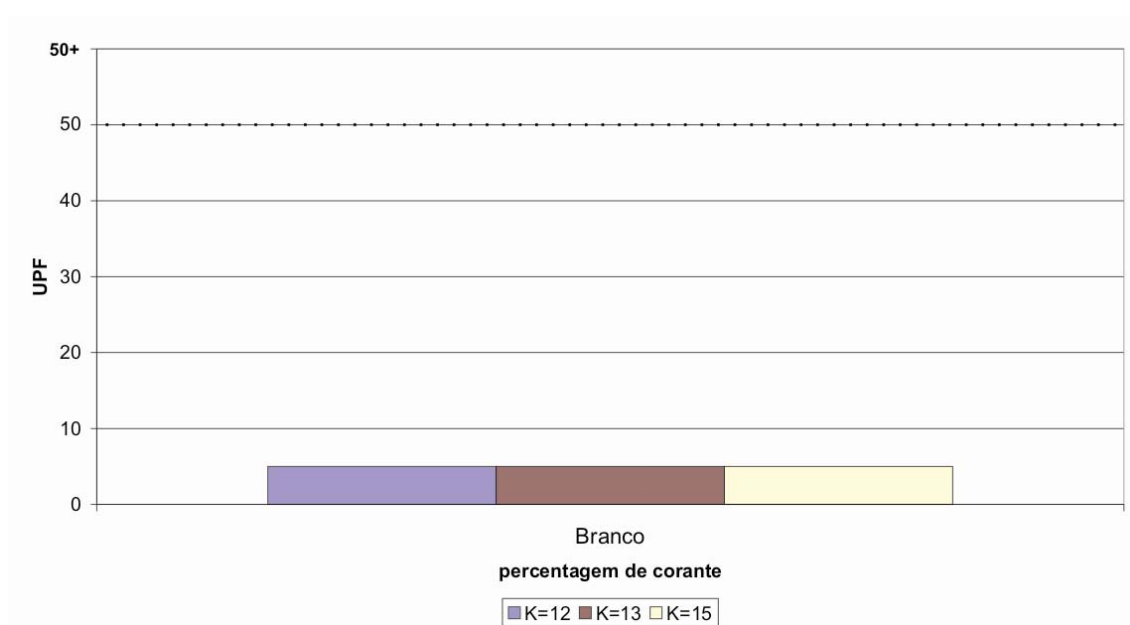


Gráfico 4.20 – UPF da estrutura Piquê Duplo – Branco

Da análise dos resultados relativos à estrutura Piquê Duplo observa-se que as cores que menos protegem são o branco e o amarelo, enquanto o preto é a cor que mais protege. As amostras de cor preta, azul K=15 com 2% de corante, amarela K=15 com 2% de corante, vermelho K=15 com 2% de corante atingiram o UPF 50+, como pode ser verificado no Gráfico 4.x.

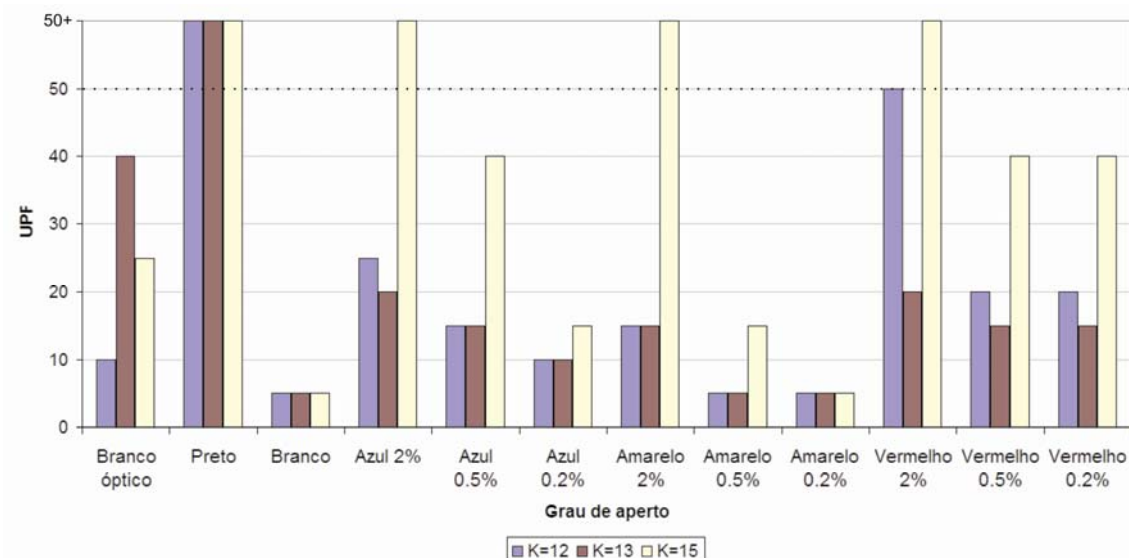


Gráfico 4.21 - Gráfico geral da estrutura Piquê Duplo

4.1.4 UPF do Rib em função da cor e grau de aperto

A seguir são apresentados os resultados da determinação do UPF nas amostras da estrutura Rib.

Tabela 4.19 - Amostras de Rib - Amarelo

Grado de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	50+
	0.5	25
	0.2	10
K= 16	2	50+
	0.5	25
	0.2	10
K= 17	2	50+
	0.5	25
	0.2	10

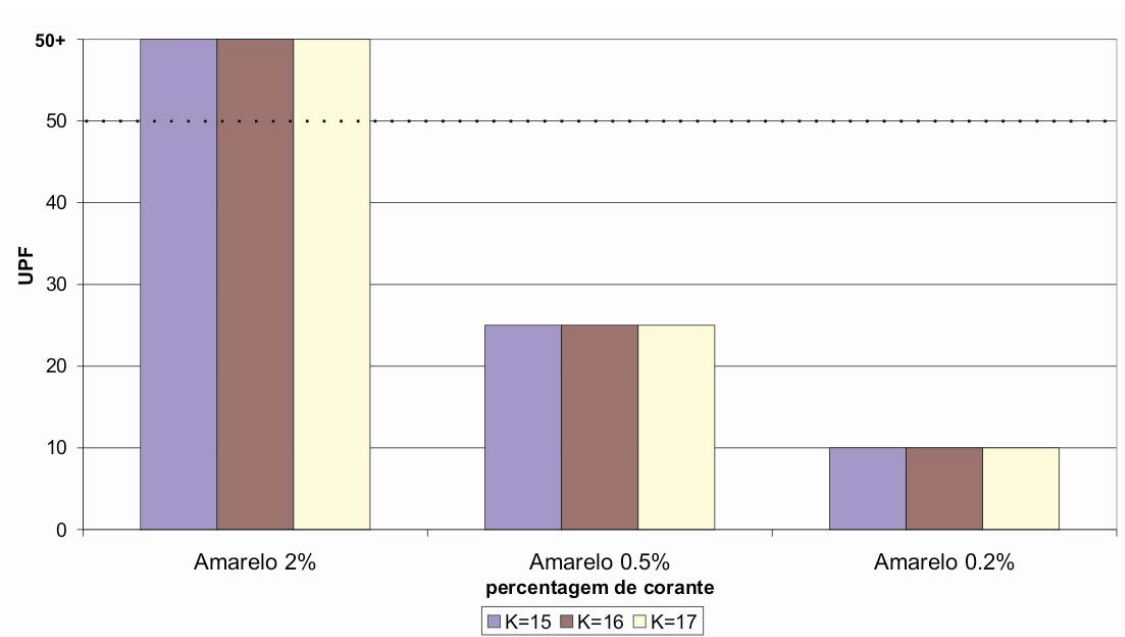


Gráfico 4.22 - UPF da estrutura Rib - Amarelo

Tabela 4.20 - Amostras de Rib - Azul

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	50+
	0.5	50+
	0.2	40
K= 16	2	50+
	0.5	50+
	0.2	45
K= 17	2	50+
	0.5	50+
	0.2	50+

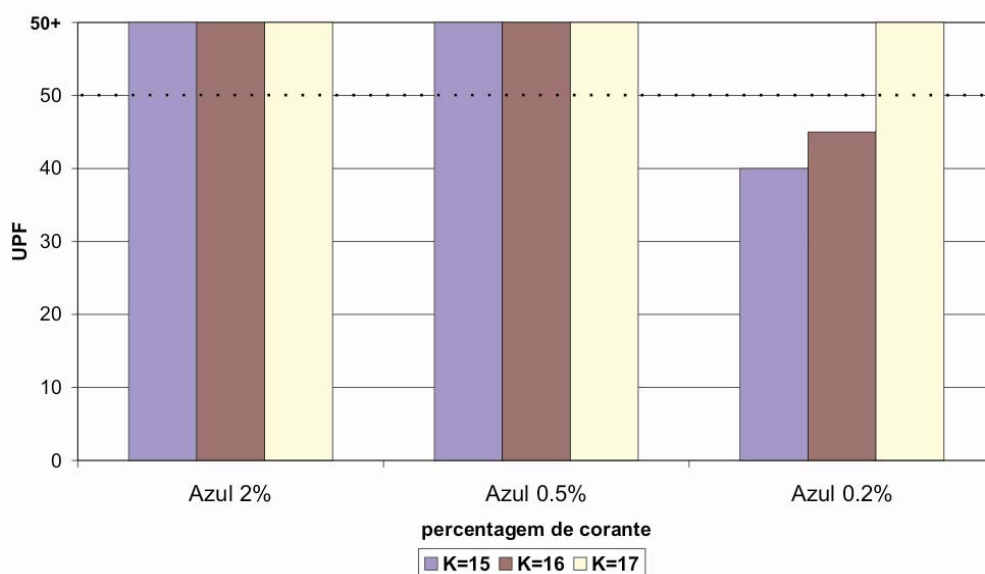


Gráfico 4.23 - UPF da estrutura Rib – Azul

Tabela 4.21 - Amostras de Rib - Vermelho

Grau de aperto	Corante %	UPF
K= 15	2	50+
	0.5	50+
	0.2	50+
K= 16	2	50+
	0.5	50+
	0.2	50+
K= 17	2	50+
	0.5	50+
	0.2	40

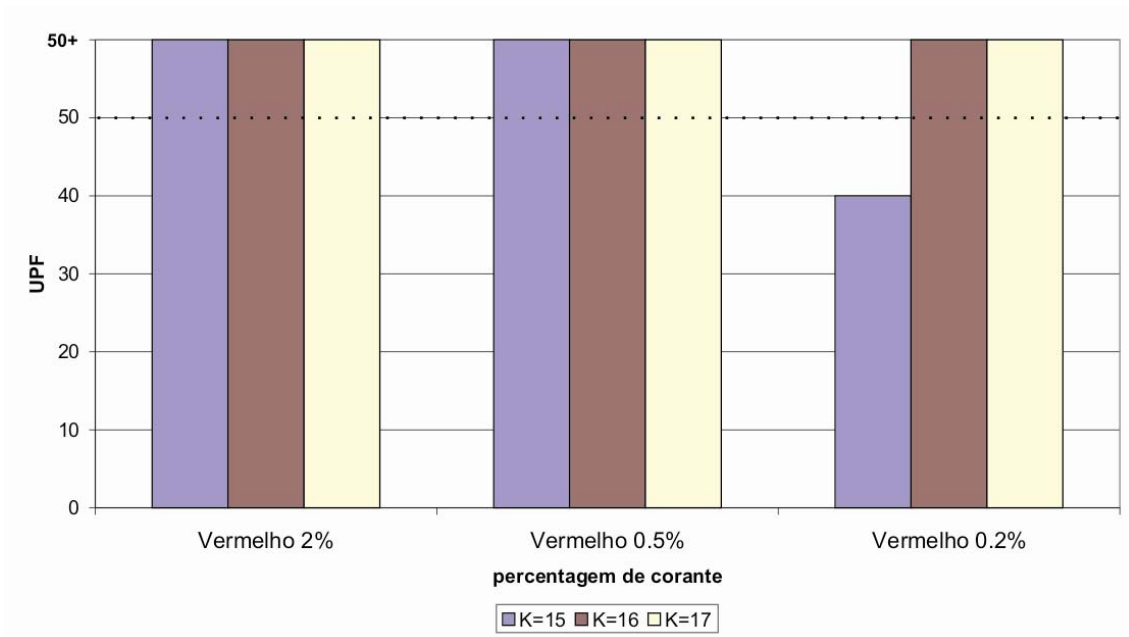


Gráfico 4.24 - UPF da estrutura Rib – Vermelho

Tabela 4.22 - Amostras de Rib - Preto

Grau de aperto	UPF
K= 12	50+
K= 13	50+
K= 15	50+

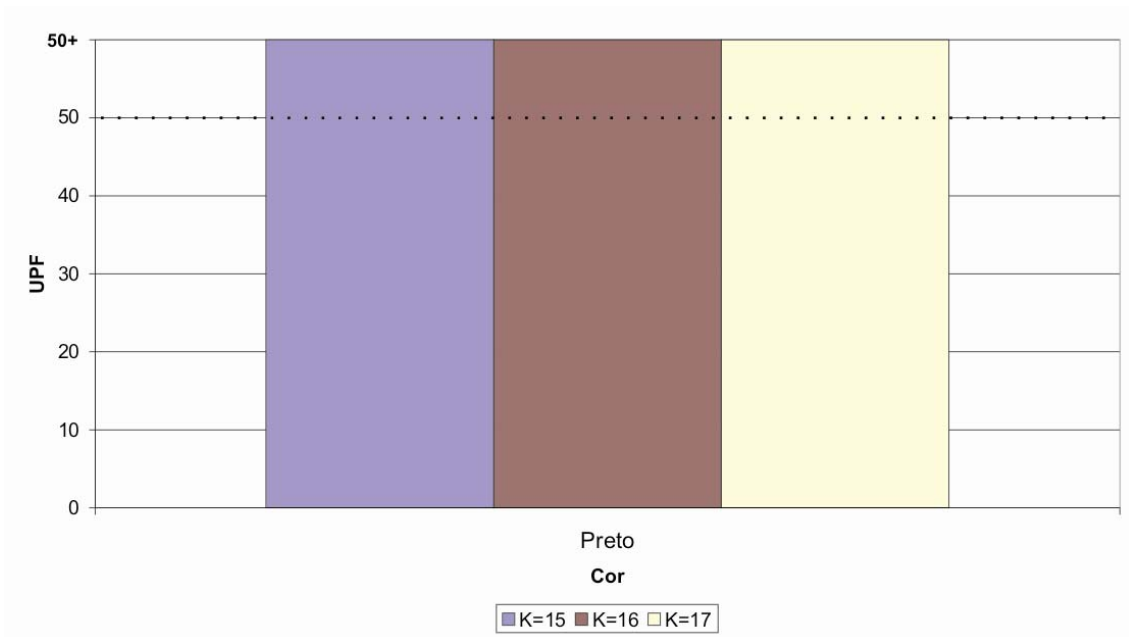


Gráfico 4.25 - UPF da estrutura Rib – Preto

Tabela 4.23 - Amostras de Rib – Branco óptico

Grau de aperto	UPF
K= 12	45
K= 13	50+
K= 15	50+

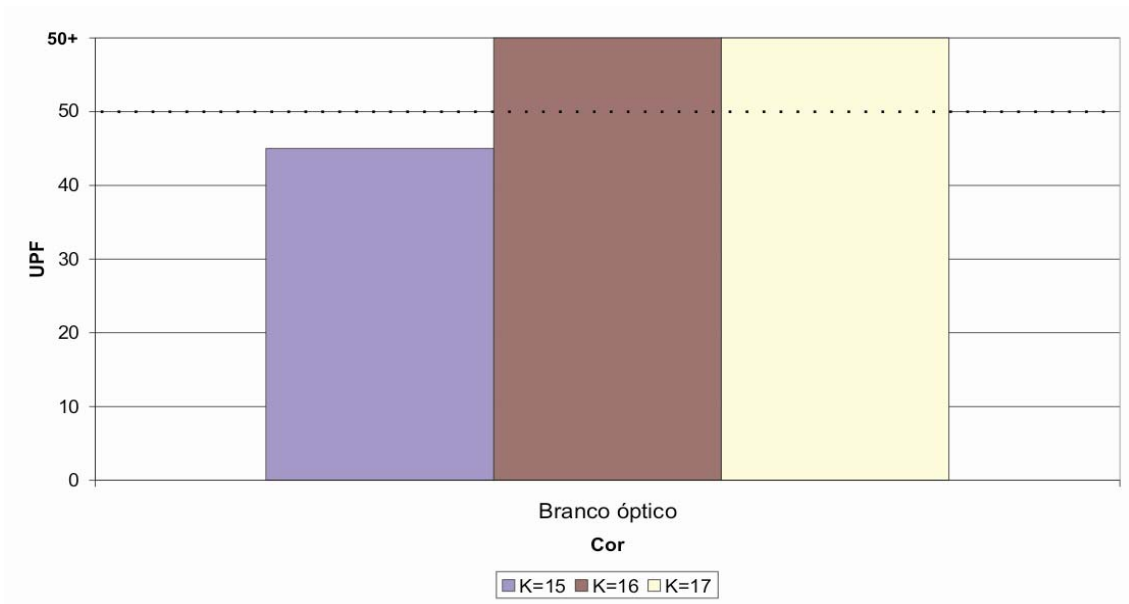


Gráfico 4.26 - UPF da estrutura Rib – Branco óptico

Tabela 4.24 - Amostras de Rib - Branco

Grau de aperto	UPF
K= 12	10
K= 13	10
K= 15	15

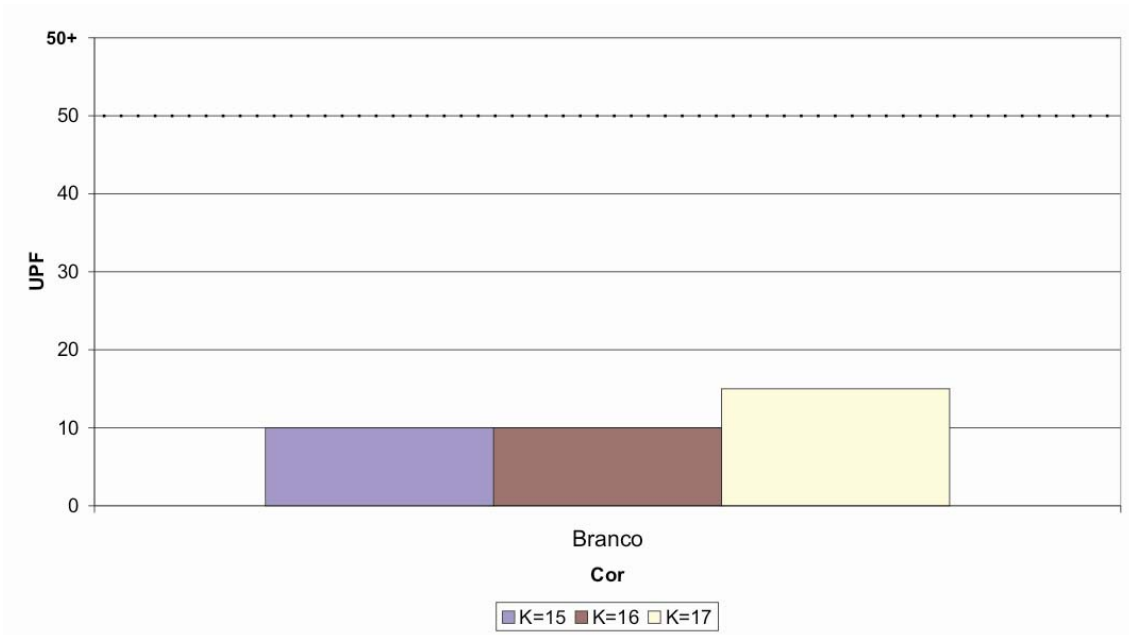


Gráfico 4.27 - UPF da estrutura Rib – Branco

A estrutura Rib, de forma geral, apresenta uma excelente protecção, atingindo UPF 50+ em quase todas as amostras. No entanto, as amostras tingidas com corante amarelo são as que possuem menor UPF, como se pode observar no Gráfico x.

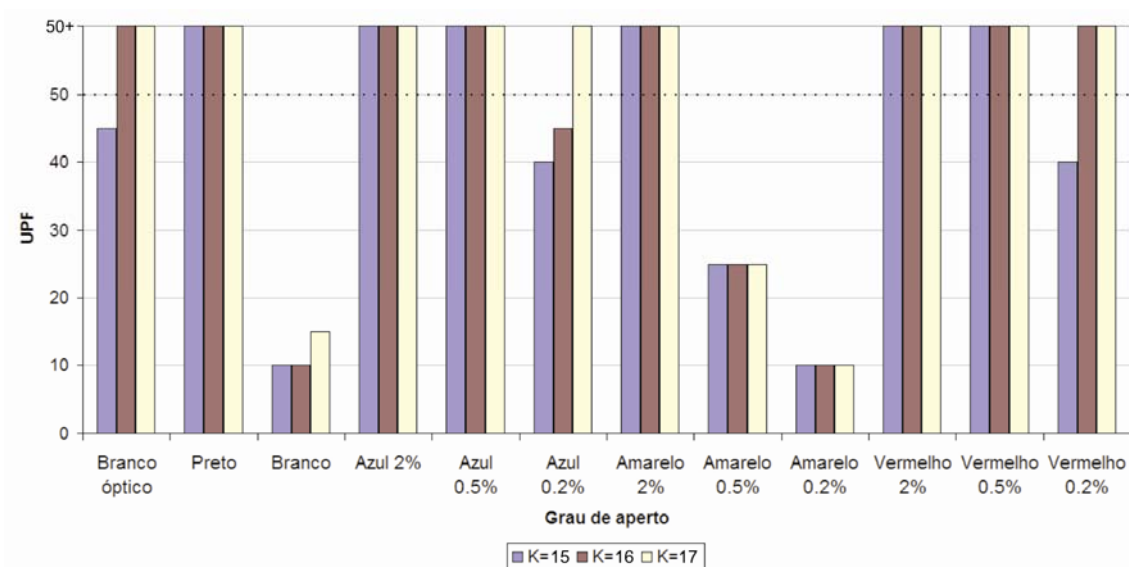


Gráfico 4.28 - Gráfico geral da estrutura Rib

4.1.5 Menor e maior protecção em função da cor

Da análise dos gráficos observa-se que, de forma geral, a cor que menos protege é o branco, alcançando apenas no k=17 a protecção classificada como boa pela norma australiana, como mostra o Gráfico 4.30.

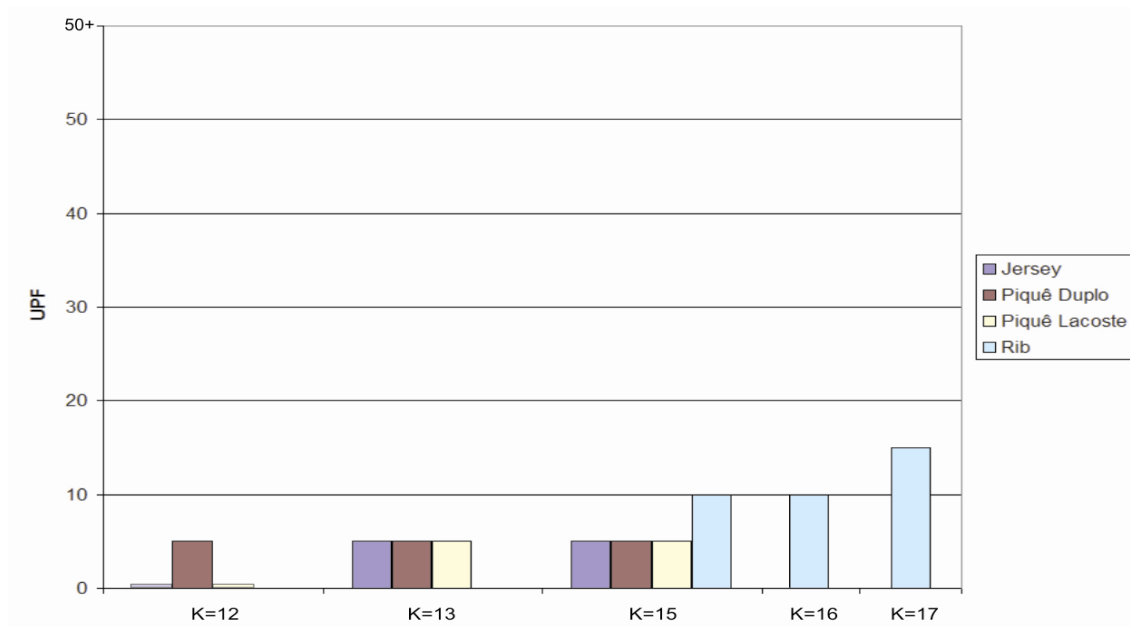


Gráfico 4.30 - UPF das amostras na cor branca

Assim como, de forma geral, a cor que mais protege é o preto, apresentando quase na totalidade das amostras uma excelente protecção. A única amostra que não apresentou excelente protecção foi o Piquê Lacoste k=12, porém possui UPF 35 que, segundo a norma australiana, caracteriza uma muito boa protecção (Gráfico 4.31).

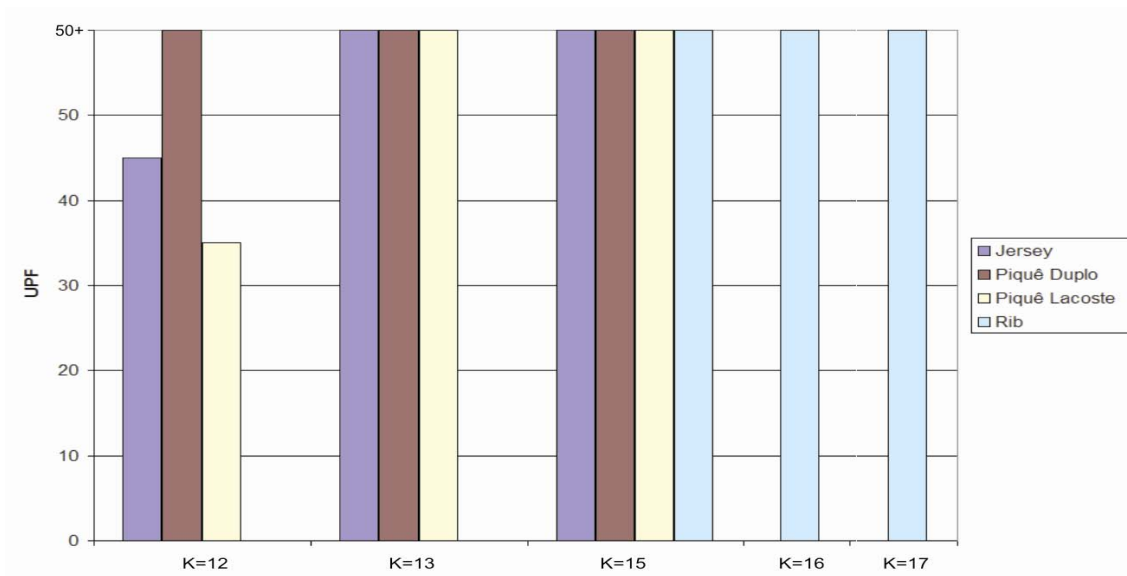


Gráfico 4.31 - UPF das amostras na cor preta

4.2 Permeabilidade ao ar

Apresenta-se na tabela 4.25 os resultados obtidos na medição da permeabilidade ao ar das amostras em estudo.

Tabela 4.25 – Resultados da permeabilidade ao ar

Estrutura	Grado de aperto	Permeabilidade ao ar (l/m ² /s)
Jersey	K=12	1249
	K=13	969,8
	K=15	766,5
Rib	K=15	898,8
	K=16	863,6
	K=17	807,8
Piquê Lacoste	K=12	2341
	K=13	1786
	K=15	1448
Piquê Duplo	K=12	2969
	K=13	3573
	K=15	2736

Através dos resultados da medição da permeabilidade ao ar pode observar-se que o Piquê Duplo é a estrutura mais permeável ao ar, seguido pelo Piquê Lacoste, Jersey e Rib, respectivamente nesta ordem. Os resultados revelam ainda que, para uma determinada estrutura, quanto mais apertada for a malha menor é a permeabilidade ao ar. Contudo, tal facto não ocorre na estrutura Piquê Duplo, onde o $k=13$ é mais permeável que o $k=12$, o que provavelmente se deve à presença de defeitos de fabrico na malha $k=13$. Estas análises podem ser verificadas no gráfico 4.29.

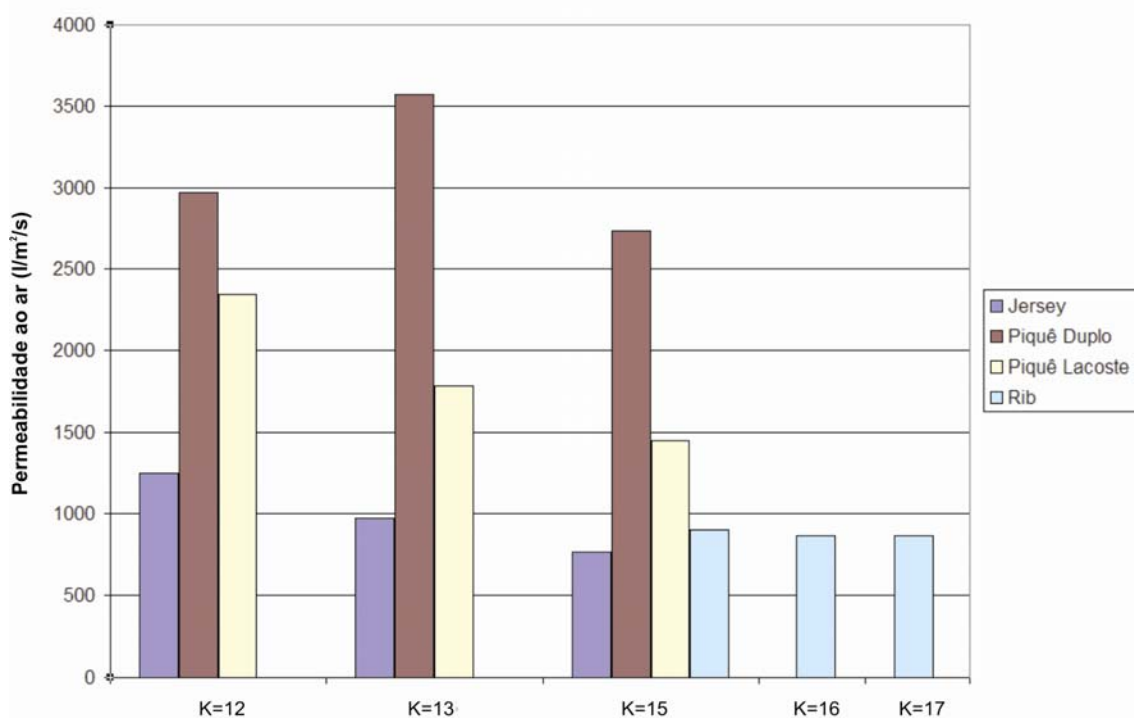


Gráfico 4.29 – Permeabilidade ao ar das amostras

5 Conclusões

Este estudo focalizou-se na verificação de factores que podem influenciar na protecção solar de uma malha de algodão, sendo a abordagem sobre a utilização dessas malhas direccionada para a confecção de artigos de vestuário. O principal objectivo deste estudo foi estabelecer a relação do UPF (Factor de Protecção Ultravioleta) das malhas de algodão com a sua estrutura, cor e acabamentos, para além de contribuir para o desenvolvimento de novos produtos, que informem ao seu usuário as suas reais capacidades e restrições, no que respeita ao UPF.

Os resultados da investigação permitiram observar que tanto a estrutura, quanto a cor influenciam de forma significativa na determinação do UPF das malhas de algodão.

Em relação à influência da estrutura na determinação do UPF, conclui-se que a protecção aos raios ultravioletas varia conforme as estruturas, sendo que, das quatro estruturas estudadas, o Rib é aquela que apresenta os melhores valores de protecção: geralmente o UPF 50+. É o Rib a estrutura que, em qualquer percentagem de corante e cor, apresenta os maiores valores de UPF. Nas demais estruturas: Jersey, Piquê Duplo e Piquê Lacoste, os índices de protecção decrescem, respectivamente nesta ordem.

Ainda em relação às estruturas, nomeadamente, ao grau de aperto das malhas, pode-se concluir que, de forma geral, quanto maior o valor de K, ou seja, quanto mais apertada for a malha, maior é a protecção conferida. Isso não acontece na estrutura Piqué Duplo, pois a malha com grau de aperto K=13 apresenta menor protecção contra os raios ultravioleta que o K=12. Tal situação ocorre devido aos defeitos apresentados nesta malha, provocados por limitações do tear.

Em relação a permeabilidade ao ar o Rib continua a ser a estrutura menos permeável seguida pelo Jersey como ocorre em relação a protecção ultravioleta. Já em relação ao Piqué Duplo e Pique Lacoste não acontece da mesma maneira, sendo o Piqué Duplo a estrutura mais permeável isso provavelmente ocorre devido aos defeitos que a malha contém.

No que diz respeito às cores, observou-se que a cor influencia significativamente na protecção solar das malhas. A cor preta é a que oferece a maior protecção, estando sempre classificada como excelente protecção, seguida pela cor vermelha, azul, branco óptico, amarelo e branco. De sublinhar que a cor branca apresentou, apenas numa das amostras, a classificação mínima considerada pela norma australiana para uma boa protecção (UPF 15).

Ao comparar os resultados obtidos neste trabalho e os resultados obtidos no estudo desenvolvido por Fernandes ⁽¹⁰⁾, verifica-se que o preto é a cor que possui os melhores índices de protecção e que o amarelo e o branco conferem os piores índices de protecção. Concomitantemente constata-se que as amostras de malha tingidas com corante vermelho protegem mais que as amostras tingidas com corante azul. Ao contrário do que ocorre nas amostras de tecido, onde o azul tem maior índice de protecção, isto ocorre devido à capacidade única de protecção de cada corante.

A influência da cor está ainda relacionada com a variação das percentagens de corante aplicadas, uma vez que as amostras onde foram aplicados 2% de corante apresentaram melhor protecção do que aquelas onde foram aplicados 0,5% de corante e estas acusaram uma melhor protecção quando comparadas as amostras tingidas com 0,2% de corante.

A protecção dos vestuários contra a radiação solar é um imperativo, tanto pela necessidade dos consumidores de se protegerem dos malefícios da radiação ultravioleta, como pelo valor acrescentado aos produtos de vestuário, que podem incorporar a capacidade de informar aos seus usuários as suas reais competências e restrições, no que concerne ao seu Factor de Protecção Ultravioleta.

5.1 Considerações para trabalhos futuros

As pesquisas científicas relacionadas ao Factor de Protecção Ultravioleta (UPF) são relativamente recentes. Esta afirmação sugere a continuidade na investigação sobre a protecção solar que os têxteis e vestuários conferem aos seus utilizadores, havendo um amplo leque de contribuições ainda por ser desenvolvido.

Uma destas contribuições poderia estar relacionada com o tipos de estruturas. No presente trabalho, para verificar a influência da estrutura na determinação do UPF das malhas, foram consideradas as estruturas Jersey, Rib, Piquê Duplo e Piquê Lacoste. No entanto, interessa ainda investigar a variação do factor de protecção, tendo em consideração outras alternativas de estruturas de malha, como Piquê Suíço, Piquê Francês, Milano Rib, Interlock, Eighthlock, Ponto de Roma, Ponto Esquerdo, Intarsia, Intarsia Jaquard, entre outras.

Outra importante contribuição poderia surgir no âmbito dos produtos "ecologicamente correctos". Amplia-se, hoje, a preocupação em diminuir os impactos ambientais causados pelos produtos industriais, incluindo os produtos de vestuário. Neste contexto, surgiram os chamados tecidos 100% ecológicos (biodegradáveis), que podem ser utilizados na confecção de camisolas, vestidos, calças, bolsas, cintos, sapatilhas, etc. Estes tecidos possuem a capacidade de se decompor num prazo médio de dois anos, enquanto o algodão e o poliéster levam dez e cem anos, respectivamente, para se decompor no meio ambiente. Contudo, importa agora saber se os artigos de vestuário produzidos com tecidos 100% ecológicos, para além de trazerem muito benefícios ao meio ambiente, conseguem conferir um grau de protecção ultravioleta satisfatório ao seu utilizador.

Bibliografia

- (1) ARAÚJO, Mário; Manual das malhas de trama. Vol. 1, Ministério da Indústria – DGI, Lisboa, 1988
- (2) ARAÚJO, Mário; CASTRO, E. M. Manual de Engenharia Têxtil, Vol. 1, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1987
- (3) ----- Manual de Engenharia Têxtil, Vol. 2, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1987
- (4) Asociación Internacional de Ensayo para la Protección Aplicada de Rayos Ultravioleta. UV STANDARD 801, Edición 05/2002
- (5) Bayer – Manual dos Corantes Levafix
- (6) CASTRO, E. M. Introdução ao Desenho Têxtil, 2ª Edição, Editorial Presença, Lisboa, 1985
- (7) CEIA, Carlos. Normas para a apresentação de trabalhos científicos, 1ª Edição, Editora Presença, Lisboa, 1995
- (8) CORBMAN, Bernard. Têxtiles fiber to Fabric, McGraw-hill International Editions, Singapore, 1985
- (9) FERDANI, G; VITTORI, M. Protezione Dai Raggi UV. Revista Tintoria, Março (3) 2002

- (10) FERNANDES, Luís Filipe. Determinação da protecção solar de tecidos em função da estrutura, cor e humidade, Universidade do Minho, 2003
- (11) GOMES, Jaime Rocha. Estrutura e Propriedades dos Corantes, 2001
- (12) GOVEIA, Jane; MARTINS, Oswaldo; HIPÓLITO, Márcio. Desenvolvimento de um sistema com simulador solar para a determinação de protecção à radiação ultravioleta oferecida por tecidos, in: METROLOGIA 2003 – Metrologia para a Vida, Recife, Setembro 2003
- (13) JUAN, Ascención Riva. O que é o UPF de um tecido, Revista Textília – Têxteis Internacionais, Jul./Ago./Set. (41) 2001
- (14) Manual do espectrofotómetro SDL M 284
- (15) NEVES, Jorge. Manual de Estamparia Têxtil, TecMinho, 2000
- (16) NEVES, Jorge; NEVES, Manuela. The influence of the Knitting and Weaving Structure on the Ultraviolet Protection Factor 2nd International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles, Dubrovnik – Croatia, October 03rd to 06th 2004
- (17) NEVES, Manuela. Desenho Têxtil – Malhas, Vol. 2, TecMinho, 2000
- (18) PINTO, Daniel. Corantes e produtos Químicos Têxteis – Simpósio Indústria Química Anos 80, Ordem dos Engenheiros, Porto, 1981

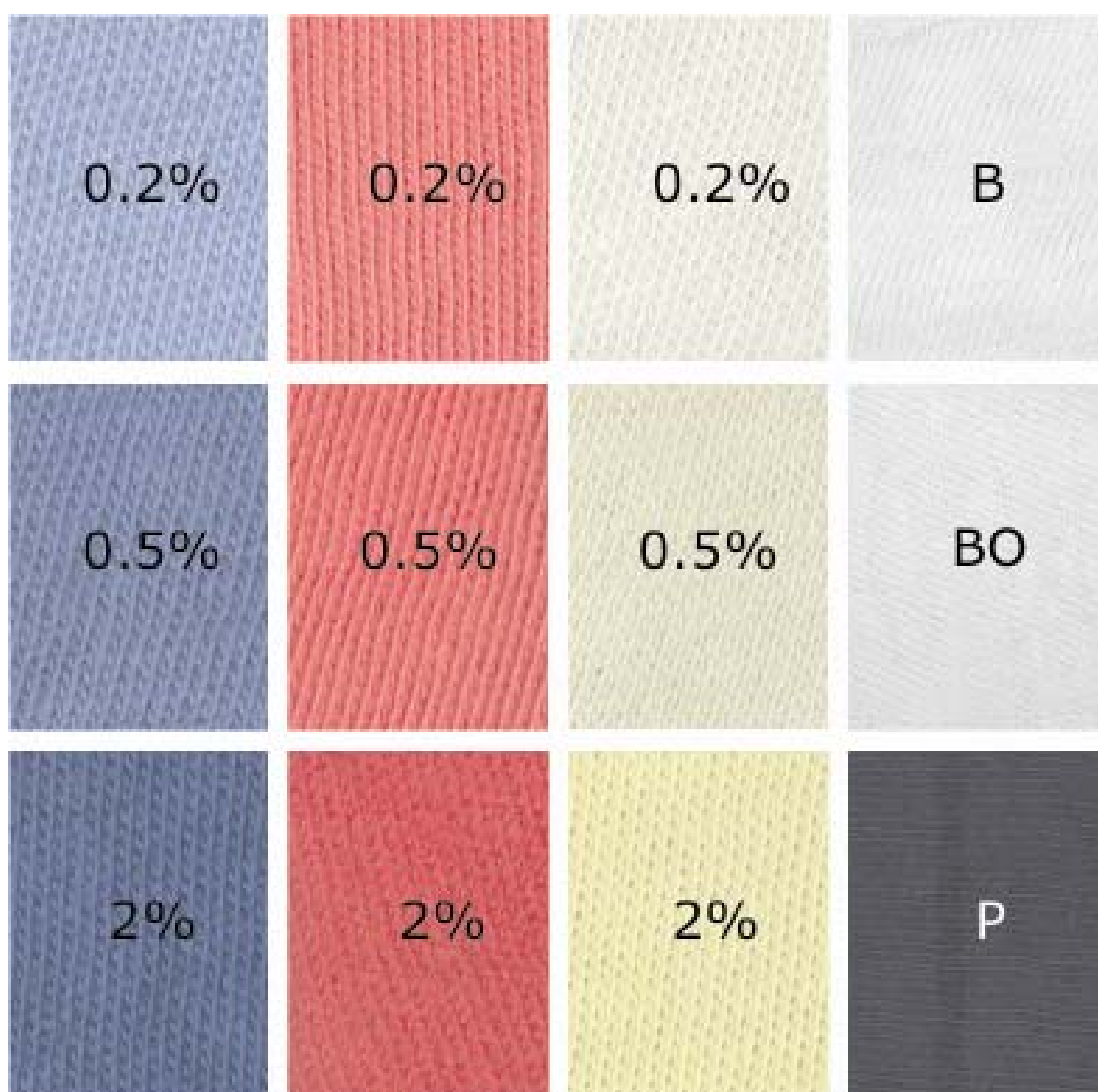
Web sites:

- (19) ARPANSA. Sun protective clothing – Evaluation and classification, Standards Australia and Standards New Zealand, 1996
www.arpansa.gov.au
- (20) ----- Resource Guide for UVR Protective Products
www.arpansa.gov.au/uvrg/pubs/uv_ref.pdf

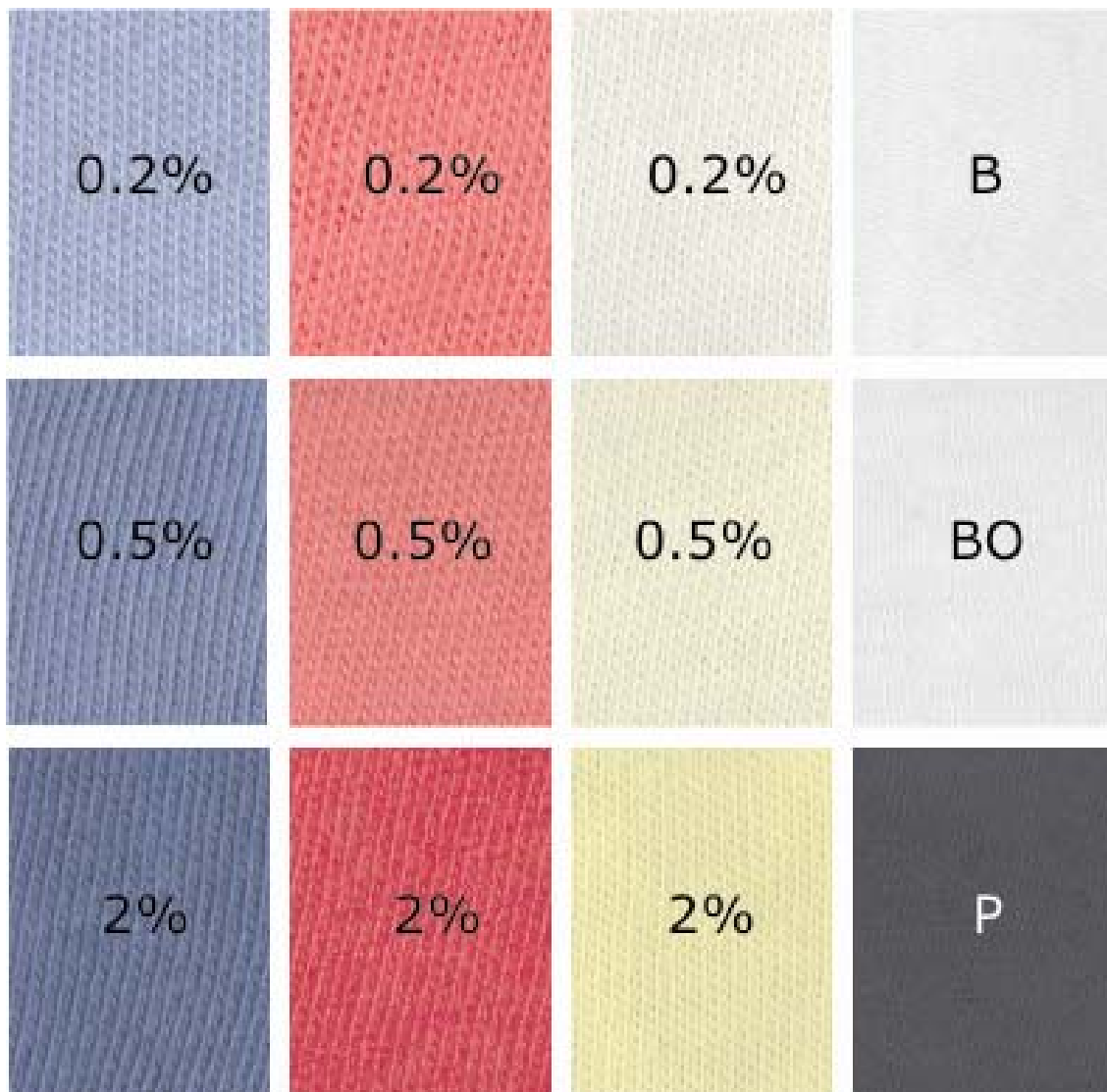
- (21) Camada de Ozônio deve voltar ao normal ainda este século. Folha de São Paulo, Caderno de Ciência, 05/06/2003 www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u9272.shtml
- (22) M284-UV Penetration and Protection Measurement System www.sdlamerica.com/html/m284.html
- (23) MAIA, Marcus. Roupas e Acessórios com Protetor Solar, SBD www.sbd-.org.br/publico/artigos/art1.asp
- (24) PROZON. Camada de Ozônio, Ministério do Meio Ambiente www.mma.gov.br/port/sqa/ozonio/capa/index.html
- (25) SBD – Sociedade Brasileira de Dermatologia www.sbd-sp.org.br
- (26) WULCAN, Cláudio. Radiação Ultravioleta Camada de Ozônio e Saúde Humana, CPTEC – Ministério da Ciência e Tecnologia <http://ceptc.inpe.br>
- (27) WEB MONITORING- *Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies* <http://www-cger2.nies.go.jp/moni-e/index-e.html>

Anexo 1 – Amostras em estudo digitalizadas

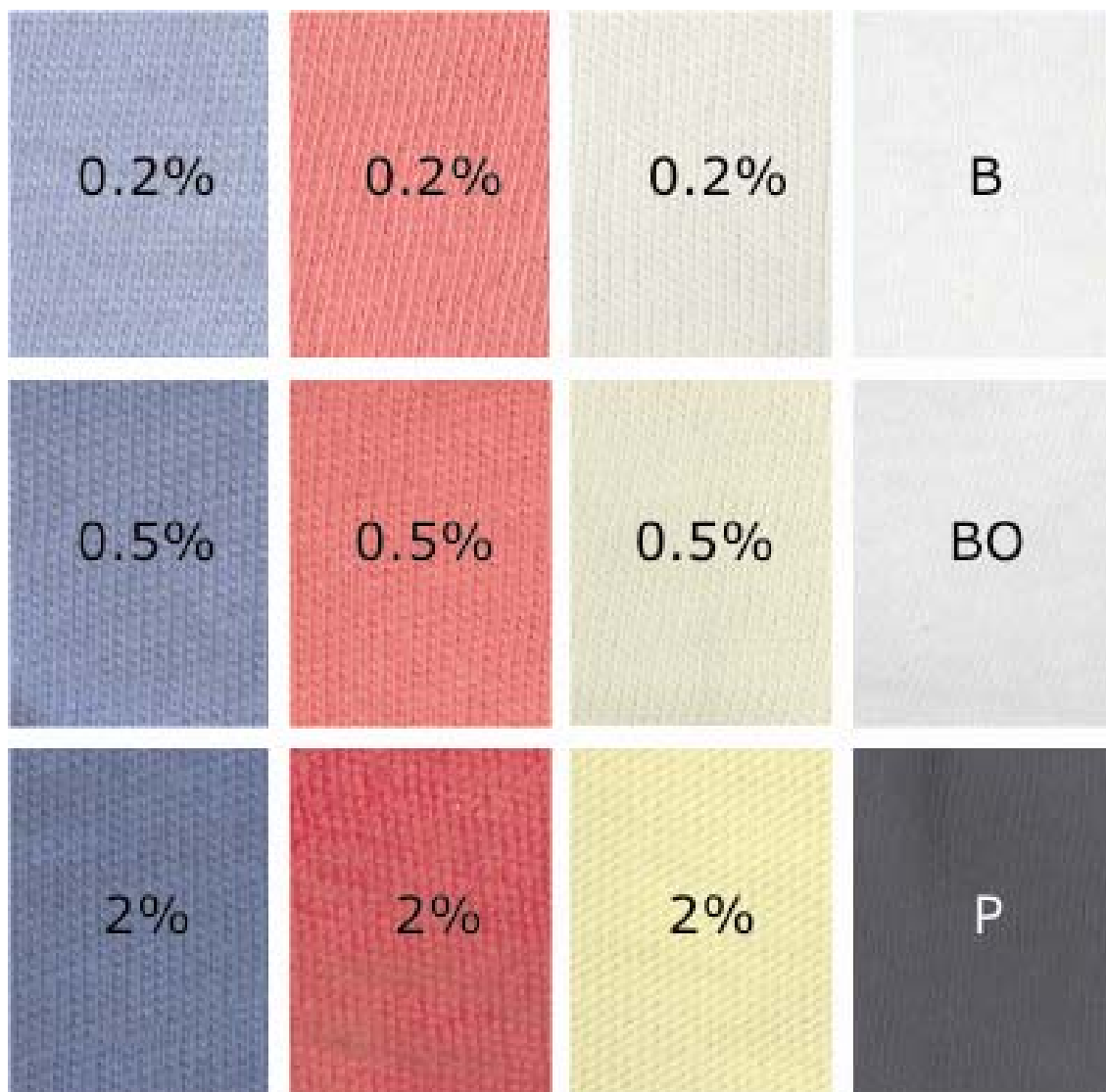
Variação das cores e percentagem no Jersey (K=12)



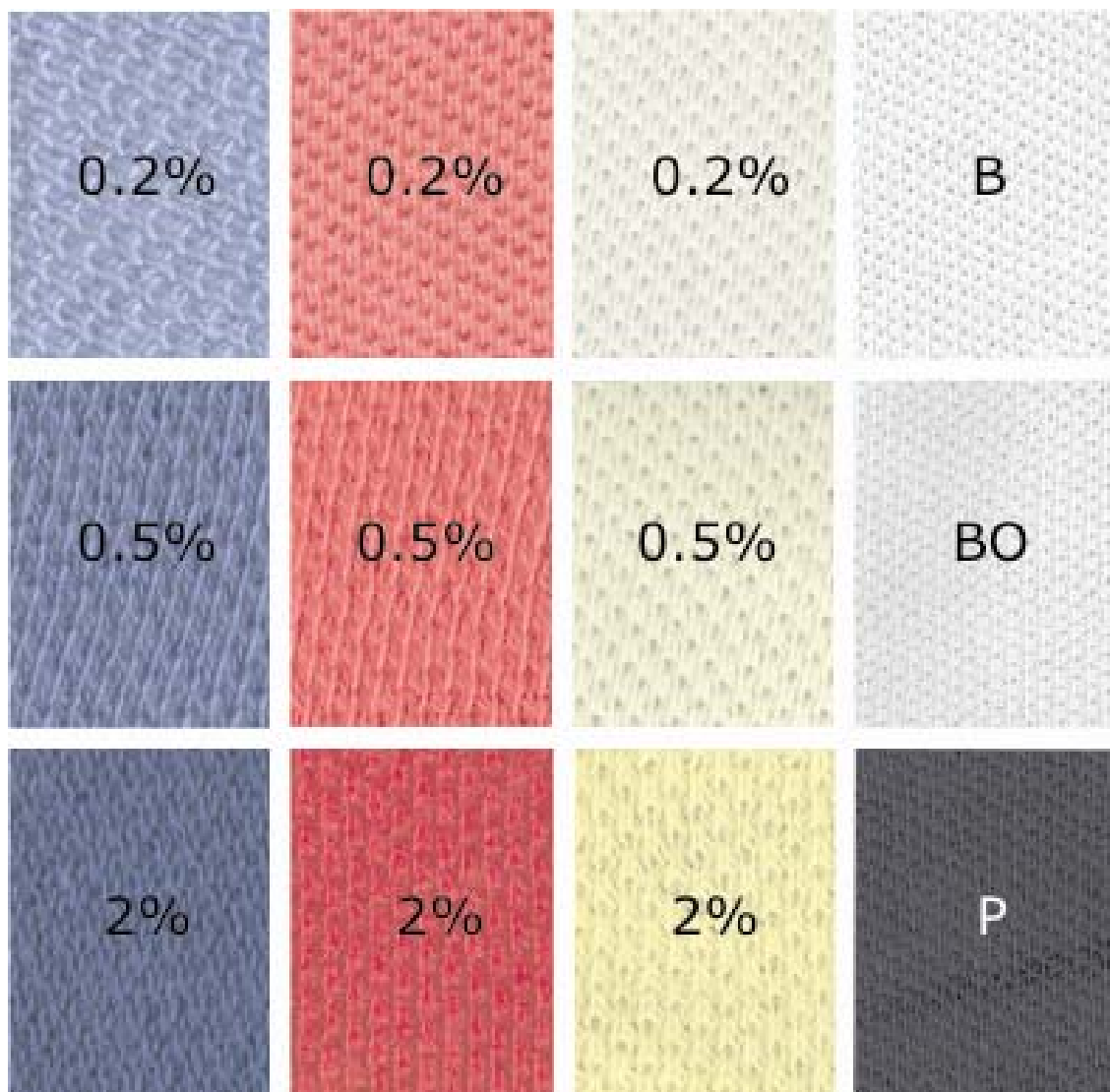
Variação das cores e percentagem no Jersey (K=13)



Variação das cores e percentagem no Jersey (K=15)



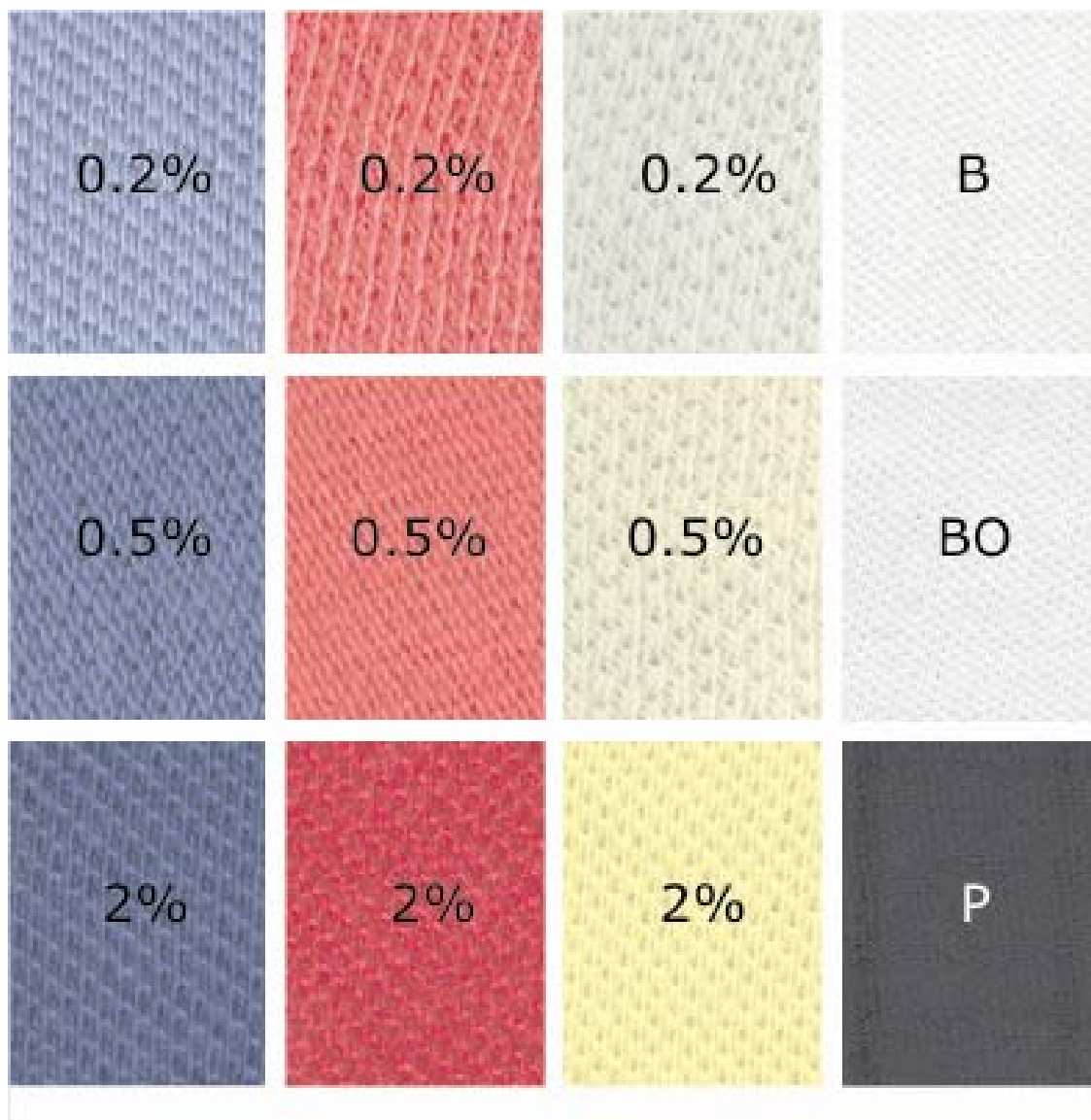
Variação das cores e percentagem no Piquê Lacoste (K=12)



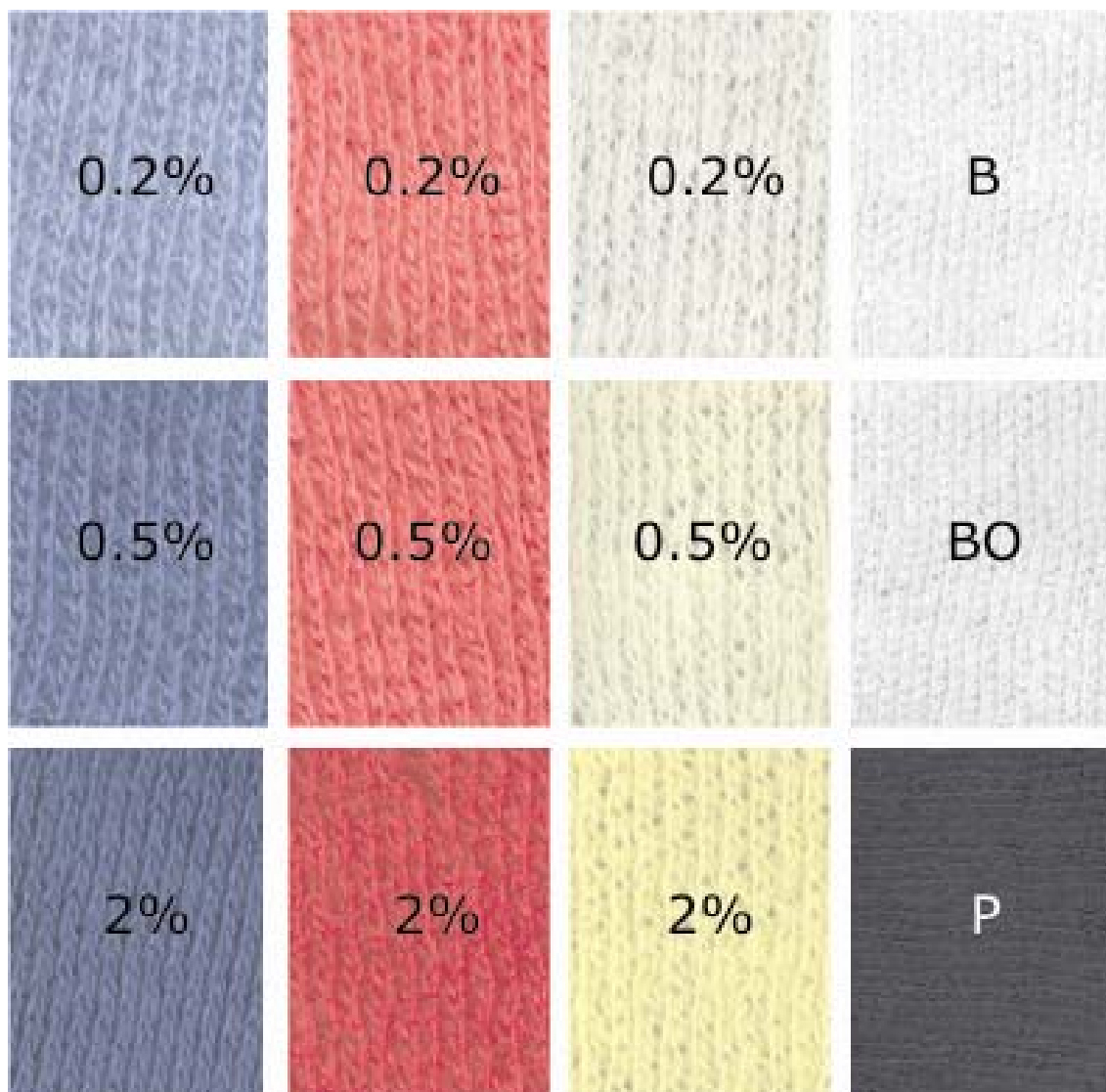
Variação das cores e percentagem no Piquê Lacoste (K=13)



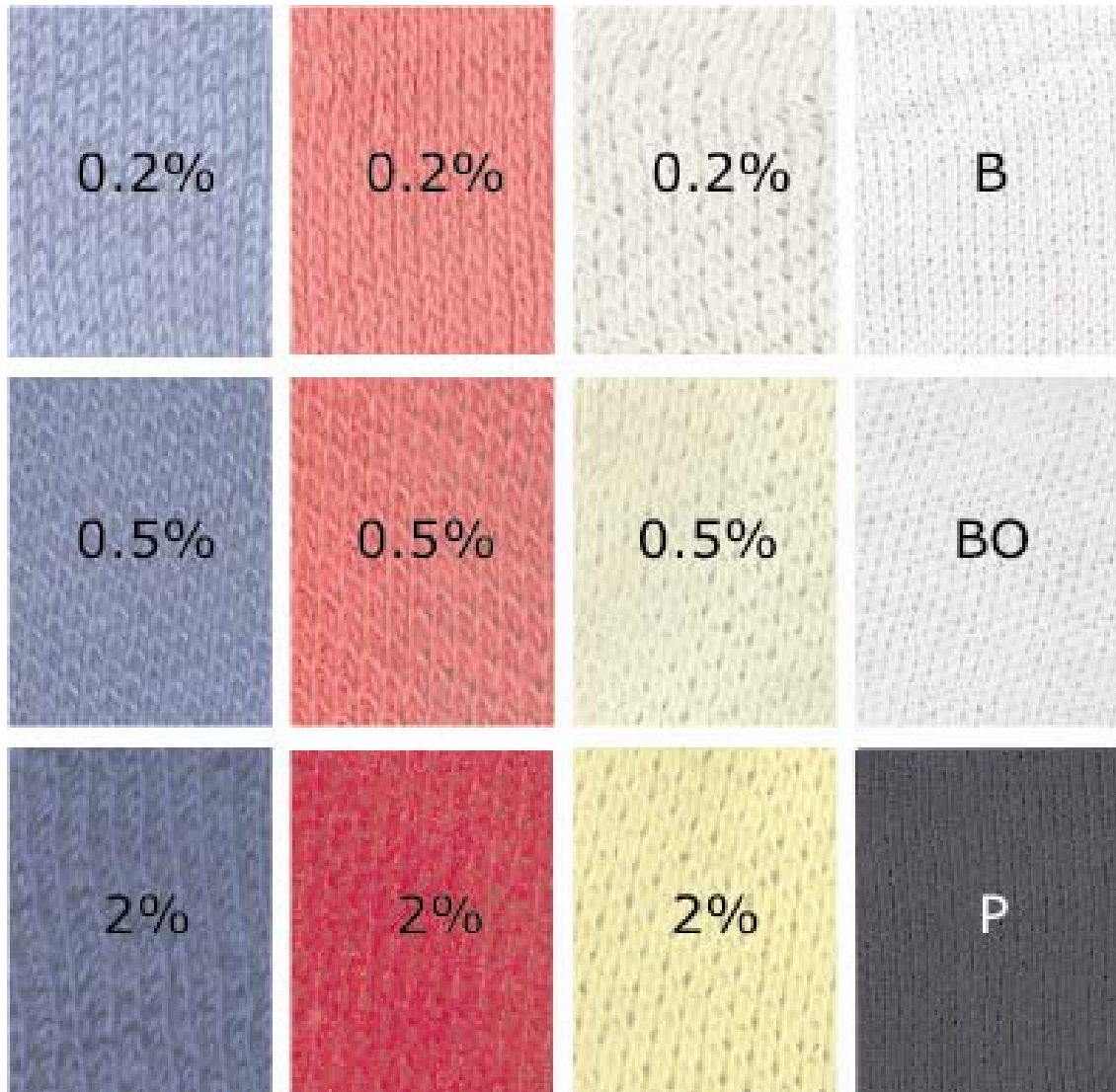
Variação das cores e percentagem no Piquê Lacoste (K=15)



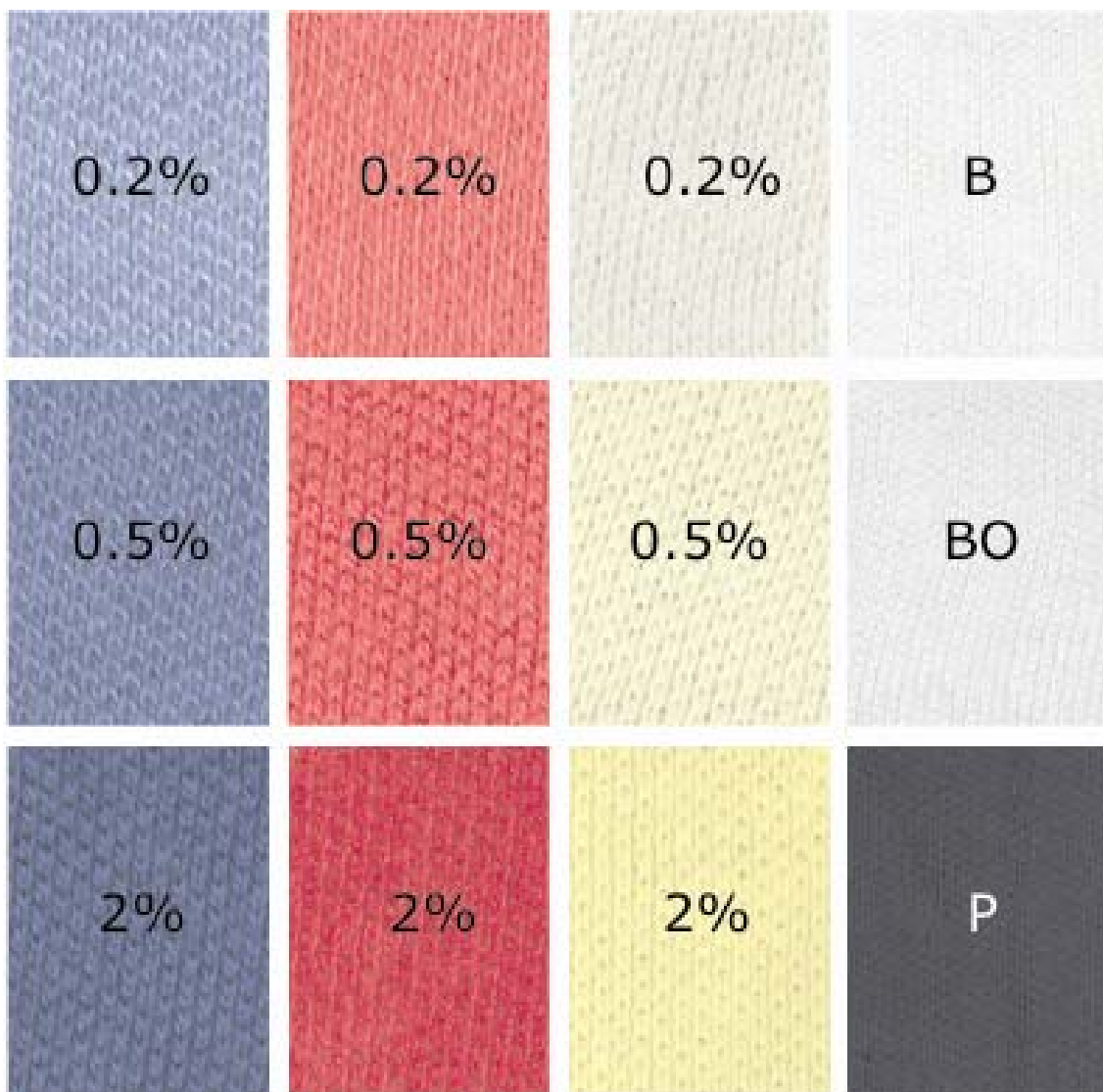
Variação das cores e percentagem no Piquê Duplo (K=12)



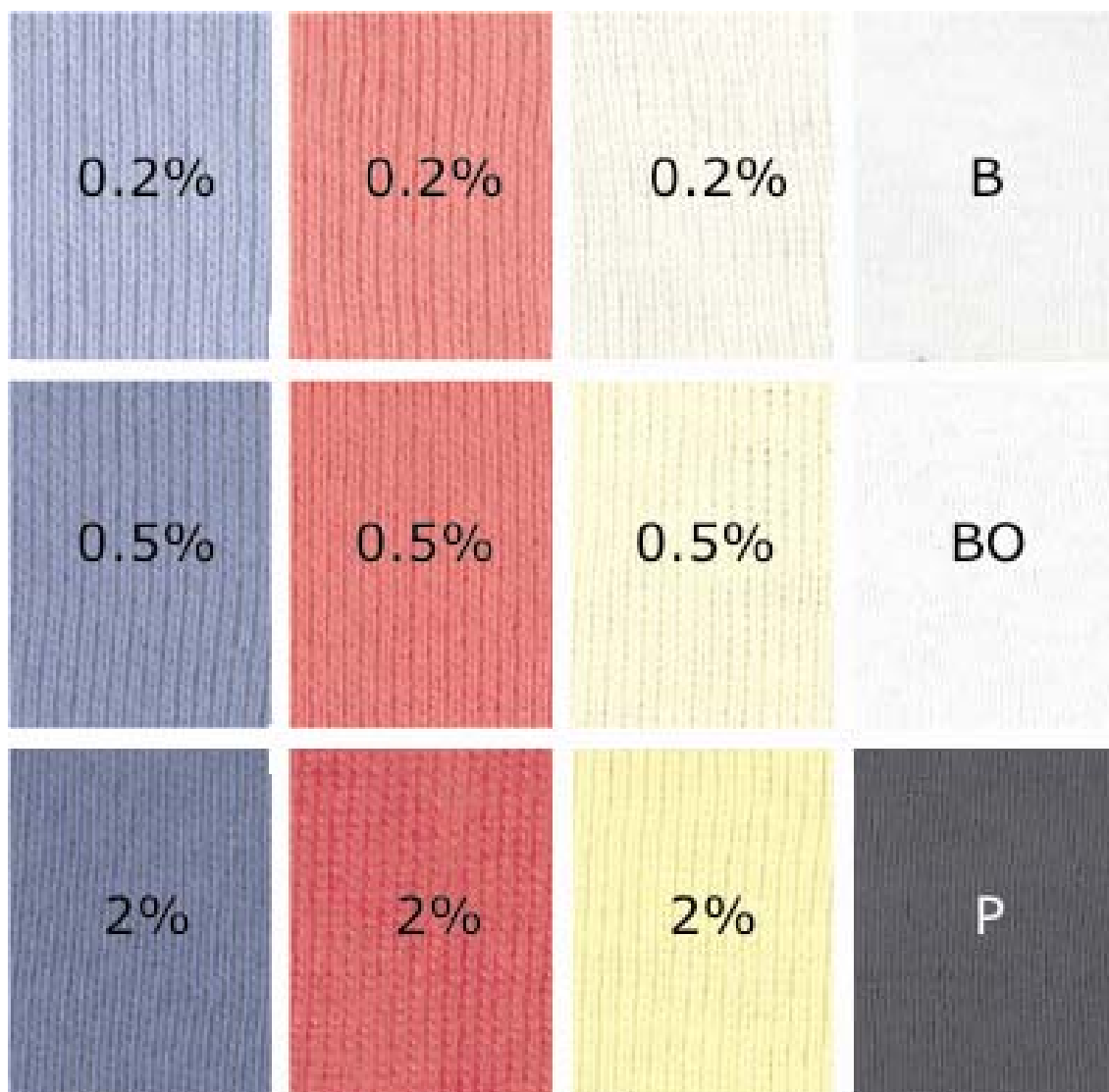
Variação das cores e percentagem no Piquê Duplo (K=13)



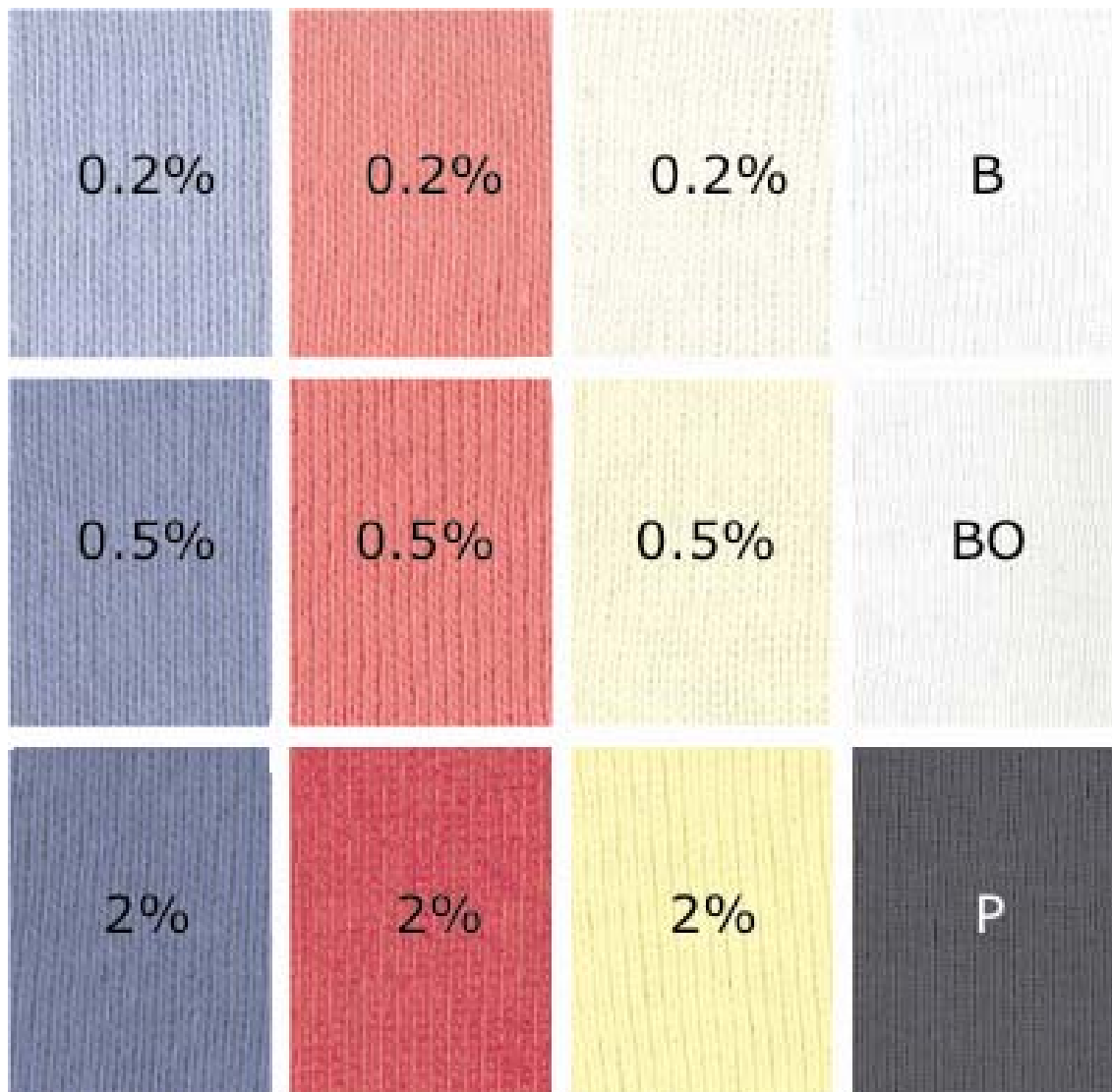
Variação das cores e percentagem no Piquê Duplo (K=15)



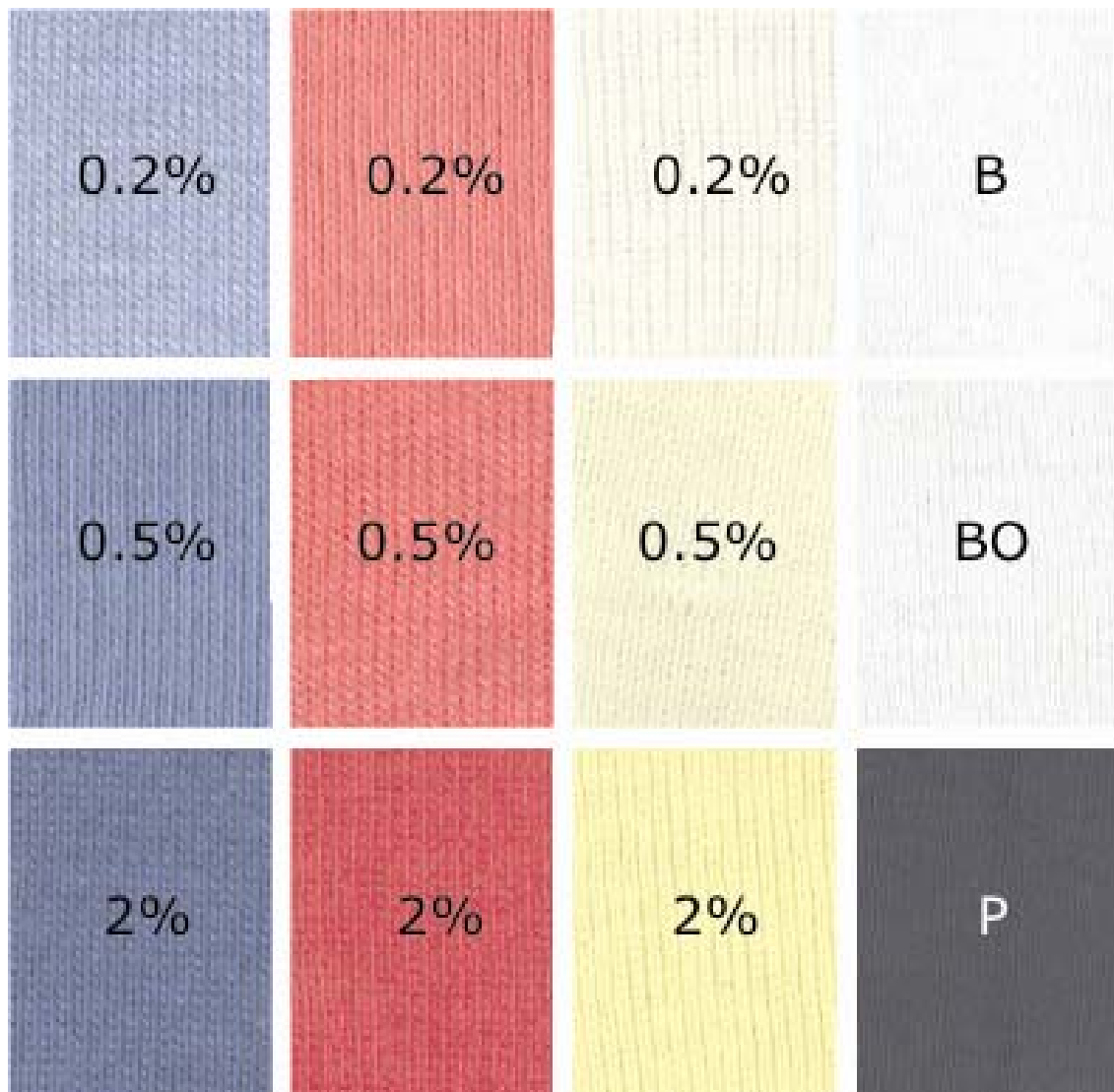
Variação das cores e percentagem no Rib (K=15)



Variação das cores e percentagem no Rib (K=16)



Variação das cores e percentagem no Rib (K=17)



Anexo 2 - Gráfico geral do UPF nas estruturas em estudo

