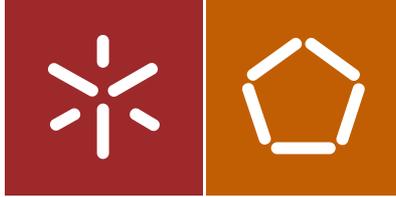


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Etienne Amorim Albino da Silva Martins

O estudo da aplicação de acabamentos
funcionais de barreira UV em fibras
previamente ativadas por plasma



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Etienne Amorim Albino da Silva Martins

O estudo da aplicação de acabamentos
funcionais de barreira UV em fibras
previamente ativadas por plasma

Tese de Doutoramento
Engenharia Têxtil

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor António Pedro Valadares Souto

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

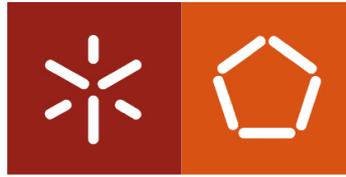
Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente tese. Confirmando que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri à prática de plágio ou a qualquer forma de falsificação de resultados.

Mais declaro que tomei conhecimento integral do Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Universidade do Minho, ____ de _____ de _____

Nome completo: Etienne Amorim Albino da Silva Martins

Assinatura: _____



Escola de Engenharia
Universidade do Minho

Etienne Amorim Albino da Silva Martins

**O estudo da aplicação de acabamentos funcionais
de barreira UV em fibras previamente ativadas por
plasma**

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tese de Doutoramento

Engenharia Têxtil

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor António Pedro Valadares Souto

2015

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Dedicatória

À minha família, minha fortaleza e fonte de vida.

AGRADECIMENTOS

É chegada a hora de agradecer à Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE por ter autorizado o meu afastamento das atividades de docência durante o meu curso de doutoramento e ao CNPq, no âmbito do programa Ciências sem Fronteiras, que possibilitaram a minha vinda a Portugal para o desenvolvimento do meu projeto de pesquisa.

Ao meu Professor Dr. Pedro Souto os meus mais profundos agradecimentos, muito obrigada por me ter acolhido e acreditado na minha pesquisa.

Um agradecimento muito especial à minha família pois sempre acreditaram e colaboraram para a realização da minha vida profissional.

Um muito obrigada a cidade de Guimarães, seus belíssimos encantos e encontros! Agradeço a Pastelaria da Quintã, meu refúgio nos momentos de frio intenso e também nos dias de calor. Agradeço imensamente por propiciar o encontro com o amor da minha vida! Hoje meu marido, amor, companheiro e amigo.

Por fim, agradeço a Deus que nunca me deixou desmotivar, as empresas têxteis parceiras: Riopele, e Gulbena. Obrigada pelo apoio dos técnicos e pesquisadores do DET, e o carinho e a ajuda de todos os amigos/as e colegas que direta ou indiretamente colaboraram na construção desta tese.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

RESUMO

Atualmente, a preocupação com as condições climáticas, a transmissão de raios ultravioletas e a proteção UV torna-se, cada vez mais, um tema transversal ao universo acadêmico através de debates, projetos e pesquisas. A radiação ultravioleta - RUV, em contato com a pele humana pode desencadear o cancro de pele para muitos trabalhadores que exercem suas atividades laborais em ambientes externos. Assim, este trabalho teve como objetivo geral desenvolver um produto funcional para o segmento dos uniformes profissionais utilizando acabamentos funcionais com barreira UV. No âmbito desta tese, tencionou-se desenvolver uma base comparativa do acabamento funcional nos tecidos com e sem ativação superficial pelo tratamento plasmático. Desta forma, as estratégias experimentais desta investigação tencionaram desenvolver, testar e analisar alguns acabamentos têxteis a partir de dois produtos nanofuncionais, microcápsulas e tingimentos com a utilização de corantes dispersos e reativos. As análises atestaram que todos os procedimentos utilizados promoveram a barreira UV nos substratos têxteis de diferentes composições, fios, massa de unidade de superfície, estruturas e cores. A avaliação dos resultados obtidos foi proporcionada com a utilização de um programa estatístico a partir do *software* MatLab R2014a®. Contudo, pretende-se que o resultado desta pesquisa possa contribuir para o cenário da construção de novas estratégias para garantir a proteção UV em tecidos destinados ao segmento dos uniformes profissionais, e que também possa servir para todos os outros segmentos têxteis, na medida em que a proteção contra os raios UVA e UVB deve ser passível de ser alcançada por toda a população mundial.

Palavras-chave: Acabamentos funcionais, tingimentos, tratamento plasmático, proteção UV, uniformes profissionais.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

ABSTRACT

Currently, the concern about the climatic conditions, the transmission of ultraviolet rays and the UV protection are becoming, gradually more, a theme transversal to the scholarship universe through debates, projects and researches. The ultraviolet radiation – UVR, in contact with the human skin may trigger the skin cancer for many workers that perform their labour activities in external environments. Therefore, this work had as general aim to develop a functional product to the field of the professional uniforms by using functional finishes with UV barrier. In the field of this thesis, it was intended to develop a comparative basis of the functional finishes in the cloths with or without superficial activation through the plasmatic treatment. In this way, the experimental strategies of this investigation intended to develop, test and analyse some textile finishes from two nanofunctional products, microcapsules and dyes with the utilization of disperse and reactive colorants. The analysis attested that all the procedures used have promoted the UV barrier in the textile substrate of different compositions, threads, mass unit of surface, structures and colours. The evaluation of the results achieved was provided through the utilization of a statistic program from the software MatLab R2014a®. However, it is intended that the result of this research may contribute to the scenario of the construction of new strategies in order to guarantee the UV protection in clothes directed to the field of the professional uniforms, and that it may also be useful to all the other textile segments, since that the protection against the UVA and UVB rays must be able to be easily reached by all world population.

Keys words: Functional finishes, dyes, plasmatic treatment, UV protection, professional uniforms.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE.....	xi
CAPÍTULO I.....	xix
1. ENQUADRAMENTO DO ESTUDO	2
1.2 OBJETIVO GERAL	11
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4 METODOLOGIA.....	12
CAPÍTULO II	15
2. A INTERFACE QUE ENVOLVE O HOMEM, O MEIO AMBIENTE E O PRODUTO	16
2.1 O HOMEM	16
2.1.1 O CANCRO DE PELE.....	16
2.2 MEIO AMBIENTE	24
2.2.1 RADIAÇÃO SOLAR.....	24
2.2.2 A CAMADA DE OZONO.....	26
2.2.3 A EXPOSIÇÃO SOLAR	28
2.2.4 BENEFÍCIOS DO SOL	31
2.2.5 A VITAMINA D.....	32
2.2.6 FONTES ARTIFICIAIS DE RADIAÇÃO UV	33
2.3 O PRODUTO.....	34
2.3.1 PROTEÇÃO DA PELE PELO VESTUÁRIO	34
2.3.2 O FATOR UPF.....	35
CAPÍTULO III.....	39
3. ACABAMENTOS FUNCIONAIS	40
3.1 PRODUTOS TÊXTEIS COM ACABAMENTOS FUNCIONAIS	40
3.2 MICROCÁPSULAS	41
3.3 NANOTECNOLOGIA	44
3.3.1 OS RISCOS DA NANO MANIPULAÇÃO.....	45
3.3.2 NANO REVESTIMENTOS A PARTIR DOS ACABAMENTOS FUNCIONAIS.....	47
3.3.3 NANO REVESTIMENTOS DE ÓXIDOS METÁLICOS	48
3.4 A TECNOLOGIA DE PLASMA.....	51
CAPÍTULO IV	55
4. PÚBLICO-ALVO.....	56
4.1 OS TRABALHADORES DE AMBIENTES EXTERNOS, EXPOSTOS A RADIAÇÃO UV	56
4.2 O SEGMENTO DOS UNIFORMES E OU FARDAMENTOS	59
4.3 NORMAS REGULAMENTADORAS - NRS E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL –EPI	66

4.4	O TRABALHO A CÉU ABERTO OU TRABALHO EM AMBIENTE EXTERNO	69
4.5	A SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO; O USO DE PROTECTORES SOLARES	71
4.6	A IMPORTÂNCIA DO CONFORTO NOS UNIFORMES PROFISSIONAIS	74
4.7	A COR NOS UNIFORMES DE TRABALHO.....	77
CAPÍTULO V.....		83
5	<i>FASE EXPERIMENTAL</i>	84
5.1	MATERIAIS.....	84
5.2	<i>CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS</i>	89
5.2.1	Tecidos 100% poliamida - PA	91
5.2.2	Tecido 100% poliéster - PES	92
5.2.3	Tecidos 100% algodão e misturas. Grupo 1: Estrutura tafetá.....	93
5.2.4	Tecidos 100% algodão e misturas. Grupo 2: Estrutura sarja 2/1.....	93
5.2.5	Tecidos 100% algodão e misturas. Grupo 3: Estrutura sarja 3/1.....	94
5.3	<i>MÉTODO</i>	95
5.3.1	ATIVAÇÃO DE SUPERFÍCIE PELA TECNOLOGIA DE PLASMA.....	95
5.3.2	ÂNGULO DE CONTATO.....	97
5.3.3	TINGIMENTO	97
5.3.4	IMPREGNAÇÃO POR FOULARDAGEM.....	100
5.3.5	AVALIAÇÃO DO GRAU DO UPF.....	101
5.3.6	AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO ACABAMENTO NAS AMOSTRAS	102
CAPÍTULO VI.....		103
6	<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	104
6.1	PLASMA	104
6.2	ÂNGULO DE CONTATO	104
6.3	ANÁLISE DA PROTEÇÃO UV	109
6.3.1	Proteção UV em tecidos 100% Poliamida	109
6.3.2	Proteção UV em tecidos 100% Poliéster	111
6.3.3	Proteção UV em tecidos 100% Algodão e Misturas	117
6.3.4	Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas com aplicação de tingimentos	128
6.3.5	Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas em relação à humidade.....	131
6.3.6	Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas em relação à humidade dos tecidos tingidos	141
6.3.7	Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas em relação à durabilidade dos acabamentos.....	143
CAPÍTULO VII.....		149
7	<i>DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO FUNCIONAL</i>	150
7.1	ANÁLISE ERGONÓMICA DAS ÁREAS CORPORAIS PARA PROTEÇÃO UV ..	150
7.2	O PROTÓTIPO DO UNIFORME FUNCIONAL PROTET - ESCUDO – UV.....	155
7.3	SELEÇÃO DO PRODUTO FUNCIONAL DE BARREIRA UV	162
CAPÍTULO VIII.....		171
8	<i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	172

8.1 PERSPECTIVAS FUTURAS..... 180

REFERÊNCIAS 181

Lista de Figuras

Figura 1. Representação da Interface da pesquisa4

Figura 2 Índices de radiação solar ao longo do dia6

Figura 3 Representação do carcinoma em estágio avançado.....17

Figura 4 Penetração do melanoma na pele humana18

Figura 5 Apresentação das formas ABCD do melanoma.....18

Figura 6 A incidência do cancro de pele distribuída geograficamente na Europa em 2008, por cada 100.000 habitantes. Os tons de azul são avivados de acordo com a intensidade da doença. Legenda. M para o sexo masculino e F para o sexo feminino.20

Figura 7 Mapa de números de casos de cancro de pele no Brasil (Band, 2013).....22

Figura 8 Ilustração da penetração da RUV na pele humana.....26

Figura 9 Intensidade dos Raios UVA e UVB28

Figura 10 Perceção da exposição solar30

Figura 11 Esquema das horas em relação a posição do sol, desenho de António Carlos Montenegro30

Figura 12 Perceção da exposição solar na pele do trabalhador31

Figura 13 Representação da RUV em contato com o tecido.37

Figura 14 Demonstração da microcápsula e sua rutura,.....42

Figura 15 Microcápsulas de PCM na superfície do aglomerado de cortiça43

Figura 16 Aglomerado de cortiça após 5 lavagens, foto retirada através da análise por microscopia eletrónica de varrimento (SEM).....44

Figura 17 A exposição dos trabalhadores de ambientes exteriores57

Figura 18 exposição a RUV num estúdio de televisão58

Figura 19 Protótipo de camisas profissionais desenvolvidas pelo HOHENSTEIN INSTITUTE 65

Figura 20 Camisa confeccionada pelo HOHENSTEIN INSTITUTE66

Figura 21 A Perceção de Conforto adaptada pela autora75

Figura 22 Constituição Química do Poliéster79

Figura 23 Exemplo da reação de hidrólise do corante a partir do banho de tintura.....80

Figura 24 Estrutura química das fibras vegetais: a) celulose e b) lignina80

Figura 25 Exemplo do processo do tingimento de algodão com grupos reativos sulfatoetilsufona81

Figura 26 Identificação da torção do fio90

Figura 27 Equipamento Maille metre90

Figura 28 Fotos retiradas através da Lupa Optika, com ampliação de 10x objetiva ocular.91

Figura 29 Imagem do tecido 1C, 100% PES, foto retirada através da lupa ótica, com ampliação de 12,5x objetiva ocular.92

Figura 30 Equipamento para o tratamento de plasma da Universidade do Minho protótipo patentado.....95

Figura 31 Imagem do tratamento de plasma em tecidos de 100% CO96

Figura 32 Equipamento para a medição do ângulo de contato97

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Figura 33 Equipamento utilizado para a medição do UPF, espectrofotómetro UV- VIS (UMinho).....	102
Figura 34 Imagem da simulação do manequim ergonómico exposto a RUV.	150
Figura 35 Imagem da reprodução do manequim ergonómico exposto aos raios solares.	151
Figura 36 Simulação do trabalhador em pé, altamente exposto aos raios solares	152
Figura 37 Simulação do trabalhador de pé e de braços abertos, altamente exposto aos raios solares.	153
Figura 38 Simulação do trabalhador com o dorso inclinado, duas pernas e braços fletidos, altamente exposto aos raios solares.	154
Figura 39. Modelo de Escudo que serviu de base para a produção do uniforme.....	156
Figura 40 Protótipo da camisa PROTET Escudo UV, frente e costas.	157
Figura 41 Protótipo de calça para uniformes profissionais para trabalhadores externos - PROTET UV.	159
Figura 42 Representação da locomoção do trabalhador.....	161

Lista de Tabelas

Tabela 1. Incidência do cancro de pele por região e sexo - Brasil.....	20
Tabela 2 Incidência do cancro de pele por região e sexo - Portugal.....	21
Tabela 3 Distribuição da população por cor e raça.....	23
Tabela 4 Diferentes tipos de pele e seu respetivo tempo de exposição solar	28
Tabela 5 Classificação do UPF. Fonte: Balogh 2011.....	36
Tabela 6 Propriedades conferidas aos nano materiais.....	46
Tabela 7 Mapa de Risco.....	68
Tabela 8 Casos de doenças profissionais em Portugal.	72
Tabela 9. Mudança de temperatura e a capacidade do trabalhador.....	77
Tabela 10 Diagrama dos tecidos utilizados durante a fase experimental	85
Tabela 11 Representação da quantidade de fio por (cm ²) dos tecidos A e B.	91
Tabela 12 Representação da quantidade de fio por (cm ²) do tecido 1C.....	92
Tabela 13 Representação da média do nº de passagens e de fios e suas massas lineares.....	93
Tabela 14 Representação da média do nº de passagens e de fios e suas massas lineares.....	93
Tabela 15 Representação da média do nº de passagens e de fios e suas massas lineares.....	94
Tabela 16 Parâmetros e dosagens de plasma aplicados nos tecidos 100% CO e misturas.....	96
Tabela 17 Resultados da média do ângulo de contato em tecidos de estrutura tafetá.....	105
Tabela 18 Resultados da média do ângulo de contato em tecidos de estrutura Sarja 2/1.....	107
Tabela 19 Resultados da média do ângulo de contato em tecidos de estrutura Sarja 3/1.....	108
Tabela 20 Representação do grau de UPF no Tecido A.....	109
Tabela 21 Representação do grau de UPF no Tecido B.....	110
Tabela 22 Representação do grau de UPF no Tecido A após lavagem.....	110
Tabela 23 Representação do grau de UPF no Tecido B após lavagem	111
Tabela 24 UPF dos Tecidos de 100% Poliéster sem acabamento de proteção UV.	111
Tabela 25 UPF dos Tecidos C 100% Poliéster, ativados por plasma, com acabamento de proteção UV e tingimento.	113
Tabela 26 Resultados do UPF em tecidos 100% CO e misturas de estrutura em tafetá com acabamentos funcionais.....	118

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 27 Resultados do UPF em tecidos 100% CO e misturas de estrutura em sarja 2/1 com acabamentos funcionais.....	121
Tabela 28 Resultados do UPF em tecidos 100% CO e misturas de estrutura em sarja 3/1com acabamentos funcionais	126
Tabela 29 Resultados do UPF em tecidos tingidos	129
Tabela 30 Resultados do teste de humidade nos tecidos dos três grupos estudados.....	132
Tabela 31 Resultados do teste de humidade em tecidos tingidos com concentrações de 1% de corantes, monofuncional e bifuncional.	141
Tabela 32 Resultados dos testes de durabilidade dos acabamentos funcionais ao grau de UPF em tecidos de estrutura tafetá.....	144
Tabela 33 Resultados dos testes de durabilidade dos acabamentos funcionais ao grau de UPF em tecidos de estrutura em sarja 2/1.....	145
Tabela 34 Resultados dos testes de durabilidade dos acabamentos funcionais ao grau de UPF em tecidos de estrutura em sarja 3/1.....	146
Tabela 35 Legenda do levantamento dos doze parâmetros de avaliação da proteção UV em substratos têxteis.....	163
Tabela 36. Exemplo de variação de uma amostra para o programa MatLab R2014a®.....	165
Tabela 37 Seleção de critérios para o desenvolvimento de uma camisa.....	166
Tabela 38 seleção de critérios para o desenvolvimento de uma calça	167
Tabela 39 seleção de critérios para o desenvolvimento de um casaco.....	168

Lista de Gráficos

Gráfico 1 lavagem prévia	98
Gráfico 2 Processo de tingimento com corantes dispersos.....	99
Gráfico 3 Processo de tingimento com corantes reativos.....	100
Gráfico 4 Resultados obtidos do Ângulo de Contato em tecidos de estrutura tafetá	105
Gráfico 5 Ângulo de Contato Tecido de estrutura Sarja 2/1	107
Gráfico 6 Resultado do ângulo de contato nos tecidos de sarja 3/1	108
Gráfico 7 Representação do teste de solidez em tecidos tingidos com 1% de corante	114
Gráfico 8 Representação do teste de solidez em tecidos tingidos com 2% de corante	115

Lista de Equações

Equação 1 UPF	36
Equação 2 Dosagem do plasma	53
Equação 3 Massa Linear	91
Equação 4 Taxa de expressão	101

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Abreviaturas

ABD – Associação Brasileira de Dermatologia

APCC- Associação Portuguesa de Dermatologia

CFC - Clorofluorcarbono

CO – Algodão

CPTEC - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FPS – Fator de Proteção dos Cremes Solares

INCA – Instituto Nacional de Cancro do Brasil

IPMA – Instituto do Mar e da Atmosfera

IUV – Índice de radiação ultravioleta

NR – Normas Regulamentadoras

PA - Poliamida

PES - Poliéster

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RUV - Radiação Ultravioleta

SDB - Sociedade Brasileira de Dermatologia

SPO – Sociedade Portuguesa de Oncologia

UPF – Fator de Proteção Ultravioleta em substratos têxteis

UV – Ultravioleta

UVA – Raios ultravioleta tipo A

UVB – Raios ultravioleta tipo B

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO I

1. ENQUADRAMENTO DO ESTUDO

Esta tese propõe o estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em tecidos de 100% poliamida 6.6 - PA, tecidos de 100% poliéster - PES, tecidos 100% algodão - CO, bem como em tecidos com misturas, nomeadamente 65% CO e 35% PES e 65% PES e 35% CO, tendo para esse efeito sido selecionadas amostras naturais e amostras previamente ativadas por plasma com o intuito de ser realizada a análise destes acabamentos e da sua durabilidade. Desta forma, foi projetada a construção de novos produtos têxteis visando a promoção da proteção da saúde da pele humana através de tecidos que possam bloquear a radiação ultravioleta (RUV), almejando a sua aplicação no segmento dos uniformes profissionais.

A estrutura da tese está organizada em oito capítulos que serão descritos a seguir.

Capítulo I. O trabalho principia com uma introdução da estrutura da tese e o seu enquadramento, a que corresponde uma síntese dos conteúdos pesquisados por forma a permitir uma melhor compreensão do estudo em questão, ao abordar a sua importância e situando-o na interface entre o homem, o meio ambiente e o produto. Logo em seguida descrevem-se os objetivos da tese, e, por fim, será apresentado o desenvolvimento da metodologia da pesquisa.

Capítulos II, III e IV. O estado da arte corresponde aos aspetos fundamentais, teóricos, que deram o suporte necessário ao entendimento da interface proposta, através de referências a respeito do cancro de pele, dos raios solares, dos acabamentos funcionais, especialmente as microcápsulas e a nanotecnologia, englobando também o público-alvo e o segmento dos uniformes profissionais.

Capítulo V. A fase experimental disserta o desenvolvimento prático da construção do novo produto funcional a partir da microencapsulação e do revestimento com produtos nanofuncionais. Esta fase descreve as atividades desenvolvidas desde a seleção das amostras, o desenvolvimento do tratamento plasmático e as etapas dos acabamentos funcionais e tingimentos.

Capítulo VI. As análises e resultados da investigação são descritos neste capítulo a partir dos testes laboratoriais, os quais foram alvo de comparação no que concerne ao tipo de acabamento utilizado e à eficácia da proteção UV nos diferentes tecidos.

Capítulo VII e VIII. Tanto o desenvolvimento do produto como as considerações finais deste estudo foram descritos a partir dos resultados testados e analisados também pelo programa MatLab R2014a®. No capítulo VII, foram propostos modelos de camisa e calça para a construção dos uniformes profissionais funcionais de barreira UV para trabalhadores de ambientes exteriores. No capítulo VIII, além das considerações finais, são pontuadas sugestões para trabalhos futuros.

1.1 INTRODUÇÃO

Saravan (2007) ressalta que as iniciativas para o desenvolvimento de normas relacionadas com a proteção UV começaram na década de 1990, através da formulação de procedimentos padrão para a medição, cálculo, métodos de rotulagem e comparação dos valores das etiquetas dos produtos têxteis.

Desde 1981, a Fundação do Cancro de Pele, *Skin Cancer Foundation*¹, de carácter internacional, tem vindo a oferecer um Selo de Recomendação para os produtos que possuam propriedades de foto-proteção, incluindo os produtos de proteção solar, tais como cremes, óculos de sol, películas para janelas e aditivos de acabamentos funcionais para o vestuário, de acordo com as normas AATCC TM 183 ou AS / NZS 4399 (Saravan, 2007).

Contudo, apesar de decorridos 25 anos após o desenvolvimento das normas de proteção UV relativas aos produtos de proteção, nota-se que, no que diz respeito aos produtos têxteis, houve um reduzido desenvolvimento na área dos uniformes profissionais direcionados para os trabalhadores de ambientes externos.

Esta pesquisa tem como motivação dar a compreender que o fato de estes trabalhadores se exporem demasiadamente ao sol e utilizarem uniformes que, na maioria das vezes, não produzem a proteção adequada contra a RUV estabelecida pelas normas, ocasiona em

¹ A fundação de cancro de pele é uma organização internacional dedicada exclusivamente à educação, prevenção, deteção precoce e tratamento imediato do cancro mais comum do mundo. A Aliança Internacional desta fundação contra o cancro da pele está presente em 27 países, como a Argentina, Áustria, Bélgica, Brasil, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Equador, Inglaterra, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Portugal, EUA, Suíça, entre outros. <http://www.skincancer.org>

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

muitos casos lesões na pele do trabalhador, prejudicando assim a sua saúde e qualidade de vida e, conseqüentemente, amentando os encargos para as empresas.

Desta forma, este estudo procura, por meio de pesquisas, analisar a interface entre: o homem, o meio ambiente e o produto, conforme se pode verificar na figura 1.

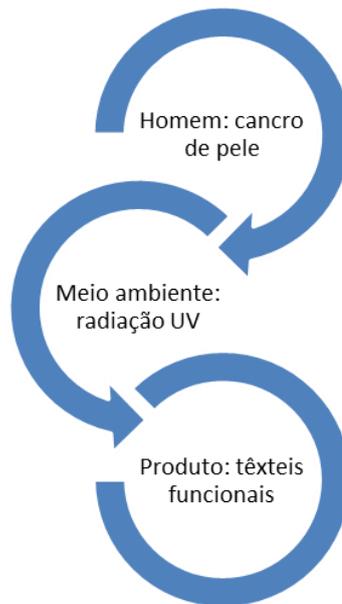


Figura 1. Representação da Interface da pesquisa

Fonte: Autora

A figura 1 representa a simbiose entre o **homem**, que neste estudo se configura como sendo o trabalhador externo que, ao exercer as suas atividades laborais no **meio ambiente**, está exposto à RUV, podendo esta situação vir a ocasionar o cancro de pele devido à acumulação desta radiação na pele. Uma forma satisfatória para a promoção da proteção contra esta radiação é feita através do **produto**, que, neste estudo, parte dos acabamentos funcionais no desenvolvimento de tecidos com barreira UV.

A Sociedade Brasileira de Dermatologia - SBD (2011) afirma que a incidência de cancro de pele está a aumentar em todo o mundo, devido ao aquecimento global e à perda da camada de ozono, tendo como consequência o aumento da radiação ultravioleta na superfície da terra. Neste sentido, a Associação Portuguesa de Cancro Cutâneo (APCC), em colaboração com a Sociedade Portuguesa de Dermatologia, também ressalta que a incidência do cancro da pele é elevada e continua a aumentar, apesar de a maioria destes casos ser benigna e curável se diagnosticado e tratado precocemente. Cerca de 90% dos

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

casos em Portugal estão relacionados com os exageros de exposição ao sol, sobretudo na infância, adolescência e na fase de jovem adulto, sendo fundamental uma ação preventiva direta junto da população (APCC, 2015).

A *Skin Cancer Foundation* (2015) ressalta que nos Estados Unidos, onde os estudos epidemiológicos são regularmente realizados, cerca de um milhão de habitantes são afetados anualmente com novos casos de cancro de pele. Desta forma, o cancro de pele representa um grave problema de saúde pública, configurando-se como uma epidemia silenciosa que compromete não só a saúde da população como também a economia de um país (SDB, 2011).

Assim, estima-se que ocorrerão a cada ano no Brasil mais de 100.000 novos casos de cancro de pele, sendo que em Portugal são identificados anualmente dez a onze mil novos casos de cancro da pele, estimando-se que, destes novos casos, mil são do tipo mais grave, o melanoma (Capucho, 2015). Contudo, o cancro da pele não é muito discutido nos congressos científicos nem nas publicações oncológicas visto que a sua taxa de mortalidade é baixa quando comparada com outros tipos de cancro. Porém, e apesar disso, trata-se de um tipo de cancro que se desenvolve devido, principalmente, a uma causa evitável que é a excessiva exposição ao sol sem a devida proteção, primordialmente por indivíduos fenotipicamente predispostos. Trata-se, portanto, do cancro mais prevalente em países de climas tropicais e temperados (SDB, 2011).

Nos países de clima tropical e temperado verifica-se que a radiação UV inerente às altas temperaturas próprias desses países está a aumentar proporcionalmente com o aumento da temperatura, sendo que este fenómeno ocorre cada vez mais fora da época do verão, que é a estação predominantemente quente. Este fenómeno é passível de ser analisado na generalidade dos *sites* de previsão meteorológica, visto que estes fornecem também informações sobre os índices de radiação UV - IUV.

De acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera – IPMA o índice de radiação UV é uma medida dos níveis da radiação solar ultravioleta que, efetivamente, contribuem para a formação de uma queimadura na pele humana (eritema), sendo que a sua formação depende dos tipos de pele e do tempo máximo de exposição solar com a pele desprotegida (IPMA, 2015). Para o Instituto Nacional de Cancro do Brasil – INCA, o IUV é também

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

uma medida de intensidade da radiação solar que incide sobre a terra e que é representada numa escala que varia entre o nível mais baixo, UV 1, seguindo até ao seu extremo UV 14 (INCA,2011), conforme se pode observar na figura 2.

É válido destacar que o IUV é expresso numericamente como sendo o resultado da multiplicação do valor médio do tempo da irradiância² efetiva (W/m²) por 40. Exemplo: Uma irradiância efetiva de 0.2 W/m² corresponde a um valor do IUV de 8.0 que equivale ao nível “muito alto” (IPMA, 2015; Almeida & Lopes, 2015).

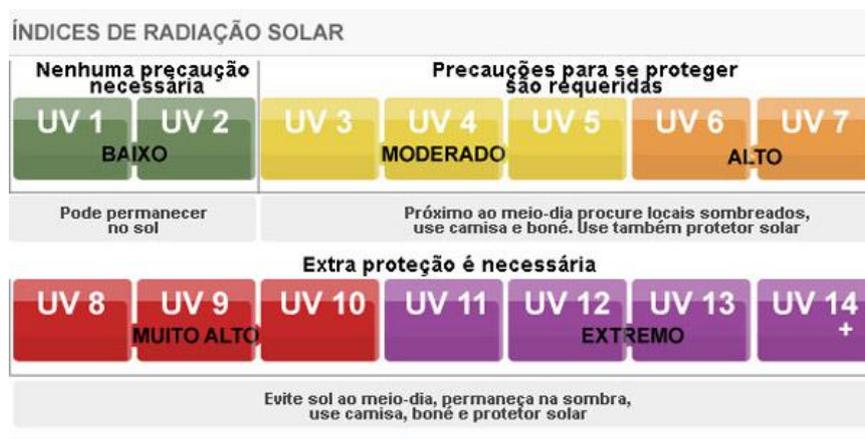


Figura 2 Índices de radiação solar ao longo do dia

Fonte: INCA (2011)

A figura 2 retrata os níveis de radiação solar que podem ser observados ao longo do dia, indo dos valores mais baixos, UV 1, até aos índices mais altos, UV 14+, os quais exigem proteção adequada sempre que há exposição ao sol. Geralmente a intensidade dos índices de UV é mais intensa durante o período compreendido entre as 10h e as 16h.

Segundo dados do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC do Brasil, o índice de radiação UV- IUV chegou a [10] no Mato Grosso do Sul, no período da primavera no ano de 2011. Este índice é considerado muito alto. Em Santa Catarina, no mesmo período e não obstante a nebulosidade, o índice de UV chegou a [11], sendo

² Irradiância é a base para descrever a energia incidente por unidade de superfície que é expressa em Watts (W), dividida pela área irradiada, expressa em m² (Almeida & Lopes, 2015).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

considerado como extremo. Estes índices elevados de radiação UV- IUV na primavera de 2011 não ocorreram apenas no Brasil. Também em Portugal e no mesmo período, que por se situar no hemisfério norte correspondeu ao final da estação do verão, registaram-se índices de IUV maior que [10] em alguns distritos do país, como em Aveiro, Braga, Porto, Funchal, Portalegre, entre outros (Dermatologia em foco, 2011).

Os valores médios do IUV para o ano de 2015 para a latitude onde Portugal se localiza enquadram-se, para o período compreendido entre os meses de outubro e abril, entre 3 e 6, o que significa Moderado com possibilidade de Alto em alguns momentos deste período, e entre 9 e 10 para o período compreendido entre Maio e Setembro, o que corresponde a Muito Alto (IPMA, 2015).

Portugal é um país de clima temperado que possui uma amplitude térmica maior em comparação com os países de climas tropicais. No verão possui períodos muito mais quentes (com temperaturas médias acima dos 30°C) e, na estação húmida do inverno, a temperatura tem tendência a ser mais baixa. Todavia, com o passar dos anos os índices de UV em Portugal têm vindo a aumentar gradualmente. (Koeppen's, 1997).

Assim, percebe-se que os climas, tanto no Brasil como em Portugal, potenciam uma maior absorção dos RUV nos seres humanos através da sua pele, com particular ênfase na pele dos trabalhadores externos.

Neste sentido, é válido ressaltar que, no que concerne aos riscos para a saúde do trabalhador externo quando comparado com outro tipo de trabalhador, é muito maior a sua predisposição para adquirir uma doença de pele ou o cancro de pele. Isto deve-se ao fato de estes trabalhadores não estarem devidamente protegidos contra a RUV.

Deve-se salientar que existe a ideia errada de que o vestuário, por si só, protege a pele da RUV, uma vez que, para que tal ocorra, devem ser levados em consideração alguns fatores como a estrutura do tecido, a sua densidade, a cor, a composição e a humidade, entre outros fatores. Os estudos de Fernandes (2003), Cristo (2005) e Magalhães (2007) observaram que estes fatores, quando bem alinhados, podem garantir a proteção UV nos vestuários, sendo assim insuficiente a simples ação de vestir, conforme as conclusões observadas na pesquisa de Fernandes (2003):

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

As pesquisas científicas sobre a proteção da pele pelos produtos têxteis são relativamente recentes, o que leva a que poucas pessoas tenham conhecimento de que poderá não ser suficiente cobrir a pele com um tecido para estar protegido da radiação solar, uma vez que nem todos os tecidos têm o mesmo grau de proteção solar.

Em consequência disto, percebe-se que as Indústrias Têxtil e do Vestuário estão a investir cada vez mais em artigos tecnológicos que permitam aos consumidores uma satisfação que vai além das suas necessidades convencionais. Nota-se uma tendência crescente no sentido da produção de novos produtos têxteis em que o vestir não significa apenas proteção do frio, do pudor ou simplesmente para se embelezar, o vestuário atual, especialmente aquele com valor agregado, passa a ter funções antes não consideradas, tornando-se funcional (Flugel, 1960).

Com base nos estudos desenvolvidos na Universidade do Minho durante o doutoramento, percebe-se que os produtos funcionais à base de fibras têxteis para uso em aplicações técnicas são cada vez mais procurados no mercado mundial. Isto por possuírem um bom potencial nas suas características e propriedades físico-químicas. Estes materiais, ao serem manipulados, podem ser aplicados em diversas áreas como: veículos, aeronaves, construção civil, materiais compósitos, produtos de proteção individual, no vestuário de proteção profissional e na saúde, entre outras.

Muitos destes materiais à base de fibras melhoram ainda mais as suas propriedades físico-químicas através do acabamento têxtil. A indústria de acabamento têxtil torna cada vez mais comum o uso de produtos químicos, microcápsulas e nanopartículas no seu processo, com o intuito de funcionalizar os produtos têxteis (Stegmaier, et al., 2007).

Segundo Sánchez (2006), os procedimentos para a obtenção destes materiais funcionais podem ser classificados em três classes: microencapsulados, eletrónicos e nanotecnológicos.

Nesta perspetiva de novos produtos funcionais à base de fibras têxteis, optou-se por utilizar na fase experimental deste estudo dois dos procedimentos classificados por Sánchez. É utilizado primeiramente o processo de microencapsulação e, posteriormente, recorre-se à utilização de produtos nanofuncionais nas técnicas de acabamentos em fibras naturais e com a ativação da tecnologia de plasma.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

As microcápsulas possuem habitualmente uma membrana de 1mm de espessura, com diâmetros que variam entre 5-20 microns, e são aplicadas ao produto têxtil conferindo-lhe funções aromáticas, anti-insectos, anti-bacterianas, anti-UV, hidratantes, vitamínicas, entre outras (Sánchez, 2006; Nelson, 2001).

Os têxteis eletrônicos devem possuir as propriedades de receber, analisar, armazenar, enviar e mostrar os dados de forma visível, o que proporciona um controle sobre dispositivos eletrônicos de tal forma que, mediante a pressão de um dedo, o material possa mudar de isolante para condutor (Sánchez, 2006). A temática dos têxteis eletrônicos não será tratada neste estudo por não atender aos objetivos propostos.

A nanotecnologia, utilizada na área têxtil a partir da manipulação das nanopartículas, também pode proporcionar ao produto têxtil o aumento das propriedades funcionais, agindo como uma ferramenta inovadora para o desenvolvimento de novos produtos.

Tanto as microcápsulas como as nanopartículas utilizadas no processo de acabamento da indústria têxtil podem contribuir bastante para o aumento da funcionalidade de um produto ao incorporar determinadas propriedades no substrato, podendo-se mencionar a título de exemplo: a nanopartícula de prata incorporada no produto têxtil tem como uma das suas funções tornar o produto antimicrobiano; o TiO_2 deixa o produto foto-ativo e ainda protetor contra os raios ultravioleta-UV, bem como as partículas de ZnO que também absorvem esta radiação.

Assim, compreende-se que o interesse em acabamentos funcionais, através da utilização de microcápsulas e de produtos nanofuncionais nos substratos têxteis, reside na sua natureza micro/nano-estruturada, pois permite a obtenção de uma pequena espessura de revestimento funcional nos produtos, não ocasionando, dessa forma, interferência nas propriedades que se querem ver preservadas nos produtos.

Neste sentido, é relevante salientar que estes tratamentos químicos são bastante utilizados para alterar as propriedades da superfície dos diversos materiais, melhorando a ligação superficial entre o substrato e um determinado produto de acabamento têxtil e projetando a funcionalidade desejada (Oliveira, 2012). Estes acabamentos não devem interferir no conforto e na usabilidade dos produtos finais.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

No entanto, os problemas relacionados com o elevado custo dos tratamentos químicos e a eliminação dos resíduos destes produtos no meio ambiente têm gerado uma preocupação mundial, limitando a aplicação industrial destes tratamentos (Yoldas, 2010).

Além das preocupações com o elevado custo e com os resíduos gerados durante o processo dos acabamentos têxteis, um outro fator que deve também ser levada em consideração seria a durabilidade destes acabamentos no produto têxtil. Assim sendo, está a ser crescentemente desenvolvida uma disposição orientada para manter a funcionalidade do acabamento têxtil presente no produto por um longo período de tempo, sendo que esta tendência ocorre através do desenvolvimento prévio da tecnologia de plasma.

Assim, o tratamento plasmático surge como uma tecnologia ambientalmente correta e com um enorme potencial para modificar a superfície de vários materiais sem afetar as suas propriedades intrínsecas (Carneiro, 2001; Oliveira, 2012).

Esta tecnologia pode ser previamente aplicada às fibras, ao fio ou ao tecido, que irão ser ativados pela descarga plasmática modificando e melhorando a superfície do substrato que irá ser alvo do receção do produto do acabamento têxtil.

Paralelamente à procura da relevância sob o ponto de vista tecnológico, procura-se igualmente tentar prevenir um sério problema de saúde pública mundial, o cancro de pele, através da produção de novos produtos funcionais de barreira UV para o segmento dos uniformes profissionais.

Saravan (2007) confirma que há um interesse crescente em reduzir a exposição à RUV por parte dos trabalhadores ao ar livre. Isto requer o desenvolvimento de fortes absorvedores UV, que serão especialmente apropriados para as fibras de baixo UPF, sobretudo as fibras naturais, que são as mais utilizadas pelos consumidores.

Existe, contudo, uma lacuna no conhecimento científico no que diz respeito à produção de uniformes com barreira de proteção UV a partir de acabamentos funcionais. Neste sentido, são necessários estudos que permitam produzir, testar e analisar experimentalmente os acabamentos funcionais na construção de novos produtos têxteis que permitam a proteção UV, com o intuito de prevenir o cancro de pele. Neste sentido,

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

o presente estudo configura-se como um importante contributo para a área têxtil e, consequentemente, para o segmento de produção dos uniformes profissionais.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um produto funcional orientado para o segmento dos uniformes profissionais utilizando acabamentos funcionais com barreira UV.

No âmbito desta tese, tenciona-se aumentar a durabilidade do acabamento funcional a partir da ativação superficial das fibras através do tratamento de plasma.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos serão delineados em sete etapas:

1. Estudar os acabamentos funcionais que melhor se coadunam ao efeito de barreira à radiação UV.
2. Desenvolver os acabamentos funcionais em tecidos de 100% PA 6.6, 100% PES, 100% CO e mistos.
3. Testar a eficiência de alguns produtos funcionais existentes no mercado considerados como barreira contra a radiação UV, tendo em atenção a composição, fio, contextura, massa por unidade de superfície, cor, humidade e durabilidade.
4. Testar a eficiência de alguns corantes quanto à proteção UV em substratos têxteis.
5. Analisar, através de comparação, se o produto desenvolvido possui desempenho superior ao convencional, nomeadamente pela ativação superficial das fibras através do tratamento de plasma.
6. Classificar a influência dos fatores essenciais para a construção dos novos produtos têxteis de proteção da saúde com barreira contra a radiação UV.
7. Comparar os resultados dos ensaios realizados levando em consideração as características intrínsecas dos materiais e a aplicação dos mesmos para diferentes propósitos, enfatizado o segmento dos uniformes.

1.4 METODOLOGIA

A metodologia Experimental que foi desenvolvida nesta pesquisa decorreu através do método hipotético – dedutivo, através do qual, segundo Karl Popper, *todo problema deve ser investigado de maneira crítica e racional através de conjeturas e hipóteses*. Isto significa que o método utilizado parte de um problema da realidade empírica e levanta hipóteses, as quais, por sua vez, são testadas através da experimentação, para chegar a determinadas conclusões (Oliveira, 2005).

A pesquisa foi alvo de uma abordagem quantitativa e qualitativa. Para o desenvolvimento conceitual do produto funcional houve a necessidade de planejar uma série de etapas, as quais, por sua vez, se guiaram pela asserção de Iida (2005), que ressalta que o processo de desenvolvimento de produtos - DP é muito variável, não pode ser representado como um processo linear e depende do tipo de produto que será desenvolvido e da organização do estudo.

Neste estudo, o processo de DP não será linear, mesmo tendo-se optado por etapas pré-estabelecidas, as quais, por sua vez, se mesclam ou se expandem para atingir o objetivo final. O processo será constituído por 6 etapas, que são descritas abaixo:

- **1. Pesquisa bibliográfica**

Levantamento bibliográfico relativo à temática e elaboração do estado da arte;

- **2. Estudo da influência das variáveis têxteis no fator de proteção UV**

- Produção e análise de amostras com diferentes composições;
- Análises e testes laboratoriais de vários tipos de tecidos, fazendo variar as fibras, fios, massa por unidade de superfície, contexturas diferentes, cor, humidade e durabilidade;
- Avaliação do índice de UPF nas amostras estudadas;
- Ensaio e teste laboratorial do teor de humidade no artigo e a sua interferência no índice de UPF do tecido.

- **3. Estudo do aumento da durabilidade do acabamento anti-UV**

Após a identificação das variáveis que compõem o tecido, será desenvolvida a metodologia para a aplicação do acabamento funcional, através do revestimento,

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

nomeadamente com a utilização de três produtos: um com base nas microcápsulas de Camomila – CA e dois outros produtos nanofuncionais, patenteados e disponibilizados no mercado.

As superfícies dos tecidos foram ativadas pelo tratamento plasmático, a fim de se obter uma maior adesão dos produtos de acabamento funcional ao substrato têxtil e concomitantemente uma maior durabilidade do acabamento.

Com o intuito de construir um produto com durabilidade e um fator de proteção UV elevada, foi efetuado o tingimento de alguns tecidos por forma a servir de base comparatória relativamente aos tecidos com acabamentos funcionais.

Foi desenvolvida a análise da absorção dos acabamentos funcionais através de testes laboratoriais das amostras a partir da medição do ângulo de contato estático, espectroscopia UV-VIS por avaliação do fator de proteção (UPF), além dos testes de humidade e de solidez à lavagem doméstica.

- **4. Desenvolvimento do Produto**

Neste tópico o objetivo foi desenvolver o protótipo do produto e a respectiva ficha técnica para ser levada em consideração na construção dos uniformes profissionais para os trabalhadores de ambientes externos. A escolha recaiu na conceção de uma camisa e uma calça de trabalho, que foi denominada de PROTET Escudo – UV – para ambos os produtos. A explicação para o desenvolvimento deste protótipo pode ser observada no capítulo VII, no tópico 7.2.

- **5. Avaliação**

Procedeu-se à avaliação de todos os resultados obtidos, a partir do estado da arte, além de comparar o produto desenvolvido com dois produtos existentes no mercado. Procurou-se também avaliar os dados de forma quantitativa e hierárquica através do programa MatLab R2014a®, que faz uso de um *software* para construir um programa de priorização dos elementos essenciais para a construção dos uniformes profissionais mediante critérios estabelecidos pelo operador (programa anexo 01).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

- **6. Conclusões finais e sugestões de trabalhos futuros**

Concluir o trabalho experimental e nortear novas pesquisas tecnológicas de acabamentos funcionais voltadas para o segmento de uniformes profissionais.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO II

2. A INTERFACE QUE ENVOLVE O HOMEM, O MEIO AMBIENTE E O PRODUTO

Este capítulo dá início à caracterização científica da interface proposta neste estudo. Primeiramente será abordado o Homem como o portador da doença do cancro de pele e a sua incidência pelo mundo. Posteriormente descreve-se o meio ambiente como o causador do cancro de pele, nomeadamente através da exposição excessiva à radiação ultravioleta - RUV, e as consequências da não exposição. Por fim, aborda-se o produto como fator imprescindível para a promoção da proteção UV.

2.1 O HOMEM

2.1.1 O CANCRO DE PELE

O cancro de pele, segundo o Instituto Nacional do Cancro do Brasil – INCA, é o mais comum de todos os tipos de cancro e representa mais da metade dos diagnósticos da doença. Foram diagnosticados 188.020 casos no Brasil em 2014 (SBD, 2014). O cancro de pele manifesta-se de duas formas, os carcinomas e os melanomas:

- Os carcinomas podem ser basocelulares e espinocelulares, estão relacionados diretamente com a exposição aos raios UVA e afetam principalmente as pessoas de pele, cabelo e olhos claros.

O carcinoma basocelular tem uma incidência alta, em torno dos 70% a 80%, com 182.130 casos em 2014, segundo dados do INCA. Destes, 98.420 ocorreram em homens e 83.710 em mulheres. O crescimento deste tipo de cancro é lento e raramente se dissemina através da pele, possuindo assim o menor potencial de malignidade, mas provoca, porém, grandes deformações ver figura 3.

O carcinoma espinocelular tem um crescimento mais rápido e as lesões são maiores, podendo ainda enviar metástases e disseminar-se pela pele. Também conhecido como carcinoma epidermoide, a sua incidência é menos frequente que o anterior, e acomete as áreas da pele mais expostas ao sol. Ex: boca, cicatrizes de queimaduras antigas.

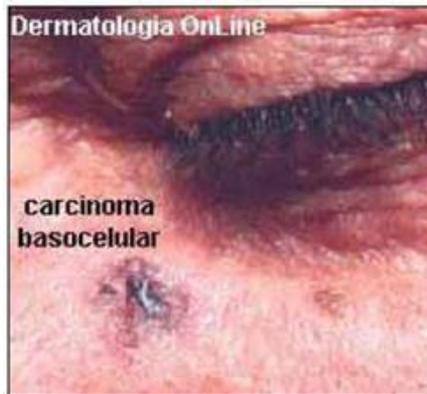


Figura 3 Representação do carcinoma em estágio avançado

Fonte: www.dermatologiaonline.com (2011)

- O melanoma é um tumor muito grave, com origem nas células que produzem os melanócitos (pigmentação da pele). Podem surgir na pele saudável ou a partir de sinais com pigmentos que se transformam em melanoma. Embora também apareçam em áreas não expostas ao sol, é, porém, mais frequente nas áreas que tiveram exposição aos UVB. A sua letalidade é elevada, mas, todavia, a sua incidência é baixa (2.960 casos em homens e 2.930 em mulheres), totalizando 5.890 casos, variando em 4% (SDB, 2014). Este cancro é mais frequente em adultos, com picos de incidência por volta dos 20 - 40 anos, e corresponde à maioria dos casos de morte por cancro de pele (INCA, 2011; Pozzebon & Rodrigues, 2009).

O melanoma pode ainda ser dividido em subtipos com base no seu grau de malignidade (maligno, nodular, lentiginoso e lentigo), sendo que o maligno disseminado é a forma mais comum e corresponde a cerca de 70% dos casos de melanoma. Embora a sua letalidade seja alta, apresenta uma baixa incidência de casos (cerca de 3170 novos casos em homens e 3060 novos casos em mulheres em 2012) (INCA, 2012).

Durante a fase inicial, o melanoma fica restrito à camada superficial da pele, sendo que nesta fase a cura da doença é possível. Contudo, à medida que vai deixando de ser plano e começa a penetrar na epiderme e na derme da pele, provocando lesões, o seu índice de cura diminui drasticamente e pode ser fatal, ver figura 4.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

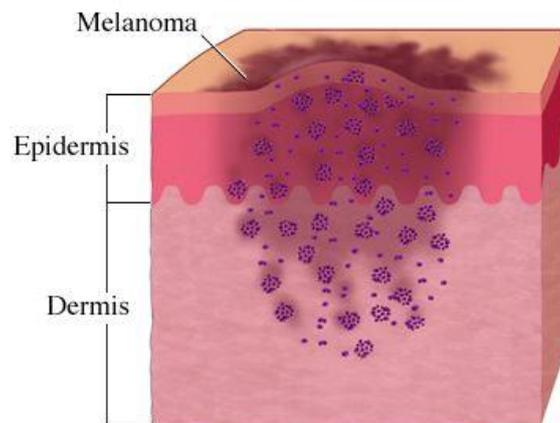


Figura 4 Penetração do melanoma na pele humana

Fonte: www.saudemedicina.com (2015)

É importante verificar o tamanho e a característica das manchas que costumam aparecer na pele, tendo em consideração as formas ABCD do melanoma, ver figura 5.

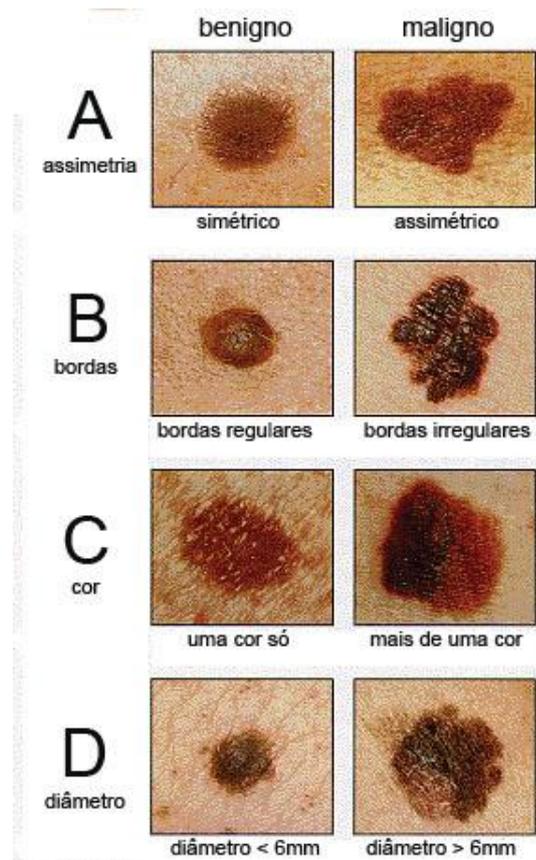


Figura 5 Apresentação das formas ABCD do melanoma

Fonte: www.saudemedicina.com (2015)

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

De acordo com o PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a cada ano mais de dois milhões de pessoas são vítimas do cancro de pele não-melanoma e 200 mil do tipo melanoma maligno. Entre 12 a 15 milhões de pessoas no mundo inteiro estão cegas devido a cataratas e, segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde – OMS, em cerca de 20% desses casos (mais ou menos 3 milhões) a cegueira pode ter tido como causa a exposição excessiva aos raios UV (Duarte & Klöh, 2005).

Segundo a Associação Brasileira de Dermatologia - ABD, o cancro de pele causa um problema de saúde mundial que afeta mais as pessoas de pele branca devido à falta da proteína denominada melanina, a qual confere pigmentação à pele. É importante ressaltar que cerca de 90% das lesões localizam-se nas áreas da pele que ficam expostas ao sol, nomeadamente a cabeça (77,3%), o tronco (64,9%) e os membros (51,7%) SDB (2014), o que realça a relação entre a exposição solar e o surgimento do tumor.

Em resumo, o carcinoma tem um crescimento lento, geralmente é indolor e desponta em áreas frequentemente expostas ao sol, como a face, os braços, o colo e as mãos, através de nódulos e feridas que não cicatrizam. Já o melanoma, que é a transformação maligna dos melanócitos (células produtoras de pigmentos), é o cancro que mais cresce no mundo, tendo a sua incidência aumentado em 20% nos últimos dez anos (INCA, 2011).

A figura 6 representa a distribuição do cancro de pele na Europa para ambos os sexos, sendo possível verificar que o país com maior incidência da doença é a Moldavia com 18,8/100.000 habitantes. Este facto poderá estar associado ao seu clima continental moderado e ensolarado, com verões quentes e longos.

A segunda região com maior incidência é a Itália, com 17,8/100.000 habitantes, sendo o seu clima continental na região norte e mediterrânico na região sul. Na terceira posição vem a França com 12,7/100.000 habitantes, com um clima variável de região para região, tendo o norte um clima temperado mais fresco e húmido, tendo o oeste um clima oceânico com verões quentes e tendo, por fim, o sudeste um clima mais quente e seco nas cidades do Mediterrâneo onde prevalece o clima mediterrânico (Globocan 2010).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Nation	M	F
Albania	5.8	2.9
Austria	9.3	2.9
Belgium	3.3	1.5
Bosnia-Erzegovina	4.3	1.5
Bulgaria	5.6	2.2
Croatia	7.7	2.4
Czech Republic	5.9	2.4
Denmark	4.0	1.3
Estonia	3.5	1.5
Finland	5.8	2.4
France	10.5	2.2
Germany	6.2	2.2
Great Britain	3.8	1.7
Greece	5.2	2.0
Netherlands	2.0	0.8
Hungary	7.5	2.0
Ireland	3.4	1.5
Italy	13.4	4.4
Latvia	4.6	1.8
Lithuania	4.1	1.4
Luxembourg	9.8	3.8
Macedonia	5.3	2.3
Moldova	14.2	4.6
Montenegro	5.3	2.5
Norway	2.2	1.0
Poland	3.1	1.5
Portugal	3.5	1.2
Romania	8.1	3.0
Russia	4.4	1.9
Serbia	4.8	2.6
Slovenia	5.4	1.8
Spain	9.6	2.5
Sweden	3.2	1.4
Switzerland	7.8	2.3
Ukraine	3.2	1.6



Figura 6 A incidência do cancro de pele distribuída geograficamente na Europa em 2008, por cada 100.000 habitantes. Os tons de azul são avivados de acordo com a intensidade da doença. Legenda. **M** para o sexo masculino e **F** para o sexo feminino.

Fonte: International Agency for Research on Cancer (2010) <http://globocan.iarc.fr>

No mesmo âmbito, a tabela 1 descreve a incidência de casos de cancro de pele no Brasil relativamente a ambos os sexos, distribuídos por cinco regiões deste país.

Tabela 1. Incidência do cancro de pele por região e sexo - Brasil

Fonte: www.criasaude.com (2012)

Região do Brasil	Incidência a cada 100 mil homens	Incidência a cada 100 mil mulheres
Centro-Oeste	124	109
Sul	80	68
Sudeste	73	91
Nordeste	39	42
Norte	38	43

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

É perceptível na tabela 1 a distinção no número de casos de cancro de pele por sexo nas cinco regiões brasileiras, sendo visível que a incidência da doença é maior nos homens na região Centro – Oeste e Sul do país e é maior nas mulheres nas demais regiões. Os homens são afetados duas vezes mais que as mulheres (Criasaude, 2012), mas, porém, em 2014 houve um aumento da incidência da doença no sexo feminino, tendo-se registado 60,99% dos casos contra 39,01% de casos no sexo masculino. O incremento da incidência do cancro de pele, independentemente do sexo, ocorre devido ao aumento da exposição solar ocupacional e nas horas de lazer (Townsend *et al.*, 2005; SDB, 2014).

Em Portugal, a taxa de incidência do cancro de pele do tipo melanoma maligno em 2010 foi de 8,9 pessoas/100 000 habitantes na região Sul, 7,1/100 000 habitantes no Centro e 6,4/100 000 habitantes no Norte do país (Queiroz *et. al.* 2010). Comparando os dados da taxa de incidência do cancro de pele distribuída por sexo no Brasil (tabela 1) com os dados do EUROTRIALS (2010), verifica-se que a taxa de incidência do melanoma maligno foi menor em Portugal, ver tabela 2.

É visível na tabela 2 que a incidência do cancro de pele, na maioria dos casos do tipo melanoma maligno, foi superior no sexo feminino em todo o país, sendo a região sul a que apresenta a maior incidência no sexo feminino.

Tabela 2 Incidência do cancro de pele por região e sexo - Portugal

Fonte: Autora baseado nos dados do EUROTRIALS (2010)

Região de Portugal	Incidência a cada 100 mil homens	Incidência a cada 100 mil mulheres
Sul	3,9	5,0
Centro	2,2	4,9
Norte	2,6	3,8

Complementando os dados desta tabela com os estudos de Queiroz, verificou-se um aumento da taxa de incidência do melanoma em 21,5 casos/100 000 habitantes em indivíduos com 75 ou mais anos de idade. Por outro lado, no mesmo ano, outros tipos de cancro de pele não-melanoma mostraram uma menor incidência na população portuguesa, atingindo um valor máximo de 2,8 casos/100 000 habitantes nos indivíduos com 75 ou mais anos de idade (Queiroz *et. al.*, 2010).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

A Sociedade Portuguesa de Oncologia (SPO) ressalta que os países tropicais e com grande incidência de sol têm taxas maiores de cancro de pele, como é o caso da Austrália, que possui uma das maiores taxas da doença no mundo. Parte do problema deve-se também à localização geográfica do país, pois encontra-se numa zona do globo onde a camada de ozono se encontra mais ténue, estando assim o país mais exposto a raios solares lesivos (SPO, 2011).

Outro país de clima tropical é o Brasil, país que norteia este estudo e possui uma vasta extensão territorial que se divide por regiões, cada qual apresentando resultados diferentes em relação aos casos do cancro de pele, ver figura 7.



Figura 7 Mapa de números de casos de cancro de pele no Brasil (Band, 2013)

É possível observar na figura 7 a distribuição dos casos de cancro de pele pelas cinco regiões do Brasil no ano de 2013. A região com a maior incidência da doença é o Sudeste, com 71.530 casos, região que compreende os estados de, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, seguido do Nordeste e da região Sul do país. Em todas as regiões, com especial foco no Nordeste do Brasil, esta situação ocorre devido às altas temperaturas e ao sol forte que se fazem sentir praticamente durante todo o ano.

Para efeitos de pesquisa por parte do Instituto Brasileiro Geográfico de Estatísticas – IBGE, a população Brasileira é mapeada de acordo com a declaração da sua cor de pele e dividida por regiões, ver tabela 3. Deste modo, ao comparar os resultados da figura 7

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

com a tabela 3 procura-se identificar a população destas regiões do Brasil com o objetivo de poder correlacionar o índice da doença com a cor da pele.

Tabela 3 Distribuição da população por cor e raça

Fonte: IBGE (2006)

Regiões	Distribuição da população (% de cor ou raça)				
	Branca	Preta	Parda	Amarela	Indígena
Brasil	54,0	5,4	39,9	0,5	0,2
Norte	28,0	2,3	68,3	0,2	0,9
Nordeste	29,7	5,6	64,5	0,1	0,1
Sudeste	64,0	6,7	28,4	0,8	0,1
Sul	83,6	3,0	12,6	0,5	0,2
Centro-Oeste	46,2	3,5	49,4	0,4	0,5

Sabe-se que a maior incidência da doença manifesta-se nas pessoas com cor de pele branca. Na tabela 3 conclui-se que a maior percentagem de pessoas que se declaram de pele branca encontram-se no Sul e Sudeste do país. Tendo isso em consideração, seria expectável que essas fossem as duas regiões nas quais a população seria mais propensa a desenvolver o cancro de pele em concordância com a figura 7. Contudo, a região nordeste, que é a que apresenta o segundo maior número de casos na figura 7, apresenta-se na tabela 3 como uma região de população predominantemente de cor parda (mestiços), sendo a população de cor branca em número bastante baixo, o que não impede que esta região apresente uma taxa altíssima da doença. Este fenómeno pode ser explicado pelo fato de ser uma região com sol forte e temperatura elevada durante praticamente todo o ano.

Segundo dados da SBD (2014), a distribuição percentual do cancro cutâneo pelas diferentes cores de pele no território brasileiro é de 60,31% nas pessoas de pele branca; 1,32% na pele amarela; 32,07% na pele parda e 6,3% na pele preta. Nos países desenvolvidos, a taxa média de sobrevivência em cinco anos estimada para pacientes com melanoma é de 73%, ao passo que em países subdesenvolvidos, essa estimativa é de 56%. A média mundial estimada é de 69% de taxa média de sobrevivência (INCA, 2012).

2.2 MEIO AMBIENTE

Como já foi mencionado no tópico anterior, os estudos comprovam que a exposição prolongada ao sol, e, conseqüentemente, à RUV, está associada aos dois tipos de cancro de pele e às cataratas e outras doenças oculares. Acrescenta-se ainda o envelhecimento precoce da pele e a diminuição da imunidade do organismo, deixando-o menos resistente às infeções. Neste sentido será abordada a questão da RUV para uma melhor compreensão dos seus efeitos na pele humana.

2.2.1 RADIAÇÃO SOLAR

A radiação define-se como uma transferência de energia de um objeto para o outro, com diferentes formas de absorção desta energia, a depender do tipo de objeto que está a receber a energia. Na atmosfera, a fonte de calor é o sol e a energia radiante solar percorre o espaço sob a forma de ondas eletromagnéticas. Esta radiação solar tanto produz efeitos benéficos como efeitos danosos na pele. A sua ação está diretamente relacionada com a quantidade de radiação e, conseqüentemente, com o tempo de exposição (PROCLIRA, 2007).

O sol emite radiação que abrange todas as regiões do espectro eletromagnético, desde as ondas rádio até à radiação gama (Ziegelberger, 2007). A radiação solar que atinge a superfície da terra consiste em radiações visíveis e não visíveis para olho humano. Pode ser considerada como visível a radiação compreendida entre os comprimentos de onda (400nm - 700nm) e como não visíveis a radiação ultravioleta (300nm) e a radiação infravermelha (800nm). Estes intervalos de comprimento de onda resultantes da radiação solar que irradiam a superfície da terra estão distribuídos da seguinte forma: 56% de radiação infravermelha, 39% de luz visível e 5% de radiação ultravioleta (Diffey, 1982; Fernandes, 2003; Cristo, 2005; Adad, 2007; Balogh, 2011).

Ziegelberger (2007) ressalta que duas grandezas dosimétricas quantificam a exposição humana à radiação UV, sendo elas a Irradiação e a Exposição Radiante. A primeira seria a taxa de exposição de superfície em Watts por metro² (W/ m²) e a Exposição Radiante seria a energia radiante por unidade de área acumulada ao longo de um intervalo de tempo em Joules por metro² (J/ m²).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

A quantidade de irradiação (UV) terrestre varia de acordo com a elevação do ângulo do sol (altitude solar) que depende da hora do dia. Ao meio-dia solar, por exemplo, a intensidade de insolação atinge o auge, e o sol o seu maior ângulo, o que leva a que a energia dos raios solares se concentre numa área menor (Ziegelberger, 2007).

Nas horas da manhã antes das 10h ou da tarde depois das 16h, a intensidade de insolação diminui e o sol encontra-se num ângulo baixo, o que torna os raios solares oblíquos. Este fato leva a que as áreas atingidas estejam sujeitas a uma menor insolação visto que os raios oblíquos são forçados a atravessar uma camada mais espessa da atmosfera, a qual reflete e absorve energia, e também a energia dos raios oblíquos é dispersa por uma área muito maior do que a área concentrada ao meio dia (Ziegelberger, 2007; Proclira, 2007).

Para além do fato mencionado acima, e no âmbito das estações do ano, também o dia do ano interfere na intensidade de insolação. Devido à inclinação do eixo da terra, no verão os graus de intensidade de insolação e os ângulos do sol são maiores do que no inverno. Este fenómeno leva a que também a localização geográfica e o posicionamento do objeto em termos de latitude interfira nos ângulos do sol e na intensidade da insolação.

A radiação ultravioleta – RUV foi descoberta em 1801 pelo físico alemão Johann Wilhelm Ritter, e define-se como sendo uma pequena porção da radiação total recebida do sol. A componente ultravioleta atua em estruturas atômicas, dissociando moléculas (rompendo algumas cadeias de carbono), afetando os seres vivos e alguns materiais como plásticos e polímeros (Pozzebon & Rodrigues, 2009).

Ziegelberger (2007) ressalta que a componente ultravioleta do espectro eletromagnético compreende 5% da energia radiante, mas é responsável pelos efeitos nocivos da exposição à energia solar. Para Mattos (2010), estes efeitos danosos podem surgir na pele até vinte ou trinta anos após a exposição.

A radiação UV que atinge a terra divide-se em radiação UVA (320nm - 400nm) e UVB (290nm - 320nm), embora existam também os raios UVC (100nm - 290nm), os quais não chegam até o nosso planeta (Diffey, 1982).

A radiação UVA constitui a maior parte do espectro ultravioleta e possui uma intensidade constante durante todo o ano, atingindo a pele da mesma forma durante o inverno ou o

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

verão. Essa intensidade também não varia muito ao longo do dia, sendo um pouco maior entre as 10 e as 16 horas. Quanto à radiação UVB, esta ocorre mais durante o verão, penetra superficialmente na pele e é responsável pelas queimaduras na pele. Por fim, a radiação UVC é altamente penetrante e danosa para a saúde. Porém, esta é totalmente absorvida pelo oxigênio e o ozônio da atmosfera, não atingindo, assim, a superfície terrestre, tal como pode ser visto na figura 8 (Lima, 2008; Balogh, 2011).

Vale a pena ressaltar ainda que são sobretudo nos dois primeiros tipos de radiação ultravioleta que reside a maior preocupação relacionada com a saúde, uma vez que a radiação UVA está relacionada com a carcinogênese e a radiação UVB está associada ao desenvolvimento dos melanomas (Fernandes, 2003).

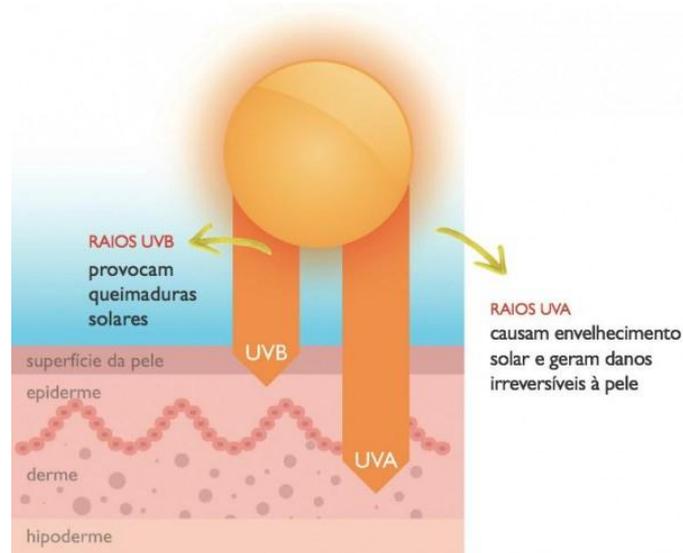


Figura 8 Ilustração da penetração da RUV na pele humana

Fonte: www.natura.com (2012)

2.2.2 A CAMADA DE OZONO

O ozônio é um gás existente na atmosfera constituído por três átomos de oxigênio (O_3) e acumula-se em 90% na estratosfera, formando uma camada de 15Km de espessura designada por “camada de ozono”. Esta desempenha o papel de escudo contra as radiações UV, absorvendo cerca de 95% das mesmas (Magalhães, 2007).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Desse modo, a maior parte da radiação é absorvida pela camada de ozono, mas, no entanto, a pequena fração de 5% que atinge a superfície terrestre é potencialmente perigosa nos casos de exposição por períodos prolongados. De acordo com a Associação Brasileira de Dermatologia - ABD, esta camada absorve, em termos percentuais, 100% da radiação UVC, 90% da radiação UVB e quase nada é absorvido da radiação UVA (Cristo, 2005; Magalhães, 2007).

A diminuição dos níveis da camada de ozono na estratosfera interfere no desempenho da sua função de escudo contra as radiações UV. Estima-se que a redução de apenas 1% na espessura da camada de ozono pode aumentar em 1 a 2% a quantidade de RUV na superfície da Terra. Isto pode desencadear um aumento na quantidade de radiação UVB na superfície terrestre o qual, por sua vez, pode provocar um aumento de 5% no número de casos de cancro de pele. Seria ainda o suficiente para cegar 100 mil pessoas devido às cataratas (Magalhães, 2007; Lima, 2008; Balogh, 2011).

A camada de ozono é afetada pela emissão de várias substâncias, tais como os óxidos nítricos e nitrosos e o gás carbónico. Entretanto, uma maior atenção deve ser dada aos clorofluorcarbonos, mais conhecidos como CFCs. Esses compostos, que são encontrados em aerossóis e em equipamentos de refrigeração, chegam até a estratosfera, sofrem a ação da radiação ultravioleta e desintegram-se, libertando cloro. O cloro reage com o ozono transformando-o numa molécula de monóxido de cloro e oxigénio. O oxigénio, diferentemente do ozono, não é capaz de proteger a Terra dos raios ultravioleta, deixando-a, assim, desprotegida (www.brasilecola.com, 2014).

Neste contexto, desde 1987 que são estabelecidos acordos entre vários países com o intuito de evitar tal degradação da camada do ozono, tendo ficado conhecido como Protocolo de Montreal e que visa impedir a utilização, por parte das indústrias, dos produtos químicos que destroem o ozono, principalmente os CFCs³, com o objetivo de prevenir dois milhões de casos de cancro de pele anualmente até 2030. Este acordo visa também evitar danos na vida selvagem, na agricultura e nos olhos e sistema imunitário

³ CFC – **clorofluorcarboneto (clorofluorcarboneto, clorofluorcarbono)** é um composto baseado em carbono que contém cloro e flúor e é responsável pela redução da camada de ozono. Este composto foi muito utilizado como aerossóis e gases para refrigeração, sendo atualmente proibido seu uso em vários países depois do Protocolo de Montreal (Norberg *et al.*, 2009)

humanos, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (Miles, 2014).

2.2.3 A EXPOSIÇÃO SOLAR

De acordo com Lima (2008), a pele é a barreira de proteção do corpo, apresentando no seu sistema de defesa uma proteína fibrosa chamada queratina, a qual absorve 60% dos raios UVB e 20% dos raios UVA. Segundo a Associação Brasileira dos Dermatologistas, o cancro de pele é o resultado direto de duas ações: por um lado, a ação da RUV e, por outro lado, a nossa concordância em ficarmos expostos a ela, como é demonstrado na figura 9.

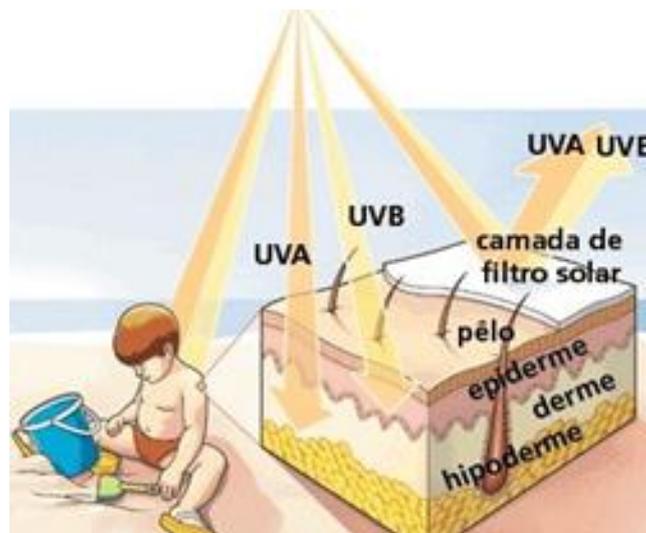


Figura 9 Intensidade dos Raios UVA e UVB

Fonte: www.not1.com.br (2014)

Pode ser observada na figura 9 uma criança na praia, exposta ao sol num momento de lazer. Esta ação pode ser considerada como um hábito saudável, sendo, neste caso, o problema o tempo de exposição do indivíduo aos RUV sem a devida proteção. Sabe-se que cada tipo de pele reage de forma diferente à exposição solar, e quanto mais tempo de exposição houver, mais efeitos serão sentidos na pele. A tabela 4 descreve os tipos de pele e os efeitos provocados pelo sol durante um período de tempo (Magalhães, 2007).

Tabela 4 Diferentes tipos de pele e seu respetivo tempo de exposição solar

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tipo	Descrição	Efeito do Sol	Tempo (min) de permanência
I	Pele Clara; olhos claros; cabelo ruivo	Queima sempre; não bronzeia	5 - 10
II	Pele Clara; olhos claros; cabelos loiros a castanho	Queima sempre; raramente bronzeia	10 - 20
III	Pele Castanho claro; olhos castanhos; cabelos loiros escuros a castanho;	Ocasionalmente queima; bronzeia bem	20 - 30
IV	Pele Castanha; olhos castanhos; cabelo castanho-escuro a pretos	Raramente queima; bronzeia rápido e profundamente	45
V	Pele castanha escura a preta; olhos escuros; cabelo preto	Raramente queima; bronzeia rápido e profundamente	60 - 90

A tabela 4 representa os diferentes efeitos provocados na pele quando esta entra em contato com a RUV. Cada tipo de pele reage em períodos de tempo distintos, a pele clara possui um curto período de reação à RUV em contraste com a pele escura, mas é válido ressaltar que, mesmo com um período de reação prolongado, as pessoas com pele tipo V também se devem preocupar com a RUV.

A exposição solar é, para muitos, um caráter de escolha. O indivíduo tem a opção de se expor ou não ao sol. Observe-se a figura 10 e reflita-se sobre a percepção que a imagem transmite quanto à exposição da mulher ao sol.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma



Figura 10 Percepção da exposição solar

Fonte: www.fashioniscool.wordpress.com (2014)

Ao visualizar a figura 10 pode-se observar um pleno estado de bem-estar, a imagem capta a ideia de satisfação e alegria de viver. A exposição solar nesta imagem é uma escolha agradável e prazerosa.

Uma grande parcela da população pode efetuar a sua exposição ao sol apenas em momentos temporários ou de lazer da sua vida. Geralmente nos períodos de maior intensidade de incidência de sol (11h-15h), as pessoas podem optar por permanecer em lugares fechados para se protegerem da exposição solar, como pode ser observado na figura 11 (Silva *et al.*, 2014).

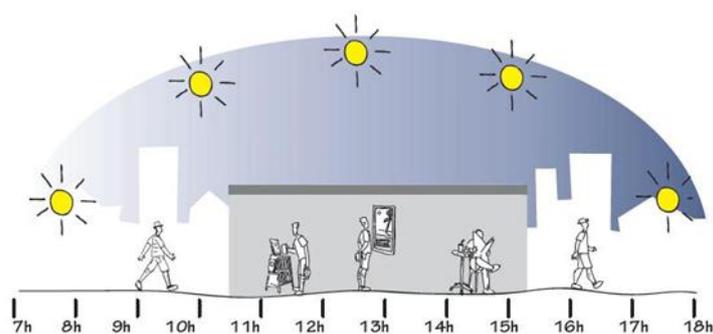


Figura 11 Esquema das horas em relação a posição do sol, desenho de António Carlos Montenegro

Fonte: www.recifepassoapasso.blogspot (2014)

Contudo, para Silva *et al* (2014) esta regra de escolha relativamente à exposição solar não se aplica a todos. Os trabalhadores externos, por exemplo, que exercem as suas atividades

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

laborais expostos ao ar livre, não têm essa possibilidade de fazer a opção de estar ou não expostos ao sol, eles têm obrigatoriamente de estar no exterior e, conseqüentemente, de estar expostos à RUV para desenvolver o seu trabalho, conforme figura 12.



Figura 12 Percepção da exposição solar na pele do trabalhador

Fonte: www.segurançadotrabalhomeioambiente.blogspot.com (2014)

Nesta imagem, percebe-se que o trabalhador está exausto. Aqui, a sua exposição ao sol não é agradável nem tão pouco prazerosa, ela é cansativa e entediante. O calor excessivo causa desmotivação no trabalhador e declínio na execução das suas atividades laborais, diminuindo o seu ritmo, a sua vontade e a capacidade de desempenho das tarefas.

É crucial destacar aqui a existência de um problema ainda maior que abrange grande parte destes trabalhadores externos: muitos dos uniformes fornecidos pelas empresas e utilizados pelos trabalhadores não são apropriados para os proteger dos raios ultravioleta.

2.2.4 BENEFÍCIOS DO SOL

Empiricamente, a generalidade da população reconhece a importância do sol nas suas vidas. O sol interfere direta e indiretamente na vida das pessoas, sendo estas interferências observadas em aspetos como alterações no humor e na personalidade. A falta de sol pode provocar, em algumas pessoas, um sentimento de angústia, de desmotivação para o trabalho e até casos frequentes de depressão.

Em contrapartida, a presença de sol pode motivar positivamente a vida das pessoas e os seus benefícios estendem-se também à área psíquica. Estudos comprovam que a sua presença estimula o bom humor das pessoas e evita estados de depressão e suicídios, frequentes em países de invernos rigorosos nos quais a presença de luz natural é restrita a poucas horas por dia (Alves, 2014).

Neste sentido, o sol desempenha uma função importante para o organismo humano. Além dos já mencionados, o benefício mais conhecido da luz solar é a capacidade de prover a vitamina D no organismo. Estima-se que 80 a 90% da vitamina D presente no corpo humano advém da síntese cutânea, sendo o restante adquirido pela ingestão de alimentos que contenham essa vitamina (Holick, 1999).

2.2.5 A VITAMINA D

Segundo Holick (1999), "A função fisiológica principal da vitamina D é manter níveis séricos de cálcio e níveis de fósforo dentro da faixa fisiológica normal para apoiar as funções metabólicas, a transmissão neuromuscular e a mineralização óssea". Sem uma quantidade suficiente de vitamina D, os ossos não se formarão corretamente. Nas crianças, a carência de vitamina D provoca o raquitismo, uma doença caracterizada pelo retardamento do crescimento e por várias deformidades esqueléticas como a formação de pernas arqueadas (Holick, 1999; Peters & Martini, 2008; Alves, 2014).

Além de uma boa alimentação, a melhor forma de sintetizar a vitamina D no organismo é através da exposição ao sol durante 15 a 20 minutos. É importante ressaltar que os indivíduos de pele mais clara necessitam de menos tempo, conforme a tabela 4 mencionada anteriormente, enquanto, inversamente, os de pele mais escura precisam de mais tempo de exposição ao sol para que ocorra a síntese da vitamina D.

Ambos os tipos de pele devem estar sem proteção de cremes solares e com roupas leves de estrutura mais aberta para que haja a penetração da radiação UV nos braços, pernas, abdômen e costas. Após este tempo diário de exposição, a vitamina D é metabolizada e passa a ser um elemento essencial na proteção contra a radiação UV (Holick, 1999).

Esta vitamina pode ser produzida pelo organismo por meio de uma reação fotossintética, aquando da exposição da pele à luz solar, desencadeada pela exposição à radiação UVB.

O grau de eficiência da produção desta vitamina no organismo depende dos raios UVB que penetra superficialmente na pele. Neste sentido, a grande maioria dos casos de deficiência de vitamina D ocorre devido à falta de exposição ao sol provocada por diversos motivos, tais como a utilização de roupas, o excesso de gordura corporal, utilização de filtro solar, e, inclusivamente, o pigmento melanina da pele, na medida em que peles mais escuras possuem uma certa dificuldade de absorção dos raios UVB (Peters & Martini, 2008; Alves, 2014).

Contudo, diante do exposto, percebe-se que há uma necessidade de estabelecer um ponto de equilíbrio entre expor-se ao sol e proteger-se do mesmo. Existe uma contradição entre a ação benéfica da radiação UVB, que sintetiza a Vitamina D no organismo, e a ação maléfica desta radiação, que produz o envelhecimento cutâneo e predis põe ao aparecimento do cancro de pele.

2.2.6 FONTES ARTIFICIAIS DE RADIAÇÃO UV

Fontes de radiação ótica, lâmpadas germicidas, arcos elétricos de soldagem fluorescentes, leds e lasers podem configurar-se como fontes de transmissão artificial da radiação UV, com um impacto menor na pele do que os raios UV solares. Porém, é sabido que toda a exposição prolongada à radiação UV, qualquer que seja a fonte de transmissão, pode vir a ser prejudicial para a saúde humana. São exemplificadas a seguir cada uma das fontes, de acordo com os estudos de Diffey (1999).

- Radiação ótica, caracterizada por uma descarga de arco (lâmpada de vapor), ex: lâmpadas incandescentes e lasers.
- Lâmpadas germicidas, utilizadas com o propósito de desinfecção de um ambiente, emitem pequenas quantidades de luz visível e radiação infravermelha. Podem ser lâmpadas de mercúrio de baixa pressão com descarga de 254nm de emissão dos RUV. Algumas destas lâmpadas contêm envelopes de quartzo e estes podem transmitir 185nm da radiação UV.
- Lâmpadas fluorescentes, sendo esta a aplicação mais comum da descarga de baixa pressão. A luz é produzida através da conversão da emissão de mercúrio de 254nm para um comprimento de onda de radiação através de um revestimento de fósforo.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

- Arcos elétricos de soldagem, dependendo da corrente do arco, estes produzem níveis perigosos de radiação UV.
- Lasers ultravioletas e os díodos emissores de luz (Leds) são utilizados em ambientes médicos, sendo fontes de 193nm de emissão dos RUV. Os lasers geralmente são empregues nos procedimentos de cirurgia refrativa da córnea e os Leds com RUV são usados na indústria e pesquisa fotobiológica, detecção de fluorescência e pesquisa de materiais.

2.3 O PRODUTO

2.3.1 PROTEÇÃO DA PELE PELO VESTUÁRIO

É um dado adquirido que a diminuição da camada de ozono propícia o aumento da incidência dos raios solares na superfície da terra. Como consequência, a proteção contra os raios solares vem sendo um dos principais focos de investigação nos laboratórios da Engenharia Têxtil, com o objetivo de que estas pesquisas possibilitem a produção de novos produtos na área do vestuário para a proteção da pele.

A barreira de proteção contra os raios solares no campo dos produtos têxteis foi já objeto de análise por parte de diversos autores, tendo estes concluído que a referida proteção deve ser pensada levando em consideração algumas variáveis, de forma a conseguir a proteção UV nos substratos têxteis. O grau de proteção do tecido é influenciado pelo tipo de fibra, composição, estrutura, densidade, intensidade da cor e humidade. É importante ressaltar que cada uma destas variáveis interfere diretamente na proteção da pele. (Fernandes, 2003; Cristo, 2005; Wilson & Parisi, 2006, Magalhães, 2007; Pezzolo, 2007, entre outros).

Balogh (2011) acrescenta ainda que outros fatores além dos citados anteriormente podem influenciar a capacidade fotoprotetora⁴ dos tecidos. O autor ressalta que a rigidez, a espessura, textura, humidade e o peso que os tecidos possuem podem influenciar a sua

⁴ Fotoproteção é um elemento profilático e terapêutico contra os efeitos danosos da radiação UV. A abordagem é realizada por meio do uso de protetores solares, vestuário protetor e exposição restrita à luz solar (Balogh, 2011).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

capacidade de fotoproteção. Em geral, os tecidos fabricados com fibras com uma estrutura mais fechada, mais rígidos, espessos e de cor mais escura, protegem melhor o corpo humano.

Outros estudos concluíram que as estruturas mais adequadas para conferir aos tecidos a proteção UV seriam a sarja e o cetim, com uma maior tendência para a estrutura de sarja por possuir boas propriedades mecânicas (Fernandes, 2003).

No entanto, os estudos de Cristo (2005) analisaram a proteção UV em malhas, tendo verificado que as fibras sintéticas possuem uma boa absorção da RUV, verificando também que esta proteção varia de acordo com certas variáveis como, por exemplo, a cor - o preto, o azul e o vermelho possuem excelente grau de proteção UV contrapondo-se ao amarelo e ao branco, que apresentam baixos índices de proteção.

Em concordância com o exposto, os estudos de Riva (2001) discriminam as cores que mais absorvem a radiação UV, nomeadamente as cores mais escuras como o azul e o preto, acrescentando o autor ainda o violeta, realçando, contudo, que a proteção vai depender da intensidade do corante.

A quantidade de corante também foi verificada nos estudos de Cristo (2005) nos quais se constatou que uma concentração de 2% do corante aumenta significativamente o grau de proteção UV. Estes dados foram analisados nos estudos de Teixeira (2014) que constatou que a concentração de 1% de corante já permite a proteção UV nos produtos têxteis.

O tópico 2.3.2 aborda a importância do índice de UPF nos tecidos ao conceituar e classificar a proteção UV.

2.3.2 O FATOR UPF

A capacidade fotoprotetora dos tecidos e/ou do vestuário de uso pessoal é avaliada pelo UPF, que define o grau de proteção do substrato têxtil, assim como o fator de tempo em que se pode estar exposto ao sol sem perigo para a saúde. Representa a proteção que o vestuário detém contra a radiação UV durante um determinado período de tempo (Balogh, 2011).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

O UPF é semelhante ao Fator de Proteção dos Cremes Solares (FPS), mas não há uma relação direta entre eles. Estes índices são determinados por métodos de ensaios diferentes, isto é, enquanto o UPF é determinado *in vitro*, o FPS é determinado *in vivo*. Segundo o Comité Europeu de Padronização, o valor de UPF deve ser maior do que 40 e a taxa de transmissão de UVA deve ser inferior a 5% para que o tecido apresente uma ação fotoprotetora adequada (Cristo, 2005; Magalhães, 2007; Balogh, 2011). Uma vez registado o valor de transmissão espectral, o UPF é calculado de acordo com a equação 1 (Ferdani, 2002):

Equação 1 UPF

$$UPF = \frac{\sum_{290}^{400} E_{\lambda} S_{\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{290}^{400} E_{\lambda} S_{\lambda} T_{\lambda} \Delta\lambda}$$

E_{λ} = Espectro eritemal segundo CIE J.6:17-22, 1987

S_{λ} = Distribuição espectral da radiação

T_{λ} = Transmissão espectral do tecido

$\Delta\lambda$ = Amplitude da faixa em nm

Λ = Comprimento de onda em nm

O UPF é influenciado pela composição do tecido pois, tal como já foi mencionado, nem todas as fibras conferem a mesma absorção da radiação UV. As fibras sintéticas apresentam os melhores índices de proteção, devido à sua composição química que consegue absorver a RUV. As fibras naturais precisam de tratamentos por forma a aumentar a sua proteção contra a radiação UV (Day, 2001).

Os índices de classificação do UPF variam num intervalo entre 15 – 50+, enquanto o fator de proteção da radiação UV do produto têxtil pode variar entre “boa proteção” e “excelente proteção”, conforme se pode observar na tabela 5.

Tabela 5 Classificação do UPF. Fonte: Balogh 2011.

Classificação UPF	Proteção da radiação UV	Bloqueio da radiação UV
15 – 20	Boa proteção	93,3% a 95,8%
25 – 30 – 35	Muito boa proteção	95,9% a 97,4%
40 – 45 – 50 – 50+	Excelente proteção	>97,5%

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Quando a radiação ultravioleta atinge o substrato têxtil, uma parte desta radiação é refletida, outra é absorvida e uma outra penetra no tecido e é transmitida de forma difusa para a pele, conforme pode ser observado na Figura 13.

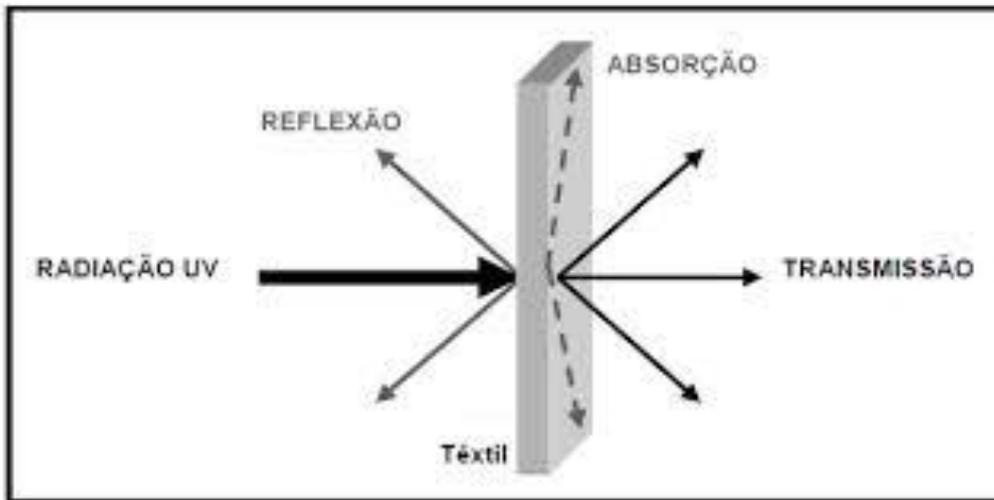


Figura 13 Representação da RUV em contato com o tecido.

Fonte: Juan (2011)

A figura 13 mostra que uma parte da radiação é refletida nos limites da superfície têxtil. Outra parte é absorvida quando penetra na amostra, e é convertida numa forma diferente de energia. A radiação UV que é transmitida através dos tecidos têxteis consiste em ondas que passam inalteradas através dos interstícios dos tecidos, bem como ondas dispersas que interagem com os tecidos. A porção de radiação que atravessa o tecido e atinge a pele é apropriadamente referida como o "componente de transmissão", segundo os estudos de Saravan (2007).

Holme (2003) salienta que para a obtenção de uma proteção adequada por parte dos substratos têxteis quando uma porção de radiação atravessa o tecido, esta radiação tem de corresponder a uma percentagem inferior a 6% de UVA e 2,5% de UVB.

Diante do exposto é seguro acrescentar que, dependendo das propriedades do tecido, a radiação UV pode ser absorvida pelo mesmo sem haver uma grande percentagem de transmissão dos raios UVA e UVB para a pele, e isto pode ser possibilitado,

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

nomeadamente pelo desenvolvimento e aplicação de acabamentos funcionais na superfície do produto têxtil.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO III

3. ACABAMENTOS FUNCIONAIS

Neste capítulo serão abordadas duas formas de acabamentos funcionais que foram utilizados neste estudo para a promoção da proteção UV.

3.1 PRODUTOS TÊXTEIS COM ACABAMENTOS FUNCIONAIS

Nos últimos vinte anos, os avanços tecnológicos levaram ao desenvolvimento e profusão de novos materiais denominados de acabamentos funcionais, que permitem conferir funcionalidades aos artigos têxteis.

Neste sentido, observa-se que o mercado atual conta com vários tratamentos que agregam funções ao vestuário. Pode-se mencionar, por exemplo, a adição de partículas ou microcápsulas de hidratantes, cosméticos, medicamentos, aromáticas; inibidores de crescimento de bactérias, ação anti-mofo, anti-odor, anti-manchas; anti-UV, ignífugos, entre outros (Kathirvelu et. al., 2008; Gleiche, 2006; Quian, 2004).

Diante das diversas possibilidades que permitem a criação de um novo produto, Marques (2004) ressalta que não se pode investir mais numa maior produção quando o mercado atual exige inovações. É neste contexto que os materiais funcionais têm sido alvo de um desenvolvimento notável, na medida em que são capazes de promover acabamentos de elevado valor agregado, apropriados para atender à procura e satisfazer as necessidades da população.

Assim, o desenvolvimento dos novos tecidos advém da necessidade de suprir o mercado com produtos que satisfaçam as exigências do consumidor para além das necessidades convencionais. Este desenvolvimento ocorre a partir da articulação multi-industrial, através da participação da indústria têxtil e a respetiva associação com empresas ligadas a outros setores e segmentos. Consequentemente, novos produtos estão a ser desenvolvidos, sendo, inclusivamente, muitas vezes considerados como tecidos do futuro, possuidores de um excelente *design*, ecologicamente sustentáveis e inovadores (Pezzolo, 2007).

No entanto, não obstante a existência de várias denominações para estes tecidos inovadores, nesta pesquisa todas serão remetidas para o termo - tecidos com acabamentos

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

funcionais. Soutinho (2005) ressalta que a funcionalidade têxtil pode ser aplicada ao produto em três momentos:

- Na fibra - através de novas técnicas de produção, como biocomponente, gel e nanofibras;
- No fio - através das novas estruturas como, por exemplo, os fios combinados, revestidos ou heterofílicos;
- Na estrutura/tecido - aplicação de tecnologia de enxerto (grafting), utilização de SMM (shape memory material), microcápsulas de PCM (phase change material), nano revestimentos e as membranas inteligentes. Estas funcionalidades podem ser melhoradas a partir de modificações superficiais possibilitadas pela tecnologia de plasma.

Entre as várias aplicações orientadas para conferir uma funcionalidade têxtil ao produto, esta pesquisa deter-se-á na aplicação dos acabamentos funcionais na estrutura/tecido, a partir da utilização de microcápsulas e do nano revestimentos.

No processo de acabamento funcional, será abordada a temática das microcápsulas e da nanotecnologia, por se considerar que essas inovações oferecem funcionalidades aos produtos têxteis, através da agregação de valores e funções antes não planeadas, que atualmente atendem cada vez mais às exigências dos consumidores.

3.2 MICROCÁPSULAS

O desejo de uma vida mais saudável, prazerosa e produtiva continuará a motivar o mercado de consumo a seguir em direção à produção de produtos que promovam o bem-estar do ser humano. Consequentemente, as indústrias de produção têxtil devem acompanhar as exigências dos consumidores contemporâneos no que respeita ao desenvolvimento de produtos têxteis inovadores.

A inovação é concebida nestes produtos através dos acabamentos funcionais, os quais fornecem funções específicas que melhoram o produto sem afetar a durabilidade e o conforto do mesmo. Sánchez (2006) ressalta no seu estudo que estas funcionalizações, quando aplicadas aos tecidos, tornam os tecidos inteligentes. Os procedimentos para a

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

obtenção dos mesmos podem ser classificados em três classes: microencapsulados, eletrônicos e nanotecnológicos.

Hwang, et. al. (2006), definem que as microcápsulas são utilizadas para encapsular um material funcional, selecionado num invólucro de polímero variando em tamanho entre nanômetros e micrómetros. Estas cápsulas, por serem desenvolvidas por matrizes de polímeros, libertam as substâncias funcionais para o exterior da microcápsula, exercendo assim a sua funcionalidade nas fibras, fios ou tecidos.

Desta forma, percebe-se que durante o uso do produto funcional as microcápsulas são rompidas pelas ações de atrito e pelas pressões exercidas pelo tecido contra o corpo. Assim, com a rutura da membrana que envolve a cápsula, a substância ativa que se encontra no seu interior é expelida e começa a desempenhar a função para a qual foi planeada, ver figura 14. A substância libertada pode entrar em contato com a pele, pelo que, se o produto encapsulado for uma vitamina ou um hidratante, vai poder penetrar na pele para produzir o efeito desejado. O material pode consistir simplesmente num aromatizante que liberta no ar um perfume ou até mesmo consistir numa substância protetora, como um bacteriostático (Sánchez, 2006).

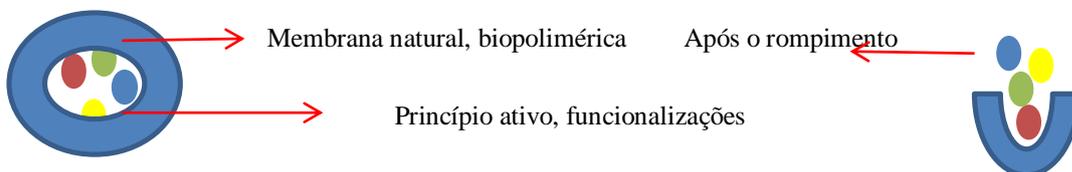


Figura 14 Demonstração da microcápsula e sua rutura,

Fonte: Sánchez (2006), imagem adaptada pela autora

Sabe-se que a técnica de microencapsulação é muito questionada no que concerne à sua durabilidade. Observa-se que muitos produtos têxteis desenvolvidos com esta técnica possuem pouca durabilidade porque as microcápsulas são facilmente removidas nas lavagens, além de perderem o princípio ativo com a rutura de suas membranas.

Se o acabamento de microencapsulação for desenvolvido diretamente no tecido sem qualquer tipo de tratamento prévio da Descarga por Barreira Dielétrica - DBD plasma ou mesmo sem a adição de um ligante no processo de acabamento, o produto pode não obter

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

a durabilidade desejada, visto que as microcápsulas não conseguem aderir ao tecido e, conseqüentemente, não sobrevivem a mais de um ciclo de lavagem.

Os estudos de Hong & Park (1999) indicaram, por meio dos testes realizados na microscopia eletrônica de varrimento (SEM), que se houver um tratamento prévio no processo de acabamento e se a microcápsula tiver pequenas dimensões o resultado da funcionalização será melhor, pois quanto menor for o tamanho da microcápsula maior será a eficácia de permanência pós-lavagem.

As microcápsulas, quando aplicadas aos produtos têxteis não convencionais, obtiveram uma maior adesão ao substrato quando o substrato foi previamente ativado com DBD plasma, conforme foi constatado nos estudos de Carmo *et. al.* (2013) e Silva *et. al.* (2013) e tal como mostra a figura 15. A imagem retrata a aplicação de microcápsulas de Materiais de Mudança de Fase - PCM nos aglomerados de cortiça. O estudo teve como objetivo identificar outras possíveis funcionalidades dos aglomerados da cortiça, uma vez que o mercado da cortiça tem um grande número de desperdícios na fabricação das rolhas.

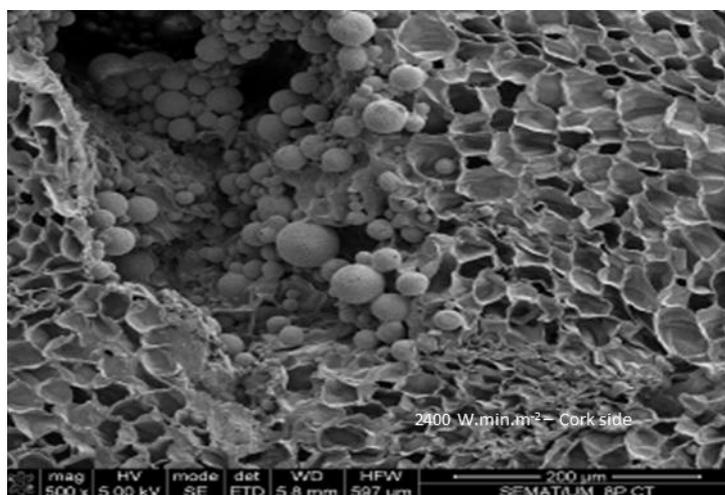


Figura 15 Microcápsulas de PCM na superfície do aglomerado de cortiça

Fonte: Silva *et. al.* (2013)

Nos estudos de Carmo *et. al.* (2003) foi analisada a durabilidade das microcápsulas, como acabamento, em substratos de cortiça, com as lavagens. Confirmou-se que, de fato, houve uma diminuição da quantidade de microcápsulas no aglomerado de cortiça após o ciclo de 5 lavagens, como pode ser visto na figura 16. Mas também se confirmou que houve

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

um aumento na durabilidade do acabamento em materiais que tinham sido ativados com DBD –plasma.

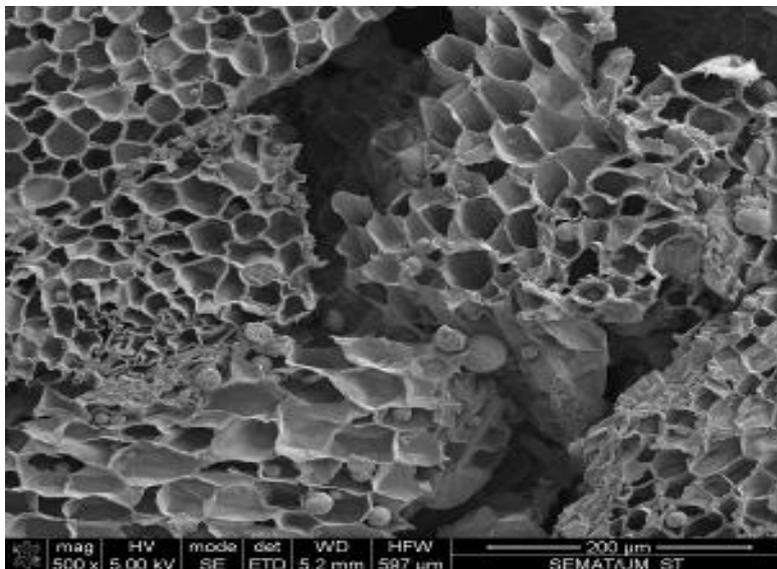


Figura 16 Aglomerado de cortiça após 5 lavagens, foto retirada através da análise por microscopia eletrônica de varredura (SEM)

Fonte: Carmo *et. al.* (2013)

É perceptível que o aglomerado de cortiça não possui as mesmas características de adesão de um tecido, mas serviu de base para novas experiências em relação ao seu uso.

3.3 NANOTECNOLOGIA

A Nanotecnologia é um termo genérico que abrange uma ampla gama de tecnologias que se interessam pelas estruturas e processos na escala do nanômetro, trazendo novas funções e propriedades para desenvolver novos produtos e aplicações nos campos industriais da química, tecnologia médica, alimentar, farmacêutica, indústria automóvel têxtil e de cosméticos, ambiental e biotecnologia, entre outros (Kathirvelu *et. al.*, 2008).

Esta ciência pode ser considerada como a 'chave' tecnológica pelo fato de ter revitalizado a ciência dos materiais, levando ao desenvolvimento e à evolução de uma gama de novos e melhorados materiais através da nanoestruturação, trabalhando com um centésimo do diâmetro de um fio de cabelo (Pezzolo, 2007; Kathirvelu *et. al.*, 2008).

Estudos desenvolvidos pelo Action Group on Erosion Technology and Concentration ressaltam que um exemplo simples da mudança na propriedade ou característica de um

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

material pode ser observado ao analisar o carbono em forma de grafite: este é macio e maleável, contudo, em escala nanométrica, o mesmo material pode ser mais resistente do que o aço (ETC Group, 2005).

Neste contexto, popularizado pelo físico K. Eric Drexler, segundo a IEEE Foundation, sabe-se que a nanotecnologia foi vaticinada há já algum tempo, concretamente em 1959, pelo premiado Nobel Richard Feynman, que propôs a ideia de construir máquinas e dispositivos mecânicos fora dos átomos individuais. Isto equivale a dizer que é a construção e/ou manipulação de moléculas artificialmente, átomo por átomo (Régis, 1997).

3.3.1 OS RISCOS DA NANO MANIPULAÇÃO

Muitos pesquisadores e analistas da indústria apresentados pelo ETC Group, como por exemplo a indústria Lux Research, ressaltam que “o potencial da nanotecnologia vai chegar a deslocar fatias de mercado, cadeias de suprimentos e postos de trabalho em praticamente todas as indústrias”.

Se este novo material nanotecnológico obtiver um desempenho melhor do que o convencional e ainda puder ser produzido a um custo reduzido, pode desencadear uma mudança na estrutura económica e cultural (ETC Group, 2005).

Será ainda visível neste estudo que as pesquisas desenvolvidas com recurso à utilização da nanotecnologia constataam, de fato, uma melhoria do produto. Porém, a sua utilização ainda levanta algumas preocupações no que concerne à sua manipulação, especialmente quando são associadas à saúde humana e aos riscos que possam vir a ocasionar no meio ambiente.

As nanopartículas podem afetar o sistema imunológico do corpo humano, penetrando-o e atravessando-o através da pele, barreira do sangue, do cérebro e talvez até da placenta. Além de aparentarem ter um certo nível de toxicidade, podem movimentar-se de maneiras inesperadas através dos solos e, potencialmente, carregar outras substâncias com elas (ETC Group, 2005).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Neste sentido, e visto que a nanotecnologia é ainda uma ciência emergente, deve ser trabalhada com muita atenção para não desencadear abusos ambientais nem propiciar problemas de saúde.

Martinez *et. al.* (2012), identifica e discrimina uma série de nanomateriais relacionando-os com as propriedades que são conferidas aos substratos após os procedimentos de acabamento funcional, ver tabela 6. Dois nanomateriais descritos na tabela, nomeadamente o óxido de titânio e de zinco, proporcionam a função de proteção UV nos substratos têxteis.

Tabela 6 Propriedades conferidas aos nano materiais

Nano materiais	Propriedades nos nano-têxteis
Boroxosiloxano	Retardador de chama
Carbono (negro de fumo)	Condutividade elétrica e anti-estática; melhoria na coloração/desbotamento reduzido
Cobre	Condutividade elétrica e anti-estática
Fluoroacrilato	Auto-limpante/ repelente de água e sujidade
Montmorilonita (argila nano)	À prova de fogo; libertação controlada de ingredientes ativos, produtos medicinais ou fragrâncias
Nanotubos de carbono (CNT)	Condutividade elétrica e anti-estática; aumento da durabilidade; auto-limpante/repelente de água e sujidade; à prova de fogo; condutividade/isolamento de calor
Óxido de alumínio	Aumento da durabilidade
Óxido de silício	Aumento da durabilidade
Óxido de silício (como matrix)	Anti-bacteriana; auto-limpante/repelente de água e sujidade; aumento de solidez na cor
Óxido de titânio	Anti-bacteriana; auto-limpante/repelente de água e sujidade; absorção de humidade; proteção UV
Óxido de zinco	Aumento da durabilidade; anti-bacteriana; proteção UV
Polianilina	Condutividade elétrica e anti-estática
Polibutilacrilato	Aumento da durabilidade
Polipirrol	Condutividade elétrica e anti-estática
Prata	Anti-bacteriana
Quitosana	Anti-bacteriana
Revestimento hidrocarboneto-nitrogênio nanoporoso	Aumento de solidez na cor
Trióxido de antimônio	Retardador de chama, libertação controlada de ingredientes ativos, produtos medicinais ou fragrâncias

Diante do exposto, percebe-se que são vários os materiais que podem funcionalizar os substratos têxteis para além das simples e tradicionais funções do vestir. Assim sendo, e no intuito de desenvolver a pesquisa e analisar a construção de novos produtos têxteis com barreira de proteção UV, será dada continuidade a esta temática no próximo tópico dos acabamentos funcionais.

3.3.2 NANO REVESTIMENTOS A PARTIR DOS ACABAMENTOS FUNCIONAIS

Com o advento da nanociência e a evolução da tecnologia, uma área emergente tem sido alvo de desenvolvimento no âmbito de acabamentos funcionais, o nano revestimento. Este define-se como sendo um tipo de acabamento aplicado na superfície do produto têxtil e/ou vestuário, como uma espécie de revestimento. Estes revestimentos podem ser aplicados aos tecidos, fios e fibras por impregnação destes em uma solução química com o material de nano revestimento.

Esta prática pode ser considerada uma tecnologia adequada para a produção de superfícies altamente ativas visando por exemplo, a obtenção da barreira UV, a obtenção de propriedades antimicrobianas e de auto-limpeza, entre outras (Vigneshwaran et. al. 2006).

Vários estudos indicam que os acabamentos funcionais podem apresentar diversas funcionalidades, sendo que, entre elas, podem ser destacadas as funções de ser (Kathirvelu et al, 2008; Gleiche, 2006; ETC Group, 2005; Quian, 2004):

- Hidrófilo, conferindo à malha ou ao tecido a capacidade de extrair a humidade do corpo e transportá-la para o exterior, mantendo o seu utilizador seco;
- Anti-estático, removendo os efeitos indesejáveis da carga eletrostática;
- Anti-feltragem, permitindo a lavagem à máquina de artigos de lã, limitando a feltragem e o encolhimento;
- Retardador de chama, dificultando a propagação de chamas;
- Hidratante, proporcionando efeitos hidratante, cicatrizante e regenerador da pele;
- Anti-insectos, responsável pela ação de repelência contra mosquitos e outros insetos;
- Anti UV, filtrantes das radiações UVA e UVB;

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

- Anti-transpirante,
- Repelência à água ou óleo;
- Regulador térmico;
- Anti-odor;
- Fragrâncias, sensação de frescura; entre outros.

Diante do exposto acomete-se destacar uma certa redundância em relação a algumas funções, pois foi já observado anteriormente que a microencapsulação também pode aderir aos substratos têxteis as mesmas funções citadas, sendo que, porém, foi também demonstrado que a durabilidade das microcápsulas é diminuída com as lavagens. Desta forma muitas dessas funções podem ser melhoradas no que respeita à sua qualidade e durabilidade quando desenvolvidas a partir dos nano revestimentos.

3.3.3 NANO REVESTIMENTOS DE ÓXIDOS METÁLICOS

As nanopartículas não são detetáveis a olho nu, podem ser incorporadas com grandes vantagens em sólidos e líquidos sem comprometer sua transparência, embora modifiquem significativamente as características físicas dos materiais (Gleiche, 2006; Quian, 2004).

Por esta razão, têm sido utilizados uma grande variedade de métodos na impregnação de nanopartículas nos processos de nano revestimentos, como, por exemplo, as técnicas sol-gel, métodos que utilizam amónia líquida como solvente, técnicas baseadas em descargas elétricas, e fotoquímicas. Há também um aumento na atenção às propriedades óticas e eletrónicas dos materiais semicondutores (Oliveira, 2009).

De acordo com Oliveira (2009), existe atualmente um grande interesse por parte dos pesquisadores pelos fenómenos físicos provenientes das propriedades fotocromicas e magnéticas que foram observadas em materiais à base de óxido de zinco - ZnO, trióxido de alumínio - Al₂O₃, dióxido de titânio - TiO₂, óxido de magnésio – MgO, óxido de ferro - FeO e óxido de silício - SiO₂ usados como matriz na preparação de nanocompósitos de óxidos metálicos.

Segundo Quian (2004), as nanopartículas oriundas dos óxidos metálicos e materiais cerâmicos são utilizadas no acabamento funcional para alterar as propriedades superficiais, conferindo funcionalidades aos produtos têxteis. Além disso, as partículas

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

de tamanho nanométrico são transparentes e não alteram a cor e o brilho dos substratos têxteis.

As mudanças nas propriedades quânticas que ocorrem a partir da redução das partículas podem provocar um aumento da reatividade química em alguns óxidos metálicos, como é o caso do TiO_2 . As nanopartículas de TiO_2 transparentes e contudo mantêm a propriedade de bloquear a luz ultravioleta UV. Desta forma, as nanopartículas de óxidos metálicos como TiO_2 , Al_2O_3 , ZnO e MgO , possuem características de foto catálise, condutividade elétrica, absorção de UV e capacidade de foto oxidação de espécies químicas e biológicas (ETC Group, 2005; Quian, 2004).

Pesquisas envolvendo acabamentos funcionais em tecidos, através da aplicação de nano revestimentos de óxidos metálicos no seu processo, têm aumentado em grande número nos últimos anos. São vários os focos de pesquisa e uma enorme diversidade de produtos que têm vindo a ser desenvolvidos nas mais diversas áreas do conhecimento. Nesta pesquisa, serão abordados com mais precisão os acabamentos funcionais que recorrem à utilização dos nano revestimentos de óxidos metálicos e que permitam a proteção UV nos produtos têxteis.

Existe uma quantidade razoável de materiais químicos de formato nanométrico inorgânico que podem ser utilizados como absorventes da RUV, como por exemplo: nano- TiO_2 , nano- ZnO , nano- SiO_2 , nano- Al_2O_3 , nano- FeO . Contudo, de toda esta variedade, os mais utilizados com o propósito de agirem na área da absorção da RUV são o nano- ZnO e o nano- TiO_2 por apresentarem os melhores resultados de absorção UV, os melhores resultados nos índices de UPF nos tecidos, por serem quimicamente estáveis quando sob exposição a elevadas temperaturas e por serem não tóxicos. (Li, 2009; Kathirvelu, 2009).

As amostras cristalinas do óxido de zinco são obtidas quando o zinco metálico é submetido a elevadas temperaturas em atmosfera oxidante. Oliveira (2009) ressalta que o óxido de zinco (ZnO) é um material importante por ser semicondutor, além de ser

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

fotocondutor e piezoelétrico⁵, sendo por isso muito utilizado como elétrodo transparente em células solares.

Alguns estudos (Quian, 2004; Kathirvelu, 2009) mostraram que a adição das nanopartículas de ZnO nos processos de acabamento em tecidos de poliéster acrescentou ao produto uma proteção contra a radiação UV. Neste sentido, as nanopartículas de zinco além de conferirem ao produto uma melhor proteção UV também proporcionam propriedades antimicrobianas em tecidos de poliéster e tecidos de algodão (ETC Group, 2005).

Uma outra pesquisa (Vigneshwaran et al. 2006) envolvendo tecidos de algodão tratados com a impregnação das nano-ZnO também revelou que estes apresentaram proteção contra a radiação UV quando comparados com os tecidos de algodão não tratados. A excelente atividade antimicrobiana adquirida com o acabamento incidiu especificamente contra duas bactérias representativas, os *Staphylococcus aureus* (Grampositivo) e a *Klebsiella pneumoniae* (Gramnegativo).

Os estudos de Quian (2004) e Kathirvelu (2009) também demonstraram que uma fibra composta por nanopartículas de TiO₂ é utilizada como tendo propriedades anti-UV, dispondo ainda uma função auto esterilizante, conferindo ao produto, desse modo, a ação *selfcleaning*.

Quian (2009) ressalta ainda que tecidos tratados com nanopartículas de TiO₂ fornecem proteção efetiva contra bactérias além da capacidade de autolimpeza da sua superfície, devido ao efeito foto catalítico capaz de desintegrar matéria orgânica.

Nos estudos de Li (2009) verificou-se que os tecidos de poliéster tratados com nanopartículas de TiO₂, através do método sol-gel e distribuídas de forma equilibrada por dispersão fina, demonstraram uma estabilidade e um desempenho notável no que concerne à barreira de proteção contra a radiação UVA e UVB, com valor máximo do fator de UPF - 50⁺.

⁵ Os materiais piezoelétricos são capazes de gerar tensão elétrica por resposta a uma pressão mecânica. O termo piezoelectricidade provém do grego (piezein), que significa, apertar/pressionar.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Como mencionado anteriormente, as fibras têxteis sintéticas conferem uma excelente absorção da RUV devido a sua estrutura química. Não é, assim, de estranhar que os produtos comerciais existentes no mercado possuidores de barreira de proteção UV com base nos acabamentos funcionais tenham uma maior incidência no segmento desportivo⁶, na medida em que estes produtos estão concentrados essencialmente nos tecidos de malha, na malha de poliéster – PES e malhas de poliamida – PA.

Em conformidade, vale a pena salientar que este estudo se diferencia das outras pesquisas desenvolvidas até ao momento especialmente por orientar o produto desenvolvido para um público-alvo diferente do segmento desportivo. Procura-se levar esta tecnologia ao segmento dos uniformes profissionais, incorporando nestes produtos a proteção UV. Trata-se de um segmento em relação ao qual não se encontram muitas referências científicas no que concerne à aplicação dos acabamentos funcionais direcionados para os trabalhadores de ambientes externos, o que, de certa forma, motivou ainda mais o desenvolvimento desta pesquisa.

3.4 A TECNOLOGIA DE PLASMA

A utilização de certas tecnologias aplicadas aos acabamentos funcionais tem sido alvo de muitos debates e discussões devido a alguns danos provocados no meio ambiente.

Atualmente, é sabido que uma grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos são resultantes dos processos industriais, nomeadamente oriundos dos acabamentos químicos, da nanotecnologia e dos tingimentos, entre outros, acabam depositados no meio ambiente, causando grandes transtornos aos reinos animal, vegetal e mineral.

Diante do exposto, um tratamento seco, limpo, ecológico e amigo do meio ambiente tem vindo a ser levado em consideração na elaboração de alguns processos de acabamentos funcionais, como por exemplo a utilização da tecnologia de plasma (Morent et. al., 2008; Oliveira, 2009; Zille et. al., 2014).

⁶ Como exemplo existe o caso da empresa Rhodia Poliamida que, em parceria com a marca Track & Field, desenvolveu um tecido com tecnologia capaz de bloquear raios UVA e UVB, sendo o tecido denominado de Anti UV para a linha destinada aos desportos (ETC Group, 2005).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Segundo Morent et al. (2008), a tecnologia de plasma é um processo limpo e seco que oferece inúmeras vantagens em relação ao processo convencional químico. Quando a tecnologia de plasma é aplicada a um substrato têxtil, esta modifica a estrutura superficial do material incorporando algumas características como:

- Aumento da capacidade de absorção, hidrofiliidade, adesão;
- Aumento da afinidade dos corantes, solidez, brilho e toque;
- Diminuição de encolhimento e efeito anti-feltrante da lã, e;
- Melhorias no tratamento repelente de sujidade.

O tratamento de plasma pode ser considerado como um processo económico e ecológico por ser um pré-tratamento que prepara os substratos têxteis para a receção dos acabamentos, mantendo-os por muito mais tempo inseridos nas fibras, evitando assim os riscos para o meio ambiente através dos efluentes. Este aspeto está em concordância com os estudos de Oliveira (2009), os quais ressaltaram esta importância do tratamento plasmático no sentido de preparar o substrato para receber o produto do acabamento, que pode vir a ser um produto funcional, um corante ou uma microcápsula, entre outros. Esta tecnologia pode representar uma ferramenta utilizada para modificar a composição da superfície de um material sem alterar as suas propriedades.

O plasma pode ser definido como o "quarto estado da matéria", sendo um gás ionizado, eletricamente neutro e que contém um significativo número de partículas eletricamente carregadas não ligadas a um átomo ou molécula. Embora não seja perceptível para o ser humano, estima-se que mais de 99% da matéria do universo encontra-se sob a forma de plasma (Zille *et. al.*, 2014).

Para a indústria têxtil, é adequada a utilização dos plasmas não térmicos de pressão atmosférica, também conhecidos como plasmas frio de pressão atmosférica, visto serem muito apropriados para modificar a superfície do material e demonstrarem excelentes resultados de estabilidade, uniformidade e modificação da superfície de têxteis e muitos outros tipos de material (Zille *et. al.*, 2014).

Esta tecnologia submete o artigo têxtil a um gás parcialmente ionizado. As superfícies do material são expostas ao plasma e interagem com as espécies reativas geradas na fase gasosa (átomos, iões, radicais). Este tratamento pode ser desenvolvido de forma diferente

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

nos substratos têxteis, podendo variar a potência do gás, a velocidade do equipamento e o número de passagens do substrato no equipamento a uma determinada pressão (Oliveira, 2009).

A dosagem de plasma pode ser definida de acordo com a equação (2) (Carneiro, 2004):

Equação 2 Dosagem do plasma

$$Dosagem = \frac{N \times P}{V \times I} \text{ W.min/m}^2$$

Onde: N = Número de passagens

P = Potência

V = Velocidade

I = Largura com 0,5 m.

Assim, o tratamento de plasma faz com que ocorra uma maior adesão dos produtos químicos utilizados no acabamento ao substrato proporcionando um aumento da durabilidade do acabamento desenvolvido, em comparação com os produtos acabados sem recurso à utilização do plasma.

Neste âmbito, existem muitos exemplos de produção industrial de tecidos de fibras naturais tratados com plasma com o intuito de conferir aos tecidos níveis superiores de resistência ao pilling, ao desgaste, à abrasão, conferindo também a capacidade de dispersar rapidamente os líquidos (o tecido torna-se capaz de transportar o vapor corporal e de dispersá-lo imediatamente, evitando assim que fique em contato com a pele) com performances altíssimas, muito superiores às performances de tecidos sintéticos (Maciel, 2007).

Neste caso, Souto ressalta que o tratamento de plasma na cutícula do algodão demonstra que física e quimicamente coexistem mudanças, sendo responsável pela hidrofilação da fibra e aumento do potencial reativo da superfície (Souto *et al.*, 1996).

Reforçando a asserção de que os tratamentos por plasma são geralmente utilizados para atribuir novas propriedades de superfície estáveis aos polímeros, ao papel, aos têxteis e outros materiais, Carneiro (2004) ressalta que é possível obter superfícies hidrófobas a

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

partir das superfícies hidrófilas e vice-versa; tornando possível melhorar a capacidade de impressão, tingimento, metalização, molhabilidade, entre outras.

Kale & Desai (2011) demonstram que os processos industriais com recurso à tecnologia de plasma estão já a ser bastante difundidos em vários setores, como os dos semicondutores, da microeletrónica, das embalagens alimentícias e farmacêuticas, dos biomateriais, da proteção contra a corrosão e nas áreas têxtil e automobilística.

Por fim, o tratamento plasmático pode também ser utilizado para a remoção de impurezas em fibras têxteis. Os estudos de Machado (2008) verificaram que, tanto em fibras de lã como de algodão, o tratamento remove a sujidade formada por gorduras e outras impurezas. Além disso, o estudo indicou que há suavização das escamas no caso da lã e que há remoção das pectinas e/ou ceras da superfície do algodão com o consequente aumento da sua funcionalização.

Em suma, sabe-se que com a utilização da tecnologia de plasma é possível proporcionar novas propriedades superficiais sobre materiais convencionais, sem causar qualquer degradação do material e obtendo propriedades mais interessantes economicamente, respeitando ao mesmo tempo o meio ambiente, uma vez que há uma diminuição na quantidade de produtos utilizados no processo.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO IV

4. PÚBLICO-ALVO

Existem milhares de trabalhadores externos expostos à RUV em todo o mundo, sendo os mais padecedores sobretudo aqueles que desenvolvem as suas atividades laborais em zonas rurais e na construção civil. Este capítulo remete-se ao público-alvo desta pesquisa, identificando-os e caracterizando-os para uma melhor compreensão do estudo.

4.1 OS TRABALHADORES DE AMBIENTES EXTERNOS, EXPOSTOS A RADIAÇÃO UV

Contemporaneamente, os trabalhadores rurais e da construção civil, entre outros trabalhadores externos, têm sido prejudicados ao desenvolverem as suas atividades sem uma proteção minimamente capaz de inibir os efeitos das radiações solares, prejudicando, assim, a sua vida e integridade física (Filho & Vasconcelos, 2010).

Estatisticamente, Teixeira (2009) ressalta que 80% das ocorrências de cancro de pele têm origem ocupacional devido ao grande número de trabalhadores que se expõem em demasia aos RUV na execução das suas atividades laborais.

Estudos realizados pelo *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* – INCIRP, a respeito da proteção dos trabalhadores relativamente às radiações ultravioleta, ressaltam que os trabalhadores expostos à RUV podem ser classificados em dois grandes grupos: os altamente expostos e os de baixa exposição (Ziegelberger, 2007).

Seguindo em concordância com a classificação do autor optou-se por ampliá-la, definindo-a e caracterizando-a dando, assim, um contributo para a delimitação dos trabalhadores externos, o público-alvo deste estudo, segundo pesquisas desenvolvidas por Silva *et al* (2014):

Os trabalhadores de ambientes externos altamente expostos a RUV: são os trabalhadores que excedem a exposição solar saudável de 15 a 20 minutos passando para uma média de 4 a 6 horas de exposição diária. A sua jornada de trabalho possui uma exposição intermitente e prolongada e este grupo deve preocupar-se com os altos níveis da RUV, que podem predispor a pele ao desenvolvimento do cancro de pele (ver figura 17).

Para este grupo de trabalhadores, devem ser fornecidos materiais específicos de proteção para que possam exercer o seu trabalho em segurança. Dos materiais de proteção devem

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

constar: proteção da cabeça (chapéus, bonés), proteção dos olhos (óculos de sol) e proteção da pele (roupas protetoras, protetores solares).

Os trabalhadores que podem ser considerados como altamente expostos aos RUV são: operários da construção civil, trabalhadores rurais, nadadores-salvadores, marinheiros, agentes de trânsito, polícias, pescadores, feirantes, carteiros, vendedores ambulantes, varredores de ruas, militares, entre outros.



Figura 17 A exposição dos trabalhadores de ambientes exteriores

Fonte: Globociencia, 2013

Os trabalhadores de baixa exposição a RUV: são os trabalhadores que não possuem uma exposição intermitente e prolongada a RUV, mas que se expõem em períodos curtos, mas, porém com muitas repetições.

Podem ser inseridos neste grupo trabalhadores como: soldadores, funcionários de estúdio de televisão, os funcionários de palcos de teatro, professores, médicos, trabalhadores da indústria gráfica e de papel e os que trabalham com equipamentos de fotopolimerização.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma



Figura 18 exposição a RUV num estúdio de televisão

Fonte: Osram (2014)

É importante ressaltar que os trabalhadores de ambientes exteriores excedem em demasia o tempo de exposição saudável recomendado pelos dermatologistas, passando em média 6 a 8 horas por dia expostos a RUV, dependendo de sua função. Desta forma, e tomando como exemplo um trabalhador da construção civil que inicia as suas atividades laborais às 7h da manhã, com intervalo de duas horas de almoço (12 – 14h) e finaliza suas atividades às 17h, verifica-se que esse trabalhador exerce 8 horas diárias de trabalho e, conseqüentemente, executa 40 horas semanais de atividades laborais, sendo que grande partes dessas horas semanais são passadas exposto à RUV. Levando este total de horas em conta, ao fim de um mês o trabalhador terá ficado exposto à RUV durante cerca de 160 horas e, ao fim de um ano, 1902 horas, dependendo do país onde exerce a sua profissão.

Perante estes fatos é visível que os trabalhadores de ambientes exteriores, durante a sua jornada de trabalho, excedem o tempo saudável de exposição ao sol, sendo crucial ressaltar que esta exposição intermitente e prolongada pode provocar o cancro de pele caso estes trabalhadores não estejam equipados com uniformes adequados, nomeadamente uniformes que obtenham o Fator de Proteção Ultravioleta - UPF mínimo necessário para garantir a proteção da saúde do trabalhador contra a RUV.

4.2 O SEGMENTO DOS UNIFORMES E OU FARDAMENTOS

Com o advento do industrialismo surge um novo estilo de vida que torna possível a participação de todas as classes sociais nos mesmos processos e atividades da sociedade. As profissões liberais, a emancipação das mulheres e a difusão dos desportos complementam ainda mais as metamorfoses sociais do século XIX, que fizeram surgir e levaram ao desenvolvimento daquilo que hoje designamos de uniformes (Souza, 1987).

Neste mesmo século, a classe trabalhadora entendia a indumentária num sentido mais amplo, que ia para além da simples imitação da classe dominante, o que ela procurava de fato era a funcionalidade da indumentária. Para Svendsen (2010) a funcionalidade era mais importante para a classe trabalhadora do que a moda era para a classe alta. Em geral, a classe trabalhadora tinha aquilo a que o sociólogo Pierre Bourdieu chamou de “o gosto da necessidade” que foi caracterizado pela funcionalidade que eles esperavam das roupas.

Adicionalmente, há a afirmação de Lipovetsky (1995) de que a pouca atenção despendida por parte dos estudiosos e pesquisadores relativamente às roupas profissionais, eclesiásticas e uniformes militares vem provocando uma lacuna séria que, por sua vez, prejudica uma compreensão mais abrangente e aprofundada das funções do vestuário.

Em 2015, os avanços na temática são morosos e pontuais apesar de ser classificado como um assunto técnico de extrema importância dentro das empresas, que passam a analisar não apenas o preço mas também o seu custo-benefício (Cida, 2015).

É sabido que as indústrias têxteis, em parceria com as instituições de pesquisa e instituições de Ensino Superior, estão a desenvolver uma série de pesquisas de novos produtos, fibras, tecidos e acabamentos para atender um mercado emergente, o qual, contudo, atende uma minoria de pessoas.

Não obstante este fato, relativamente a estes novos produtos o intuito prioritário desta tese é de aprofundar os conhecimentos científicos e tecnológicos, de forma a levá-los a uma parcela maioritária que é a do segmento dos uniformes profissionais. Procura-se, de certa forma, contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e, conseqüentemente, para a melhoria da eficiência das atividades laborais, na medida em

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

que, como já afirmava Lipovetsky (1995), um uniforme seguro e confortável é um item importante para melhorar a produtividade.

O segmento dos uniformes profissionais divide-se em: uniformes militares, escolares, desportivos, eclesiásticos e de serviços. Este estudo será limitado apenas aos uniformes de serviço, ou seja, ao segmento de roupas que está designado para o trabalho desenvolvido em ambientes externos, a céu aberto.

Para iniciar a abordagem teórica a respeito dos uniformes, nota-se que as pesquisas desenvolvidas são mais orientadas para o grupo dos uniformes militares, seguindo-se as áreas médicas e alimentícias, com o segmento de roupas técnicas. Logo em seguida é visível um forte crescimento de estudos na área dos uniformes desportivos. Encontram-se também alguns estudos sociológicos que tratam da questão da representatividade do uniforme como uma forma de distinção simbólica do poder.

Poucos foram os estudos encontrados relativos aos uniformes para os trabalhadores de ambientes externos e, muito menos, ao uso de acabamentos de proteção UV para este tipo de segmento.

Os estudos de Almeida (2009) a respeito dos Uniformes da Guarda Nacional: 1831-1852, retratam a história dos uniformes, especificamente aqueles do segmento militar, mas aborda, embora ligeiramente, outros segmentos nos quais o uniforme é dividido.

Foucault (1988) ressalta que na história das sociedades modernas ocidentais os uniformes estão ligados ao surgimento do poder, principalmente o poder disciplinar que advém da hierarquia militar.

Os uniformes militares existem desde a antiguidade, porém, é no período de formação das sociedades modernas, por volta do século XVI, que o termo uniforme começa a ser utilizado para designar indumentárias e equipamentos com características homogêneas direcionadas para determinados grupos. No século XVI os uniformes foram regulamentados e, no século XIX, estes passam a ser utilizados em escolas, prisões e instituições médicas (Almeida, 2009).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Segundo Farias (2010), o emprego dos primeiros uniformes no Brasil foi produzido aquando da instituição dos serviços públicos, após a vinda da corte portuguesa para o país em 1808, sendo, portanto, originado numa tendência europeia. Os primeiros uniformes desenvolvidos para os funcionários públicos brasileiros foram atribuídos aos polícias, funcionários dos Correios e aos funcionários dos serviços de transportes (autocarros e elétricos).

O uniforme era visto como uma peça de roupa que simplesmente padronizava os/as funcionários/as de determinadas empresas. Entretanto, com o desenvolvimento do *design*, o fardamento tornou-se parte da imagem das empresas, imagens essas que as empresas pretendiam transmitir para o público. Segundo Ragus (2009), os uniformes são sinónimo de confiança, boa comunicação e higiene. Ainda de acordo com o autor, os uniformes devem priorizar o conforto, a praticidade e a segurança.

Os estudos de Pedrosa *et. al.* (2004) a respeito dos uniformes e da modernização tecnológica têxtil, tiveram como objetivo a pesquisa de um uniforme que fosse adequado para os manipuladores de alimentos. As autoras destacam que a utilização das tecnologias nesta área está a dar prioridade aos acabamentos funcionais a seguir discriminados:

- Anti-pilling⁷: evitar a formação de pilling no tecido;
- Anti-bacteriano: combater o acumular de bactérias e vírus nos tecidos;
- Anti repelente: repelir as sujidades mais intensas e respingos de produtos químicos;
- Anti agentes químicos: repelir os produtos ácidos e alcalinos da pele do trabalhador;
- Aplicações teflon⁸: repelir água e óleos dos tecidos;
- Retardador de chamas.

Tendo em consideração que o uniforme pode ser visto como uma forma de distinção simbólica de poder, Joseph (1986) realça que os uniformes são roupas controláveis, no

⁷ Pilling é a formação de um emaranhamento de fibras curtas no tecido. Glossário <http://www.troficolor.pt/>

⁸ Teflon é o nome comercial do polímero Politetrafluoretileno (PTFE). Este material é registado pela empresa Dupont.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

sentido em que definem o nível de poder do trabalhador dentro de uma organização. Para o autor, as funções do vestuário são variáveis quando inseridas em contextos sociais, isto é, impõem normas, mantêm o poder institucional, identificam membros dentro de um grupo e expressam ou suprimem a individualidade (Joseph, 1986).

Baseado nos estudos de Simmel, o autor afirma que à medida que os anos passavam tornava-se cada vez mais comum que os uniformes profissionais representassem o *status* social de uma pessoa, e isso poderia ser visto como uma estratégia utilizada pela classe dominante para tornar visível a “posição” do indivíduo (Svendsen, 2010).

Para Maciel (2007), o uniforme de trabalho desempenha funções distintas, desde proteção contra possíveis exposições a riscos físicos, químicos e/ou biológicos, até ao contributo para a imagem corporativa das empresas, identificando funcionários e formando grupos sociais.

Os uniformes de trabalho devem ser pensados para além do aspeto sociológico de representações de poder e de identificações de grupos. Devem ser desenvolvidos com rigor tanto na produção e confeção das peças, como na aquisição destes por parte das empresas e/ou indústrias. As empresas que necessitam adquirir uniformes para os funcionários, devem pensar não apenas na estética empresarial mas também nos aspetos importantes e inerentes a um bom desempenho das atividades laborais.

O conforto, durabilidade, proteção e a segurança de vida dos trabalhadores/as, são, cada vez mais, aspetos relevantes que devem ser levados em consideração na produção e na aquisição dos uniformes por parte das empresas, pois os riscos laborais aos quais alguns grupos de trabalhadores estão submetidos, podem comprometer a sua vida, onerar a empresa contratante além de comprometer o desempenho das atividades laborais, reduzindo o grau de competência das empresas (Shinjung *et al*, 2005).

Desta forma, os uniformes devem também ser acompanhados pela facilidade na manutenção, pela correta combinação das cores, e, preferencialmente, modelos modernos e práticos para o uso em cada atividade específica (Ragus, 2009).

O uniforme deve ser produzido a partir de uma pesquisa de campo, de forma a definir quais as funcionalidades necessárias de acordo com as tarefas a ser desempenhadas e que

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

permitam obter uma total liberdade de movimentos, uma boa respirabilidade, conforto e a proteção necessária contra os riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente existentes no meio do trabalho.

Algumas pesquisas encontradas relativas à temática dos uniformes de trabalhadores de ambientes externos baseiam-se em observações do cotidiano dos trabalhadores enquanto utilizam os uniformes.

Nunes (2010), afirma que a sua motivação em estudar os uniformes partiu de uma reportagem publicada no G1, *site* de notícias da Globo, no dia 11 de Dezembro de 2009. A reportagem abordava a reivindicação, por parte dos varredores de rua, de uniformes mais leves, de forma a enfrentar o calor na cidade de São Paulo. Muitos deles afirmavam que, com o sol intenso e temperaturas acima dos 33°C, não conseguiam suportar o peso do uniforme, visto que, depois de começarem a transpirar, os uniformes chegavam a pesar cerca de três quilos. Este relato expressa o quanto as atividades laborais exercidas depois de um certo período de tempo se tornam fatigantes, desmotivantes e desconfortáveis.

Um outro estudo, desenvolvido por Oliveira *et. al.* (2004), descreveu a opinião dos utilizadores dos uniformes de trabalho nos canteiros de obras de 14 empresas construtoras de edificações verticais, todas sediadas na cidade de João Pessoa – PB, tendo sido entrevistados 297 operários de diversas funções e 14 engenheiros. Além disso, também pesquisou alguns tipos de tecidos existentes no mercado, procurando analisar qual seria o mais adequado para a confecção das vestimentas a serem utilizadas na construção civil.

As análises preliminares dos estudos de Oliveira *et. al.* (2004), revelaram uma diversidade de modelos no que concerne aos uniformes adotados em empresas distintas, porém, obtém uma uniformidade quanto ao tipo de tecido e modelo utilizado. Foi observado que o tipo de tecido adotado foi o principal item de desconforto na medida em que o mesmo é demasiado quente para as condições climáticas existentes na cidade de João Pessoa - PB.

Neste contexto, verificou-se que 57,65% dos operários afirmaram ser a estrutura em sarja o melhor tecido para confeccionar o fardamento, ao levar em consideração que este tecido é mais resistente e durável. (Oliveira *et. al.*, 2004).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Nos estudos de Adissi *et. al.* (2006), nota-se uma continuidade dos estudos de Oliveira (2004), as autoras propõem modelos de uniformes para os operários da construção civil levando em consideração as condições climáticas da região. Porém, reafirmam a necessidade de encontrar um tipo de tecido que seja leve, que ofereça proteção contra RUV e que seja de baixo custo. Concluem que o tecido mais adequado para os uniformes também seria a sarja leve (composição 67% de algodão e 33% de poliéster), por ser um tecido confortável, durável, de baixo amarrotamento e de secagem rápida, possuindo ainda características protetoras contra a radiação, atendendo, deste modo, às exigências dos operários. Em relação à cor, os operários ressaltam que as empresas poderiam evitar utilizar cores muito escuras, por absorverem mais intensamente os RUV, e evitar as cores muito claras, para evitar os reflexos dos raios nos rostos dos utilizadores (Adissi *et. al.*, 2006).

Os estudos de Pozzebon & Rodrigues (2009) realçam os principais problemas decorrentes da exposição à radiação ultravioleta por parte dos operários da construção civil, como por exemplo, problemas nos olhos e na pele. Para os autores, as roupas são a proteção mais eficaz que os trabalhadores da construção civil podem ter contra a RUV. Sugere-se que a melhor forma de proteção é usar calças compridas e camisas de mangas longas, juntamente com o uso de protetores solares. Salientam ainda que a RUV atravessa o tecido conforme a espessura, ou seja, tecidos mais apertados protegem mais contra a RUV. Quanto à composição do tecido sugerem que o mais adequado para a absorção da radiação ultravioleta é o nylon (poliamida), seguido do poliéster e do algodão.

Tanto os estudos de Oliveira *et al.*, Adissi *et. al.* quanto os de Pozzebon & Rodrigues, são uma contribuição para o universo acadêmico, as suas conclusões são muito pertinentes no que respeita à temática dos uniformes profissionais de trabalhadores a céu aberto, deixando, porém, algumas lacunas a serem preenchidas pela área da engenharia têxtil. Percebe-se que há uma preocupação por parte dos operários da construção civil no que respeita à obtenção de um tecido mais leve na construção do uniforme, mas não há um aprofundamento teórico-científico com experimentação laboratorial a respeito deste tecido, da sua estrutura, composição e massa por unidade de superfície.

O instituto alemão HOHENSTEIN INSTITUTE desenvolveu um projeto de pesquisa para a melhoria das roupas de trabalho partindo da premissa de que *os cremes de proteção*

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

solar foram a solução de ontem, hoje a solução são as roupas de proteção UV. Ressaltam ainda que a roupa certa proporciona uma melhor proteção contra os perigos do sol, muito além daquela proporcionada pelos cremes (Bauer, 2011).

O HOHENSTEIN INSTITUTE está a desenvolver roupas de trabalho que assegurem uma proteção UV adequada para um dia de trabalho e que, ao mesmo tempo, devam ser respiráveis e leves. As suas primeiras amostras funcionais foram as camisas de mangas compridas em tecidos de malha com UPF de 50+, nas áreas particularmente expostas, como os ombros. As camisas não só oferecem alta proteção UV, como também são extremamente resistentes. Por causa do seu corte e escolha dos tecidos, estas amostras são também funcionais e muito confortáveis de usar (ver protótipo na figura 19).



Figura 19 Protótipo de camisas profissionais desenvolvidas pelo HOHENSTEIN INSTITUTE

Fonte: Bauer (2011).

A figura 19 mostra que as camisas desenvolvidas pelo instituto combinam diferentes materiais para atingir uma boa funcionalidade: tecido resistente nos ombros, tecido elástico em volta das costas e mangas e tecido respirável na zona das axilas e área do estômago. A camisa profissional foi confeccionada e pode ser visualizada na figura 20.



Figura 20 Camisa confeccionada pelo HOHENSTEIN INSTITUTE

Fonte: Bauer (2011).

Bauer (2011) ressalta que as camisas foram desenvolvidas com tecidos de malhas diferentes, uma vez que a malha proporciona mais conforto e agilidade nos movimentos dos trabalhadores e uma maior proteção UV, devido ao fato de a fibra sintética absorver melhor a radiação.

4.3 NORMAS REGULAMENTADORAS - NRS E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL –EPI

A Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, no seu art. 155, dispõe que incumbe ao órgão competente do Brasil - Ministério do Trabalho e Emprego - estabelecer normas sobre a Segurança e a Medicina do Trabalho, que são as chamadas Normas Regulamentadoras - NRs. Conforme o previsto logo no início da NR 01, estas aplicam-se a todas as empresas privadas e públicas, aos órgãos da administração direta e indireta e aos órgãos dos poderes legislativo e judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (www.stj.jus.br).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

A NR 01 dispõe que são obrigações do empregador, entre outras, adotar as medidas necessárias para eliminar ou neutralizar a insalubridade e as condições inseguras do trabalho. Neste sentido, a CLT e a NR 06 (anexo 02) estipulam que a empresa deverá fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, os EPIs adequados aos riscos a que eles estão submetidos, exigindo e fiscalizando o seu uso (www.portal.mte.gov.br).

A NR 06 define o EPI como sendo:

“ (...) todo o dispositivo ou produto, de uso individual, utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.”

No que concerne à Legislação sobre Higiene e Segurança no Trabalho em Portugal, os EPIs podem ser definidos com base no Decreto-Lei nº 128/93, de 22 de abril, que afirma que os EPIs são dispositivos ou meios destinados a ser envergados ou manejados com vista a proteger o utilizador contra riscos suscetíveis de constituir uma ameaça à sua saúde ou à sua segurança.

As ameaças ou os riscos existentes no ambiente de trabalho são itens de extrema importância para a escolha dos EPIs. A Portaria da República Portuguesa n.º 988/93, de 6 de Outubro, permite estabelecer uma correlação entre o risco (quer seja físico, químico ou biológico) e a parte do corpo potencialmente afetada.

No Brasil também é estabelecido um mapa de riscos inserido na NR-6, como pode ser verificado na tabela 7. Contudo, dissemelhantemente do que acontece em Portugal, estes riscos não são avaliados perante a parte do corpo que pode ser afetada. Desta forma, o mapa de riscos apresenta os principais riscos que acometem os trabalhadores que precisam utilizar os EPIs. As cores referenciadas na tabela abaixo correspondem apenas a uma estratégia para chamar atenção dos trabalhadores dentro da empresa quanto aos riscos laborais.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 7 Mapa de Risco

Fonte: NR 06 (2013) BR

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos de Acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostas ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalhos prolongadas	Armazenamento Inadequado
Humidade			Monotonia	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico ou químico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Diante do exposto, os fatores de Riscos Físicos inseridos no grupo 1 da tabela e que são pertinentes ao estudo em questão, incluem no seu âmbito as radiações e o calor. Assim, é válido realçar que está previsto no artigo 7 da NR 15 (anexo 03) que os agentes insalubres podem ser identificados como as radiações não ionizantes, entre elas a ultravioleta, oriundas do sol.

Perante estes fatos, justifica-se a importância do desenvolvimento de uniformes funcionais que sejam capazes de prevenir tais riscos para os trabalhadores, na medida em que os danos na saúde do trabalhador não prejudicam apenas a sua vida social mas também, o aspeto económico visto que reduz a capacidade de produção da entidade empregadora (Filho & Vasconcelos, 2010).

4.4 O TRABALHO A CÉU ABERTO OU TRABALHO EM AMBIENTE EXTERNO

A necessidade de prevenção de acidentes nas atividades ao ar livre é estabelecida na NR 21, que dispõe sobre o trabalho a céu aberto, possuindo a seguinte regra:

“21.2. Serão exigidas medidas especiais que protejam os trabalhadores contra a insolação excessiva, o calor, o frio, a humidade e os ventos inconvenientes.”

Estudos comprovam que a excessiva exposição ao sol e à radiação ultravioleta está associada a vários tipos de cancro de pele, envelhecimento precoce, cataratas e outras doenças oculares, contribuindo também para que o organismo fique menos resistente a infeções.

Uma das formas de prevenção dos riscos previstos na tabela de mapa de riscos estabelecidos na NR 06 seria a utilização dos EPIs. Desta forma, os uniformes são considerados nesta NR como equipamentos de proteção individual- EPIs, pois protegem os trabalhadores externos dos riscos laborais.

Porém, sabe-se que o uniforme só poderá vir a proteger a vida do trabalhador se o mesmo for adequado aos riscos inerentes a cada atividade profissional. No intuito de desenvolver EPIs adequados, deve haver uma estreita relação entre as atividades operacionais, as condições de higiene, saúde e segurança dos ambientes de operação (Maciel, 2007). Assim, os uniformes recebem, cada vez mais, tratamentos específicos através de acabamentos especiais para promover tal proteção (Cida 2003).

Neste sentido, em Portugal cabe à entidade empregadora adquirir EPIs de acordo com o perfil da sua empresa e exigir no ato da compra o certificado de aprovação – CA emitido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho. No Brasil o empregador deve seguir a NR 06, parágrafo 6.6.1 na aquisição dos EPI e deve:

- a) Adquirir o uniforme adequado ao risco de cada atividade;
- b) Exigir seu uso;
- c) Fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

- d) Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, resguardo e conservação;
- e) Substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- g) Comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada;
- h) Registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.

Muitas vezes, algumas instituições, tanto públicas como privadas, ignoram a necessidade de os uniformes dos trabalhadores externos serem considerados Equipamentos de Proteção Individual – EPI, mesmo estando enumerado na lista de EPIs da NR 06. A lista a seguir foi retirada da Norma Regulamentadora, especificamente os itens relacionados com o público-alvo deste estudo.

EPI PARA PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE

B.1 - Óculos

- c) Óculos para proteção dos olhos contra radiação ultravioleta;

B.2 - Protetor facial

- c) Protetor facial para proteção dos olhos contra luminosidade intensa;
- d) Protetor facial para proteção da face contra riscos de origem térmica;
- e) Protetor facial para proteção da face contra radiação ultravioleta.

B.3 - Máscara de Solda

- a) Máscara de solda para proteção dos olhos e face contra impactos de partículas volantes, radiação ultravioleta, radiação infravermelha e luminosidade intensa.

EPI PARA PROTEÇÃO DO TRONCO

E.1 – Vestimentas

- a) Vestimentas para proteção do tronco contra riscos de origem térmica;
- d) Vestimentas para proteção do tronco contra riscos de origem de radiação UV.

Os EPIs para a proteção da cabeça contra a RUV não foram levados em consideração nesta NR. É importante salientar que mesmo não constando da NR, a proteção da cabeça (chapéus e bonés) é um fator imprescindível para a segurança e a saúde no trabalho e deve ser levado em conta na compra dos uniformes de trabalho para a proteção da RUV.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Em relação à referida compra, os estudos de Oliveira (2004) verificaram que, na compra da indumentária para os operários da construção civil, o item prioritário dos empregadores é o valor de custo⁹. Assim, em termos de prioridades para as empresas, surge em primeiro lugar o custo no ato da compra - 54%, em segundo lugar a durabilidade do material - 45% e em terceiro lugar o conforto que o material irá proporcionar ao trabalhador - 36%.

4.5 A SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO; O USO DE PROTECTORES SOLARES

A doença do trabalho é adquirida ou desencadeada em função de condições especiais nas quais o trabalho é realizado e a forma como ele se relaciona diretamente com os agentes químicos, físicos, biológicos, ergonómicos ou de acidentes que estejam presentes no ambiente (Pozzebon & Rodrigues, 2009).

O número de casos de doenças profissionais confirmadas em Portugal Continental entre 2005 e 2008 é demonstrado na tabela 8.

⁹ O custo financeiro de um uniforme para cada empresa, é, em média, de R\$ 23,00. Baseado neste valor, em euros ficaria em torno de 7,64 euros (OLIVEIRA, 2004).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 8 Casos de doenças profissionais em Portugal.

Fonte: Instituto de Informática e Estatística da Solidariedade (Portugal, 2008)

Tipos de doenças	Número de casos por doença profissional			
	2005	2006	2007	2008
Total	3624	3577	3609	3173
Doenças provocadas por agentes químicos	12	12	11	103
Doenças do aparelho respiratório	257	232	263	174
Doenças cutâneas	109	145	66	12
Doenças provocadas por agentes físicos	3176	3129	3230	2826
Doenças infecciosas e parasitárias	23	36	23	27
Outras doenças (atípicas)	47	23	16	31

Nota-se na tabela 8 que os riscos físicos são os que apresentam o maior número de casos de doenças profissionais em Portugal, sendo que a incidência de doenças cutâneas também é expressiva quando comparada com os outros tipos de doenças.

No Brasil, o cancro de pele começa a tornar-se numa das mais importantes causas de afastamento do trabalho. Nos últimos cinco anos registou-se um aumento de 55% no número de benefícios concedidos por incapacidade provocada por essa doença. Em 2000 ocorreram 1438 afastamentos por cancro de pele e em 2004 esse número subiu para 2282, segundo dados do Ministério da Previdência Social (Colluci, 2005).

Além disso, o autor destaca ainda que, sendo o cancro de pele o tipo de tumor mais frequente no país, correspondendo a 25% de todos os casos de cancro, na grande maioria dos casos a doença manifesta-se quando a pessoa já está aposentada. Conforme ressalta Mattos (2010), “o cancro de pele pode resultar dos RUV, vinte ou trinta anos após a exposição”.

Alguns autores salientam que, para combater o cancro de pele, torna-se necessária a disponibilidade de protetor solar com fator FPS maior ou igual a 15 para a realização do

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

trabalho a céu aberto. Relativamente à sua utilização, deve ser colocada na pele no intervalo de 15 a 30 minutos antes da exposição aos RUV, devendo ser reaplicado a cada duas horas (Pozzebon & Rodrigues, 2009; Filho & Vasconcelos, 2010).

A ausência desse equipamento de proteção individual nas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego não inibe a execução de obrigação de o fazer por parte do empregador, em virtude da força estruturante do princípio da dignidade da pessoa humana e da tutela dos direitos da personalidade prevista na Lei Civil Brasileira.

Entretanto, já foi feito o pedido de sua concessão por parte do Deputado Antônio Roberto Soares que propôs, junto da Câmara dos Deputados, o Projeto de Lei 5.061/0922 visando alterar o artigo 166 da Consolidação das Leis do Trabalho, objetivando obrigar os empregadores a fornecer protetor solar aos trabalhadores que desempenham as suas atividades a céu aberto.

É útil destacar que Filho & Vasconcelos (2010) ressalta no seu estudo a tutela do direito à vida no contexto do trabalho a céu aberto, a respeito das indenizações e da utilização de protetores solares, dentro de uma abordagem do direito trabalhista.

No quesito de verbas indenizatórias a respeito do trabalho desenvolvido a céu aberto, os desembargadores da 4ª Turma do Tribunal Regional do Trabalho da 2ª região, em 03.07.2009, reconheceram que “(...) é notório o conhecimento dos malefícios que a exposição excessiva a raios solares podem causar à saúde humana (desidratação, insolação, danos à retina e córnea, melanomas - cancro de pele)”, no entanto, posicionaram-se pela não concessão do respectivo adicional, até que o Ministério do Trabalho e Emprego regulamente a matéria nos termos exatos do artigo 200 da Consolidação das Leis do Trabalho.

Porém, foi verificado no estudo dos autores que, uma vez detetada por perícia médica, a existência de cancro de pele, envelhecimento precoce, cataratas e demais distúrbios decorrentes do trabalho a céu aberto, ainda que o contrato já tenha sido terminado, é possível o ajuizamento de ação postular uma indenização por parte do empregador considerando o dano causado à vida do trabalhador. Esta ação poderá ter por objeto uma indenização pelo acidente do trabalho em determinado valor, pensão mensal vitalícia a

quem de direito, indenização por danos morais, por danos estéticos e por lucros cessantes, além de despesas médicas (Filho & Vasconcelos, 2010).

Desta forma, a melhor maneira de evitar os danos provocados nos trabalhadores devido à exposição aos RUV, é o investimento em uniformes funcionais de barreira UV por parte dos empregadores. Em concordância com os estudos de Pozzebon & Rodrigues (2009), que ressaltam que a forma mais simples para diminuir os efeitos da RUV na pele dos trabalhadores seria principalmente a partir dos uniformes de trabalho e da disponibilização dos outros itens como chapéus, óculos escuros e protetores solares.

4.6 A IMPORTÂNCIA DO CONFORTO NOS UNIFORMES PROFISSIONAIS

Compreende-se por conforto um completo estado de bem-estar físico, psíquico e fisiológico do ser humano em contato com o meio ambiente. O conforto nos uniformes está relacionado com o bem-estar do trabalhador quando vestido com a indumentária. Sabe-se que a principal função do vestuário é a de constituir um sistema regulador que mantenha a temperatura do corpo no seu valor médio de 37°C, mesmo quando as condições atmosféricas e as atividades variam.

O ser humano, por ser homeotérmico, necessita de manter a temperatura do corpo em torno de 37°C, através de mecanismos internos de regulação térmica. A temperatura e a humidade ambiental influenciam diretamente no desempenho das atividades laborais de cada trabalhador, provocando alterações físicas, fisiológicas e psicológicas (Iida, 2005; Grandjean, 1998).

Neste sentido, Wang & Li (2005) ressaltam que as propriedades relacionadas com o calor e a humidade do tecido são os principais fatores para levar em consideração relativamente ao conforto dos produtos têxteis e vestuário e a influência na qualidade e nas características do vestuário funcional.

Portanto, para a construção de um uniforme funcional de barreira UV não deve ser apenas avaliado o tipo de tecido e qual tipo de acabamento a utilizar, deve também ser levado

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

em consideração se este produto será confortável para os seus utilizadores, uma vez que as propriedades de calor e humidade presentes no quotidiano das atividades laborais provocam alterações nas sensações de conforto dos trabalhadores (Iida, 2005; Grandjean, 1998; Wang & Li, 2005).

A perceção de conforto pode ser verificada a partir de um esquema desenvolvido por Li (1999), adaptado pela autora, visualizado na figura 21. O esquema parte da significação conceitual da perceção do conforto. Esta perceção envolve os estímulos recebidos do meio ambiente e a reação humana a eles. O comportamento das reações compreende os processos físicos, fisiológicos e psicológicos.

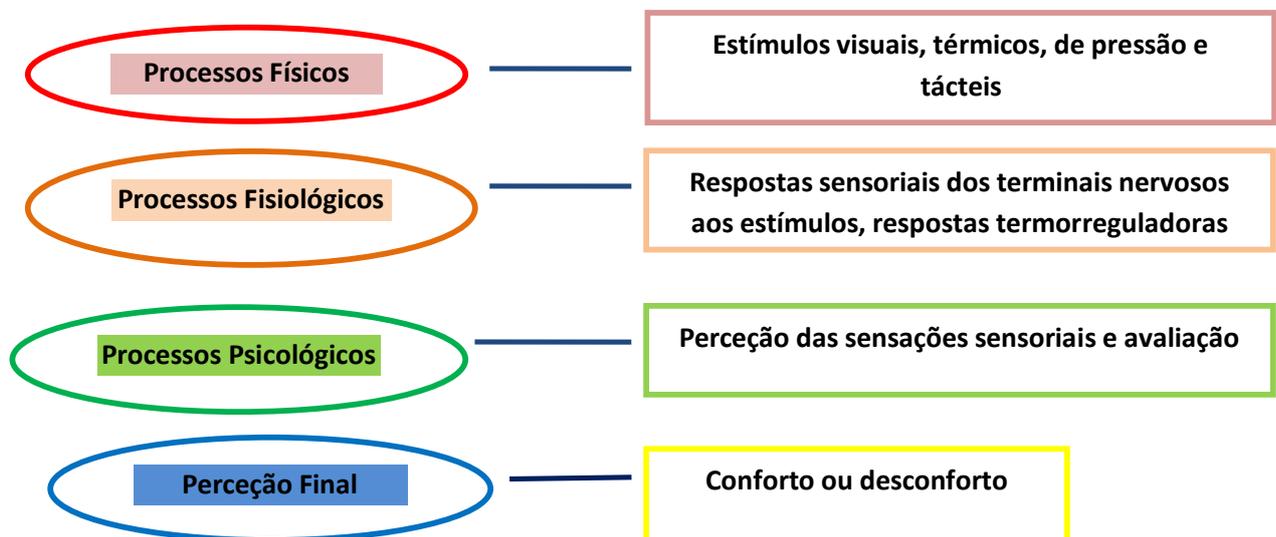


Figura 21 A Perceção de Conforto adaptada pela autora

Fonte: Li (1999)

Uma das queixas mais frequentes dos trabalhadores é o desconforto em relação aos uniformes, tendo isto sido observado tanto nos estudos de Oliveira et al, (2004) como nos estudos de Adissi et al, (2006). Os trabalhadores afirmam que o tipo de tecido adotado na fabricação dos uniformes é o principal item de desconforto, pelo fato de o mesmo ser muito quente para as condições climáticas existentes, alterando a zona de conforto térmico dos trabalhadores. Uma outra queixa prende-se com a humidade do tecido, visto que, à medida que eles vão transpirando, o tecido passa a ficar muito pesado provocando maior fadiga e diminuição dos movimentos.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Neste caso específico em que os tecidos ficam pesados devido à transpiração, os trabalhadores perdem a sensação de conforto, dando origem à sensação de desconforto do utilizador com o seu uniforme. Para Cristo (2005), os tecidos pesados ocasionam o aumento da temperatura corporal e, por estarem húmidos, os tecidos perdem a barreira de proteção UV, permitindo a passagem dos RUV pelo tecido, além de o mesmo ficar colando na pele aumentando ainda mais o desconforto.

Em temperaturas mais elevadas ou em climas quentes, o fluxo sanguíneo aumenta causando vasodilatação e o microclima entre a pele e o vestuário diminui, aumentando as perdas térmicas por convecção¹⁰ (Geraldês, 1999).

Segundo Iida (2005), a zona de conforto térmico é delimitada entre as temperaturas efetivas de 20° a 24°C, com humidade relativa do ar de 40 a 60% e com uma velocidade do ar moderada, na ordem de 0,2m/s.

Sarraf (2004) ressalta que um bom uniforme de trabalho é aquele que leva em consideração o conforto térmico do seu utilizador, pois temperaturas abaixo ou acima dos limites de conforto podem gerar desconforto para o trabalhador e influenciar negativamente o seu desempenho profissional.

Os efeitos dos desvios de temperatura ambiental podem ser verificados na tabela 9, que mostra a capacidade do trabalhador a ser gradualmente alterada através da mudança de temperatura ambiental (Sarraf, 2004).

¹⁰ Convecção é uma forma de propagação de calor que acontece entre fluidos, é a troca de calor entre o corpo e o meio ambiente. Apontamentos das aulas de ciência do conforto amrocha@det.uminho.pt

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 9. Mudança de temperatura e a capacidade do trabalhador

Fonte: Sarraf (2004)

1.	20°C	Temperatura confortável	Capacidade total de produção
2.	↓	Desconforto, irritabilidade Falta de concentração Queda da capacidade mental	Perturbações psíquicas
3.	↓	Aumento das falhas Queda da capacidade de destreza Aumento de acidentes	Perturbações psicológicas
4.	↓	Queda da produção para trabalhos pesados Perturbações de equilíbrio eletrolítico Perturbações do coração e circulação sanguínea Forte fadiga e ameaça de esgotamento	Perturbações fisiológicas
5.	35°C a 40°C	Limite máximo de temperatura suportável	

Em suma, verifica-se que a medida que a temperatura aumenta a capacidade de produção do trabalhador diminui, ocasionando o desconforto, a fadiga e a desmotivação ao trabalho. Assim percebe-se que o investimento, por parte dos empregadores, em uniformes funcionais pode ser uma das formas mais viáveis de evitar os danos causados na saúde do trabalhador de ambientes externo em consequência das excessivas e prolongadas exposições à RUV, os uniformes funcionais devem aliar o conforto, durabilidade e a proteção UV.

4.7 A COR NOS UNIFORMES DE TRABALHO

Um dos fatores que influencia a classificação do UPF de um tecido é a sua cor. A estrutura química e a intensidade da cor do corante também são fatores importantes para a promoção da proteção contra a radiação ultravioleta. Cada corante age de forma diferente em relação à proteção UV, sendo que, geralmente, as cores mais escuras absorvem mais radiação ultravioleta do que as cores claras.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Os estudos de Cristo (2005), que mediu o fator de proteção UV em diferentes estruturas de malha, apuraram que a cor preta é a que oferece a maior proteção, estando sempre classificada como proteção excelente e com índice de 50+, seguida da cor vermelha, azul, branco ótico, amarelo e branco.

Estes resultados estão em consonância com os estudos de Fernandes (2003), que analisou os tecidos que poderiam ser utilizados na confecção de artigos têxteis como guarda-sóis, barracas de praia, e toldos, e constatou também que o preto é a cor que possui os melhores índices de proteção UV e que o amarelo e o branco conferem os piores índices de proteção.

Geralmente, o corante reage com a composição da fibra utilizada nos tecidos e o seu grau de proteção vai depender do tipo de corante, da sua cor e da quantidade de corante utilizada no processo de tingimento. É válido ressaltar que nem todas as fibras conferem boa absorção da radiação UV.

Um tecido sintético, de composição 100% PES, enquadra-se na categoria de polímeros que contêm o grupo funcional éster em sua cadeia principal. O poliéster tem uma boa capacidade de absorção UV, devido à sua composição química, característica que não se encontra no algodão nem em outras fibras naturais que geralmente necessitam de um acabamento funcional para aumentar a proteção contra a RUV (Day, 2001).

Estas características estão diretamente relacionadas com a estrutura molecular da fibra, conforme pode ser observado na Figura 22. Os poliésteres são polímeros de condensação, porque reagem monómeros diferentes com a eliminação de moléculas de água. Geralmente, para a sua produção é imprescindível a reação entre um diácido e um diálcool.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

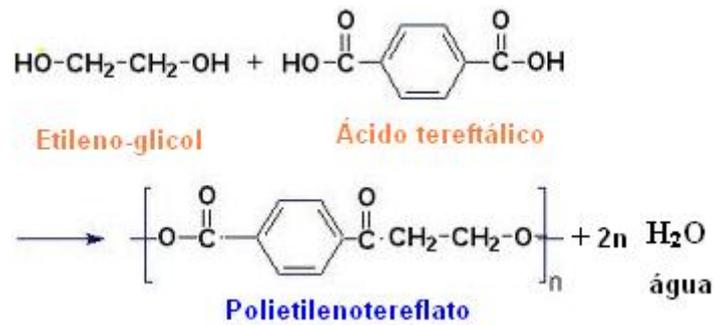


Figura 22 Constituição Química do Poliéster

Fonte: www.alunosonline.com.br (2015)

Em geral, as fibras sintéticas são hidrófobas, possuem baixa absorção de umidade e são mais difíceis de tingir, ao contrário das fibras artificiais (Esteves, 2009). Deste modo, estas fibras praticamente só podem ser tingidas com corantes dispersos devido à sua característica hidrófoba.

Os corantes dispersos são corantes que possuem bons resultados de solidez a luz entre as classes de corantes, por serem praticamente insolúveis na água, ou apresentarem uma ligeira solubilidade em água, podendo ainda ser considerados como um elemento principal para tingimento por esgotamento em matérias hidrófobas através de suspensão (partículas entre 1 a 4 micro) (Guaratini & Zanoni, 2000).

Para os autores, durante o processo de tingimento o corante sofre hidrólise e a parte hidrófoba é lentamente precipitada na forma dispersa. Usualmente este processo ocorre na presença de agentes dispersantes com longas cadeias que normalmente estabilizam a suspensão do corante facilitando o contato entre o corante e a fibra hidrofóbica. Os corantes dispersos (ver figura 23) podem ser utilizados para o tingimento de fibras sintéticas, tais como: acetato celulose, poliamida, poliéster e poliacrilonitrila.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

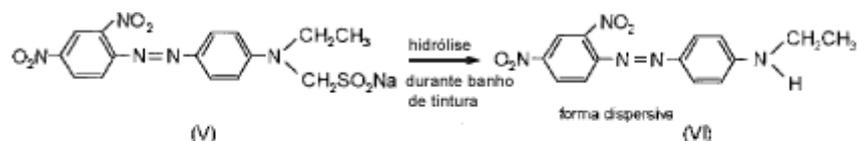


Figura 23 Exemplo da reação de hidrólise do corante a partir do banho de tintura

Fonte: Guaratini & Zanoni (2000)

O processo de tingimento em fibras naturais deve considerar também a sua composição. As fibras de algodão possuem cinco componentes básicos: celulose, hemicelulose, pectina, lignina e extrativos (gorduras, proteínas e sais inorgânicos). Um tecido elaborado com algodão cru apresentará um UPF mais elevado devido aos pigmentos, ligninas, etc., que agem como absorventes da radiação UV, comparativamente com um tecido de estrutura idêntica, mas elaborado com algodão branqueado e viscosa (Riva, 2001).

A celulose é a substância com maior concentração nas fibras vegetais, encontrando-se em torno dos 40 a 90%, e é responsável pela resistência das fibras devido ao seu alto grau de polimerização e orientação molecular. A lignina e a hemicelulose estão presente nas fibras correspondem intervalo de 1 a 30% dependendo do material. Essas unidades principais são demonstradas na figura 24 (Albinante *et. al.*, 2013).

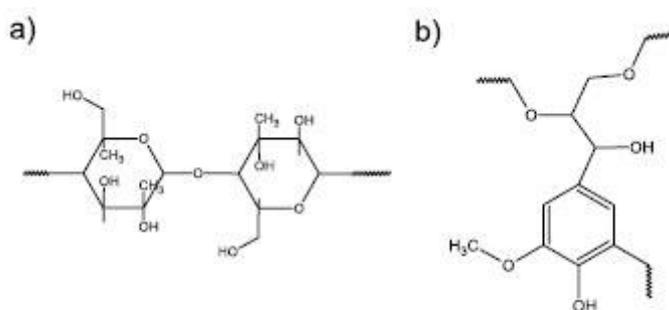


Figura 24 Estrutura química das fibras vegetais: a) celulose e b) lignina

Fonte: Albinante *et. al.* (2013)

Para as fibras naturais vegetais é recomendável a utilização de corantes reativos no processo de tingimento, na medida em que estes corantes contêm um grupo electrofílico

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

(reativo) capaz de formar ligação covalente com grupos de hidroxilo das fibras celulósicas. Neste tipo de corante, a reação química processa-se diretamente através da substituição do grupo nucleofílico pelo grupo hidroxilo da celulose ver figura 25.

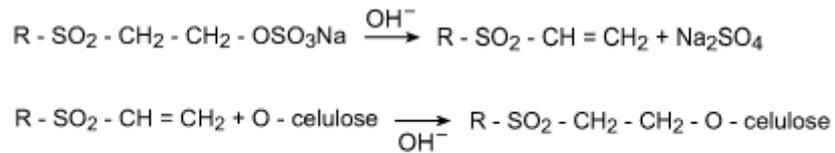


Figura 25 Exemplo do processo do tingimento de algodão com grupos reativos sulfatoetilsufona

Fonte: Guaratini & Zanoni (2000)

Tendo conhecimento do público-alvo, o segmento dos uniformes profissionais e as suas respectivas normas permitem avançar com bases científicas orientadas para a construção do uniforme profissional funcional aliando ao mesmo o conforto e as cores. O capítulo seguinte caracterizará os materiais utilizados no processo, bem como os equipamentos de toda a fase experimental.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO V

5 FASE EXPERIMENTAL

Este capítulo descreve toda a construção experimental dos acabamentos funcionais desenvolvidos em prol da formação dos novos produtos para o segmento dos uniformes profissionais com proteção UV. Toda a fase experimental foi desenvolvida nos laboratórios da Universidade do Minho, campus de Azurém, Portugal.

5.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados neste estudo foram adquiridos em algumas empresas têxteis e químicas situadas no Norte de Portugal.

- **Tecidos**

A fase experimental foi iniciada com a utilização de tecidos do **GRUPO O**: 100% Poliamida – PA 6.6 e 100% PES são representados na tabela 10 pelas letras A, B e C. Para o desenvolvimento das outras práticas foram realizadas uma pesquisa de campo sobre os tecidos mais empregues no mercado dos uniformes profissionais voltados para o trabalho externo. Seguiu-se o contato com várias empresas fornecedoras deste tipo de tecido no Norte de Portugal.

A obtenção dos tecidos não foi uma tarefa fácil. A maioria das empresas não dispunha dos tecidos necessários para o estudo tanto no que concerne à composição, densidade e estrutura que se buscava.

Entre os vários contatos estabelecidos, a empresa Riopele¹¹ disponibilizou-se para colaborar com a pesquisa, tendo doado os tecidos para o desenvolvimento da pesquisa,

¹¹ A empresa Riopele remonta a 1927, ano de sua fundação, localizada precisamente nas margens do Rio Pele, no norte de Portugal. A Riopele é uma das mais antigas e conceituadas empresas da indústria têxtil portuguesa, que completou 87 anos no ano 2014. De pequena empresa familiar, a Riopele evoluiu para uma organização em grande escala, integrando verticalmente as áreas da fiação, da tecelagem, da tinturaria e dos acabamentos. A sua capacidade produtiva excede 700 mil metros de tecido por mês. A empresa é marcada por uma grande determinação na prossecução dos seus objetivos de crescimento e de responsabilidade social. Hoje, constitui uma das empresas portuguesas de referência no setor têxtil e uma das grandes exportadoras nacionais. A Riopele opera em todo o mundo através de uma vasta rede de agentes

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

tendo sido firmada uma parceria entre a empresa e o Programa Doutoral em Engenharia Têxtil da Universidade do Minho.

Foram recebidas 24 amostras de tecidos branqueados pela empresa citada. Os tecidos possuíam características diferentes, tanto na sua composição, estrutura, massa por unidade de superfície como na sua densidade. Os tecidos recebidos foram separados em três grupos: **GRUPO 1** - tecidos com estrutura tafetá, com 100% CO e misturas de algodão e poliéster; **GRUPO 2** - tecidos com estrutura em sarja 2/1, 100% CO e misturas de algodão e poliéster e **GRUPO 3** - tecidos com estrutura sarja 3/1, 100% CO e misturas de algodão e poliéster.

Tabela 10 Diagrama dos tecidos utilizados durante a fase experimental

GRUPO 0

(Tafetá)

AMOSTRA A 100% PA 6.6 105g/m ²	AMOSTRA B 100% PA 6.6 125g/m ²	AMOSTRA C 100% PES 100g/m ²
---	---	--

GRUPO 1

(Tafetá)

AMOSTRA 1 100% CO 150g/m ²	AMOSTRA 2 100% CO 165g/m ²	AMOSTRA 3 100% CO 175g/m ²
AMOSTRA 4 100% CO 180g/m ²	AMOSTRA 5 100% CO 190g/m ²	AMOSTRA 6 65% CO 35% PES 195g/m ²
AMOSTRA 7 100% CO 225g/m ²		

que lhe permite exportar cerca de 98% da sua produção de tecidos de moda para vestuário. (www.riopele.pt).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

GRUPO 2

(Sarja 2/1)

AMOSTRA 8 100% CO 160g/m ²	AMOSTRA 9 100% CO 170g/m ²	AMOSTRA 10 100% CO 190g/m ²
AMOSTRA 11 100% CO 195g/m ²	AMOSTRA 12 100% CO 200g/m ²	AMOSTRA 13 100% CO 205g/m ²
AMOSTRA 14 65% CO 35% PES 205g/m ²	AMOSTRA 15 65% CO 35% PES 215g/m ²	AMOSTRA 16 100% CO 220g/m ²
AMOSTRA 17 65% PES 35% CO 240g/m ²		

GRUPO 3

(Sarja 3/1)

AMOSTRA 18 100% CO 165g/m ²	AMOSTRA 19 100% CO 170g/m ²	AMOSTRA 20 100% CO 190g/m ²
AMOSTRA 21 100% CO 210g/m ²	AMOSTRA 22 100% CO 235g/m ²	AMOSTRA 23 65% CO 35% PES 240g/m ²
AMOSTRA 24 100% CO 260g/m ²		

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Desta forma, para além de os tecidos planos utilizados na construção do uniforme foi cogitada a utilização de tecidos de malha¹² para a construção do protótipo da camisa do uniforme funcional. Porém as malhas não se coadunam nas análises desenvolvidas neste estudo, este produto foi apenas sugerido para as mangas da camisa com o intuito de proporcionar maior flexibilidade aos movimentos, caimento, conforto e para as zonas que utilizou-se recortes para refrigeração das zonas do corpo consideradas mais quentes do corpo humano.

Produtos Químicos

Os produtos químicos para a pesquisa foram adquiridos via parceria entre as empresas e o departamento de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho. Estes produtos, atualmente, são muito utilizados pelas empresas de acabamentos funcionais.

As primeiras experiências foram desenvolvidas com a aplicação de 8g/L de microcápsulas de camomila em tecidos de composição 100% PA 6.6. O produto adquirido foi o BAYSCENT® CAMOMILE, um microencapsulado, com base em matérias-primas selecionadas a partir do extrato da flor de camomila. Os extratos desta flor são famosos pelos efeitos hidratante e antimicrobiano e pelas propriedades naturais de absorção dos raios UV.

A segunda fase das experiências decorreu com tecidos de 100% PES. Utilizou-se o produto de acabamento nanofuncional TANUVAL UVL com concentração de 4g/L. Este produto requer primeiramente o tingimento nos tecidos para que o produto possa reagir com o corante e possa absorver a radiação UV. O produto tanuval UVL protege o corante e melhora a resistência à luz dos tingimentos em fibras de poliéster.

¹² Para as mangas da camisa sugere-se as malhas de algodão de estrutura Rib, esta estrutura proporciona excelentes índices de proteção UV em estado cru e seco, conforme os estudos de Cristo (2005). A malha indicada para as zonas dos recortes foi doada pela empresa Gulbena – Têxteis S.A, localizada também no Norte de Portugal, como um contributo para a pesquisa. O tecido recebido possui composição mista com 50% PES e 50% PES COOLMAX FRESH, com referência IN444PRY e foi desenvolvido pela empresa INVISTA. O filamento de PES passa por um acabamento funcional denominado coolmax fresh, esta tecnologia proporciona ao utilizador a sensação de ficar seco e fresco nas suas atividades durante todo o dia. Desta forma, o tecido proporciona-lhe respirabilidade, frescura de longa duração e confiança. (<http://www.invista.com/en/activewear/index.html>)

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Na terceira fase, as experiências foram desenvolvidas nas 26 amostras dos tecidos de 100% CO e em tecidos de misturas dos 3 grupos já mencionados. Retiraram-se 6 amostras de cinco gramas em cada tecido. Utilizou-se nesta fase o produto nanofuncional UV SUN CEL LIQ UV, pois este produto possui propriedades para incrementar da proteção UV do substrato têxtil e garantir a estabilidade à luz. As suas principais características são:

- Produto reativo - ligação permanente com o substrato têxtil a partir de uma simples aplicação, o acabamento pode ser desenvolvido a partir do banho de tingimento em conjunto com corantes reativos.
- Pequenas concentrações do produto em substratos têxteis de celulose proporcionam proteção máxima e durável contra a RUV – um alto grau de UPF é assegurado em tecidos de construção adequada.
- Excelente esgotamento e fixação - poluição mínima do ambiente e alta aderência permitem a aplicação em conjunto de corantes diretos ou ácidos.
- Elevada estabilidade à lavagem e luz – o acabamento não é prejudicado por lavagem repetida e por alta RUV.
- Absorvem menos os raios UVA em comparação com os UVB.

Desta forma, as amostras foram distribuídas para o desenvolvimento do acabamento funcional nos 24 tecidos de composição 100% CO e misturas. Em cada tecido foram retiradas 6 amostras de 5g cada uma, a distribuição destas amostras são retratadas da seguinte forma:

- Três amostras foram aplicadas os acabamentos com o produto UV SUN CEL com diferentes concentrações 1,5, 3,0, 5,0g/L;
- Três amostras foram pré ativadas com DBD plasma antes da realização do acabamento funcional, tendo-se utilizado o mesmo produto e as mesmas concentrações nos tecidos.

Para efeito comparativo das práticas 1, 2 e 3 executadas para a obtenção do acabamento de proteção UV nos tecidos, surgiu a necessidade de se elaborar uma quarta prática que consistiu em efetuar o processo de tingimento nos tecidos de maior e menor massa por unidade de superfície dos 3 grupos. Desta forma tencionou-se avaliar o grau de proteção

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

à RUV com a intensidade do corante e os diferentes corantes utilizados no processo do tingimento.

- **Os corantes do processo de tingimento**

O desenvolvimento do acabamento com o produto TANUVAL UVL requereu primeiramente o tingimento com corantes dispersos DIANIX BLUE PLUS de coloração azul, em tecidos de 100% PES com concentrações de 1% e 2%.

Os produtos utilizados para o tingimento em tecidos de 100% CO foram dois corantes reativos, um corante monofuncional PROCION CRIMSON H-EXL GRAN (DYSTAR) e o corante bifuncional PROCION RED H-E3B (DYSTAR), ambos de coloração vermelha, utilizaram-se concentrações de 1% e 2% de corante conjuntamente com os produtos auxiliares têxteis.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Para efeito de caracterização dos tecidos efetuou-se a identificação dos fios quanto à sua torção **S** ou **Z**. De acordo com a norma ISO 2061.

Identificou-se que os fios utilizados em todos os tecidos estudados de estrutura tafetá, sarja 2/1 e sarja 3/1 possuíam torção **Z** tanto no sentido da teia como no sentido da trama. A torção em **Z** torna o fio mais resistente e, conseqüentemente, também o tecido (FBET, 2014) Esta identificação foi verificada através do microscópio, conforme figura 26.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma



Figura 26 Identificação da torção do fio

Fonte: Autora

Massa Linear do fio

A caracterização da quantidade de massa linear do fio foi medida através do equipamento *maillemetre* que mede o comprimento do fio de teia e de trama. Separamos 10 fios de 50cm no sentido da teia e da trama para serem medidas em seu comprimento e peso de acordo com a norma ISO 2060 (figura 27).



Figura 27 Equipamento Maillemetre

Fonte: Autora

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Desta forma o tex do fio foi obtido através da equação presente abaixo.

Equação 3 Massa Linear

$$Tex = \frac{P(g)}{1000}$$

5.2.1 Tecidos 100% poliamida - PA

Os materiais utilizados nos ensaios iniciais foram tecidos de composição de 100% poliamida – PA 6.6 com estrutura tafetá diferentes massa por unidade de superfície, conforme pode ser observado na Figura 28. O tecido A apresenta-se com 105g/m² e o tecido B com 125g/ m².

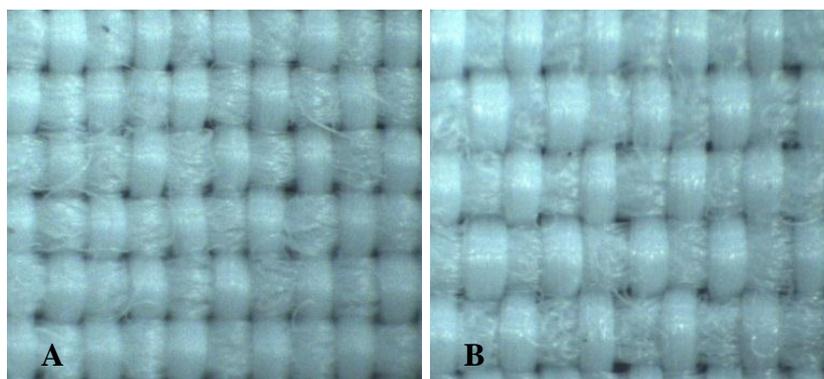


Figura 28 Fotos retiradas através da Lupa Optika, com ampliação de 10x objetiva ocular.

Fonte: Autora

Por apresentarem massas por unidade de superfície diferentes mediu-se a quantidade de fios por cm. Logo, pode-se observar na tabela 11 que a massa linear dos fios no tecido A apresenta-se com menos densidade que o tecido B.

Tabela 11 Representação da quantidade de fio por (cm²) dos tecidos A e B.

Amostra A (105g/m ²)		Massa linear	Amostra B (125g/m ²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	30	19,63	Trama (Nº de passagens)	23	36,94
Teia (Nº de fios)	46	7,80	Teia (Nº de fios)	46	7,92

5.2.2 Tecido 100% poliéster - PES

O Tecido 100% PES, utilizado na segunda prática, apresenta peso por unidade de área de 100g/m^2 , debuxo tafetá 1:1, conforme se pode observar na figura 29.

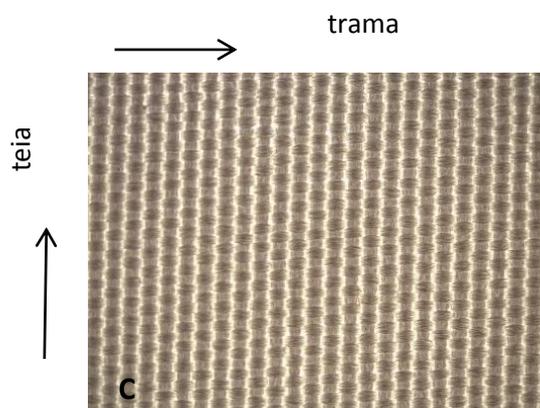


Figura 29 Imagem do tecido 1C, 100% PES, foto retirada através da lupa ótica, com ampliação de 12,5x objetiva ocular.

Fonte: Autora

A quantidade de fios por (cm) foi medida, conforme se verifica na tabela 12, sendo que este tecido apresenta uma média de 30 fios no sentido da trama e 55 fios no sentido da teia por centímetro.

Tabela 12 Representação da quantidade de fio por (cm^2) do tecido 1C

Amostra C (100g/m^2)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	30	19,49
Teia (Nº de fios)	55	9,43

5.2.3 Tecidos 100% algodão e misturas. Grupo 1: Estrutura tafetá

As numerações das amostras estão por ordem crescente de acordo com as massas por unidade de superfície. A quantidade de fios e suas passagens por centímetros foram medidos juntamente com o número do Tex, conforme se verifica na tabela 13.

Tabela 13 Representação da média do nº de passagens e de fios e suas massas lineares.

Amostra 1 (150g/m²)		Massa linear	Amostra 2 (165g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	23	17,49	Trama (Nº de passagens)	36	9,32
Teia (Nº de fios)	36	17,35	Teia (Nº de fios)	34	11,62
Amostra 3 (175g/m²)		Massa linear	Amostra 4 (180g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	37	7,20	Trama (Nº de passagens)	20	9,56
Teia (Nº de fios)	58	7,27	Teia (Nº de fios)	52	9,34
Amostra 5 (190g/m²)		Massa linear	Amostra 6 (195g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	17	17,72	Trama (Nº de passagens)	18	19,32
Teia (Nº de fios)	48	17,32	Teia (Nº de fios)	34	18,69
Amostra 7 (225g/m²)		Massa linear			
Trama (Nº de passagens)	20	14,29			
Teia (Nº de fios)	37	13,68			

5.2.4 Tecidos 100% algodão e misturas. Grupo 2: Estrutura sarja 2/1

Tabela 14 Representação da média do nº de passagens e de fios e suas massas lineares.

Amostra 8 (160g/m²)		Massa linear	Amostra 9 (170g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	44	7,43	Trama (Nº de passagens)	22	9,02
Teia (Nº de fios)	56	7,11	Teia (Nº de fios)	46	9,43
Amostra 10 (190g/m²)		Massa linear	Amostra 11 (195g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	24	9,67	Trama (Nº de passagens)	23	15,27
Teia (Nº de fios)	16	9,73	Teia (Nº de fios)	41	15,03

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Amostra 12 (200g/m²)		Massa linear	Amostra 13 (205g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	27	13,60	Trama (Nº de passagens)	30	13,89
Teia (Nº de fios)	50	11,50	Teia (Nº de fios)	60	8,94
Amostra 14 (205g/m²), tecido de mistura		Massa linear	Amostra 15 (215g/m²), tecido de mistura		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	29	14,59	Trama (Nº de passagens)	17	20,16
Teia (Nº de fios)	40	14,78	Teia (Nº de fios)	56	15,18
Amostra 16 (220g/m²)		Massa linear	Amostra 17 (240g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	30	9,67	Trama (Nº de passagens)	22	18,34
Teia (Nº de fios)	50	14,79	Teia (Nº de fios)	42	18,53

5.2.5 Tecidos 100% algodão e misturas. Grupo 3: Estrutura sarja 3/1

Tabela 15 Representação da média do nº de passagens e de fios e suas massas lineares.

Amostra 18 (165g/m²)		Massa linear	Amostra 19 (170g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	25	6,96	Trama (Nº de passagens)	51	5,92
Teia (Nº de fios)	133	4,76	Teia (Nº de fios)	81	5,86
Amostra 20 (190g/m²)		Massa linear	Amostra 21 (210g/m²)		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	21	9,77	Trama (Nº de passagens)	23	13,80
Teia (Nº de fios)	120	6,95	Teia (Nº de fios)	45	14,76
Amostra 22 (235g/m²)		Massa linear	Amostra 23 (240g/m²), tecido de mistura		Massa linear
Trama (Nº de passagens)	17	29,22	Trama (Nº de passagens)	16	17,92
Teia (Nº de fios)	58	13,45	Teia (Nº de fios)	74	17,83
Amostra 24 (260g/m²)		Massa linear			
Trama (Nº de passagens)	25	17,34			
Teia (Nº de fios)	53	13,88			

5.3 MÉTODO

5.3.1 ATIVAÇÃO DE SUPERFÍCIE PELA TECNOLOGIA DE PLASMA

Com o intuito de melhorar a adesão entre o produto do acabamento têxtil e o tecido, optou-se por ativar a superfície do substrato têxtil utilizando da tecnologia de DBD plasma. O tratamento de plasma nos tecidos de 100% CO e com misturas de algodão e poliéster, com estrutura tafetá e sarja, foi efetuado com descarga de dupla barreira dielétrica de plasma (DBD Softal/Universidade do Minho, protótipo patenteado, ver figura 30).



Figura 30 Equipamento para o tratamento de plasma da Universidade do Minho protótipo patenteado

Fonte: Silva *et. al.* (2013)

O equipamento DBD Plasma possui um elétrodo metálico revestido com cerâmica, um elétrodo metálico revestido com silicone, um gerador elétrico e um transformador de alta tensão, ver figura 31. A velocidade (v) e a potência (P) assim como o número de passagens do tecido através dos elétrodos.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

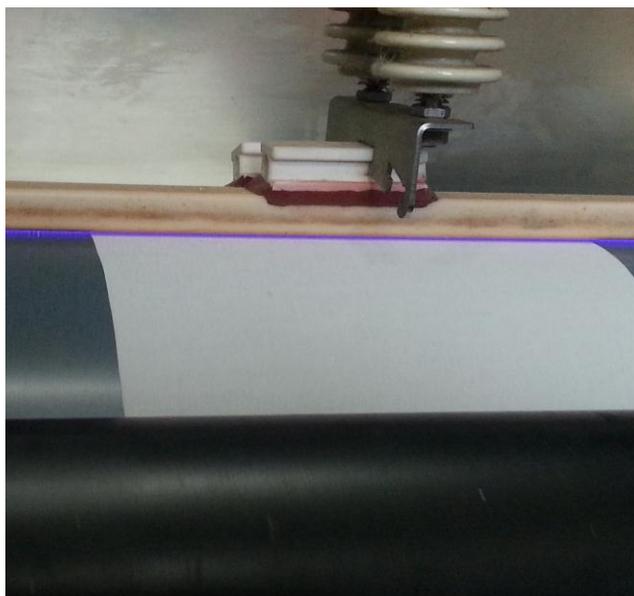


Figura 31 Imagem do tratamento de plasma em tecidos de 100% CO

Fonte: Autora

Estudos prévios desenvolvidos nos laboratórios permitiram a identificação do número ideal de passagens no DBD Plasma. Através dos testes do ângulo de contato verificou-se que, para o tratamento plasmático dos tecidos de 100% CO e com misturas, 4 passagens ao tratamento plasmático, na frente e no verso dos tecidos era suficiente para melhorar a adesão e a absorção dos produtos químicos utilizados nos acabamentos têxteis. A velocidade, a potência e a dosagem foram mantidas constantes. A tabela 16 demonstra os parâmetros utilizados para este tratamento.

Tabela 16 Parâmetros e dosagens de plasma aplicados nos tecidos 100% CO e misturas

VELOCIDADE (m/min)	NÚMERO DE PASSAGENS	POTÊNCIA (W)	DOSAGEM W.min/m²
5,0	1	1000	800
5,0	2	1000	1.600
5,0	4	1000	3.200
5,0	6	1000	4.800
5,0	8	1000	6.400
5,0	16	1000	12.800

5.3.2 ÂNGULO DE CONTATO

Para a medição do ângulo de contato foi utilizado o equipamento Dataphysics, com o programa OCA que capta imagens em modo estático e dinâmico. Este pode ser definido como o ângulo entre um plano tangente a uma gota do líquido e um plano sólido contendo a superfície onde o líquido se encontra depositado (UNESP, 2014). O ângulo de contato serve para verificar a molhabilidade e a tensão superficial do substrato têxtil. Para a medição deste ângulo foi utilizada a gota de água nas amostras em estudo. Para cada amostra foram desenvolvidas cinco medições para posteriormente calcular a média (ver figura 32).



Figura 32 Equipamento para a medição do ângulo de contato

Fonte: Autora

5.3.3 TINGIMENTO

Optou-se por desenvolver o tingimento em tecido de 100% PES, branqueado, devido ao fato de o produto utilizado no acabamento para absorção de UV requerer este processo. A ficha técnica do produto nanofuncional salienta que a ação do tingimento antes da promoção do acabamento melhora a resistência à luz por parte do tingimento.

O processo de tingimento foi separado em três fases distintas, nomeadamente: lavagem prévia; tingimento; e neutralização. Utilizaram-se concentrações diferentes de corante 1% e 2% de corantes dispersos DIANIX BLUE PLUS, de cor azul. As amostras foram pesadas de acordo com a relação de banho utilizada e, a partir dessa medida, foram

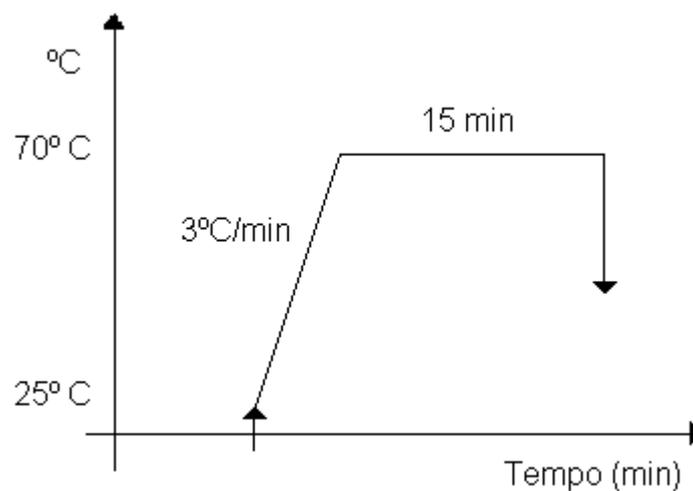
O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

efetuados todos os cálculos necessários para a identificação das quantidades dos produtos auxiliares e dos corantes. A composição do banho do tingimento adotada foi:

- Corante (1% e 2%)
- Dispersante Avolan IS (0,5g/L e 1,0g/L)
- Acetato de sódio (1g/L e 2g/L)

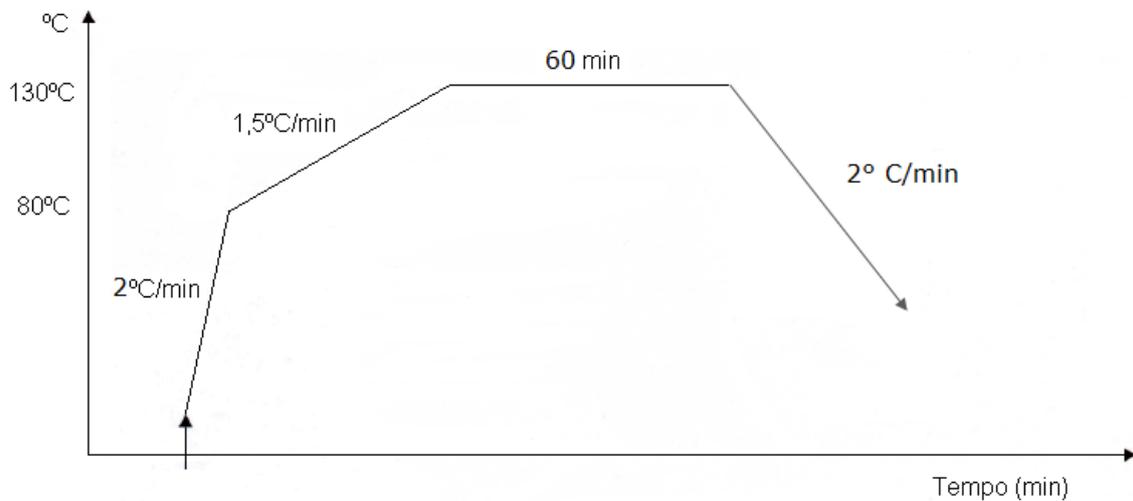
A lavagem prévia (Gráfico 1) é realizada para retirar quaisquer resíduos existentes nos substratos. O processo de tingimento utilizado está representado no gráfico 2. A neutralização é realizada para fixar o corante, pelo que neste estudo foi utilizada uma temperatura de 40°C durante 10 minutos.

Gráfico 1 lavagem prévia



O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Gráfico 2 Processo de tingimento com corantes dispersos



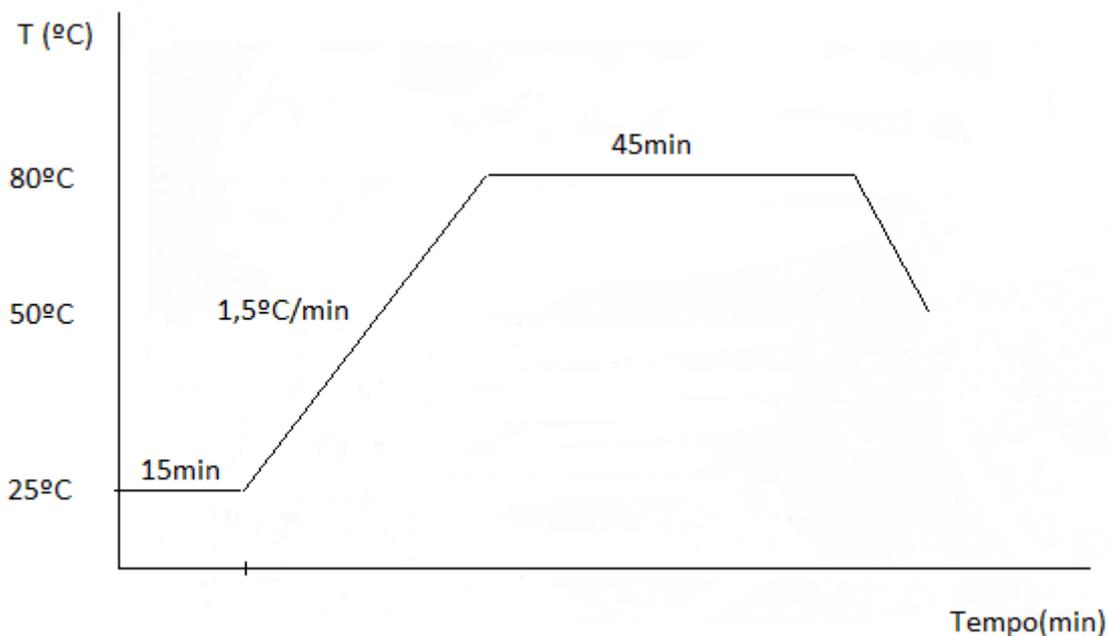
O processo de tingimento em tecidos de 100% CO foi desenvolvido com a adição de dois tipos de corantes reativos: monofuncional (CRIM) e bifuncional (RED) ambos de cor vermelha. Para a lavagem utilizou 1g/L de detergente.

A composição do banho do tingimento adotada foi:

- Corante (1% e 2%)
- Hidróxido de sódio (0,2g/L e 0,4g/L)
- Carbonato de sódio (5g/L)
- Cloreto de sódio (30g/L e 60g/L)

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Gráfico 3 Processo de tingimento com corantes reativos



TESTE DE SOLIDEZ À LUZ

O teste de solidez à luz foi reforçado possibilitado através do equipamento accelerated weathering tester modelo QUV. O equipamento é utilizado para avaliar a degradação da cor das amostras tingidas por um período de tempo. Esta diferença de cor foi calculada através da equação do Delta E, CIELAB. A solidez à luz foi testada nas amostras de tecidos 100% PES, por distintos períodos de tempo e de irradiação, especificamente 2h, 4h, 8h, 12h, 24h e 48h. São utilizadas neste teste lâmpadas fluorescentes que simulam o efeito da luz solar.

5.3.4 IMPREGNAÇÃO POR FOULARDAGEM

Os acabamentos foram aplicados por impregnação nas amostras de 5g de tecido. A taxa de expressão utilizada foi de 70%. O método de impregnação desenvolvido no equipamento Foulard Roaches, teve a velocidade de 3,5m/s e a pressão do ar com 2,5 bar. O processo foi obtido a partir de 3 passos:

1. Colocou-se a solução preparada entre os dois cilindros do equipamento;

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

2. Os tecidos foram colocados um a um entre os cilindros, permitindo o banho impregnando de forma nas amostras no seu comprimento e na sua largura;
3. Após a impregnação foi verificada a sua taxa de expressão (pick up) que foi formulada pela equação 2 abaixo;

Equação 4 Taxa de expressão

$$Tx = \frac{Pm - Ps}{Ps} \times 100 \quad (2)$$

Tx= Taxa de expressão

Pm= Peso molhado

Ps= Peso seco

Após a impregnação, os tecidos foram secos numa estufa a uma temperatura de 50°C durante 15 minutos.

5.3.5 AVALIAÇÃO DO GRAU DO UPF

Todas as amostras de tecidos foram avaliadas, no seu estado natural e com acabamentos, o seu grau de UPF usando o espectrofotômetro de duplo feixe e esfera integradora (instrumento CAMSPEC, modelo M350 UV / VISIBLE), com um *software* com a versão 990824.01 TOMETER que calcula os fatores de penetração de UV e os fatores de proteção solar para cada amostra inserida no equipamento (ver figura 32).

Este programa de *software* do espectrofotômetro CAMPEC M350 UV/VIS 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, sendo que esta última caracterizou-se como a norma pioneira nestes estudos de avaliação do UPF em tecidos. Desta forma, optou-se por utilizar a norma AS/NZS 4399:1996 para determinar o valor do UPF das amostras em estudo. Os testes foram desenvolvidos quatro vezes em cada amostra para ser medido o resultado do UPF.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma



Figura 33 Equipamento utilizado para a medição do UPF, espectrofotômetro UV- VIS (UMinho)

5.3.6 AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO ACABAMENTO NAS AMOSTRAS

O processo que serviu de base para a avaliação da durabilidade dos acabamentos funcionais nas amostras em estudo, foi elaborado no equipamento Linitest. Este processo foi desenvolvido pela norma ISO 105 – C06:1999 que teve como parâmetro o ensaio A15, com a utilização de uma temperatura de 40°C, e com volume de banho de 150ml. O tempo de cada lavagem foi de 30 minutos, com a inserção de 10 bolas de aço em cada copo do ensaio. O detergente utilizado foi o ECE, com a concentração de 4g/L tal como indica a norma portuguesa NP EN ISO 6330 2002. Os ciclos de lavagem estipulada para cada amostra foram de 1, 5, 15, 25 e 50.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo irão ser descritos de acordo com as etapas da metodologia que foi proposta. A primeira etapa deste estudo, denominado estado da arte, possibilitou toda a construção metodológica desta pesquisa e serviu de ponte conceitual para delimitar a teoria e sua estruturação na fase experimental.

Verificou-se que os primeiros estudos com os tecidos de 100% PA 6.6 e 100% PES foram significativos para este estudo, pois, a partir do manuseio dos equipamentos, adveio a aprendizagem das técnicas que perpetuaram por todo o trabalho. Verificou-se também que os tecidos sintéticos não se adequam como sendo tecidos ideais para o segmento dos uniformes profissionais funcionais em estudo, não obstante o fato de terem apresentando excelentes valores de UPF, visto que, tal como Udale (2009) afirma “os tecidos sintéticos não têm boa absorvência” acrescentando-se ainda o fato de estes tecidos aquecerem demasiado quando expostos ao sol, proporcionando desconforto ao utilizador.

Desta forma, no que ao tecido para este tipo de uniforme diz respeito, deve ser considerada uma fibra que apresente uma excelente absorção, que seja confortável e possa proporcionar excelentes condições para os acabamentos funcionais. Udale (2009) ressalta que estas características podem ser encontradas em fibras à base de celulose.

6.1 PLASMA

Após o tratamento de plasma nos substratos têxteis, observou-se que o tratamento obtinha bons resultados com o número de 4 passagens, com uma dosagem de 3.200 Wmin/m².

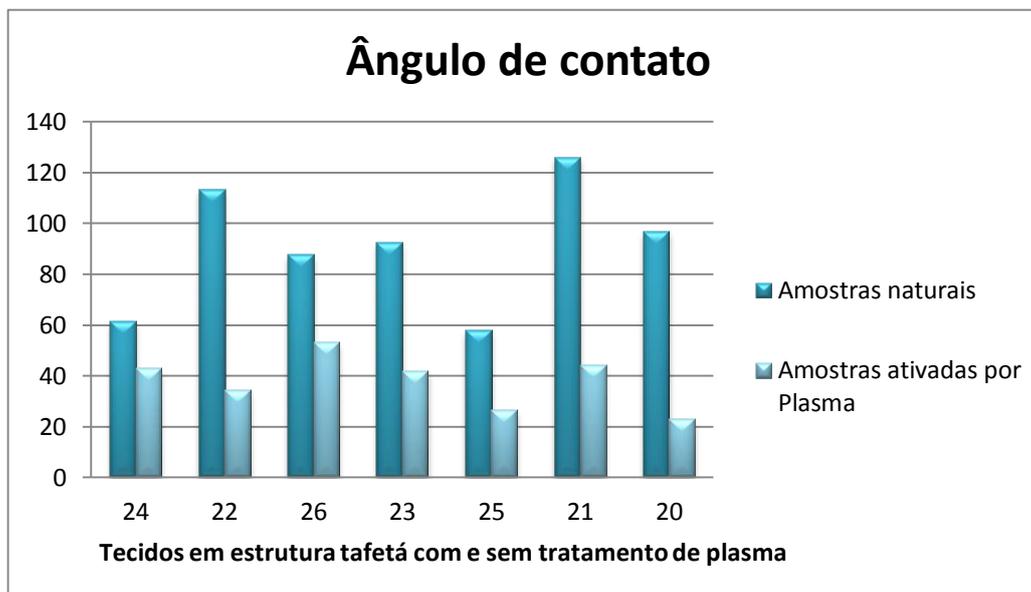
6.2 ÂNGULO DE CONTATO

Os gráficos 4, 5 e 6, apresentados em seguida, demonstram a média dos resultados desenvolvidos a partir da medição do ângulo de contato nos tecidos dos grupos tafetá, sarja 2/1 e sarja 3/1. Os tecidos foram separados em amostras com e sem plasma.

É perceptível, através da observação das imagens das amostras sem o tratamento plasmático, que estas possuem um ângulo de contato muito superior do que as que receberam o tratamento, confirmando assim as análises de Machado (2008), que ressalta que as amostras ativadas com DBD plasma foram mais hidrófilas do que as amostras de controlo.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Gráfico 4 Resultados obtidos do Ângulo de Contato em tecidos de estrutura tafetá



Os resultados também podem ser conferidos na tabela 17, a qual especifica as amostras e suas respectivas massas por unidade de superfície.

Tabela 17 Resultados da média do ângulo de contato em tecidos de estrutura tafetá

Amostra	150g/m ²	165g/m ²	175g/m ²	180g/m ²	190g/m ²	* 195g/m ²	225g/m ²
Sem DBD plasma	57,76	87,46	96,84	92,46	126,10	113,40	61,30
Com DBD plasma	26,4	53,20	22,9	41,90	44,30	34,18	43,08

*Tecido de mistura

O gráfico 4 demonstra que a molhabilidade das amostras em estudo é aumentada após o tratamento de plasma em todas as densidades dos tecidos de estrutura tafetá 100% CO e do tecido de misturas de 65% CO e 35% PES. Contudo, é válido ressaltar que o tecido de algodão é constituído por celulose pura e por isso é muito hidrófilo, isto é, capaz de absorver a água (Neves, 1982).

Os estudos de Oliveira (2009) também confirmaram que a superfície do substrato têxtil é modificada pela descarga plasmática, tornando-a mais hidrofílicas, além de conferir ao substrato características essenciais para uma melhor absorção de soluções aquosas e um aumento de grupos polares na superfície da fibra.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Neste sentido Machado (2008) salienta que o aparecimento destes novos grupos funcionais na superfície do material deve-se à exposição a que o substrato estiver em contato com a descarga plasmática.

Este tempo prolongado de exposição foi observado nos estudos de Freitas *et. al.* (2006), que relatam que a utilização do O₂ e N₂ na descarga plasmática poderá estar a interferir na superfície do material aumentando principalmente a sua hidrofiliidade e o aparecimento de grupos funcionais.

Diante do exposto, Zille *et.al* (2014) ressaltam que o tratamento com plasma pode servir para introduzir grupos funcionais hidrófilos na superfície do material, tais como -COOH, -OH e NH₂.

Desta forma, verificou-se que o tratamento confere os melhores resultados nos tecidos com massa de unidade de área acima de 175g/m², sendo que, todavia o melhor resultado é observado na amostra que detém de 190g/m². Porém, nota-se que com o aumento da massa de unidade de superfície percebe-se uma diminuição do ângulo, que pode ser constatada devido ao aumento de quantidade de fios por unidade de área, tal como pode ser observada na amostra 225g/m², que obteve o menor ângulo de contato, pois o tecido apresentava alta densidade.

Para as amostras de estrutura em sarja 2/1 tratadas com plasma, os resultados foram relativamente menores do que os de estrutura tafetá. Percebe-se que há um aumento da hidrofiliidade em todas as amostras testadas, sendo que esta modificação da superfície também ocorre a partir de 170g/m² de massa, porém, este aumento não se mantém constante, havendo muitas oscilações com o aumento da massa (ver gráfico 5).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Gráfico 5 Ângulo de Contato Tecido de estrutura Sarja 2/1

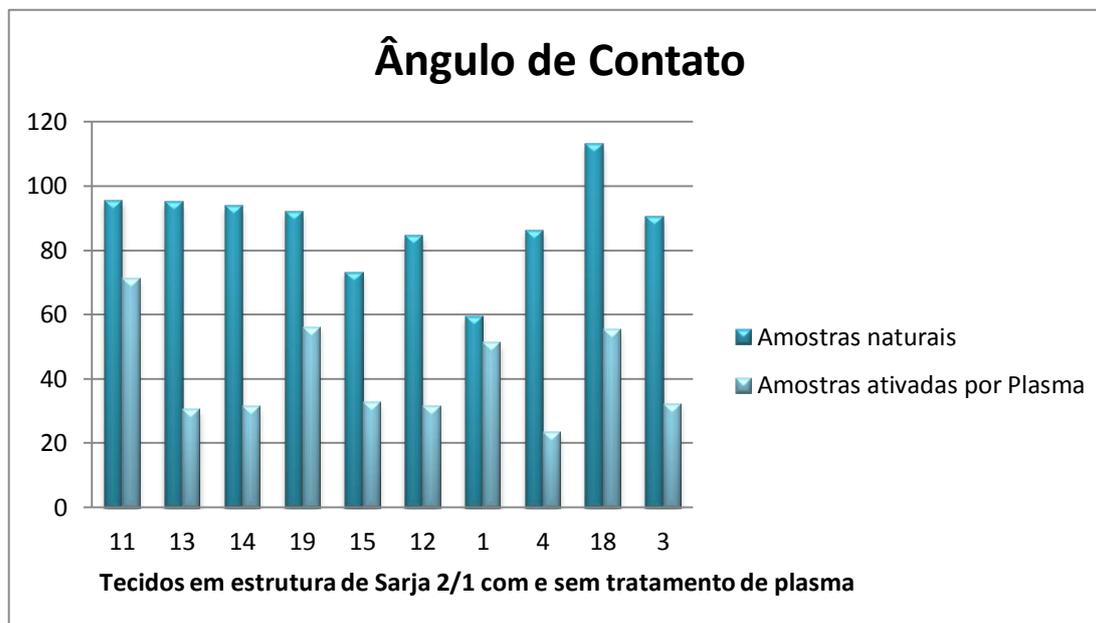


Tabela 18 Resultados da média do ângulo de contato em tecidos de estrutura Sarja 2/1

Amostra	160g/m ²	170g/m ²	190g/m ²	195g/m ²	200g/m ²	205g/m ²	* 205g/m ²	* 215g/m ²	220g/m ²	* 240g/m ²
Sem DBD plasma	95,36	95,00	93,76	92,08	73,24	84,54	59,48	86,30	113,10	90,42
Com DBD plasma	71,94	30,36	31,62	56,12	32,78	31,68	51,22	23,40	55,46	32,30

*Tecido de misturas

Os resultados representados tanto no gráfico 5 como na tabela 18 demonstram que as amostras dos tecidos com estrutura em sarja 2/1 após o tratamento plasmático tornaram-se mais hidrofílicas do que as amostras sem tratamento.

Um detalhe importante fica para as amostras que apresentam a mesma massa por unidade de superfície de 205g/m², devido ao fato de uma ser uma mistura e a outra ser 100% CO, observou-se que a amostra que apresenta a fibra sintética de poliéster na sua composição tornou-se muito mais hidrofóbica do que a amostra 100% CO.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Contudo, ainda é considerada satisfatória a utilização do tratamento de plasma em tecidos com estrutura de sarja 2/1 100% CO e de misturas, de forma a aumentar a sua hidrofiliabilidade quando estes tecidos forem submetidos a acabamentos funcionais.

Os resultados do ângulo de contato para os tecidos com estrutura em sarja 3/1 podem ser verificados a seguir no gráfico 6 e tabela 19.

Gráfico 6 Resultado do ângulo de contato nos tecidos de sarja 3/1

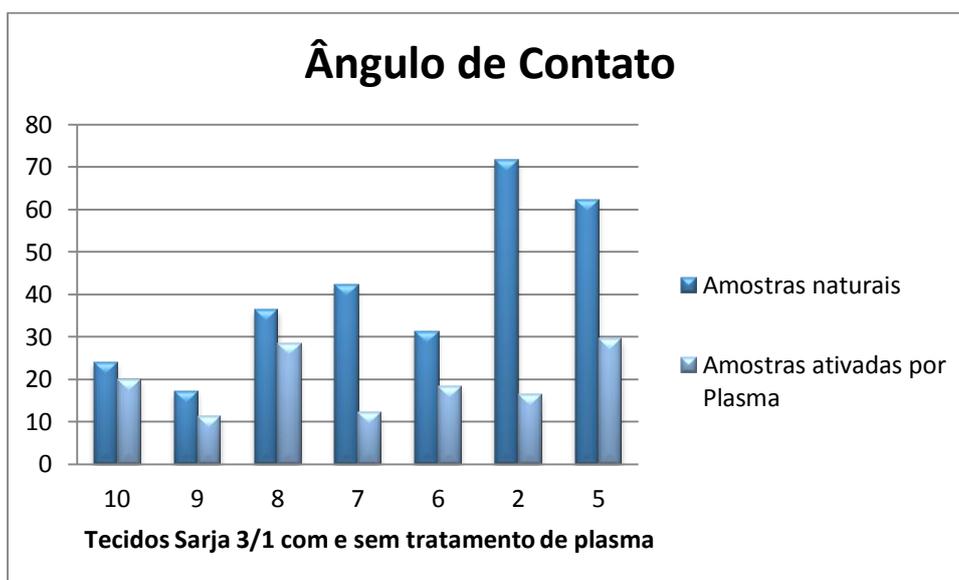


Tabela 19 Resultados da média do ângulo de contato em tecidos de estrutura Sarja 3/1

Amostra	165g/m ²	170g/m ²	190g/m ²	210g/m ²	235g/m ²	*240g/m ²	260g/m ²
Sem DBD plasma	23,98	17,12	36,54	42,40	31,24	71,74	62,22
Com DBD plasma	20,02	11,48	28,60	12,32	18,42	16,50	29,54

Os resultados dos tecidos em sarja 3/1 apresentaram que a ativação superficial do DBD plasma também confere resultados de hidrofiliabilidade. Sabendo que este tipo de tecido apresenta uma estrutura mais reforçada do que a sarja 2/1 e do tafetá, pode-se afirmar que a molhabilidade foi conferida após o tratamento em todas as amostras estudadas.

6.3 ANÁLISE DA PROTEÇÃO UV

As análises de avaliação do UPF nos tecidos sintéticos, naturais e misturas foram desenvolvidas com o tecido no seu estado cru e seco, com tingimento, com acabamento funcional e com tratamento plasmático.

6.3.1 Proteção UV em tecidos 100% Poliamida

A primeira tabela deste item descreve os resultados desenvolvidos nos tecidos de 100% PA. Foram desenvolvidos acabamentos com o produto microencapsulado de Camomila. Os resultados podem ser visualizados conforme tabela 20 e 21.

Tabela 20 Representação do grau de UPF no Tecido A

A 105g/m ²	Tecido cru e Seco	Tecido com acabamento	Tecido com plasma e acabamento
UPF	40	45	50+
UVA %	8,3	8,1	7,9
UVB %	1,3	1,3	1,1

Os resultados apresentados na tabela 20 demonstram que o tecido cru e seco apresentam excelente proteção UV. Os estudos de Day (2001) que afirmou que as fibras sintéticas apresentam os melhores índices de proteção UV, devido à sua composição química. Após o acabamento nas amostras sem o tratamento de plasma verifica-se que o índice de proteção aumenta e, conseqüentemente há uma diminuição da transmitância dos raios UVA e UVB. As amostras que sofreram o tratamento atingem o índice máximo de 50+ do UPF.

Com o aumento da massa por unidade de superfície em tecidos de poliamida 6.6 aumenta o índice de proteção UV do mesmo, conforme pode ser verificado na tabela 23.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 21 Representação do grau de UPF no Tecido B

B 125g/m²	Tecido cru e seco	Tecido com acabamento	Tecido com plasma e acabamento
UPF	50+	50+	50+
UVA %	8,2	8,0	7,4
UVB %	0,8	0,8	0,8

Pode-se afirmar que em tecidos de poliamida 6.6 com valores acima de 105g/m² de massa por unidade de superfície não se torna necessário o investimento em acabamentos funcionais para o desempenho da proteção UV.

Nota-se que através da ativação prévia da superfície do tecido com o tratamento de plasma é aumentado o índice de proteção UV nos tecidos de massa por unidade de superfície superior a 105g/m². Isto pode decorrer devido o tratamento plasmático ser suficiente para aumentar consideravelmente a molhabilidade da fibra de poliamida 6.6, promovendo uma maior e mais rápida absorção dos banhos desenvolvidos nos acabamentos têxteis (Oliveira, 2009).

Foi efetuado o teste de lavagem nas amostras de poliamida 6.6 para verificar se o índice do UPF sofre alterações após um ciclo de 10 lavagens de 30 minutos. Os resultados podem ser verificados nas tabelas 22 e 23.

Tabela 22 Representação do grau de UPF no Tecido A após lavagem

A 105g/m²	Tecido cru e seco	Tecido com acabamento	Tecido com plasma e acabamento
UPF	40	45	50+
UVA %	7,8	7,7	7,5
UVB %	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 23 Representação do grau de UPF no Tecido B após lavagem

B 125g/m²	Tecido cru e seco	Tecido com acabamento	Tecido com plasma e acabamento
UPF	50+	50+	50+
UVA %	7,5	7,3	7,2
UVB %	0,8	0,8	0,8

Percebe-se que os resultados das tabelas 22 e 23 demonstram que os tecidos mantêm o índice máximo de proteção UV sem sofrer alterações quanto ao seu grau, mantendo a escala de excelente. Porém, nota-se que a penetração dos raios UVA e UVB é diminuída após a lavagem dos tecidos. Isto pode estar relacionado com a contração dos tecidos e com utilização do detergente utilizado no banho das amostras.

6.3.2 Proteção UV em tecidos 100% Poliéster

Os resultados adquiridos com a utilização do produto nanofuncional Tanuval UVL no tecido C de 100% PES serão discriminados a partir da aplicação do tingimento com corantes dispersos antes do processo de acabamento funcional.

Neste caso, as amostras serão separadas em: tecido cru e seco, com tingimento de concentrações diferentes de 1% e 2% de corantes dispersos e com tratamento de plasma (ver tabela 24).

Tabela 24 UPF dos Tecidos de 100% Poliéster sem acabamento de proteção UV.

C 100g/m²	Tecido cru e seco	Tecido tingido 1% Corante	Tecido tingido 2% Corante	Tecido com plasma e tingido 1% Corante	Tecido com plasma e tingido 2% Corante
UPF	50	50+	50+	50+	50+
UVA %	8,5	2,7	1,1	2,2	1,0
UVB %	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9

É sabido que as fibras sintéticas no seu estado cru e seco possuem um excelente grau de proteção UV, porém as percentagens de transmitância dos raios UVA são elevadas. Pode-

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

se verificar que o tecido analisado de composição 100% PES, apresentou excelente resultado com índice de 50, mas, contudo, o percentual de transmitância dos raios UVA mostraram resultados elevados com 8,5%. Desta forma, é válido salientar que o tratamento de plasma e a aplicação de acabamentos têxteis devem ser indicados para estes tecidos para a redução da transmitância dos raios UVA para a pele.

Pode-se observar na tabela 24 que quanto maior a concentração de corantes no processo de tingimento, melhores são os resultados de UPF e conseqüentemente, melhores os resultados de bloqueio dos raios UVA e UVB para a pele humana.

Os estudos de Li (2009) ressalta que os tecidos sintéticos, quando submetidos a acabamentos funcionais, não têm um aumento significativo dos índices de UPF, estes tecidos no seu estado cru e seco possuem um desempenho excelente no que respeita à proteção a RUV, principalmente as fibras de poliéster.

À medida que avançam os estudos a partir das influências das variáveis têxteis no fator de proteção UV permite-se avaliar que a cor interfere na proteção UV dos tecidos tal como pode ser observado nas tabelas 25 e 26.

A aplicação de corantes dispersos de coloração azul no processo de tingimento nos tecidos 100% PES eleva a proteção UV ao seu nível máximo. Para Riva (2001) “a capacidade de proteção de cada corante é única”, porém as cores mais escuras promovem de forma satisfatória a absorção da RUV quando comparadas com as cores mais claras.

Isto vem em concordância com Magalhães (2008), que ressalta que a estrutura química de um corante e a intensidade da cor são dois fatores considerados extremamente importantes quando se fala em proteção contra a RUV.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 25 UPF dos Tecidos C 100% Poliéster, ativados por plasma, com acabamento de proteção UV e tingimento.

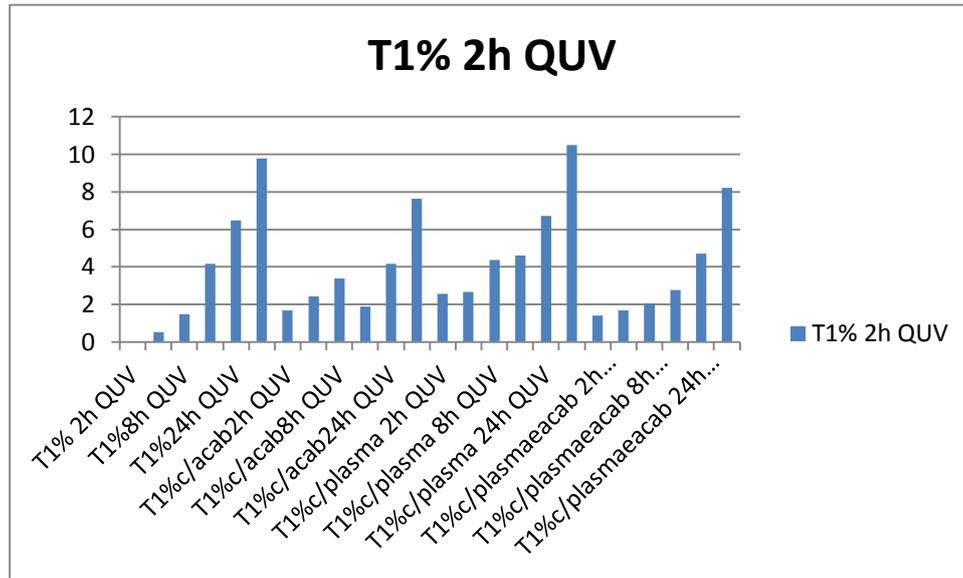
C	Tecido cru e seco	Tecido tingido 1% Corante e com acabamento	Tecido tingido 2% Corante e com acabamento	Tecido com plasma e tingido 1% Corante e com acabamento	Tecido com plasma e tingido 2% Corante e com acabamento
UPF	50	50+	50+	50+	50+
UVA %	8,5	2,5	1,2	2,4	0,7
UVB %	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9

Os resultados demonstrados na tabela 25 foram desenvolvidos nas amostras ativadas por plasma primeiramente para serem acabadas posteriormente. Observou-se que o produto nanofuncional tanuval UVL, nos tecidos estudados, não revelou resultados significativos ao desempenho dos índices de proteção UV que passa de 50 para 50+, porém, quando se trata da transmitância dos raios UVA o produto tanuval UVL confere resultados satisfatórios na redução das percentagens de transmitância dos raios UVA de 8,5 para 0,7 nos tecidos tingidos com a concentração de corante a 2% e ativados com plasma.

A utilização deste produto também pode ser aconselhada o seu uso como absorvedor da RUV em função de proteção dos corantes, pois melhoram significativamente a solidez à luz das amostras em estudo por distintos períodos de tempo e de irradiação, sendo que os resultados significativos para análise serão relatados nos períodos de 2h, 8h e 24h, tal como podem ser visualizados nos gráficos 7 e 8.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Gráfico 7 Representação do teste de solidez em tecidos tingidos com 1% de corante

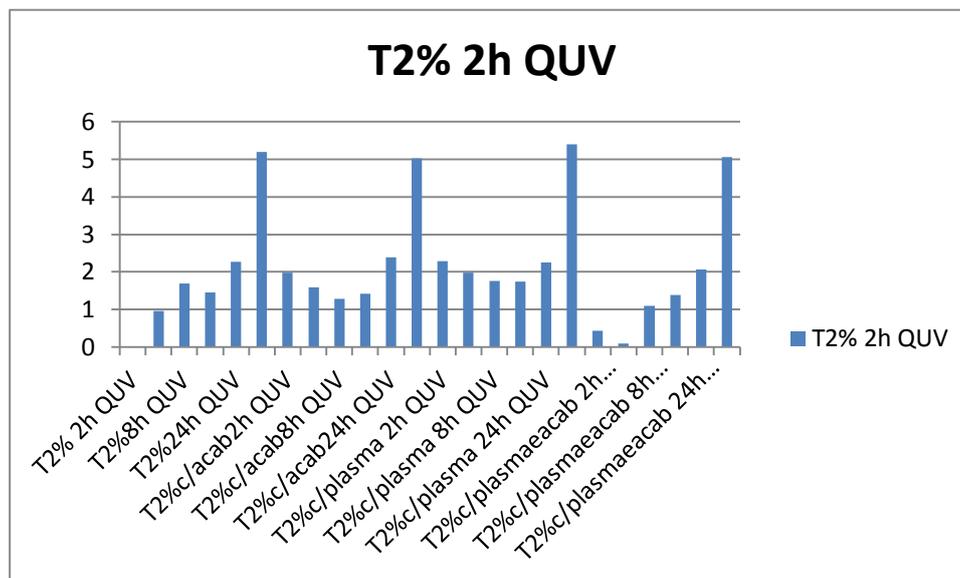


O gráfico 7 indica que a solidez dos tecidos tingidos com 1% de corante e acabados com o produto tanuval UVL mostra que a partir de 8h de exposição à luz o corante passa a ser protegido pelo produto diminuindo significativamente o desgaste do tecido nas horas subsequentes. Desta forma, a melhoria da solidez à luz foi conferida ao tecido quando o mesmo foi submetido ao tratamento de plasma conjuntamente com o produto nanofuncional tanuval UVL, diminuindo significativamente o desgaste à luz a partir de 8h de exposição e permanecendo com poucas alterações após as 24h de exposição.

Os resultados do gráfico 8 mostram que à medida que se aumenta o tempo de exposição à luz dos substratos têxteis tingidos com 2% de corantes existe pouca alteração da degradação da cor nos períodos de exposição a luz.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Gráfico 8 Representação do teste de solidez em tecidos tingidos com 2% de corante



Tecidos de 100% poliéster tingidos com a concentração de 2% de corantes dispersos possuem excelentes resultados de solidez à luz quando é feita a combinação prévia do tratamento de plasma com o acabamento, utilizando o produto tanuval UVL. Neste caso, reafirma-se que a proteção contra a RUV depende da presença dos corantes, logo, estes devem possuir solidez à lavagem e à luz para que o tecido tingido mantenha o mesmo fator de proteção (Riva, 2001).

Em contrapartida percebe-se que o produto tanuval UVL apresenta resultados satisfatórios em relação à solidez à luz do tingimento não avançando muito em relação ao índice de proteção UV em tecidos sintéticos de poliéster pois estes já apresentam excelentes índices de proteção no seu estado natural. Para Saravan (2007) os absorventes de UV com alto desempenho devem ser capazes de absorver e permanecer estáveis contra a radiação UV, dissipando a energia absorvida para evitar a degradação da cor.

Diante do exposto, a utilização deste produto pode ser necessária a partir do que constatou Saravan (2007), que foi o fato de a radiação UV ser uma das principais causas de degradação dos materiais têxteis. Devido à grande proporção de área de superfície, os substratos têxteis são suscetíveis a influências de luz e de outros fatores ambientais. A penetração da RUV causa oxidação e resulta na diminuição da elasticidade e resistência à tração.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Desta forma os materiais têxteis à medida que vão perdendo o seu índice de proteção UV, apresentam-se como materiais de elevada perda da resistência à tração, como foi observado nos estudos de Gantz (1957), onde a poliamida foi o material que apresentou elevada perda de sua resistência (perda de 50%), seguido do poliéster, com cerca de 44%, do algodão 34% e da lã com 23%, após 30 dias de exposição.

Contudo, tanto o produto microencapsulado de camomila como o produto nanofuncional tanuval UVL apresentaram resultados satisfatórios para serem levados em consideração para os segmentos de vestuários com proteção UV. Contudo sua utilização não foi indicada para os uniformes profissionais, objeto deste estudo.

Assim, o produto microencapsulado de camomila, não se configura indicado para o estudo por que no momento que se dá a rutura das microcápsulas de camomila, é libertado para o exterior um aroma calmante, algo que pode não ser necessário para os uniformes de trabalhadores de ambiente externo. A utilização deste produto pode ser aconselhada em roupas destinadas para as pessoas que queiram aliviar o *stress* ou para as pessoas que praticam yoga e meditação, entre outras práticas de relaxamento.

O produto nanofuncional tanuval UVL é indicado para os tecidos de poliéster, e estes, por sua vez, apresentam excelentes índices de UPF em estado cru e seco, o produto passa a ser aconselhado para exercer funções de absorção da radiação UV mas apenas para efeitos de proteção do corante.

Por fim, os tecidos de 100% PA 6.6 e 100% PES, mesmo apresentando os melhores índices de proteção UV no seu estado cru e seco, são objeto de um escasso aperfeiçoamento a partir dos acabamentos funcionais, não satisfazendo assim o segmento dos uniformes profissionais para os trabalhadores de ambientes externos, uma vez que estas fibras 100% sintéticas podem aquecer muito quando expostas ao sol, não demonstram boa absorvência da humidade, por serem altamente higroscópicas.

6.3.3 Proteção UV em tecidos 100% Algodão e Misturas

Os resultados do desenvolvimento de acabamentos funcionais com diferentes dosagens 1,5, 3,0 e 5,0g/L de produto nanofuncional UV SUN CEL, patenteado pela empresa Huntsman, nos substratos cru e seco representados pela letra **C**, em tecidos de diferentes estruturas em tafetá, sarja 2/1, sarja 3/1 e misturas, com diferentes massas por unidade de superfície e com a ativação da tecnologia de plasma representados pela letra **P**, serão descritos a seguir quanto ao grau de transmitância dos raios UVA e UVB e seu índice de UPF, os quais podem ser verificados nas tabelas 26, 27 e 28.

Inicialmente verifica-se que a produção de uniformes, a partir de tecidos de 100% algodão sem nenhum tipo de acabamento têxtil de proteção UV, é insatisfatória para a promoção da proteção UV na pele dos trabalhadores de ambientes externos. Isto vem em concordância com Day (2001) que afirma que as fibras naturais precisam de tratamentos para aumentar a proteção à radiação UV.

Esta afirmação pode ser verificada nas amostras dos tecidos de composição 100% CO no seu estado cru e seco, nas quais o grau de proteção é insignificativo entre 0 - 10, não chegando sequer a ser classificados na tabela de UPF, onde o menor índice fica em torno de 15. Há uma exceção para os tecidos de misturas que, mesmo no seu estado cru e seco, já podem ser classificados como detendo o grau de boa proteção 35 – 50+, podendo bloquear os RUV em 95%.

Legenda: **C** = cru e seco e **P** = tecidos ativados superficialmente com o tratamento de plasma.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 26 Resultados do UPF em tecidos 100% CO e misturas de estrutura em tafetá com acabamentos funcionais.

Grupo 1: Estrutura tafetá								
150g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	∅	∅	20	15	25	20	25	25
UVA%	27,9	28,7	10,8	11,0	7,9	8,4	6,8	6,8
UVB%	19,9	19,9	4,1	4,3	3,1	3,3	3,1	3,0
165g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	∅	∅	50	50	50+	50+	50+	50+
UVA%	27,4	28,6	9,1	9,0	3,8	7,2	4,9	5,2
UVB%	17,9	18,9	1,1	1,3	0,8	1,0	0,8	0,8
175g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	26,2	26,9	6,5	8,1	6,1	5,9	4,8	5,0
UVB%	16,4	16,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

180g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	21,9	22,8	6,1	6,3	4,4	5,0	3,2	3,7
UVB%	12,2	12,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
190g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50	50+	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	25,4	25,5	7,2	7,8	5,3	6,1	4,5	5,0
UVB%	16,6	16,6	1,1	1,7	0,9	0,9	0,8	1,0
Mistura 65%CO 35%PES 195g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	30	25	40	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	14,2	14,3	9,6	9,2	6,8	7,2	5,7	5,8
UVB%	1,6	1,8	1,1	0,8	0,8	0,8	1,1	1,0

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

225g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	10	10	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA %	16,1	16,4	3,6	4,2	3,2	3,2	2,4	2,6
UVB %	7,0	7,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

A tabela 26 representa a aplicação de acabamentos funcionais com o produto nanofuncional UV SUN CEL em tecidos de estrutura tafetá com diferentes massas por unidade de superfície com a aplicação de diferentes concentrações do produto. Com os resultados obtidos percebe-se resultados satisfatórios de proteção UV em todas as amostras.

As diferentes massas por unidade de superfície dos substratos têxteis em contatos com os diferentes níveis de concentrações do produto alteraram significativamente os níveis de proteção UV nos tecidos a partir de 165g/m², isto pode decorrer por que a medida que o tecido torna-se com massas mais elevadas, o tecido pode passar a ter uma maior cobertura de fios em sua superfície, menos interstícios e maior área para adesão dos produtos funcionais.

Isto pode ser verificado que a partir de 175g/m² nos tecidos de estrutura tafetá, estes atingem excelentes índices de UPF estabelecido pela tabela de classificação. Desta forma, confirma os estudos de Fernandes (2003); Cristo (2005); Magalhães (2007) que ressaltam que a proteção proporcionada por um tecido também está relacionada com a densidade deste. Quanto mais denso for o tecido, maior será a proteção contra a RUV.

As diferentes concentrações do produto irão ser válidas apenas para tecidos com massa por unidade de superfície inferior a 175g/m², tendo sido constatado que os tecidos considerados com baixas massa por unidade de superfície, inferiores a 150g/m², necessitam de concentrações maiores de produto, acima de 5g de produto, para que possa promover a proteção UV nos tecidos. Isto ocorre devido a estes tecidos possuírem uma

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

quantidade maior de interstícios, apresentam uma estrutura mais aberta, fato que facilita a penetração dos raios UVA e UVB para a pele humana.

Quando a massa por unidade de superfície for considerada maior que 175g/m^2 , a adição de $1,5\text{g/L}$ de produto ao processo de acabamento é considerada suficiente para atingir o grau máximo do UPF.

Os resultados nos tecidos 100% CO e misturas de estruturas sarja 2/1 podem ser visualizados na tabela 27.

Tabela 27 Resultados do UPF em tecidos 100% CO e misturas de estrutura em sarja 2/1 com acabamentos funcionais.

Grupo 2: Estrutura Sarja 2/1								
160g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	18,4	17,8	6,1	6,2	4,0	4,3	4,0	4,3
UVB%	8,4	8,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
170g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	24,6	25,7	6,1	5,9	4,8	4,6	4,2	4,0
UVB%	15,3	15,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

190g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	19,9	20,8	5,5	5,2	3,8	3,8	3,3	3,5
UVB%	10,3	10,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
195g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	12,3	11,6	5,1	5,0	3,9	3,9	3,1	3,1
UVB%	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
200g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	21,7	21,2	5,3	5,5	4,0	4,0	3,7	3,7
UVB%	12,2	11,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

205g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	19	19,8	5,4	4,9	3,5	3,5	3,0	3,2
UVB%	9,8	10,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8
Misturas 65%PES 35%CO 205g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	50	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	11,8	11,5	7,4	6,6	5,1	4,7	4,0	3,6
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Misturas 65%CO 35%PES 215g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	50	50	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	11,1	11,3	6,5	6,2	4,7	4,0	3,7	3,4
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

220g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	17,3	18,5	4,9	4,9	3,4	3,4	2,9	2,8
UVB%	8,3	8,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Misturas 65%CO 35%PES 240g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA%	9,4	9,6	6	5,5	3,1	3,8	3,1	3,0
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Verifica-se na tabela 27 que os tecidos de estrutura sarja 2/1 com composição de 100% CO, em estado cru e seco apresentam níveis baixos de UPF, fato também verificado nos tecidos de estrutura em tafetá nas diferentes massas por unidade de superfície.

Porém pode-se constatar que a mudança das estruturas dos tecidos é importante quando estes são submetidos aos acabamentos. Verificou-se que, com o desenvolvimento do acabamento funcional com baixa concentração (1,5g/L) do produto nanofuncional UV SUN CEL, nas estruturas de sarja 2/1, houve alterações de excelentes resultados nos seus índices de UPF, mesmo em tecidos com baixas massas por unidade de superfície, ao contrário do que ocorreu às estruturas de tafetá, que precisaram de uma concentração maior de produto para atingir o grau máximo de proteção UV.

Diante do exposto é importante realçar que tecidos 100% CO de estrutura em sarja 2/1 obtêm excelentes níveis de proteção UV após aplicação de acabamentos funcionais a

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

partir de 160g/m². Atestando o que LI (2009) ressaltou, os tecidos de fibras vegetais que passam pelos processos de acabamentos funcionais demonstram desempenhos excelentes na função da proteção UV, podendo apresentar valores elevados com UPF de 50+.

Foi observado que os tecidos mistos de estrutura em sarja 2/1, que na sua composição apresentavam fibras de poliéster e fibras de algodão, exibiram os melhores resultados em relação aos índices de UPF em tecidos naturais, atingindo o índice de 50 que é classificado como excelente. Para estes tecidos, o desenvolvimento do acabamento têxtil funcional de barreira UV torna-se desnecessário, podendo, no entanto configurar-se como uma opção quando se pretende diminuir a penetração dos raios UVA e UVB. Para estes tecidos obterem o grau máximo de proteção UV torna-se necessária a adição de apenas 1,5g/L de produto de proteção UV, permitindo desta forma a redução a penetração da RUV.

A utilização da tecnologia de plasma para obtenção de melhores resultados no acabamento funcional não interferiu de modo significativo nos testes de UPF, uma vez que apenas com a mera aplicação do produto de acabamento têxtil de proteção UV os tecidos obtiveram elevados níveis proteção e bloqueio dos RUV.

Entretanto, os melhores resultados em tecidos 100% CO com estrutura em sarja 2/1, aparecem a partir dos 160g/m² de massa por unidade de área com a aplicação de 1,5g/L de produto no acabamento funcional.

Os resultados obtidos em tecidos 100% CO e mistura de estrutura em sarja 3/1 são descritos na tabela 28.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 28 Resultados do UPF em tecidos 100% CO e misturas de estrutura em sarja 3/1 com acabamentos funcionais

Grupo 3: Estrutura Sarja 3/1									
165g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L		
	C	P	C	P	C	P	C	P	
UPF	5	5	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	19,7	19,8	5,3	5,6	4,4	4,8	3,7	3,8	
UVB%	9,6	9,6	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	
170g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L		
	C	P	C	P	C	P	C	P	
UPF	5	5	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	21,8	21,8	5,5	5,9	4,8	5,0	3,6	3,9	
UVB%	12,3	12,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
190g/m²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L		
	C	P	C	P	C	P	C	P	
UPF	5	5	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	20,3	20,4	5,3	5,3	4,1	4,1	3,2	3,2	
UVB%	11,1	11,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

210g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	5	5	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	20,2	20,2	5,1	5,1	3,6	3,6	2,6	2,6
UVB%	11,3	11,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
235g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	10	10	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	13,8	13,8	3,3	3,1	2,2	2,3	1,7	1,8
UVB%	5,9	5,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Mistura 65%CO 35%PES 240g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	10,1	10,1	3,8	4,0	3,0	3,0	2,2	2,3
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

260g/m ²	Sem acabamento		1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
	C	P	C	P	C	P	C	P
UPF	10	10	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	16	16	3,6	3,6	2,6	2,8	2,0	2,0
UVB%	7,3	7,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9

Os resultados obtidos e demonstrados na tabela 28 reafirmam que os tecidos de composição 100% CO precisam de acabamentos funcionais para poder adquirir a funcionalidade de proteção UV. É válido salientar que estes tecidos no seu estado cru e seco não protegem a pele contra a RUV, mesmo apresentando 260g/m² de massa por unidade de superfície. Em contrapartida, pode-se afirmar que os tecidos de misturas de algodão e poliéster, a partir de 195g/m² de massa por unidade de superfície no seu estado cru e seco, independentemente de sua estrutura, possuem excelentes índices de proteção UV, classificado pela norma australiana AS/NZS 4399:1996.

Para melhor analisar os resultados dos acabamentos funcionais e para efeito comparativo, realizou-se o processo de tingimento nos tecidos de composição 100% CO dos três grupos de tecidos estudados foram selecionadas as amostras que continham as menores e as maiores massas por unidade de superfície. Todas as amostras após o tingimento foram analisadas quanto aos seus índices de UPF

6.3.4 Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas com aplicação de tingimentos

A aplicação do beneficiamento têxtil, tingimento, nos tecidos de composição 100% CO foi desenvolvida a partir de diferentes concentrações de corantes reativos de 1% e 2% e com a adição de dois tipos de corante: monofuncional e bifuncional, ambos de coloração vermelha. Os resultados podem ser observados na tabela 29.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 29 Resultados do UPF em tecidos tingidos

Grupo 1	Corante Bifuncional 1%	Corante Bifuncional 2%	Corante Monofuncional 1%	Corante Monofuncional 2%
150g/m²				
UPF	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA	2,7	0,6	3,3	0,6
UVB	0,8	0,8	0,8	0,8
225g/m²	Corante Bifuncional 1%	Corante Bifuncional 2%	Corante Monofuncional 1%	Corante Monofuncional 2%
UPF	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA	0,6	0,6	1,0	0,6
UVB	0,9	0,8	0,8	0,8
Grupo 2	Corante Bifuncional 1%	Corante Bifuncional 2%	Corante Monofuncional 1%	Corante Monofuncional 2%
160g/m²				
UPF	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA	1,3	0,6	2,4	0,6
UVB	0,9	0,8	0,8	0,8
220g/m²	Corante Bifuncional 1%	Corante Bifuncional 2%	Corante Monofuncional 1%	Corante Monofuncional 2%
UPF	50 +	50 +	50 +	50 +
UVA	0,6	0,6	1,1	0,6
UVB	0,9	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Grupo 3	Corante Bifuncional 1%	Corante Bifuncional 2%	Corante Monofuncional 1%	Corante Monofuncional 2%
165g/m²				
UPF	50+	50+	50+	50+
UVA	1,2	0,6	1,8	0,6
UVB	0,8	0,8	0,8	0,8
260g/m²				
UPF	50+	50+	50+	50+
UVA	0,6	0,5	0,9	0,6
UVB	0,8	0,8	0,8	0,8

Na tabela 29, é possível verificar que a partir de 150g/m² de massa por unidade de superfície, os corantes reativos possuem excelente proteção da RUV e, neste caso, tanto o corante monofuncional como o bifuncional apresentaram resultados satisfatórios a partir de 1g de corante.

Desta forma, visualiza-se que a proteção contra a RUV em tecidos tingidos atinge o grau máximo da tabela de classificação do UPF, percebendo-se ainda que há uma transmissão mínima da percentagem dos raios de UVA e UVB, e que estes passam a diminuir de acordo com o aumento da quantidade de concentração do corante, além das maiores massas por unidade de superfície e da respetiva densidade dos tecidos.

Esta proteção UV em tecidos tingidos ocorre devido ao fato de o corante ser considerado um absorvente da RUV. Os corantes reativos conferem ligações covalentes entre o átomo de carbono do corante e os grupos hidroxilos das fibras celulósicas (Dizge *et. al.*, 2008). Assim, o tecido, ao ser tingido, age como uma barreira de proteção e não permite a passagem da RUV para a pele do utilizador.

Porém, o corante bifuncional torna-se mais indicado devido ao fato de proporcionar uma diminuição da transmitância dos raios UVA e UVB através dos tecidos para a pele. Isto pode decorrer pelo fato de que os corantes bifuncionais apresentarem em sua composição múltiplos grupos reativos que podem obter uma maior percentagem de corante fixado na superfície do substrato têxtil, melhorando os resultados do tingimento e conseqüentemente o UPF do tecido (Teixeira, 2014).

Neste sentido Adissi *et al.* (2006) ressalta que existem muitos corantes que absorvem a RUV. Cores escuras (preto, azul escuro, vermelho escuro), no mesmo tipo de tecido (mesma estrutura e massa por unidade de superfície), normalmente absorvem a RUV mais intensamente do que os tons pastéis. Os tecidos com menores concentrações de corantes, que pouco absorvem a RUV, costumam refleti-las, o que teoricamente poderia colaborar para a proteção. No entanto, é importante não esquecer que esta reflexão ocorre, também, em direção ao rosto do trabalhador e aos membros inferiores e superiores (Adissi *et al.*, 2006; Saravan, 2007).

Saravan (2007) salienta que a maior relevância do efeito protetor a partir dos processos de tingimentos é que o tingimento pode propiciar excelentes índices de proteção UV em tecidos com baixas massas por unidade de superfície, o que se afigura como sendo muito melhor, do que usar tecidos com altas massas por unidade de superfície que não são adequados para os países de climas tropicais.

6.3.5 Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas em relação à humidade

Os resultados obtidos em relação ao fator de humidade nos tecidos 100% CO e misturas são apresentados na tabela 30. Percebe-se que quanto mais húmido o tecido se apresentar menor será o seu fator de proteção UV e, em consequência, haverá maior quantidade de raios ultravioletas a ser transmitidos para a pele.

Os testes de humidade foram aplicados em todas as amostras dos três grupos de tecidos estudados. Considerou-se como húmido o tecido que teve o seu peso mergulhado em água. O tecido húmido foi analisado a partir do espectrofotómetro Camspec M350 UV-VIS. Neste teste separamos as amostras em tecido cru e húmido, tecidos com acabamentos

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

funcionais sem o tratamento plasmático por **C** e com o tratamento por **P**. Observou-se que a presença do tratamento de plasma nas amostras, proporciona uma barreira maior de proteção UV, a partir da efetivação de um maior bloqueio da transmitância dos raios UVA e UVB para a pele, quando os tecidos apresentam-se com grau de humidade.

Tabela 30 Resultados do teste de humidade nos tecidos dos três grupos estudados.

Grupo 1 150g/m²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	15	15	20	20	20	20
UVA%	44,6	25,8	20,2	16,5	14,8	10,8	10,2
UVB%	31,1	4,2	3,8	0,9	0,8	0,8	0,8
165g/m²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	20	20	50+	50+	50+	50+
UVA%	37,4	22,8	20,8	12,9	12,6	10,6	10,3
UVB%	24,2	1,8	1,8	0,9	0,9	0,8	0,8
175g/m²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	20	20	50	50+	50+	50+
UVA%	40,5	14,8	14,1	13,2	12,7	10,8	10,4
UVB%	27,3	3,6	3,2	1,8	1,6	0,9	0,9

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

180g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	45	45	50+	50+	50+	50+
UVA%	29	15,3	14,7	12,9	12,1	10,4	10,0
UVB%	17,3	1,2	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8
190g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	40	40	50+	50+	50+	50+
UVA%	37,2	14,1	13,5	12,2	11,0	8,2	7,8
UVB%	22,9	1,4	1,1	0,8	0,8	0,8	0,8
225g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	19,7	12,1	11,5	10,6	10,0	7,8	7,2
UVB%	9,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Mistura 65% CO 35% PES 195g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	30	35	35	50+	50+	50+	50+
UVA%	17	14,1	13,9	10,0	9,7	5,8	5,2
UVB%	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8
Grupo 2 160g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	5	30	30	50+	50+	50+	50+
UVA%	29,8	15,9	15,5	12,1	11,7	10,7	10,4
UVB%	14,7	1,4	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8
170g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	44	10,0	9,8	8,1	7,8	6,2	5,5
UVB%	30,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

190g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	40,3	12,9	12,4	11,0	10,8	9,1	8,8
UVB%	26	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
195g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	35	35	50+	50+	50+	50+
UVA%	40	20,1	19,2	8,9	8,3	7,2	6,8
UVB%	22,3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
200g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	18,1	13,0	12,4	12,6	11,8	11,2	10,1
UVB%	12,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

205g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	34,4	12,0	11,4	11,2	10,6	10,1	9,6
UVB%	20,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Mistura 65% PES 35%CO 205g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	40	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	17,8	10,8	10,4	10,0	9,2	9,4	8,8
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Mistura 65% CO 35%PES 215g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	35	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	17,4	10,8	10,0	10,0	9,2	9,2	8,6
UVB%	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

220g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	36,1	11,0	10,5	10,4	9,8	9,8	8,8
UVB%	28,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
240g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	35	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	17,1	11,0	10,9	10,6	9,8	9,7	8,7
UVB%	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Grupo 3 165g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	32,5	14,0	13,7	13,2	12,8	12,7	12,0
UVB%	18,2	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

170g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	38,3	14,0	13,8	13,0	12,8	12,7	11,8
UVB%	24,6	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
190g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	35,7	13,9	13,7	12,8	12,2	12,1	11,6
UVB%	23,4	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
210g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	35,8	12,1	11,8	11,6	11,0	10,9	10,1
UVB%	22	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

235g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	∅	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	30,2	8,9	8,1	8,0	7,2	7,4	6,8
UVB%	15,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Mistura 65%CO 35% PES 240g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	35	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	19,1	8,2	7,8	7,8	6,4	7,0	5,9
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
260g/m ²	Tecido cru e húmido	1,5g/L		3,0g/L		5,0g/L	
		C	P	C	P	C	P
UPF	5	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	29,4	9,5	7,8	7,2	5,8	5,7	4,8
UVB%	15,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Pode-se observar que a aplicação de 1,5g/L do produto na maioria dos tecidos ativados por plasma demonstram resultados significativos de bloqueio e transmitância dos raios UVA e UVB para a pele, mesmo após os tecidos se apresentarem húmidos. Isto pode decorrer a partir da hidrofiliidade presente nas fibras proporcionada pelo tratamento plasmático, fazendo com que as amostras obtenham maior adesão dos produtos nanofuncionais aplicados, mantendo-os ativos mesmo com presença de humidade.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Neste sentido, Adissi *et al.* (2006) afirma que o conteúdo de água retido nos tecidos diminui o grau do UPF. Por exemplo, os tecidos 100% algodão, retêm bastante suor por serem fibras hidrofílicas, tendo assim uma excelente capacidade de absorção. Geralmente as roupas desenvolvidas à base da fibra de algodão absorvem suor, mantendo, assim, um maior conforto.

Todavia, deve-se ressaltar que este conforto é temporário, pois, à medida que se dá um aumento da sudorese do trabalhador, os uniformes tornam-se molhados e pesados, e, conseqüentemente, a sensação de conforto por ocasionar um aumento da temperatura corporal o que faz diminuir consideravelmente o grau do UPF

Os tecidos sintéticos à base de poliamida e/ou poliéster apresentam uma maior capacidade de proteção UV, possuem boa durabilidade e secagem rápida por serem fibras com alto teor de higroscopicidade (Adissi *et al.*, 2006). Contudo estas fibras, por serem hidrófobas provocam sensações de desconforto ao utilizador por apresentarem baixa taxa de absorção de humidade.

A presença de humidade nos tecidos pode ser desencadeada a partir da transpiração do trabalhador, o suor liberado do corpo não é absorvido na sua totalidade pelas fibras sintéticas e, se este tecido apresentar baixa permeabilidade ao ar e à humidade, o suor permanece em contato com o corpo, ocasionando o desconforto.

Neste contexto, Saravan (2007) salienta que o teor de humidade afeta diretamente no índice de UPF do tecido através do inchamento das fibras, devido à absorção de humidade, e por outro lado, a presença da humidade, reduz os efeitos de dispersão dos raios ultravioletas, havendo portanto uma maior transmitância destes raios para a pele humana.

Desta forma, constatou-se que a presença de humidade nos tecidos faz com que os índices de UPF diminuam, tornando-se assim necessário o desenvolvimento de acabamentos funcionais de proteção UV, para os tecidos destinados à produção de uniformes profissionais, conjuntamente com o tratamento plasmático, para que os mesmos possam proteger os trabalhadores da RUV durante a sua jornada de trabalho.

6.3.6 Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas em relação à humidade dos tecidos tingidos

É válido ressaltar que neste estudo foram desenvolvidos tingimentos, com concentrações de 1% e 2% de corantes reativos, monofuncional e bifuncional e, aquando da medição em relação ao grau de UPF, verificou-se que a partir de 1% de concentração de corante, obtiveram-se excelentes resultados de proteção contra a RUV nos tecidos. Assim, foram sujeitos ao teste de humidade apenas os tecidos que foram aplicados concentração de 1% de corantes monofuncional e bifuncional.

Tabela 31 Resultados do teste de humidade em tecidos tingidos com concentrações de 1% de corantes, monofuncional e bifuncional.

Grupo 1 150g/m²	Corante Monofuncional 1%	Corante Bifuncional 1%	250g/m²	Corante Monofuncional 1%	Corante Bifuncional 1%
UPF	15	50+	UPF	50+	50+
UVA%	12,4	6,5	UVA%	5,7	2,7
UVB%	3,2	0,8	UVB%	0,8	0,9
Grupo 2 160g/m²	Corante Monofuncional 1%	Corante Bifuncional 1%	220g/m²	Corante Monofuncional 1%	Corante Bifuncional 1%
UPF	25	50+	UPF	50+	50+
UVA%	9,7	6,6	UVA%	5,5	4,6
UVB%	1,8	0,9	UVB%	0,8	0,9

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Grupo 3 165g/m²	Corante Monofuncional 1%	Corante Bifuncional 1%	260g/m²	Corante Monofuncional 1%	Corante Bifuncional 1%
UPF	35	50+	UPF	50+	50+
UVA%	8,5	6,5	UVA%	5,0	3,7
UVB%	1,2	0,8	UVB%	0,8	0,8

Saravan (2007) verificou que a capacidade das fibras têxteis para proporcionar a proteção UV pode variar consoante a sua estrutura e dos acabamentos realizados. Desta forma, é sabido que concentrações mínimas de corantes reativos (1%), influencia positivamente o grau de proteção UV em tecidos 100% CO nas suas diferentes estruturas quando o tecido se apresenta em estado cru e seco. Um tecido com composição de 100% CO pode transmitir para a pele 15-20% de raios UVA e UVB subindo para mais de 50% se a roupa estiver molhada (Saravan, 2007).

Desta forma, em relação aos tecidos com presença de humidade, pode-se observar na tabela 31, que o índice de proteção UV em tecidos 100% CO, tingidos com a concentração de 1% de corantes reativos monofuncionais, diminuem consideravelmente o grau de proteção contra a RUV em tecidos com massa por unidade de superfície de 150g/m² de estrutura tafetá e de 160g/m² e 165g/m² de estrutura em sarja 2/1 e 3/1 respetivamente. Percebe-se assim que as massas por unidade de superfície superiores às citadas continuam com excelentes índices de proteção UV mesmo quando o tecido apresenta-se húmido.

Constata-se que os tecidos tingidos com a concentração de 1% de corantes bifuncionais, mesmo quando se apresentam com humidade, continuam a possuir excelentes resultados no que tange ao grau de proteção UV, permanecendo em 50+ nos tecidos a partir de massas por unidade de superfície superiores a 150g/m², em diferentes estruturas. Porém, nota-se que mesmo com os índices de UPF apresentarem como excelentes, visualiza-se um aumento da transmitância dos raios UVA e UVB para a pele, em tecidos com presença de humidade.

6.3.7 Proteção UV em tecidos 100% Algodão e misturas em relação à durabilidade dos acabamentos

Merino (2011) ressalta que os principais fatores que favorecem a proteção UV nos têxteis são: tecidos ou malhas que foram tingidas, tecidos ou malhas com estruturas apertadas, que tenham a capacidade de respirabilidade, libertem a transpiração e que possuam acabamentos na superfície do produto. Argumenta ainda que os principais fatores que não favorecem a proteção UV nos têxteis são: humidade, transpiração, o uso e a lavagem devido ao desgaste.

Desta forma, após constatar-se que a humidade não favorece de fato a proteção UV nas amostras em estudo, testou-se em seguida o desgaste quanto à solidez da lavagem em todas as amostras. Neste tópico, apresentaremos os resultados a partir das massas por unidade de superfície mais baixa e a mais elevadas amostras presentes nos três grupos de tecidos estudados, os resultados das outras amostras encontram-se em anexo 04.

Para a verificação da durabilidade dos acabamentos funcionais aplicados nos tecidos, os testes para a análise da durabilidade foram desenvolvidos através da lavagem das amostras no equipamento Linitest. Após cada ciclo de lavagem efetuado, as amostras foram medidas quanto ao seu índice de UPF através do espectrofotómetro UV VIS. Este teste foi desenvolvido nas amostras com acabamento funcional com concentração de 1,5g/L de produto, com e sem tratamento plasmático.

É válido salientar que a verificação da durabilidade dos acabamentos funcionais desenvolvidos é pertinente ao estudo por se considerar que, além dos parâmetros de construção dos tecidos já mencionados neste estudo, o desgaste desenvolvido a partir das lavagens ao substrato têxtil também podem afetar nos índices de UPF, conforme os estudos de (Bohringer, 1997; Bajaj, 2000; Holme, 2003; Saravan, 2007). Os resultados podem ser verificados nas tabelas 32, 33 e 34.

Legenda: Os testes foram desenvolvidos nos tecidos cru (CRU), conjuntamente com os tecidos com acabamento funcional com concentração de 1,5g/L de produto (A) e nos tecidos ativados previamente com o tratamento de plasma e acabamento (AP).

Tabela 32 Resultados dos testes de durabilidade dos acabamentos funcionais ao grau de UPF em tecidos de estrutura tafetá.

Grupo 1															
150g/m²															
	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	∅	15	15	∅	15	15	∅	15	15	∅	15	15	∅	15	15
UVA%	26,7	10,7	11,0	26,2	10,7	11,0	26,0	10,6	11,0	24,1	10,2	11,0	23,3	10,5	9,7
UVB%	18,1	4,5	4,5	17,8	4,5	4,5	17,0	4,5	4,5	14,5	4,2	4,6	14,0	4,5	4,0
225g/m²															
	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	40	45
UVA%	14,0	4,1	4,2	13,3	4,4	4,5	13,0	4,8	4,9	12,1	4,6	4,8	13,1	9,4	9,0
UVB%	5,5	0,8	0,8	4,9	0,8	0,8	5,0	0,8	0,8	4,3	0,8	0,8	5,2	1,1	1,1

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 33 Resultados dos testes de durabilidade dos acabamentos funcionais ao grau de UPF em tecidos de estrutura em sarja 2/1.

Grupo 2

160g/m²

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	40	45
UVA%	15,7	6,5	6,6	16,6	6,3	6,4	16,4	6,0	6,1	16,0	6,1	6,4	16,5	6,4	6,3
UVB%	7,6	0,8	0,8	7,5	0,8	0,8	7,4	0,8	0,8	7,3	0,8	0,8	7,8	0,8	0,8

220g/m²

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	17,2	5,3	5,5	15,5	5,1	5,2	16,0	5,2	5,3	16,3	5,3	5,4	15,8	5,2	5,2
UVB%	8,2	0,8	0,8	7,1	0,8	0,8	7,4	0,8	0,8	7,6	0,8	0,8	7,4	0,8	0,8

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 34 Resultados dos testes de durabilidade dos acabamentos funcionais ao grau de UPF em tecidos de estrutura em sarja 3/1.

Grupo 3

165g/m²

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	19,9	6,4	6,5	18,2	6,4	6,5	18,5	5,6	5,7	18,7	6,1	6,2	17,9	6,5	5,6
UVB%	10,3	0,8	0,8	9,6	0,8	0,8	9,6	0,8	0,8	9,5	0,8	0,8	8,9	0,8	0,8

260g/m²

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+
UVA%	15,2	3,8	3,9	14,9	3,8	3,9	14,2	3,9	4,0	13,0	3,8	3,9	13,0	4,0	3,8
UVB%	7,0	0,8	0,8	6,8	0,8	0,8	6,5	0,8	0,8	5,7	0,9	0,9	5,6	0,8	0,8

Os testes de durabilidade dos acabamentos funcionais desenvolvidos a partir dos ciclos de lavagem nas amostras permitiram constatar que os tecidos com massa por unidade de superfície de 150g/m^2 e inferior a 190g/m^2 perdem consideravelmente o grau do UPF durante os ciclos de lavagem. Isto pode decorrer da sua estrutura tafetá ser mais aberta e apresentar mais interstícios na sua superfície.

Os menores índices estão representados nos tecidos com menores massas por unidade de superfície 150g/m^2 , o seu índice de UPF diminui de 20 para 15 logo na 1ª lavagem no seu estado cru, permanecendo porém estável durante a sucessão de lavagens estabelecidas. O mesmo tecido quando ativado por plasma possuía índice de 15 e não se alterou durante os ciclos de lavagem.

O único tecido que apresentou variação dos índices de UPF durante as lavagens foram as amostras com a massa por unidade de superfície de 175g/m^2 que perdem o seu grau de 50+ a partir do ciclo de 5 lavagens, descendo progressivamente para 40 e estabilizando em 30 a partir de 15 lavagens. Assim, pode-se observar que a perda dos índices de UPF foram conferidas em tecidos que apresentaram massa por unidade de superfícies menores, baixa densidade, estruturas em tafetá, pois estes tecidos apresentaram interstícios mais elevados, entre as fibras.

Os tecidos de estrutura em sarja 2/1 ou 3/1 que possuem densidades mais elevada na superfície dos tecidos, com uma ordenação mais fechada e apertada entre as fibras, possuem excelentes graus de durabilidade do acabamento funcional, algo demonstrado a partir dos testes de solidez à lavagem. A exceção destes dois grupos ocorre naqueles com a massa por unidade de superfície de 160g/m^2 , no qual se dá uma diminuição do grau de proteção UV de 50+, a partir do ciclo de 50 lavagens e fixando-se com o índice de 40 sem plasma e 45 com plasma sendo, portanto, ainda considerados excelentes níveis de proteção UV em tecidos.

Contudo é válido ressaltar que o processo de acabamento funcional a partir do produto nanofuncional UV SUN CEL configura-se como uma excelente fonte de proteção UV nos substratos têxteis. O produto eleva consideravelmente os níveis de proteção UV em tecidos de composição de 100% CO e de misturas 65% CO e 35% PES / 65% PES e 35% CO, com diferentes estruturas, sem alterar as características químicas e físicas dos tecidos.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

A durabilidade do produto nanofuncional nas amostras estudadas foi testada e comprovada a sua eficiência em mais de 50 lavagens. É importante salientar que o tratamento plasmático contribui para a permanência do produto nas fibras durante os processos de lavagens.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO VII

7. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO FUNCIONAL

7.1 ANÁLISE ERGONÓMICA DAS ÁREAS CORPORAIS PARA PROTEÇÃO UV

Com o intuito de atender aos objetivos propostos neste estudo da construção de novos produtos para o segmento do uniforme profissional funcional para o trabalhador externo introduz-se agora uma análise dos pontos de incidência dos raios solares na pele dos trabalhadores de forma a dar um contributo e colaborar com o desenvolvimento do produto.

Assim, buscou-se sugerir requisitos e parâmetros para o desenvolvimento de novos produtos identificando as áreas específicas na qual o vestuário deve ser alvo de um reforço por forma a para promover a proteção UV, durante a confecção dos uniformes profissionais (Silva *et al*, 2014).

Foi efetuada a simulação do trabalhador de ambiente externo através de um manequim ergonómico. Como pode ser observado na figura 34, o manequim foi exposto a RUV, no período da manhã, no mês de agosto, em Portugal. Este período foi escolhido para análise, por configurar-se com ângulos de elevada incidência da RUV.



Figura 34 Imagem da simulação do manequim ergonómico exposto a RUV.

Fonte: autora

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Os resultados obtidos neste ensaio foram alcançados a partir da observação direta do ângulo de incidência dos raios solares. Observou-se que quanto menor for a latitude maior será a radiação solar, conforme os estudos do Proclira (2007), que ressalta que o ângulo originado pelos raios solares quando atingem a superfície terrestre varia de acordo com a latitude.

Diante do exposto, a figura 35, a qual simula o ângulo de incidência dos raios solares a partir de três pontos de transmissão ao longo do dia realça-se que o primeiro ponto (A) representa o sol da manhã, o (B) representa o sol do meio-dia e o ponto (C) o sol da tarde. Percebe-se que os pontos A e C diferenciam-se do ponto B. Isto ocorre devido ao fato de o ângulo de incidência dos raios solares apresentar-se com diferentes intensidades ao longo do dia.

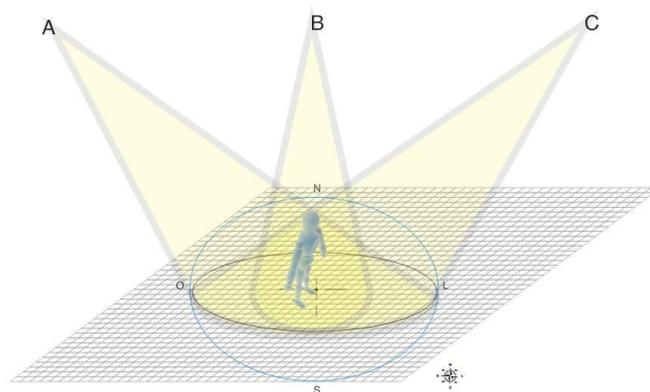


Figura 35 Imagem da reprodução do manequim ergonômico exposto aos raios solares.

Fonte: autora

Vale a pena salientar que quanto maior a inclinação dos raios solares, maior a superfície que recebe radiação. No entanto, há uma maior dispersão da mesma resultando numa menor quantidade de energia recebida por unidade da superfície.

Pelo contrário, se a inclinação dos raios solares for reduzida, maior será o ângulo de incidência e menor a superfície a receber radiação, porém a quantidade de energia recebida por unidade de superfície é maior porque esta encontra-se menos dispersa.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Na sequência do descrito, estudos comprovam que uma superfície perpendicular relativamente a um feixe vertical de raios solares recebe a quantidade máxima de radiação (Proclira, 2007), conforme pode ser observado no ponto B.

A partir deste ensaio, conseguiu-se identificar os pontos de maior intensidade solar na pele do trabalhador através da análise de uma simulação do seu desempenho em atividades diferentes. As análises da tarefa do trabalhador foram adaptadas a partir dos estudos de biomecânica ocupacional de Iida (2005).

A Figura 36 representa o trabalhador em posição de pé, em quatro localizações diferentes relativamente à exposição ao sol (frente, lado, costas e visão superior, respetivamente). Verifica-se ao lado da Figura 36 uma escala de cores azulada, na qual a maior veemência da cor significa maior intensidade dos raios solares e a menor veemência da cor corresponde a uma menor intensidade dos raios solares, simulando, desta forma, os pontos de maior ou menor incidência dos raios na pele do trabalhador.

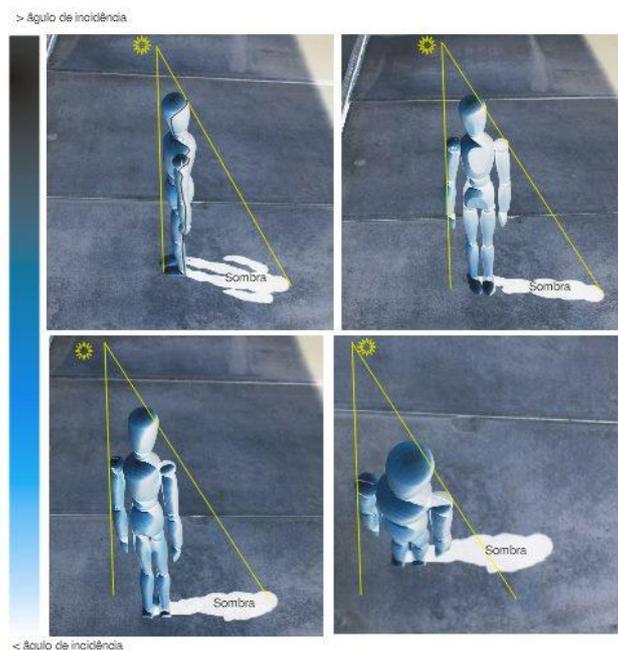


Figura 36 Simulação do trabalhador em pé, altamente exposto aos raios solares

Fonte: Autora

Foi possível visualizar que os pontos de maior incidência na pele do trabalhador quando exposto ao sol variam dependendo da sua posição. Ao observar a figuras 36 percebe-se que os pontos de maior incidência ocorrem especificamente na cabeça, pescoço, ombros,

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

peito, costas e membros superiores. Os pontos de menor incidência, embora também significativos, são os antebraços, as pernas, o abdômen e o quadril.

Estes pontos de incidência dos raios solares na pele do trabalhador também podem variar dependendo da sua ação nas atividades laborais como pode ser verificado na Figura 37.

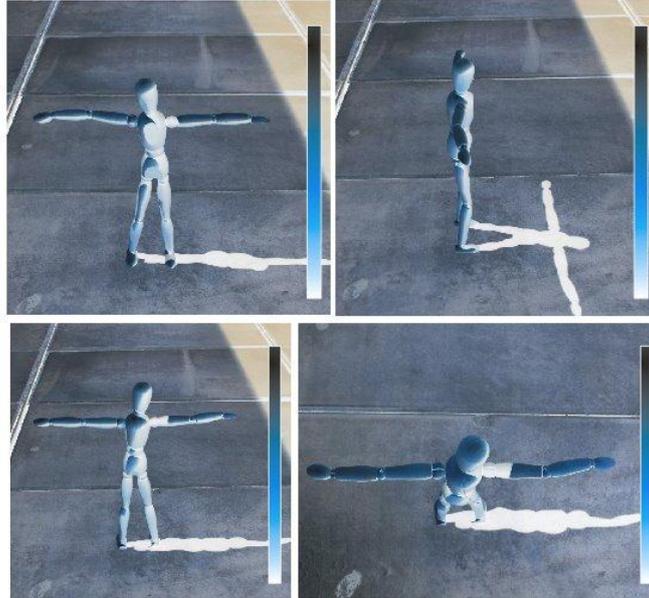


Figura 37 Simulação do trabalhador de pé e de braços abertos, altamente exposto aos raios solares.

Fonte do autor

A Figura 37 demonstra que na realização das ações laborais desempenhadas ao longo da sua jornada de trabalho os pontos de incidência dos raios solares vão sendo modificados. Alguns pontos, especialmente os de maior intensidade, mantêm-se constantes, tais como a cabeça, o pescoço, os ombros e a parte superior das costas. Dependendo da ação exercida, os raios solares podem atingir também com maior intensidade as mãos.

O quadril e os membros inferiores, principalmente a coxa, sofrem muita incidência da RUV quando o trabalhador se coloca numa posição inclinada, tal como pode ser observado na Figura 38. Há, portanto, uma grande diferença quando o dorso está inclinado na medida em que, além da alta incidência nos membros superiores, é visível também a referida incidência nos membros inferiores.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

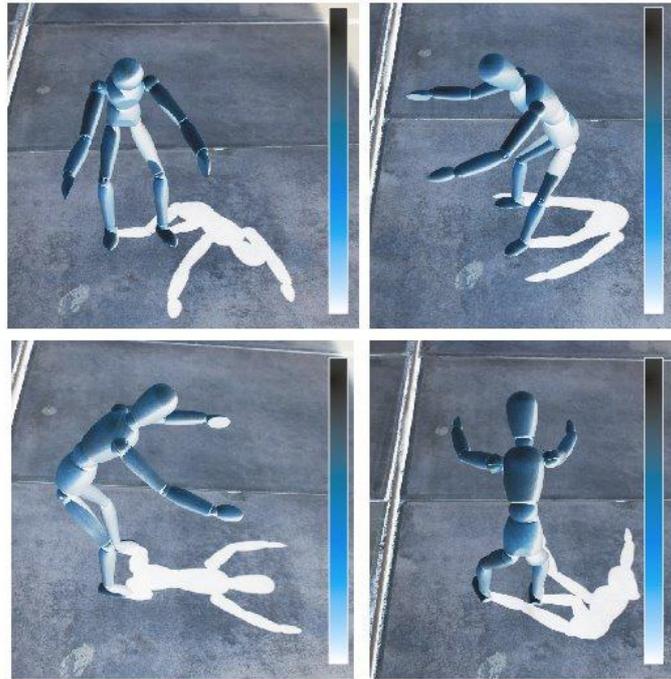


Figura 38 Simulação do trabalhador com o dorso inclinado, duas pernas e braços fletidos, altamente exposto aos raios solares.

Fonte: autora

Este estudo preliminar sobre os pontos estratégicos de maior incidência dos raios solares na pele do trabalhador de ambiente externo serviu de base para o desenvolvimento dos novos produtos para o segmento dos uniformes profissionais. As observações aqui apresentadas contribuem para a elaboração dos requisitos e parâmetros para serem incorporados no processo de planejamento e desenvolvimento do produto no segmento dos uniformes dos trabalhadores altamente expostos aos raios solares.

Os pontos de incidência dos raios solares na pele do trabalhador de ambiente externo dependem, por um lado, de algumas variáveis relacionadas com os estudos de climatologia, e, por outro lado, pela sua posição e ações executadas durante a sua jornada de um dia de trabalho quando exposto à radiação solar.

Desta forma, os uniformes destes trabalhadores devem ser projetados de forma criteriosa nos pontos identificados para que promovam a segurança e a proteção da saúde do trabalhador no que concerne às excessivas exposições da RUV.

Para a obtenção desta melhoria nos uniformes profissionais dos trabalhadores externos, o seu planejamento e produção devem levar em consideração estes pontos identificados, aliando tecnologia ao produto através dos acabamentos funcionais de proteção UV. O

tópico a seguir descreve a construção do protótipo da camisa e da calça do uniforme funcional.

7.2 O PROTÓTIPO DO UNIFORME FUNCIONAL PROTET - ESCUDO – UV

De acordo com os estudos de Silva *et. al.* (2014) foi verificado que os pontos de maior incidência de RUV na pele do trabalhador externo variam dependendo da sua posição relativa à exposição solar e da ação que este exerce nas suas atividades laborais.

É válido ressaltar que os pontos de maior incidência da RUV são a cabeça, rosto, pescoço, ombros, peito, costas e os membros superiores do corpo. Desta forma, ao desenvolver o protótipo da camisa PROTET Escudo UV levou-se em consideração este estudo preliminar ao verificar os pontos de maior incidência, bem como o projeto desenvolvido pelo HOHENSTEIN INSTITUTE.

O Instituto alemão HOHENSTEIN desenvolveu um projeto em 2011, visando roupas de trabalho para os jardineiros que assegurassem uma proteção UV adequada para um dia de trabalho, sendo ao mesmo tempo otimizadas fisiologicamente. Isto quer dizer que devem ser efetivamente respiráveis e leves. Assim, produziram uma camisa para o trabalho, toda em malha, levando em consideração o conforto e a facilidade na hora de vestir.

Todos os estudos desenvolvidos a respeito da temática dos uniformes profissionais para trabalhadores de ambientes externos permitiram avaliar que são recomendados para estes uniformes o emprego de modelagens para camisas com mangas curtas e compridas, conforme a função exercida, ambos com gola e modelagens de calças para que esses trabalhadores disponham de uma maior proteção, já que o nível de exposição à radiação solar é alto (Oliveira *et al*, 2004; Adisse *et al*, 2006; Nunes *et al*, 2010; Pozzebon & Rodrigues, 2009).

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Desta forma, partindo do conceito de proteção da pele dos trabalhadores contra a RUV, desenvolveu-se neste estudo a ideia do uniforme a partir da função simbólica do escudo¹³.

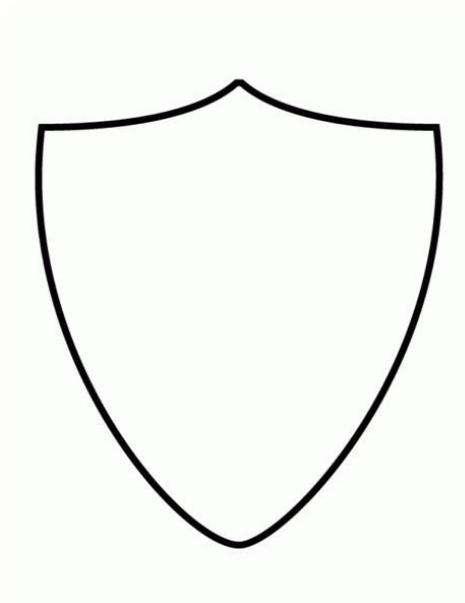


Figura 39. Modelo de Escudo que serviu de base para a produção do uniforme

Fonte: www.colorearya.com

Assim, com a definição do escudo para a proteção dos membros superiores do corpo dos trabalhadores, adaptou-se o seu formato com recorte abaixo da região do peito para proporcionar maior conforto ao utilizador na execução dos movimentos do corpo (ver figura 40).

Denominou-se o projeto de PROTET - Escudo – UV, camisa e calça. O protótipo faz uma junção dos estudos mencionados, levando em consideração o emprego dos itens de maior relevância para os trabalhadores de ambientes externos, conjuntamente com a observação dos pontos do corpo que recebem maior incidência da RUV.

Para a camisa do uniforme (ficha técnica e desenho de moda em anexo 05 e 06), optou-se por sugerir utilizar mangas compridas com a aplicação da malha de algodão de

¹³ A escolha do símbolo do escudo foi inspirada a partir das batalhas medievais decorridas durante a Idade Medieval. Nestas batalhas, os guerreiros medievais utilizavam o escudo como um equipamento de proteção para a garantia de assegura a vida. Desta forma, o escudo parte da proteção dos trabalhadores de ambientes externos contra a RUV, prevenindo-os de possíveis doenças cutâneas, assegurando as suas vidas.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

estrutura Rib K=15 mencionada nos estudos de Cristo (2005) como sendo a malha que oferece maior proteção UV de entre as quatro estruturas estudadas. Esta escolha partiu da premissa de que a malha de algodão é ideal para regiões de climas quentes por proporcionar maior conforto térmico e ergonómico, praticidade e leveza durante os movimentos intensos dos trabalhadores.

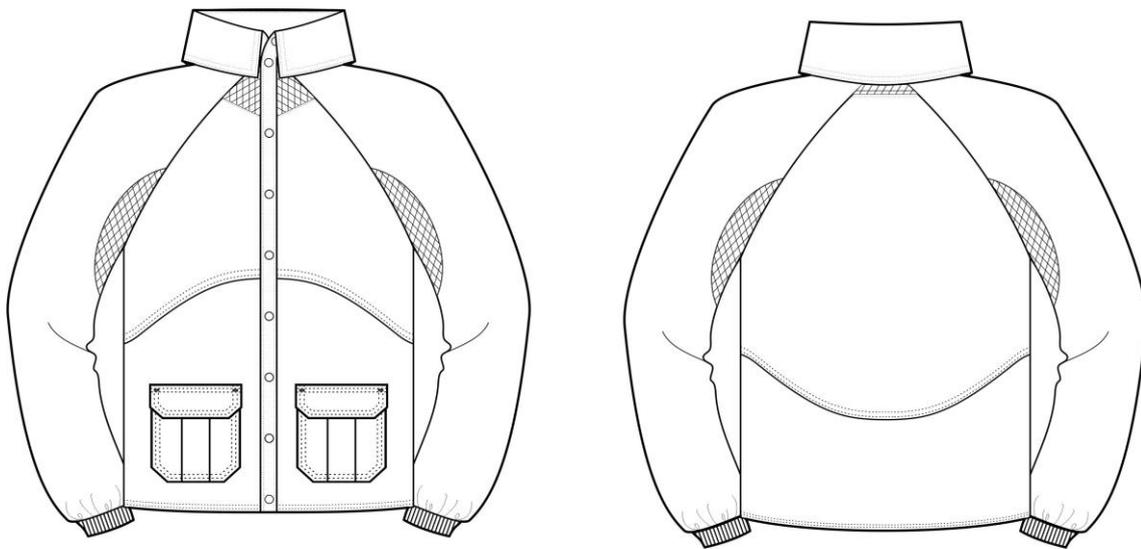


Figura 40 Protótipo da camisa PROTET Escudo UV, frente e costas.

Ao considerar que a temperatura interna do corpo ronda em média os 37°C, sendo que esta temperatura de maior aquecimento corporal situam-se nas extremidades próximas da zona núcleo (coração) oscilando entre: axilas (32°C) e pescoço (37°C) (Hohenstein, 2011), desta forma, intentou-se regular a temperatura corporal a partir dos recortes no protótipo da camisa, na zona do pescoço (frente/costas) e nas axilas. Desta forma, sugere-se o emprego de malhas funcionais com filamentos de poliéster coolmax fresh, estes filamentos promovem a permeabilidade a água e ao ar, ao permitir uma respirabilidade dos tecidos nas zonas que são consideradas de maior aquecimento de temperatura corporal.

A modelagem da camisa PROTET - Escudo – UV foi inspirada no corte de mangas raglan. Este formato permite a remoção do corte e da costura na região das axilas, visto

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

ser uma zona que, devido aos constantes movimentos dos braços, podem ocasionar desconforto por causa do atrito da costura na pele, aumentando desse modo a temperatura das extremidades (axilas) e a sudação. O corte raglan proporciona à camisa do uniforme maior flexibilidade no que respeita aos movimentos dos braços e proporciona a sensação de conforto ao utilizador.

Pode-se observar na figura 40 que a parte da frente e das costas da camisa serão desenvolvidas com tecidos planos (100% CO ou misturas) que, dependendo da função do trabalhador e do tempo que o mesmo fica exposto à RUV, podem ser tingidas, acabadas com produtos funcionais, ser apenas uma mistura e/ou apresentar uma massa por unidade de superfície mais pesada.

O destaque da camisa PROTET – Escudo - UV vai para a sua gola, inspirada no modelo de colarinhos existentes no mercado de camisas sociais. Ela tem a altura da chamada gola rolê ou alta, assim designada por ter um tipo de estrutura arredondada e alta, que protege todo o pescoço contra a RUV. Apresenta uma abertura frontal o que pode proporcionar conforto, descaracterizando-se contudo do colarinho social por não possuir o pé de gola na sua estrutura.

É sugerido neste estudo o desenvolvimento de uma gola alta e armada com o mesmo tecido utilizado para o escudo, com o propósito de proteger o pescoço do trabalhador de ambientes externos à RUV, principalmente no momento em que o trabalhador sentir maior desconforto solar, visto que a gola é dobrável no tamanho desejado, permitindo assim cobrir o pescoço todo ou apenas parte dele.

Escolheu-se o abotoamento frontal simples tipo camisaria social masculina. A escolha baseia-se no intuito de dar à indumentária uma aparência semelhante às camisas sociais e, por se tratar de um uniforme de trabalho, conferir-lhe um fácil manuseio na hora de vestir e despir.

Nas pesquisas de Oliveira (2004) verificou-se que os trabalhadores não dão muita importância à presença de bolsos na camisa dos uniformes. Porém, neste estudo

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

aconselha-se a presença de dois bolsos tipo cargo e com tampa na zona inferior da camisa, na altura das mãos, para facilitar o transporte de ferramentas leves de trabalho.

Os punhos da camisa foram pensados a partir dos produtos de punhos em malha ligeiramente nervurados disponíveis no mercado. A sua função é a de garantir que as mangas compridas da camisa fiquem presas ao punho do utilizador de forma confortável, sem deixar que o mesmo fique exposto à RUV.

A parte inferior do uniforme foi analisada de forma a promover também a proteção UV aos trabalhadores. De entre os diversos produtos que podem vir a promover tal função, idealizou-se a calça por ser de fácil usabilidade conforme a figura 41.

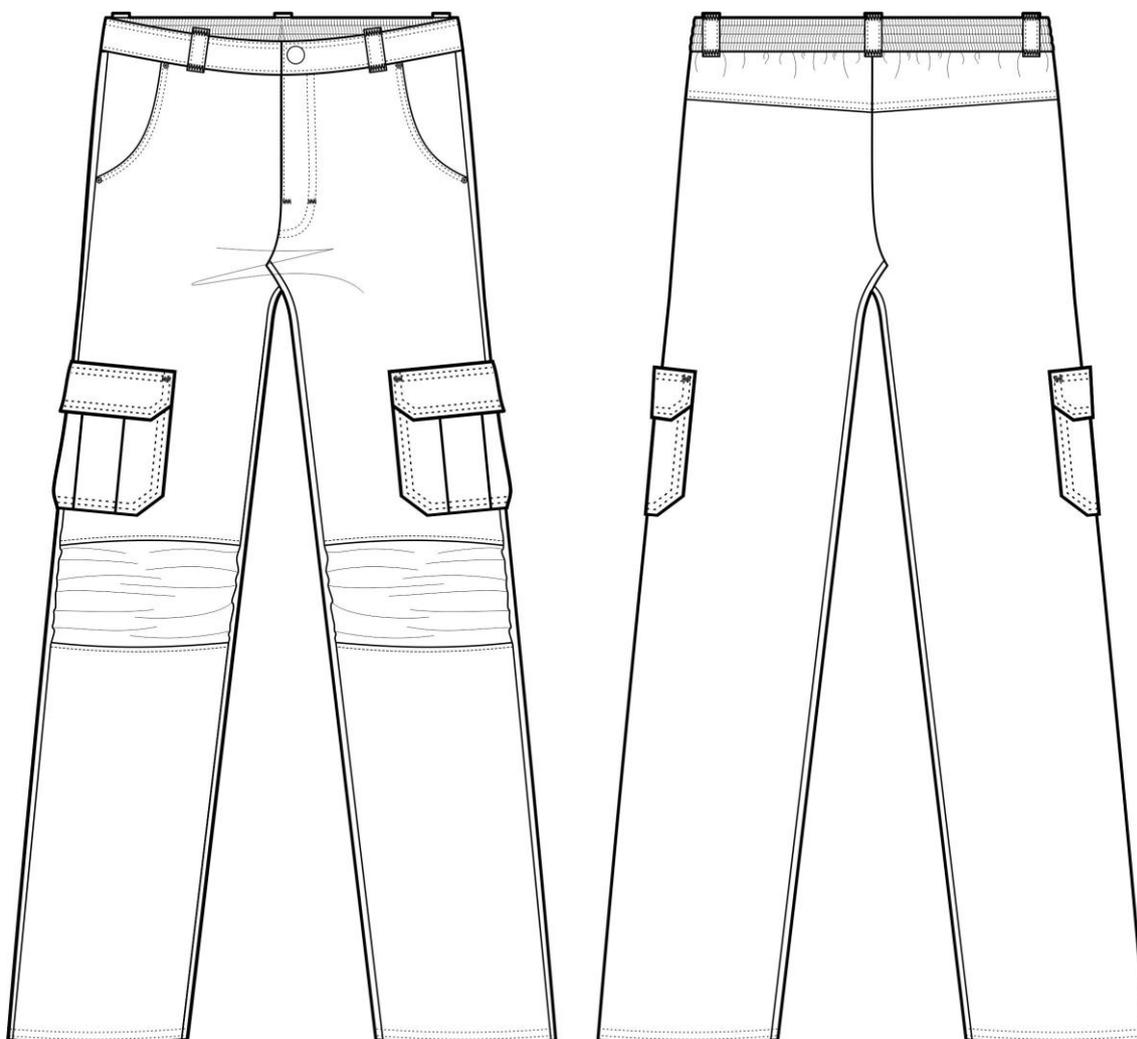


Figura 41 Protótipo de calça para uniformes profissionais para trabalhadores externos - PROTET UV.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Silva *et. al.* (2014) constatou que, dependendo da ação do trabalhador nas suas atividades, os membros inferiores, principalmente o quadril e a coxa, recebem muita incidência da RUV. Neste contexto, é importante referir que deve também ser levada em consideração a zona final da perna e os tornozelos, devido ao fato de a RUV ser refletida pelo chão, sendo que esse reflexo produzido pelo contato da RUV com o chão, num sentido de baixo para cima, conduz os raios solares para a pele do trabalhador.

Desta forma ao desenvolver as calças PROTET – Escudo - UV dos uniformes profissionais, foi levado em consideração que os membros inferiores do corpo mais próximo do chão são os pés, os tornozelos e a parte inferior da perna. Para isto, desenvolveu-se um recorte na zona dos joelhos da calça.

Este recorte será um retângulo suavemente curvo (0,5cm de costura nas laterais) para se adaptar ao formato dos joelhos e pregueado com a junção de pregas macho no centro e fêmeas nas laterais.

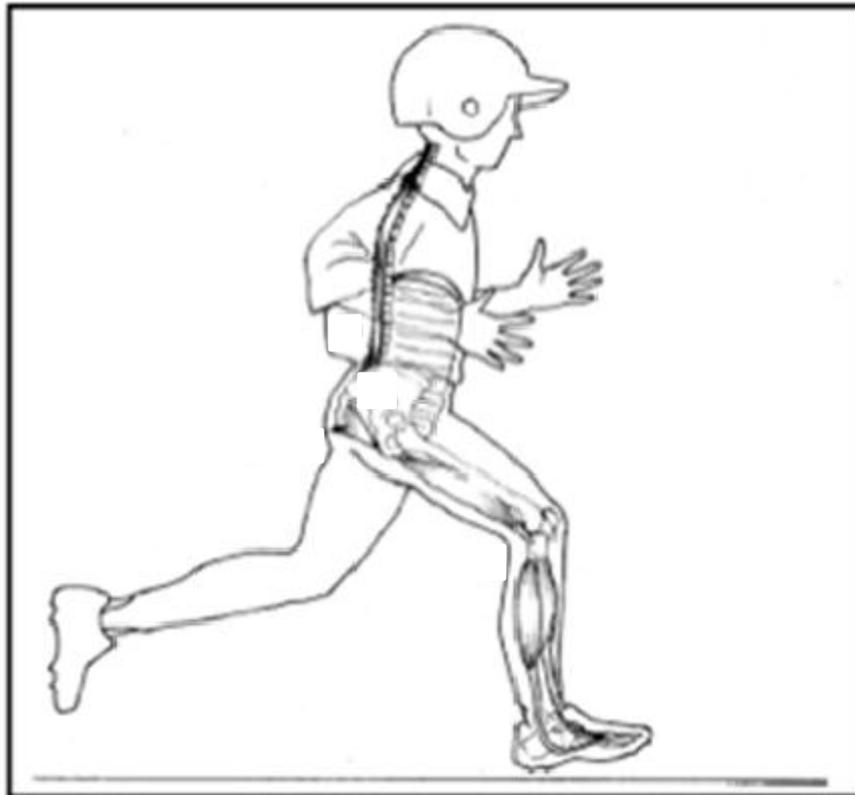


Figura 42 Representação da locomoção do trabalhador.

Fonte: www.limatreinamento.blogspot.com (2015)

A função do recorte na calça dos uniformes é projetar o conforto ergonómico na zona dos joelhos durante a locomoção do trabalhador externo, conforme a figura 42. Para além disto, é também função deste recorte, promover a proteção UV da zona dos tornozelos e da parte inferior das pernas, pois evitará que as pernas da calça levistem durante os movimentos de locomoção dos trabalhadores de ambientes externos durante as atividades laborais.

O cós da calça será desenvolvido com a metade traseira em elástico, para se adequar aos traços físicos de cada trabalhador. A pala das costas reforça esta adequação e possibilita o fácil manuseio e maior conforto na zona da barriga e da anca.

O tecido empregue pode ser uma sarja 2/1 ou 3/1 acabada com um produto nanofuncional ou apenas tingida. A braguilha é simples, com um fecho de correr a partir de 15cm para o tamanho 40, com cinco passadores, dois bolsos chapados na frente e dois bolsos cargos laterais na altura dos joelhos e do acesso das mãos.

7.3 SELEÇÃO DO PRODUTO FUNCIONAL DE BARREIRA UV

Os estudos desenvolvidos até ao momento permitiram o avanço científico no campo do conhecimento do vestuário para o segmento dos uniformes profissionais com proteção UV a partir de acabamentos funcionais. Foram demonstradas várias tabelas com os resultados obtidos durante o desenvolvimento dos testes laboratoriais. A seguir, é descrita a avaliação dos resultados obtidos através de um programa desenvolvido a partir do *software* MatLab R2014a®.

Perante todos os resultados deste estudo, e com a necessidade de se identificar as melhores amostras de entre as 27 estudadas, as quais se podem configurar como preferíveis para a produção do protótipo a ser desenvolvido. Sentiu-se a necessidade de quantificar os dados a partir dos doze parâmetros que constituem os critérios de avaliação dos índices de UPF que foram utilizados neste estudo e que interferem diretamente na qualidade da proteção UV em substratos têxteis, os parâmetros foram identificados de A a L, como pode ser observado na tabela 35.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Tabela 35 Legenda do levantamento dos doze parâmetros de avaliação da proteção UV em substratos têxteis

	A	B	C	D	E	F	G	H	I			J	K	L	
							Durabilidade								
	Composição	Estrutura do tecido	Massa por uni. de superfície	Plasma	Tingimento	Acabamento	1 lavagem	5 lavagens	15 lavagens	25 lavagens	50 lavagens			Humidade	
1	Poliamida	Tafeté	Até 150	Sem ativação	Sem tingimento	Sem acabamento	Proteção UV menor que 15%			Proteção UV menor que 15%					
2	Poliéster	Sarja	150 à 200	Ativado por plasma	Corante disperso à 1%	Microcápsulas de camomila	Proteção UV entre 16% e 20%			Proteção UV entre 16% e 20%					
3	Algodão	- x -	201 à 250	- x -	Corante disperso à 2%	TANUVAL UVL	Proteção UV entre 21% e 25%			Proteção UV entre 21% e 25%					
4	Algodão 65% / Poliéster 35%	- x -	251 ou mais	- x -	Corante reativo à 1% (CRIM)	UV SUN CEL à 1,5 g	Proteção UV entre 26% e 30%			Proteção UV entre 26% e 30%					
5	Algodão 35% / Poliéster 65%	- x -	- x -	- x -	Corante reativo à 1% (RED)	UV SUN CEL à 3,0 g	Proteção UV entre 31% e 35%			Proteção UV entre 31% e 35%					
6	- x -	- x -	- x -	- x -	Corante reativo à 2% (CRIM)	UV SUN CEL à 5,0 g	Proteção UV entre 36% e 40%			Proteção UV entre 36% e 40%					
7	- x -	- x -	- x -	- x -	Corante reativo à 2% (RED)	- x -	Proteção UV entre 41% e 45%			Proteção UV entre 41% e 45%					

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

8	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	Proteção UV entre 46% e 50%					
9	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	Proteção UV maior que 51%					

Como pode-se observar cada parâmetro (A – L) foram atribuídas variáveis que quantificamos de 1 a 9 na primeira coluna em amarelo, por exemplo, o parâmetro composição variou em cinco itens, pois tínhamos amostras de PA, PES, CO e duas misturas e assim decorre sucessivamente para os demais parâmetros.

Para cada parâmetro foram atribuídos pesos multiplicadores (1 a 5) de acordo com o grau de importância do que se pretende desenvolver, ou seja, se o objetivo for desenvolver uma camisa para um operário da construção civil, que trabalha no nordeste do Brasil, este trabalhador vive numa região de clima muito quente em quase todo o ano, então, por exemplo o parâmetro composição terá de possuir um peso muito maior do que o parâmetro estrutura. Neste caso específico é mais importante saber a composição dos tecidos do que a sua estrutura.

Logo em seguida, cada variável foi atribuída uma nota (1 a 10) conforme o caráter de importância e a especificidade do produto que se pretende desenvolver. Estes dados são todos alimentados pelo operador, é o operador que define seus critérios de importância e o programador executa a tabulação dos dados de acordo com o que foi informado.

Após o operador ter designado os pesos para os parâmetros e as notas para as variáveis de acordo com o que se pretende desenvolver. A próxima etapa seria fazer a leitura quantitativa de todas as 27 amostras que foram utilizadas na fase experimental. Esta etapa consiste em denominar a partir

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

dos números, presentes na tabela 35, tudo o que foi desenvolvido com cada amostra. Por exemplo, a amostra 1 é um tecido de composição 100% CO, que na tabela é representado pelo número 3, de estrutura tafetá representado pelo número 1 e assim sucessivamente. Desta forma, das 27 amostras estudadas, obteve-se um total de 208 variações das amostras (anexo). A seguir pode-se observar como a amostra 1 se subdividiu (tabela 36).

Tabela 36. Exemplo de variação de uma amostra para o programa MatLab R2014a®

Nº	Amostra	Parâmetros											
		3	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
9	1	3	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
10	1a	3	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1
11	1aa	3	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	8
12	1aaa	3	1	1	2	5	1	1	1	1	1	1	8
13	1..4a	3	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	9
14	1...5a	3	1	1	2	6	1	1	1	1	1	1	9
15	1...6a	3	1	1	1	7	1	1	1	1	1	1	9
16	1...7a	3	1	1	2	7	1	1	1	1	1	1	9
17	1...8a	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1
18	1...9a	3	1	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1
19	1...10a	3	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	8
20	1...11a	3	1	1	2	1	5	1	1	1	1	1	8
21	1...12a	3	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	9
22	1...13a	3	1	1	2	1	6	1	1	1	1	1	9

A tabela 36 representa a leitura quantitativa da amostra 1, são estas variações de números que são entregue ao programador para a realização da escolha dos tecidos que melhor se adequam para a produção dos uniformes profissionais, ao levar em consideração as funções dos trabalhadores de ambientes externos, e o grau de importância das características de cada variável para a produção do produto. Assim, foram simulados três

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

exemplos para a construção de uniformes para trabalhadores de ambientes externos, operário da construção civil: camisa, calça e casaco (tabelas 37,38 e 39).

CAMISA

Tabela 37 Seleção de critérios para o desenvolvimento de uma camisa

PESO									
A= 5	A1= 2	A2= 2	A3= 6	A4= 7	A5= 4				
B= 3	B1= 5	B2= 3							
C= 5	C1= 8	C2= 8	C3= 5	C4= 4					
D= 2	D1= 4	D2= 4							
E= 5	E1= 1	E2= 10	E3= 10	E4= 7	E5= 9	E6= 7	E7= 7		
F= 5	F1= 1	F2= 2	F3= 2	F4= 9	F5= 7	F6= 7			
G= 1	G1= 1	G2= 1	G3= 1	G4= 1	G5= 5	G6= 6	G7= 7	G8= 8	G9= 9
H= 1	H1= 1	H2= 1	H3= 1	H4= 1	H5= 6	H6= 7	H7= 8	H8= 9	H9= 10
I= 1	I1= 1	I2= 1	I3= 1	I4= 1	I5= 7	I6= 8	I7= 9	I8= 10	I9= 10
J= 2,5	J1= 1	J2= 1	J3= 1	J4= 1	J5= 8	J6= 9	J7= 10	J8= 10	J9= 10
K= 4,5	K1= 1	K2= 1	K3= 1	K4= 1	K5= 9	K6= 10	K7= 10	K8= 10	K9= 10
L= 4	L1= 1	L2= 1	L3= 1	L4= 1	L5= 6	L6= 7	L7= 8	L8= 9	L9= 10

Os melhores resultados para a camisa, determinados pelo programa correspondem às variações desenvolvidas com as amostras representadas a seguir:

- 100%CO, Sarja 3/1,**165g/m²**, ativados por plasma, com 1% de corante bifuncional;
- 100%CO, Sarja 3/1,**170g/m²**, ativados por plasma, com 3g/L de acabamento;
- 65%CO 35%PES, Tafetá,**195g/m²**, ativados por plasma, com 3g/L de acabamento ou 1% de corante.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CALÇA

Tabela 38 seleção de critérios para o desenvolvimento de uma calça

PESO									
A= 5	A1= 1	A2= 1	A3= 6	A4= 8	A5= 3				
B= 3	B1= 2	B2= 4							
C= 5	C1= 2	C2=6	C3=8	C4=8					
D= 2	D1=1	D2=2							
E= 5	E1= 1	E2= 10	E3=10	E4=10	E5=10	E6=10	E7=10		
F= 5	F1= 1	F2=8	F3=8	F4=9	F5=10	F6=10			
G= 1	G1= 1	G2=1	G3= 1	G4=1	G5=5	G6= 6	G7= 7	G8=8	G9=9
H= 1	H1= 1	H2=1	H3=1	H4=1	H5=6	H6=7	H7=8	H8=9	H9=10
I= 1	I1= 1	I2=1	I3=1	I4=1	I5=7	I6=8	I7=9	I8=10	I9=10
J= 2,5	J1=1	J2=1	J3=1	J4=1	J5=8	J6=9	J7=10	J8=10	J9=10
K= 4,5	K1=1	K2=1	K3=1	K4=1	K5=9	K6=10	K7=10	K8=10	K9=10
L= 4	L1=1	L2=1	L3=1	L4=1	L5=6	L6=7	L7=8	L8=9	L9=10

Os melhores resultados para a calça, determinados pelo programa correspondem às variações desenvolvidas com as amostras representadas a seguir:

- 65%CO e 35% PES, Sarja 2/1, **215g/m²**, ativados por plasma, com 1,5g/L de acabamento;
- 100% CO, Tafetá **225g/m²**, ativados por plasma, com 1% de Corante bifuncional;
- 65%CO e 35% PES, Sarja 3/1, **240g/m²**, ativados por plasma, com 1,5g/L de

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CASACO

Tabela 39 seleção de critérios para o desenvolvimento de um casaco

PESO										
A= 5	A1= 2	A2= 2	A3= 9	A4= 8	A5= 6					
B= 3	B1= 6	B2=7								
C= 5	C1= 4	C2=6	C3=5	C4=2						
D= 2	D1=1	D2=2								
E= 5	E1= 1	E2= 2	E3=2	E4=6	E5=6	E6=5	E7=5			
F= 5	F1= 1	F2=3	F3=4	F4=8	F5=6	F6=6				
G= 1	G1= 1	G2=1	G3= 1	G4=1	G5=5	G6= 6	G7= 7	G8=8	G9=10	
H= 1	H1= 1	H2=1	H3=1	H4=1	H5=6	H6=7	H7=8	H8=9	H9=10	
I= 1	I1= 1	I2=1	I3=1	I4=1	I5=7	I6=8	I7=9	I8=10	I9=10	
J= 2,5	J1=1	J2=1	J3=1	J4=1	J5=8	J6=9	J7=10	J8=10	J9=10	
K= 4,5	K1=1	K2=1	K3=1	K4=1	K5=7	K6=8	K7=8	K8=8	K9=8	
L= 4	L1=1	L2=1	L3=1	L4=1	L5=6	L6=7	L7=8	L8=9	L9=10	

Os melhores resultados para o casaco, determinados pelo programa correspondem às variações desenvolvidas com as amostras representadas a seguir:

- 65% CO 35% PES, Tafetá, **195g/m²**, ativados por plasma, com 3g/L de acabamento ou 1% de corante.
- 35% CO 65% PES, Sarja 2/1, **205g/m²**, ativados por plasma, com 1% de corante mono funcional ou bifuncional;

O programa proporciona maior agilidade para a escolha dos tecidos que serão empregues na confecção dos uniformes e possibilita identificar os melhores resultados para o desenvolvimento do acabamento funcional ou do tingimento mediante a funcionalidade pretendida que é da proteção UV. Contudo, é válido ressaltar que tanto os parâmetros estabelecidos para o programa quanto as suas variáveis, podem ser utilizados tanto distintamente como conjuntamente, dependendo do produto final que se pretende desenvolver.

A escolha entre estes dois procedimentos configura-se como uma opção para as empresas que vão adquirir os uniformes profissionais. Porém, a escolha não pode se restringir apenas ao montante disponível para a compra do uniforme, deve ir mais além, pois os fatores mais importantes que devem ser levados em consideração para a construção dos uniformes para os trabalhadores de ambientes externos são:

- A profissão do trabalhador;
- A ação exercida;
- O tempo de exposição a RUV;
- O conforto na utilização do uniforme.

Diante do exposto, elaboramos alguns pontos que podem ser considerados fundamentais para a promoção do conforto para o desenvolvimento dos uniformes funcionais para trabalhadores de ambientes externos, que são:

- Ser um produto de uso fácil;
- Ter boa capacidade de absorção e transferência adequada da humidade;
- Ter boa transferência de calor;
- Possuir tecidos adequados ao clima da região na qual os trabalhadores estão inseridos;
- Ter flexibilidade para atender aos movimentos das atividades;
- Não provocar alergias na pele do trabalhador;
- Não causar odores indesejáveis devido aos tecidos e ao suor;
- Ter fácil manuseio para a lavagem e a conservação do produto;
- Possuir alta estabilidade dimensional;
- Não amarrotar;
- Não encolher;

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

- Ter boa durabilidade;
- Ter proteção a RUV.

Neste contexto, importa referir que este uniforme deve também promover a proteção adequada contra os riscos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos e de acidentes existentes no meio ambiente de trabalho, levando em conta as propriedades dos materiais utilizados na sua produção, visto que estas promovem uma perceção final por parte do utilizador que pode variar entre a sensação de conforto e de desconforto, estando isto interligado a partir da interação entre o homem, o vestuário e o meio ambiente.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

CAPÍTULO VIII

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas vezes é perceptível que, para a maioria das pessoas, a simples ação de estar vestido já é uma excelente proteção contra a RUV. Porém, os estudos já comprovaram que nem todas as fibras, fios, malhas e tecidos proporcionam uma barreira ideal de proteção UV para a pele do ser humano. Neste sentido, o desenvolvimento de novos produtos funcionais de proteção UV destinados para o segmento dos uniformes profissionais para trabalhadores de ambientes externos delineou todo o estudo aqui apresentado.

Várias pesquisas foram desenvolvidas por outros investigadores sobre a proteção UV, utilizando substratos têxteis, orientando-se as pesquisas para a determinação do índice de proteção solar em tecidos que poderão ser utilizados na confecção de produtos, tais como: guarda-sóis, barracas de praia, toldos (Fernandes, 2003); nas malhas (Cristo, 2005); na aplicabilidade de diferentes tratamentos físicos em novas misturas de fibras como o algodão/Ingeo, o algodão/Bambrotex e o algodão/SPF (Magalhães, 2007); além das análises das variáveis para determinação do UPF em substratos têxteis como a estrutura, cor e humidade (Wilson & Parisi, 2006). Outros estudos aprofundam a temática da proteção UV em substratos têxteis através da aplicação de produtos funcionais (Ferdani, 2002; Saravan, 2007; Becheri, 2007; El Shafei, 2011; Teixeira, 2014, entre outros).

Durante a efetivação dos objetivos propostos, constatou-se que foi possível desenvolver bases científicas para servir de suporte na produção de produtos funcionais para o segmento dos uniformes profissionais utilizando acabamentos funcionais para proporcionar a proteção UV nos tecidos, temática ainda rara na literatura atual.

No âmbito desta tese, também se verificou que os doze parâmetros utilizados (composição, estrutura do tecido, massa por unidade de superfície, tecnologia de plasma, tingimento, acabamento funcional, durabilidade em (1/5/15/25 e 50 lavagens) e humidade) interferem significativamente nos índices de proteção contra a RUV em substratos têxteis.

Assim, nos substratos têxteis elaborados com fibras sintéticas 100% poliéster e/ou poliamida com uma massa de unidade de superfície superior a 100g/m², em estado cru e seco, possuem um excelente índice de proteção UV, o que já não se verifica nos tecidos contendo algodão. Os artigos têxteis 100% algodão, por exemplo, em estado cru e seco

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

não protegem a pele contra a RUV nas diferentes massas por unidade de superfície estudadas (150g/m^2 a 260g/m^2) independentemente de sua estrutura. A fim de se obter um elevado índice UPF com este tipo de composição foi necessário recorrer a acabamentos funcionais.

No caso específico de alguns tecidos de misturas em estado cru e seco que já possuem bons índices de proteção UV, apresentando por exemplo um índice de 30 nos tecidos de 190g/m^2 , estes necessitam de concentrações mínimas de corantes ou de produtos nanofuncionais para atingirem os índices excelentes de proteção. Os índices nestes tecidos aumentam à medida que aumenta a sua massa por unidade de superfície e, a partir de 200g/m^2 , a proteção UV nos tecidos atinge o índice excelente, apresentando valores 50+ em estado cru e seco.

O incremento da proteção UV foi obtido através da aplicação de corantes nos tecidos em estudo ou através de acabamentos funcionais com aplicação de produtos existentes no mercado, tendo-se elaborado receitas para diferentes concentrações, a fim de se obter o UPF ideal de 50+.

A utilização de três produtos de acabamentos funcionais nesta pesquisa permitiram analisar e avaliar os seus efeitos nos substratos têxteis. O primeiro produto utilizado foram as microcápsulas de camomila que apresentou excelentes resultados para efeito de proteção UV com índices de 50+. Porém, o produto foi testado apenas nos tecidos de 100% PA, por considerar que ao haver a ruptura das microcápsulas o aroma expelido de camomila, pode ter um efeito calmante para o utilizador do uniforme e pode não se adequar para o segmento dos uniformes para trabalhadores de ambientes externos.

O segundo produto o tanuval UVL é indicado para tecidos de 100% PES, porém não providenciou resultados satisfatórios para o segmento dos uniformes profissionais de trabalhadores de ambientes externos. O produto tanuval UVL (4g/L) não satisfaz no âmbito desta tese por não diferir significativamente nos índices de UPF em tecidos de poliéster. Uma vez que os tecidos 100% PES apresentaram índices excelentes de 50+ no seu estado cru e seco. Este produto pode, no entanto, ser mais eficaz e adequado quando o tecido a ser trabalhado necessitar de tingimento, visto que este produto protege o corante contra a solidez à luz e as degradações ambientais ao absorver os raios UV.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Na utilização do processo de tingimento nas amostras dos tecidos de algodão constatou-se que processos de tingimento cujas receitas utilizam 1% de corantes reativos monofuncionais e bifuncionais proporcionam excelentes graus de proteção UV 50+ nos tecidos, independentemente da sua massa por unidade de superfície. Porém, é válido ressaltar que os corantes bifuncionais permitem um bloqueio maior da transmitância dos raios UVA e UVB para a pele humana. Neste contexto pode-se certificar que o aumento da concentração do corante também diminui a transmitância dos raios UVA e UVB para a pele, além de intensificar a cor.

Entretanto, a utilização do produto UV SUN CEL nos processos de acabamentos funcionais permitiu excelentes resultados de proteção UV em tecidos de algodão e misturas com diversas massas por unidade de superfície e de estruturas.

Constatou-se que, no que respeita aos tecidos 100% CO com estrutura em tafetá com massas por unidade de superfície leves iguais ou inferiores a 150g/m^2 , quando acabadas com produtos de acabamentos funcionais, com adição de 5g/L de banho, as amostras atingem o índice de 25 (boa proteção) em estado seco, sendo que, desta forma, para atingirem o índice excelente de proteção UV, aconselha-se o processo de tingimento com adição de 1% de corante.

No caso dos tecidos com estrutura em tafetá com massa por unidade de superfície mais altas, nota-se que acima de 175g/m^2 os acabamentos funcionais a partir de 1,5g/L de produto atingem excelentes níveis de proteção UV, apresentando o limite de 50+.

Os tecidos 100% CO em estrutura de sarja 2/1 e 3/1 com massa por unidade de superfície a partir de 160g/m^2 atingem excelentes níveis de proteção UV 50+ a partir da adição de 1,5g/L do produto (UV SUN CEL) no processo de acabamento, mantendo-se inalterado o seu fator de proteção no aumento das massas por unidade de superfície.

Durante o processo de tingimento das amostras dos tecidos constatou-se que a adição de corantes reativos monofuncionais e bifuncionais, para processos de tingimento com valores superiores a 1% proporcionam excelentes graus de proteção UV, atingindo o índice 50+ nos tecidos, independentemente da sua estrutura. Porém, é válido ressaltar que os corantes bifuncionais permitem um bloqueio maior da transmitância dos raios UVA e UVB para a pele. Neste contexto pode-se certificar que o aumento da concentração do

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

corante também diminui a transmitância dos raios UVA e UVB para a pele além de intensificar a cor e reagirem melhor aos testes de solidez à luz.

Diante do exposto foi possível constatar que índices máximos de proteção contra a RUV nos substratos têxteis podem resultar tanto dos processos de tingimentos como dos produtos nanofuncionais utilizados nos acabamentos.

Os tecidos de composição 100% PA 6.6 ou 100% PES em estado cru e seco possuem boa resistência, durabilidade e excelente índice de proteção UV, 40 e 50 respectivamente. Porém, para a intenção deste estudo, estes tecidos não são considerados adequados para serem utilizados na produção dos uniformes profissionais para trabalhadores de ambientes externos devido ao fato de estas fibras não possuírem o conforto térmico necessário para regular a temperatura corporal dos trabalhadores expostos aos raios solares e ao calor.

Neste contexto, os tecidos 100% CO podem ser considerados satisfatórios para a produção de uniformes profissionais para trabalhadores de ambientes externos. Porém conclui-se que os tecidos de algodão aliados às fibras sintéticas com a composição de tecidos com misturas, configuram-se como os mais adequados para a categoria destes trabalhadores. Isto decorre devido ao fato de os uniformes requererem um alto nível de durabilidade e de conforto. Deste modo, recomenda-se tecido de misturas de composição CO/PES ou CO/PA, como é o exemplo do tecido estudado com composição de 65% CO e 35% PES.

Entretanto, quando o algodão se mistura com as fibras sintéticas possibilita a respirabilidade do tecido, pois as fibras naturais possuem características hidrofílicas, absorvendo a umidade e transportando-a para o meio exterior, ocasionando o conforto térmico do utilizador e promovendo a sensação de bem-estar. Já as fibras sintéticas permitem incrementar a resistência e a durabilidade do artigo.

O tratamento de plasma nos tecidos acabados não influenciou significativamente o grau do UPF. Os tecidos atingiram o grau máximo estabelecido independentemente da ativação prévia do tratamento plasmático. Porém, ao analisar e ao comparar se as amostras desenvolvidas possuíam o mesmo desempenho constatou-se que nos tecidos 100% PES o tratamento de plasma contribuiu para melhorar a eficiência do produto de acabamento

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

tanuval UVL quanto à solidez à luz das amostras, e aumentou a durabilidade do produto nanofuncional nos substratos têxteis de 100% CO e misturas.

Relativamente às cores, no segmento dos uniformes profissionais estas podem ser um item de escolha para a empresa. Porém, se a empresa possuir nos seus quadros trabalhadores de ambientes externos altamente expostos a RUV, a cor deve acrescentar aos uniformes a funcionalidade de proteção UV, através do investimento em corantes que podem ser de cor escura, como preto, azul e vermelho, de forma a ser obtido o índice de excelentes em termos de proteção. Porém, para climas tropicais deve-se pensar em cores de coloração mediana, com menores concentrações de corante.

Ainda em relação à cor, podem ser priorizadas as cores da empresa, devendo-se, contudo, evitar utilizar cores muito escuras, visto que estas absorvem mais intensamente os RUV, bem como as cores muito claras, para evitar os reflexos dos raios UV nos rostos dos utilizadores do vestuário (Pozzebon & Rodrigues, 2009).

No caso de a empresa ter nos seus quadros trabalhadores de baixa exposição à RUV, pode-se utilizar intensidades de corantes mais baixas como verde, vermelho e o amarelo. Pode-se fazer uso do branco ótico que também funciona como um corante.

Dependendo do caso, é mais viável economicamente desenvolver um tingimento com corantes a partir de 2% de concentração do que desenvolver qualquer tipo de acabamento funcional para a promoção da proteção UV, visto que os acabamentos funcionais possuem um custo mais elevado do que um corante (Saravan, 2007). Porém, constata-se que para a obtenção de uniformes com cores claras para trabalhadores altamente expostos a RUV deve ser realizada uma combinação do acabamento funcional com o tingimento.

À medida que são modificadas a estrutura, a densidade e massa por unidade de superfície, o número de passagens, o número de fios e a humidade presentes nos tecidos, a proteção UV é, em consequência, alterada. Tecidos naturais-cru quando se tornam molhados perdem consideravelmente a proteção UV tornando-se nulos na maioria dos casos, com a exceção dos tecidos mistos que apenas revelam uma diminuição do seu índice de UPF. Neste caso torna-se necessária a aplicação dos acabamentos funcionais de forma a manter elevado o índice de proteção UV nos tecidos. Com o acabamento têxtil (acabamento funcional ou tingimento) os tecidos estudados permaneceram com o limite máximo de

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

50+ na presença de humidade. Porém, notou-se que com o aumento da humidade nas fibras há uma diminuição do seu índice de UPF, aumentando assim a transmitância dos raios UVA e UVB para a pele.

A durabilidade do acabamento funcional de barreira UV é diminuída logo na 1ª lavagem em tecidos com massa por unidade de superfície igual ou inferior a 190g/m² de estrutura tafetá. Estes tecidos apresentaram-se com menor densidade e com a presença de interstícios entre as fibras. Nos tecidos com estruturas em sarja 2/1 a massa por unidade de superfície de 160g/m² apenas diminui o seu índice de UPF após 50 lavagens fixando-se no índice 40 sem plasma e 45 com o tratamento de plasma. Portanto, mesmo com as lavagens, os tecidos de sarja permanecem com excelente proteção UV, o que também ocorre nos tecidos de sarja 3/1 cujos índices, após 50 lavagens, permaneceram estabilizados em 50+ em todas as massas por unidade de superfície.

Assim, é válido salientar que a durabilidade dos acabamentos permanece com excelentes graus de proteção UV em tecidos mais apertados, mais densos e com massa por unidade de superfície superiores a 190g/m² em estrutura tafetá e 160g/m² em sarjas 2/1 e 3/1 demonstrando resultados estáveis de UPF com índice de 50+ após o ciclo de 50 lavagens.

Em conclusão, espera-se que este estudo possa contribuir cientificamente para o campo dos uniformes profissionais, uma vez que são apresentados resultados condizentes com os objetivos propostos e que fornecem dados específicos para serem analisados na confeção dos uniformes. Além disso, permitem delinear uma variedade de massa por unidade de superfície de tecidos testados quanto à proteção UV e que melhor se coadunam para cada tipo de atividade profissional dos trabalhadores externos.

Neste contexto é útil ressaltar que, para a produção de uniformes profissionais de alto desempenho de proteção UV, deve-se levar em consideração alguns pontos estabelecidos neste estudo, sendo eles:

- A profissão do trabalhador;
- A ação exercida;
- O tempo de exposição à RUV;
- O conforto na utilização do uniforme.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Trabalhadores em ambientes externos exercem diferentes atividades, as quais influenciam diretamente o seu tempo de exposição à RUV. O trabalho de um agricultor é diferente do trabalho de um polícia, por exemplo. Os agricultores passam quase todo o dia laboral exposto à RUV, logo, neste caso, deve-se levar em conta que estes trabalhadores precisam de um uniforme com excelentes índices de proteção UV, que tenha durabilidade e que seja confortável para evitar a fadiga.

Neste contexto o protótipo da camisa do uniforme profissional para trabalhadores externos PROTET Escudo UV vislumbrou uma modelagem aliada ao conforto, com inspiração no modelo raglan, considerando que este modelo tanto na frente como no verso da camisa configura-se como um recorte na parte das mangas que permite melhores movimentos dos braços, contribuindo para o desempenho satisfatório das atividades laborais.

O desconforto ocasionado pelo peso do uniforme quando o tecido estiver encharcado de suor foi atenuado através da utilização das malhas nas mangas. Assim, a camisa passa a promover leveza e torna-se mais confortável, reforçando ainda mais a liberdade dos movimentos. Para permitir a respirabilidade do utilizador com o uniforme e a sua regulação termofisiológica aplicou-se tecido respirável abaixo da zona das axilas e do pescoço.

A calça PROTET Escudo UV visionou um detalhe específico e pertinente para os trabalhadores de ambientes externos, que foi o recorte na zona do joelho, na medida em que é fundamental que os trabalhadores tenham uma boa locomoção e consigam uma excelente liberdade de movimentos aquando dos abaixamentos e inclinações inerentes às suas atividades laborais. O reforço promove agilidade de movimentos, não permite que a calça levante aquando do movimento de levantamento do joelho por parte do trabalhador, garantindo assim a proteção UV na zona inferior da perna e providenciando a sensação de conforto aos utilizadores.

Os resultados adquiridos neste estudo, juntamente com um programa desenvolvido no *software* MatLab R2014a®, permitiram concluir que é possível priorizar as necessidades para a produção dos uniformes profissionais a partir de valores de importância dos materiais, de acordo com a função para a qual o produto é destinado. É válido ressaltar

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

que os critérios são estabelecidos pelo operador do programa em função das suas necessidades.

Por fim, o estudo permitiu analisar e atestar que, de fato, o fator do UPF em vestuário é influenciado por vários parâmetros que determinam o grau de proteção UV, nomeadamente: composição das fibras, construção da estrutura têxtil, massa por unidade de superfície, acabamento têxtil, humidade, durabilidade e cor. Percebe-se que as fibras naturais como o algodão possuem baixa capacidade de absorção da RUV no seu estado cru e seco e necessitam de um acabamento têxtil, que pode advir através de um acabamento funcional ou de um tingimento, ao contrário das fibras sintéticas de poliamida e poliéster que possuem uma excelente capacidade de proteção UV no seu estado cru e seco.

8.1 PERSPECTIVAS FUTURAS

Os resultados desta pesquisa são passíveis de nortear uma possível normalização para a construção de uniformes profissionais para trabalhadores de ambientes exteriores, visto que atualmente não existem normas específicas em vigor relativas à indumentária destes profissionais. Desta forma, poderá vir a ser interessante estudar como normalizar a obrigatoriedade da proteção UV nos tecidos que se destinam aos uniformes profissionais para trabalhadores de ambiente externos.

Adicionalmente, esta pesquisa deve, potencialmente, desenvolver um grupo de estudo sobre a temática de Proteção UV. Posteriormente pretende-se articular parcerias entre as universidades e as indústrias têxteis para elaboração de projetos de pesquisa.

Tenciona-se produzir e testar o uniforme PROTET - Escudo - UV a partir de pequenos grupos de trabalhadores de ambientes externos que irão utilizar o uniforme e analisar quanto à usabilidade e ao conforto do produto funcional desenvolvido.

Além disso, sugere-se a elaboração futura de várias modelagens com diferentes *designs*, levando em consideração a especificação dos parâmetros delimitados neste estudo em relação à profissão do trabalhador externo, a ação exercida e o tempo de exposição à RUV. Tenciona-se expandir a ideia desta tese em direção à criação e desenvolvimento de acessórios que também permitam a proteção UV em artigos como chapéus, sombreros, guarda-chuva, toldos e guarda-sóis.

Por fim, pretende-se dar continuidade às pesquisas relacionadas com a proteção UV voltadas para o segmento dos uniformes profissionais, levando os conhecimentos adquiridos para além do universo acadêmico, alertando a sociedade para os perigos ocasionados pela excessiva exposição à RUV, e prevenindo a incidência do cancro de pele através da utilização de roupas de proteção UV.

REFERÊNCIAS

- Adad, M. C. B. T. (2007). *Determinação do fator de proteção solar “in vitro”*. PUCRS, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Adissi, J. O. Oliveira, D. E. S. Crispim, K. S. Araújo, N.M.C. (2006). *Vestimenta de trabalho para a construção civil*. XXVI ENEGEP. Fortaleza, CE, Brasil. ABREPO, pág. 8.
- Albinante, S. R.; Pacheco, É. B. A. V. e Visconte, L. L. Y. (2013). Revisão dos tratamentos químicos da fibra natural para mistura com poliolefinas. *Quím. Nova*[online]. vol.36, n.1, pp. 114-122. ISSN 0100-4042. [Em Linha]. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000100021>> [Consultado em 20/10/2014].
- Almeida, A. J. (2009). *Uniformes da Guarda Nacional (1831-1852): a indumentária na organização e funcionamento de uma associação armada*. Anais do Museu Paulista. São Paulo. N. Sér. v. 8/9. pág. 77-147 (2000-2001).
- Almeida, L. & Lopes (2015). *Laser terapia, conceitos e aplicações*. [Em linha]. <http://www.nupen.com.br/Revista_port/resumo.php> [Consultado em 01/05/2015].
- Alves, M. (2014). *Os benefícios do sol*. Jornal conviva [Em Linha] Disponível em <<http://www.adeva.org.br>> [Consultado em 30/05/2014].
- APCC, Associação Portuguesa de cancro cutâneo. (2015). *Cancro de pele*. [Em linha].]: <<http://www.apcancrocutaneo.pt>> [Acessed 11/09/2015].
- Bauer. Hohenstein Institute. (2011). *Sun protection for the whole (working) day*. Research project to improve working clothes. Germany.
- Bajaj P., Kothari V.K., Ghosh S.B. (2000). Some Innovations in UV Protective Clothing, *Indian Journal. of Fibres and Textile Research*. Vol 35 (4), pág. 315 – 329.
- Balogh T.S. Velasco, M. V. R. Pedriali C. A. Kaneko, T. M. Baby, A.R. (2011). *Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção*. Anais

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Brasileiro de Dermatologia. Ed. 86(4): pg.732. [Em Linha] Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v86n4/v86n4a16.pdf>> [Consultado em 19/07/2013].

Becheri, A., Dürr, M., Lo Nostro, P., & Baglioni, P. (2007). Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles: application to textiles as UV absorbers. *Journal of Nanoparticle Research*. Vol 10(4), pág. 679–689.

Bohringer B., Schindling G., Schon U., Hanke D., Hoffman K., Altmeyer R., Klotz M.L.(1997). *UV Protection by Textiles*. Mellian International. vol (3) pág. 165 – 167.

Capucho J. (2015). *Queriam ter a pele bronzeada e fogem do cancro*. Jornal de notícias. DN Portugal. [Em linha]. <<http://www.dn.pt>> [Acessed 09/10/2015].

Carmo S., Silva, E. A.A, Oliveira, F. Steffens, F. Souto, A. P. (2013). *Functionalization of Cork Agglomerate Composite with PCM Microcapsules after DBD Plasma Treatment*. Dresden, Germany. 13th Autex World Textile Conference.

Carneiro, N., Souto, A.P., Marimba, C.A., Tena, B., Ferreira H., Magalhães, V. (2001), Dyeability of Corona treated Fabric, *Journal of Society of Dyers and Colourists*, Vol.117, pág. 298.

Carneiro N., SOUTO A. P., *et. alli.* (2004). *Developments in preparation and dyeing of corona discharged cellulosic materials*. 5th world textile conference Autex. Jun., Portoroz, Slovenia.

Cida. *Uniformizando Sua Empresa*. (2003).[Em linha]. <<http://uniproluniformes.com>> [Acessed 20/09/2003].

Chantaignier, G. (2006). *Fio a Fio: moda e linguagem*. São Paulo. Ed.Estação das letras.

Coelho, D. A. (2002). *A growing Concept of Ergonomics Including Comfort, Pleasure and Cognitive Engineering*. Doctoral Dissertation. Universidade da Beira Interior. School of Engineering Sciences. Department os Electromechanical Engineering. 6201-001 Covilhã, Portugal.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Cristo, F (2005). *A influência da estrutura e da cor na proteção das malhas aos raios ultravioletas*. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, departamento de Engenharia Têxtil, Guimarães, Portugal.

Day, M. (2001). *UPF fashion! New Options to Keep UV Rays at Bay*. [Em Linha] Disponível em <<http://www.oznet.ksu.edu/library/cltxt2/mf2521.pdf>> [Consultado em 06/12/2013].

Diffey, B. L. (1982). *The consistency of studies of ultraviolet erythema in normal human skin*. Phys. Med. Biol. vol 27, pág.715-20.

Duarte, J. B., Klôh, T.C.S. (2005). *O uso de protetor solar pelos trabalhadores a céu aberto*. [Em Linha] Disponível em <<http://www.migalhas.com.br>> [Consultado em 03/06/2012].

EUROTIALS (2010). *Saúde em mapas e números*. Nº32, ICS 123808.

EPI. Ministério do trabalho e emprego. (1994). *Secretaria de segurança e saúde no trabalho*. PORTARIA N.º 25, de 29 de Dezembro de 1994 (*) (DOU de 30/12/94 – Seção 1 – págs 21.280 a 21.282) (Republicada em 15/12/95 – Seção 1 – págs 1.987 a 1.989).

Esteves, F. (2013). *Apontamentos das aulas de materiais funcionais*. Curso de doutoramento em Engenharia Têxtil da universidade do Minho, Guimarães. Portugal.

Farias, R.de C. P.(2010). *Uniforme de trabalho como instrumento de administração de recursos humanos*.pág. 1-16. [Em linha] Disponível em <<http://www.scielo.org>> [Consultado em 26/09/2013].

FBET, (2014). *Controle de qualidade do fio*. Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis. Santa Catarina. p.35 [Em linha] Disponível em <<http://www.cnpa.embrapa.br>> [Consultado em 06/06/2014].

Ferdani, G. e Vittori, M., (2002). “*Protezione dai Raggi UV*”, Revista Tintoria, N.º 3, Marzo, pág. 60-3.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Fernandes, L. F. F. C. L. (2003). *Determinação da protecção solar de tecidos em função da estrutura, cor e humidade*. Tese de dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

Filho & Vasconcelos. (2010). *A Tutela do Direito à Vida no Contexto do Trabalho a Céu Aberto*. Revista da Faculdade de Direito de Caruaru, Brasil. Vol.42 Nº 1 – ISSN 2178-986X.

Foucault, M. (1988). *Technologies of the Self*. Univ. of Massachusets, edited by Luther H. M., Huck G. and Patrick H. H., pág. 16-49.

Flügel, J.C., (1996). *A psicologia das roupas*. São Paulo, ed. Mestre Jou.

Gantz G.M., Sumner W.G. (1957). “Stable Ultraviolet Light Absorbers”, *Textile Research Journal*. vol. 27 no. 3 244-251, Textile Res, pág. 244 – 251

Guaratini, C.C. I. e Zanoni, M. V. B. (2000). *Corantes têxteis*. Quím. Nova[online]. vol.23, n.1, pág 71-78. ISSN 1678-7064. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422000000100013>.

Geraldes M J O (1999), *Análise experimental do conforto térmico das malhas funcionais no estado húmido*. Tese (Doutoramento – Engenharia Têxtil), Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

Gleiche, M., Holger H., Steve L.. (2006). *Nanotechnology in Consumer Products*. Nanoforum Report: European Nanotechnology Gateway.

GLOSSÁRIO, Processos têxteis, nº06. Disponível <http://www.troficolor.pt/>

HOHENSTEIN Institute. (2011). *Sun protection for the whole (working) day*. Germany.

Holick M. F. (1999). *Vitamin D. Modern nutrition in health and Disease*. Filadélfia. Vol 19. ed.Lippincott Willams & Wilkins, pág..329-45;

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Holme I. (2003). *UV Absorbers for Protection and Performance*. International Dyer vol (4), pág. 9- 13.

Hong K.and Park S. (1999), *Mat. Chem. Phys.*, vol 58, pág. 128.

Hwang, J. S. *et alli*. (2006). *Preparation and characterization of melamine – formaldehyde resin microcapsules containg fragrant oil*. Biotechnology and bioprocess engineering. Nº 11, pág 332-336

IBGE, (2000). *Pesquisa nacional por amostra de domicílios 1999*. Microdados. Rio de Janeiro. [Em linha]. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/tabela1.shtm>> [Consultado em 16/07/2013].

Iida, Itiro.(2005). *Ergonomia projecto e produção*. São Paulo, 2ª ed. Blucher.

Riva, J. A. (2001). *O que é o UPF de um tecido*. Revista Textília – Têxteis Internacionais, vol 41, Jul./Ago./Set.

IEEE foundation. 2006. *What is Nanotechnology?* [b]. [Em linha]. Disponível em <<http://www.ieee-virtual-museum.org/exhibit/exhibit.php?taid=&id=159272&lid>> [Consultado em 02/09/2011].

Instituto Nacional de Cancro de pele no Brasil - INCA (2011). *Cancro de Pele não melanoma..* Ministério da Saúde. [Em linha]. Disponível em <http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=334> . [Consultado em 01/09/2011].

Instituto Nacional de Cancro de pele no Brasil - INCA (2012). *Cancro de Pele..* Ministério da Saúde. [Em linha]. Disponível em <<http://www.inca.gov.br>> . [Consultado em 15/04/2012].

Instituto português do mar e da atmosfera – IPMA (2015). [Em linha]. Disponível em <<http://www.ipma.pt>> . [Consultado em 20/01/2015].

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Kathirvelu, S. S. L., Dhurai, B. (2008). Nanotechnology applications in textile. *Indian Journal of Science and Technology* Vol.1 No 5. . [Em linha].

Disponível em < <http://www.indjst.org> > [Consultado em 06/09/2012].

Kathirvelu, S. S. L., Dhurai, B. (2009). UV protection finishing of textiles using ZnO nanoparticles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. Vol.34, September, pág.267-273. . [Em linha]. Disponível em < <http://www.indjst.org> > [Consultado em 10/05/2013].

Kale, K H., Desai, A N. (2011). Atmospheric pressure plasma treatment of textiles using non-polymerising gases. *Indian Journal of fibre & textile Research*. Vol.36, September, pág. 289-299.

KOEPPEN´S. *Climate classification*. 1997. By FAO – SORN. Agrometeorology Group. [Em linha]. Disponível em

http://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_climate_classification>

[Consultado em 04/09/2011].

Lima. R.B. (2008). *O que são os raios ultravioleta e o que causam para a saúde*. Copyright © 2004 Bibliomed. [Em linha]. Disponível em < <http://www.sbd.org.br/> > [Consultado em 02/09/2011].

Li, H. Deng H. Zhao J. (2009). Performance Research of Polyester Fabric Treated by Nano Titanium Dioxide (Nano-TiO₂) Anti-ultraviolet Finishing. *Journal of Chemistry*. February. Tianjin, China.

Li, Y. (1999). The science of clothing comfort. *Textile Progress*. Vol 31, nº1-2.

Lipovetsky, Gilles. (1995). *O império do efêmero: a moda e seu destino nas sociedades modernas*. São Paulo : Editora Cia das letras.

Maciel, D.M.H. (2007). *A produção sustentável de uniformes profissionais: estudo de caso da clínica médica I do hospital universitário universidade federal de santa catarina*. Tese de Doutorado apresentada ao Centro Tecnológico do Departamento de Engenharia

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

de Produção e Sistemas – EPS, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis – SC.

Machado, M. J. S. (2008). *Ativação e Funcionalização de Superfícies têxteis através de descargas Plasmáticas*. Dissertação de mestrado, escola de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

Maffei, S. T. A., Paschoarelli, L.C. (2006). *Tecidos Inteligentes como alternativa na aplicação dos critérios do design de moda Intelligent fabrics as alternative in the application of fashion design criteria*. 7º Congresso de Pesquisa & Desenvolvimento em Design. Paraná.

Magalhães, V.M.M. (2007). *Proteção solar de tecidos de misturas de algodão e fibras biodegradáveis não naturais em função dos acabamentos*. Dissertação de mestrado, departamento de Engenharia Têxtil, Guimarães, Portugal.

Marques, C. T. (2004). *Potencialidades e limitações da aplicação simultânea de aromas e de pigmentos sensíveis ao calor e à luz em artigos de moda praia*. Tese de dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

Martinez, M.E.M., Reis, P.C., Santos, D. A., Winter, E. (2012). *Avaliação do perfil patentário do emprego de nanotecnologias no setor têxtil*. vol. 5, pp. 185–196. Rio de Janeiro Doi:10.9771/s.cprosp.2012.005.020. [Em linha]. Disponível em <<http://www.redenit-ne.net/ojs-2.3.0/index.php/01/article/view/95>> [Consultado em 01/02/2013].

Mattos, R. P.O. (2010). *Risco da Exposição ao Sol na Construção Civil*. Artigo. O endereço da Prevenção Segurança e Saúde no Trabalho. São Paulo. Disponível em: <http://www.ricardomattos.com/uvray.htm> [Consultado em 23/09/2014].

Miles, T. (2014). *Camada de ozono mostra sinais de recuperação*. Revista Exame, Brasil.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Morent, R. Geyter N. D, *et alli.* (2008). *Surface and coat technology*. Vol. 201, nº14, pág. 7847 – 7854.

Neves, J. S. M. F. (1982). *Tecnologia Têxtil – Matérias-Primas Têxteis*, 1ª Parte, ed. Lopes da Silva.

Nelson G. (2001). *Microencapsulation in textile finishing*. Rev. Prog. Color nº31 pág 57-64.

Nunes. A.C.N.X. (2010). *Uniformes: Bem estar e segurança para trabalhadores de Limpeza Pública*. Monografia apresentada ao Centro de Artes – CEART, Bacharelado em Moda – Habilitação: Estilismo. Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC. Florianópolis – SC.

Oliveira, M. M. (2005). *Como fazer Pesquisa Qualitativa*. Recife: Ed. Bagaço.

Oliveira, D. E. S. Adissi, J.O., Araújo, N. M. C. (2004). *Vestimenta de trabalho para a construção civil: a opinião do usuário*. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, ENEGEP, ABEPRO 2580 .

Oliveira F. R. (2009). *Tingimento da poliamida 6.6 com corantes ácidos, reactivos e directos após modificação superficial com descarga plasmática de dupla barreira dieléctrica (DBD)*.dissertação de mestrado. Universidade do Minho. Escola de Engenharia. Guimarães, Portugal.

Oliveira, F. R.; Fernandes, M.; Carneiro, N. & Pedro Souto. (2012). Functionalization of wool fabric with phase-change materials microcapsules after plasma surface modification, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol.5 No. 5, pp. 2638–2647, ISSN 0021-8995.

Peters, B. S. & Martini, L. A. (2008). *Funções plenamente reconhecidas de nutrientes da vitamina D*. Brasil. ILSI, vol 2.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Pedrosa, M. C. S.; Teixeira, E. L., Branco, N. S. D. C. (2004). *Uniforme e a modernização tecnológica têxtil*. Revista Universidade Rural: Série Ciências Humanas, Seropédica, RJ: EDUR, v.26, n.1-2, pág. 32-39.

Pezzolo, Cecília. (2007). *Tecidos - História, Tramas, Tipos e Usos*. São Paulo, Brasil. Ed. SENAC.

PORTUGAL. 2008. Direcção-Geral da Saúde. Direcção de Serviços de Epidemiologia e Estatísticas de Saúde. Divisão de Estatísticas de Saúde Elementos Estatísticos: Informação Geral: Saúde 2008 / Direcção-Geral da Saúde – Lisboa: Direcção-Geral da Saúde, 159 pg.

Pozzebon, P.H.B., & Rodrigues, N.V. (2009). *Radiação ultravioleta em trabalhadores da construção civil: problemas e soluções*. Disc.Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v.10, n.1, p. 15-26.

Proclira, (2007). Projeto Proclira. “Área Educação”. Fórum de Meteorologia. [Em linha]. Disponível em <[Http://www.proclira.uevora.pt](http://www.proclira.uevora.pt)> [Consultado em 25/09/2012].

Queiroz. *et alli*. (2010). *Projeto de mapeamento da Saúde em mapas e números*. Grupo EUROTRIALS. N°32, ICS 123808.

Quián L., Hinestroza, J.P. (2004). Application of nanotechnology for high performance textiles. *Journal of textile and apparel, technology and management*. Vol.4 issue 1, summer.

Ragus. (2009). *Uniforme. O porquê de vestir*. [Em linha]. Disponível em <[Http://www.RAGUS.com.br/uniformizar.htm](http://www.RAGUS.com.br/uniformizar.htm)> [Consultado em 10/04/2010].

Régis, Edward. (1997). *Nano: a ciência emergente da nanotecnologia: refazendo o mundo molécula por molécula*/ Ed Regis; tradução de Alexandre Tort. – Rio de Janeiro. Ed.Rocco.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Revista de Nanotecnologia. (2009). *A manipulação do Invisível*. [Em linha]. Disponível em <: www.ecodebate.com.br/.../revista-nanotecnologia-a-manipulacao-do-invisivel/> [Consultado em 02/09/2011].

Riva, J. A., (2001). “*O que é um tecido?*”, Revista Textília – Têxteis Interamericanos, n.º 41, ul./Ago./Set., pág. 46-52.

Shafei, A., & Abou-Okeil, A. (2011). *ZnO/carboxymethyl chitosan bionano-composite to impart antibacterial and UV protection for cotton fabric*. Carbohydrate Polymers, vol 83(2),p. 920–925. doi:10.1016/j.carbpol.2010.08.083

Sánchez J. C., *Têxteis Inteligentes*. Revista Química Têxtil, n. 82, p.58 – 78, março 2006.

Sarraf, R. A. (2004). *Aspectos ergonômicos em uniformes de trabalho*. Dissertação de mestrado. UFRG, Escola de Engenharia, Porto Alegre, Brasil. 149p.

Saravan, D. (2007). *Uv protection textile materials*. AUTEX Research Journal, Vol. 7, pág 10.

Shinjungy. Roger B. (2005). Comfort Properties of Heat-Resistant Protective Uniformes profissionais in Varying Conditions of Physical Activity and Environment. Part I: Thermophysical and Sensorial Properties of Fabrics. *Textile Research Journal*. Vol. 75 no. 7, pp. 523-530 [cited 16 Jan 2013] [Em linha]. Disponível em <<http://trj.sagepub.com/content/75/7/523.short>> [Consultado em 06/02/2013].

Silva, E. A.A. Oliveira, f. Carmo, s. Steffens, f. Souto, A. P. (2013). *Characterization of natural cork agglomerate functionalised by plasma treatment*. 1st International Conference on Natural Fibers. Jun 9 to 11, Guimarães, Portugal.

Silva, E. A.A. Oliveira, F. Carmo, S. Steffens, F. Souto, A. P. (2013). *Cortiça, Tecnologia e Moda: Aplicação da descarga plasmática para viabilização de novos produtos*. 9º Colóquio de moda, 08 a 12 de Setembro de 20013, Fortaleza.

Silva, E. A.A., Lima, C.J.L, Silva, A. C., Martins, P. F.F.R., Souto, A. P.(2014) Os pontos de incidência dos raios solares na pele do trabalhador externo. 2º CIMODE, 2ª International fashion and design congresso. Milão, Itália. 5-7 Novembro, 2014.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Sociedade brasileira de dermatologia- SBD. (2011). *Dermatologia ao acesso de todos*. [Em Linha]. Disponível em < www.sbd.org.br > [Consultado em 01/09/2011].

Sociedade brasileira de dermatologia – SBD (2014). *Fique por dentro de todos os assuntos sobre o câncer de pele*. Rio de Janeiro, 2013. [Em Linha] Disponível em <<http://www.sbd.org.br>> [Consultado em 08/11/2014].

Sociedade portuguesa de oncologia - SPO. (2011). “*O que sabem os portugueses sobre o cancro*”. Grau de conhecimento, percepções e comportamentos face às doenças oncológicas – Resultados Nacionais dados apresentados no âmbito do 12º Congresso Nacional de Oncologia. [Em linha]. Disponível em < <http://www.sponcologia.pt/archives/952> > [Consultado em 5/07/2013].

Soutinho, H.F. C. (2006). *Design funcional de vestuário interior*. Dissertação de mestrado. Universidade do Minho. Escola de Engenharia, Guimarães, Portugal.

Souto, A.P.; Carneiro, N.; Knott, J.; Kaufmann, R.; Sevirich, B.; Hocker, H.; (1996) *Influence du Traitement CORONA sur le Cuticule de la Fibre de Coton*. Vienn, Austria 17º IFVTCC Congress.

Souza, G. de M. (1987). *O espírito das roupas: a moda no século dezenove*. São Paulo. Companhia das letras. 255p.

Svendsen, Lars. (2010). *Moda: uma filosofia*. Rio de Janeiro. Ed. Zahar.

Teixeira, W. O. C. (2009). *Adicional de Insalubridade*. Justiça do Brasil, Campinas. [Em Linha] Disponível em <<http://www.jusbrasil.com.br>> [Consultado em 15/04/2012]

Teixeira, M. A. F. (2014). *As propriedades dos tecidos de algodão acabados com nanocompósitos poliméricos de PNIPAm/ZnO*. Dissertação de mestrado. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Guimarães, Portugal.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

Townsend, C.O. Clark, M.M. *Relation between smoking cessation and receiving results from three annual spiral chest computed tomography scans for lung carcinoma screening.* (2005). *Cancer*. Vol.103, Issue 10. DOI: 10.1002/cncr.21045.

Udale, Jenny. (2009). *Fundamentos do Design de Moda: tecidos e moda/ Jenny UDALE;* tradução Edson Furmankiewicz. Porto Alegre. 176p. Bookman.

Stegmaier, T., Dauner, M., Von Arnim, V., Scherrieble, A., Dinkelmann, A., and H. Planck. (2007). *Nanofibers and nanotechnology in textiles. Part IV: Nanocoatings and surface modification techniques.* Woodhead Publishing Series in Textiles. No. 67. ITV Denckendorf, Germany, Edited by P. J. Brown and K. Stevens, pág.407 - 427.

UNESP, ângulo de contato e energia de superfície. Universidade Estadual de São Paulo. Disponível em <http://www2.sorocaba.unesp.br/>

Wang, L & Li, C. (2005). *A new method for measuring dynamic fabric heat and moisture Comfort, experimental thermal and fluid science.* Vol.29, nº2, pág 705-714.

Vigneshwaran, N., Kumar, S., Kathe, A A., Varadarajan, P. V., Prasad, V. (2006). Functional finishing of cotton fabrics using zinc oxide–soluble starch nanocomposites. Institute of physics publishing nanotechnology. *Journal Nanotechnology*. Vol.17, pág. 5087–5095 doi:10.1088/0957-4484/17/20/008 [Cited 150 Aug, 2013].

Wilson C. A. & Parisi A. V. (2006). Protection from Solar Erythema Ultraviolet Radiation – Simulated Wear and Laboratory Testing. *Textile Research Journal* nº76, pág. 216-225.

Ziegelberger, G. (2007). *Protecting workers from ultraviolet radiation.* ICNIRP 14, Germany.

Zille, A., Oliveira, F.R., Souto, A.P.(2014). *Plasma treatment in textile industry.* Plasma Processes and polymers. Vol 12, issue 2, pág 98-131.

O estudo da aplicação de acabamentos funcionais de barreira UV em fibras previamente ativadas por plasma

ANEXOS

	Amostra	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	A 1	1	1	1	1	1	2	8	1	1	1	1	7
2	A 2	1	1	1	2	1	2	9	1	1	1	1	7
3	B 1	1	1	1	1	1	2	8	1	1	1	1	7
4	B 2	1	1	1	2	1	2	9	1	1	1	1	8
5	C 1	2	1	1	1	2	3	9	1	1	1	1	8
6	C 2	2	1	1	2	2	3	9	1	1	1	1	8
7	C 3	2	1	1	1	3	3	9	1	1	1	1	8
8	C 4	2	1	1	2	3	3	9	1	1	1	1	8
9	1	3	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
10	1a	3	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1
11	1aa	3	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	8
12	1aaa	3	1	1	2	5	1	1	1	1	1	1	8
13	1aaaa	3	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	9
14	1aaaaa	3	1	1	2	6	1	1	1	1	1	1	9
15	1aaaaaa	3	1	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1
16	1aaaaaaa	3	1	1	2	7	1	1	1	1	1	1	1
17	1 8a	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1
18	1 9a	3	1	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1
19	110a	3	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	8
20	1 11a	3	1	1	2	1	5	1	1	1	1	1	8
21	1 12a	3	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	9
22	1 13a	3	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	9
23	2	3	1	2	1	4	1	4	4	4	4	4	2
24	2a	3	1	2	2	4	1	4	4	4	4	4	2
25	2aa	3	1	2	1	5	1	4	4	4	4	4	9
26	2aaa	3	1	2	2	5	1	4	4	4	4	4	9
27	2aaaa	3	1	2	1	6	1	4	4	4	4	4	9
28	2aaaaa	3	1	2	2	6	1	4	4	4	4	4	9
29	2 6a	3	1	2	1	7	1	4	4	4	4	4	9

30	2 7a	3	1	2	2	7	1	4	4	4	4	4	9
31	2 8a	3	1	2	1	1	4	4	4	4	4	4	2
32	2 9a	3	1	2	2	1	4	4	4	4	4	4	2
33	2 10a	3	1	2	1	1	5	4	4	4	4	4	9
34	2 11a	3	1	2	2	1	5	4	4	4	4	4	9
35	2 12a	3	1	2	1	1	6	4	4	4	4	4	9
36	2 13a	3	1	2	2	1	6	4	4	4	4	4	9
37	3	3	1	2	1	1	4	9	6	4	4	4	2
38	3a	3	1	2	2	1	4	9	6	4	4	4	2
39	3aa	3	1	2	1	1	5	9	6	4	4	4	9
40	3aaa	3	1	2	2	1	5	9	6	4	4	4	9
41	3aaaa	3	1	2	1	1	6	9	6	4	4	4	9
42	3aaaaa	3	1	2	2	1	6	9	6	4	4	4	9
43	4	3	1	2	1	1	4	9	9	9	9	9	8
44	4a	3	1	2	2	1	4	9	9	9	9	9	8
45	4aa	3	1	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
46	4aaa	3	1	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
47	4aaaa	3	1	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
48	4aaaaa	3	1	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
49	5	3	1	2	1	1	4	5	5	5	5	5	6
50	5a	3	1	2	2	1	4	5	5	5	5	5	6
51	5aa	3	1	2	1	1	5	5	5	5	5	5	9
52	5aaa	3	1	2	2	1	5	5	5	5	5	5	9
53	5aaaa	3	1	2	1	1	6	5	5	5	5	5	9
54	5aaaaa	3	1	2	2	1	6	5	5	5	5	5	9
55	6	4	1	2	1	4	1	9	9	9	9	9	5
56	6a	4	1	2	2	4	1	9	9	9	9	9	5
57	6aa	4	1	2	1	5	1	9	9	9	9	9	9
58	6aaa	4	1	2	2	5	1	9	9	9	9	9	9
59	6aaaa	4	1	2	1	6	1	9	9	9	9	9	9

60	6aaaa	4	1	2	2	6	1	9	9	9	9	9	9
61	6aaaaa	4	1	2	1	7	1	9	9	9	9	9	9
62	6 7a	4	1	2	2	7	1	9	9	9	9	9	9
63	6 8a	4	1	2	1	1	4	9	9	9	9	9	5
64	6 9a	4	1	2	2	1	4	9	9	9	9	9	5
65	6 10a	4	1	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
66	6 11a	4	1	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
67	6 12a	4	1	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
68	6 13a	4	1	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
69	7	3	1	3	1	4	1	9	9	9	9	9	9
70	7a	3	1	3	2	4	1	9	9	9	9	9	9
71	7aa	3	1	3	1	5	1	9	9	9	9	9	9
72	7aaa	3	1	3	2	5	1	9	9	9	9	9	9
73	7aaaa	3	1	3	1	6	1	9	9	9	9	9	9
74	7aaaaa	3	1	3	2	6	1	9	9	9	9	9	9
75	7aaaaaa	3	1	3	1	7	1	9	9	9	9	9	9
76	7aaaaaaa	3	1	3	2	7	1	9	9	9	9	9	9
77	7 8a	3	1	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9
78	7 9a	3	1	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
79	7 10a	3	1	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9
80	7 11 a	3	1	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
81	7 12a	3	1	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9
82	7 13 a	3	1	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
83	8	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	6	4
84	8a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	6	4
85	8aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	7	9
86	8aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	7	9
87	8aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	7	9
88	8aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	7	9
89	9	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	6	9

90	9a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	6	9
91	9aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	7	9
92	9aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	7	9
93	9aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	7	9
94	9aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	7	9
95	10	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9
96	10a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9
97	10aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
98	10aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
99	10aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
100	10aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
101	11	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	5
102	11a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	5
103	11aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
104	11aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
105	11aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
106	11aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
107	12	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9
108	12a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9
109	12aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
110	12aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
111	12aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
112	12aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
113	13	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9
114	13a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9
115	13aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
116	13aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
117	13aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
118	13aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
119	14	5	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9

120	14a	5	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
121	14aa	5	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9
122	14aaa	5	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
123	14aaaa	5	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9
124	14aaaaa	5	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
125	15	4	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9
126	15a	4	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
127	15aa	4	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9
128	15aaa	4	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
129	15aaaa	4	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9
130	15aaaaa	4	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
131	16	3	2	3	1	4	1	9	9	9	9	9	9
132	16a	3	2	3	2	4	1	9	9	9	9	9	9
133	16aa	3	2	3	1	5	1	9	9	9	9	9	9
134	16aaa	3	2	3	2	5	1	9	9	9	9	9	9
135	16aaaa	3	2	3	1	6	1	9	9	9	9	9	9
136	16aaaaa	3	2	3	2	6	1	9	9	9	9	9	9
137	16aaaaaa	3	2	3	1	7	1	9	9	9	9	9	9
138	16aaaaaaa	3	2	3	2	7	1	9	9	9	9	9	9
139	16 8a	3	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9
140	16 9a	3	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
141	16 10a	3	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9
142	16 11a	3	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
143	16 12a	3	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9
144	16 13a	3	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
145	17	4	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9
146	17a	4	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
147	17aa	4	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9
148	17aaa	4	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
149	17aaaa	4	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9

150	17aaaa	4	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
151	18	3	2	2	1	4	1	9	9	9	9	9	9
152	18a	3	2	2	2	4	1	9	9	9	9	9	9
153	18aa	3	2	2	1	5	1	9	9	9	9	9	9
154	18aaa	3	2	2	2	5	1	9	9	9	9	9	9
155	18aaaa	3	2	2	1	6	1	9	9	9	9	9	9
156	18aaaaa	3	2	2	2	6	1	9	9	9	9	9	9
157	18aaaaaa	3	2	2	1	7	1	9	9	9	9	9	9
158	18aaaaaaa	3	2	2	2	7	1	9	9	9	9	9	9
159	18 8a	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9
160	18 9a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9
161	18 10a	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
162	18 11a	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
163	18 12a	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
164	18 13a	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
165	19	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9
166	19a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9
167	19aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
168	19aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
169	19aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
170	19aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
171	20	3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9
172	20a	3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9
173	20aa	3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9
174	20aaa	3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9
175	20aaaa	3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9
176	20aaaaa	3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9
177	21	3	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9
178	21a	3	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
179	21aa	3	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9

180	21aaa	3	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
181	21aaaa	3	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9
182	21aaaaa	3	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
183	22	3	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9
184	22a	3	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
185	22aa	3	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9
186	22aaa	3	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
187	22aaaa	3	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9
188	22aaaaa	3	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
189	23	4	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9
190	23a	4	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9
191	23aa	4	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9
192	23aaa	4	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9
193	23aaaa	4	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9
194	23aaaaa	4	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9
195	24	3	2	4	1	4	1	9	9	9	9	9	9
196	24a	3	2	4	2	4	1	9	9	9	9	9	9
197	24aa	3	2	4	1	5	1	9	9	9	9	9	9
198	24aaa	3	2	4	2	5	1	9	9	9	9	9	9
199	24aaaa	3	2	4	1	6	1	9	9	9	9	9	9
200	24aaaaa	3	2	4	2	6	1	9	9	9	9	9	9
201	24aaaaaa	3	2	4	1	7	1	9	9	9	9	9	9
202	24aaaaaaa	3	2	4	2	7	1	9	9	9	9	9	9
203	24 8a	3	2	4	1	1	4	9	9	9	9	9	9
204	24 9a	3	2	4	2	1	4	9	9	9	9	9	9
205	24 10a	3	2	4	1	1	5	9	9	9	9	9	9
206	24 11a	3	2	4	2	1	5	9	9	9	9	9	9
207	24 12a	3	2	4	1	1	6	9	9	9	9	9	9
208	24 13a	3	2	4	2	1	6	9	9	9	9	9	9


```

clear all
close all
clc

% critérios
% A = composição
%   A1 = poliamida
%   A2 = poliéster
%   A3 = algodão
%   A4 = algodão 65% / poliéster 35%
%   A5 = algodão 35% / poliéster 65%
% B = estrutura do tecido
%   B1 = tafetá
%   B2 = sarja
% C = gramatura
%   C1 = até 150
%   C2 = 150 à 200
%   C3 = 201 à 250
%   C4 = 251 ou mais
% D = ativação superficial
%   D1 = sem ativação
%   D2 = ativado por descarga de plasma
% E = tingimento
%   E1 = sem tingimento
%   E2 = corante disperso à 1%
%   E3 = corante disperso à 2%
%   E4 = corante reativo à 1% (CRIM)
%   E5 = corante reativo à 1% (REO)
%   E6 = corante reativo à 2% (CRIM)
%   E7 = corante reativo à 2% (REO)
% F = acabamento
%   F1 = sem acabamento
%   F2 = microcápsulas de camomila
%   F3 = TANUVAL UVL
%   F4 = UV SUN CEL à 1,5 g
%   F5 = UV SUN CEL à 3,0 g
%   F6 = UV SUN CEL à 5,0 g
% G = durabilidade 1 lavagem
%   G1 = proteção UV menor que 15%
%   G2 = proteção UV entre 16% e 20%
%   G3 = proteção UV entre 21% e 25%
%   G4 = proteção UV entre 26% e 30%
%   G5 = proteção UV entre 31% e 35%
%   G6 = proteção UV entre 36% e 40%
%   G7 = proteção UV entre 41% e 45%
%   G8 = proteção UV entre 46% e 50%
%   G9 = proteção UV maior que 51%
% H = durabilidade 5 lavagens
%   H1 = proteção UV menor que 15%
%   H2 = proteção UV entre 16% e 20%
%   H3 = proteção UV entre 21% e 25%
%   H4 = proteção UV entre 26% e 30%
%   H5 = proteção UV entre 31% e 35%
%   H6 = proteção UV entre 36% e 40%
%   H7 = proteção UV entre 41% e 45%
%   H8 = proteção UV entre 46% e 50%
%   H9 = proteção UV maior que 51%

```

```

% I = durabilidade 15 lavagens
% I1 = proteção UV menor que 15%
% I2 = proteção UV entre 16% e 20%
% I3 = proteção UV entre 21% e 25%
% I4 = proteção UV entre 26% e 30%
% I5 = proteção UV entre 31% e 35%
% I6 = proteção UV entre 36% e 40%
% I7 = proteção UV entre 41% e 45%
% I8 = proteção UV entre 46% e 50%
% I9 = proteção UV maior que 51%
% J = durabilidade 25 lavagens
% J1 = proteção UV menor que 15%
% J2 = proteção UV entre 16% e 20%
% J3 = proteção UV entre 21% e 25%
% J4 = proteção UV entre 26% e 30%
% J5 = proteção UV entre 31% e 35%
% J6 = proteção UV entre 36% e 40%
% J7 = proteção UV entre 41% e 45%
% J8 = proteção UV entre 46% e 50%
% J9 = proteção UV maior que 51%
% K = durabilidade 50 lavagens
% K1 = proteção UV menor que 15%
% K2 = proteção UV entre 16% e 20%
% K3 = proteção UV entre 21% e 25%
% K4 = proteção UV entre 26% e 30%
% K5 = proteção UV entre 31% e 35%
% K6 = proteção UV entre 36% e 40%
% K7 = proteção UV entre 41% e 45%
% K8 = proteção UV entre 46% e 50%
% K9 = proteção UV maior que 51%
% L = humidade
% L1 = proteção UV menor que 15%
% L2 = proteção UV entre 16% e 20%
% L3 = proteção UV entre 21% e 25%
% L4 = proteção UV entre 26% e 30%
% L5 = proteção UV entre 31% e 35%
% L6 = proteção UV entre 36% e 40%
% L7 = proteção UV entre 41% e 45%
% L8 = proteção UV entre 46% e 50%
% L9 = proteção UV maior que 51%

% Critérios = [ A B C D E F G H I J K L ]
% A varia entre 1 e 5
% B varia entre 1 e 2
% C varia entre 1 e 4
% D varia entre 1 e 2
% E varia entre 1 e 7
% F varia entre 1 e 6
% G varia entre 1 e 9
% H varia entre 1 e 9
% I varia entre 1 e 9
% J varia entre 1 e 9
% K varia entre 1 e 9
% L varia entre 1 e 9

Critérios = [ 5 3 5 2 5 5 1 1 1 2.5 4.5 4 ];
A = [ 2 2 4 8 7 ];

```

```

B = [ 2 4 ];
C = [ 2 6 7 5 ];
D = [ 1 2 ];
E = [ 1 10 10 10 10 10 10 ];
F = [ 1 8 8 9 10 10 ];
G = [ 1 1 1 1 5 6 7 8 9 ];
H = [ 1 1 1 1 6 7 8 9 10 ];
I = [ 1 1 1 1 7 8 9 10 10 ];
J = [ 1 1 1 1 8 9 10 10 10 ];
K = [ 1 1 1 1 7 8 8 8 8 ];
L = [ 1 1 1 1 6 7 8 9 10 ];

```

```
% amostras = número de amostras
```

```
amostras = 208;
```

```
% Matriz ( Entrada ) = matriz entrada de dados com 12 colunas ( A a L ) e
% número de linhas igual ao número de amostras
```

```

Entrada = [1      1      1      1      1      2      8      1      1      1      1      7;
           1      1      1      2      1      2      9      1      1      1      1      7;
           1      1      1      1      1      2      8      1      1      1      1      7;
           1      1      1      2      1      2      9      1      1      1      1      8;
           2      1      1      1      2      3      9      1      1      1      1      8;
           2      1      1      2      2      3      9      1      1      1      1      8;
           2      1      1      1      3      3      9      1      1      1      1      8;
           2      1      1      2      3      3      9      1      1      1      1      8;
           3      1      1      1      4      1      1      1      1      1      1      1;
           3      1      1      2      4      1      1      1      1      1      1      1;
           3      1      1      1      5      1      1      1      1      1      1      8;
           3      1      1      2      5      1      1      1      1      1      1      8;
           3      1      1      1      6      1      1      1      1      1      1      9;
           3      1      1      2      6      1      1      1      1      1      1      9;
           3      1      1      1      7      1      1      1      1      1      1      1;
           3      1      1      2      7      1      1      1      1      1      1      1;
           3      1      1      1      1      4      1      1      1      1      1      1;
           3      1      1      2      1      4      1      1      1      1      1      1;
           3      1      1      1      1      5      1      1      1      1      1      8;
           3      1      1      2      1      5      1      1      1      1      1      8;
           3      1      1      1      1      6      1      1      1      1      1      9;
           3      1      1      1      1      6      1      1      1      1      1      9;
           3      1      2      1      4      1      4      4      4      4      4      2;
           3      1      2      2      4      1      4      4      4      4      4      2;
           3      1      2      1      5      1      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      2      5      1      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      1      6      1      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      2      6      1      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      1      7      1      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      2      7      1      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      1      1      4      4      4      4      4      4      2;
           3      1      2      2      1      4      4      4      4      4      4      2;
           3      1      2      1      1      5      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      2      1      5      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      1      1      6      4      4      4      4      4      9;
           3      1      2      2      1      6      4      4      4      4      4      9;

```

3	1	2	1	1	4	9	6	4	4	4	2;
3	1	2	2	1	4	9	6	4	4	4	2;
3	1	2	1	1	5	9	6	4	4	4	9;
3	1	2	2	1	5	9	6	4	4	4	9;
3	1	2	1	1	6	9	6	4	4	4	9;
3	1	2	2	1	6	9	6	4	4	4	9;
3	1	2	1	1	4	9	9	9	9	9	8;
3	1	2	2	1	4	9	9	9	9	9	8;
3	1	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	1	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	1	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	1	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	1	2	1	1	4	5	5	5	5	5	6;
3	1	2	2	1	4	5	5	5	5	5	6;
3	1	2	1	1	5	5	5	5	5	5	9;
3	1	2	2	1	5	5	5	5	5	5	9;
3	1	2	1	1	6	5	5	5	5	5	9;
3	1	2	2	1	6	5	5	5	5	5	9;
4	1	2	1	4	1	9	9	9	9	9	5;
4	1	2	2	4	1	9	9	9	9	9	5;
4	1	2	1	5	1	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	2	5	1	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	1	6	1	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	2	6	1	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	1	7	1	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	2	7	1	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	1	1	4	9	9	9	9	9	5;
4	1	2	2	1	4	9	9	9	9	9	5;
4	1	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
4	1	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	1	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	2	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	1	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	2	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	1	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	2	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	1	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	2	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	1	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	6	4;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	6	4;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	7	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	7	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	7	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	7	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	6	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	6	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	7	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	7	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	7	9;

3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	7	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	5;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	5;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
5	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
5	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
5	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
5	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
5	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
5	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;

3	2	2	1	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	2	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	1	1	6	9	9	9	9	9	9;
4	2	3	2	1	6	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	1	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	2	4	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	1	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	2	5	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	1	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	2	6	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	1	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	2	7	1	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	1	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	2	1	4	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	1	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	2	1	5	9	9	9	9	9	9;
3	2	4	1	1	6	9	9	9	9	9	9;

```
3 2 4 2 1 6 9 9 9 9 9 9];
```

```
% Matriz ( Saida ) = substituição dos parâmetros originais pelos valores  
% atribuidos nos vetores A a L.
```

```
for n = 1:amostras
```

```
    if Entrada(n,1)==1
```

```
        Saida(n,1) = A(1);
```

```
    end
```

```
    if Entrada(n,1)==2
```

```
        Saida(n,1) = A(2);
```

```
    end
```

```
    if Entrada(n,1)==3
```

```
        Saida(n,1) = A(3);
```

```
    end
```

```
    if Entrada(n,1)==4
```

```
        Saida(n,1) = A(4);
```

```
    end
```

```
    if Entrada(n,1)==5
```

```
        Saida(n,1) = A(5);
```

```
    end
```

```
    if Entrada(n,2)==1
```

```
        Saida(n,2) = B(1);
```

```
    end
```

```
    if Entrada(n,2)==2
```

```
        Saida(n,2) = B(2);
```

```
    end
```

```
    if Entrada(n,3)==1
```

```
        Saida(n,3) = C(1);
end
if Entrada(n,3)==2
        Saida(n,3) = C(2);
end
if Entrada(n,3)==3
        Saida(n,3) = C(3);
end
if Entrada(n,3)==4
        Saida(n,3) = C(4);
end
if Entrada(n,4)==1
        Saida(n,4) = D(1);
end
if Entrada(n,4)==2
        Saida(n,4) = D(2);
end
if Entrada(n,5)==1
        Saida(n,5) = E(1);
end
if Entrada(n,5)==2
        Saida(n,5) = E(2);
end
if Entrada(n,5)==3
        Saida(n,5) = E(3);
end
```

```
if Entrada(n,5)==4
    Saida(n,5) = E(4);
end

if Entrada(n,5)==5
    Saida(n,5) = E(5);
end

if Entrada(n,5)==6
    Saida(n,5) = E(6);
end

if Entrada(n,5)==7
    Saida(n,5) = E(7);
end

if Entrada(n,6)==1
    Saida(n,6) = F(1);
end

if Entrada(n,6)==2
    Saida(n,6) = F(2);
end

if Entrada(n,6)==3
    Saida(n,6) = F(3);
end

if Entrada(n,6)==4
    Saida(n,6) = F(4);
end

if Entrada(n,6)==5
    Saida(n,6) = F(5);
```

```
end

if Entrada(n,6)==6
    Saida(n,6) = F(6);
end

if Entrada(n,7)==1
    Saida(n,7) = G(1);
end

if Entrada(n,7)==2
    Saida(n,7) = G(2);
end

if Entrada(n,7)==3
    Saida(n,7) = G(3);
end

if Entrada(n,7)==4
    Saida(n,7) = G(4);
end

if Entrada(n,7)==5
    Saida(n,7) = G(5);
end

if Entrada(n,7)==6
    Saida(n,7) = G(6);
end

if Entrada(n,7)==7
    Saida(n,7) = G(7);
end

if Entrada(n,7)==8
```

```
        Saida(n,7) = G(8);  
end  
if Entrada(n,7)==9  
        Saida(n,7) = G(9);  
end  
if Entrada(n,8)==1  
        Saida(n,8) = H(1);  
end  
if Entrada(n,8)==2  
        Saida(n,8) = H(2);  
end  
if Entrada(n,8)==3  
        Saida(n,8) = H(3);  
end  
if Entrada(n,8)==4  
        Saida(n,8) = H(4);  
end  
if Entrada(n,8)==5  
        Saida(n,8) = H(5);  
end  
if Entrada(n,8)==6  
        Saida(n,8) = H(6);  
end  
if Entrada(n,8)==7  
        Saida(n,8) = H(7);  
end
```

```
if Entrada(n,8)==8
    Saida(n,8) = H(8);
end

if Entrada(n,8)==9
    Saida(n,8) = H(9);
end

if Entrada(n,9)==1
    Saida(n,9) = I(1);
end

if Entrada(n,9)==2
    Saida(n,9) = I(2);
end

if Entrada(n,9)==3
    Saida(n,9) = I(3);
end

if Entrada(n,9)==4
    Saida(n,9) = I(4);
end

if Entrada(n,9)==5
    Saida(n,9) = I(5);
end

if Entrada(n,9)==6
    Saida(n,9) = I(6);
end

if Entrada(n,9)==7
    Saida(n,9) = I(7);
```

```
end

if Entrada(n,9)==8
    Saida(n,9) = I(8);
end

if Entrada(n,9)==9
    Saida(n,9) = I(9);
end

if Entrada(n,10)==1
    Saida(n,10) = J(1);
end

if Entrada(n,10)==2
    Saida(n,10) = J(2);
end

if Entrada(n,10)==3
    Saida(n,10) = J(3);
end

if Entrada(n,10)==4
    Saida(n,10) = J(4);
end

if Entrada(n,10)==5
    Saida(n,10) = J(5);
end

if Entrada(n,10)==6
    Saida(n,10) = J(6);
end

if Entrada(n,10)==7
```

```
        Saida(n,10) = J(7);  
end  
if Entrada(n,10)==8  
        Saida(n,10) = J(8);  
end  
if Entrada(n,10)==9  
        Saida(n,10) = J(9);  
end  
if Entrada(n,11)==1  
        Saida(n,11) = K(1);  
end  
if Entrada(n,11)==2  
        Saida(n,11) = K(2);  
end  
if Entrada(n,11)==3  
        Saida(n,11) = K(3);  
end  
if Entrada(n,11)==4  
        Saida(n,11) = K(4);  
end  
if Entrada(n,11)==5  
        Saida(n,11) = K(5);  
end  
if Entrada(n,11)==6  
        Saida(n,11) = K(6);  
end
```

```
if Entrada(n,11)==7
    Saida(n,11) = K(7);
end

if Entrada(n,11)==8
    Saida(n,11) = K(8);
end

if Entrada(n,11)==9
    Saida(n,11) = K(9);
end

if Entrada(n,12)==1
    Saida(n,12) = L(1);
end

if Entrada(n,12)==2
    Saida(n,12) = L(2);
end

if Entrada(n,12)==3
    Saida(n,12) = L(3);
end

if Entrada(n,12)==4
    Saida(n,12) = L(4);
end

if Entrada(n,12)==5
    Saida(n,12) = L(5);
end

if Entrada(n,12)==6
    Saida(n,12) = L(6);
end
```

```

end

if Entrada(n,12)==7

    Saida(n,12) = L(7);

end

if Entrada(n,12)==8

    Saida(n,12) = L(8);

end

if Entrada(n,12)==9

    Saida(n,12) = L(9);

end

end

% constante ( media ) = somatório dos Critérios de A a L multiplicados
% pelo
% vetor ( Criterios ).

media = 0;

for n=1:12

    media = media + Criterios(n);

end

% variável ( soma ) = para uma linha da matriz (Saida), será feito o
% somatório de cada um dos elementos ( 12 ) multiplicados pelo vetor
% ( Criterios ).

% matriz ( Soltemp ) = matriz temporária que recebe um contador referente
a
% cada amostra da matriz ( Entrada ) e seu respectivo resultado ponderado
% obtido pela variável ( soma ) dividida pela constante ( media ) para o
% valor final encontrado variar entre 1.00 e 10.00.

for n = 1:amostras

    soma = 0;

    for m = 1:12

        soma = soma + Saida(n,m) * Criterios(m);
    end
end

```

```

end

Soltemp(n,1) = n;
Soltemp(n,2) = soma/media;

end

% Matriz ( Solucao ) = lista de todas as amostras ordenadas por ordem
% decrescente dos valores obtidos pela análise das amostras.

for m = 1:amostras

    k = 0;

    for n = 1:amostras

        if Soltemp(n,2)>=k

            k = Soltemp(n,2);
            numamostra = Soltemp(n,1);

        end

    end

    Solucao(m,1) = numamostra;
    Solucao(m,2) = k;
    Soltemp(numamostra,2) = -99;

end

Solucao

% Arquivo saída (Etienne.txt) = arquivo contendo todas as amostras
% ordenadas por ordem decrescente dos valores obtidos pela análise das
% amostras.

fileID = fopen('Casaco.txt','w');

for n=1:amostras

    A = Solucao(n,1:2);
    fprintf(fileID,'%6.0f %2.2f\r\n',A);

end

fclose('all');

```


Resultados para Camisa anexo 01.1

124 7.44
122 7.44
123 7.38
121 7.38
194 7.31
192 7.31
150 7.31
148 7.31
130 7.31
128 7.31
120 7.31
193 7.26
191 7.26
149 7.26
147 7.26
129 7.26
127 7.26
119 7.26
68 7.23
66 7.23
62 7.23
60 7.23
58 7.23
190 7.18
146 7.18
126 7.18
67 7.18
65 7.18
61 7.18
59 7.18
57 7.18
189 7.13
145 7.13
125 7.13
56 6.82
55 6.77
64 6.69
188 6.67
186 6.67
182 6.67
180 6.67
176 6.67
174 6.67
170 6.67
168 6.67
164 6.67
162 6.67
158 6.67

Resultados para Camisa anexo 01.1

156 6.67
154 6.67
152 6.67
144 6.67
142 6.67
138 6.67
136 6.67
134 6.67
132 6.67
118 6.67
116 6.67
112 6.67
110 6.67
106 6.67
104 6.67
100 6.67
98 6.67
94 6.67
92 6.67
88 6.67
86 6.67
63 6.64
187 6.62
185 6.62
181 6.62
179 6.62
175 6.62
173 6.62
169 6.62
167 6.62
163 6.62
161 6.62
157 6.62
155 6.62
153 6.62
151 6.62
143 6.62
141 6.62
137 6.62
135 6.62
133 6.62
131 6.62
117 6.62
115 6.62
111 6.62
109 6.62
105 6.62
103 6.62

Resultados para Camisa anexo 01.1

99 6.62
97 6.62
93 6.62
91 6.62
87 6.62
85 6.62
82 6.59
80 6.59
76 6.59
74 6.59
72 6.59
70 6.59
48 6.59
46 6.59
184 6.54
178 6.54
172 6.54
166 6.54
160 6.54
140 6.54
114 6.54
108 6.54
96 6.54
90 6.54
81 6.54
79 6.54
75 6.54
73 6.54
71 6.54
69 6.54
47 6.54
45 6.54
183 6.49
177 6.49
171 6.49
165 6.49
159 6.49
139 6.49
113 6.49
107 6.49
95 6.49
89 6.49
78 6.46
77 6.41
44 6.36
43 6.31
208 6.28
206 6.28

Resultados para Camisa anexo 01.1

202 6.28
200 6.28
198 6.28
196 6.28
207 6.23
205 6.23
201 6.23
199 6.23
197 6.23
195 6.23
204 6.15
102 6.13
203 6.10
101 6.08
54 6.06
52 6.06
53 6.01
51 6.01
8 5.69
6 5.69
7 5.64
5 5.64
50 5.63
84 5.62
49 5.58
83 5.56
42 4.67
40 4.67
41 4.62
39 4.62
4 4.41
36 4.31
34 4.31
30 4.31
28 4.31
26 4.31
2 4.31
35 4.26
33 4.26
29 4.26
27 4.26
25 4.26
3 4.23
1 4.23
14 3.67
38 3.62
22 3.62
21 3.62

Resultados para Camisa anexo 01.1

13 3.62
37 3.56
20 3.56
12 3.56
19 3.51
11 3.51
24 3.38
23 3.33
32 3.26
31 3.21
16 2.74
10 2.74
15 2.69
9 2.69
18 2.62
17 2.56

Resultados para Calça anexo 01.2

194 7.44
192 7.44
150 7.44
148 7.44
130 7.44
128 7.44
193 7.38
191 7.38
149 7.38
147 7.38
129 7.38
127 7.38
190 7.31
146 7.31
126 7.31
124 7.31
122 7.31
189 7.26
145 7.26
125 7.26
123 7.26
121 7.26
120 7.18
119 7.13
68 7.03
66 7.03
62 7.03
60 7.03
58 7.03
67 6.97
65 6.97
61 6.97
59 6.97
57 6.97
208 6.67
206 6.67
202 6.67
200 6.67
198 6.67
196 6.67
188 6.67
186 6.67
182 6.67
180 6.67
144 6.67
142 6.67
138 6.67
136 6.67

Resultados para Calça anexo 01.2

134 6. 67
132 6. 67
207 6. 62
205 6. 62
201 6. 62
199 6. 62
197 6. 62
195 6. 62
187 6. 62
185 6. 62
181 6. 62
179 6. 62
143 6. 62
141 6. 62
137 6. 62
135 6. 62
133 6. 62
131 6. 62
56 6. 62
55 6. 56
204 6. 54
184 6. 54
178 6. 54
140 6. 54
82 6. 51
80 6. 51
76 6. 51
74 6. 51
72 6. 51
70 6. 51
203 6. 49
183 6. 49
177 6. 49
139 6. 49
64 6. 49
81 6. 46
79 6. 46
75 6. 46
73 6. 46
71 6. 46
69 6. 46
63 6. 44
176 6. 41
174 6. 41
170 6. 41
168 6. 41
164 6. 41
162 6. 41

Resultados para Calça anexo 01.2

158 6.41
156 6.41
154 6.41
152 6.41
118 6.41
116 6.41
112 6.41
110 6.41
106 6.41
104 6.41
100 6.41
98 6.41
94 6.41
92 6.41
88 6.41
86 6.41
78 6.38
175 6.36
173 6.36
169 6.36
167 6.36
163 6.36
161 6.36
157 6.36
155 6.36
153 6.36
151 6.36
117 6.36
115 6.36
111 6.36
109 6.36
105 6.36
103 6.36
99 6.36
97 6.36
93 6.36
91 6.36
87 6.36
85 6.36
77 6.33
172 6.28
166 6.28
160 6.28
114 6.28
108 6.28
96 6.28
90 6.28
48 6.26

Resultados para Calça anexo 01.2

46 6.26
171 6.23
165 6.23
159 6.23
113 6.23
107 6.23
95 6.23
89 6.23
47 6.21
45 6.21
44 6.03
43 5.97
102 5.87
101 5.82
54 5.73
52 5.73
53 5.68
51 5.68
84 5.36
83 5.31
50 5.29
49 5.24
42 4.33
40 4.33
8 4.33
6 4.33
41 4.28
39 4.28
7 4.28
5 4.28
36 3.97
34 3.97
30 3.97
28 3.97
26 3.97
35 3.92
33 3.92
29 3.92
27 3.92
25 3.92
14 3.46
22 3.41
21 3.41
13 3.41
20 3.36
12 3.36
19 3.31
11 3.31

Resultados para Calça anexo 01.2

38	3.28
37	3.23
4	3.18
2	3.08
24	3.05
23	3.00
3	3.00
1	3.00
32	2.92
31	2.87
16	2.54
10	2.54
15	2.49
9	2.49
18	2.41
17	2.36

Resultados para Casaco anexo 01.3

194 7.08
192 7.08
150 7.08
148 7.08
130 7.08
128 7.08
193 7.03
191 7.03
149 7.03
147 7.03
129 7.03
127 7.03
190 6.95
146 6.95
126 6.95
124 6.95
122 6.95
189 6.90
145 6.90
125 6.90
123 6.90
121 6.90
120 6.82
68 6.79
66 6.79
62 6.79
60 6.79
58 6.79
119 6.77
67 6.74
65 6.74
61 6.74
59 6.74
57 6.74
188 6.56
186 6.56
182 6.56
180 6.56
144 6.56
142 6.56
138 6.56
136 6.56
134 6.56
132 6.56
187 6.51
185 6.51
181 6.51
179 6.51

Resultados para Casaco anexo 01.3

143 6.51
141 6.51
137 6.51
135 6.51
133 6.51
131 6.51
184 6.44
178 6.44
176 6.44
174 6.44
170 6.44
168 6.44
164 6.44
162 6.44
158 6.44
156 6.44
154 6.44
152 6.44
140 6.44
118 6.44
116 6.44
112 6.44
110 6.44
106 6.44
104 6.44
100 6.44
98 6.44
94 6.44
92 6.44
88 6.44
86 6.44
82 6.41
80 6.41
76 6.41
74 6.41
72 6.41
70 6.41
183 6.38
177 6.38
175 6.38
173 6.38
169 6.38
167 6.38
163 6.38
161 6.38
157 6.38
155 6.38
153 6.38

Resultados para Casaco anexo 01.3

151 6.38
139 6.38
117 6.38
115 6.38
111 6.38
109 6.38
105 6.38
103 6.38
99 6.38
97 6.38
93 6.38
91 6.38
87 6.38
85 6.38
56 6.38
81 6.36
79 6.36
75 6.36
73 6.36
71 6.36
69 6.36
55 6.33
208 6.31
206 6.31
202 6.31
200 6.31
198 6.31
196 6.31
172 6.31
166 6.31
160 6.31
114 6.31
108 6.31
96 6.31
90 6.31
78 6.28
48 6.28
46 6.28
207 6.26
205 6.26
201 6.26
199 6.26
197 6.26
195 6.26
171 6.26
165 6.26
159 6.26
113 6.26

Resultados para Casaco anexo 01.3

107 6.26
95 6.26
89 6.26
64 6.26
77 6.23
47 6.23
45 6.23
63 6.21
204 6.18
203 6.13
44 6.05
43 6.00
102 5.90
101 5.85
54 5.76
52 5.76
53 5.71
51 5.71
84 5.38
83 5.33
50 5.32
49 5.27
42 4.59
40 4.59
41 4.54
39 4.54
8 4.46
6 4.46
7 4.41
5 4.41
36 4.23
34 4.23
30 4.23
28 4.23
26 4.23
35 4.18
33 4.18
29 4.18
27 4.18
25 4.18
14 3.72
22 3.67
21 3.67
13 3.67
20 3.62
12 3.62
19 3.56
11 3.56

Resultados para Casaco anexo 01.3

38 3.54
37 3.49
24 3.31
4 3.31
23 3.26
2 3.21
32 3.18
31 3.13
3 3.13
1 3.13
16 2.79
10 2.79
15 2.74
9 2.74
18 2.67
17 2.62



NORMA REGULAMENTADORA 6 - NR 6

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

6.1 Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora - NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

6.1.1 Entende-se como Equipamento Conjugado de Proteção Individual, todo aquele composto por vários dispositivos, que o fabricante tenha associado contra um ou mais riscos que possam ocorrer simultaneamente e que sejam suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

6.2 O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

6.3 A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e,
- c) para atender a situações de emergência.

6.4 Atendidas as peculiaridades de cada atividade profissional, e observado o disposto no item 6.3, o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI adequados, de acordo com o disposto no ANEXO I desta NR.

6.4.1 As solicitações para que os produtos que não estejam relacionados no ANEXO I, desta NR, sejam considerados como EPI, bem como as propostas para reexame daqueles ora elencados, deverão ser avaliadas por comissão tripartite a ser constituída pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, após ouvida a CTPP, sendo as conclusões submetidas àquele órgão do Ministério do Trabalho e Emprego para aprovação.

6.5 Compete ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT, ouvida a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA e trabalhadores usuários, recomendar ao empregador o EPI adequado ao risco existente em determinada atividade. *(alterado pela*

[Portaria SIT/DSST 194/2010](#)

6.5.1 Nas empresas desobrigadas a constituir SESMT, cabe ao empregador selecionar o EPI adequado ao risco, mediante orientação de profissional tecnicamente habilitado, ouvida a CIPA ou, na falta desta, o designado e trabalhadores usuários. *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*

6.6 Responsabilidades do empregador. *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*

6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI :

- a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) exigir seu uso;
- c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e,
- g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada. h) registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico. *(Inserida pela [Portaria SIT/DSST 107/2009](#))*

6.7 Responsabilidades do trabalhador. *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*

6.7.1 Cabe ao empregado quanto ao EPI:

- a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso; e,
- d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

6.8 Responsabilidades de fabricantes e/ou importadores. *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*

6.8.1 O fabricante nacional ou o importador deverá:

- a) cadastrar-se junto ao órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho; *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*
- b) solicitar a emissão do CA; *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*
- c) solicitar a renovação do CA quando vencido o prazo de validade estipulado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde do trabalho; *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*
- d) requerer novo CA quando houver alteração das especificações do equipamento aprovado; *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*
- e) responsabilizar-se pela manutenção da qualidade do EPI que deu origem ao Certificado de Aprovação - CA;
- f) comercializar ou colocar à venda somente o EPI, portador de CA;
- g) comunicar ao órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho quaisquer alterações dos dados cadastrais fornecidos; h) comercializar o EPI com instruções técnicas no idioma nacional, orientando sua utilização, manutenção, restrição e demais referências ao seu uso;
- i) fazer constar do EPI o número do lote de fabricação; e,
- j) providenciar a avaliação da conformidade do EPI no âmbito do SINMETRO, quando for o caso;
- k) fornecer as informações referentes aos processos de limpeza e higienização de seus EPI, indicando quando for o caso, o número de higienizações acima do qual é necessário proceder à revisão ou à substituição do equipamento, a fim de garantir que os mesmos mantenham as características de proteção original. *(alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*

6.8.1.1 Os procedimentos de cadastramento de fabricante e/ou importador de EPI e de emissão e/ou renovação de CA devem atender os requisitos estabelecidos em Portaria específica. (Inserido pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))

6.9 Certificado de Aprovação - CA

6.9.1 Para fins de comercialização o CA concedido aos EPI terá validade: *((alterado pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#))*

- a) de 5 (cinco) anos, para aqueles equipamentos com laudos de ensaio que não tenham sua conformidade avaliada no âmbito do SINMETRO;
- b) do prazo vinculado à avaliação da conformidade no âmbito do SINMETRO, quando for o caso.

c) de 2 (dois) anos, quando não existirem normas técnicas nacionais ou internacionais, oficialmente reconhecidas, ou laboratório capacitado para realização dos ensaios, sendo que nesses casos os EPI terão sua aprovação pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, mediante apresentação e análise do Termo de Responsabilidade Técnica e da especificação técnica de fabricação, podendo ser renovado por 24 (vinte e quatro) meses, quando se expirarem os prazos concedidos (redação dada pela [Portaria](#)

33/2007); e, (Alínea excluída pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#)).

d) de 2 (dois) anos, renováveis por igual período, para os EPI desenvolvidos após a data da publicação desta NR, quando não existirem normas técnicas nacionais ou internacionais, oficialmente reconhecidas, ou laboratório capacitado para realização dos ensaios, caso em que os EPI serão aprovados pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, mediante apresentação e análise do Termo de Responsabilidade Técnica e da especificação técnica de fabricação. (Alínea excluída pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#)).

6.9.2 O órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, quando necessário e mediante justificativa, poderá estabelecer prazos diversos daqueles dispostos no subitem 6.9.1.

6.9.3 Todo EPI deverá apresentar em caracteres indeléveis e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante, o lote de fabricação e o número do CA, ou, no caso de EPI importado, o nome do importador, o lote de fabricação e o número do CA.

6.9.3.1 Na impossibilidade de cumprir o determinado no item 6.9.3, o órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho poderá autorizar forma alternativa de gravação, a ser proposta pelo fabricante ou importador, devendo esta constar do CA.

6.10 - Restauração, lavagem e higienização de EPI

6.10.1 - Os EPI passíveis de restauração, lavagem e higienização, serão definidos pela comissão tripartite constituída, na forma do disposto no item 6.4.1, desta NR, devendo manter as características de proteção original. (Item excluído pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#)).

6.11 Da competência do Ministério do Trabalho e Emprego / MTE

6.11.1 Cabe ao órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho:

- a) cadastrar o fabricante ou importador de EPI;
- b) receber e examinar a documentação para emitir ou renovar o CA de EPI;
- c) estabelecer, quando necessário, os regulamentos técnicos para ensaios de EPI;
- d) emitir ou renovar o CA e o cadastro de fabricante ou importador;
- e) fiscalizar a qualidade do EPI;
- f) suspender o cadastramento da empresa fabricante ou importadora; e,
- g) cancelar o CA.

6.11.1.1 Sempre que julgar necessário o órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho, poderá requisitar amostras de EPI, identificadas com o nome do fabricante e o número de referência, além de outros requisitos.

6.11.2 Cabe ao órgão regional do MTE:

- a) fiscalizar e orientar quanto ao uso adequado e a qualidade do EPI;
- b) recolher amostras de EPI; e,
- c) aplicar, na sua esfera de competência, as penalidades cabíveis pelo descumprimento desta NR.

6.12 e Subitens (Revogados pela [Portaria SIT n.º 125/2009](#)).

ANEXOS

ANEXO I - [Lista de Equipamentos de Proteção Individual](#).

ANEXO II - [Normas Técnicas Aplicáveis aos EPI](#)

ANEXO III - Anexo excluído pela [Portaria SIT/DSST 194/2010](#)



Imprima o
conteúdo desta
página

[Guia Trabalhista](#) | [CLT](#) | [Rotinas Trabalhistas](#) | [CIPA](#) | [PPP](#) | [Auditoria Trabalhista](#) | [Prevenção Riscos Trabalhistas](#) | [Terceirização](#) | [RPS](#) | [IRF](#) | [Modelos de Contratos](#) | [Gestão RH](#) | [Recrutamento e Seleção](#) | [Segurança e Saúde](#) | [Cálculos Trabalhistas](#) | [Cargos e Salários](#) | [PLR](#) | [Direito Previdenciário](#) | [Departamento Pessoal](#) | [Direitos Trabalhistas](#) | [Boletim Trabalhista](#) | [Publicações Trabalhistas](#) | [Simples Nacional](#) | [Contabilidade](#) | [Tributação](#) | [Normas Legais](#) | [Publicações Jurídicas](#)

Não autorizamos reproduções (total ou parcial), revenda ou qualquer outra forma de distribuição (gratuita ou paga) do conteúdo deste Guia.
Todas nossas publicações tem direitos autorais registrados, conforme Lei nº 9.610/98.
Copyright © 2003-2015 Portal Tributário Editora. Todos os Direitos Reservados.

Anexo

Tabela 1 Resultados dos testes de durabilidade dos acabamentos funcionais ao grau de UPF em tecidos de estrutura Tafetá

GRUPO 1

Amostra 22 (165g/m ²)															
	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	30	30	5	30	30	5	30	30	5	30	30	5	30	30
UVA%	24,7	8,7	9,1	21,7	9,8	10,3	22,0	10,0	10,0	22,5	10,2	11,0	22,4	8,9	9,2
UVB%	15,4	1,6	2,0	12,8	3,9	4,1	15,0	4,0	4,1	14,1	4,2	4,6	13,3	1,7	2,2

Amostra 26 (175g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	40	40	5	30	30	5	30	30	5	30	30
UVA%	24,4	7,6	7,7	21,7	8,3	8,5	22,2	9,0	9,2	20,8	9,3	10,0	22,1	8,5	9,7
UVB%	14,8	0,8	0,8	12,8	1,2	1,3	12,1	1,8	1,9	11,9	2,1	2,3	14,2	0,8	1,1

Amostra 23 (180g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	18,1	6,1	6,8	19,1	6,4	6,5	18,2	5,8	5,9	18,3	6,3	6,9	18,7	6,5	6,6
UVB%	9,9	0,8	0,8	10,0	0,8	0,8	10,0	0,8	0,8	9,2	0,8	0,8	9,9	0,8	0,8

Amostra 25 (190g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	35	35	5	35	35	5	35	35	5	35	35	5	35	35
UVA%	21,7	7,2	7,1	22	7,2	7,2	21,6	8,3	8,3	19,5	7,7	7,6	20,3	7,4	7,3
UVB%	13	1,8	1,8	13,1	1,4	1,4	12,5	2,1	2,2	10,9	1,9	1,9	11,9	1,9	1,7

Amostra 21 (195g/m²), Tecido misto 65% CO/ 35% PES

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	35	50+	50+	35	50+	50+	35	50+	50+	35	50+	50+	35	50+	50+
UVA%	12,8	7,7	7,8	12,9	8,5	8,6	10,0	8,0	8,0	8,9	8,7	8,8	12,4	4,9	5,0
UVB%	1,7	0,8	0,8	1,3	0,8	0,8	1,3	0,8	0,8	1,2	1,0	1,0	1,1	0,8	0,8

GRUPO 2

Amostra 13 (170g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	24,2	7,0	7,1	22,2	7,1	7,2	22,4	7,0	7,2	20,9	7,9	7,9	20,8	7,0	7,6
UVB%	15,1	0,8	0,8	13,7	0,8	0,8	13,8	0,8	0,8	11,5	0,8	0,8	12,4	0,8	0,8

Amostra 14 (190g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	19,4	5,4	5,5	18,7	5,9	6,0	18,0	5,4	5,5	19,4	6,0	6,1	18,7	6,2	5,6
UVB%	10,3	0,8	0,8	9,6	0,8	0,8	9,5	0,8	0,8	10,4	0,8	0,8	9,9	0,8	0,8

Amostra 19 (195g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	40	50+	50+	40	50+	50+	40	50+	50+	40	50+	50+	40	50+	50+
UVA%	11,0	5,3	5,4	11,0	6,4	6,1	11,4	4,8	4,9	12,1	6,6	6,7	10,7	6,4	6,3
UVB%	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Amostra 16 (200g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	19,7	5,9	6,0	19,5	5,8	5,9	19,1	5,6	5,7	18,4	6,1	6,2	17,8	5,5	5,9
UVB%	10,0	0,8	0,8	10,7	0,8	0,8	10,2	0,8	0,8	9,8	0,8	0,8	8,9	0,8	0,8

Amostra 12 (205g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	17,2	5,9	5,9	18,3	5,9	5,9	18,1	5,6	5,7	17,6	5,8	5,9	16,5	5,8	5,4
UVB%	9,2	0,8	0,8	9,6	0,8	0,8	9,5	0,8	0,8	9,1	0,8	0,8	8,2	0,8	0,8

Amostra 03 (240g/m²), tecido misto 65% CO / 35% PES

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+
UVA%	9,6	3,7	3,8	8,9	5,0	5,1	9,0	5,0	5,1	9,3	5,5	5,6	8,7	5,5	5,9
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

GRUPO 3

Amostra 09 (170g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	20,9	6,5	6,6	20,8	6,2	6,3	20,6	5,8	5,9	20,5	6,1	6,2	20,2	6,6	6,6
UVB%	12,0	0,8	0,8	11,8	0,8	0,8	11,8	0,8	0,8	11,7	0,8	0,8	11,4	0,8	0,8

Amostra 08 (190g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	24,1	5,8	5,9	22,1	5,7	5,8	20,1	5,6	5,7	18,7	5,4	5,5	17,3	5,6	5,6
UVB%	11,8	0,8	0,8	11,6	0,8	0,8	11,0	0,8	0,8	10,4	0,8	0,8	9,0	0,8	0,8

Amostra 07 (210g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+	5	50+	50+
UVA%	19,7	5,4	5,6	18,5	5,3	5,4	18,5	5,4	5,5	17,4	5,0	5,1	16,9	5,5	5,4
UVB%	11,3	0,8	0,8	10,1	0,8	0,8	10,2	0,8	0,8	9,2	0,8	0,8	8,7	0,8	0,8

Amostra 06 (235g/m²)

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+	10	50+	50+
UVA%	11,9	3,4	3,5	12,3	3,4	3,5	11,0	3,3	3,4	10,0	2,9	3,0	11,4	3,2	3,0
UVB%	5,0	0,8	0,8	5,0	0,8	0,8	4,8	0,8	0,8	3,6	0,8	0,8	4,9	0,8	0,8

Amostra 02 (240g/m²), tecido misto 65% CO / 35% PES

	1 Lavagem			5 Lavagens			15 Lavagens			25 Lavagens			50 Lavagens		
	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP	CRU	A	AP
UPF	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50+	50	50+	50+
UVA%	9,5	4,3	4,4	9,8	4,3	4,4	9,6	4,2	4,3	9,5	4,2	4,3	9,9	4,3	4,4
UVB%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8

NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

Publicação D.O.U.

Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78

Alterações/Atualizações D.O.U.

Portaria SSMT n.º 12, de 12 de novembro de 1979 23/11/79

Portaria SSMT n.º 01, de 17 de abril de 1980 25/04/80

Portaria SSMT n.º 05, de 09 de fevereiro de 1983 17/02/83

Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983 14/06/83

Portaria SSMT n.º 24, de 14 de setembro de 1983 15/09/83

Portaria GM n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990 26/11/90

Portaria DSST n.º 01, de 28 de maio de 1991 29/05/91

Portaria DNSST n.º 08, de 05 de outubro de 1992 08/10/92

Portaria DNSST n.º 09, de 05 de outubro de 1992 14/10/92

Portaria SSST n.º 04, de 11 de abril de 1994 14/04/94

Portaria SSST n.º 22, de 26 de dezembro de 1994 27/12/94

Portaria SSST n.º 14, de 20 de dezembro de 1995 22/12/95

Portaria SIT n.º 99, de 19 de outubro de 2004 21/10/04

Portaria SIT n.º 43, de 11 de março de 2008 (Rep.) 13/03/08

Portaria SIT n.º 203, de 28 de janeiro de 2011 01/02/11

15.1 São consideradas atividades ou operações insalubres as que se desenvolvem:

15.1.1 Acima dos limites de tolerância previstos nos Anexos n.º 1, 2, 3, 5, 11 e 12;

15.1.2 *(Revogado pela Portaria MTE n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990)*

15.1.3 Nas atividades mencionadas nos Anexos n.º 6, 13 e 14;

15.1.4 Comprovadas através de laudo de inspeção do local de trabalho, constantes dos Anexos n.º 7, 8, 9 e 10.

15.1.5 Entende-se por "Limite de Tolerância", para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.

15.2 O exercício de trabalho em condições de insalubridade, de acordo com os subitens do item anterior, assegura ao trabalhador a percepção de adicional, incidente sobre o salário mínimo da região, equivalente a:

15.2.1 40% (quarenta por cento), para insalubridade de grau máximo;

15.2.2 20% (vinte por cento), para insalubridade de grau médio;

15.2.3 10% (dez por cento), para insalubridade de grau mínimo;

15.3 No caso de incidência de mais de um fator de insalubridade, será apenas considerado o de grau mais elevado, para efeito de acréscimo salarial, sendo vedada a percepção cumulativa.

15.4 A eliminação ou neutralização da insalubridade determinará a cessação do pagamento do adicional respectivo.

15.4.1 A eliminação ou neutralização da insalubridade deverá ocorrer:

a) com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância;

b) com a utilização de equipamento de proteção individual.

15.4.1.1 Cabe à autoridade regional competente em matéria de segurança e saúde do trabalhador, comprovada a insalubridade por laudo técnico de engenheiro de segurança do trabalho ou médico do trabalho, devidamente habilitado, fixar adicional devido aos empregados expostos à insalubridade quando impraticável sua eliminação ou neutralização.

ANEXO N.º 7

RADIAÇÕES NÃO-IONIZANTES

1. Para os efeitos desta norma, são radiações não-ionizantes as microondas, ultravioletas e laser.
2. As operações ou atividades que exponham os trabalhadores às radiações não-ionizantes, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres, em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho.
3. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores às radiações da luz negra (ultravioleta na faixa - 400-320 nanômetros) não serão consideradas insalubres.

ANEXO N.º 8

VIBRAÇÕES

(Alterado pela Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983)

1. As atividades e operações que exponham os trabalhadores, sem a proteção adequada, às vibrações localizadas ou de corpo inteiro, serão caracterizadas como insalubres, através de perícia realizada no local de trabalho.
2. A perícia, visando à comprovação ou não da exposição, deve tomar por base os limites de tolerância definidos pela Organização Internacional para a Normalização - ISO, em suas normas ISO 2631 e ISO/DIS 5349 ou suas substitutas.
 - 2.1. Constarão obrigatoriamente do laudo da perícia:
 - a) o critério adotado;
 - b) o instrumental utilizado;
 - c) a metodologia de avaliação;
 - d) a descrição das condições de trabalho e o tempo de exposição às vibrações;
 - e) o resultado da avaliação quantitativa;
 - f) as medidas para eliminação e/ou neutralização da insalubridade, quando houver.
 3. A insalubridade, quando constatada, será de grau médio.

ANEXO N.º 9

FRIO

1. As atividades ou operações executadas no interior de câmaras frigoríficas, ou em locais que apresentem condições similares, que exponham os trabalhadores ao frio, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho.

ANEXO N.º 10

UMIDADE

1. As atividades ou operações executadas em locais alagados ou encharcados, com umidade excessiva, capazes de produzir danos à saúde dos trabalhadores, serão consideradas insalubres em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho.

ANEXO N.º 11

AGENTES QUÍMICOS CUJA INSALUBRIDADE É CARACTERIZADA POR LIMITE DE TOLERÂNCIA E INSPEÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO

FICHA TÉCNICA DO PROTÓTIPO

Coleção: PROTET Escudo UV

Descrição: calça masculina com meio cós elástico, recortes redondos no joelho, braguilha frontal com botão de pressão e fecho de correr metálico de 15cm. Há dois bolsos cargos com tampa nas laterais.

Ref. modelo: ET 2000

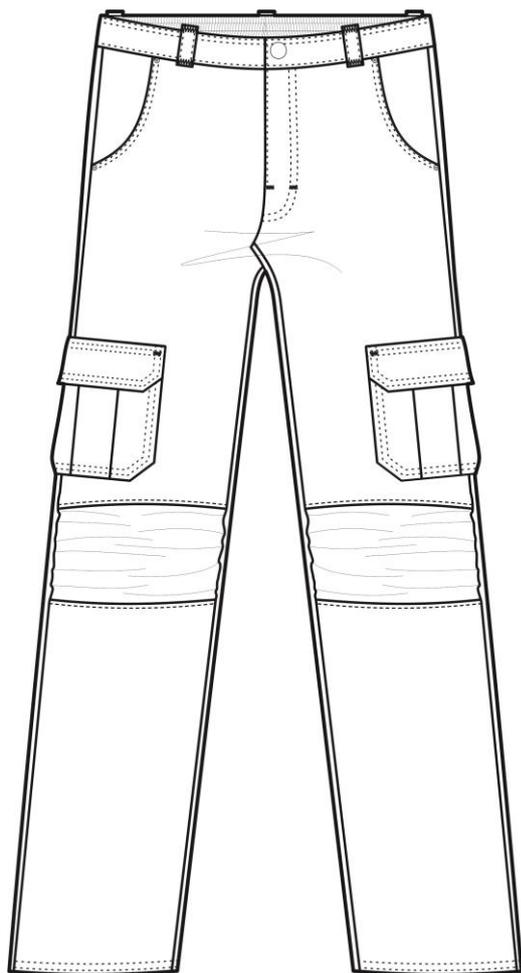
Tamanho: 40

Cor: a escolha da empresa

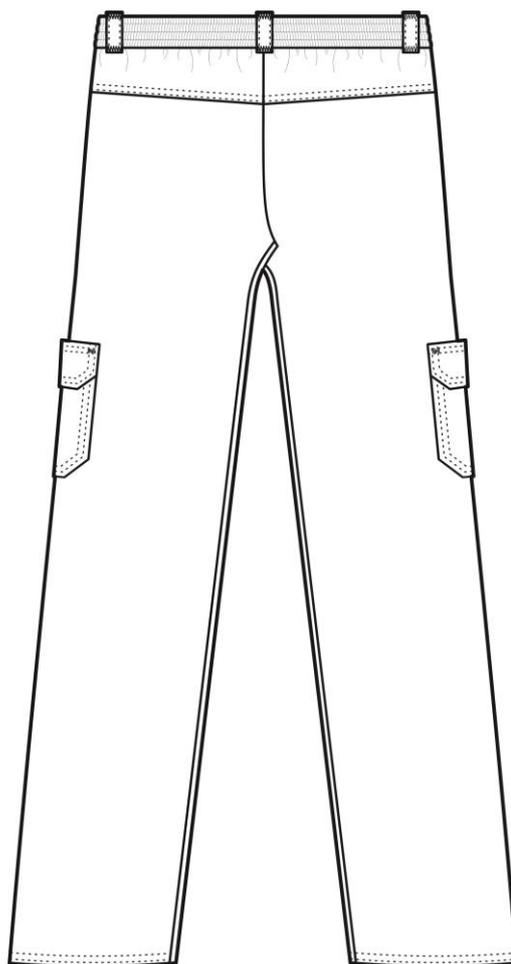
Responsável: Etienne Amorim

Data: 2015

Frente



Costas



Matéria-prima

Ref.	Descrição	Composição	Fornecedor	Quant.	Custo unitário	Preço
1	Tecido plano	100% CO ou misturas	Rioplele	1,5m	€3,90	€5,85

Aviamentos

Ref.	Descrição	Composição	Fornecedor	Quant.	Custo unitário	Preço
2	Botão de pressão	metal	Tecidos.com.pt	1 un.	€0,50	€0,50
3	Fecho de correr	metal	Tecidos.com.pt	1 un.	€1,00	€1,00
4	Linha	CO	Tecidos.com.pt	30m	€0,05	€1,50

Custo de produção

€8,85

Processos

Referência	Responsável	Quant.	Custo unitário	Custo de produção
Corte e Costura	Terceirizado	1 peça	€15,00	€15,00

Custo total

€23,85

FICHA TÉCNICA DO PROTÓTIPO

Coleção: PROTET Escudo UV

Descrição: camisa masculina com manga de cava *raglan*, recortes arredondados na frente e nas costas com pespontado de duas agulhas em malha funcional para respirabilidade. Há punhos de 20cm de diâmetro em ribana, abotoamento frontal com botões de pressão e dois bolsos cargos com tampa na parte inferior frontal.

Ref. modelo: ET 1000

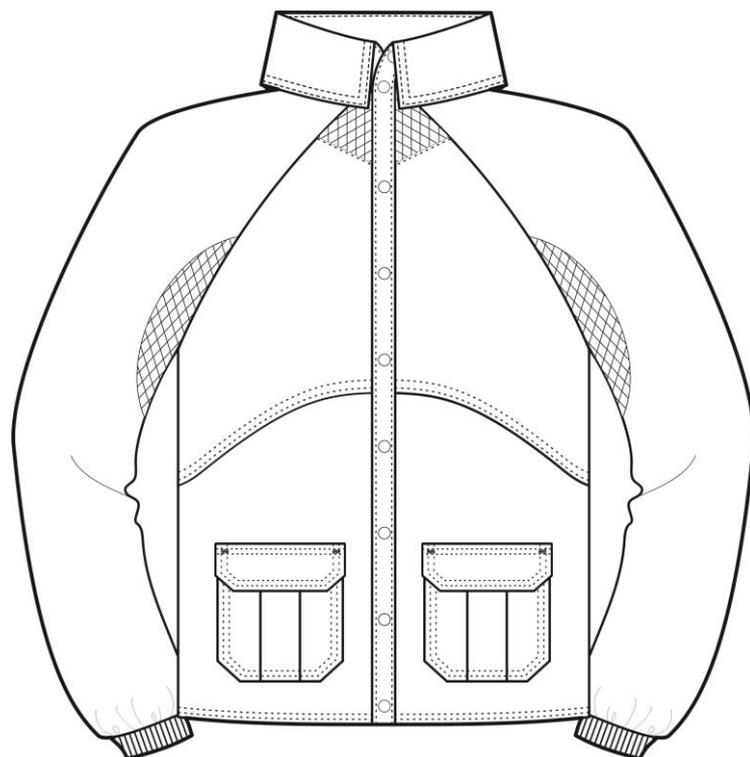
Tamanho: 40

Cor: a escolha da empresa

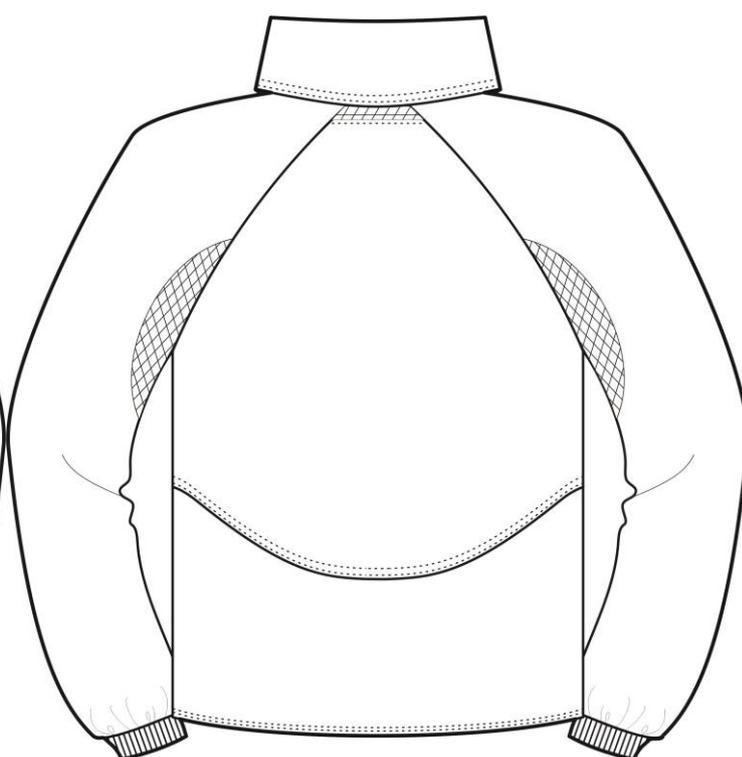
Responsável: Etienne Amorim

Data: 2015

Frente



Costas



Matéria-prima

Ref.	Descrição	Composição	Fornecedor	Quant.	Custo unitário	Preço
1	Tecido plano	100% CO ou misturas	Riopele	1m	€3,90	€3,90
2	Malha sarja	CO	LMA	250g	€7,95	€3,98
3	Malha funcional	50% PES/ 50% PES Coolmax fresh	Gulbena	100g	€6,00	€1,00
4	Punho em malha	CO	Tecidos.com.pt	0,5m	€5,99	€1,00
4	Entretela	100% CO	Tecidos.com.pt	0,5m	€7,45	€2,00

Aviamentos

Ref.	Descrição	Composição	Fornecedor	Quant.	Custo unitário	Preço
5	Botão de pressão	metal	Tecidos.com.pt	7 un.	€0,50	€3,50
6	Linha	CO	Tecidos.com.pt	20m	€0,05	€1,00

Custo de produção

€16,38

Processos

Referência	Responsável	Quant.	Custo unitário	Custo de produção
Corte e Costura	Terceirizado	1 peça	€15,00	€15,00
Custo Total				€31,38

