



# **“Desenvolvimento de um Equipamento de Protecção Individual para Profissionais de Higiene e Limpeza em Meio Hospitalar”**

*Sandra Marlene Ribeiro Freire Ferreira*

**Dissertação Apresentada Para a Obtenção do  
Grau de Mestre em Engenharia Têxtil**

**Dissertação Realizada Sobre a Orientação do Professor Doutor Nuno José Ramos Belino do Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis da Universidade da Beira Interior e do Professor Doutor João Ricardo Mendes Guerra Marques Cortez da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Técnica de Lisboa**

**Covilhã e UBI, Julho de 2009**

## *DEDICATÓRIA*

*Dedico este meu trabalho ao meu marido Paulo e às minhas filhas Sara e Beatriz.*

*Aos meus pais por todo o apoio.*

## *“Agradecimentos”*

***Este trabalho deve muito a algumas pessoas e instituições, que eu quero agradecer pessoalmente:***

Ao Prof. Doutor Nuno José Ramos Belino, pelo empenho e total disponibilidade. Pelas horas de dedicação e trabalho;

Ao meu Co-orientador, Prof. Doutor João Ricardo Mendes Guerra Marques Cortez, pela prontidão e disponibilidade manifestada;

Ao Laboratório de Análises Clínicas do Grupo Clinálise, onde foram realizados os testes microbiológicos;

À empresa Torre, Sociedade de Confecções, que me permitiu adquirir os conhecimentos necessários para a realização deste trabalho;

Ao modelista Pedro Jorge Carrilho Franco que me ajudou na concepção de moldes para a farda;

Aos técnicos do Departamento de Ciência e Tecnologia Têxtil pela ajuda prestada no desenvolvimento experimental;

À empresa Huntsman Textiles Effects, pela oferta das soluções de nanopartículas de prata e pelos ensinamentos técnicos prestados;

À administração do Centro Hospitalar da Cova da Beira, na pessoa do seu Presidente João Casteleiro, pela prontidão e disponibilidade demonstrada e pelas valiosas sugestões;

À Eng. Carla Manuela Fonseca Mendes do C.H.C.B por todo o seu empenho e disponibilidade em fornecer opiniões e informações importantes.

À minha colega Teresa Cristina Carneiro Afonso, colega de mestrado, por todo o apoio moral e todas as trocas de impressões e dúvidas acerca do trabalho.

A todos os que de alguma forma contribuíram para o bom sucesso deste trabalho.

A Todos o meu OBRIGADO.

## RESUMO

O objectivo primordial desta investigação é a concepção e desenvolvimento de um Equipamento de Protecção Individual (EPI), constituído por um conjunto completo de vestuário.

A investigação direccionar-se-á primordialmente para os materiais, para o design e para a promoção de multifuncionalidades com vista a minimizar os riscos decorrentes da sua actividade profissional.

Em simultâneo, e de forma a contribuir para uma estratégia global de dignificação desta profissão, será realizado um inquérito onde serão identificados os riscos inerentes a esta profissão com o objectivo de se definirem campos prioritários de acção e respectivas medidas preventivas e/ou de eliminação de riscos.

A compilação e tratamento desta informação servirá para fornecer inputs importantes e orientar as inovações ao nível conceptual, permitindo desenvolver um EPI com imagem corporativa e estética, desenho ergonómico, facilidade de vestir/despir, flexibilidade e liberdade de movimentos, respirável, e fundamentalmente, com elevada protecção face ao risco biológico.

### **Palavras-Chave**

EPI; Design; Confecção; Modelagem; Têxtil funcional; Higiene e limpeza; Vestuário hospitalar; Risco Biológico; Têxtil técnico.

## **ABSTRACT**

The main goal of this investigation is the conception and development of a global Individual Protection Equipment.

The investigation will be directly oriented for new materials, new design and the promotion of multifunctionalities in order to minimize the decurrently risks of the professional activity.

Simultaneously, we will define a global strategy of empowerment of this profession. For this purpose an inquiry will be carried out in order to identify the inherent risks of this job, and delineate priority fields of action/investigation to eliminate or minimize injury risks and promote a safety and comfortable work uniform.

The compilation and treatment of this information will serve to supply important inputs to guide innovations at the conceptual level, allowing the developing of an EPI with corporative and aesthetic image, ergonomic design, easiness to dress/undress, flexibility and freedom of movements, breathability, and fundamentally, with raised protection to prevent biological risk.

### **KEY WORDS:**

EPI; Design; Clothing industry; Modeling; Functional textile; Hygiene services; Hospital clothes; Biological risk; technical textiles.

## **ÍNDICE GERAL**

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Índice Geral	vii
Índice de Figuras	Xii
Índice de Tabelas	xiv
Lista de abreviaturas	xv

## ***CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO***

1.1 – ENQUADRAMENTO DO TRABALHO	1
1.2 – OBJECTIVOS GERAIS	2
1.3 – OBJECTIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 – MOTIVAÇÃO	4
1.5 – METODOLOGIA	4
1.6 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5

## ***CAPÍTULO 2 – ESTADO DA ARTE DOS EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL***

2.1 – TIPOS DE PROTECÇÃO E SEUS CRITÉRIOS DE SELECÇÃO	6
2.1.1 – SELECÇÃO E UTILIZAÇÃO DE EPIS	9
2.2 – CARACTERIZAÇÃO MUNDIAL DESTE SECTOR	10
2.3 – CARACTERIZAÇÃO NACIONAL DESTE SECTOR	12
2.4 – ESTATÍSTICAS E PREVISÕES DE CONSUMO	13
2.5 – CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA ACTIVIDADE DOS PROFISSIONAIS DE LIMPEZA E HIGIENE HOSPITALAR DO CENTRO HOSPITALAR DA COVA DA BEIRA	15
2.5.1 – BREVE DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES DE LIMPEZA HOSPITALAR	16
2.6 – IMPORTÂNCIA DO EQUIPAMENTO DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL EM AMBIENTE HOSPITALAR	19
2.7. LEGISLAÇÃO EUROPEIA E NACIONAL SOBRE EPIS	20

<b><i>CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</i></b>	25
3.1 – CONCEITOS DE MICROBIOLOGIA	25
3.1.1. - COMPOSTOS ANTIMICROBIANOS NOS MATERIAIS TÊXTEIS	28
3.1.2. – MÉTODOS DE INTRODUÇÃO DE COMPOSTOS ANTIMICROBIANOS NOS MATERIAIS TÊXTEIS	29
3.1.3. - COMPOSTOS ANTIMICROBIANOS EM MATERIAIS TÊXTEIS E SEUS EFEITOS	31
3.1.4. - AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS ANTIBACTERIANOS	32
3.2 – CONCEITOS DE NANOTECNOLOGIA TÊXTIL	33
3.2.1. - PROCESSO DE SÍNTESE DE MATERIAIS EM NANOFASE	37
3.2.2. - NANOTECNOLOGIA NOS TÊXTEIS	39
3.2.3. – NANOACABAMENTOS FUNCIONAIS NA INDÚSTRIA TÊXTIL	41
3.2.3.1. – NANOACABAMENTOS ANTI-MICROBIANOS	41
3.2.3.2. – NANOACABAMENTOS HIDROFÓBICOS	43
3.2.3.2.1. – SUPER HIDROFOBICIDADE	43
3.2.3.2.2. – EFEITO “SELF-CLEANING”	43
3.2.3.3. – NANOACABAMENTO FOTOCATALÍTICO	44
3.2.3.4. – NANOACABAMENTO ANTI-U.V.	45
3.2.4. – CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS NANOACABAMENTOS NO VESTUÁRIO	46
3.2.5. – RISCOS DA NANOTECNOLOGIA NA SAÚDE HUMANA	47
3.3 – BREVES NOÇÕES DE TECNOLOGIA DE CONFECÇÃO	48
3.3.1. – APLICAÇÃO DO SOFTWARE LECTRA NA PRODUÇÃO DE EPIS	48
3.3.1.1. – KALEDO STYLE	49
3.3.1.2. – MODARIS	50

3.3.1.3. – FITNET	51
3.3.1.4. – OPTIPLAN	55
3.3.1.5. – DIAMINO	57
3.3.1.6. – TRAÇADORES FLYPEN	58
3.3.1.7. – MÁQUINA DE ESTENDER PROGRESS BRIO	58
3.3.1.8. – MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA	59
3.3.1.9. – MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA FOLHA-A-FOLHA	59
<b><i>CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL</i></b>	61
4.1 – DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS A OBSERVAR PARA O EPI A DESENVOLVER	61
4.1.1 – ESTRUTURAÇÃO DE UM INQUÉRITO A PROFISSIONAIS DE HIGIENE E LIMPEZA DO CHCB	61
4.1.2 – MÉTODOS ESTATÍSTICOS UTILIZADOS A SUA JUSTIFICAÇÃO	64
4.1.3 – ANÁLISE DE DADOS, EXTRACÇÃO DE CONCLUSÕES E DEFINIÇÃO DOS PRESSUPOSTOS PARA O EPI A DESENVOLVER	65
4.1.3.1 – APRECIACÇÃO SUBJECTIVA AO USO DO ACTUAL UNIFORME	66
4.1.3.2 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO BIOLÓGICO	67
4.1.3.3 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE PERFURAÇÃO	67
4.1.3.4 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE CORTE	68
4.1.3.5 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE ABSORÇÃO DE LÍQUIDOS	68
4.1.3.6 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE ABSORÇÃO DE SUJIDADES	69
4.1.3.7 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GLOBAL DE PROTECÇÃO OFERECIDA	69
4.1.3.8 – AVALIAÇÃO GLOBAL DO GRAU DE CONFORTO	70
4.1.3.9 – AVALIAÇÃO GLOBAL DO GRAU DE ADEQUAÇÃO À FUNÇÃO	70

4.1.3.10 – AVALIAÇÃO GLOBAL DO DESIGN DO ACTUAL UNIFORME	71
4.1.3.11 – AVALIAÇÃO GLOBAL DA ERGONOMIA, VESTIBILIDADE E MANUTENÇÃO	72
4.1.3.12 – AVALIAÇÃO GRAU DE SATISFAÇÃO GLOBAL COM O ACTUAL UNIFORME	72
4.1.3.13 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	73
4.2 – CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE EQUIPAMENTO DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL PARA PROFISSIONAIS DE HIGIENE E LIMPEZA HOSPITALAR	74
4.2.1 - DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS E PARÂMETROS MENSURÁVEIS	78
4.2.2 – CARACTERIZAÇÃO CONCEPTUAL E DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE EPI	80
4.3. CONCEPÇÃO E OPTIMIZAÇÃO DO DESENHO EXPERIMENTAL	86
4.3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA ENVOLVIDA	86
4.3.2 - PARÂMETROS FÍSICOS, MECÂNICOS E ESTRUTURAIIS	86
4.3.3 – PLANEAMENTO EXPERIMENTAL	87
4.3.4 – CONTROLO DE QUALIDADE APLICÁVEL - MÉTODOS DE CONTROLO UTILIZADOS	88
4.3.5 - CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS LABORATORIAL/OFICINAIS UTILIZADOS	89
4.3.5.1 - LINHA LABORATORIAL DE ACABAMENTO TÊXTIL	90
4.3.6 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO E TÉCNICA EXPERIMENTAL	91
4.3.6.1 - SINOPSE DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL	91
<b><i>CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS</i></b>	93
5.1 – DETERMINAÇÃO DA EFICÁCIA DO EFEITO BARREIRA ATRAVÉS DE TESTES BACTERIOLÓGICO: NP EN ISO 20645:2005 - TESTE DE DIFUSÃO EM AGAR.	93
5.2 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FORMAÇÃO DE BORBOTOS – MÉTODO DE MARTINDALE	95
5.3 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO RASGO	96

5.4 – DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE TRACÇÃO – MÉTODO DA TIRA	97
5.5 – DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA E DA RESISTÊNCIA EVAPORATIVA	99
<b>6 – CONCLUSÕES</b>	101
<b>7 – PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA</b>	103
<b>Bibliografia</b>	105
<b>Webografia</b>	108
<b>Anexos</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Um exemplo de EPI's	8
Figura 2 – Marcação CE	12
Figura 3 – Fotografia ampliada dum bactéria	26
Figura 4 – Fotografia ampliada dum fungo	26
Figura 5 - NP EN ISO 20645-2005 - Tecido sem tratamento	33
Figura 6 - NP EN ISO 20645-2005 - Tecido com tratamento antibacteriano	33
Figura 7 - AATCC 147- Tecido sem tratamento	33
Figura 8 - AATCC 147- Tecido com actividade antibacteriana	33
Figura 9 - Imagem de um ácaro	34
Figura 10 – Evolução ao longo do tempo da escalas práticas, usadas em engenharia, a biologia e a química, convergindo ao longo dos anos, até à ordem dos nanómetros.	36
Fig. 11 - Processos de nanotecnologia	39
Figura 12 - Exemplos de aplicações de nanotecnologia na cadeia têxtil	40
Figura 13 - Eliminação das bactérias pelas nanopartículas	42
Figura 14 - Exemplificação do efeito de lótus num substrato têxtil – Fonte: SENAI-CETIQ	44
Figura 15 – Exemplo dum página do Kaledo	50
Figura 16 – Exemplo dum página do Modaris com as suas funções	51
Figura 17 - Página de entrada do Fitnet na loja de uma empresa	52
Figura 18 - Escolha de um determinado modelo e sua visualização	53
Figura 19 – Introdução das medidas do cliente	54
Figura 20 – Relatório final das informações do cliente depois de executada a encomenda	54
Figura 21 – Introdução das ordens de corte, com as respectivas quantidades por tamanho	55
Figura 22 – Exemplo dum planificação dum ordem de corte	56
Figura 23 – Relatório de material para uma ordem de corte	56
Figura 24 - Exemplo de um plano de corte	57
Figura 25 - Flypen	58
Figura 26 - Máquina de estender automática	58
Figura 27 - Exemplo de uma máquina de corte automática	59
Figura 28 - Exemplo de uma máquina de corte folha-a-folha	60

Figura 29 – Pormenor do tratamento estatísticos dos dados	63
Figura 30 – Apreciação subjectiva de algumas características ao uso do actual uniforme	66
Figura 31 – Imagem da bata	76
Figura 32 – Pormenor da manga	77
Figura 33 – Imagem da calça	78
Figura 34 – Imagem das peças constituintes da bata	80
Figura 35 – Graduação das várias peças da bata	81
Figura 36 – Imagem das peças constituintes da calça	81
Figura 37 – Elaboração do plano com os dois modelos: bata e calça	82
Figura 38 – Elaboração do plano contraste: vivos, gola e presilhas da manga	83
Figura 39 – Estendimento e corte da farda (protótipo)	84
Figura 40 – Imagem do Foulard: Marca MATHIS	90
Figura 41 – Imagem da Râmula: Marca MATHIS	90
Figura 42 – Mistura dos dois produtos ( Parte A + Parte B)	91
Figura 43 - Impregnação do tecido com as nanopartículas de prata	92
Figura 44 - Secagem e fixação do tecido	92
Figura 45 - Gráfico da resistência à formação de borboto pelo método de Martindale, antes e após acabamento	96
Figura 46 – Gráfico de Resistência ao Rasgo à teia e à trama pré-tratamento e pós-tratamento	97
Figura 47 – Variação da resistência evaporativa consoante a diminuição de massa pré - acabamento	100
Figura 48 – Variação da resistência evaporativa consoante a diminuição de massa pós - acabamento	100
Figura 49 – Variação da Permeabilidade ao vapor de água consoante a diminuição de massa pré-acabamento	100
Figura 50 – Variação da Permeabilidade ao vapor de água consoante a diminuição de massa pós-acabamento	100

## ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Tipos de protecção, funções e aplicações dos EPIs	6
Tabela 2 – Simbologia por área de aplicação dos têxteis técnicos	14
Tabela 3 – Consumo de têxteis técnicos por área de aplicação.	14
Tabela 4 – Obrigações dos serviços de limpeza	17
Tabela 5 – Obrigações do serviço de Piquete	19
Tabela 6 – Materiais têxteis utilizados na higiene e saúde	20
Tabela 7 – Softwares e equipamentos da Lectra Systems	48
Tabela 8 – Dados da avaliação do risco biológico nos vários departamentos	67
Tabela 9 – Dados da avaliação do risco de perfuração nos vários departamentos	67
Tabela 10 – Dados da avaliação do risco de corte nos vários departamentos	68
Tabela 11 – Dados da avaliação do risco de absorção de líquidos nos vários departamentos	68
Tabela 12 – Dados da avaliação do risco de absorção de sujidades nos vários departamentos	69
Tabela 13 – Dados da avaliação da avaliação oferecida nos vários departamentos	69
Tabela 14 – Dados da avaliação do grau de conforto nos vários departamentos	70
Tabela 15 – Dados da avaliação de adequação à função nos vários departamentos	70
Tabela 16 – Dados da avaliação do design nos vários departamentos	71
Tabela 17 – Dados da avaliação da ergonomia, vestibilidade e manutenção nos vários departamentos	72
Tabela 18 – Dados da avaliação do grau satisfação total nos vários departamentos	72
Tabela 19 – Enumeração dos vários departamentos no C.H.C.B.	77
Tabela 20 – Tabela de medidas - bata Senhora	79
Tabela 21 – Tabela de medidas - bata Homem	79
Tabela 22 – Tabela de medidas - calças	79
Tabela 23 – Características técnicas do tecido do uniforme	87
Tabela 24 – Tabela resumo dos resultados dos testes anti-bacterianos com Silpure	94
Tabela 25 – Tabela da Resistência ao Pilling (pré-tratamento e pós-tratamento)	95
Tabela 26 – Tabela da Resistência ao rasgo (pré-tratamento e pós-tratamento)	96
Tabela 27 – Tabela de propriedades mecânicas pré –tratamento	97
Tabela 28 – Tabela de propriedades mecânicas pós –tratamento	98
Tabela 29 – Dados da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa pré e pós-tratamento.	99

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CE – Comunidade Europeia

CITEVE – Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal

C.H.C.B. – Centro Hospitalar da Cova da Beira

EN – Norma Europeia

ISO – International Standardization Organization

ISO – American Association Standardization Organisation

ASTM – American Society for Testing and Methods

NP – Norma Portuguesa

AATCC – American Association of Textile Chemists and Colorists

TRA – Thomson Research Associates

E.COLI – Escherichia coli

S.AUREUS – Staphylococcus aureus

EPI – Equipamento de Protecção Individual

CEE – Comunidade Económica Europeia

PCM – Phase Change Materials

DRA – David Right Associates

IPQ – Instituto Português de Qualidade

PVC – Policloreto de Vinilo

ISP – Instituto de Seguros Português

TAM – Tamanho

DCTT – Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO**

Um Equipamento de Protecção Individual (EPI) é um equipamento que se destina à protecção do trabalhador perante os vários riscos a que está sujeito durante a realização das suas tarefas e que podem por em causa a sua saúde e a sua segurança.

A preocupação com as condições de higiene e segurança no trabalho, particularmente, o destaque dado à utilização de Equipamentos de Protecção Individual, levou a União Europeia a adoptar medidas que visam garantir aos seus utilizadores um adequado desempenho estabelecendo directivas definidoras de um conjunto de exigências nas áreas da saúde e da segurança.

Assim, aquando da selecção de um EPI, é necessário verificar as seguintes premissas:

- Adequação ao risco;
- Adequação às condições existentes no local de trabalho;
- Cumprimento da legislação aplicável em matéria de concepção e fabrico no que respeita à segurança e à saúde (evidenciado pela Marcação CE).

Para este caso concreto, o levantamento *in-loco* efectuado no Centro Hospitalar da Cova da Beira (quer através de inquéritos, quer através de entrevistas pessoais) permitiu verificar que os EPI utilizados actualmente não se encontram adequados às actividades que os trabalhadores realizam.

Trata-se de uma profissão com tarefas muito específicas e que são realizadas em meio ambiente hostil verificando-se que na maioria das situações o vestuário apenas cumpre com os requisitos de visibilidade, esquecendo qualquer tipo de protecção.

Devido à natureza da sua função estão permanentemente expostos a riscos físicos e/ou biológicos. O aumento do nível de protecção proporcionado pelo EPI constitui assim um aspecto a que urge dedicar a devida atenção.

Também as pesquisas efectuadas à oferta existente no mercado (visitas a lojas da especialidade, consulta de catálogos e sites na internet, visitas a feiras e seminários da especialidade) permitiram concluir que não existem no mercado EPI específicos para este segmento socioprofissional.

Também a visão global deste grupo de profissionais, e a sua auto-imagem são problemáticas do ponto de vista social. Existe um certo menosprezo pela referida ocupação, pelas suas condições económicas e condições de trabalho adversas. Existe portanto a necessidade de melhorar a visão que a sociedade em geral tem destes profissionais, proporcionando-lhes um trabalho com condições de segurança e higiene adequadas.

Pelo exposto, podemos concluir que as actividades de investigação até agora efectuadas junto dos profissionais de Higiene, limpeza e acção hospitalar justificam um trabalho desta natureza, pelo que se entende como prioritário o desenvolvimento de EPI adequado para estes profissionais.

Esta tese, enquadra-se no importante segmento de mercado dos têxteis funcionais e técnicos, nomeadamente na área Protech, e nas linhas de investigação prioritárias da União Europeia conforme é expresso no nível do 7º Programa Quadro - NMP-2008-4.0-9 *Reducing the risk of injury in complex systems through advanced personal protective equipment.*, tendo a Comissão Europeia iniciado uma série de iniciativas para dinamizar o desenvolvimento de EPI. O crescimento deste subsector, nos países em desenvolvimento atingirá anualmente cerca de 4,5% entre 2006 e 2010.

## **1.2. OBJECTIVOS GERAIS**

O objectivo geral deste trabalho de investigação consiste na concepção e desenvolvimento de um equipamento pessoal de protecção (EPI) para os auxiliares de acção médica e profissionais de higiene e limpeza em meio hospitalar.

Dada a especificidade do trabalho e às múltiplas possibilidades e variantes de complementos possíveis de serem integrados neste EPI, optamos por desenvolver apenas uma farda de

trabalho constituída por uma bata e pelas calças, não sendo tomados em linha de conta outros suplementos como sejam calçado, luvas, protecções respiratórias, auriculares, protecções para os olhos, etc.

Assim, foi nosso propósito analisar a legislação em vigor e verificar quais os requisitos legais exigidos para o EPI a desenvolver. A investigação será focalizada essencialmente nos materiais, no design e na multifuncionalidade.

### **1.3. OBJECTIVOS ESPECÍFICOS**

Em simultâneo, com a análise da legislação aplicável, e de forma a contribuir para uma estratégia global de investigação, foi realizado um inquérito aos profissionais de higiene e limpeza do centro Hospitalar da Cova da Beira de forma a analisar os principais riscos inerentes à profissão e se definirem campos prioritários de acção e respectivas medidas preventivas e/ou de eliminação de riscos.

A análise deste inquérito permitiu identificar a protecção contra o risco biológico como o principal factor a ter em conta no desenvolvimento do novo EPI. Também as questões ligadas ao conforto e à estética (design) relevam claramente das respostas obtidas.

Assim, pretendemos desenvolver um EPI com imagem corporativa e estética, desenho ergonómico, facilidade de vestir/despir, flexibilidade e liberdade de movimentos, respirável, com gestão da humidade e temperatura, protecção anti-bacteriana, repelência à sujidade e alta visibilidade.

As inovações a introduzir centrar-se-ão em 3 grandes áreas: imagem, forma e materiais.

**Imagem** - investigação de imagem corporativa e estética que permita o bem-estar social do trabalhador, nomeadamente, através do reconhecimento positivo pelas outras classes profissionais que interagem no hospital e pela sociedade em geral.

**Forma** - criação de desenho ergonómico que permita a facilidade de vestir/despir, introdução de acessórios que promovam a abertura e fecho rápido e fácil, flexibilidade e liberdade de movimentos e o conforto geral do trabalhador.

**Materiais** - Pretende-se que os materiais sejam respiráveis, anti-bacterianos (aplicação nano partículas de prata de forma a dotar o EPI com um tratamento anti-microbiano de elevada eficácia e resistência), e promovam o equilíbrio térmico entre o corpo e o ambiente exterior (utilização de fibras hidrófilas e que permitam o transporte rápido da transpiração).

#### **1.4. MOTIVAÇÃO**

Espera-se que o desenvolvimento deste trabalho de investigação possa futuramente vir a ser utilizado na promoção e dignificação desta classe socioprofissional, bem como, na melhoria das suas condições de trabalho ao nível da protecção de riscos (eliminação ou atenuação) decorrentes da sua actividade profissional, do seu conforto e da sua auto-estima.

Adicionalmente, espera-se ainda desenvolver o conhecimento e promover a propriedade intelectual e industrial necessários à exploração do novo EPI de forma a facultar a constituição de um novo nicho de mercado.

Promover e estimular a inovação e o desenvolvimento de metodologias de investigação, que conduzam à concepção e desenvolvimento de novos produtos.

#### **1.5. METODOLOGIA**

A metodologia adoptada no desenvolvimento do presente trabalho compreendeu as seguintes etapas:

1 – Levantamento do estado da arte em EPIs. Pesquisa bibliográfica e de artigos disponíveis na Internet, legislação aplicável e consulta a bases de dados e de bases de dados de patentes acerca do tema em apreço;

2 – Realização de um inquérito aos profissionais de higiene, limpeza e acção médica do Centro Hospitalar da Cova da Beira para identificação dos principais riscos profissionais e avaliação de parâmetros ligados ao conforto e à estética;

3 – Planeamento e concepção de um novo modelo de EPI. Selecção do tecido.

4 – Impregnação do tecido com nanopartículas de prata;

5 – Avaliação das propriedades anti-microbianas e da respectiva resistência à lavagem do novo EPI;

6 – Análise e interpretação dos resultados;

7 – Conclusões e confecção de um protótipo de EPI para profissionais de higiene e limpeza do C.H.C.B.

## **1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A organização desta dissertação tem uma estrutura de sete capítulos.

Assim, o **capítulo 1** apresenta a estrutura formal da dissertação e contém o seu enquadramento, os objectivos, a motivação e a metodologia adoptada no desenvolvimento da tese.

No **capítulo 2** é apresentado o estado da arte dos equipamentos de protecção individual incluindo, tipos de protecção e seus critérios de selecção, caracterização mundial e nacional do sector, caracterização das actividades dos profissionais de limpeza e higiene hospitalar, bem como, uma revisão bibliográfica e legislação sobre EPIs.

O **capítulo 3** é dedicado à fundamentação teórica, abordando os conceitos das áreas científicas envolvidas nesta tese: Microbiologia , Nanotecnologia têxtil e Tecnologia de Confecção.

O **capítulo 4** contempla o desenvolvimento experimental desde a caracterização conceptual do modelo de EPI a ser desenvolvido, caracterização das matérias-primas, descrição de processos e tecnologias a aplicadas no EPI, condições de ensaio, testes realizados, normas aplicadas.

No **capítulo 5** é feita uma análise e interpretação dos resultados.

No **capítulo 6** são apresentadas as conclusões do trabalho.

O **capítulo 7** apresenta algumas pistas para a continuidade do trabalho e sugestões para futuras linhas de investigação complementares.

### **CAPÍTULO 2 – ESTADO DA ARTE DOS EQUIPAMENTO DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL**

#### **2.1 – TIPOS DE PROTECÇÃO E SEUS CRITÉRIOS DE SELECÇÃO**

Segundo a norma NP EN340 de 2005, um equipamento de protecção é um vestuário, que inclui sistemas protectores ou que de alguma forma, cobre ou substitui o vestuário pessoal com vista a resguardar ou proteger o corpo ou partes do corpo humano contra diferentes tipos de riscos.

Um equipamento de protecção não deve afectar a a saúde ou higiene do seu utilizador e deve ser construído com materiais, tais como têxteis, couro, borracha, plásticos, etc. que tenham demonstrado serem biocompatíveis e assegurem de uma forma cabal a função para a qual são concebidos.

A sua concepção deverá ser antropomorficamente adequada, e permitir um uso e um posicionamento facilitado pelo seu utilizador. Deste modo, a protecção do corpo contra os efeitos indesejáveis que resultam dos diferentes riscos conduz à confecção de diferentes tipos de equipamento de protecção conforme expresso pela seguinte tabela:

Tabela 1 - Tipos de protecção, funções e aplicações dos EPIs

<b>TIPO DE PROTECÇÃO</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>EQUIPAMENTO E PRODUTOS</b>
<b><i>Protecção para a cabeça</i></b>	Proteger a cabeça contra impactos de objectos, choques eléctricos, calor, agentes meteorológicos.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Capacetes</li><li>➤ Capuz para crânio e pescoço</li></ul>
<b><i>Protecção para olhos e face</i></b>	Proteger os olhos e face contra impactos de partículas volantes, respingo de produtos químicos, radiação	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Óculos de protecção</li><li>➤ Máscara de soldar</li></ul>

	intra-vermelha (calor), luminosidade intensa, radiação infra-violeta.	
<b>Protecção dos membros superiores (mãos e braços)</b>	Proteger as mãos e braços de agentes abrasivos, agentes cortantes e perfurantes, agentes térmicos, agentes biológicos e alergénicos, agentes químicos, uso de água, vibrações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Luvas de segurança (PVC, Látex, Kevlar, malha de aço, vinil, alta tensão)</li> <li>➤ Mangas de segurança</li> <li>➤ Braçadeira e dedeira de segurança</li> </ul>
<b>Protecção dermatológica</b>	Proteger as partes expostas a agentes agressivos à pele.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cremes protectores (contra água, óleos e casos especiais, ex, tintas)</li> </ul>
<b>Protecção de membros inferiores (pernas e pés)</b>	Calçado, perneira, calça de segurança contra a queda de objectos, choque eléctrico, agentes térmicos, agentes cortantes, perfurantes e abrasivos, substâncias químicas, superfícies irregulares e escorregadias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sapatos e botas, com sola antiderrapante, palmilha confortável, corpo em couro natural ou sintético.</li> <li>➤ Meias de segurança para protecção contra baixa temperatura</li> <li>➤ Botas de borracha, que proporcionam isolamento contra a electricidade e humidade</li> </ul>
<b>Protecção do tronco</b>	Protecção contra agentes térmicos, agentes cortantes, perfurantes e abrasivos, substâncias químicas, agentes meteorológicos, choques eléctricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aventais, jaquetas, capas de segurança, batas</li> </ul>
<b>Protecção do corpo inteiro</b>	Protecção contra chamas, agentes térmicos, substâncias químicas, Humidade e uso de água, agentes meteorológicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Macacão</li> <li>➤ Conjunto calça e jaqueta</li> </ul>
<b>Protecção auditiva</b>	Protecção contra níveis de pressão sonora superiores ao valor estabelecido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Protector auricular</li> <li>➤ Protector de inserção no canal auditivo.</li> </ul>
<b>Protecção Respiratória</b>	Protecção contra poeiras, sprays, fumos, gases e vapores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Peça semi-facial filtrante</li> <li>➤ Peça semi-facial com filtro</li> <li>➤ Peça facial inteira com</li> </ul>

		filtro ➤ Respirador motorizado
<b>Protecção contra quedas</b>	Protecção contra quedas de grande altura	➤ Cinturão de segurança ➤ Trava-quedas ➤ Cadeira suspensa

A figura seguinte, mostra um exemplo de um EPI.



Figura 1 – Um exemplo de um EPI

Como é resulta visível da informação expressa da tabela anterior, o equipamento de protecção tema como finalidade última a protecção contra agressões mecânicas e químicas, contra o calor e o frio, contra a transpiração, alergias, etc. e deve satisfazer as seguintes exigências:

- **Nível de desempenho** – Designa uma categoria particular relativa aos resultados de ensaios que avaliam os efeitos de um risco, sendo quantificado por um número. Os níveis de desempenho são graduados de 1 a 5, no entanto estes níveis resultam de ensaios em laboratório, a que não corresponde necessariamente às condições em que o utilizador vai estar sujeito no local de trabalho. Deve assim ter-se em atenção esta situação, aquando da análise dos dados fornecidos pelo fabricante quanto ao desempenho do vestuário de protecção em função do risco ou riscos em questão.

- **Envelhecimento** – Traduz-se como sendo a alteração de uma ou mais propriedades dos materiais que constituem o vestuário de protecção. Esta alteração de propriedades podem ser provocada por vários factores e leva à alteração dos níveis de desempenho.
- **Ergonomia** – As roupas de protecção devem ser adequadas e confortáveis, de tal modo que o trabalhador possa sentir-se à vontade quando utiliza essa com a roupa. Devem possuir baixa resistência ao vapor, e permitir a ventilação necessária às exigências fisiológicas do trabalhador.
- **Dimensões** – A roupa de protecção deve ser justa ao corpo, mas sem dificultar os movimentos do trabalhador, de acordo com o estabelecido na norma ISO 3635:1981.
- **Pictogramas** – O vestuário deve possuir símbolos simples e de fácil compreensão relativos aos riscos a que esse vestuário visa proteger.
- **Marcação** – Cada peça de vestuário deve possuir uma marcação, a qual deve ser constituída por:
  - Identificação do fabricante ou seu representante autorizado;
  - Designação do tipo de produto ou nome comercial ou código;
  - Designação das dimensões
  - Número da EN específica;
  - Pictograma relativo ao risco a proteger e se aplicável o nível de desempenho
  - Instruções de limpeza.

### **2.1.1.1 – SELECÇÃO E UTILIZAÇÃO DE EPIs**

A selecção e utilização de equipamentos de protecção devem obedecer aos seguintes critérios:

- A roupa deve reter o calor, desde que permita o transporte de suor e um arejamento satisfatório para evitar riscos de irritação na pele, inflamações e inclusive dermatoses;
- Deve ser adquirido em função do tipo ou tipos de risco, tendo sempre em consideração a informação fornecida pelo fabricante;
- Deve ser escolhido para protecção contra radiações térmicas, vestuário fabricado com tecido de fibras metalizadas, que também pode ser utilizado para protecção a chamas num curto período de tempo;
- Os fatos de protecção destinados a soldadores devem possuir, na sua constituição fibras ignifugadas ou couro resistente ao calor;
- É aconselhável o uso de materiais lisos e espessos, no manuseamento de óleos e gorduras;
- Quando expostos a radiações ultravioletas, o vestuário com sinalização fluorescente, perde a capacidade de reflectir luz, pelo que é essencial substituir a camada fluorescente, quando esta estiver amarelada;
- Os fatos de protecção atmosférica, que protegem contra o vento, o frio, a precipitação e humidade, devem ser fabricados com materiais que permitam passar a humidade de dentro para fora e não de fora para dentro;
- O vestuário de protecção deve ser utilizado somente no local de trabalho, para evitar contaminação de outros ambientes.

## **2.2 – CARACTERIZAÇÃO MUNDIAL DESTE SECTOR**

Assiste-se, actualmente, à crescente procura de vestuário personalizado, em que todas as funcionalidades são pensadas e concebidas de forma individual com o objectivo de responder a necessidades e requisitos focalizados no utilizador. São três as razões que explicam este facto. A primeira razão é social e humana: cada acidente ou doença causa dor e sofrimento; a segunda, é económica: cada incidente tem implicações económicas; finalmente, a terceira razão é de natureza legal: todas as organizações têm o dever de zelar pela saúde e segurança

dos seus funcionários. Existem disposições legais, nacionais e europeias, nesse âmbito que têm de ser cumpridas, sob pena de incorrer em processos legais de natureza civil ou criminal.

A importância que a União Europeia vem dando à obrigatoriedade da utilização de Equipamentos de Protecção Individual (EPI) traduz-se, entre outros, na **Directiva Europeia 89/686/CEE**, que determina que os EPI, antes de serem colocados no mercado da União Europeia, têm que cumprir com as exigências essenciais de saúde e de segurança.

O consumidor do século XXI pensa no vestuário como uma segunda pele e, por isso, procura saber cada vez com maior detalhe que tipo de funcionalidades estão inerentes ao artigo têxtil que utiliza e de que forma essas mesmas funcionalidades lhe permitem potenciar a sua performance ao nível do conforto, saúde, segurança, bem-estar e, simultaneamente, a personalização do vestuário.

Acresce a isto que a tipicidade de funcionalidades tem registado um elevado crescimento, o que se traduz em alterações dos materiais e da tecnologia.

O desenvolvimento de substratos têxteis com a incorporação de materiais com mudança de fase, vulgarmente conhecidos como PCM (Phase Change Materials), reveste-se de grande interesse técnico, científico e económico, na medida em que permite a valorização dos artigos têxteis utilizados em nichos de valor acrescentado como o desporto, a saúde ou a indústria militar.

Verifica-se ainda que os materiais inicialmente orientados a têxteis de aplicação técnica estão a encontrar aplicação em produtos considerados mais tradicionais e de maior consumo. E neste contexto a aplicação de PCM pode contribuir para a revitalização da Indústria Têxtil e do Vestuário na Europa, em contraste com a concorrência dos denominados países emergentes.

Nos países em desenvolvimento, a procura de vestuário de protecção é impulsionado não só pelos crescentes níveis de industrialização, mas também pela legislação mais rigorosa em termos de saúde, segurança e higiene.

Muito do crescimento do sector do vestuário de protecção deriva do aumento da utilização de tecidos protectores de alta performance, em particular transpiráveis e à prova de água.

## 2.3 – CARACTERIZAÇÃO NACIONAL DESTE SECTOR

O IPQ é a entidade responsável a nível Nacional pelo acompanhamento e transposição das normativas emanadas da UE. Para além do IPQ também o CITEVE é um organismo notificado (ON).

Enquanto Organismo Notificado (nº 1074) compete ao CITEVE a verificação das conformidades das Directivas para os seguintes equipamentos de protecção individual:

- Vestuário de protecção;
- Protectores de mão e braços;
- Equipamentos auxiliares de flutuação (coletes de salvação).

Esta instituição possui, há já alguns anos, algum historial na certificação de EPIs, quer na análise dos dossiers técnicos e de controlo da produção, quer na realização de ensaios nos seus laboratórios acreditados para a marcação CE de vestuário e luvas de protecção.



Figura 2 – Marcação CE

A **MARCAÇÃO CE** é o procedimento formal através do qual o fabricante assegura e declara que os seus produtos foram submetidos às disposições previstas nas normas aplicáveis, tendo sido objecto de certificado de conformidade.

Para este efeito, o fabricante deve pôr em execução um sistema de garantia de qualidade no fabrico que assegure a conformidade dos produtos, e deve redigir uma declaração de conformidade.

A atenção que a União Europeia dá à obrigatoriedade da utilização de EPIs, constitui também um forte estímulo para a dinamização deste mercado, o que justifica o seu franco crescimento,

transformando-o num segmento de elevado potencial, dado o valor acrescentado que proporciona, para além de se apresentar como uma área em que a inovação tecnológica é um factor determinante para que Portugal possa ganhar alguma diferenciação competitiva.

Neste contexto, cabe às entidades patronais verificar, aquando da selecção dos EPI, que estes:

- São adequados ao risco a que se pretende que façam face;
- São adequados às condições existentes no local de trabalho;
- Cumprem com a legislação que lhes é aplicável em matéria de concepção e fabrico, que respeita à segurança e à saúde (evidenciado pela Marcação CE).

## **2.4 – ESTATÍSTICAS E PREVISÕES DE CONSUMO**











O avanço de novas tecnologias de fabricação, o desenvolvimento de novos materiais, novo design e sua integração ao nível da cadeia produtiva, permitem que cada vez mais que os EPI possuam características de multifuncionalidade (protecção a vários riscos), maior leveza conforto e ergonomia, biocompatibilidade, fácil cuidado, valorização estética e por último, um preço com uma relação custo/benefício bastante competitiva.

O CITEVE identificou em 2004 cerca de 100 empresas portuguesas com actividade em têxteis técnicos e funcionais e lançou ainda nesse ano o primeiro documento que configurava o perfil das empresas nacionais que operavam neste segmento.

O 1º Directório Nacional de Têxteis Técnicos e Funcionais reunia então informação sobre 45 empresas, classificando-as de acordo com as áreas de aplicação da Techtextil, (12 categorias funcionais) o que permitiu conhecer também o tipo de produtos e os grupos de tecnologias de transformação predominantes na indústria portuguesa.

Em Março de 2006 foi lançado o 2º Directório que reuniu informação sobre 66 empresas, ficando assim mais próximo o diagnóstico global do sector.

Tabela 2 – Simbologia por área de aplicação dos têxteis técnicos

PICTOGRAMA	DESIGNAÇÃO	PICTOGRAMA	DESIGNAÇÃO
	AGROTECH		OEKOTECH
	MOBILTECH		PACKTECH
	BUILDTECH		CLOTHTECH
	GEOTECH		PROTECH
	MEDITECH		SPORTTECH
	INDUTECH		HOMETECH

O crescente número de empresas a operar nesta área, veio demonstrar que o sector está dinâmico e apresenta elevadas taxas de crescimento anuais conforme resulta expresso dos dados da seguinte tabela:

Tabela 3 – Consumo de têxteis técnicos por área de aplicação.

<b>CONSUMO MUNDIAL FINAL DE TÊXTEIS TÉCNICOS POR ÁREA DE APLICAÇÃO E VOLUME: 1995-2010</b>				
	<b>Volume (milhares de toneladas)</b>		<b>% Quotas</b>	
	<b>1995</b>	<b>2010<sup>1</sup></b>	<b>1995</b>	<b>2010<sup>1</sup></b>
<b>Embalamento</b>	2,189	3,606	15,7	15,2
<b>Transporte</b>	2,117	3,338	15,2	14,0
<b>Indústria</b>	1,846	3,257	13,2	13,7
<b>Mobília para casa</b>	1,864	2,853	13,3	12,0
<b>Construção e arquitectura</b>	1,261	2,591	9,0	10,9
<b>Medicina e higiene</b>	1,228	2,380	8,8	10,0

<b>Agricultura e pescas</b>	1,173	1,958	8,4	8,2
<b>Vestuário e outros produtos confeccionados</b>	1,072	1,656	7,7	7,0
<b>Desporto e lazer</b>	841	1,382	6,0	5,8
<b>Geotêxteis</b>	196	413	1,4	1,7
<b>Vestuário de protecção</b>	184	340	1,3	1,4
<b>Protecção ambiental<sup>2</sup></b>	161	400	1,2	1,7
<b>TOTAL</b>	<b>13,971</b>	<b>23,774</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<sup>1</sup> Previsões <sup>2</sup> Os dados do grupo Ecotech também estão incluídos noutras categorias Fonte – David Rigby Associates.				

O vestuário de protecção inclui todos os materiais têxteis e produtos utilizados na produção de vestuário de protecção de vários tipos. Em 2000 o volume de materiais têxteis consumidos nesta área de aplicação perfez aproximadamente 250.000 toneladas, isto é, 1,4% do total. Contudo, em termos de valor o mercado atingiu cerca de 5,2 mil milhões de dólares, reflectindo o elevado preço unitário dos produtos de protecção.

Nos países em desenvolvimento, a procura de **vestuário de protecção** é impulsionada não só pelos crescentes níveis de industrialização, mas também pela legislação mais rigorosa em termos de higiene e segurança no trabalho.

Muito do crescimento deste sector deriva do aumento da utilização de tecidos protectores de alta performance, dos tecidos transpiráveis e à prova de água.

Em suma, o Sector é caracterizado por uma apreciável variedade de produtos e de tecnologias, cobrindo todo o tipo de aplicações. Portugal já tem um número apreciável de empresas a trabalhar em áreas de aplicação de elevado potencial.

## **2.5 – CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA ACTIVIDADE DOS PROFISSIONAIS DE LIMPEZA E HIGIENE HOSPITALAR DO CENTRO HOSPITALAR DA COVA DA BEIRA**

O sistema de produção de serviços em ambientes hospitalares, reveste-se de uma grande complexidade. Aliado à questão da qualidade dos serviços e à da eficiência do sistema, há desafios significativos no que concerne à saúde das pessoas que trabalham neste ambiente.

Para resolver, o problema dos riscos para a saúde em ambiente hospitalar, é necessário aceitar o desafio de melhor compreender os processos de produção existentes e adequar o conteúdo das tarefas para que os trabalhadores envolvidos nas diferentes áreas destes locais de trabalho possam desenvolver o seu trabalho de forma mais segura.

Esta actividade profissional apresenta diferentes tipos de constrangimento: o esforço físico e exigência de posturas inadequadas, equipamentos por vezes insuficientes ou mal conservados, arquitectura hospitalar que exige grandes deslocações, escassez de pessoal, risco de acidentes e de contágio, trabalho em turnos, trabalho nocturno, ritmos de trabalho excessivos, além daqueles relacionados com o convívio com os doentes.

Há uma categoria de trabalhadores do hospital, que embora tenham contacto directo com os pacientes, com as famílias e com os diferentes colegas, não são responsáveis pelo estado clínico dos pacientes. É o caso dos trabalhadores da limpeza e higiene hospitalar, (e aqui englobamos também os vulgarmente designados por auxiliares de acção médica) que estão presentes em todos os lugares do hospital.

### **2.5.1 – BREVE DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES DE LIMPEZA HOSPITALAR**

É o processo de remoção de sujidades mediante a aplicação de acção ou energia química, mecânica ou térmica, num determinado período de tempo. Consideraremos como limpeza hospitalar a limpeza das superfícies fixas e equipamentos permanentes das diversas áreas hospitalares, o que inclui pisos, paredes, janelas, mobiliários, instalações sanitárias, ar condicionadas.

Pode ser realizada por:

- **Acção ou energia química** - É proveniente da acção dos produtos que tem por finalidades de limpar através da propriedade de dissolução, dispersão e suspensão da sujeira.
- **Acção ou energia mecânica** - É proveniente de força física aplicada sobre a superfície para remover a sujeira resistente à acção do produto químico. Essa acção pode ser obtida pelo acto de esfregar manualmente com esponja, pano, ou sob pressão de uma máquina de lavar.

- **Acção ou energia térmica** - É proveniente de actuação do calor que reduz a viscosidade da gordura, tornando mais facilmente removíveis pela aceleração de acção química.

Existe no hospital diversos tipos de limpeza, de acordo com o processo utilizado e o local a ser higienizado:

- A **limpeza concorrente**: limpeza diária e reposição de materiais, tais como o papel toalhas, papel higiénico, etc.;
- A **limpeza terminal**, é feita após alta, óbito ou transferência - é o processo de limpeza e/ou desinfecção de toda a área hospitalar, incluindo todas as superfícies, mobiliários e equipamentos, com a finalidade de remover a sujidade e diminuir a contaminação ambiental.
- A **limpeza de salas cirúrgicas**, que envolve também a limpeza operatória (descontaminação imediata após o derrame de líquidos e secreções orgânicas);
- A limpeza diária das copas;
- A lavagem semanal do carro funcional;
- outras...

A seguinte tabela procura a sumariar as obrigações dos serviços de limpeza:

Tabela 4 - Obrigações dos serviços de limpeza

<b>Diariamente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lavagem dos pavimentos;</li> <li>➤ Lavagem de portas e paredes até 1,5m e vidros;</li> <li>➤ Limpeza do pó em móveis, utensílios e rodapés;</li> <li>➤ Lavagem dos pavimentos dos lavados, retretes e urinóis com produtos</li> </ul>
--------------------	--

	<p>desinfectantes e desinfecção dos seus acessórios;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Limpeza dos elevadores;</li> <li>➤ Despejo dos cestos de papéis e limpeza dos cinzeiros.</li> </ul>
<b>Bissemanal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aspiração de todas as carpetes e alcatifas;</li> <li>➤ Limpeza de telefones;</li> <li>➤ Limpeza de gabinetes administrativos;</li> <li>➤ Lavagem da escadaria principal e corrimões.</li> </ul>
<b>Semanalmente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esfregamento mecânico de todos os pavimentos não tratados;</li> <li>➤ Aspiração profunda de todas as carpetes e alcatifas;</li> <li>➤ Lavagem de paredes e de azulejos nos lavados, com produto desinfectante;</li> <li>➤ Lavagem de móveis metálicos;</li> <li>➤ Limpeza mecânica de áreas polidas.</li> </ul>
<b>Quinzenalmente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Polimento de pavimentos tratados;</li> <li>➤ Lavagem de todas as portas;</li> <li>➤ Limpeza de vidros (interiores e exteriores)</li> </ul>
<b>Mensalmente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Remoção de poeiras e cotões em locais elevados;</li> <li>➤ Limpeza de persianas e estores;</li> <li>➤ Escovamento de paredes;</li> <li>➤ Lavagem de paredes de vidros, de guarda ventos e caixilhos de madeira;</li> <li>➤ Lavagem e encerramento de pavimentos em vinil.</li> </ul>
<b>Semestralmente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lavagem mecânica de alcatifas “processo de limpeza a seco”;</li> <li>➤ Limpeza de armaduras de iluminação;</li> <li>➤ Limpeza de quadros e paredes;</li> <li>➤ Lavagem de escadas exteriores (emergência);</li> <li>➤ Limpeza de tectos.</li> </ul>

Além destas actividades de rotina, existe permanentemente um serviço de Piquete, com a função, além de reforçar as equipas de limpeza:

Tabela 5– Obrigações do serviço de Piquete

	FUNÇÕES
<b>Equipa de Piquete</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Manter halls, zonas interiores e exteriores, salas de espera, elevadores, corredores, patamares, etc, sempre com bom asseio;</li> <li>➤ Acorrer a qualquer emergência que eventualmente possam surgir (ex: garrafas partidas, derrame de líquidos, papéis no chão);</li> <li>➤ Manter em bom estado e asseio e abastecidos de papel e sabão as instalações sanitárias;</li> <li>➤ Manter as salas limpas.</li> </ul>

Para realizar com eficiência estas tarefas, há necessidade de usar um **equipamento de protecção individual**, que tem a função proteger o indivíduo.

## 2.6 – IMPORTÂNCIA DO EQUIPAMENTO DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL EM AMBIENTE HOSPITALAR

As instituições de Saúde, em particular, os Hospitais, são entidades que empregam inúmeros profissionais e agregam à sua volta inúmeras pessoas sujeitas à exposição de bactérias, vírus e outros microrganismos, que podem ser facilmente transmitidos de pessoa para pessoa. Como é óbvio, os artigos têxteis utilizados nestas instituições são um bom meio para o crescimento de bactérias multi-resistentes, e de fungos que facilmente são transmissores de infecções à comunidade hospitalar.

Desta forma, é importantes que os diferentes intervenientes e nos mais diferentes níveis de actuação, possuam equipamentos adequados que lhes permita diminuir os riscos associados e, particularmente, minimizar a probabilidade de contágio e de disseminação de infecções.

Assim, a desinfecção, a esterilização e, se possível, a auto-protecção bactericida dos diferentes artigos têxteis de uso hospitalar, devem preocupações fundamentais para a sua utilização em ambiente hospitalar.

Recentemente, foram desenvolvidos acabamentos antimicrobianos, passíveis de serem utilizados em têxteis hospitalares, e que poderiam contribuir para os objectivos supramencionados. Estes acabamentos contêm agentes anti-microbianos tais como prata, cloreto de amónio quaternário, quitosano, triclosan, etc., os quais apresentam actividade

bactericida ou bacterioestática contra uma vasta gama de microrganismos, e contribuem para a diminuição das infecções nosocomiais.

Os têxteis hospitalares abrangem uma vasta gama de artigos com variadas aplicações, tais como exemplificado na seguinte tabela:

Tabela 6 – Materiais têxteis utilizados na higiene e saúde

<b>APLICAÇÕES</b>	<b>TIPO DE FIBRA</b>	<b>ESTRUTURAS TÊXTEIS</b>
<b>ARTIGOS DE CAMA</b>		
Cobertores/mantas	Algodão, poliéster	Tecido, malha
Lençóis	Algodão	Tecido
Almofadas	Algodão	Tecido
<b>VESTUÁRIO</b>		
Uniformes	Algodão, poliéster	Tecido
Vestuário de protecção	Poliéster, polipropileno	Não-tecido
<b>FRALDAS PARA INCONTINÊNCIA</b>		
Camada absorvente	Lã, superabsorventes, pasta de celulose	Não-tecido
Camada exterior	Fibra Polietileno	Não-tecido
<b>ARTIGOS DE LIMPEZA</b>	Viscose	Não-tecido
<b>MEIAS CIRÚRGICAS</b>	Poliamida, poliéster, fios elastoméricos, algodão	Malha

## 2.7. LEGISLAÇÃO EUROPEIA E NACIONAL SOBRE EPIS

O hospital é um local de trabalho onde permanecem profissionais de saúde diariamente, desde médicos, enfermeiros e profissionais de limpeza. Contudo, estas instituições podem favorecer o aparecimento de doenças nas pessoas que nela trabalham e dos pacientes, caso não exista uma preocupação com a protecção de saúde.

Em termos de enquadramento Nacional da Segurança e Saúde do Trabalho, há que referir nomeadamente o Decreto-Lei nº441/91 de 14 de Novembro, do qual consta: "[...]A realização pessoal e profissional encontra na qualidade de vida do trabalho, particularmente a que é favorecida pelas condições de segurança, higiene e saúde, uma matriz fundamental para o seu desenvolvimento.

Nesta mesma perspectiva deverá ser compreendido o relevo particularmente significativo que o ordenamento jurídico-constitucional português reservou à matéria de segurança, higiene e saúde no trabalho, na esteira, aliás, do lugar cimeiro que estas matérias adquiriram no fórum mundial das questões do trabalho e da saúde, nomeadamente na Organização Internacional do Trabalho e na Organização Mundial de Saúde, bem como a importância de que se reveste para o conteúdo da dimensão social do mercado único.

Para além disso, as condições de segurança, higiene e saúde no trabalho constituem o fundamento material de qualquer programa de prevenção de riscos profissionais e contribuem, na empresa, para o aumento da competitividade com diminuição da sinistralidade".

Neste enquadramento, o vestuário de protecção tem como objectivo proteger a saúde dos profissionais da contaminação provocada pelo sangue ou outros líquidos infecciosos. Os materiais têxteis de protecção para salas de operações incluem vestuário com efeito de barreira, gorros e máscaras para cirurgiões e enfermeiras.

O vestuário de protecção deve ser "respirável", confortável, confiável e eficiente, podendo ser produzido a partir de tecidos, malhas ou não-tecidos. Os tecidos de algodão são tradicionalmente utilizados em batas cirúrgicas devido ao facto de o algodão não produzir electricidade estática. No entanto, pode libertar partículas e gerar altos níveis de pó que é uma fonte de contaminação. Além disso, o efeito de barreira deste material é baixo, sobretudo quando se encontra molhado, sendo relatadas um número significativo de infecções provocadas durante as operações.

A nível nacional, a legislação disponível e fazendo uma retrospectiva histórica:

➤ **Decreto-Lei nº128/93 de 22 de Abril**

*Ministério da Indústria e Energia*

Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva do Conselho n.º 89/686/CEE, de 21 de Dezembro, relativa aos equipamentos de protecção individual, do qual consta:

"[ ...] Para eficazmente preservarem a saúde e garantirem a segurança de pessoas e bens, os equipamentos de protecção individual terão de satisfazer, na sua concepção e fabrico, exigências essenciais de segurança e respeitarem os procedimentos adequados à certificação e controlo da sua conformidade com as exigências essenciais aplicáveis."

➤ **Decreto-Lei n.º 348/93 de 01 de Outubro**

*Ministério do Emprego e da Segurança Social*

Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 89/656/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de protecção individual no trabalho

➤ **Portaria n.º 988/93 de 06 de Outubro**

*Ministério do Emprego e da Segurança Social*

Estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamento de protecção individual

➤ **Portaria nº 1131/93 de 4 de Novembro**

*Ministérios da Indústria e Energia e da Saúde*

Estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de protecção individual (EPI), do qual consta:

"[ ...] Protecção contra os contactos epidérmicos ou oculares- Os EPI destinados a evitar os contactos superficiais do corpo, no todo ou em parte, com substâncias perigosas e agentes infecciosos devem resistir à penetração ou à difusão de tais substâncias através da cobertura

de protecção, nas condições de utilização previsíveis para as quais estes EPI são colocados no mercado”.

➤ No **Decreto-Lei nº 139/95 de 14 de Junho**, do qual consta:

"[...] Com o objectivo de eliminar os entraves técnicos ao comércio e harmonizar as legislações dos Estados membros, e na sequência de directivas anteriores do Conselho da CE, foram introduzidas na ordem jurídica portuguesa, através dos correspondentes diplomas, para além da designação «marca CE», também os requisitos essenciais de segurança a que devem obedecer determinados produtos, materiais e equipamentos, com vista a garantir-se adequada protecção para a saúde e integridade física dos seus consumidor ou utilizados.”

➤ **Portaria nº 109/96 de 10 de Abril**

*Ministérios da Economia e da Saúde*

Altera os anexos I, II, IV e V da Portaria n.º 1131/93, de 4 de Novembro [estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de protecção individual (EPI), do qual consta:

"[...] que veio fixar na ordem jurídica nacional os requisitos a que devem obedecer o fabrico e comercialização de equipamentos de protecção individual (EPI), com vista a ser salvaguardado a protecção contra riscos susceptíveis de afectarem a saúde e segurança dos seus utilizadores.”

➤ **Portaria nº 695/97 de 19 de Agosto**

*Ministérios da Economia e da Saúde*

Altera os anexos I e V da Portaria n. 1131/93, de 4 de Novembro fixa os requisitos essenciais de segurança e saúde a que devem obedecer o fabrico e comercialização de equipamentos de protecção individual (EPI)], do qual consta:

"[...] Aproveita-se ainda, relativamente aos EPI de intervenção em situações de grande perigo, para precisar quais as situações, a fim de salvaguardar a segurança jurídica dos utilizadores.”

➤ **Decreto-Lei n.º 374/98 de 24 de Novembro**

*Ministério da Economia*

Altera os Decretos - Leis n.ºs 378/93, de 5 de Novembro, 128/93, de 22 de Abril, 383/93, de 18 de Novembro, 130/92, de 6 de Julho, 117/88, de 12 de Abril, e 113/93, de 10 de Abril, que estabelecem, respectivamente, as prescrições mínimas de segurança a que devem obedecer o fabrico e comercialização de máquinas, de equipamentos de protecção individual, de instrumentos de pesagem de funcionamento não automático, de aparelhos a gás, de material eléctrico destinado a ser utilizado dentro de certos limites de tempo.

➤ **Lei nº 113/99 de 03 de Agosto**

*Assembleia da República*

O artigo 9º da Lei nº 113/99 de 03 de Agosto altera o artigo 12º do Decreto-Lei nº 348/93 de 01 de Outubro, relativo à protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de protecção individual, publicada no Diário da República: I série A : Nº 179. 1999-08-03; p. 5000-5003.

➤ **Despacho nº 11 694/2000 (2ª série) de 7 de Junho**

*Instituto Português da Qualidade*

Lista das normas harmonizadas no âmbito da aplicação da Directiva nº 89/686/CEE, relativa a equipamentos de protecção individual.

Publicado no Diário da República: II série ; Nº 132. 2000-06-07, p.9739.

**Existe uma Norma Portuguesa: NP EN 340 2005**

*Instituto Português da Qualidade*

Esta norma visa os requisitos gerais para os vestuários de protecção, onde foca:

- Requisitos básicos de saúde e ergonómico (Concepção e conforto);
- Envelhecimento (Solidez dos tintos, Variação dimensional devido à limpeza, métodos de lavagem e limpeza a seco);
- Designação dos tamanhos;
- Marcação;
- Informação fornecida pelo fabricante.

### **CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 – CONCEITOS DE MICROBIOLOGIA**

O homem encontra no seu meio ambiente um número diversificado de microrganismos: vírus, fungos, bactérias, as algas que se depositam sobre o seu corpo e sobre as roupas ficando contacto com a pele.

Esses microrganismos multiplicam-se muito rapidamente no substrato têxtil, desde que encontrem calor, humidade e nutrientes (por exemplo fibras naturais). A maior parte não é patogénica mas alguns podem apresentar um alto nível de risco para a saúde.

A sua acção é favorecida pela humidade e por uma atmosfera amena, estas condições propícias ocorrem normalmente em locais de armazenamento dos artigos têxteis. O ataque por microrganismos é denunciado por um cheiro desagradável, pela formação de manchas coloridas e por uma perda de resistência mecânica dos artigos.

A microbiologia é, actualmente, uma ciência que estuda a vida e a actuação dos microrganismos, e que tem vindo a colaborar com a indústria têxtil para a resolução de problemas afectam o dia-a-dia dos consumidores de artigos e produtos têxteis.

Os principais microrganismos que são analisados neste contexto de colaboração, podem ser sistematizados nas seguintes categorias:

- **Bactéria** – São organismos unicelulares capazes de se desenvolver rapidamente em ambientes húmidos e quentes. Este grupo de microrganismos pode dividir-se em **Gram-positivas** (*Staphylococcus aureus*, por exemplo) e **Gram-negativas** (*Escherichia coli*, por exemplo). Há muito tempo que é reconhecido que os microrganismos, particularmente as bactérias, podem desenvolver-se facilmente nos têxteis.

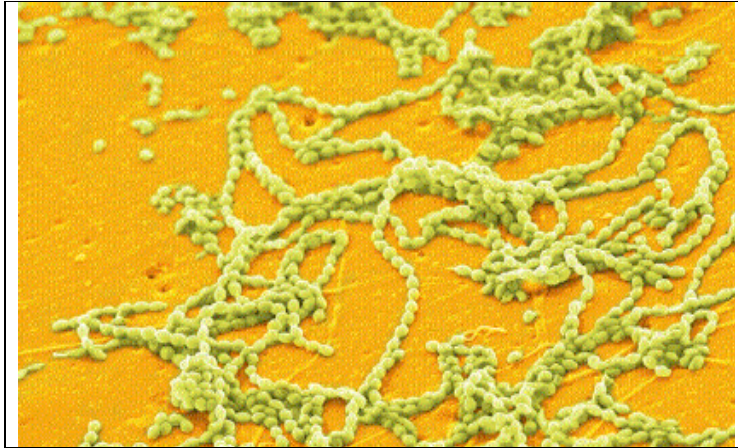


Figura 3 - Fotografia ampliada de uma bactéria

- **Fungos (leveduras e mofos)** – organismos com um núcleo organizado e paredes celulares rígidas, carecem de clorofila. Diferem das bactérias pelo facto de serem constituídos por múltiplas células. São organismos complexos com uma taxa de crescimento baixa.

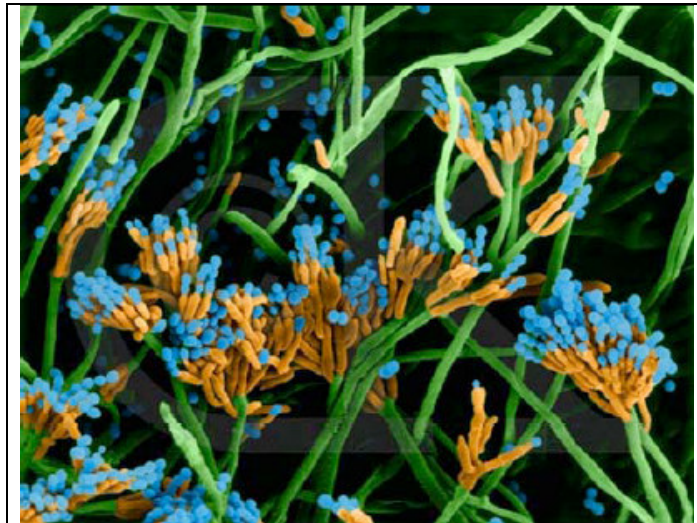


Figura 4 - Fotografia ampliada de um fungo

Apesar de os microrganismos serem úteis em muitos processos, por exemplo na fermentação e biotecnologia, eles podem também ser nocivos tanto aos têxteis como aos humanos.

O crescimento microbiano nos materiais têxteis depende, da disponibilidade das substâncias nutritivas. As fibras celulósicas constituem um ótimo local para a proliferação microbiana pelas suas inerentes características de hidrofiliabilidade.

***Este desenvolvimento pode originar, entre outros:***

- ✓ Maus odores;
- ✓ Descoloração, deformação e tingimento do tecido;
- ✓ Perda de propriedades, tais como a viscosidade e resistência à tracção;
- ✓ Redução do tempo de vida do têxtil, principalmente algodão e lã.

***O que são produtos antibacterianos?***

Com vista a atenuar ou liminar a acção destes microrganismos nos artigos têxteis, foram desenvolvidos um gama de produtos antibacterianos que afectam o seu crescimento e/ou desenvolvimento. Estes produtos podem ser divididos em dois grupos:

1. **BACTERICIDAS** - Eliminam os microrganismos
2. **BACTERIOSTÁTICOS** - Impedem o seu desenvolvimento/reprodução

Actualmente, encontramos no mercado um grande leque de produtos antibacterianos, pelo que a sua selecção deve levar em consideração os seguintes factores:

- ✓ Controle efectivo do crescimento de bactérias e fungos;
- ✓ Actividade selectiva direccionada a microorganismos indesejáveis;
- ✓ Ausência de efeitos tóxicos, tanto para o fabricante como para o consumidor (certificação Öko-tex);
- ✓ Ser inodoro e incolor;
- ✓ Resistência da actividade à lavagem, lavagem a seco e lixiviação;
- ✓ Compatibilidade com outros acabamentos têxteis;

- ✓ Ser de fácil aplicação e compatibilidade com os processos têxteis mais comuns;
- ✓ Não evaporar ao secar e suportar tratamento térmico;
- ✓ Ter longa duração e solidez à lavagem.

Para além de todas as vantagens óbvias em termos de saúde, higiene e conservação dos artigos têxteis, a adição conjugada de outros compostos (ex. microcápsulas) permitem outras vantagens na utilização deste tipo de produtos, tais como:

- ✓ Protecção do próprio tecido contra a degradação;
- ✓ Controle de manchas originárias do crescimento microbiano;
- ✓ Sensação de frescura sempre presente no têxtil;
- ✓ Eliminação dos cheiros provocados pelos microorganismos;
- ✓ Aumento do tempo de vida o produto devido ao controle do crescimento microbiano;

### **3.1.1. - COMPOSTOS ANTIMICROBIANOS NOS MATERIAIS TÊXTEIS**

Conforme supramencionado, os materiais têxteis são um excelente meio para a proliferação de microrganismos, particularmente bactérias e fungos, devido ao facto de permitirem a sua retenção ou agirem como fontes de nutrientes para estes seres vivos.

As fibras têxteis naturais como o algodão, o linho e a lã são mais susceptíveis ao ataque microbiano que as não naturais, devido à sua estrutura porosa e hidrófila que retém a água e o oxigénio, actuando como fonte alimentar dos microrganismos.

Assim, os acabamentos antimicrobianos têm vindo a implantar-se na indústria têxtil, a ganhar popularidade e, conseqüentemente, quota de mercado.

Este tipo de acabamentos é particularmente relevante no sector da saúde/hospitalar como medida preventiva da transferência e desenvolvimento dos microrganismos patogénicos e da disseminação de infecções.

### **3.1.2. – MÉTODOS DE INTRODUÇÃO DE COMPOSTOS ANTIMICROBIANOS NOS MATERIAIS TÊXTEIS**

Os métodos de introdução de compostos antimicrobianos podem ser divididos em dois grandes grupos:

- Introdução do composto antimicrobiano na matriz polimérica anterior ou simultaneamente à extrusão, por processos por *“melt spinning”*, *“dry spinning”* e *“wet spinning”*. Este método destina-se a obter fibras intrinsecamente antimicrobianas.
  
- Aplicação do composto antimicrobiano durante o acabamento dos tecidos e fibras, por *processos de impregnação*, esgotamento ou revestimento.

Estes métodos, adaptados aos vários tipos de compostos antimicrobianos e substratos têxteis, permitem obter artigos com propriedades antimicrobianas, cumprindo os requisitos de um vasto espectro antimicrobiano e de um perfil seguro para o consumidor. No entanto, devido às múltiplas lavagens a que os artigos têxteis são sujeitos durante o seu ciclo de vida, a durabilidade do acabamento antimicrobiano, é uma exigência fundamental deste para este tipo de produtos.

Assim sendo, o factor de diferenciação do acabamento têxtil encontra-se nas tecnologias que permitem aumentar a permanência do composto antimicrobiano no material têxtil após lavagem.

As principais tecnologias são:

- Libertação controlada do agente - aplicável às fibras sintéticas, o agente é adicionada à fibra aquando da sua fabricação;
- Aplicação do agente à superfície da fibra - aplicável a todo o tipo de fibras. A resistência à lavagem depende da afinidade dos agentes com as fibras.
- Ligação química à fibra – Aplicável a fibras que possuam grupos reactivos adequados, como a celulose, a lã e as poliamidas. Teoricamente, este é o método que obtém mais durabilidade.
- Micro-encapsulação – este método é a junção da ligação química com a libertação faseada do agente. As microcápsulas que contêm o agente são ligadas covalentemente às fibras.

Os comportamentos antimicrobianos também podem ser obtido por processos de impregnação, o que permitem a sua aplicação numa vasta gama de artigos têxteis (malhas e/ou tecidos com diversas composições). Normalmente são passíveis de serem aplicados a todas as fibras e, são regra geral, de fácil aplicação baixo custo.

O desempenho deste processo depende em grande medida, da permanência do composto antimicrobiano nas fibras têxteis, que por sua vez está relacionado com a sua solubilidade. Se o agente for significativamente solúvel em água, é rapidamente removido quando sujeito à lavagem. Para atenuar esta situação há substâncias ligantes que são adicionadas para aumentar a sua fixação, mas alteram em, grande medida, as propriedades do próprio material têxtil. Este efeito também é observado nos processos por revestimento nas fibras sintéticas (Michielsen *et al.*, 2004).

Quando o composto antimicrobiano é ligado quimicamente às fibras têxteis há a sua total imobilização e portanto, uma maior durabilidade da actividade antibacteriana, nomeadamente, em fibras celulósicas, lã e ainda fibras não naturais como a poliamida. (Mao *et al.*, 2001, 2002).

### 3.1.3. – COMPOSTOS ANTIMICROBIANOS EM MATERIAIS TÊXTEIS E SEUS EFEITOS

A revisão bibliográfica efectuada descreve uma vasta gama de agentes antimicrobianos passíveis de serem utilizados nos materiais têxteis, particularmente, antibióticos, formaldeído, metais pesados (prata, cobre, sais metálicos), compostos organometálicos, fenóis, cloroamina, peróxido de hidrogénio, iodeto, ozono, compostos quaternários de amónio, e organosiloxanos.

A maioria destes agentes actuam por libertação controlada migrando da superfície onde foram aplicados para zonas circundantes de forma a destruir os micróbios ou a formar uma zona de inibição. Como exemplo deste tipo de agentes podemos citar o triclosano, sais quaternário de amónio, fenóis, poliaminas e iões de prata.

Outros agentes antimicrobianos, como por exemplo os derivados de siloxano permanecem imobilizados na superfície do substrato têxtil e destroem os microrganismos por contacto, não ocorrendo migração.

O desenvolvimento de compostos antimicrobianos que actuam por mecanismos de libertação controlada, tem sido levado a cabo, maioritariamente, com compostos organometálicos de iões de prata, e zeólitos de prata, os quais prometem serem a grande aposta nos acabamentos antimicrobianos. Através da inibição dos centros activos enzimáticos, impedem o metabolismo vital das proteínas e ácidos nucleicos.

Várias empresas têm desenvolvido materiais antimicrobianos em que o ião de prata é aplicado por revestimento na superfície das fibras. Esses materiais apresentam uma elevada actividade antimicrobiana. ( Michielsen *et al.*, 2004).

Os iões de prata na forma de zeólitos, ou de sais de prata, podem ser incorporados em polímeros sintéticos, na forma de nanopartículas. O metal é libertado para a superfície da fibra. A velocidade de libertação da prata pode ser controlada e uma libertação gradual originará uma prolongada actividade antimicrobiana.

Segundo Purwar (Purwar *et al.*, 2004) esta aplicação encontra-se já implementada no mercado, e proporciona vantagens relativamente à aplicação isolada de iões prata. As

tecnologias mais comuns para obter fibras não naturais antibacterianas à base de iões de prata, são actualmente produzidas usando nanopartículas e bombardeamento de iões.

Embora os iões de prata sejam os mais utilizados como compostos antimicrobianos, têm sido realizados estudos de outros iões metálicos, com actividade antimicrobiana elevada e permanente. A equipa de investigação do Prof. Matsuo e os seus colaboradores testaram a actividade antimicrobiana com outros compostos metálicos como por exemplo o cobre e o dióxido de titânio,

Para que o artigo têxtil apresente propriedades antibacterianas, este deve exibir algumas propriedades, tais como:

- ✓ Controle efectivo do crescimento das bactérias e fungos;
- ✓ Ausência de efeitos tóxicos, tanto para o fabricante como para o consumidor final;
- ✓ Resistência da actividade à lavagem e lavagem a seco;
- ✓ Compatibilidade com outros acabamentos têxteis e ser de fácil aplicação.

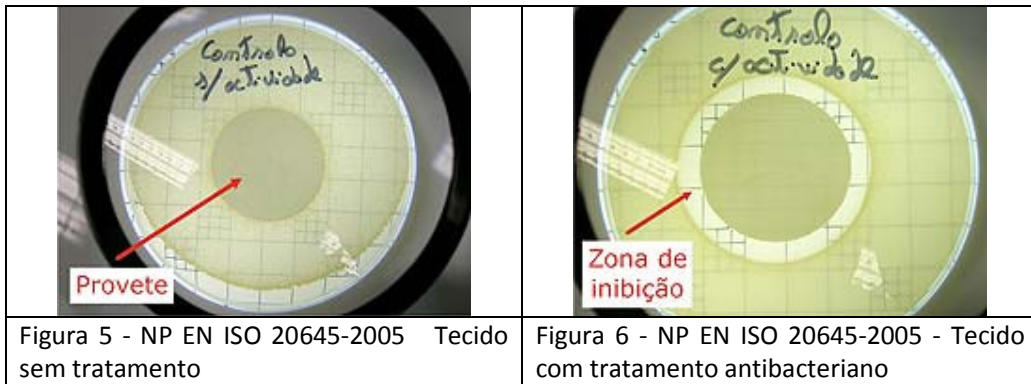
### **3.1.4. - AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS ANTIBACTERIANOS**

Com a proliferação no mercado de agentes antibacterianos para aplicação nos têxteis, torna-se obrigatória uma avaliação da sua efectividade. Assim, Esta avaliação pode ser efectuada através do recurso a métodos qualitativos e/ou métodos quantitativos.

A avaliação qualitativa pode ser executada através de diferentes métodos. Um dos ensaios mais vulgares é o descrito na norma - **NP EN ISO 20645-2005: Tecidos. Determinação da actividade antibacteriana. Ensaio de difusão em placa de ágar.**

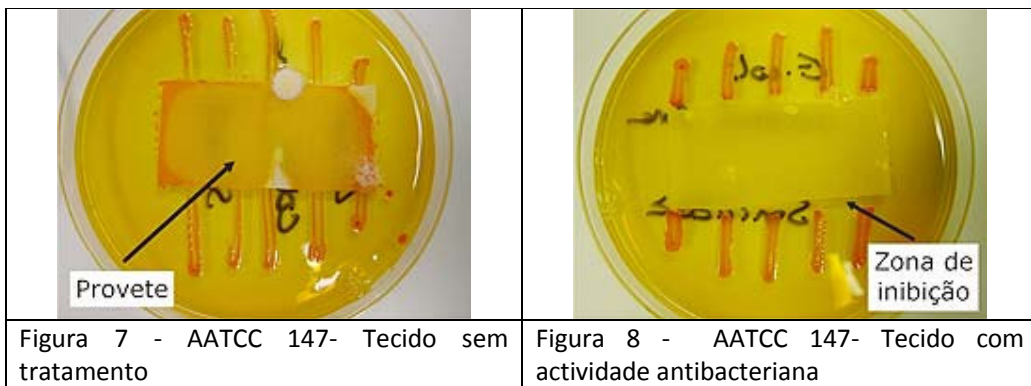
Neste ensaio, duas amostras, uma em estudo e uma padrão, são colocadas em contacto com ágar inoculado com o microorganismo em estudo. Se existir actividade antibacteriana será visível uma zona de inibição do crescimento em torno da amostra. O tamanho desta zona de inibição será fortemente influenciado pela capacidade de difusão do agente antibacteriano.

Esta zona de inibição pode ser medida, mas não deve ser considerado um valor quantitativo da actividade antibacteriana.



Outro teste qualitativo muito comum é o definido na **AATCC Test Method 147 – 1998: Avaliação da actividade antibacteriana em têxteis, método das estrias paralelas.**

Neste ensaio, uma placa de ágar é inoculada com estrias de uma solução dos microorganismos que pretendemos estudar. Os provetes do material a testar são colocados sob essas estrias. A actividade antibacteriana é comprovada se se verificar o aparecimento de uma área onde o crescimento é interrompido.



A avaliação quantitativa do efeito antimicrobiano, também pode ser realizada através de diferentes metodologias e respectivos ensaios. Assim os testes normalizados mais comuns são:

***ISO/DIS 20743: Têxteis – Determinação da actividade antibacteriana em produtos têxteis acabados.***

O provete do material a testar é inoculado com uma solução dos microorganismos a estudar sendo posteriormente, colocado a incubar. O cálculo do valor da actividade antibacteriana é efectuado através da determinação do número de colónias obtidas no tempo inicial e do número de colónias obtidas após a incubação.

***AATCC Test Method 100-1999:Acabamento antibacteriano em materiais têxteis.***

As amostras de teste são inoculadas com as bactérias em estudo. Após incubação, as bactérias são retiradas, por “lavagem” com uma solução neutralizante, e é então determinado o número de bactérias presentes.

Para além destes ensaios, é possível, complementar a nossa análise de efeito antimicrobiano com outros testes que estão em fase de implementação, como por exemplo:

✓ ***Avaliação do acabamento retardador de putrefacção***

NP EN ISSO 11721-1-2001: Determinação da resistência de têxteis contendo celulose aos microorganismos.

✓ ***Avaliação do tratamento anti-ácaros***

NP G 39-011-2001: Têxteis e materiais poliméricos - Caracterização e a avaliação da actividade anti-acariana.



Figura 9 - Imagem de um ácaro

✓ ***Avaliação do tratamento anti-fungos***

EN 14119: Avaliação da acção dos microfungos;

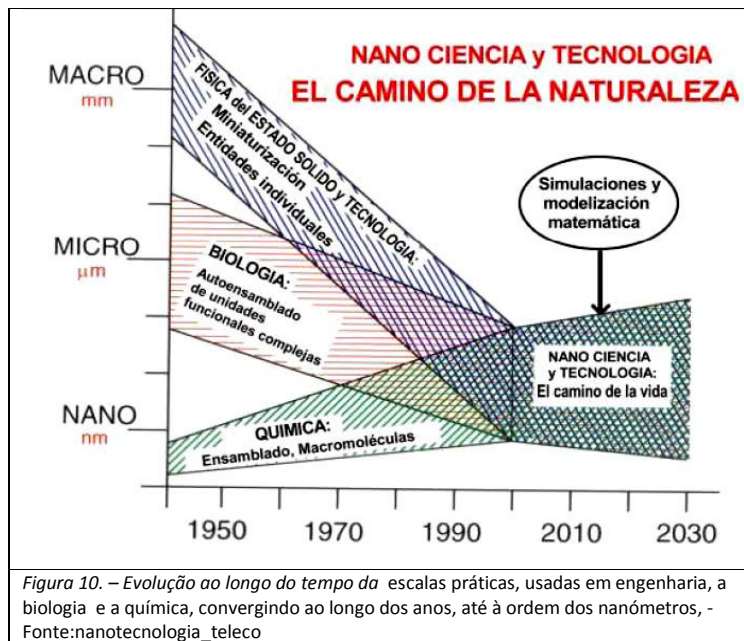
✓ **Ensaïos a Campos e Batas Cirúrgicos e Fatos para o ambiente controlado**

- ❖ NP EN 13795-1, EN 13795-2, EN 13795-3 – Campos e batas cirúrgicos e fatos para ambiente controlado, classificados como dispositivos médicos, para doentes, profissionais de saúde e equipamento.
- ❖ EN 14126: Exigências e métodos de ensaio para vestuário de protecção contra agentes infecciosos;
- ❖ EN ISO 22612: Vestuário de protecção contra agentes infecciosos – Método da resistência à penetração;
- ❖ ISO/DIS 22611: Vestuário de Protecção contra agentes infecciosos – Método de resistência à penetração por aerossóis contaminados biologicamente;
- ❖ ISO 22610: Vestuário de Bloco Operatório [fatos e batas] – Método de resistência à penetração contra uma barreira antibacteriana em estado húmido.

### **3.2 – CONCEITOS DE NANOTECNOLOGIA TÊXTIL**

A ciência nano, estuda os princípios fundamentais de moléculas e estruturas com no mínimo uma dimensão compreendida entre 1 e 100nm. Lida com teorias, técnicas e métodos para organizar átomos e/ou moléculas ou ainda produzir e organizar nano-partículas.

1 nanómetro corresponde a um bilionésimo do metro ( $1 \times 10^{-9}$  m) um cabelo humano tem cerca de 50.000 nm e o menor objecto visível ao olho humano tem aproximadamente 10.000 nm. Um átomo de hidrogénio tem 0,1 nm.



Este ramo da ciência teve início com os trabalhos de Richard Feynman em 1959 que abordou o conceito de engenharia molecular e estudou a possibilidade de se vir a manipular “átomo por átomo”. Posteriormente, a publicação do livro de K. Eric Drexler sobre nanotecnologia, veio dar outra projecção a este ramo do conhecimento.

Quando o termo nanotecnologia foi usado pela primeira vez, foi para referir a precisão e miniaturização crescente com que os objectos podiam ser produzidos. Contudo, o conceito de nanotecnologia foi adoptado pelo Prof. Nario Taniguchi em 1974 quando se apercebeu e definiu as dimensões críticas e as suas tolerâncias deste novo ramo da ciência. Fica na história a sua declaração “...A nanotecnologia consiste no processamento, separação, consolidação e deformação de materiais ao nível atómico ou molecular...”

Assim, a nanotecnologia é o design, a caracterização e o desenvolvimento de estruturas controlando a forma e o tamanho a um nível molecular ou inframolecular. A nanociência pode ser aplicada a qualquer ramo de conhecimento humano, contudo actualmente, a nanotecnologia pode ser agrupada em quatro grandes campos de aplicação: Nanoelectrónica, Nanomateriais, Nanotêxteis, Nanobiologia.

A nanotecnologia foi inicialmente adaptada ao processamento têxtil em 1998 pelo Prof. David Soane. A nanotecnologia nos têxteis está centrada em duas grandes áreas: Melhoramento de

funções pré-existente e do comportamento dos materiais têxteis; desenvolvimento de materiais têxteis inteligentes com características e funções completamente novas.

Esta tecnologia serve pois para a produção de nanofibras, vestuário mimético e com mudança de cor, vestuário anti-nódoas, vestuário anti-vincos, fabricação de filtros de alta performance, etc. O desenvolvimento de fibras ultra-finas, acabamentos funcionais, e de têxteis com propriedades medicinais e curativas são já tecnologias que estão a ganhar terreno no mercado mundial dos têxteis de alto valor.

Os nano-materiais possuem uma muito elevada superfície específica o que os torna ideais para serem utilizados em compósitos, sistemas reactivos, libertação controlada de químicos e ainda, armazenamento de energia.

Vários efeitos podem ser conseguidos com um único tratamento baseado em nano tecnologia. Este procedimento torna o processo mais simples, menos oneroso e com efeitos sinérgicos como por exemplo o efeito anti-bacteriano, o efeito hidrófobo e o efeito anti-vincos.

Os Sistemas nano-encapsulados Libertam os princípios activos de uma forma controlada dependendo do tipo de aplicação e de efeito desejado: Agentes anti-bacterianos, nutrientes para a pele, medicamentos, fragrâncias, agentes hidratantes, repelentes de insectos, etc podem ser encapsulados e posteriormente libertados de uma forma controlada durante o uso.

A nano-escala marca também uma zona difusa, onde as leis clássicas e a mecânica quântica convergem. As propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais podem ser significativamente alteradas pela sua pequena dimensão.

### **3.2.1 - PROCESSO DE SÍNTESE DE MATERIAIS EM NANOFASE**

Os processos de obtenção são subdivididos em dois grandes grupos: processos do tipo “Top-Down” e processos do tipo “Bottom-Up”

### ➤ **PROCESSOS DO TIPO “TOP-DOWN”**

As técnicas normalmente utilizadas são: “Grinding”, corte, dispersão e gravação. Estes processos foram os primeiros a serem investigados no campo dos sistemas microelectromecânicos (MEMS).

Envolvem a rotura dos materiais até à escala nano. Como exemplo temos algumas ligas e partículas metálicas.

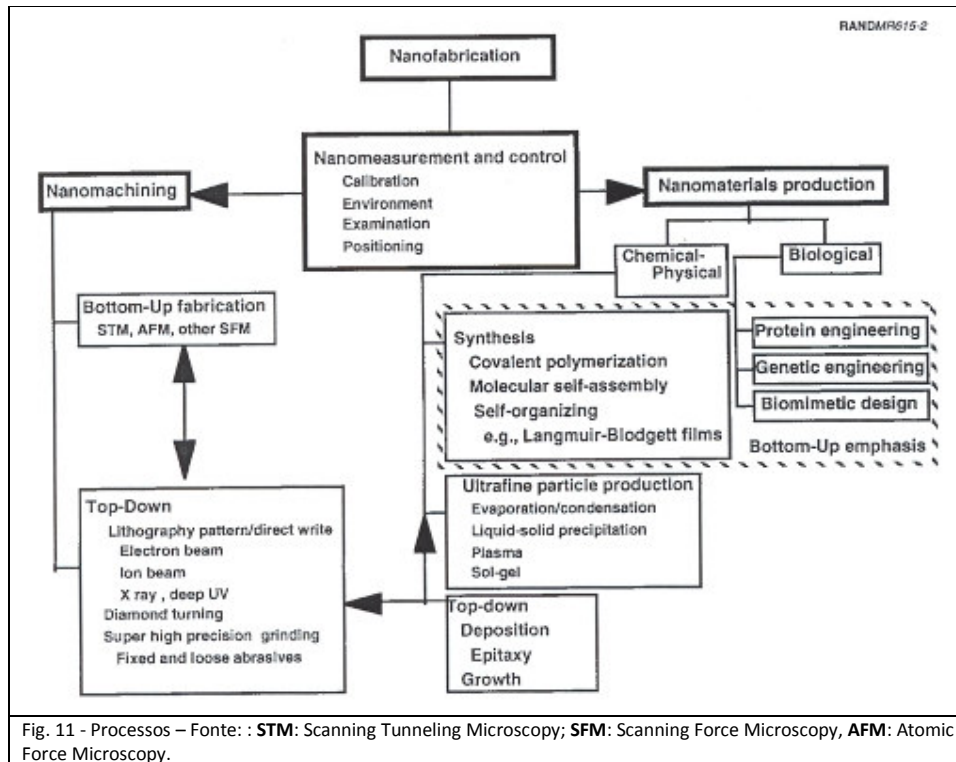
### ➤ **PROCESSOS DO TIPO “BOTTOM-UP”**

Estes processos têm a vantagem de permitir novas composições e formas de manufactura a uma escala molecular ou atómica. As oportunidades de explorar estas manipulações alargam os respectivos campos de aplicação e, conseqüentemente, as propriedades alcançadas.

Estes processos estão menos explorados em termos de aplicações, requerem um estudo científico mais aprofundado, têm uma pequena penetração comercial e o seu ciclo de desenvolvimento está numa fase de maturação.

Como exemplo temos a condensação de gases inertes. Uma das linhas de investigação nos processos de síntese consiste em obter emulsões a uma nano-escala a partir da qual os acabamentos podem ser aplicados aos materiais têxteis de uma maneira mais precisa e uniforme.

Os acabamentos podem ser emulsificados sobre a forma de nano-micelas, nano-sol ou ainda envolvidos em nanocápsulas, podendo desta forma aderir ao material têxtil mais facilmente.



### 3.2.2 - NANOTECNOLOGIA NOS TÊXTEIS

A engenharia moderna criou nos últimos anos novas substâncias químicas de dimensões nano, que podem ser aplicadas em massas de extrusão (fibras artificiais e sintéticas), fios ou ainda em superfícies têxteis.

As suas formas físicas variam de sólidos até soluções aquosas, pseudo-emulsões e dispersões. Dependendo de cada aplicação, obtém-se efeitos notáveis sobre os materiais têxteis gerando propriedades específicas, processo que é designado por funcionalização.

Um veículo transportador das substâncias nano entre o material têxtil e a pele podem ser cápsulas que libertam os seus ingredientes activos por efeito da temperatura, abrasão ou impacto mecânico.

Numa nanoemulsão o tamanho das partículas é inferior a 10 nm, numa microemulsão o tamanho das partículas está compreendida entre 50 e 150 nm e numa macroemulsão o tamanho das partículas é superior a 150 nm.

Actualmente, há um crescente interesse nos designados materiais nanoestruturados. nanopartículas com dimensões entre 1nm e 100 nm apresentam melhores propriedades quando comparadas com os materiais tradicionais. Os materiais tradicionais apresentam um tamanho de grão cujas dimensões mais reduzidas são da ordem dos microns. Os grãos nanométricos possuem apenas 900 átomos aproximadamente. Esta característica influencia fortemente as suas propriedades físicas e químicas, e permite-lhes obter propriedades melhoradas. Os nanomateriais mais importantes no têxtil são os nanocompósitos, isto é, compósitos que contêm nanopartículas.

A primeira aplicação comercial de nanotecnologia na indústria têxtil e do vestuário foi sobre a forma de nanopartículas, aplicadas durante o processo de enobrecimento dos materiais têxteis. O impacto desta nova tecnologia originou acabamentos inovadores e novos processos e técnicas de aplicação.

Particular atenção tem vindo a ser prestada desde então a este tipo de acabamentos no sentido de os tornar mais controláveis e uniformes e, em que idealmente, e de uma forma individual as moléculas ou nanopartículas são “conduzidas” a ocupar uma determinada posição nos materiais têxteis, segundo uma orientação e trajectória específica, através de processos electrostáticos, termodinâmicos ou outros.



Figura 12 - Exemplos de aplicações de nanotecnologia na cadeia têxtil - Fonte: SENAI-CETIQT

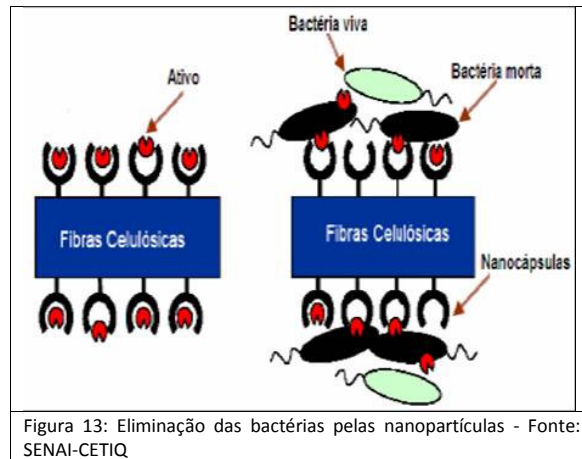
### **3.2.3 – NANOACABAMENTOS FUNCIONAIS NA INDÚSTRIA TÊXTIL**

A aplicação de partículas ultrafinas no acabamento têxtil, produzidas com recurso a técnicas de nanotecnologia constitui um processo em grande expansão. Estas aplicações visam conferir propriedades multifuncionais aos materiais têxteis tais como: resistência à radiação ultravioleta, comportamento anti-bacteriano, propriedades auto-limpantes, superior repelência a líquidos e sujidades, resistência aos vincos e às rugas, resistência à chama, anti-derramamentos, etc..

#### **3.2.3.1 – NANOACABAMENTOS ANTI-MICROBIANOS**

Nem as fibras naturais nem as fibras não naturais são resistentes às bactérias ou aos fungos patogénicos. Assim, técnicas de acabamento de desinfecção anti-bacteriana têm sido desenvolvidas para vários tipos de materiais têxteis incluindo a aplicação de nanopartículas de prata e de dióxido de titânio e também de soluções coloidais de óxido de zinco (25 a 50 p.p.m.). Os iões metálicos e os compostos metálicos demonstraram um excelente efeito de esterilização. Considera-se que parte do oxigénio existente na água e no ar é convertido em oxigénio activo através de uma reacção de fotocatalítica com os iões metálicos e, desse modo, dissolvendo a substância orgânica desenvolvendo um efeito de esterilização. Com a utilização de nanopartículas, o número de partículas por unidade de área aumenta e, conseqüentemente, o efeito anti-bacteriano é maximizado.

As nanopartículas de prata possuem uma elevada área superficial pelo que a possibilidade de contacto com as bactérias e fungos é maior e deste modo potencia a efectividade do seu efeito bactericida e fungicida. As nanopartículas de prata são muito reactivas com as proteínas. Quando em contacto com bactérias e fungos irá afectar o seu metabolismo celular e inibir o seu crescimento. Também suprime a função respiratória, o metabolismo basal da transferência de electrões e o transporte de substratos para o interior da membrana celular microbiana. Desta forma inibe o crescimento e multiplicação das bactérias e fungos que causa infecções, maus odores, comichão e escaras.



É um facto bem conhecido que o crescimento de bactérias e de outros microorganismos, quer em alimentos, quer na água é fortemente condicionado quando são acondicionados em recipientes de prata, dado às suas propriedades anti-bacterianas. Os iões de prata possuem um largo espectro de actividade anti-bacteriana.

O Prof. Yang patenteou um processo para a preparação de microcápsulas com nanopartículas de prata na sua constituição, microcápsulas essas que contêm no seu núcleo um agente que lhe confere outra acção adicional. Assim, para além da sua acção terapêutica anti-bacteriana característica da prata podemos ter um produto hidratante, uma fragrância, um preparado farmacêutico, um pigmento termosensitivo, materiais com mudança de fase, etc.

Estas microcápsulas são preparadas num processo bi-etápico em que na primeira fase uma solução emulsionada de perfume por exemplo, é encapsulada com um pré-condensado de melanina. Na segunda fase, esta microcápsula é tratada com uma dispersão de nanopartículas de prata, obtendo assim uma microcápsula de dupla função.

Nestas microcápsulas as nanopartículas de prata estão na superfície da cápsula, enquanto que o agente funcional se encontra no seu núcleo. Os materiais têxteis tratados com estas microcápsulas mostram uma efectiva actividade anti-bacteriana contra vários tipos de bactérias e fungos.

### **3.2.3.2 – NANOACABAMENTOS HIDROFÓBICOS**

Uma superfície hidrofóbica pode ser conseguida através de um dos seguintes processos: criação de uma superfície rugosa sobre uma superfície hidrofóbica; ou modificação de uma superfície rugosa através de materiais com baixa energia superficial. Ambas as abordagens têm vindo a ser utilizadas para conferir um carácter hidrofóbico aos substratos têxteis.

#### **3.2.3.2.1 – SUPER HIDROFOBICIDADE**

Os acabamentos com os fluorcarbonetos permitem-nos baixar o valor da energia superficial para, possibilitando ângulos de contacto até  $120^{\circ}$ . Para atingirmos o estado de superhidrofobicidade e um comportamento “self-cleaning” é necessário conseguir um ângulo de contacto superior a  $160^{\circ}$ . Este tipo de acabamento não pode ser conseguido com um acabamento baseado num recobrimento superficial (coating) simples. O efeito de superhidrofobicidade é conseguido aumentando a rugosidade da superfície do material com uma multiplicidade de projecções e cavidade com dimensões compreendidas entre a escala micro a nano. A repelência à água é obtida pela ocupação pelo ar dos espaços entre estas “vilosidades”. Este facto aumenta a interface ar/água enquanto que a interface sólido/líquido é diminuída. Nestas circunstâncias, o espalhamento/difusão não ocorre e a água forma uma gota esférica na superfície do material têxtil.

#### **3.2.3.2.2 – EFEITO “SELF-CLEANING”**

A propriedade ou efeito de auto-limpeza (“self-cleaning”) existente nas folhas rugosas das plantas foi investigado em cerca de 340 espécies. A maioria das folhas “absorventes” investigadas era relativamente suave, sem relevo superficial proeminente (ângulo de contacto inferior a  $110^{\circ}$ ). Pelo contrário, as folhas que exibiam um comportamento repelente à água apresentavam relevos superficiais, geralmente cristais de cera da epicutícula em combinação com células epidérmicas papilosas. Em forma de papilas. O seu ângulo de contacto era superior a  $160^{\circ}$ . Foi também observado que nestes casos a água concentrava-se na superfície sobre a forma de uma gota esférica, e eram eliminadas rapidamente para pequenos ângulos de inclinação (inferior a  $5^{\circ}$ ) sem deixar resíduos. Partículas de todo o tipo que aderiam à folha eram completamente removidas quando submetidas a chuva artificial/natural.

As sujidades depositadas na superfície “encerada” das folhas são, geralmente, maiores que a microestrutura superficial da folha e, conseqüentemente, são depositados nas pontas das folhas logo, a área de interface entre ambos é minimizada. No caso da gota de água que rola sobre as partículas de sujeira, a área superficial exposta ao ar da gota é reduzida e ganha energia de absorção. Derivado à aderência entre a gota de água e as partículas de sujeira, estas são capturadas e removidas da superfície da folha. Este efeito ficou conhecido pelo efeito de Lótus.

O efeito de lótus depende de dois factores primordiais: superhidrofobicidade; elevado ângulo de contacto e ainda, um pequeno ângulo de inclinação para favorecer o deslizamento.



Figura 14 : Exemplificação do efeito de lótus num substrato têxtil –  
Fonte: SENAI-CETIQ

### 3.2.3.3 – NANOACABAMENTO FOTOCATALÍTICO

Quando um material semi-condutor é iluminado com uma luz de energia superior converte-se num poderoso catalisador redox, capaz de matar bactérias, purificar a água, ou inclusivamente, promover a dissociação de moléculas de água nos seus componentes elementares.

O dióxido de titânio é um fotocatalisador que através de uma reacção fotocatalítica consegue decompor a matéria orgânica comum existente no ar tal como: moléculas odoríferas, bactérias e vírus. Estudos desenvolvidos demonstraram que artigos têxteis tratados com nanopartículas de dióxido de titânio conseguem fornecer uma protecção activa contra bactérias, bem como, descoloração de nódoas derivado da acção de fotocatalítica das nanopartículas de  $TiO_2$ .

Durante as duas últimas décadas processos tecnológicos avançados combinando poderosos agentes oxidantes (iniciadores catalíticos) com radiação ultra violeta ou quase ultra violeta, foram desenvolvidas para proceder à remoção de agentes orgânicos poluentes e de xenobióticos dos efluentes têxteis. Entre eles o dióxido de titânio provou ser um excelente catalisador na foto-degradação de corantes e de outros poluentes orgânicos.

### **3.2.3.4 – NANOACABAMENTO ANTI-U.V.**

Anteriormente, absorventes orgânicos e inorgânicos de U.V. foram aplicados por recobrimento aos substratos têxteis para prevenir eficazmente a radiação U.V. Contudo, eram soluções de pouca duração. Os agentes bloqueadores de U.V. são normalmente óxidos de semi-condutores como por exemplo, o dióxido de titânio, o óxido de zinco, o dióxido de silício e trióxido de alumínio. Entre eles o mais os mais comuns são o dióxido de titânio e óxido de zinco.

Estudos demonstraram que nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZnO}$  eram mais eficientes na absorção e dispersão de raios U.V. comparativamente às formulações com dimensões tradicionais. Este facto deve-se ao tamanho das nanopartículas que apresentam uma maior superfície por unidade de massa e de volume que os materiais convencionais, induzindo deste modo uma maior efectividade no bloqueio das radiações U.V.

Para as pequenas partículas a dispersão é o fenómeno mais prevalente até  $1/10$  do comprimento de onda da luz dispersa. A teoria da dispersão da luz de Raleigh diz-nos que a dispersão é fortemente dependente do comprimento de onda e inversamente proporcional ao comprimento de onda da quarta potência. Esta teoria prediz ainda que para dispersar radiação U.V. compreendida entre os 200 nm e os 400 nm o tamanho óptimo das partículas está compreendido entre 20 e 40 nm.

O nanoacabamento U.V. para o algodão foi conseguido desenvolvendo um sol-gel. Uma pequena camada de dióxido de titânio é formada e deposita na superfície do material têxtil tratado o que lhe proporciona uma excelente protecção anti-U.V. este efeito permanece activo mesmo após 50 lavagens domésticas. Também a utilização de nanotubos de zinco com 10 a 50 nm foram testados e aplicados em tecidos de algodão para conseguir uma protecção U.V. De

acordo com vários estudos desenvolvidos os artigos têxteis tratados com estas nanopartículas demonstraram um excelente factor de protecção U.V.

Também nanopartículas cerâmicas (conhecidas por nanoflocos) que são compostos de vários tipos de aluminosilicatos hidratados, cada um com uma composição química e estrutura cristalina característica, foram empregues com esta finalidade.

Estas nanopartículas possuem boa resistência eléctrica, térmica e química e ainda, a capacidade de bloquear a absorção de radiação ultra-violeta. As nanopartículas de montmorillonite são as mais comuns nas aplicações anti-UV, conferindo ainda uma tenacidade 40% superior aos artigos não tratados.

### **3.2.4 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS NANOACABAMENTOS NO VESTUÁRIO**

Os nanoacabamentos podem ser qualificados por um conjunto de características distintivas consoante o processo de aplicação e as suas propriedades físico-químicas. Contudo, e de uma forma mais ou menos transversal, eles apresentam um padrão de comportamento definido pelo seguintes itens:

- O vestuário construído com base em fibras, fios ou tecidos com nanopartículas ou com nanoacabamentos é mais repelente à água;
- A sua nanocamada protectora é indetectável à vista desarmada;
- Quando uma substância é manipulada até uma dimensão de 100 nm, a estrutura torna-se mais compacta. Este facto aumenta a resistência às sujidades e nódoas;
- Reduz os custos e tempo nas operações de limpeza;
- É uma tecnologia ecológica, ambientalmente segura e sustentável;

- Os nanomateriais permitem uma boa ventilação e reduzem a absorção de humidade, resultando numa respirabilidade melhorada enquanto mantém um bom toque como os materiais têxteis convencionais;
- Possuem uma boa resistência aos vincos e às rugas;
- Os produtos que incorporam nanopartículas não são tóxicos nem causam dano à saúde;
- O vestuário mantém-se brilhante e possui uma maior duração que o vestuário tradicional.

### **3.2.5 – RISCOS DA NANOTECNOLOGIA NA SAÚDE HUMANA**

As nanopartículas podem afectar o bem-estar e a saúde humana de forma imprevisível e de múltiplas formas. As nanopartículas podem introduzir-se através de diversos caminhos: inalação, absorção ou ingestão e podem acumular-se em diversos níveis (intracelular, intercelular e extracelular, nas membranas celulares, receptores, organelos, etc.) podendo alterar as funções celulares ao nível molecular, bioquímico, fisiológico e anatómico, produzindo condições que induzam citotoxicidade, necrose e morte celular.

As nanopartículas podem interagir com as estruturas moleculares, proteínas, enzimas, DNA, RNA de uma forma reversível ou irreversível, prevista ou imprevisível, podendo gerar novos sintomas e doenças nunca antes vistos.

### 3.3 – BREVES NOÇÕES DE TECNOLOGIA DE CONFECÇÃO

#### 3.3.1 – APLICAÇÃO DO SOFTWARE LECTRA NA PRODUÇÃO DE EPIs

A indústria de confecções tem desde sempre procurado otimizar a sua capacidade produtiva através da incorporação de novas tecnologias, nomeadamente, ao nível da automação do controlo de processos.

A empresa Lectra Systems é líder mundial em equipamento CAD/CAM, bem como, em software dedicado para os confeccionadores industriais. A sua influência nesta indústria é notável, na medida que dispõe de um conjunto de ferramentas integradas, fundamentais para uma elevada produtividade e qualidade ao mais baixo custo.

As ferramentas da Lectra, desde os equipamentos aos programas, são sem dúvida, uma mais valia numa confecção, desde a concepção dos modelos até ao corte das peças.

Desta forma, além de automatizar operações minuciosas e demoradas, permite ainda ter um controlo geral de todo o processo. Permite eliminar e detectar erros manuais humanos inerentes ao processo.

A seguinte tabela ilustra um conjunto de equipamentos e de software que serão utilizados na produção do protótipo de EPI conceptualizado neste estudo:

Tabela 7 – Softwares e equipamentos da Lectra Systems

<b>ETAPA DE PRODUÇÃO</b>	<b>PROGRAMA E/OU EQUIPAMENTO</b>
Design e concepção	Kaledo
Modelagem	Modaris
Modelagem Por Medida	Fitnet
Planeamento de corte	Optiplan
Realização dos planos corte	Diamino
Impressão dos planos de corte	Traçador Flypen
Máquina de estender	Progresse Brio55
Máquina corte automática	Vector 2500 V2
Máquina de corte folha a folha	Prospin Fashion

### 3.3.1.1 – KALEDO STYLE

Actualmente, os estilistas têm de definir as tendências e as cores para uma estação, criar novos estilos e organizar os produtos de modo a partilhar esta informação com os serviços de marketing e com o departamento comercial. A necessidade de desenvolver novas colecções e de reagir rapidamente à evolução das tendências levou a Lectra a desenvolver um programa específico com esta finalidade o Kaledo Style.

Este software proporciona aos criadores uma eficácia em todas as fases da elaboração das colecções: definição de tendências e das cores, criação de peças de vestuário, escolha de materiais e dos motivos associados. Rapidamente, os estilistas podem criar novos modelos, testar associações de cores e de materiais e elaborar maquetas de design.

As suas principais características são:

- A interface do utilizador do Kaledo, baseia-se no sistema operativo Windows e oferece um ambiente de trabalho de fácil utilização;
- O utilizador acede facilmente ao misturador de cores, e escolhe as cores de forma intuitiva.
- Facilmente se acede à biblioteca de cores Pantone Textile.
- Pode-se guardar a paleta de cores e partilhá-la com os seus colaboradores.
- Contém poderosas ferramentas de desenho vectorial, tais como o desenho simétrico em tempo real e a introdução de valores de desenho para escala, ângulos e medições.
- Pode-se seleccionar vários estilos de linhas e espessuras.
- Pode-se facilmente preencher com cor ou tecido os desenhos vectoriais ou digitalizados
- Pode-se testar de uma forma rápida uma grande quantidade de coloridos em tecidos, graças à tecnologia «drag and drop».
- Desenvolve de uma forma fácil, os planos de colecção e várias maquetas, utilizando tecidos, cores, produtos, manequins e ilustrações diversas.
- Pode-se administrar os desenhos técnicos: coordenadas, informações de texto, desenho em escala, registo de medidas...
- Permite aos responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos, a partilha de dados no mesmo suporte visual, Pode, desta forma, evitar desperdício de tempo, devido à reintrodução de dados e risco de erro na interpretação de desenhos.

- Os estilistas podem modificar de forma rápida e fácil todos os estilos, as cores ou os materiais, acompanhando assim as expectativas do mercado.



Figura 15 – Exemplo duma página do Kaledo

### 3.3.1.2 – MODARIS

O desafio quotidiano de um confeccionador consiste em reduzir o ciclo de desenvolvimento dos produtos, evitar erros, efectuar uma gradação perfeita do vestuário e melhorar a comunicação entre os diferentes intervenientes no processo produtivo. Para este efeito, precisa de uma aplicação de modelação simples e eficiente.

O software Modaris proporciona um conjunto completo de aplicações de modelação adaptadas, e está dotado de todas as funcionalidades indispensáveis à numeração, modificação, verificação, industrialização e gradação automática. Contém também uma nova aplicação de gradação automática designada por Easy Grading.

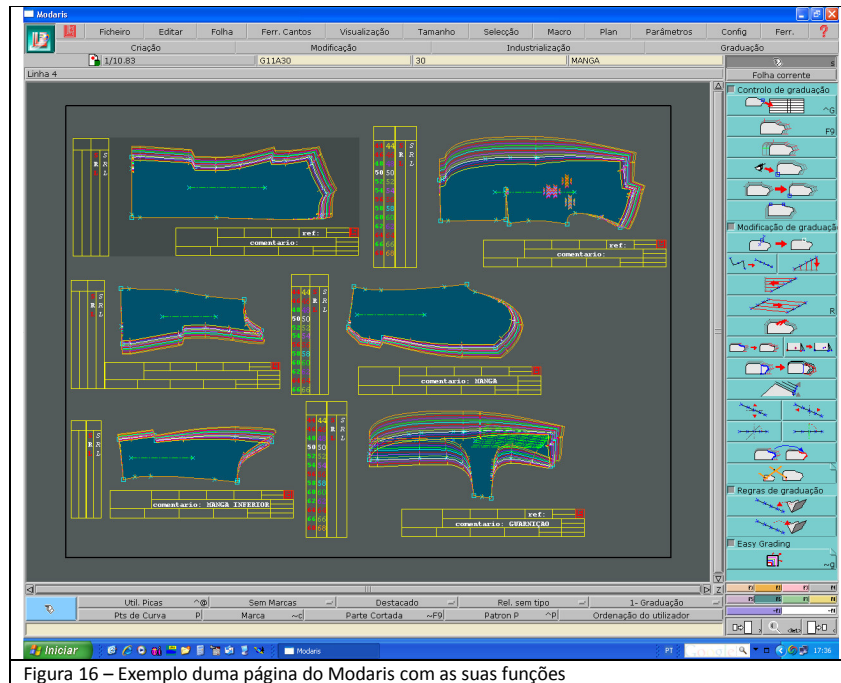


Figura 16 – Exemplo duma página do Modaris com as suas funções

O Modaris permite criar rapidamente modelos de todos os tipos de vestuário, desde o mais simples ao mais complexo, como a lingerie ou alta-costura, diminuindo os prazos de entrega assim os custos de desenvolvimento dos produtos. Ente as suas principais características destaca-se:

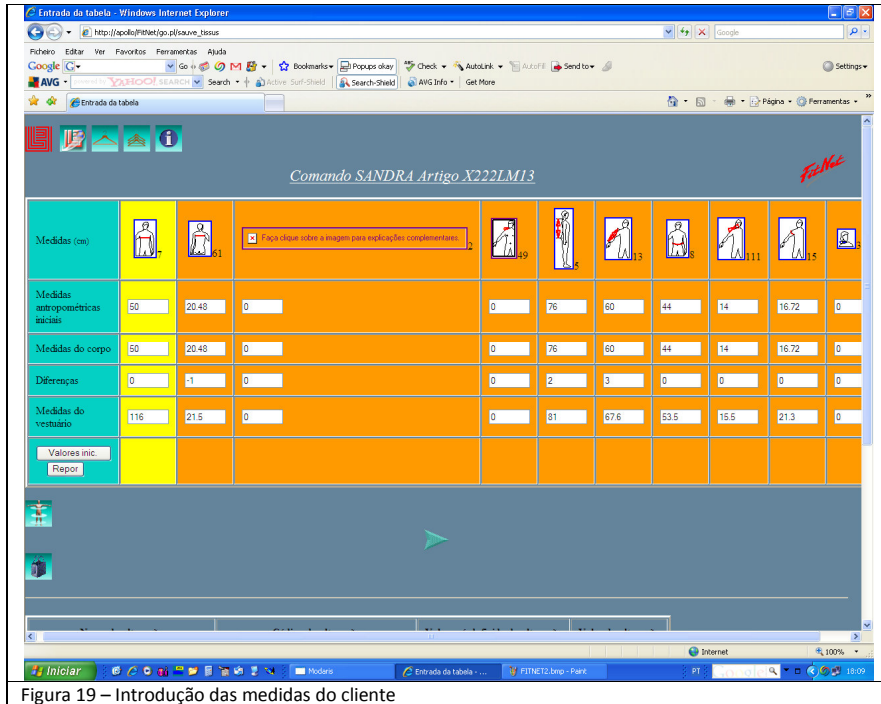
- Redução do número de protótipos físicos;
- Reforço da criatividade e a produtividade dos modelistas;
- Antecipação da definição precisa de especificações;
- Obtenção de uma colaboração estreita e eficaz entre todos os participantes do ciclo de desenvolvimento dos produtos.

### 3.3.1.3 – FITNET

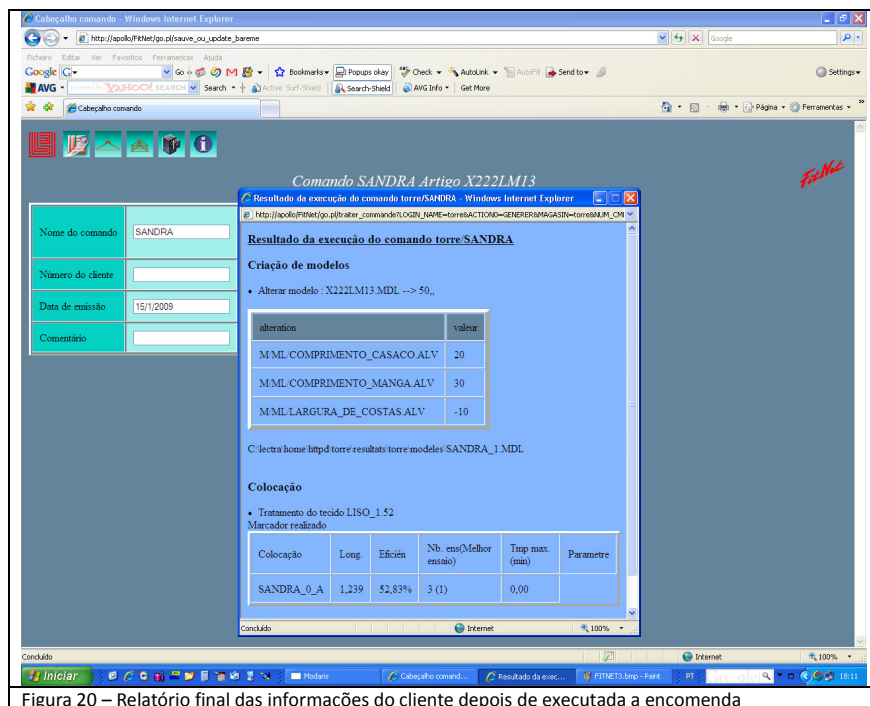
O conceito de vestuário personalizado ultrapassa, em muito, o simples conceito de marketing ou de uma forma de organização da produção. É um modelo de negócio particularmente adaptado às necessidades dos consumidores, que é também um formidável vector de imagem empresarial.







Depois de introduzidas as medidas e/ou as alterações na página do Fitnet, este emite um relatório resumo, com as informações do cliente e cria uma colocação com as peças do modelo alteradas pelo Modaris, como podemos ver na seguinte figura:



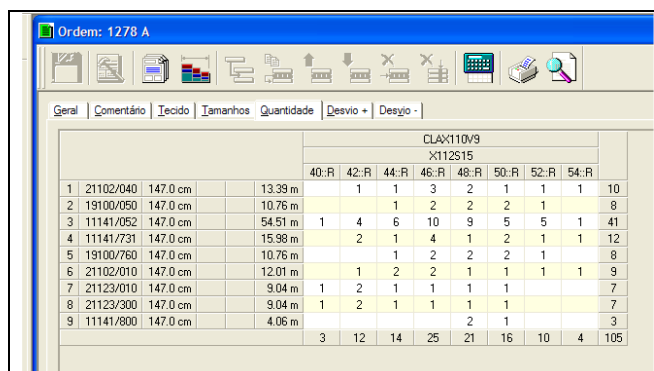
Uma vez registada a encomenda, o modelo personalizado é automaticamente realizado pelo Modaris sem qualquer intervenção de um modelista. A colocação das peças do modelo, quer seja em tecido liso ou com motivos, é então automaticamente realizada pelo Diamino Expert. Não é necessária qualquer conversão, a colocação está pronta para o corte.

### 3.3.1.4 – OPTIPLAN

O Optiplan é uma solução electrónica de optimização e de planificação da ordem de corte que permite a integração de várias fases independentes de planificação num processo integrado e único, optimizando a utilização do material e aumentando a produtividade.

Este software além de analisar e decompor as ordens de corte em estendimentos e planos de corte a realizar, permite também analisar os tempos e os custos do estendimento e do corte. O Optiplan selecciona as combinações de colocações mais eficientes e sugere novas colocações. Pode desenvolver soluções de planificação alternativas e compará-las, ficando assim a saber-se exactamente a quantidade de tecido e de tempo que economizado. Este software permite obter economias de tecido de 2 a 5%, além de eliminar erros de planificação de corte.

Depois de ter uma determinada encomenda, ser traduzida numa ordem de corte, esta chega à sala de planeamento de corte, onde será introduzida ou importadas directamente através de um programa integrado da empresa onde são previamente introduzidas as ordens de corte. Nas ordens de corte, vamos ter a informação do modelo que vai se pretende cortar, os tamanhos a realizar e as quantidades por tamanho, as referências dos tecidos que se pretende cortar e a suas larguras úteis.



					CLAX110V9								
					X112515								
					40:R	42:R	44:R	46:R	48:R	50:R	52:R	54:R	
1	21102/040	147.0 cm		13.39 m	1	1	3	2	1	1	1	10	
2	19100/050	147.0 cm		10.76 m			1	2	2	2	1	8	
3	11141/052	147.0 cm		54.51 m	1	4	6	10	9	5	5	41	
4	11141/731	147.0 cm		15.98 m		2	1	4	1	2	1	12	
5	19100/760	147.0 cm		10.76 m			1	2	2	2	1	8	
6	21102/010	147.0 cm		12.01 m		1	2	2	1	1	1	9	
7	21123/010	147.0 cm		9.04 m	1	2	1	1	1	1		7	
8	21123/300	147.0 cm		9.04 m	1	2	1	1	1	1		7	
9	11141/800	147.0 cm		4.06 m					2	1		3	
					3	12	14	25	21	16	10	4 105	

Figura 21 – Introdução das ordens de corte, com as respectivas quantidades por tamanho

Depois de introduzidas as quantidades, estas terão de ser planificadas, e criar as colocações necessárias para todos os tamanhos a serem cortados. A seguinte figura representa a planificação para uma ordem de corte, onde mostra as colocações a realizar, o número de folhas por plano, seus comprimentos e eficiências e ainda a percentagem representativa de cada plano:

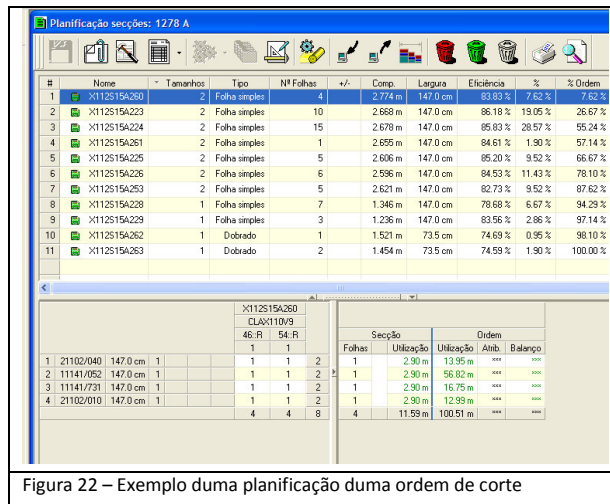


Figura 22 – Exemplo duma planificação duma ordem de corte

As quantidades de tecido necessárias são rapidamente calculadas, permitindo assim tomadas de decisão sobre a aquisição e distribuição desses tecidos facilitando a programação da sala de corte assim como a optimização dos custos de tecido e de mão-de-obra. O Optiplan emite um relatório de tecidos, que permite saber quanto tecido é necessário para a encomenda, considerando já a percentagem de desperdício para o corte.

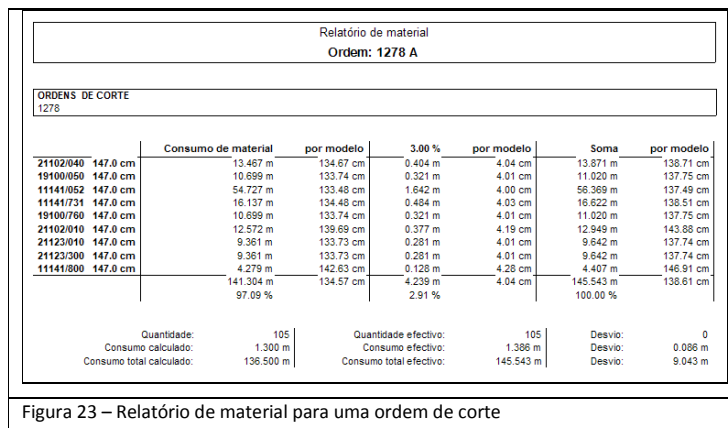


Figura 23 – Relatório de material para uma ordem de corte

### 3.3.1.5 – DIAMINO

O software Diamino é uma poderosa solução informática para a optimização de tecidos. Com este programa podemos criar planos de vários tipos de tecido, podendo ter um grande número de contrastes. O operador pode incutir no plano de corte, restrições de corte.

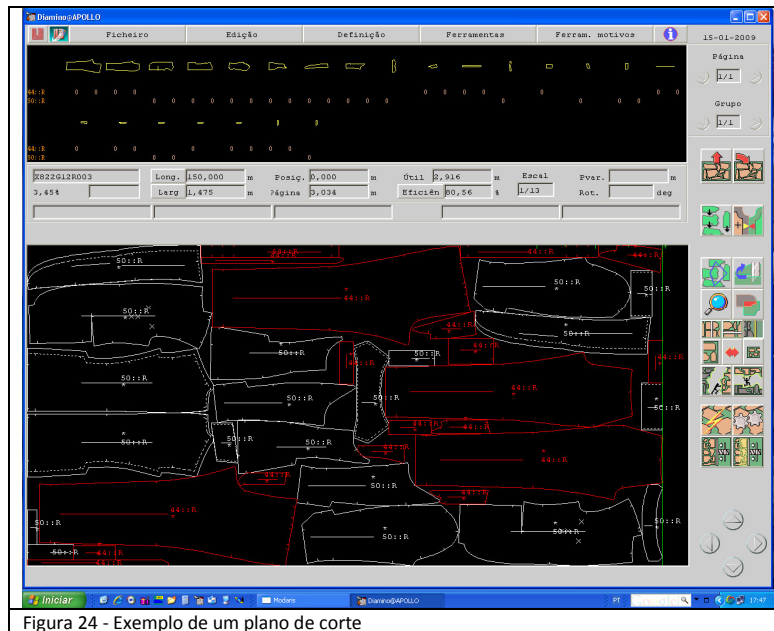


Figura 24 - Exemplo de um plano de corte

Este software compõe-se de uma série de subprogramas que permitem:

- Desenvolver mais planos e mais rapidamente com elevada produtividade;
- Acelerar a actividade do operador em certas funções do programa, desde peças em duplicado, casamento entre peças, funções de analogia (modelos e tamanhos);
- Colocar uma margem entre peças, de modo a proteger determinadas peças no corte;
- Depois do plano feito pelo operador, tem uma função que permite “abanar” as peças de modo a reajustar o espaço entre elas e ganhar até 1,8% de tecido (função “shaker”);

### 3.3.1.6 – TRAÇADORES FLYPEN

A gama de traçadores Flypen é reconhecida pelos seus níveis de desempenho e pelo novo software de comando Vigiprint, que permite traçar rapidamente e com precisão os planos de corte. Com este equipamento é possível traçar os modelos ou as colocações provenientes dos mais diversos equipamentos de CAD existentes do mercado.



Figura 25- Flypen

### 3.3.1.7– MÁQUINA DE ESTENDER PROGRESS BRIO

O ProgressBrio55 é especializado no estendimento de materiais delicados e apropriado para modos de produção mais exigentes. Com esta solução de estendimento automático, a Lectra adapta a sala de corte às necessidades de competitividade e de produtividade das empresas de confecção ao mercado global.



Figura 26 – Máquina de estender automática

Esta tecnologia permite fazer entendimentos mais compridos, mesmo com matérias-primas mais extensíveis: as colocações são assim optimizadas, com economias significativas de matéria-prima.

### **3.3.1.8– MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA**

A máquina de corte Vector 2500 V2, é uma máquina de corte automática rápida, precisa e polivalente, corta com a mesma precisão de cortar uma só única folha. Consegue comprimir 2,5cm de matéria, mantendo assim flexibilidade, qualidade e produtividade no corte.



Figura 27- Exemplo de uma máquina de corte automática

A Vector 2500 V2 beneficia de uma nova tecnologia, que lhe permite ter acesso a um alto nível de produtividade e grande qualidade. A ligação directa com o CAD Lectra, garante um acesso imediato aos dados de corte, reduzindo assim os tempos não produtivos.

### **3.3.1.9,– MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA FOLHA-A-FOLHA**

A Prospin Fashion é uma máquina de corte de lâmina circular, monofolha, com capacidade para cortar vários tecidos. Esta garante uma elevada qualidade de corte que satisfaz as exigências das empresas, independentemente do tipo de tecido e da forma das peças a cortar.



Figura 28 - Exemplo de uma máquina de corte folha-a-folha

A ProspinFashion é a solução perfeita para o corte rápido de protótipos e amostras.  
É ideal para empresas com produção “fast fashion” (pronto-moda).

### **CAPÍTULO 4 - DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL**

#### **4.1 – DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS A OBSERVAR PARA O EPI A DESENVOLVER**

Os profissionais de Higiene e limpeza hospitalar utilizam um conjunto de vestuário insuficiente e inadequados às suas condições de trabalho. Devido à natureza da sua profissão estes trabalhadores estão sujeitos a vários tipos de tarefas, à exposição intermitente a ambientes e agentes agressivos para a saúde, bem como, exposição permanente a riscos físicos e/ou biológicos. O aumento do nível de protecção proporcionado pelo EPI constitui assim um aspecto a que urge dedicar a devida atenção.

A visão social deste grupo de profissionais, e a sua auto-imagem são problemáticas do ponto de vista social. Existe um certo menosprezo pela referida ocupação, pelas suas condições económicas e condições de trabalho adversas. Existe portanto a necessidade de melhorar a visão que a sociedade em geral tem destes profissionais, proporcionando-lhes um trabalho com condições de segurança e higiene adequadas.

Para identificar e quantificar os problemas associados ao seu desempenho profissional realizou-se um inquérito que foi respondido presencialmente pelos profissionais de higiene e limpeza do C.H.C.B.

##### **4.1.1 – ESTRUTURAÇÃO DE UM INQUÉRITO A PROFISSIONAIS DE HIGIENE E LIMPEZA DO CHCB**

O desenvolvimento da componente experimental deste trabalho de investigação assenta em três vectores distintos, mas complementares entre si. A primeira fase compreende a realização de um inquérito aos profissionais de higiene e limpeza do C.H.C.B. com o intuito de avaliar as suas respostas e determinar objectivamente quais as razões de queixa que estes manifestam relativamente ao actual uniforme.

Com base nesta informação e numa segunda etapa serão pensados os parâmetros que terão de ser alterados de forma a podermos obter as novas propriedades desejadas e corresponder aos pressupostos pretendidos.

Finalmente, numa terceira fase será elaborado um plano experimental que permita laboratorial e funcionalmente obter a matriz de conhecimentos necessária para desenvolver o novo EPI.

Para este efeito, foi concebido um inquérito do tipo questionário individual que foi apresentado aos profissionais de higiene e limpeza que colaboram no C.H.C.B., e que pode ser visualizado no **Anexo 1**.

Este inquérito estava estruturado em três campos de avaliação, a saber: identificação e condições de trabalho, avaliação subjectiva do uniforme de serviço e tipologia do risco. Neste inquérito foi pedido uma avaliação subjectiva do uniforme que usavam, classificando quantitativamente segundo uma escala numérica para as diferentes questões (1 a 5 ou 1 a 10) estando esta escala correlacionada com a classificação de muito mau (1) até muito bom (5 ou 10).

Os principais objectivos abordados neste inquérito são o estudo da influência dos diferentes factores e condições do uniforme que afectam o seu uso, de forma a garantir um melhor conhecimento para o desenvolvimento do novo EPI. Este estudo está pois fundamentado na medição subjectiva de algumas características percebidas pelos seus utilizadores como sejam: isolamento térmico, aderência, pegajosidade, absorção de odores, eliminação do suor, permeabilidade ao ar, espessura, “gramagem”, design, ergonomia, vestibilidade, adequação à função, etc.

Além disso, foram analisados os riscos inerentes à profissão, com o objectivo de se definirem campos prioritários de acção e respectivas medidas preventivas e eliminação de riscos. Este inquérito foi apresentado no Centro Hospitalar Cova da Beira no decurso do último trimestre de 2008. Este foi apresentado a todos os funcionários de alguns dos vários departamentos existentes no C.H.C.B. que aceitaram colaborar neste estudo. O número total de inquéritos validados foi de 35.

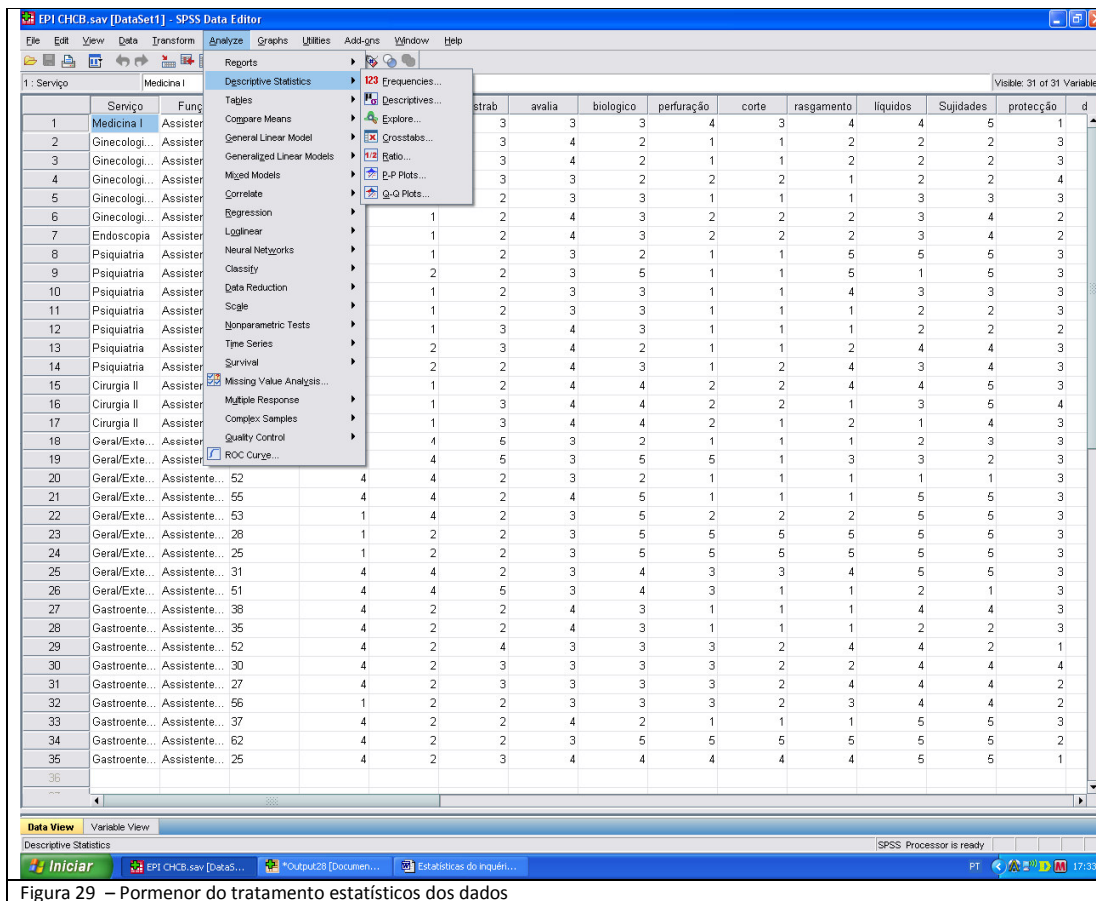


Figura 29 – Pormenor do tratamento estatísticos dos dados

Na realização do inquérito, tivemos em conta determinadas características e requisitos:

A finalidade, metodologia, bem como, todas as características do inquérito foram pormenorizadamente explicados a cada um dos participantes que integrou o estudo, tendo em vista a sua aderência consciente e o seu consentimento informado que foi materializado em documento escrito.

Tentamos nesta investigação, aquando da anotação e preenchimento dos questionários, traduzir fielmente as respostas e a sensibilidade dos profissionais em questão. A forma de perguntar e registo foram previamente acordadas e consensualizados entre os dois elementos que efectuaram os questionários: o profissional do C.H.C.B. e eu que procedi ao seu registo e validação.

Optámos assim por um estudo descritivo, pois pretendeu-se conhecer intensiva e extensivamente a acção e o sentir destes profissionais de forma a obter resultados que transcendam a mera execução deste estudo e auxiliem também a formulação de futuras linhas de investigação.

Como é óbvio, este estudo terá em conta os princípios éticos, relacionados com a voluntária participação, o anonimato e a confidencialidade das respostas.

#### **4.1.2 – MÉTODOS ESTATÍSTICOS UTILIZADOS A SUA JUSTIFICAÇÃO**

A utilização de métodos estatísticos permite-nos de uma forma expedita averiguar a existência de relações entre as diferentes variáveis envolvidas e interpretar quantitativamente a sua natureza e robustez.

Para a verificação formal das possíveis relações, a metodologia implementada foi estruturada em três fases distintas:

- Recolha, armazenamento e exploração de dados;
- Construção do modelo de dados;
- Verificação/validação do modelo estabelecido.

O processo de tratamento da informação foi efectuado através de meios informáticos, recorrendo a uma ferramenta integrada de software estatístico o pacote SPSS Versão 14 para Windows Vista.

Este é um software analítico modular que apresenta várias funcionalidades interligadas e permite um processo contínuo de planeamento, recolha, acesso, preparação, análise de dados e disponibilização de resultados de uma forma versátil, facilitando a personalização do tipo de análise requerida.

Dado a total integração entre os diferentes tipos de módulos existentes e programas adicionais para funções especializadas, é possível uma resposta cabal às necessidades que um trabalho desta natureza implica.

Após a recolha de dados, o tratamento de informação foi baseado em métodos descritivos e inferenciais. Assim, antes da geração de modelos explicativos, para o comportamento de algumas variáveis com interesse, procedemos a uma caracterização e descrição das variáveis envolvidas, nomeadamente através de parâmetros de tendência central e de dispersão e à representação gráfica.

Numa segunda fase, procedemos a uma análise do tipo inferencial através de estimação numérica de resultados e do estudo com múltiplas variáveis dependentes.

Conhecido o comportamento de algumas variáveis, segundo determinadas condições, procuramos criar um modelo explicativo para o seu possível comportamento futuro. Para este efeito, recorreremos a algumas técnicas estatísticas, particularmente:

- Regressão linear, para verificar associações do tipo linear entre variáveis explicativas e a variável a prever;
- Linear Mixed Models, que é uma extensão mais exacta da regressão e da ANOVA, que permite medir não só as médias mas também as variâncias e co-variâncias dos dados, podendo ainda estudar dados correlacionados e com variabilidade inconstante;
- “General Linear Models”, técnica multivariada que permite fazer uma análise de regressão com múltiplas variáveis dependentes relacionadas. O GLM inclui opções de contraste e de desenho para estimar médias e variâncias e para testar e explicar médias.

#### **4.1.3 – ANÁLISE DE DADOS, EXTRACÇÃO DE CONCLUSÕES E DEFINIÇÃO DOS PRESSUPOSTOS PARA O EPI A DESENVOLVER**

Foram realizados 35 inquéritos aos profissionais do CHCB, em que a idade mínima dos sujeitos inquiridos era de 25 anos e idade máxima de 62 anos. A média das idades era aproximadamente de 44 anos e maioritariamente do género feminino.

Após o processamento dos dados obtiveram-se os resultados para os diferentes descritores avaliados e para as respectivas propriedades, que se encontram sumariados nas tabelas seguintes.

#### 4.1.3.1 – APRECIÇÃO SUBJECTIVA AO USO DO ACTUAL UNIFORME

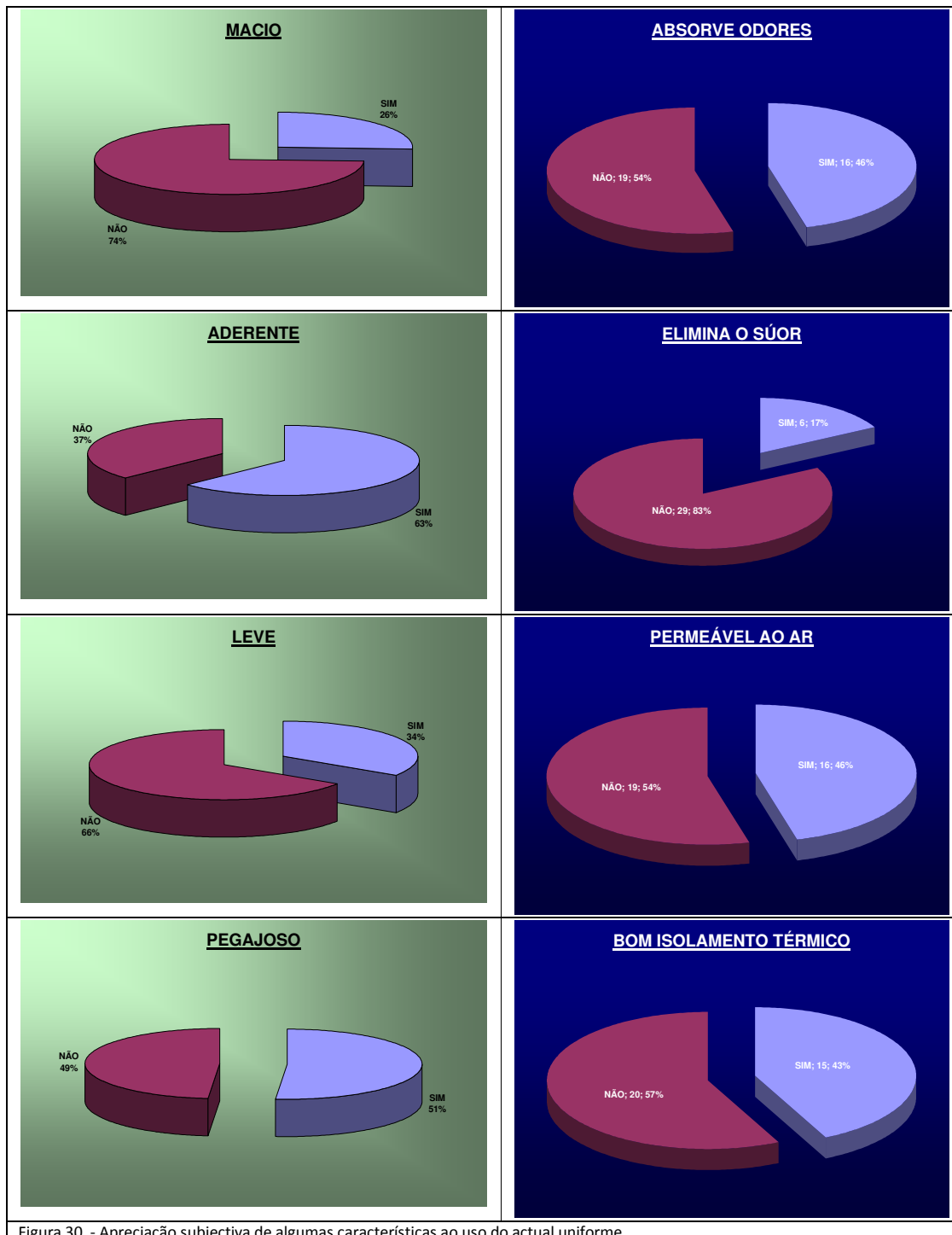


Figura 30 - Apreciação subjectiva de algumas características ao uso do actual uniforme

#### 4.1.3.2 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO BIOLÓGICO

Tabela 8 – Dados da avaliação do risco biológico nos vários departamentos

	RISCO BIOLÓGICO				
	Nada Exposto	Pouco Exposto	Medianamente Exposto	Muito Exposto	Permanentemente Exposto
	Count	Count	Count	Count	Count
CIRURGIA II	0	0	0	3	0
ENDOSCOPIA	0	0	1	0	0
GASTROENTEROLOGIA	0	0	3	5	1
GERAL/EXTERNA	0	0	2	2	5
GINE./OBSTETRÍCIA	0	0	4	1	0
MEDICINA I	0	0	1	0	0
PSIQUIATRIA	0	1	3	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
RESUMO ESTATÍSTICO					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Risco Biológico	35	2	5	3,77	0,843

A observação das respostas obtidas para o potencial de *risco biológico* existente no decurso da actividade profissional realizada, mostra inequivocamente que este representa um risco considerável, e que não deve ser menosprezado, para a maioria dos inquiridos.

Paralelamente, podemos observar que o *risco biológico* é mais enfatizado em alguns dos serviços avaliados como por exemplo o serviço medicina geral/externa e gastroenterologia, onde atinge o seu nível máximo.

#### 4.1.3.3 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE PERFURAÇÃO

Tabela 9 – Dados da avaliação do risco de perfuração nos vários departamentos

	RISCO DE PERFURAÇÃO				
	Nada Exposto	Pouco Exposto	Medianamente Exposto	Muito Exposto	Permanentemente Exposto
	Count	Count	Count	Count	Count
CIRURGIA II	0	3	0	0	0
ENDOSCOPIA	0	1	0	0	0
GASTROENTEROLOGIA	3	0	4	1	1
GERAL/EXTERNA	3	1	2	0	3
GINE./OBSTETRÍCIA	3	2	0	0	0
MEDICINA I	0	0	0	1	0
PSIQUIATRIA	7	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
RESUMO ESTATÍSTICO					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Risco de Perfuração	35	1	5	2,17	1,382

A visualização das respostas obtidas para o potencial de *risco de perfuração* denota para todos os serviços avaliados que este item não constitui uma preocupação fundamental a ter em conta no desenvolvimento do novo EPI.

#### 4.1.3.4 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE CORTE

Tabela 10 – Dados da avaliação do risco de corte nos vários departamentos

	RISCO DE CORTE				
	Nada Exposto	Pouco Exposto	Medianamente Exposto	Muito Exposto	Permanentemente Exposto
	Count	Count	Count	Count	Count
CIRURGIA II	1	2	0	0	0
ENDOSCOPIA	0	1	0	0	0
GASTROENTEROLOGIA	3	4	0	1	1
GERAL/EXTERNA	5	1	1	0	2
GINE./OBSTETRÍCIA	3	2	0	0	0
MEDICINA I	0	0	1	0	0
PSIQUIATRIA	6	1	0	0	0
TOTAL	18	11	2	1	3
RESUMO ESTATÍSTICO					
Risco de Corte	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
	35	1	5	1,86	1,216

Os valores obtidos para o potencial de risco de corte denotam claramente uma ausência de preocupação com o *risco associado ao corte* do uniforme, de uma forma clara e transversal para todos os serviços estudados, conforme é manifestamente expresso no baixo valor médio obtido.

#### 4.1.3.5 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE ABSORÇÃO DE LÍQUIDOS

Tabela 11 – Dados da avaliação do risco de absorção de líquidos nos vários departamentos

	RISCO DE ABSORÇÃO DE LÍQUIDOS				
	Nada Exposto	Pouco Exposto	Medianamente Exposto	Muito Exposto	Permanentemente Exposto
	Count	Count	Count	Count	Count
CIRURGIA II	1	0	1	1	0
ENDOSCOPIA	0	0	1	0	0
GASTROENTEROLOGIA	0	1	0	5	3
GERAL/EXTERNA	1	2	1	0	5
GINE./OBSTETRÍCIA	0	3	2	0	0
MEDICINA I	0	0	0	1	0
PSIQUIATRIA	1	2	2	1	1
TOTAL	3	8	7	8	9
RESUMO ESTATÍSTICO					
Risco de Absorção de Líquidos	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
	35	1	5	3,34	1,327

A análise da informação do *risco de absorção de líquidos* mostra que este é sem dúvida um dos grandes problemas que afectam o bom desempenho do uniforme de serviço, e que, é mais acentuado e manifesto em alguns serviços. Contudo, o valor médio obtido indicia claramente que este risco também deverá ser levado em consideração para o desenvolvimento de um novo EPI.

#### 4.1.3.6 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO DE ABSORÇÃO DE SUJIDADES

Tabela 12 – Dados da avaliação do risco de absorção de sujidades nos vários departamentos

	RISCO DE ABSORÇÃO DE SUJIDADES				
	Nada Exposto	Pouco Exposto	Medianamente Exposto	Muito Exposto	Permanentemente Exposto
	Count	Count	Count	Count	Count
CIRURGIA II	0	0	0	1	2
ENDOSCOPIA	0	0	0	1	0
GASTRENTEROLOGIA	0	2	0	4	3
GERAL/EXTERNA	2	1	1	0	5
GINE./OBSTETRÍCIA	0	3	1	1	0
MEDICINA I	0	0	0	0	1
PSIQUIATRIA	0	2	1	2	2
TOTAL	2	8	3	9	13
RESUMO ESTATÍSTICO					
Risco de Absorção de Sujidades	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
	35	1	5	3,66	1,349

De uma forma análoga e de certa maneira complementar ao risco de absorção de líquidos, também o potencial de *risco de absorção de sujidades* revela um comportamento idêntico, com as respostas obtidas a vincarem a preocupação latente destes profissionais com a elevada possibilidade de o actual equipamento permitir a absorção de sujidades de uma forma relativamente facilitada.

Assim, estes dois factores deverão constituir uma preocupação fundamental para o desenvolvimento futuro de um novo EPI.

#### 4.1.3.7 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GLOBAL DE PROTECÇÃO OFERECIDA

Tabela 13 – Dados da avaliação da avaliação oferecida nos vários departamentos

	TIPO DE PROTECÇÃO OFERECIDA				
	Muito Má	Má	Razoável	Boa	Muito Boa
	Count	Count	Count	Count	Count
CIRURGIA II	0	0	0	1	2
ENDOSCOPIA	0	0	0	1	0
GASTRENTEROLOGIA	0	2	0	4	3
GERAL/EXTERNA	2	1	1	0	5
GINE./OBSTETRÍCIA	0	3	1	1	0
MEDICINA I	0	0	0	0	1
PSIQUIATRIA	0	2	1	2	2
TOTAL	2	8	3	9	13
RESUMO ESTATÍSTICO					
Tipo de Protecção Oferecida	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
	35	1	4	2,74	0,741

O exame dos valores obtidos para o *tipo de protecção oferecida* apresenta um valor razoavelmente estável e centrado na média, embora com uma apreciação ligeiramente negativa.

#### 4.1.3.8 – AVALIAÇÃO GLOBAL DO GRAU DE CONFORTO

Tabela 14– Dados da avaliação do grau de conforto nos vários departamentos

	GRAU DE CONFORTO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count
Cirurgia II	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Endoscopia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gastroenterologia	1	1	4	1	2	0	0	0	0	0
Geral/Externa	0	0	0	1	4	0	3	1	0	0
Ginec./obstetrícia	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0
Medicina I	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Psiquiatria	0	0	0	0	3	2	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
RESUMO ESTATÍSTICO										
Grau de Conforto	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão					
	35	1	8	4,89	1,745					

A análise dos parâmetros envolvidos na caracterização do estudo do *grau global de conforto* demonstra que existe uma satisfação relativa com o actual uniforme, conforme expresso nas respostas obtidas para este item e também pela informação extraída da tabela.

Este facto deve-se principalmente à ausência de alternativas ao actual uniforme, à forte restrição financeira para aquisição de novos uniformes com propriedades melhoradas e, também, a algum desconhecimento de novas soluções tecnológicas, que a um custo razoável, poderiam proporcionar uma melhor performance e desempenho aos profissionais de higiene e limpeza do C.H.C.B.

#### 4.1.3.9 – AVALIAÇÃO GLOBAL DO GRAU DE ADEQUAÇÃO À FUNÇÃO

Tabela 15 – Dados da avaliação de adequação à função nos vários departamentos

	GRAU DE ADEQUAÇÃO À FUNÇÃO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count
Cirurgia II	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Endoscopia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastroenterologia	3	2	0	3	1	0	0	0	0	0
Geral/Externa	0	0	0	1	3	0	1	4	0	0
Ginec./obstetrícia	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0
Medicina I	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Psiquiatria	0	0	0	0	2	1	2	2	0	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
RESUMO ESTATÍSTICO										
Grau de Adequação à Função	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão					
	35	1	8	4,80	2,298					

Em sintonia com o item anterior, também a visualização do *grau de adequação à função*, demonstra um valor muito aproximado a um valor positivo. Contudo, revela também uma grande dispersão das respostas, o que indicia que é fortemente influenciado pelo serviço em apreço e, em última análise, pelas funções características e pela tipologia da função desempenhada pelo profissional em causa, o que é particularmente notório para o serviço de gastroenterologia, por exemplo.

#### 4.1.3.10 – AVALIAÇÃO GLOBAL DO DESIGN DO ACTUAL UNIFORME

Tabela 16 – Dados da avaliação do design nos vários departamentos

	AVALIAÇÃO DO DESIGN DO ACTUAL UNIFORME									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count
Cirurgia II	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Endoscopia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gastroenterologia	2	0	2	4	0	0	1	0	0	0
Geral/Externa	0	2	0	2	1	3	0	1	0	0
Ginec./obstetrícia	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0
Medicina I	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Psiquiatria	0	3	0	0	2	1	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
RESUMO ESTATÍSTICO										
Avaliação do Design do Actual Uniforme	N	Mínimo		Máximo		Média		Desvio Padrão		
	35	1		8		4,06		1,748		

A observação dos resultados do estudo do item *avaliação do design* do actual uniforme, denota para todos os serviços estudados, uma tendência crescente no descontentamento e desagrado, o que fica patente no valor médio das respostas, que é claramente negativo, quando comparado com outros parâmetros do estudo.

Este sentimento negativo deve-se à falta de identificação do uniforme com o respectivo serviço, à ausência de cores apelativas que psicologicamente os integrem em funções que eles considerem relevantes (como por exemplo, o dos uniformes dos médicos e enfermeiros no bloco operatório), e de uma certa forma, estarem relacionados com o “estigma” das funções desempenhadas e da falta de visibilidade deste grupo socioprofissional.

#### 4.1.3.11 – AVALIAÇÃO GLOBAL DA ERGONOMIA, VESTIBILIDADE E MANUTENÇÃO

Tabela 17 – Dados da avaliação da ergonomia, vestibilidade e manutenção nos vários departamentos

	ERGONOMIA, VESTIBILIDADE E MANUTENÇÃO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count
Cirurgia II	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Endoscopia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gastroenterologia	1	0	1	2	2	3	0	0	0	0
Geral/Externa	0	0	0	1	3	3	1	1	0	0
Ginec./obstetrícia	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0
Medicina I	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Psiquiatria	0	1	2	0	1	2	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
RESUMO ESTATÍSTICO										
Ergonomia, Vestibilidade e Manutenção	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão					
	35	1	9	4,97	1,706					

A avaliação global da *ergonomia, vestibilidade e manutenção* dos actuais uniformes efectuada pelos profissionais de higiene e limpeza do CHCB, evidencia um contentamento relativo e muito moderado com o actual uniforme, que está em linha com as respostas obtidas para os itens adequação à função e grau de conforto.

Esta apreciação qualitativa é também marcada por uma forte dispersão das respostas entre os diferentes serviços, existindo algum ganho quantitativo fruto da inércia e falta de alternativas de escolha o que limita o estudo em termos de análise comparativa.

#### 4.1.3.12 – AVALIAÇÃO GRAU DE SATISFAÇÃO GLOBAL COM O ACTUAL UNIFORME

Tabela 18 – Dados da avaliação do grau satisfação total nos vários departamentos

	GRAU DE SATISFAÇÃO GLOBAL COM O ACTUAL UNIFORME									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count	Count
Cirurgia II	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Endoscopia	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Gastroenterologia	1	1	2	2	2	0	1	1	0	0
Geral/Externa	0	0	1	1	4	0	1	0	0	0
Ginec./obstetrícia	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0
Medicina I	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Psiquiatria	0	2	0	1	3	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
RESUMO ESTATÍSTICO										
Grau de Satisfação Global com o Actual Uniforme	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão					
	35	1	8	4,49	1,634					

O exame do *grau de satisfação global* com o actual uniforme, é ligeiramente negativo e marcado pela disseminação de respostas obtidas em função dos serviços e, consequentemente, da tipologia de função desempenhada pelo profissional.

A integração dos diferentes critérios avaliados neste estudo e a percepção recebida ao longo das conversas mantidas aquando do preenchimento dos inquéritos, é contudo revelador de um padrão de descontentamento e de expectativa face a mudanças e melhorias no seu uniforme, que os leva a ter maior auto-estima e um desempenho melhorado.

#### **4.1.3.13 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A análise integrada dos resultados provenientes do tratamento estatístico é complexa, pois estamos no domínio de serviços e profissionais com funções distintas e com necessidades diferenciadas, que introduzem algum enviesamento no estudo global.

Assim, a caracterização do desempenho dos actuais uniformes baseou-se em interpretações subjectivas e individualizadas, condensadas nos quadros e tabelas apresentados.

A monitorização final foi também complementada com informação recolhida pelo investigador junto dos profissionais aquando do preenchimento do inquérito e através de observação directa das suas funções, o que, ajudou a traçar um perfil mais rigoroso das necessidades destes profissionais.

Este procedimento serviu também para identificar possíveis alterações a introduzir no EPI, de forma a futuramente, minimizar o impacto de possíveis fontes de risco, maximizar o seu desempenho e auxiliar a imagem corporativa deste grupo socioprofissional.

A análise estatística realizada sobre os indicadores considerados mostra, com um elevado nível de confiança, que podemos retirar as seguintes ilações:

- O actual uniforme caracteriza-se por ser áspero, ter grande aderência à pele em situações de stress térmico, ser pegajoso, não eliminar o suor, ser pouco permeável ao ar e ser demasiadamente pesado;
- Ter um elevado potencial de risco biológico;
- Possuir um alto potencial de risco de absorção de sujidades e líquidos;
- Ter uma avaliação negativa no potencial global de protecção oferecida;

- Demonstrar um baixo grau de conforto, de adequação à função, apreciação ligeiramente negativa da ergonomia, vestibilidade e manutenção;
- Uma avaliação muito negativa do design e imagem associados;
- Um grau de satisfação global negativo e pouco consentâneo com as necessidades e aspirações destes trabalhadores.

Assim, e em função destes resultados, é nosso propósito conceber um EPI que possa eliminar, ou pelo menos atenuar, alguns dos aspectos negativos mencionados neste estudo.

Dado que o aspecto negativo mais enfatizado é o elevado potencial de risco biológico, iremos no âmbito deste trabalho de investigação concentrar os nossos esforços na minimização deste problema.

Assim iremos recorrer à nanotecnologia têxtil, com o intuito de desenvolver e aplicar uma operação de enobrecimento do tecido utilizado para a fabricação destes uniformes, de forma a conferir um acabamento anti-microbiano e, desta forma, contribuir para o reforço da protecção destes profissionais face ao risco biológico associado à sua actividade profissional.

#### ***4.2 – CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE EQUIPAMENTO DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL PARA PROFISSIONAIS DE HIGIENE E LIMPEZA HOSPITALAR***

A investigação direccionou-se primordialmente para os materiais, para o design e para a promoção de multifuncionalidades.

Pretende-se desenvolver uma farda com imagem corporativa e estética, desenho ergonómico, facilidade de vestir/despir, flexibilidade e liberdade de movimentos, elevada resistência ao choque, ao corte e à perfuração, impermeável e respirável, com absorção e neutralização de odores, gestão da humidade e temperatura, protecção anti-bacteriana e alta visibilidade.

***As inovações a introduzir centrar-se-ão em 3 grandes áreas:***

- **DESIGN** - investigação de imagem corporativa e estética que permita o bem-estar social do trabalhador, nomeadamente através do reconhecimento positivo pela comunidade hospitalar. O design será também mais apelativo com uma cor diferenciada e personalizada para cada serviço.
- **FORMA** - criação de desenho ergonómico que permita a facilidade de vestir/despir, introdução de acessórios que promovam a abertura e fecho rápido e fácil, flexibilidade e liberdade de movimentos e o conforto geral do operador. Será dada especial atenção à investigação e desenvolvimento de formas e simulação de encaixes para minorar o consumo de tecido (por exemplo, fazer conjunto da bata e calças).
- **MATERIAIS** - desenvolvimento de materiais/soluções que permitam elevada resistência ao uso, com o maior conforto possível. Pretende-se que os materiais sejam impermeáveis, respiráveis, anti-bacterianos (aplicação de nano partículas de prata), promovam o equilíbrio térmico entre o corpo e o ambiente exterior (utilização de fibras hidrófilas e que permitam o transporte rápido da transpiração).

Para este efeito, e uma vez que o tecido em causa, é uma mistura de algodão/poliéster, (com os problemas que advêm da utilização de fibras não naturais em termos de conforto termo fisiológico), o futuro EPI irá ser construído com um tecido 100% algodão.

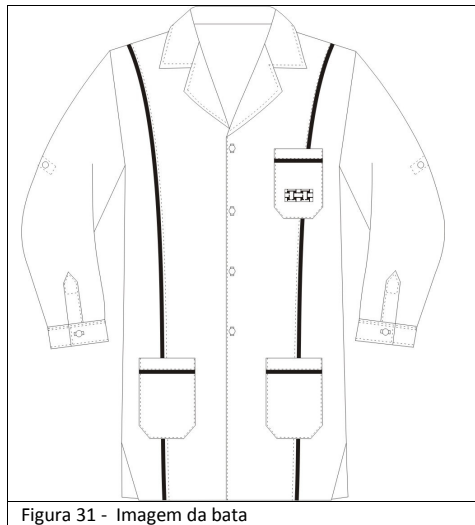
Quanto à massa/m<sup>2</sup>, o actual uniforme era fabricado com base num tecido com 196,3 / m<sup>2</sup>, e que veio a manifestar-se inadequado para a sua função. Assim o futuro EPI ira ser construído com um tecido cuja massa/m<sup>2</sup> será de 125g/m<sup>2</sup>.

***A nível de design, foram postos em questão 3 contextos:***

- Semiótico: Imagem corporativa e social;
- Funcional/desempenho: conforto, ergonomia e funcionalidade;
- Protecção individual: segurança pessoal para e no desempenho da actividade.

Após o estudo realizado, a solução encontrada para o EPI desenvolvido, é composto por duas peças de vestuário, uma bata e uma calça:

➤ **BATA**



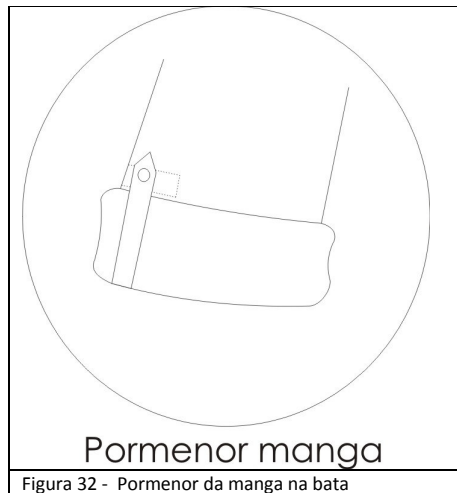
A bata tem 3 **bolsos de chapa**, um na parte superior na altura do peito do lado esquerdo e dois laterais. Nos bolsos são metidos uns vivos cor contraste, que dão um aspecto apelativo à bata. Este é tipo de bolsos mais apropriados, quer a nível estético como a nível de funcionalidade.

O sistema de aperto será na mesma efectuada com 4 botões. Após entrevista no C.H.C.B. com a responsável hospitalar pelo sector e, dadas as condições e exigências do processo de lavagem e esterilização, concluímos, o melhor sistema de aperto são os botões, uma vez que o sistema de aperto por molas se estraga muito facilmente nas prensas e o sistema de velcro acumulam facilmente a sujidade, causando problemas ao nível do controlo e disseminação de infecções.

Os botões devem ser de boa qualidade, não devendo partir-se facilmente devido às diferenças bruscas de temperatura e pressão nas operações de lavagem e esterilização no hospital.

Terá 2 costuras laterais, onde é aplicado um vivo contraste que combinam com os vivos dos bolsos.

As mangas serão compridas, do tipo camisa, com um punho e botão, com a possibilidade de se poder transformar em meia manga, com uma presilha interior e botão. A presilha é de cor contraste igual aos vivos. Desta forma, quando os operários estão a proceder a tarefas delicadas, poder-se-á evitar o máximo contacto possível com os pacientes, baixando a manga.



Ir  ter uma gola de cor contraste igual ao vivo aplicado e lapelas de tecido   cor da bata. Terá duas aberturas laterais que além de favorecer a est tica, também lhe permitirá uma mora e mais facilitada adapta o ao corpo, dando uma maior flexibilidade de movimentos.

No bolso de chapa a nível do peito,   colocado um velcro fêmea, em que este   cosido no bolso e o macho do velcro amovível, com um distintivo com uma cor de cada departamento. Assim, desta forma, depois de usada a bata e posta para lavar, o utilitário da farda guarda o distintivo, para minimizar o erro de se perder na lavagem e manuten o.

No quadro seguinte estão os diferentes departamentos do hospital. Cada departamento teria uma cor associada:

Tabela 19 – Enumera o dos vários departamentos no C.H.C.B.

<b>Departamentos no C.H.C.B.</b>
Departamento de Medicina
Departamento de Cirurgia
Departamento de Saúde, da Criança e da Mulher
Departamento de Urgência e Emergência
Departamento de Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica
Departamento de Psiquiatria e Saúde Mental

➤ **CALÇAS**

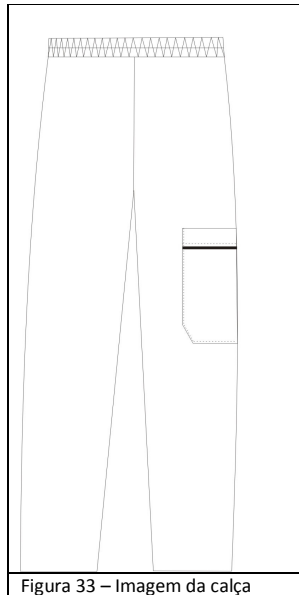


Figura 33 – Imagem da calça

As calças serão direitas e com **elástico** na cintura. O sistema de elástico é o mais viável, já que se ajusta facilmente a fisionomia da pessoa. É aplicado um bolso de chapa lateral com um vivo da mesma cor do vivo dos bolsos da bata.

No **Anexo 2** (caderno técnico da farda), podemos ver a descrição detalhada dos componentes que irão constituir o EPI.

Na concepção do EPI, foi nossa intenção recorrer à teoria da psicologia da cor, de forma a dar um carácter inovador às fardas existentes, com umas cores suaves e ao mesmo tempo, atractivas:

- A cor **verde** representa equilíbrio, serenidade. É tranquilizante, curativa, traz sentimento de segurança e harmonia;
- A cor **amarela** dá-nos a sensação que devemos agir, pois ela actua directamente no nosso sistema nervoso central, estimulando a acção, o encorajamento, a realização. Esta é uma óptima cor para ser usada em escolas e hospitais.

#### 4.2.1 - DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS E PARÂMETROS MENSURÁVEIS

Para uma melhor concepção e visualização do estudo, optámos concretizar um protótipo do novo EPI para senhora no tamanho M, sendo este considerado o tamanho base.

A farda das senhoras vai desde o tamanho XS até ao XXL.

Tabela 20 – Tabela de medidas - bata Senhora

Tabela de medidas da Bata Senhora						
Tamanhos	XS	S	M	L	XL	XXL
½ Peito (bata apertada)	47,5	51,5	55,5	59,5	63,5	67,5
Comprimento de costas	84	85	86	87	88	89
Comprimento de manga (com punho)	59,5	60,5	61,5	62,5	63,5	64,5

A farda para homem tem os mesmos tamanhos, com a escala de medidas apropriadas.

Tabela 21 – Tabela de medidas - bata Homem

Tabela de medidas da Bata Homem						
Tamanhos	XS	S	M	L	XL	XXL
½ Peito (bata apertada)	50	54	58	62	66	70
Comprimento de costas	88	89	90	91	92	93
Comprimento de manga (com punho)	60,6	61,4	62,2	63	63,8	64,6

As calças são unisexo, tanto dão para as Senhoras como para os Homens e têm a seguinte tabela de medidas:

Tabela 22 – Tabela de medidas - calças

Tabela de medidas das Calças						
Tamanhos	XS	S	M	L	XL	XXL
½ Cintura (esticada)	37	41	45	49	53	57
½ Anca	27	31	35	39	43	47
Comprimento de entreperna	86	86	86	86	86	86
Comprimento total	109,5	110,5	111,5	112,5	113,5	114,5

#### 4.2.2 – CARACTERIZAÇÃO CONCEPTUAL E DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE EPI

Foi feito um trabalho criativo ao nível do design, tendo em conta as características dos utilizadores, o tipo de peças, as tarefas que realizam, as condições de trabalho, riscos e imagética associada. Além disso, foram observados os requisitos legais em vigor, ou seja, as normas, decretos-lei, directivas e portarias em vigor.

A concepção das ideias e ilustração em croquis técnicos, foi efectuada recorrendo a um programa informático específico. Foi dada especial atenção aos parâmetros relacionados com a mobilidade, flexibilidade de movimentos, segurança e resistência a impactos, funcionalidade geral e conforto.

Ao nível de concepção, os croquis foram realizados no Kaledo Style, sendo este um programa da Lectra Systems para a realização de desenhos técnicos e croquis. A elaboração dos moldes da bata, das calças e criação do modelo final foi concretizada através da utilização de um software específico o Modaris, também da Lectra Systems. O Modaris está dotado de todas as funcionalidades indispensáveis à numeração, modificação, verificação, industrialização e gradação automática.

Na seguinte figura, representam as várias peças que constituem a bata:

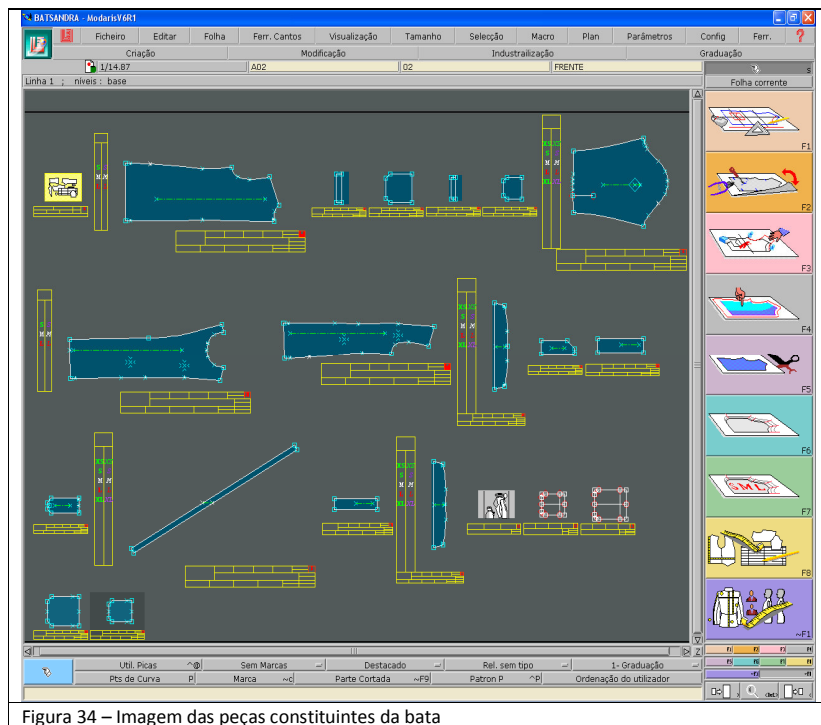


Figura 34 – Imagem das peças constituintes da bata

Após a criação das várias peças constituintes da bata, procedeu-se à sua gradação para os vários tamanhos, como mostra a seguinte figura:

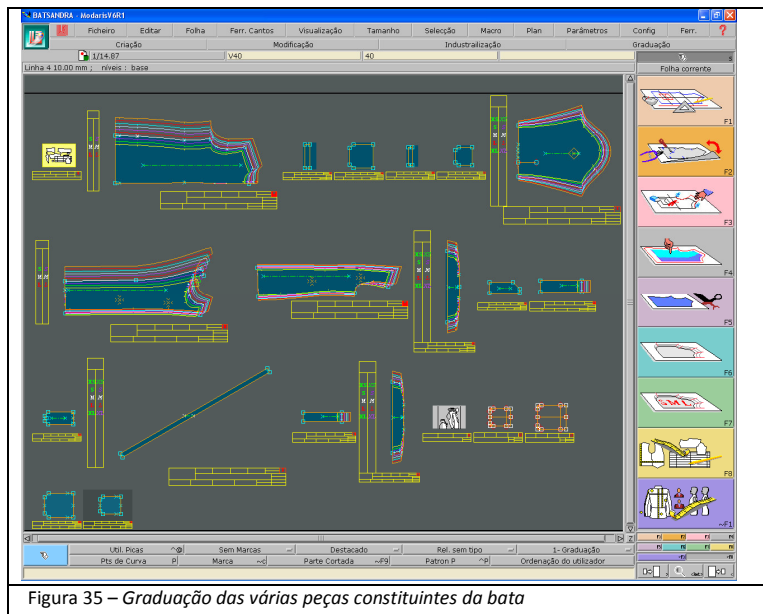


Figura 35 – Gradação das várias peças constituintes da bata

A figura seguinte representa as peças constituintes da calça:

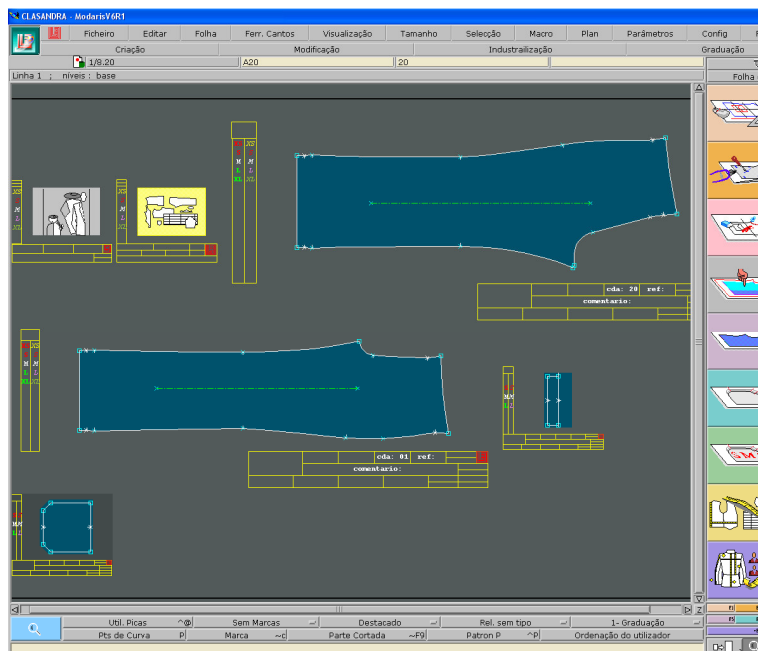


Figura 36 – Imagem das peças constituintes da calça

Foi feita a marcada, dos dois modelos em conjunto (a bata juntamente com a calça) para rentabilizar o tecido, ou seja, para obter um menor consumo. Também foi feito o plano do tecido contraste.

Para a elaboração dos planos de corte, foi novamente usado um software específico da Lectra System, o programa Diamino, que permite fazer o encaixe de todas as peças com um menor consumo de tecido e maior uma eficiência.

O operador pode, optativamente, incutir no plano de corte restrições de corte, ou seja, não poder rodar peças para garantir melhor qualidade de corte, assim como cumprir o fio direito das peças, não permitir fazer rotações em torno dos eixos X ou /e Y

Com este software, podemos ter a informação do plano de corte, eficiência do plano, comprimento do plano, etc.

A seguinte figura, representa o plano feito para o conjunto, bata e calça, de modo a obter a melhor eficiência e o menor consumo de tecido.

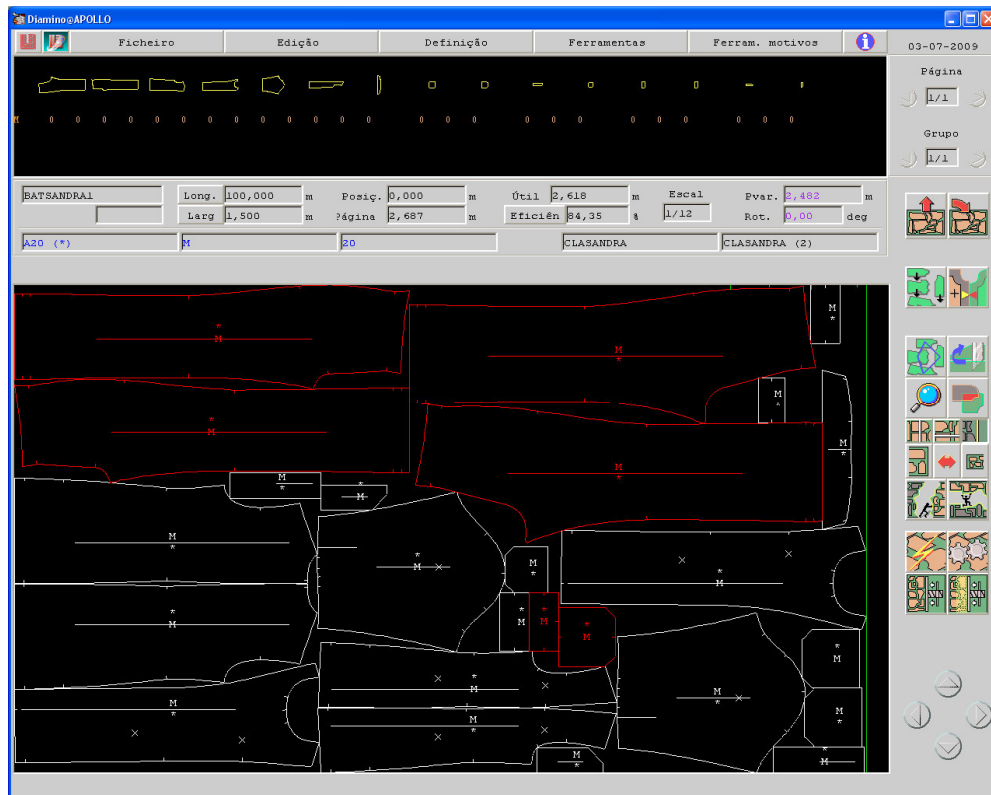


Figura 37 – Plano da bata com a calça

## CARACTERÍSTICAS DO PLANO

- Largura de plano: 1,50 m
- Comprimento do plano: 2,618 m
- Eficiência do plano: 84,31 %

Foi feito também, o plano do tecido contraste, como mostra a seguinte figura:

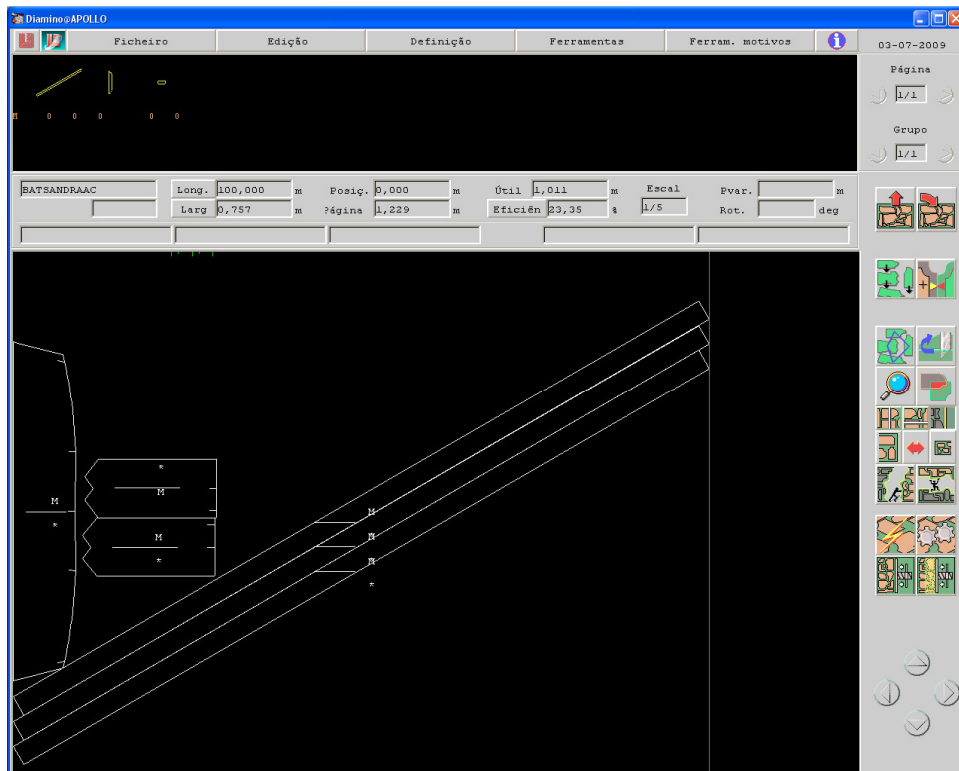


Figura 38 – Elaboração do plano do contraste da bata: vivos, gola e presilhas da manga

De notar, que para a realização de quantidades significativas de batas, as tiras dos vivos que iriam fazer aumentar o significativamente o consumo, visto terem que ser cortados em viés para melhorar a qualidade da confecção, podem ser feitas dobradas e em rolo vindo do fornecedor.

O corte do protótipo, foi realizado numa máquina de corte automático, designada por LECTRA PROSPIN FASHION, também com umas excelentes qualidades de corte e rapidez. Esta máquina tem a capacidade de cortar automaticamente folhas individuais de tecido, daí a sua designação popular de corte de folha-a-folha.

Na figura seguinte, podemos ver o estendimento e corte do protótipo produzido:



Figura 39 – Estendimento e corte automático do protótipo de EPI.

Foi feito um estudo prévio que conduziu às definições técnicas de construção do protótipo, como sejam: as especificações dos acessórios e à forma e posicionamento nas peças. Também os detalhes, como bolsos e sua forma, golas, punhos, encaixes para conferir forma, etc, foram criteriosamente estudados e testados.

Outro aspecto alvo de análise é o consumo dos diversos materiais a incorporar. Foram estudados os custos dos produtos e das operações de montagem associadas, de modo a minimizar o custo final do uniforme.

Os materiais que constituem o EPI são os seguintes:

**a) Tecido principal verde**

Um tecido 100% algodão e é usado na bata e nas calças.

**b) Tecido Contraste amarelo**

Um tecido 50% Poliéster e 50% algodão e é usado na gola da bata, vivos laterais e nos vivos dos bolsos.

**c) Botões de 4 furos de Tam: 20 de cor verde**

No sistema de aperto.

**d) Etiqueta de composição**

É 100% poliéster e é cosida na costura do baixo gola.

**e) Fio de costura**

O fio de costura utilizado é 100% poliéster à cor.

**f) Velcro amovível**

O velcro é 100% poliéster verde.

**g) Elástico**

O elástico é 100% poliéster branco.

### **4.3. CONCEPÇÃO E OPTIMIZAÇÃO DO DESENHO EXPERIMENTAL**

#### **4.3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA ENVOLVIDA**

A matéria prima utilizada (tecido), o seu processo tecnológico de produção, a operação de recobrimento do tecido com o acabamento anti-microbiano e os processos de medição/controlo envolvidos nas diferentes metodologias empregues aportam uma multiplicidade de variáveis e parâmetros, que actuando conjugadamente ou de uma forma mais ou menos independente, influenciam decisivamente o comportamento final do futuro EPI e o sucesso da avaliação da solução tecnológica em apreço.

Assim, é de extrema importância definir um conjunto de descritores para cada uma das fases envolvidas que delimitem claramente a aplicação e validade da solução estudada, bem como proporcionem um desenrolar estruturado de todo o processo experimental.

#### **4.3.2 - PARÂMETROS FÍSICOS, MECÂNICOS E ESTRUTURAIS**

O primeiro grupo encontra-se associado às características intrínsecas da matéria-prima (tecido), utilizada, nomeadamente:

- Massa por unidade de comprimento;
- Superfície específica;
- Massa volúmica;
- Composição;
- Cor;
- Propriedades mecânicas;
- Propriedades reológicas;
- Propriedades ópticas;
- Etc.

Para impedir que qualquer variação destas características pudesse influenciar decisivamente o processo em estudo, irá ser utilizada apenas um único tipo de tecido, de características

conhecidas, limitando, desta forma a variação de resultados por causas imputáveis a este conjunto de parâmetros.

Outro grande grupo de variáveis que poderia influenciar as propriedades em estudo, relaciona-se com o processo tecnológico de fabricação do tecido que irá permanecer constante e inalterado.

Finalmente, os parâmetros vinculados às condições do processo acabamento (preparação e aplicação das soluções de nanopartículas) e aos testes microbiológicos executados, foram cantantes e seguiram as indicações técnicas do fabricante e a norma estipulada.

Tabela 23 – Características técnicas do tecido do uniforme

	<b>TEIA</b>	<b>TRAMA</b>
<b>COMPOSIÇÃO</b>	67% Poliéster / 33% Algodão	67% Poliéster / 33% Algodão
<b>DENSIDADE</b>	41,4 Fios/cm	22,8 Fios/cm
<b>TÍTULO DO FIO</b>	29,2 Tex – 1/34,6 Nm	29,2 Tex – 1/34,6 Nm
<b>MASSA/M2</b>	196,3 g/m2	

#### **4.3.3 – PLANEAMENTO EXPERIMENTAL**

Ao longo de toda a componente experimental envolvida neste trabalho, existiu uma preocupação constante de definir um plano de execução de testes fundamentado nos seguintes requisitos:

- Normalização dos procedimentos;
- Uniformidade e consistência;
- Confiabilidade;

- Precisão e rigor;
- Reprodutibilidade.

Com esta base de trabalho, procuramos assegurar resultados independentes e consistentes, facilitando também o seu registo e documentação. Para este efeito, foi definido um plano de ensaios coerente com as diferentes fases desenvolvidas ao longo do estudo, permitindo a consolidação do programa experimental executado.

Para garantir que estes elevados requisitos mencionados fossem atingidos, todos os ensaios e testes efectuados obedeceram às seguintes condições:

- Execução dos diferentes grupos de testes segundo as mesmas condições, permitindo tanto quanto possível a reprodutibilidade destes;
- Utilizar a terminologia, unidades de medida, procedimento experimental e métodos analíticos definidos pela norma aplicável ou, em caso da sua ausência, estipular um procedimento padrão;
- Normalizar ao máximo o processo de recolha e de tratamento de dados.

#### **4.3.4 – CONTROLO DE QUALIDADE APLICÁVEL - MÉTODOS DE CONTROLO UTILIZADOS**

Os EPI são sujeitos a um processo de certificação - marcação CE, por um organismo certificado, de forma a garantir que satisfazem as exigências essenciais relativas à saúde e segurança dos seus eventuais utilizadores antes da sua entrada no mercado.

Para o vestuário, as normas aplicáveis são a EN 471, EN 343 e EN 340. Os ensaios realizados serão os correspondentes às normas indicadas no processo de certificação, ou na sua ausência, procedimentos internos normalizados:

- Avaliação da Actividade Anti-bacteriana (Qualitativo) – NP EN ISO 20645;
- Avaliação da Actividade Anti-bacteriana (Quantitativo) – ISO 20743;
- Absorção de odores – Método interno do Citeve;
- Espessura e Peso – ISO 5084 e EN 12127 respectivamente;
- Estabilidade dimensional – ISO 6330;
- Resistência ao rasgo -ISO 13937-1;

- Resistência à abrasão - ISO 12947-2;
- Resistência à perfuração -ISO 12236;
- Resistência à tracção - ISO 13934-1;
- Alongamento e recuperação da elasticidade – BS 4952;
- Repelência aos líquidos e sujidades-EN 24920 e AATCC 130 respectivamente;
- Repelência aos óleos - ISO 14419;
- Respirabilidade e permeabilidade ao vapor de água -ISO 11092;
- Impermeabilidade à água – EN ISO 20811;
- Permeabilidade ao ar – EN ISSO 9237;
- Isolamento e regulação térmica - ISO 11092;
- Vestibilidade, flexibilidade, ergonomia e conforto geral - contemplado pela EN 343.

#### **4.3.5 - CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS LABORATORIAL/OFICINAIS UTILIZADOS**

Tendo em consideração os objectivos pretendidos, procedemos à planificação da montagem experimental tendo em vista a simplificação de processos e das variáveis em análise.

O trabalho experimental executado envolveu recursos materiais e humanos proporcionados pela Universidade da Beira Interior e também por empresas privadas, as quais publicamente queremos manifestar o nosso reconhecimento.

- Universidade da Beira Interior, desenvolvimento das soluções, acabamento anti-microbiano e testes de controlo de qualidade;
- Torre, Sociedade de Confecções, onde foram efectuados os moldes, cortado o protótipo e feito a sua confecção;
- C.H.C.B., Centro Hospitalar Cova da Beira, que disponibilizou o tecido para a realização dos testes;
- HUNTSMAN , empresa de produtos químicos para a indústria têxtil, que disponibilizou o acabamento com nanopartículas de prata;
- Laboratório Brito e Rocha, onde foram realizados os testes microbiológicos.

#### 4.3.5.1 - LINHA LABORATORIAL DE ACABAMENTO TÊXTIL

Para a realização do acabamento do tecido, foram utilizadas um foulard e uma râmula:

A linha laboratorial de revestimento existente nas oficinas do Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis (DCTT) é uma linha composta por um foulard, e uma râmula. Esta linha executa separadamente as funções de impregnação e desenvolvimento do acabamento anti-microbiano.

**Foulard** – onde foi feita a impregnação do tecido com a solução do ligante e das nanopartículas de prata.

**Râmula** – onde foi feita a secagem e fixação dos tecidos.



Figura 40 – Foulard- Marca MATHIS



Figura 41 – Râmula- Marca MATHIS

## 4.3.6 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO E TÉCNICA EXPERIMENTAL

### 4.3.6.1 - SINOPSE DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A montagem laboratorial, que permitiu o revestimento do tecido com o nanoacabamento, foi desenvolvida e implementada no Laboratório de tinturaria do Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis da Universidade da Beira Interior.

Face às premissas expostas no Capítulo 3, ao objectivo específico do trabalho e às limitações e extensão do mesmo, esta etapa experimental desenrolou-se de acordo com o seguinte esquema operacional:

#### MODO OPERATÓRIO

Desenvolvimento da solução de acabamento com nanopartículas de prata. Este acabamento é feito em húmido, pelo processo SOL-GEL.

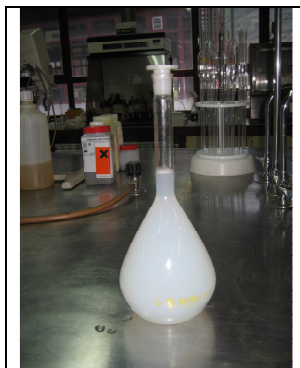


Figura 42 - Mistura do Sulpure (parte A + Parte B)

Revestimento das amostras de tecido com o nanoacabamento, com recurso à linha laboratorial existente no DCTT. A receita e as condições de aplicação utilizadas no nanoacabamento seguiram as recomendações técnicas expressas pelo fabricante e podem ser detalhadamente visualizada no **ANEXO 3**. O composto Silpure FBR-5 (Parte A e Parte B) foi graciosamente disponibilizado pela empresa Huntsman Textiles Effects.

A **parte A** (activador), é um composto de prata resistente a ácidos diluídos e é estável durante um ano, sendo sensível a temperaturas abaixo de 5°C e acima dos 25°C.

A **parte B** trata-se de uma dispersão aquosa aniónica, que pode ser utilizada com a maioria dos produtos de acabamentos, à excepção de agentes catiónicos.

Estes compostos foram desenvolvidos para a sua utilização em conjunto, inibindo o crescimento de microorganismos em superfícies têxteis, por trinta ou mais lavagens.

O **Silpure FBR-5** evita o crescimento das bactérias, através da modificação da membrana plasmática e bloqueio do grupo tiol nas proteínas e enzimas.



Figura 43 - Impregnação do tecido com as nanopartículas de prata



Figura 44 - Secagem e fixação do tecido

Finalmente, procedeu-se à selecção e corte dos provetes para controlo de qualidade de acordo com os requisitos de amostragem e condições especificadas nas respectivas normas.

### ***CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS***

Após a conclusão do desenvolvimento experimental obtiveram-se os resultados que seguidamente, se encontram sumariados sobre a forma de tabelas e gráficos.

#### **5.1 – DETERMINAÇÃO DA EFICÁCIA DO EFEITO BARREIRA ATRAVÉS DE TESTES BACTERIOLÓGICO: NP EN ISO 20645:2005 - TESTE DE DIFUSÃO EM AGAR.**

Foi feita uma selecção de ensaios de controlo da qualidade aplicáveis, de forma a poder avaliar a evolução do comportamento do tecido, antes e após o nanoacabamento efectuado.


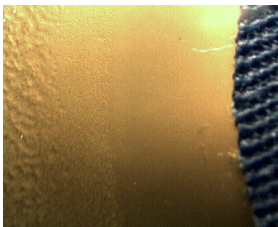

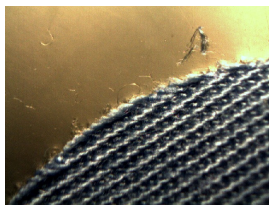


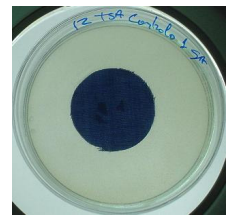

Para tal, teve-se especialmente em conta as normas europeias nesta área, tendo sido seleccionados os testes especialmente representativos para o tipo de materiais estudados.

As amostras a testar são colocadas com duas camadas de agar (inferior e superior). A camada inferior está num meio estéril e a camada superior é inoculada com as bactérias seleccionadas. O nível de actividade anti-bacteriana é determinado examinando a extensão do crescimento bacteriano na zona de contacto entre a amostra e o agar. Quando presente extensão, determina-se a zona de inibição à volta da amostra.

O método encontra-se descrito na Norma NP EN ISO 20645:2005. Foram usadas dois tipos de estirpes, para avaliação anti-bacteriana:

- *Staphylococcus aureus (S. Aureus)*
- *Escherichia coli (E.Coli)*

Tabela 24 – Tabela resumo dos resultados dos testes anti-bacterianos com Silpure

AMOSTRA	ESTIRPE	HALO	FOTOGRAFIA	OBSERVAÇÃO MICROSCÓPICA	OBSERVAÇÕES
AMOSTRA TRATADA	<i>E. Coli</i>	Com halo			Actividade antibacteriana eficaz, com halo de inibição total
	<i>S. Aureus</i>	Com halo			Actividade antibacteriana eficaz, com halo de inibição total
AMOSTRA NÃO TRATADA	<i>E. Coli</i>	Sem halo			Amostra sem halo de inibição
	<i>S. Aureus</i>	Sem halo			Amostra sem halo de inibição

O exame dos resultados obtidos permite constatar, que o acabamento à base de nanopartículas de prata demonstrou uma boa actividade antibacteriana, tanto com as estirpes *E. Coli* como *S. Aureus*, apresentado em ambos os casos, uma zona de inibição maior que 1 mm.

## 5.2 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FORMAÇÃO DE BORBOTOS – MÉTODO DE MARTINDALE

O aparecimento de borbotos (pills) ou pequenas bolas de fibras emaranhadas e ancoradas à superfície do tecido conferindo-lhe uma má aparência, é designado por “Pilling”.

Estes defeitos formam-se aquando da sua utilização e/ou lavagem dos artigos têxteis e resultam do emaranhamento de “fibras livres” que aparecem na superfície do tecido. Segundo Araújo (1987, p. 1456), “Os borbotos formam-se devido à migração de fibras dos fios constituintes do tecido, pelo que a redução ou prevenção da formação de borbotos pode ser afectada reduzindo esta tendência migratória.

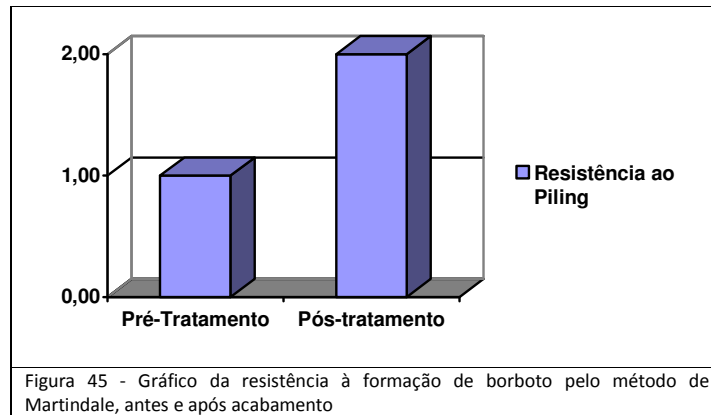
Para medir a formação de borbotos em tecidos existem vários instrumentos e métodos. Contudo, para o presente os procedimentos técnicos descritos na norma EN ISO 12945-2: 2004: *Determinação da propensão dos tecidos ao aparecimento de pêlo superficial e borbotos. Parte 2: Método Martindale modificado;*

Esta técnica descreve que o “pilling” de um provete pode ser avaliado numericamente, após a fricção debaixo de condições controladas, contando o número de borbotos formados, ou alternativamente, a aparência do provete ensaiado é comparada com padrões e classificada.

Cada amostra é comparada com fotografias classificadas por grau 1 a 5, sendo o maior valor (grau 5) com menos formação de borbotos.

Tabela 25 – Tabela da Resistência ao Pilling (pré-tratamento e pós-tratamento)

<b>RESISTÊNCIA AO PILLING</b>	<b>PRÉ-ACABAMENTO</b>	<b>PÓS-ACABAMENTO</b>
<b>Método de Martindale</b>	<b>1</b>	<b>1-2</b>



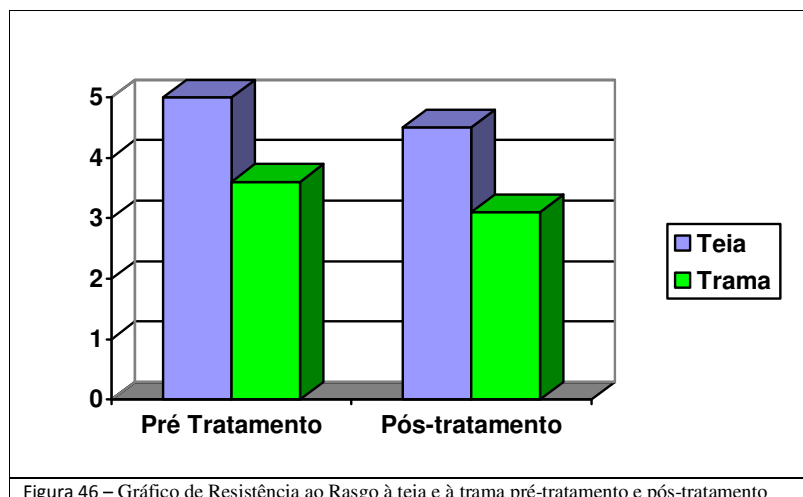
A análise global da resistência à formação de borbotos, permite distinguir um mau comportamento, para ambas as situações pré e pós acabamento, contudo, é possível verificar que após a aplicação do nanoacabamento, existe uma ligeira melhoria, embora não expressiva. Assim, é possível concluir que o presente acabamento não contribui para a degradação do comportamento do tecido ao uso e indicia, ainda que muito ligeiramente, uma melhoria na resistência à formação de borbotos.

### 5.3 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO RASGO

A determinação da resistência ao rasgo foi executada através dos procedimentos técnicos descritos na Norma ISO 13937-1, “*Determination of tear force using ballistic pendulum method (Elmendorf)*”, e obtiveram-se os seguintes resultados:

Tabela 26 – Tabela da Resistência ao rasgo (pré –tratamento e pós-tratamento)

<b>RESISTÊNCIA AO RASGO</b>	<b>PRÉ-ACABAMENTO</b>		<b>PÓS-ACABAMENTO</b>	
	<i>Teia</i>	<i>Trama</i>	<i>Teia</i>	<i>Trama</i>
<i>(Método de Elmendorf)</i>	<b>5 Kg</b>	<b>3,6 Kg</b>	<b>4,5 Kg</b>	<b>3,1 Kg</b>



O exame dos resultados obtidos permite observar que existe uma aproximação muito grande entre os valores de resistência ao rasgo antes e após a aplicação do nanoacabamento. O diferencial de valores é contudo pouco significativo para esta grandeza, embora indiciar uma ligeira tendência de perda de resistência após o acabamento.

#### 5.4 – DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE TRACÇÃO – MÉTODO DA TIRA

A avaliação das propriedades mecânicas de tracção foi efectuada através da metodologia expressa na Norma NP EN ISO 13934-1 (2001), “Determinação da força máxima e do alongamento à força máxima pelo método da tira”.

Tabela 27 – Tabela de propriedades mecânicas pré –tratamento

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE TRACÇÃO – PRÉ-ACABAMENTO					
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Máximo	Newton	13,26	14,62	14,06	50,37
	%Alonga.	16,64	18,31	17,64	0,567
	Joule	19,85	25,93	23,24	2,09
Rotura	Newton	13,26	14,62	14,06	50,37
	%Alonga.	16,64	18,31	17,64	0,567
	Joule	19,85	25,93	23,24	2,09

Tabela 28 – Tabela de propriedades mecânicas pós –tratamento

<b>PROPRIEDADES MECÂNICAS DE TRACÇÃO – PÓS-TRATAMENTO</b>					
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Máximo	Newton	12,24	15,73	14,74	126,4
	%Alonga.	15,83	19,96	18,64	1,442
	Joule	15,53	28,51	24,67	4,644
Rotura	Newton	12,24	15,73	14,74	126,4
	%Alonga.	15,83	19,96	18,64	1,442
	Joule	15,53	28,51	24,67	4,644

A análise conjugada da variação das propriedades mecânicas de tracção antes e após aplicação do acabamento com nanopartículas de prata permitem as seguintes ilações:

Os valores da força de rotura alcançados apresentam valores muito próximos entre si quer em termos de valor máximo, quer em termos de valor na rotura. O resultado alcançado no estado de pós acabamento é ligeiramente superior. Contudo, o diferencial de valores existente não é significativo e indicia claramente, que a força de rotura permanece estável não sendo aparentemente afectada pelo acabamento introduzido.

O exame da variação da percentagem de alongamento para os estados de pré e pós acabamento denota um comportamento semelhante ao da força de rotura com valores muito próximos entre si, e uma leve tendência de melhoria após a aplicação do nanoacabamento. Não é aparentemente visível qualquer degradação do comportamento do tecido ao uso em função do tratamento aplicado.

Como seria expectável em função dos valores obtidos para a força de rotura e para a percentagem de alongamento, também a energia de rotura apresenta um comportamento relativamente similar, com os seus valores quase estabilizados e sem variações expressivas, indiciando uma pequena melhoria com o acabamento aplicado.

A pequena variabilidade apresentada por algumas flutuações nos valores das propriedades mecânicas de tracção não é suficientemente significativa para influenciar o comportamento final ao uso após a aplicação do nanoacabamento. O ligeiro acréscimo de todos os parâmetros

avaliados, força de rotura, percentagem de alongamento e energia de rotura, permite inclusivamente inferir que as propriedades mecânicas de tracção melhoraram com o tratamento.

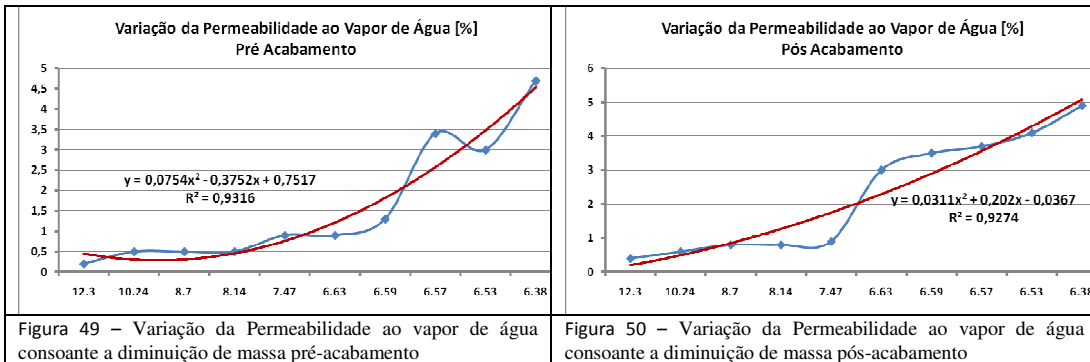
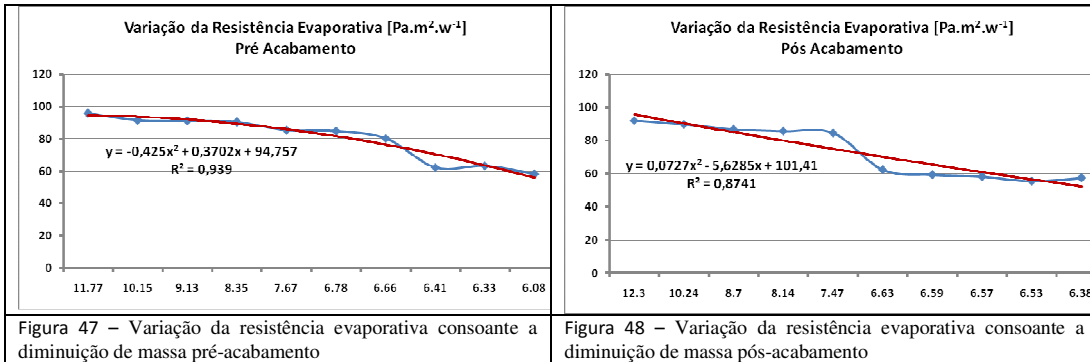
## 5.5 – DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA E DA RESISTÊNCIA EVAPORATIVA

A avaliação das propriedades fisiológicas, permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa, foi feito com recurso ao aparelho PERMETEST (**Anexo 4**). O estudo foi feito para diferentes percentagens de humidade relativa da amostra, de modo a melhor simular as condições de uso do uniforme pelo seu portador.

Os resultados obtidos, encontram-se na seguinte tabela, onde se apresenta a variação das referidas propriedades, em função da percentagem da humidade relativa da amostra:

Tabela 29 –Dados da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa pré e pós-tratamento.

	PRÉ-ACABAMENTO		
	MASSA (g)	PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA	RESISTÊNCIA EVAPORATIVA
<b>1</b>	11.77	95.9	0.2
<b>2</b>	10.15	91.6	0.5
<b>3</b>	9.13	91.3	0.5
<b>4</b>	8.35	90.5	0.5
<b>5</b>	7.67	85.5	0.9
<b>6</b>	6.78	84.9	0.9
<b>7</b>	6.66	80.4	1.3
<b>8</b>	6.41	62.4	3.4
<b>9</b>	6.33	63.4	3
<b>Massa Seca</b>	6.08	58.4	4.7
	PÓS-ACABAMENTO		
	MASSA (g)	PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA	RESISTÊNCIA EVAPORATIVA
<b>1</b>	12.3	92.1	0.4
<b>2</b>	10.24	89.9	0.6
<b>3</b>	8.7	86.9	0.8
<b>4</b>	8.14	85.8	0.8
<b>5</b>	7.47	84.7	0.9
<b>6</b>	6.63	62.4	3
<b>7</b>	6.59	59.4	3.5
<b>8</b>	6.57	58.3	3.7
<b>9</b>	6.53	55.5	4.1
<b>Massa Seca</b>	6.38	57.5	4.9



A partir dos resultados obtidos, é possível afirmar que o tratamento com nanopartículas de prata, não alterou o desempenho fisiológico do tecido usado neste estudo.

Verifica-se igualmente que com o aumento da percentagem de humidade relativa da amostra, aumenta também a permeabilidade ao vapor de água da mesma, devido ao aumento do fluxo evaporativo a partir da camada exterior do tecido.

### 6 – CONCLUSÕES

- Este trabalho permitiu a concepção de um equipamento de protecção individual para os profissionais de higiene e limpeza hospitalar com propriedades melhoradas, particularmente, em termos de minimização do potencial de risco biológico a que o trabalhador está sujeito;
- Foi ainda desenvolvido um trabalho de identificação das necessidades e expectativas destes trabalhadores, permitindo reconhecer um conjunto de factores que deverão ser integrados num futuro EPI com vista a uma melhoria da sua imagem e auto-estima junto da comunidade hospitalar;
- O estudo desenvolvido nesta tese, suportado pelos resultados experimentais obtidos no inquérito realizado, mostra que o actual uniforme de serviço apresenta uma apreciação globalmente negativa, particularmente, por possuir um elevado factor de risco biológico, um alto potencial de risco de absorção de sujidades e líquidos, ter uma avaliação negativa no potencial global de protecção oferecida, demonstrar um baixo grau de conforto, de adequação à função, apreciação ligeiramente negativa da ergonomia, vestibilidade e manutenção, revelar uma avaliação muito negativa do seu design e imagem associados e, em sùmula, denotar um grau de satisfação global negativo e pouco consentâneo com as necessidades e aspirações destes trabalhadores.
- A aplicação do acabamento à base de nanopartículas de prata (SILPURE FBR-5 da Huntsman) conferiu ao tecido um comportamento bactericida excelente para ambas as estirpes avaliadas (*E. Coli* como *S. Aureus*) apresentado em ambos os casos, uma zona de inibição maior que 1 mm, e contribuindo, como era nosso objectivo, para a minimização do risco biológico associado ao desempenho desta profissão.

- Como processo de validação das conclusões inferidas com esta solução tecnológica, procedeu-se a um estudo comparativo do comportamento do tecido antes da aplicação do nanoacabamento e após a sua aplicação. Assim, no que concerne à sua influência sobre algumas das propriedades físicas ao uso, nomeadamente, resistência à formação de borbotos, resistência ao rasgo e propriedades mecânicas de tracção, verificou-se que o presente acabamento não contribui para a degradação do comportamento do tecido ao uso, indiciando inclusive uma ligeira melhoria na resistência à formação de borbotos e nas propriedades mecânicas de tracção;
- Os valores das propriedades fisiológicas avaliadas (permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa) não sofreram alterações com a aplicação do nanoacabamento. Este facto pressupõe que a aplicação de uma camada superficial nanopartículas de prata não alterou o conforto ao uso do EPI.
- Tendo em conta a evolução dos EPIs a nível mundial, e para o presente enquadramento experimental, verifica-se que o novo modelo se integra numa linha multifuncional, com ergonomia, vestibilidade e design aliados a uma protecção acrescida face aos riscos biológicos. Assim este trabalho constituiu assim um estudo laboratorial preliminar, para a fabricação de um novo EPI, com um enfoque particular ao nível da funcionalidade, dos materiais e da forma, com vista a satisfazer as expectativas e os pressupostos dos profissionais de higiene e limpeza do C.H.C.B.
- A viabilidade técnica e económica (as estimativas de custo associadas à aplicação do nanoacabamento não representam um acréscimo significativo) da nova solução tecnológica, faz do novo EPI uma alternativa eficaz ao uniforme clássico, possibilitando a sua produção em escala industrial e futura colocação no mercado.

### **7 – PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA**

O trabalho realizado constitui a matriz inicial do desenvolvimento de um modelo alternativo de EPI para os profissionais de higiene e limpeza do CHCB. Contudo, com o objectivo de expandir e complementar este estudo, deverão ainda realizar-se alguns trabalhos futuros tais como:

- Continuar o desenvolvimento experimental já efectuado, com a concepção de um novo conjunto faseado de experiências, em que se proceda a alterações de parâmetros de construção do tecido de suporte ao EPI, nomeadamente, em termos de composição (100% algodão) e de massa por unidade de superfície (menor). Estudos orientados para este objectivo já foram iniciados por este grupo de trabalho;
- Complementar a montagem experimental realizada com um conjunto de testes de resistência à lavagem (permanência do efeito anti-bacteriano) de forma a aferir da fixação e estabilidade do nanoacabamento no uso diário e nas lavagens domésticas. (O fabricante nos seus documentos técnicos de suporte aos clientes assegura uma resistência efectiva a aproximadamente 50 lavagens domésticas);
- Validar indirectamente o efeito anti-bacteriano do nanoacabamento complementando a metodologia utilizada (testes qualitativos) com um novo conjunto de testes do tipo quantitativo;
- Dado a preocupação com o potencial de risco de absorção de sujidades e líquidos manifestada por estes profissionais, seria de todo o interesse desenvolver e implementar um novo conjunto de experiências com base num novo tipo de acabamento com recurso a nanopartículas de dióxido de titânio que, segundo a revisão bibliográfica efectuada, conferem simultaneamente um efeito anti-microbiano e em determinadas circunstâncias um efeito de “self-cleaning”;

- Ampliar a montagem experimental baseada em nanoacabamentos integrando um novo conjunto de experiências com recurso a nanopartículas de prata com proveniências e morfologias distintas. Realização de um estudo comparativo com vista à optimização da nanopartícula aplicada;
- Estruturação de um estudo médico - epidemiológico a realizar em ambiente hospitalar com vista à quantificação do impacto da nova solução tecnológica na redução das infecções nosocomiais junto dos profissionais de higiene e limpeza do C.H.C.B.

## **BIBLIOGRAFIA E WEBOGRAFIA**

- AATCC100- Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials: Parallel Streak Method, Jan 1, 2004;
- “A Microbiologia e os têxteis: uma relação cada vez mais próxima”, CITEVE, 2008;
- “A Produção de serviços de saúde em Ambiente Hospitalar”, pág. 46-57, Revista Produção, Set 2004;
- **Araújo M., Castro E. M. de Melo.**, Manual de engenharia têxtil - Volume I Fundação Calouste Gulbenkian, 1984;
- **Araújo M., Castro E. M. de Melo.**, Manual de engenharia têxtil - Volume II Fundação Calouste Gulbenkian, 1984;
- Booth, J.E., “Textile Mathematics”, Volume One, The Textile Institute, Manchester, 1975;
- “Brasileiros descobrem tecido bactericida”, Publicada a 13-08-2007, Unicamp, Gazeta do Povo;
- Brook, R.J., Arnold, G.C., “Applied Regression Analysis and Experimental Design”, Marcel Dekker, NY, 1985;
- **Carla Manuela Fonseca Mendes**, Utilização de processos de Higienização Hospitalar na Optimização de Têxteis Cirúrgicos, 2007;
- C.C.I., (2004) “As roupas hospitalares”- CHCB SA;
- **Daniel Ferreira Esteves**, “Avaliação da actividade antimicrobiana em materiais têxteis”, 2007;

- **Hyang Yeon Lee et al**, “A practical procedure for producing silver nanocoated fabric and its antibacterial evaluation for biomedical applications”, February 2007;
  
- **Laerte Idal Sznelwar et al**, A produção de Serviços de Saúde em Ambiente Hospitalar; Revista Produção, v.14, n3, pag.45- 57, Set/Dez 2004
  
- **Lewis D. M., Mcilroy K. M.** The chemical modification of cellulosic fibres to enhance dyeability, Rev Prog Coloration, 27:5-17, 1997
  
- Manual de Limpeza Hospitalar, Sociedade de protecção à Maternidade e Infância de Cuiabá, Hospital Geral Universitário, 2007;
  
- Manual de Limpeza Hospitalar, CHCB (Centro Hospitalar Cova da Beira), 2009;
  
- **Mao C., Qiu Y., Sang H; Mei H., Zhu A., Shen J., Lin S.** Various approaches to modify biomaterialsurfaces for improving hemocompatibility, Advances .in Colloides and Interface Science, 110:5-17, 2004;
  
- “Mercados Mundiais para Têxteis Técnicos: Previsões para 2010”, Observatório Têxtil do CENESTAP, Janeiro 2004; – “Mercados Mundiais para Têxteis Técnicos: Previsões para 2010”, Observatório Têxtil do CENESTAP, Janeiro 2004;
  
- **Michielsen S. (2004)**; Approches to Controlling Micro-organisms in Hospital Textiles 4<sup>th</sup> Internacional Conference on Safety and Protective Fabrics, IFAI event, 132-150;
  
- **M. Rai et al**, “Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials”, Biotechnology Advances 27 (2009), pág.76-83;
  
- **Murphy, T., Norris, K.P., Tippet, L.H.**, “Métodos estadísticos en la Tecnologia Textil”, The Textile Institute and Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales”, Libreria Bosch, 1963;
  
- “*Nanotecnologia têxtil contra infecções*”, Publicada a: 13-10-2008, Portugal Têxtil;
  
- Norma NP EN 340, 2005;Vestuário de protecção, Requisitos gerais;

- Norma NP ISO 20645, 2005, Tecidos - Determinação da actividade antibacteriana; Ensaio de difusão em placa de ágar (ISO 20645:2004);
  
- Norma EN ISO 12945-2:2004 - Determinação da propensão dos tecidos ao aparecimento de pêlo superficial e borboto. Parte 2: Método Martindale modificado;
  
- Norma ISO 13937-1 (2000), “Determination of tear force using ballistic pendulum method (Elmendorf)”
  
- Norma NP EN ISO 13934-1 (2001), “Determinação da força máxima e do alongamento à força máxima pelo método da tira”
  
- “Novos tecidos cirúrgicos reutilizáveis desenvolvidos por investigadores portugueses”, publicado no Público, 18 Jan de 2002;
  
- **Pereira A.**, “SPSS, Guia Prático de Utilização”, Edições Sílabo, 5ª Edição, 2004;
  
- **Purwar R.** (2004); Recent developments in antimicrobial finishing of textiles – A review; AATCC Review 4, 22-26;
  
- “Santista lança produtos para roupas profissionais com propriedades nanotecnológicas”, Dezembro 2006, Revista Pesquisa FAPESP;
  
- **Silke Skirlo** “ O acabamento antibacteriano nanotecnológico”, Division Finishing; CHT Bezema, Junho 2007;
  
- **Silva**, , E.C., “Estatística Aplicada à Têxtil”, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, 2001
  
- **Sun S., Bickett X. U. X., Williams J. F.**, Durable and regenerable antibacterial finishing of fabrics with a new Hydantoin derivative, Ind Eng Chem Res 40:1016-1021, 2001;

- **Sun G; Kim Y. H.**, (2001) Durable antimicrobial finishing of Nylon fabrics with acid dyes and quaternary ammonium salt, *Textile Research Journal*, 71(4):318-323;

- **Teresa Raquel Barata** ; Nanotecnologia: sector Têxtil, 2005;

-“Têxteis com Protecção Microbiana”, Saber funcionais, CITEVE 2008;

-**Ramachandran, T., Rajendrakumar K., Rajendran, R.** (2004); Antimicrobial textiles-An Overview. *Internet Explorer (India) Journal-Textile*, 84 (2): 42—47.

### **Webografia**

- <http://www.cognitex.pt>;

- <http://www.portugaltexsil.com>;

- <http://www.citeve.pt>;

-<http://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology>;

- <http://www.redetec.org.br/inventabrasil/tecifungo.htm>;

- <http://www.microbeshild.com>;

- <http://www.advansa.com>;

- <http://www.Technical-Textiles.net>;

- <http://www.ultra-fresh.com.br/tratamento>;

- <http://www.silpure.com>;

- <http://www.inova.unicamp.br>;

- <http://www.lectra.com>

# Anexos

**Anexo 1** – Inquérito feito aos profissionais de saúde feito do C.H.C.B.

**Anexo 2** – Especificações Técnicas da farda hospitalar

**Anexo 3** – Especificações técnicas do produto

**Anexo 4** – Instruções de utilização do aparelho Permetest

**Anexo 1 - Inquérito aos profissionais  
do C.H.C.B.**

**Anexo 2 - Caderno técnico da farda  
hospitalar**

## **Anexo 3 - Especificações técnicas do produto**

## **Anexo 4 - Instruções de utilização do aparelho Permetest**