

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
LISTA DE FIGURAS .....	4
LISTA DE GRÁFICOS .....	6
LISTA DE QUADROS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
LISTA DE EQUAÇÕES.....	9
LISTA DE ABREVIACÕES .....	10
RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	12
<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 - ENQUADRAMENTO DO TRABALHO .....	13
1.2 - OBJETIVOS GERAIS .....	14
1.3 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4 - MOTIVAÇÃO .....	15
1.5 - METODOLOGIA .....	15
1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	15
<b>CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>17</b>
2 - ÚLCERA DE PRESSÃO .....	17
2.1 - ÚLCERA DE PRESSÃO: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO .....	17
2.2 - INCIDÊNCIA DE ÚLCERA DE PRESSÃO EM PACIENTES DE TERAPIA INTENSIVA .....	20
2.3 - ESCALAS DE PREDIÇÃO DE RISCO PARA ÚLCERA DE PRESSÃO .....	20
2.4 - FATORES DE RISCO RELACIONADOS A ÚLCERAS DE PRESSÃO.....	21
2.5 - DISPONIBILIDADE E UTILIZAÇÃO DAS MEDIDAS PREVENTIVAS.....	27
2.6 - TRATAMENTO LOCAL DA ÚLCERA DE PRESSÃO .....	28
2.7 - OS CUSTOS ECONÔMICOS DAS ÚLCERAS DE PRESSÃO .....	31
2.8 - TÊXTEIS TÉCNICOS NA MEDICINA .....	31

2.8.1 - DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS TÊXTEIS TÉCNICOS .....	31
2.8.2 - MERCADO MUNDIAL PARA TÊXTEIS TÉCNICOS .....	33
2.8.3 - TÊXTEIS COM APLICAÇÃO NA MEDICINA.....	34
2.8.4 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS PARA APLICAÇÕES MÉDICAS .....	37
2.8.5 - TÊXTEIS APLICADOS NA PREVENÇÃO E NO TRATAMENTO DA ÚLCERA DE PRESSÃO .....	40
<b>CAPÍTULO III - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>43</b>
3.1 - BREVES NOÇÕES DE ESTRUTURA DE TECIDOS.....	43
3.1.1 - TECIDO .....	43
3.1.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS LIGAMENTOS.....	44
3.1.3 - DERIVADOS DE SARJA .....	46
3.1.4 - COEFICIENTE DE LIGAMENTO DOS TECIDOS.....	47
3.1.5 - CLASSIFICAÇÃO DOS TECIDOS.....	47
3.1.6 - TECIDOS DUPLOS .....	48
3.2 - PROPRIEDADES DOS TECIDOS.....	49
3.2.1 - O CONFORTO .....	49
3.3 - PROPRIEDADES SUPERFICIAIS DE TECIDOS.....	52
3.3.1 - SISTEMA KES-FB .....	53
3.4 - SISTEMA FRICTORQ.....	58
3.4.1 - FRICTORQ I .....	58
3.4.2 - FRICTORQ II .....	62
<b>CAPÍTULO IV - DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>65</b>
4.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS SELECIONADAS .....	65
4.1.1 - O ALGODÃO .....	65
4.1.2 - O LYOCELL .....	67
4.2 - DESENVOLVIMENTO DAS AMOSTRAS.....	70
4.2.1 - PREPARAÇÃO DOS FIOS .....	70

4.2.2 - PREPARAÇÃO À TECELAGEM .....	71
4.2.3 - A TECELAGEM .....	74
4.2.4 - CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE TECIDO PRODUZIDAS.....	78
4.2.5 - AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO .....	80
4.2.5.1 - MEDIÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO KAWABATA.....	80
4.2.5.2 - MEDIÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO FRICTORQ II .....	83
<b>CAPÍTULO V - ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
5.1 - DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO KAWABATA.....	85
5.2 - DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO FRICTORQ II.....	87
5.3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DO MÉTODO KAWABATA E DO MÉTODO FRICTORQ II .....	93
<b>CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES .....</b>	<b>95</b>
<b>CAPÍTULO VII - PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>98</b>
<b>WEBGRAFIA .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Úlcera de pressão, Estágio I .....	18
Figura 2 - Úlcera de pressão, Estágio II .....	18
Figura 3 - Úlcera de pressão, Estágio III .....	19
Figura 4 - Úlcera de pressão, Estágio IV .....	19
Figura 5 - Força de cisalhamento .....	23
Figura 6 - Representação do entrelaçamento dos fios .....	44
Figura 7 - Exemplos de ligamento: Sarja de 4 .....	45
Figura 8 - Exemplos de derivados de sarja, granitado .....	46
Figura 9 - KES-FB1.....	53
Figura 10 - KES-FB2 .....	53
Figura 11 - KES-FB3 .....	54
Figura 12 - KES-FB4 .....	54
Figura 13 - Exemplo gráfico HESC Data Chart .....	56
Figura 14 - Geometria do modelo teórico FRICTORQ I .....	59
Figura 15 - Tecido-contra-tecido, FRICTORQ I .....	61
Figura 16 - Corpos padrão SMB e TMB, FRICTORQ I.....	61
Figura 17 - Visualização do painel frontal do programa após a realização do ensaio .....	62
Figura 18 - FRICTORQ II .....	62
Figura 19 - Esquema - FRICTORQ II .....	63
Figura 20 - Fluxograma de obtenção da fibra de algodão .....	65
Figura 21 - Fluxograma de obtenção da fibra de lyocell.....	68
Figura 22 - Bobinagem do fio a 1 cabo, Retorção e Bobinagem do fio a 2 cabos.....	71

Figura 23 - Esquema da urdideira seccional .....	72
Figura 24 - Vista do casal com os fios utilizados nas amostras.....	72
Figura 25 - Cilindro intermediário seccional .....	73
Figura 26 - Órgão da teia.....	73
Figura 27 – Esquema do tear .....	76
Figura 28 - Etapas da preparação à tecelagem.....	77
Figura 29 - Passamento dos fios no pente .....	77
Figura 30 - Sistema de cartão perfurado .....	78
Figura 31 - Produção do tecido no tear .....	78
Figura 32 - Ilustração do lado direito e do lado avesso do tecido .....	80
Figura 33 - Equipamento KES FB4 e tecido pronto para ser ensaiado.....	82
Figura 34 - Elemento de contato com a amostra e ensaio em andamento.....	82
Figura 35 - Painel de resultados.....	82
Figura 36 - Equipamento FRICTORQ II e ensaio em andamento .....	84
Figura 37 - Elemento de contato com a amostra e painel principal. ....	84

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Consumo de têxteis técnicos por aplicação na Europa Ocidental em € milhares de milhões.....	33
Gráfico 2 - Comparação do atrito dinâmico do lado direito das amostras entre o método Kawabata e Frictorq II.....	93
Gráfico 3 - Comparação do atrito dinâmico do lado avesso das amostras entre o método Kawabata e Frictorq II.....	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Prevenção da úlcera de pressão .....	28
Quadro 2 - Materiais têxteis não-implantáveis. ....	35
Quadro 3 - Materiais têxteis implantáveis.....	36
Quadro 4 - Materiais têxteis utilizados na higiene e saúde.....	37
Quadro 5 - Características dos fios .....	71
Quadro 6 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra A</b> através do método Frictorq II .....	87
Quadro 7 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra B</b> através do método Frictorq II.....	88
Quadro 8 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra C</b> através do método Frictorq II.....	88
Quadro 9 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra D</b> através do método Frictorq II .....	89
Quadro 10 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra E</b> através do método Frictorq II .....	89
Quadro 11 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra F</b> através do método Frictorq II .....	90
Quadro 12 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra G</b> através do método Frictorq II .....	90
Quadro 13 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra H</b> através do método Frictorq II .....	91
Quadro 14 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra I</b> através do método Frictorq II.....	91
Quadro 15 - Medição do atrito dinâmico da <b>amostra J</b> através do método Frictorq II.....	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação das propriedades mecânicas com o toque.....	55
Tabela 2 - Parâmetros que descrevem as propriedades mecânicas.....	55
Tabela 3 - Características do equipamento KES-FB.....	57
Tabela 4 - Tabela de propriedades do algodão.....	66
Tabela 5 - Tabela de propriedades do lyocell.....	69
Tabela 6 - Tabela de caracterização das amostras.....	79
Tabela 7 - Valores obtidos dos ensaios no KES FB4 – Lado direito do tecido.....	85
Tabela 8 - Valores obtidos dos ensaios no KES FB4 – Lado avesso do tecido.....	86

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Coeficientes de ligação à teia e à trama.....	47
Equação 2 - Princípio da conservação de energia.....	49
Equação 3 - Valor binário .....	59
Equação 4 - Substituição do valor de $p$ .....	60
Equação 5 - Coeficiente de atrito.....	60
Equação 6 - Valor do binário.....	63
Equação 7 - Coeficiente de atrito.....	64

## LISTA DE ABREVIÇÕES

AHCPR - Agency of Health Care Policy and Research

cNm - centi Newton metro

CSIRO - Australian Commonwealth Scientific and Research Organization

CTI - Centro de Terapia Intensiva

FAST - Fabric Assurance by Simple Testing

KES-FB - Kawabata Evaluation System for Fabrics

Motor DC - Motor de corrente contínua

NPUAP - National Pressure Ulcer Advisory Panel

PC - Computador pessoal

UP - Úlcera de Pressão

UTI - Unidade de Terapia Intensiva

$\mu_{kin}$  - coeficiente de atrito cinético

## RESUMO

Uma úlcera de pressão constitui em uma grande perda de pele ou da membrana mucosa resultante da insuficiente alimentação dos tecidos (oxigénio e nutrientes) derivado de uma pressão prolongada e constante sobre os vasos sanguíneos que irrigam esta área. As úlceras atingem entre 7% e 35% dos pacientes hospitalizados, podem levar a amputações e constituem um significativo problema económico. O custo do tratamento atinge o valor de US\$ 7 mil milhões ( $7 \times 10^9$ ) por ano nos Estados Unidos da América e cerca de £ 420 milhões de libras no Reino Unido.

Existem já alguns métodos e terapias que ajudam a minimizar este problema. Como por exemplo, a utilização de colchões e almofadas especiais, aplicações de produtos químicos e farmacêuticos para cuidado com a pele e maior atenção humana aos tempos de imobilização constituem as formas de combate à formação e ao agravamento das úlceras de pressão.

Os lençóis atualmente disponíveis nos hospitais são “rígidos” e absorvem a umidade e o calor liberados pelo corpo do paciente, o que pode influenciar e promover as úlceras de pressão. A fricção do corpo humano nestes materiais têxteis induz ao início ou agravamento desta patologia. Consequentemente, a funcionalização e o uso terapêutico de produtos têxteis como auxiliares ativos de profilaxia constituem uma solução interessante que deve ser explorada.

Assim, o presente trabalho de investigação visa a construção de uma estrutura têxtil convencional (tela dupla) utilizando fios de algodão, lyocell e uma mistura de algodão com lyocell, com vista a obter um coeficiente de atrito otimizado, para o lado direito e avesso do tecido, bem como, para os eixos perpendiculares, isto é, segundo a direção longitudinal (teia) e a direção transversal (trama).

Esta estrutura inovadora poderá contribuir para a prevenção das úlceras de pressão reduzindo assim os custos dos tratamentos médicos e melhorando o conforto fisiológico e sensorial dos pacientes.

**Palavras Chave:** Úlcera de pressão; tecido; lençóis; coeficiente de atrito; algodão; lyocell; têxteis técnicos; têxteis na medicina; Kawabata; Frictorq.

## ABSTRACT

A pressure ulcer is a big damage to the skin or mucous membrane resulting from insufficient supply of tissues (oxygen and nutrients) derived from a prolonged and constant pressure on the blood vessels that supply this area. The ulcers affect between 7% and 35% of hospitalized patients, can lead to amputations and constitute a significant economic problem. The cost of the treatment reaches the value of US\$ 7 billion ( $7 \times 10^9$ ) per year in the United States of America and around £ 420 million of pounds in the United Kingdom.

There are already some methods and therapies that help to minimize this problem. For example, the use of bedding suitable for bedridden patients, use of special mattresses and pillows, applications of chemicals and pharmaceuticals for skin care and more attention of the human to the time of immobilization are the ways to combat the formation and aggravation of pressure ulcer.

Actually, the sheets that we have available in hospitals are "hard" and absorbing the moisture and the heat released by the patient's body, which can influence and promote pressure ulcer. The friction of the human body in these textile materials leads to the beginnings or worsening of this pathology. Consequently, the functionalization and the therapeutic use of textile products as active auxiliaries of prophylaxis provide an interesting solution that should be explored.

Therefore this research work aims to construct a conventional textile structure (dual screen) using yarns of cotton, yarns of lyocell and mixed with cotton and lyocell to obtain a coefficient of friction optimized for the right side and underside of the fabric, as well as for the perpendicular axes, such as in the longitudinal direction (warp) and transverse direction (weft).

This innovative structure will contribute to the prevention of pressure ulcers, thereby reducing costs of medical treatments and improving the physiological and sensory comfort of patients.

**Keywords:** Pressure ulcer; tissue; sheets; friction coefficient; cotton; lyocell; technical textiles; textiles in medicine; Kawabata; Frictorq.

## **CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO**

### **1.1 - ENQUADRAMENTO DO TRABALHO**

As úlceras de pressão (UP) impõem uma sobrecarga física, emocional e social, para o paciente e a sua família, piorando a sua qualidade de vida e contribuindo para o aumento dos custos dos serviços de saúde, uma vez que induzem à maiores tempos de hospitalização, bem como, índices de morbilidade e mortalidade mais elevados.

Muito se tem discutido sobre a causalidade, fisiopatogenia e, conseqüentemente, a metodologia para a prevenção das UP, principalmente em grupos considerados mais vulneráveis como os pacientes em condições críticas e crônicas, em cuidados paliativos e idosos, especialmente, os institucionalizados.

O desenvolvimento de estudos e pesquisas nesta área tem contribuído para uma significativa melhoria nos tratamentos e cuidados médicos que os pacientes hospitalizados requerem, visando uma melhor assistência prestada pelos profissionais de saúde aos seus pacientes. Neste âmbito, os produtos têxteis podem ser utilizados na prevenção e, eventualmente, no tratamento das úlceras de pressão como auxiliares ativos.

Estes tipos de produtos recebem a designação de têxteis técnicos e são estruturas projetadas e desenvolvidas com uma determinada funcionalidade, possuindo características específicas de forma a satisfazer os requisitos para cada aplicação.

A fricção do corpo humano nos produtos têxteis atualmente utilizados como roupas de cama e vestuário nos pacientes acamados é, pela sua dureza, um fator de formação e agravamento das úlceras de pressão. Os lençóis utilizados em meio hospitalar podem desempenhar um papel essencial na profilaxia das UP, não só contribuindo para a prevenção do seu aparecimento, mas também, para facilitar o trabalho dos enfermeiros e dos auxiliares de ação médica, mantendo o paciente numa posição estabilizada e, simultaneamente, facilitando a mudança de posição, de uma forma mais expedita e menos dolorosa.

## **1.2 - OBJETIVOS GERAIS**

Esta tese tem como objetivo construir uma estrutura têxtil convencional (tela dupla) com coeficientes de atrito otimizados para o lado direito e avesso do tecido, bem como, segundo a direção longitudinal (teia) e transversal (trama).

Este objetivo pode ser alcançado através da construção de uma estrutura têxtil, que possua coeficientes de atrito programadamente diferenciados segundo as premissas.

O desenvolvimento desta estrutura irá contribuir para a minimização dos fatores que conduzem à abrasão da epiderme e, posteriormente, à formação ou agravamento das úlceras de pressão.

Esperamos que a nova estrutura têxtil possa contribuir significativamente para a redução da prevalência e dos custos de tratamento médico associados às úlceras de pressão, minimizar os cuidados de enfermagem, bem como, melhorar o conforto fisiológico e sensorial dos pacientes.

## **1.3 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Independente de assegurar em qualquer circunstância o melhor conforto termofisiológico, o lado direito do tecido deve possuir um maior coeficiente de atrito no sentido da direção da cama para se obter uma melhor estabilização da posição do paciente e um menor coeficiente de atrito na direção transversal no sentido do movimento de deslocação do paciente, para facilitar a movimentação e rotação do paciente no decurso das mudanças periódicas de posição anatômica. Paralelamente, o lado avesso do tecido deve possuir uma superfície que dificulte ao máximo o seu deslizamento no colchão e/ou no revestimento.

O lado direito deve possuir uma superfície suave; boa higroscopicidade e capacidade de retenção de água; uma sensação de frescura e, fundamentalmente, um coeficiente de atrito superior ao longo do sentido teia, comparativamente ao coeficiente de atrito no sentido da trama.

O lado avesso deve ter uma superfície rugosa com maior coeficiente de atrito segundo a direção da teia e da trama; boa adesão ao colchão e/ou revestimento; boa higroscopicidade e capacidade de retenção de água.

Os fios produzidos com fibras de algodão e lyocell foram selecionados para o desenvolvimento da estrutura devido às suas propriedades físicas e químicas intrínsecas que garantem os objetivos pretendidos.

## **1.4 - MOTIVAÇÃO**

Uma breve pesquisa sobre úlceras de pressão foi realizada antes da seleção do tema para o trabalho de investigação tendo sido determinante para perceber a sua importância e para a decisão de efetuar este estudo.

Assim, a motivação para realização deste trabalho fundamenta-se na ocorrência frequente da úlcera de pressão em pessoas acamadas ou imobilizadas e suas consequências, como a diminuição da qualidade de vida do paciente; problemas físicos, emocionais e sociais que esta doença proporciona ao doente e todos aqueles que estão ao seu redor, como família e amigos. Como um grande desafio, julguei que os meus conhecimentos e a oportunidade de realizar este estudo poderiam ser utilizados contribuindo para diminuição do sofrimento de muitas pessoas.

Este estudo pode vir a proporcionar uma mudança de mentalidade com vista à relevância do uso da engenharia têxtil e, mais propriamente, de estruturas têxteis otimizadas, na utilização de roupas de cama nos hospitais para doentes acamados ou imobilizados, com vista a uma profilaxia melhorada no combate às úlceras de pressão.

## **1.5 - METODOLOGIA**

O desenvolvimento do presente trabalho de investigação baseia-se na seguinte metodologia:

- 1 - Delimitação e seleção dos objetivos do trabalho a desenvolver.
- 2 - Levantamento do estado da arte em úlceras de pressão e têxteis hospitalares relacionados;
- 3 - Planeamento, concepção e otimização da nova estrutura têxtil. Seleção das matérias-primas, métodos de produção, sistema de controle de qualidade e de avaliação das propriedades (coeficiente de atrito dinâmico) das estruturas desenvolvidas.
- 4 - Análise e interpretação dos resultados obtidos.

## **1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A estrutura desta tese encontra-se organizada em sete capítulos.

O capítulo 1 define a estrutura formal da tese, contendo a sua contextualização, objetivos gerais e específicos, a motivação e a metodologia adotadas no seu desenvolvimento.

O capítulo 2 aborda o estado da arte em úlceras de pressão, contendo sua definição, incidência, fatores de risco, medidas preventivas e tratamentos. Também os têxteis técnicos usados em meio hospitalar e que se relacionam com a patologia em análise são estudados.

O capítulo 3 é dedicado à fundamentação teórica, abordando os conceitos de áreas técnico/científicas envolvidas: conforto, propriedades de superfície e sistemas de determinação do coeficiente de atrito dinâmico através dos sistemas Kawabata e Frictorq.

O capítulo 4 contempla o desenvolvimento experimental desde a caracterização das matérias-primas, preparação dos fios, fabricação do tecido, equipamentos laboratoriais utilizados e a descrição dos ensaios realizados.

No capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos e sua interpretação.

O capítulo 6 apresenta as conclusões sobre o trabalho realizado.

No capítulo 7 definem-se algumas sugestões para a continuidade deste trabalho e possíveis linhas de investigação complementares.

## **CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - ESTADO DA ARTE**

### **2 - ÚLCERA DE PRESSÃO**

#### **2.1 - ÚLCERA DE PRESSÃO: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO**

A denominação “Úlcera de Pressão” (UP) desta enfermidade foi recomendada como a mais adequada, dado ser a pressão o fator mais importante e relevante na formação das feridas e lesões. (Bergstrom, 1994)

Os profissionais da área de saúde ainda utilizam muitas vezes o termo escara, pois desconhecem o termo correto a ser utilizado e não possuem atualizações dos seus conhecimentos sobre as úlceras de pressão, também utilizam por tradição. (Bergstrom, 1994)

O termo “escara” define-se ao tecido necrosado presente na ferida. Já o termo decúbito é utilizado pelos médicos ao que se refere à posição da pessoa que está deitada ou acamada. (Bergstrom, 1994)

A úlcera de pressão é definida por uma área localizada onde ocorreu a morte das células, provocada pela compressão de um tecido mole entre uma saliência óssea e uma superfície dura, como por exemplo, o colchão utilizado em hospitais, por um longo período de tempo. (Bergstrom, 1994)

As úlceras de pressão podem se desenvolver em qualquer parte do corpo que está exposta a um excesso de pressão. Estas áreas têm tendência à formação da UP, pois o peso do corpo da pessoa encontra-se concentrado em algumas partes do corpo durante o repouso por um longo período em superfície inadequada. (Bergstrom, 1994)

A diminuição da vascularização provocada pelo fechamento dos vasos sanguíneos quando exposto à pressão durante um período intenso em uma determinada área do corpo, levando assim à redução do fluxo sanguíneo, que é responsável por oxigenar e nutrir os tecidos e como consequência ocorre assim a isquemia tecidual. Os danos na pele e nos tecidos mais profundos como músculos e ossos acontecem de acordo com a duração do período e intensidade da pressão em que o paciente foi submetido. (Bergstrom, 1994)

A classificação da UP proposta pelo NPUAP e adotada pelo AHCPR estabelece a sua graduação em estágios de I a IV. (Bergstrom, 1994)

ESTÁGIO I: é um eritema da pele, com certa vermelhidão que não desaparece e também não retorna a sua coloração normal após o término da pressão ao qual a pele estava sendo submetida. Nos pacientes com a cor da pele mais escura existem outros fatores que podem evidenciar a presença de uma UP, tais como, o calor, um edema e o endurecimento desta pele. (Bergstrom, 1994)



Figura 1 - Úlcera de pressão, Estágio I

Fonte: <http://www.publisaude.com.br/portal/artigos/enfermagem/ulcera-por-pressao.html>

ESTÁGIO II: ocorre uma perda de parte da pele como a epiderme e/ou a derme. Indica que esta UP ainda é considerada superficial e possui um aspecto de uma bolha, cratera rasa ou uma abrasão. (Bergstrom, 1994)



Figura 2 - Úlcera de pressão, Estágio II

Fonte: <http://www.publisaude.com.br/portal/artigos/enfermagem/ulcera-por-pressao.html>

ESTÁGIO III: entende-se pela perda da pele na sua totalidade tendo como consequência uma necrose do tecido subcutâneo, é uma cratera profunda que não se estende até a membrana fibrosa que envolve os músculos, mas que futuramente poderá se aprofundar. (Bergstrom, 1994)



Figura 3 - Úlcera de pressão, Estágio III

Fonte: <http://www.publisaude.com.br/portal/artigos/enfermagem/ulcera-por-pressao.html>

ESTÁGIO IV: ocorre a perda total da pele, com uma vasta destruição. Poderá apresentar necrose do tecido, danos nos músculos, ossos e tendões. (Bergstrom, 1994)



Figura 4 - Úlcera de pressão, Estágio IV

Fonte: DEALEY, C. – O tratamento de Pacientes com Feridas Crônicas - Cuidando de Feridas, São Paulo, 1996, p. 100.

## **2.2 - INCIDÊNCIA DE ÚLCERA DE PRESSÃO EM PACIENTES DE TERAPIA INTENSIVA**

Os índices de prevalência de UP nos pacientes que se encontram nas unidades de terapia intensiva são muito mais elevados do que em outras valências hospitalares, devido a fatores de risco que estão presentes, assim como, pela gravidade da doença, instabilidade hemodinâmica, insuficiência respiratória, falência múltipla dos órgãos etc. (Cuddigan, 2001)

Foram analisados estudos sobre 90 casos de incidências de UP em unidades de terapia intensiva, em países como Estados Unidos, Canadá e Reino Unido na década de 90 e foram identificados certos índices de ocorrência da UP que variaram entre 8 a 40%. Entretanto, não foi possível obter significativas conclusões destas pesquisas pelas limitações metodológicas encontradas. (Cuddigan, 2001)

Outros estudos realizados em locais diferentes dentro de um mesmo hospital como UTI geral, médica, cirúrgica, neurológica, unidades de reabilitação, clínica médica e cirúrgica apresentam uma incidência de UP entre 12% a 28,1%. (Olson, 1996).

## **2.3 - ESCALAS DE PREDIÇÃO DE RISCO PARA ÚLCERA DE PRESSÃO**

Em uma pesquisa realizada nas Unidades de Terapia Intensiva sobre a redução da incidência de UP, concluiu-se que a prática clínica fundamentada no uso de protocolos para a avaliação dos pacientes permite uma melhor avaliação do paciente, sendo possível, com certa facilidade, detectar os fatores de risco para o desenvolvimento de UP. (Antle e Leafgreen, 2001)

Alguns autores como Norton, Gosnell, Warterlow e Braden, têm desenvolvido e colocado em prática escalas que identificam os fatores preditivos para o desenvolvimento de UP. (Antle e Leafgreen, 2001)

A escala de Braden, definida pelos peritos internacionais como a melhor escala a ser utilizada devido a sua confiabilidade, validade e eficiência para predizer o risco de formação da UP. (Bergstrom, 1987)

A elaboração da escala de Braden partiu de fatores críticos para a formação da UP que são eles a intensidade, a duração da pressão e a tolerância dos tecidos para suportarem a pressão exercida. (Bergstrom, 1987)

Esta escala é formada por seis sub-escalas:

- Percepção sensorial
- Mobilidade
- Atividade
- Umidade
- Nutrição
- Fricção e Cisalhamento

Á partir destas seis sub-escalas apresentadas acima é possível obter escores de 6 a 23. Um menor número de escores significa um risco maior para a formação de UP, ao contrário de escores altos que concluem um menor risco. (Bergstrom, 1987) – Ver Anexo 1

## **2.4 - FATORES DE RISCO RELACIONADOS A ÚLCERAS DE PRESSÃO**

### **Pressão: duração e intensidade**

A pressão é um fator de risco muito importante para o aparecimento e desenvolvimento da UP. A capacidade de percepção sensorial, mobilidade e atividade estão relacionadas diretamente a intensidade e duração desta pressão. (Bergstrom, 1987)

Os pacientes que estão expostos um curto tempo a uma alta pressão tem possibilidade de adquirir danos parecidos ou superiores àqueles em que os tecidos estão submetidos por um longo período a uma baixa pressão. Sendo assim, a relação entre duração e intensidade da pressão é muito importante. (Bergstrom, 1987)

Quando o paciente está acamado ou imobilizado por um período de tempo prolongado em colchões de espuma com baixa densidade, em cama, macas, mesas cirúrgicas, a exposição à alta pressão é favorecida. (Bergstrom, 1987)

A pele normal pode resistir a pressões entre 200 a 600 mmHg por até 11 a 16 horas. Nas populações com risco aumentado, as úlceras isquémicas desenvolvem-se quando uma área sofre pressão de 500 mmHg por 2 horas ou 150 mmHg por 10 horas. Entretanto pode ocorrer degeneração das fibras musculares em apenas 1 a 2 horas, quando submetidas a uma pressão de 60 a 70 mmHg. Nas proeminências ósseas a pressão chega a atingir 100 a 150 mmHg. (Vivó, 2000)

## **Percepção sensorial**

A escala de Braden define como percepção sensorial, a capacidade do paciente de perceber e reagir à pressão que lhe esta sendo aplicada. O paciente é estimulado a realizar mudança de posição ou solicitar ajuda de outras pessoas para o fazer, pela sensação de pressão ou desconforto. (Bergstrom, 1987)

A percepção sensorial esta diretamente relacionada com a diminuição do nível de consciência, a mobilidade e atividade do paciente que separadamente ou em conjunto desencadeiam a UP. (Bergstrom, 1987)

É atribuído a este fator a responsabilidade do comprometimento da mobilidade e diminuição da capacidade do paciente de detectar quando é necessário a mudança de posição. É provocado por certas patologias como traumas neurológicos, sedação com a finalidade de realizar procedimentos invasivos e também por terapias para alguns tipos de doenças. (Braden, 1997)

## **Mobilidade e atividade**

Define-se como a capacidade de avaliar a pressão por meio do movimento. A mobilidade e atividade são fatores de risco consideráveis para a formação de UP. Os pacientes que apresentam um elevado risco de formação de UP são aqueles que estão sob condições de imobilidade associados a doenças graves, ao coma patológico ou induzido e ligados a aparelhos que dificultam a realização de mudanças de posição. (Bergstrom, 1987)

## **Tolerância tecidual**

A tolerância tecidual está relacionada diretamente a fatores extrínsecos, tais como, a umidade, a fricção e a força de cisalhamento. E também a fatores intrínsecos como a nutrição, idade e pressão arterial. Esta tolerância depende da capacidade dos tecidos do indivíduo de suportarem determinada pressão. (Bergstrom, 1987)

Define-se também como o fator que descreve a condição ou integridade da pele e suas estruturas, que auxiliam na distribuição e na capacidade de suportar a pressão sofrida. (Bryant, 1992)

Quando o paciente está exposto a períodos prolongados de incontinência fecal ou episódios febris que levam a uma sudorese contínua, a tolerância tissular pode ser diminuída devido ao excesso

de umidade. Este caso acontece também por fricção e cisalhamento que o cansaço físico e diminuição da força muscular provocam, tendo como consequência o escorregamento do paciente no leito. (Carlson, 1999)

### **Forças de fricção e cisalhamento**

A ocorrência das forças de fricção e cisalhamento estão presente nos pacientes acamados e/ou imobilizados.

Estes são considerados fatores de risco para a formação de UP. A abrasão entre duas superfícies, pele e lençol deslizam uma contra a outra, é um dos principais fatores de formação da UP. No fato muitos pacientes acamados e/ou imobilizados não conseguem realizar movimentos sozinhos, acabam por arrastar o corpo ou são arrastados pelos enfermeiros sobre uma superfície de apoio durante a movimentação produzindo força de corte. (Braden, 1997)

Esta força de cisalhamento também ocorre em consequência do posicionamento incorreto do paciente, como por exemplo, quando o indivíduo é mantido em uma cama com a cabeceira elevada num ângulo acima de 30 graus, possibilitando assim que o mesmo escorregue e lesione certas regiões como a sacral e do cóccix, principalmente, podendo provocar danos em tecidos mais profundos. (Braden, 1997)

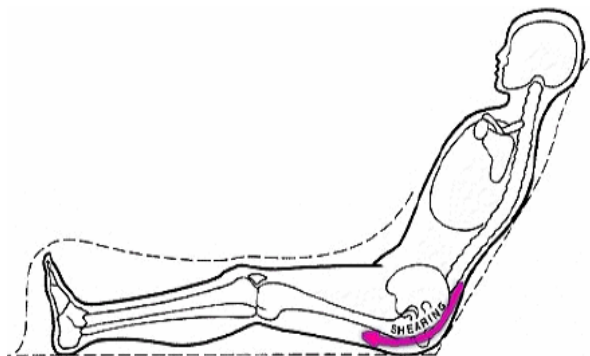


Figura 5 - Força de cisalhamento

Fonte: Maklebust J., Sieggreen M.,1996

## **Umidade**

A pele quando exposta à umidade favorece o desenvolvimento micróbios patogênicos que resulta num risco acrescido para o desenvolvimento da UP, também quando esta exposição é excessiva as camadas externas da pele se enfraquecem tornando-as mais vulneráveis a lesões. (Braden, 1997)

Outros fatores podem contribuir para o contato da pele do paciente com a umidade como as secreções dos drenos, drenagens de feridas, restos de alimentos, transpiração excessiva, incontinência urinária e fecal. A umidade da pele também esta relacionada com alterações do nível de consciência do indivíduo e outras complicações do sistema neurológico. (Bergstrom e Braden, 1996)

## **Aspectos nutricionais**

O estado nutricional do paciente é um fator de risco intrínseco de grande importância, mas muitas vezes esquecido quando diz respeito á formação da UP. A falta de proteínas, vitaminas e sais minerais no corpo do ser humano comprometem os tecidos moles, principalmente a falta de colágeno. (Bergstrom e Braden, 1996)

A deficiência de vitamina C pode dificultar a cicatrização de feridas comprometendo o tratamento da UP. Esta vitamina auxilia na formação e manutenção do colágeno que constitui a estrutura dos tecidos fibroso e duros, como os ossos e cartilagens e também faz parte da estrutura dos vasos sanguíneos. Se ocorrer a diminuição de concentração do colágeno no corpo do ser humano, acontece a inibição da hidroxilação da prolina e lisina, que são aminoácidos da molécula de protocógeno. (Bergstrom e Braden, 1996)

Destaca-se também que o déficit de vitamina A retarda a reepitelização, síntese de colágeno e adesão celular. (Bryant, 1992).

## **Aspectos relacionados com o envelhecimento**

Ao longo dos anos existe uma tendência para a redução da elasticidade e textura da pele dos seres humanos. Os idosos podem apresentar uma diminuição da freqüência de reposição celular e diminuição da massa corporal, tendo como conseqüências a redução da capacidade do tecido de distribuir a pressão e a exposição das saliências ósseas.

Os idosos possuem um maior tempo de processo de cicatrização ocasionando o desenvolvimento de úlceras de pressão. (Bryant, 1992).

### **Pressão arterial**

Um dos fatores intrínsecos de risco para a formação da UP é a hipotensão arterial sistémica. Quando ocorre uma diminuição da pressão arterial diastólica podendo ser menor ou igual a 60mmHg, o corpo tem tendência à reduzir a tolerância da pele a pressões externas. Esta diminuição pode provocar também a redução do fluxo sanguíneo aos órgãos vitais, fazendo com que aconteça o fechamento dos capilares e, conseqüentemente, favorece o aparecimento de UP. (Bergstrom, 1987)

### **Alteração da temperatura corporal**

Certos tipos de patologias neurológicas podem provocar um aumento do consumo energético dos indivíduos fazendo com que eles apresentem quadros clínicos de hipertermias persistentes. (Fernandes, 2000)

A hipertermia é apontada como sendo um fator de risco para o desenvolvimento da UP. (Fernandes, 2000).

Existe outro fator que acontece com certa frequência nos pacientes das UTIs, as infecções, que são contribuintes para o aumento da temperatura do corpo. (Bergstrom e Braden, 1996)

### **Tabagismo**

Um indivíduo tabagista está mais exposto ao risco de desenvolver a UP, pois ocorre uma intervenção no fluxo sanguíneo devido ao efeito vasoconstritor da nicotina no organismo do ser humano, tornando menor o transporte de oxigênio e alguns nutrientes para os tecidos e ainda proporcionando um aumento da adesão das plaquetas. (Maklebust e Sieggreen, 1996).

### **Doenças crônicas degenerativas**

Considera-se o cancro como um dos fatores de risco ao desenvolvimento da UP. É uma doença crónica degenerativa que afeta diversos sistemas do corpo humano, por exemplo, o imunológico tornando organismo mais susceptível a infecções. Esta doença quando associada a alterações

neurológicas torna o paciente mais vulnerável à diminuição da percepção sensorial promovendo infecções locais e sistémicas que levam à formação da UP. (Bergstrom e Braden, 1996)

A diabetes também pode ser associada com a UP. Pode-se provocar uma interferência no transporte celular de ácido ascórbico no interior das células com o aumento dos níveis de glicose presentes no sangue em pacientes diabéticos. (Maklebust e Sieggreen, 1996)

A diabetes é responsável ainda por alterações no fluxo sanguíneo periférico fazendo com que aconteça uma diminuição da percepção em algumas regiões do corpo, devido à neuropatia. (Maklebust e Sieggreen, 1996)

### **Procedimentos cirúrgicos**

Os procedimentos cirúrgicos considerados longos são fatores de risco para a UP. A sedação ou anestesia em que o paciente é submetido e o período que precisa estar em uma mesma posição provoca uma diminuição da percepção sensorial. (Stotts, 1999).

Existem alguns fatores agravantes, tais como, a rigidez da mesa de operação, cuidados pós-operatórios inexistentes para se certificar de que o paciente impossibilitado de movimentos pelos efeitos do anestésico, da analgesia, da dor entre outros, possa ser movimentado com o devido cuidado. Geralmente os pacientes são mudados inadequadamente de posição ou arrastados e deslizados na superfície do colchão, este movimento acaba por provocar outros fatores de risco da UP importantes, a fricção e o cisalhamento. (Dealey, 1996)

### **Género e raça**

Estudos relatam que existe, ainda que pequena certa influência do sexo e raça no desenvolvimento da UP. Pessoas do sexo feminino representam um número maior de pacientes com UP se comparado com pessoas do sexo masculino, e mais em pessoas brancas do que em negras ou de outras raças. Estes são fatores de risco da UP que não podem ser considerados isoladamente dos outros fatores citados. (Bergstrom e Braden, 1996)

### **Efeitos das drogas**

Algumas drogas utilizadas como sedativos, anestésicos e vasopressores. São de grande importância para o tratamento de certas patologias. Contudo, as consequências do seu uso

podem provocar sérios danos ao organismo, podendo levar o paciente ao coma induzido tornando a sua percepção sensorial menor. (Carlson, 1999)

Os medicamentos endovenosos que são utilizados para reverter certas situações críticas dos doentes podem provocar períodos prolongados de pressão invariável, tendo como resultado isquemia e necrose tecidual. (Carlson, 1999)

Outras drogas utilizadas em UTIs contribuem para o risco do desenvolvimento da UP, são os hipotensores e os corticóides. Estes provocam efeitos colaterais como hipertensão, afinamento da pele, edema, aumento da suscetibilidade a infecções e diminuição da capacidade de cicatrização. (Fernandes, 2000)

## **2.5 - DISPONIBILIDADE E UTILIZAÇÃO DAS MEDIDAS PREVENTIVAS**

Mesmo com a utilização de todas as medidas preventivas, às vezes não é possível evitar o desenvolvimento da úlcera de pressão. (Maklebust e Sieggreen, 1996)

A prevenção da UP mesmo sendo composta de intervenções que requerem baixa tecnologia, muitas vezes não é realizada em pacientes críticos, pois competem com outras intervenções terapêuticas consideradas prioritárias pela gravidade dos mesmos. (Carlson, 1999)

Travesseiros e almofadas, mudança de decúbito do paciente com frequência e também o uso de suportes que são capazes de reduzir a pressão no paciente, são algumas das medidas preventivas que podem ser adotadas para controlar o efeito do excesso de pressão na região das saliências. A utilização destas medidas deve ser documentada por escrito no prontuário do paciente hospitalizado. (Bergstrom, 1994)

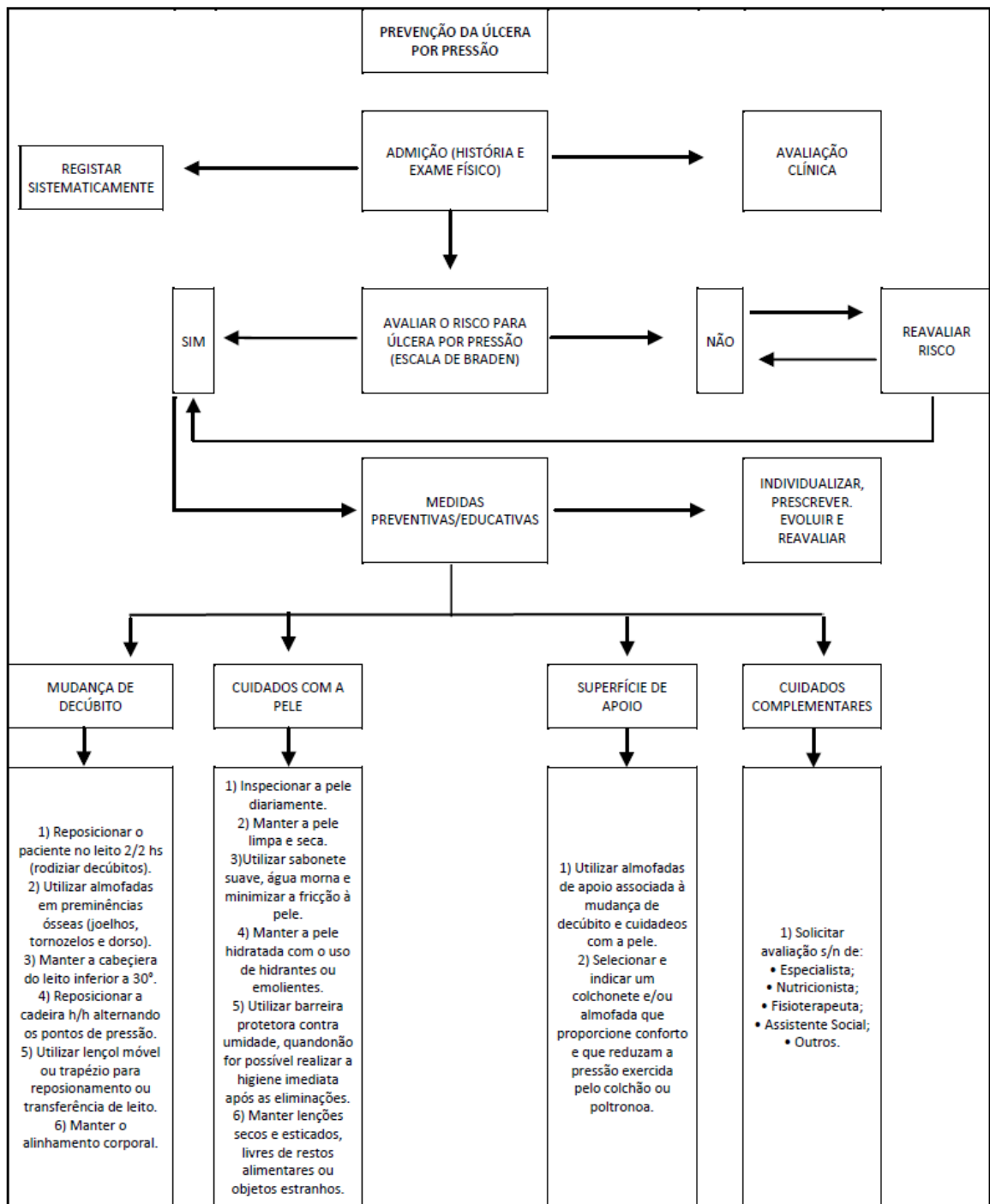
A avaliação do conhecimento e adesão das medidas preventivas dos profissionais da área de saúde é de grande relevância para a prevenção da UP. (Bergstrom, 1994).

De acordo com a AHCP, foi constatado que é possível obter uma redução dos riscos de desenvolver a UP entre 25% e 50% com o uso de medidas preventivas. (Bergstrom, 1994)

Apresentam-se seguidamente algumas destas medidas:

- Programas educacionais para a redução da incidência de UP;
- Proteção dos efeitos nocivos da pressão, fricção e cisalhamento;
- Manutenção e otimização da tolerância tecidual à pressão. (Bergstrom, 1994)

Quadro 1 - Prevenção da úlcera de pressão



Fonte: Bergstrom N., "Treatment of Pressure ulcers, clinical guideline", 1994

## 2.6 - TRATAMENTO LOCAL DA ÚLCERA DE PRESSÃO

Um diagnóstico precoce e o seu devido tratamento podem proporcionar uma redução significativa dos custos relacionados à UP, permitindo também prevenir um maior

desenvolvimento da mesma. Com esta finalidade é aconselhável realizar uma inspeção diária da UP, e efetuar um registro periódico das suas características. (Kanj, Wilking, Philipps, 1998) - Ver anexo 2

Os possíveis tratamentos locais serão descritos abaixo:

### **Desbridamento**

Consiste na remoção do tecido necrótico estimulando assim a angiogénese e também a formação de colageneo. Esta ação permite que o risco de infecção seja reduzido, e posteriormente, formulada a avaliação correta da resposta ao tratamento. (Kanj, Wilking, Philipps, 1998)

Existem 4 métodos distintos de desbridamento:

- 1) Mecânico com lâmina/bisturi (cirúrgico)
- 2) Mecânico (gaze salina “molhado para o seco”; irrigação direta com solução salina)
- 3) Enzimático (colagenase)
- 4) Autolítico (revestimentos com hidrofílm, hidrogel)

### **Limpeza**

Sempre que o penso (ou revestimento) for substituído, é necessária a realização de uma limpeza. Recomenda-se a repetição desta limpeza após o debridamento. O agente de limpeza ideal para todos os tipos de úlceras de pressão é a solução salina, também conhecida como soro fisiológico. (Kanj, Wilking, Philipps, 1998)

### **Revestimento (Pensos)**

Os revestimentos utilizados atualmente são semi-permeáveis, característica que torna possível reduzir a transmissão de vapor de água, apresentando uma capacidade de desenvolver um microambiente húmido, onde se origina a reepitelização e o desbridamento autolítico, tornando a contaminação bacteriana menor e reduzindo significativamente a dor. (Kanj, Wilking, Philipps, 1998)

Algumas características são ideais para se obter um revestimento com funcionalidade para a UP, tais como:

- Fácil aplicação e remoção;
- Ser estéril e biocompatível;
- Redução da dor;
- Permitir a criação de um ambiente húmido favorável ao processo de cicatrização;
- Ser impermeável aos micro-organismos. (Kanj, Wilking, Philipps, 1998)

Tipos de revestimentos utilizados:

- Espuma
- Hidrofibra - Composto de carboximetilcelulose sódica
- Gaze com solução salina
- Alginato de cálcio – Algas marinhas
- Hidrocolóide – Pectina, gelatina
- Hidrogel – Água glicerinada
- Enzimas (colagenase)
- Filme Adesivo, hidrofílmico

### **Agentes físicos**

Existem métodos terapêuticos que auxiliam no tratamento da UP. São eles os ultra-sons, a electro-estimulação e o laser. (Kanj, Wilking, Philipps, 1998)

### **Tratamentos cirúrgicos**

Os tratamentos cirúrgicos são recomendados para as úlceras dos estágios III e IV. Geralmente este tipo de tratamento é aconselhável por ser menos doloroso para o paciente, já que as medidas conservadoras, como o desbridamento local, diminuição da pressão local e trocas diárias de curativo são pouco eficazes sabendo-se que a úlcera considerada crónica se desenvolve novamente. (Pownel, 2005)

Quando o tratamento cirúrgico é adotado, tem como objetivo a reparação da UP reduzindo assim a perda proteica do indivíduo através da ferida. Prevenindo a osteomielite progressiva e sépsis. Evita-se também a amiloidose progressiva secundária e o desenvolvimento de insuficiência renal. Além destes objetivos, existem alguns pontos favoráveis a este procedimento, que proporcionam a redução dos custos da reabilitação e a melhoria significativa da aparência e higiene do paciente. (Pownel, 2005)

Os procedimentos cirúrgicos que são realizados no tratamento da úlcera de pressão são:

- Retalhos mio-cutâneos;
- Fechamentos borda-borda;
- Enxertias cutâneas;
- Retalhos cutâneos;
- Retalhos fásquio-cutâneos. (Pownel, 2005)

## **2.7 - OS CUSTOS ECONÔMICOS DAS ÚLCERAS DE PRESSÃO**

A úlcera de pressão é considerada um problema de saúde pública, porém não é alvo de atenção com devida importância por parte dos responsáveis da área de saúde.

Em Portugal, não foi constatado qualquer tipo de estudo económico referente à realidade dos custos da prevenção e do tratamento da UP. A falta de uma rede de registos fiáveis e também a pequena preocupação das organizações em quantificar os custos para a área de saúde em relação à prevenção e tratamento da UP, torna-se difícil qualquer tipo de exercício relacionado com esta problemática. (Gouveia, 2006)

Porém estes custos são mais expressivos do se que poderia supor. Estimou-se que, nos Estados Unidos da América foram gastos 8,5 mil milhões de dólares em cuidados de saúde com 1,7 milhões de pacientes que desenvolveram UP. (Kuhn, 1992 )

## **2.8 – TÊXTEIS TÉCNICOS NA MEDICINA**

### **2.8.1 – DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS TÊXTEIS TÉCNICOS**

Os têxteis técnicos são materiais que possuem um alto nível técnico e certos requisitos de qualidade mecânica, térmica, elétrica entre outras, que proporcionam à estrutura têxtil habilidades para fornecer as funções técnicas desejadas. São estruturas desenvolvidas que podem ser utilizadas em produtos, processos ou serviços de quase todas as áreas industriais. (Laurent, 1995)

Um têxtil técnico pode ser utilizado de três formas diferentes:

- isoladamente, desempenhando uma ou várias funções específicas como os geotêxteis;

- como componente de outro produto contribuindo diretamente para a sua resistência, desempenho e outras propriedades, como os materiais compósitos reforçados por têxteis;
- como ferramenta no processo de produção de um produto, como por exemplo, os filtros têxteis utilizados nas indústrias alimentícias. (Araújo, 2001)

### **Classificação**

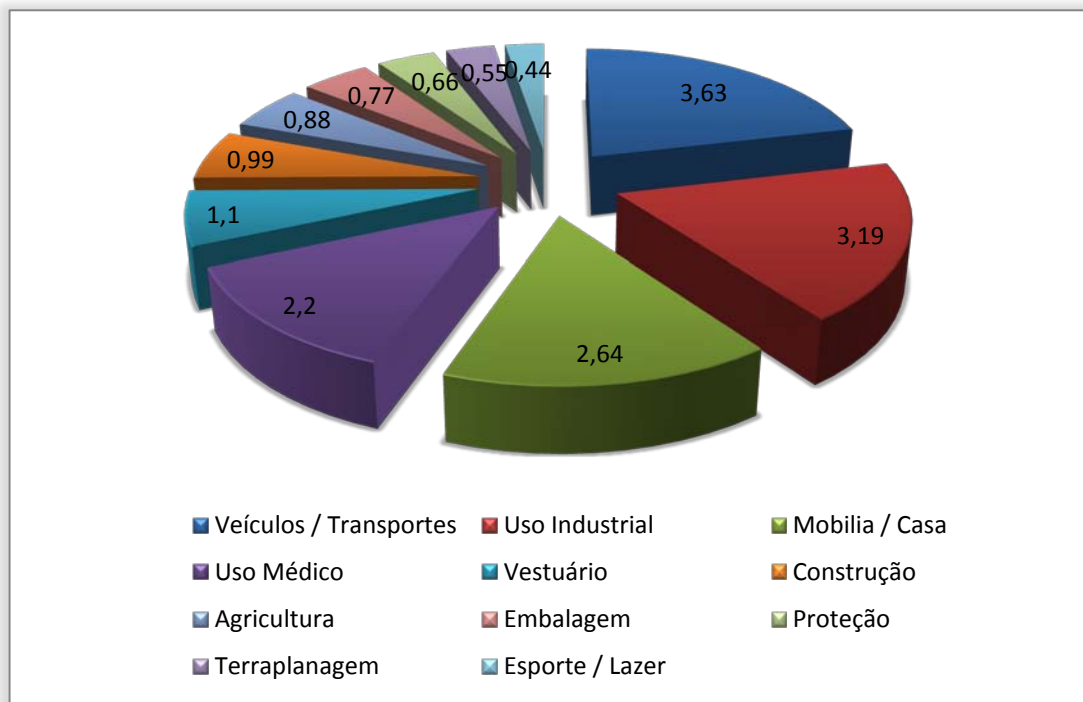
Existe uma classificação para os têxteis técnicos, que proposta pela Techtextil, Messe Frankfurt Exhibition GmbH, que é muito utilizado na Europa, América do Norte e Ásia. (Neves , 2004)

Em função da sua utilização final, os têxteis técnicos podem ser divididos em diversas categorias:

- AGROTECH: agricultura, horticultura e pescas;
- BUILDTECH: construção e obras públicas;
- CLOTHTECH: componentes funcionais para calçado e vestuário;
- GEOTECH: geotêxteis e engenharia civil
- HOMETECH: componentes de mobiliário e coberturas de chão;
- INDUTECH: filtração e outros produtos para a indústria;
- MEDTECH: cuidados de saúde e higiene;
- MOBILTECH: construção de veículos de transporte;
- OEKOTEC: proteção do meio ambiente;
- PACKTECH: embalagem e armazenagem;
- PROTECH: proteção pessoal;
- SPORTECH: desporto e lazer. (Neves, 2004)

Estes têxteis técnicos representam um mercado em grande expansão. Os consumos destes artigos, na Europa Ocidental, estão representados no seguinte gráfico.

Gráfico 1 - Consumo de têxteis técnicos por aplicação na Europa Ocidental em € milhares de milhões.



Fonte: Neves J. "Têxteis Técnicos". O futuro do sector têxtil e vestuário na união europeia. Universidade do Minho. Guimarães. Maio de 2004

### 2.8.2 – MERCADO MUNDIAL PARA TÊXTEIS TÉCNICOS

Em termos de quantidade, os têxteis técnicos são responsáveis por aproximadamente um quarto de todo o consumo de artigos têxteis. No início da década possuíam taxas de crescimento pequenas, porém as previsões são bem mais positivas para aplicações técnicas se compararmos com outros mercados, como o de fibras, têxteis e vestuário. (Observatório Têxtil do CENESTAP, 2004)

Nos países em desenvolvimento na área têxtil como a Ásia, o crescimento em volume anual pode atingir cerca de 4,5 por cento entre o período de 2005 e 2010.

Globalmente, acontecerá um rápido crescimento de algumas áreas de aplicações quando comparado a outros setores. Segue abaixo alguns indicadores:

- Crescimento de 5,3 por cento anualmente na procura mundial dos geotêxteis, sendo a China uma das fontes principais de consumo e de produção;

- Forte crescimento nas aplicações no setor da construção no mesmo período, atingindo os 5 por cento ao ano, devido a crescente quantidade de compostos têxteis utilizado em edifícios;
- Crescimento de não mais que 3 por cento anuais dos componentes têxteis para calçado, vestuário, mobiliário, tapetes e têxteis de interior devido a mudança em muitos produtos que passaram a utilizar não-tecidos mais leves e de baixo custo para estas finalidades;
- Crescimento mais lento em termos de valor do que volume, uma vez que existe a tendência para usar fibras de preço mais baixo.

Pode-se acrescentar como observação importante que muitos dos produtos com um crescimento rápido têm um valor têxtil unitário mais baixo do que os produtos com um crescimento mais lento.

Estes dados acima mencionados baseiam-se num estudo do mercado mundial de têxteis técnicos, realizado por David Right Associates (DRA), empresa de consultoria do Reino Unido especializada na indústria de fibras, têxteis e vestuário.

### **2.8.3 - TÊXTEIS COM APLICAÇÃO NA MEDICINA**

Os têxteis médicos, também são conhecidos como Medtech, incluem todos os tecidos que são utilizados em aplicações de saúde e higiene em ambos os mercados.

Prevê-se que no presente ano de 2010, o consumo aumente em volume mais de 4 por cento, podendo atingir 2,4 milhões de toneladas. Em termos de valor, a previsão aponta para 8,2 mil milhões de dólares.

O crescimento rápido nos países desenvolvidos de uma população jovem que está cada vez mais urbanizada e adepta das marcas existentes no mercado resultam em uma maior procura por, em particular de produtos absorventes descartáveis e também produtos de higiene feminina.

O uso de alguns artigos como lençóis, cortinas cirúrgicas, roupas de cama e toucas descartáveis está aumentando gradualmente nos ambientes hospitalares de países como a China. Dependendo da área de aplicação, os têxteis com aplicação na medicina podem ser sistematizados.

## Têxteis Não-Implantáveis

Os materiais não-implantáveis são utilizados para aplicações externas no corpo humano, podendo ter ou não contato com a pele. O quadro a seguir ilustra alguns destes materiais. (Araújo, 2001)

Quadro 2 - Materiais têxteis não-implantáveis.

Aplicações	Tipo de fibra	Estruturas têxteis
<b>Tratamento de feridas</b>		
Material absorvente	Algodão , viscose	Não-tecido
Camada de contato com a pele	Seda, poliamida, viscose polietileno	Malha, tecido, não-tecido
Material de base	Viscose, filmes plásticos	Tecido , não-tecido
<b>Ligaduras</b>		
Simplex elásticas/inelásticas	Algodão, viscose, poliamida, fios elástoméricos	Malha, tecido, não-tecido
Suportes leves	Algodão, viscose, fios elástoméricos	Malha, tecido, não-tecido
Compressão	Algodão, poliamida, fios elástoméricos	Malha, tecido
Ortopédicas	Vidro, polipropileno	Tecido, não-tecido
<b>Emplastos</b>	Algodão , viscose	Malha, tecido, não-tecido
<b>Gazes</b>	Algodão	Tecido, não-tecido
<b>Algodão em rama</b>	Viscose, lã , linters de algodão	Não-tecido

Fonte: Araújo, Mário de, Fangueiro, Raul e Hong, Hu, "Têxteis Técnicos"; Vol. 3, Junho de 2001.

## Têxteis Implantáveis

São considerados têxteis implantáveis aqueles utilizados para substituir uma parte defeituosa do corpo. Muitas vezes não é possível realizar um transplante a fim de substituir de forma natural a parte necessária do corpo humano, neste caso existe a necessidade de utilizar substitutos artificiais (biomateriais) tais como os biotêxteis, que constituem a base dos têxteis implantáveis. Estes, além de satisfazer exigências mecânicas, devem também ser igualmente biocompatíveis para não sofrerem rejeição por parte do corpo humano. (Araújo, 2001) Para a realização de um implante artificial fabricado com materiais têxteis, é preciso levar em consideração algumas necessidades biológicas deste procedimento:

- Ser biodegradável e bioestável, ser não-tóxico;
- Ter um diâmetro de fibra menor que o das células para ser possível a sua aderência;
- Possuir uma superfície artificial apropriada para uma boa aderência e crescimento das células do corpo;

- O material de implante deve ser suficientemente poroso, pois esta característica determina a relação entre o crescimento do tecido e o encapsulamento do implante. (Araújo, 2001)

Quadro 3 - Materiais têxteis implantáveis

<b>Aplicações</b>	<b>Tipo de fibra</b>	<b>Estruturas têxteis</b>
<b>Suturas</b>		
Biodegradáveis	Colágeno, polilactídeos	Monofilamento, entrançados
Não- Biodegradáveis	Poliamida, poliéster, teflon, polipropileno, polietileno	Monofilamento, entrançados
<b>Implantes de tecidos macios</b>		
Tendões artificiais	Poliamida, poliéster, teflon, seda, polietileno	Tecido , entrançados
Ligamentos artificiais	Poliéster, carbono	Entrançados
Cartilagem artificial	Polietileno de baixa densidade	
Pele artificial	Quitina	Não-tecido
Lentes de contato / Córnea artificial	Polimetilmetacrilato	
<b>Implantes ortopédicos</b>		
Ligações artificiais / ossos	Silicone, poliacetal, polietileno	
<b>Implantes cardiovasculares</b>		
Artérias vasculares	Poliéster, teflon	Malha, tecido
Válvulas do coração	Poliéster	Malha, tecido

Fonte: Araújo, Mário de, Figueiro, Raul e Hong, Hu, "Têxteis Técnicos"; Vol. 3, Junho de 2001.

### **Produtos de Higiene e Saúde**

Os produtos de higiene e saúde são utilizados para diversas aplicações, sendo fabricados por uma grande variedade de materiais têxteis, como esta exemplificado no quadro 4. (Araújo, 2001)

Quadro 4 - 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 Proteção	Poliéster/Polipropileno	Não-Tecido
<b>Fraldas para incontinência</b>		
Camada absorvente	Lã / Superabsorventes / Pasta de celulose	Não-Tecido
Camada exterior	Poliétileno	Não-Tecido
Artigos de limpeza	Viscose	Não-Tecido
Meias cirúrgicas	Poliamida/Poliéster/Fios elastoméricos/Algodão	Malha
<b>Batas</b>	Algodão, polipropileno, poliéster ,fibras celulósicas , polietileno	Tecido, malha ou não-tecido
<b>Gorros</b>	Viscose	Não-tecido
<b>Máscaras</b>	Viscose, poliéster, vidro	Tecido, malha ou não-tecido
<b>Campos operatórios</b>	Algodão, polipropileno, poliéster ,fibras celulósicas , polietileno	Tecido, malha ou não-tecido

Fonte: Araújo, Mário de, Fanguero, Raul e Hong, Hu, "Têxteis Técnicos"; Vol. 3, Junho de 2001.

#### **2.8.4 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS PARA APLICAÇÕES MÉDICAS**

Os materiais têxteis, como fibras, fios que podem ser monofilamentos ou multifilamentos, estruturas têxteis como tecidos, malhas, não-tecidos e compósitos, são utilizados frequentemente em aplicações médicas. Estes, podem ser naturais ou sintéticos, biodegradáveis ou não-biodegradáveis. (Araújo, 2001)

No conjunto dos materiais naturais utilizados para aplicações médicas, pode-se destacar o algodão e a seda. Em materiais não-implantáveis e em produtos de higiene e saúde, é comum a presença destes materiais naturais em conjunto com as fibras de celulose regenerada (viscose). (Araújo, 2001)

Os materiais não-naturais presentes nos têxteis de aplicação médica são o poliuretano, o poliéster, o polipropileno, o polimetilmetacrilato (PMMA), o politetrafluoretileno (PTFE), o carbono e o vidro. (Araújo, 2001)

- Poliuretanos: Os elastômeros de poliuretano termoplásticos são utilizados para conjuntos de hemodiálise, tubos de oxigenação do sangue, sacos de sangue, aparelhos de assistência do coração e ligamentos. Um exemplo é o Biomer, um poliuretano segmentado que possui longo ciclo de vida e também elevada resistência à tracção, que era muito utilizado em superfícies de contato com o sangue como em bombas de coração artificiais e em sistemas ventriculares esquerdos. Mas a sua facilidade de degradação no interior do corpo humano levou os profissionais da área de saúde ao abandono do seu uso. (Araújo, 2001)
- Polipropileno: Por apresentar um ponto de fusão elevado, 170°C, é muito utilizado em artigos que necessitam de esterilização por vapor. A borracha de silicone que apresenta características como estabilidade térmica e oxidativa, boa flexibilidade e elasticidade, compatibilidade com tecidos e com o sangue, sendo inerte e relativamente não-tóxico, é utilizada em tubagens, ampliações mamárias, aplicações vasculares, lentes intra-oculares, cateteres, cirurgia plástica e reconstrutiva, substituição de ossos e cartilagens, esfíncteres e testículos. (Araújo, 2001)
- Polimetilmetacrilato (PMMA): é utilizado em dentaduras, reparação de defeitos cranianos, maxilares, fixações vertebrais, implantes de testículos e também como revestimento de ossos. (Araújo, 2001)
- Poliéster: Pode ser esterelizado em todos os métodos. É relativamente inerte, flexível e resiliente, sendo assim muito utilizado na fabricação de próteses fibrosas. (Araújo, 2001)
- Colageneo: utilizado em materiais para aplicações médicas, é obtido a partir da pele de bovinos; é uma proteína que existe em duas formas, forma de fibra e de hidrogel

(gelatina). As fibras de colágeno são biodegradáveis e possuem uma resistência igual a da seda, geralmente são utilizadas na fabricação de suturas. (Araújo, 2001)

- Alginato de cálcio: estas fibras são produzidas a partir de algas do mar do tipo *Laminariae*. São não-tóxicas, biodegradáveis e eficazes na cicatrização de feridas. (Araújo, 2001)
- Quitina: as fibras de quitina são constituídas de um polissacarídeo obtido da pele de insetos e cascas de camarão ou de lagostas. Podem ser absorvidas pelo corpo humano, são não-trambogênicas e possuem uma boa característica de cicatrização. Os tecidos de quitina são utilizados como pele artificial, pois aderem bem ao corpo e estimulam a formação de novos tecidos de pele, enquanto promovem a cicatrização com menor dor. (Araújo, 2001)

Um material têxtil para aplicações médicas deve satisfazer algumas especificações, tais como:

- Ter capacidade de absorção (absorvência) e possuir tenacidade, flexibilidade e macieza adequadas, e também em alguns casos, bioestabilidade ou biodegradabilidade, são as características de maior importância que um material têxtil deve possuir para a aplicação médica;
- Possuir não-toxicidade, não ser cancerígeno e não provocar alergias. É considerado um material tóxico quando provoca um aumento de temperatura, inflamação crônica dos tecidos, reações alérgicas, carcinoma ou deformidade no interior do corpo humano. A ausência de produtos pirogênicos com bactérias não pode ser garantida somente com esterilização;
- Possuir a capacidade de ser esterilizado através de radiações, gás de óxido de etileno, calor seco ou autoclave. O processo de esterilização é considerado muito importante, pois os biomateriais podem ser contaminados com bactérias. As técnicas de esterilização podem ser físicas através do calor seco, do vapor e da radiação ionizada ou químicas;
- Obter as principais propriedades mecânicas como a resistência, elasticidade e durabilidade. As propriedades ópticas são importantes no uso de lentes de contacto; as propriedades de superfície e a voluminosidade devem ser apropriadas para a compatibilidade entre os tecidos e os fluidos, e as propriedades de difusão são críticas no

controle dos sistemas que são utilizados para a administração de medicamentos e das membranas em rins artificiais;

- Ser biocompatível, bioinerte e bioactivo. Os parâmetros para teste de biocompatibilidade incluem toxicidade, trombogenicidade, hemólise, teratogenicidade, mutagenicidade, carcinogenicidade, comportamento e sensibilidade à infecção. A biocompatibilidade não é atribuída como característica a um material levando consideração apenas a sua não-toxicidade sendo também necessárias bioinactividade e bioaderência. (Araújo, 2001)

### **2.8.5 - TÊXTEIS APLICADOS NA PREVENÇÃO E NO TRATAMENTO DA ÚLCERA DE PRESSÃO**

Existem muitos produtos que podem ser utilizados na prevenção e no tratamento das úlceras de pressão. Estes são utilizados para aliviar e/ou espalhar a pressão do corpo sem causar fricção e também para facilitar a cicatrização das feridas. Entre os materiais existentes destacam-se:

- Camas: existem muitas camas especiais que foram desenvolvidas para o tratamento de alguns casos de úlceras de pressão e que também podem ser utilizadas para a prevenção. Um exemplo é a cama chamada “Clinitron At-Home® Air Fluidized Therapy Bed” que consiste em uma cama automática capaz de monitorar e alterar a temperatura deixando o paciente mais seco e fresco evitando assim a proliferação de bactérias. Também possui um sistema que absorve a pressão exercida pelo corpo do paciente e a desvia para o colchão todo, é constituída por um fluído com microesferas de silicone e monofilamentos de poliéster.
- Colchões: é de extrema importância a alternância de decúbitos do doente sempre que possível, seja qual for o colchão utilizado. A escolha do colchão deverá ser adequada relacionando o custo e benefício.

1 - colchão de água

2 - colchão de poliuretano, poliamida, PVC (poli cloreto de vinila)

3 - colchão de silicone (Spenco)

4 - colchão de pressão alternada, com regulador de pressão.

➤ Roupas de cama:

- 1 – lençóis lisos com elásticos
- 2 - roupas de tecidos naturais (algodão) e artificiais (viscose)
- 3 - têxteis de pele natural (lã de carneiro) e peles sintéticas (poliéster).

➤ Suportes:

- 1 - almofadas especiais para suporte dos pés e cotovelos
- 2 - anéis de água revestidos de borracha

➤ Pensos:

**1 – Hidrocolóides:** Composição: polímeros de carboximetilcelulose (em pectina ou gelatina), em filme de poliuretano; Propriedades: moderadamente absorventes; semipermeáveis (permitem trocas gasosas); aderentes à pele e não aderentes à ferida; boa moldagem às superfícies irregulares;

**2 – Hidrogéis:** Composição: polímeros de celulose (carboximetilcelulose), hidratados a 75%; Propriedades: libertam água no leito da ferida, hidratando-a; pouco absorventes; não aderentes; impermeáveis; transparentes (permitem inspeção).

**3 – Alginatos:** Composição: polímeros de ácidos algínicos (alginato de cálcio); Propriedades: muito absorventes e hemostáticos; favorecem o desbridamento da ferida; permeáveis; não aderentes.

**4 – Hidropolímeros:** Composição: "espuma" de poliuretano hidrofílica revestida de filme impermeável (também designados por "Hidrocelulares"); Propriedades: muito absorventes; não aderentes à ferida; moldáveis.

## 5 - Gases medicinais

**6 - Películas especiais com prata:** Curativo produzido de não-tecido, composto por fibras de carboximetilcelulose sódica e prata iónica. Poder ser também um curativo de espuma com libertação sustentada de prata. Esta libertação age nas bactérias presentes tornando-as inativas. Auxilia na redução do tamanho das escaras, é de fácil aplicação e após alguns

dias de uso não apresenta odores. Ajuda na diminuição do esfacelamento no leito da ferida. Este curativo tem a capacidade de absorver grandes quantidades de bactérias presentes no leito da ferida, formando um gel macio e coesivo, que se adapta a superfície da ferida formando um meio úmido que auxilia na remoção de tecidos necróticos reduzindo a dor durante a troca do curativo. (JOURNAL OF WOUND CARE , 2006)

## **CAPÍTULO III – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **3.1 – BREVES NOÇÕES DE ESTRUTURA DE TECIDOS**

Uma das mais antigas manifestações da inteligência do homem é a tecelagem. Sua origem está baseada na produção de vestuário para proteção do corpo.

Alguns achados de restos de tecidos nos túmulos egípcios no período de 3000 a 2000 a.C comprovam a existência de uma técnica de fiação e de tecelagem.

Indícios da utilização primitiva de pêlos de animais, como por exemplo, a lã, também foram encontrados na América do Sul e no Norte da Escandinávia. (Scholz, 2008)

Por volta de 2000 a.C, foi também descoberta na China uma matéria-prima utilizada para a tecelagem a partir da produção natural do bicho da seda, a seda. (Scholz, 2008)

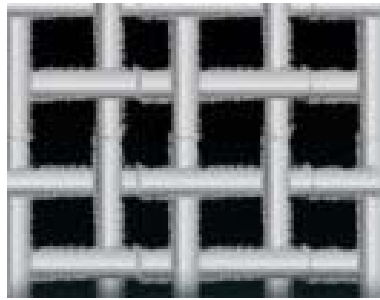
A utilização de teares para o processo de tecelagem é muito recente. Historiadores supõem que eram utilizados paus colocados no chão para realizar o entrelaçamento dos fios, o chamado “tear de chão”. A seguir, esta armação que suportava a teia foi colocada verticalmente dando origem ao “tear vertical”, e com o auxílio de régua era feita a inserção da trama assim como o batimento de cada passagem. (Scholz, 2008)

Iniciava-se assim a evolução da tecelagem. Até o século XVIII foi utilizado o tear manual onde dependia do esforço das pernas e braços do homem para obter energia para o seu funcionamento. (Scholz, 2008)

Edmund Cartwright desenvolveu inventos datados entre 1786 e 1792, originando assim o tear mecânico. Este utilizava uma roda hidráulica para possuir a energia necessária para o seu funcionamento. Esta energia, que é transmitida através de veios de transmissão e por sistemas de correia, aciona o tear e realiza os movimentos necessários para a fabricação de um tecido. (Scholz, 2008)

#### **3.1.1 - TECIDO**

Pode-se definir como tecido o entrelaçamento de dois conjuntos de fios em ângulo de 90º ou com ângulos próximos a 90º. É conhecido como teia, o conjunto de fios que fica posicionado no sentido longitudinal do tecido, e é denominado em trama, o outro conjunto de fios que se posiciona no sentido transversal, geralmente perpendicular à teia. (Scholz, 2008)



Teia = fios na posição vertical

Trama = fios na posição horizontal

Figura 6 - Representação do entrelaçamento dos fios

Fonte: <http://www.bmdtexteis.com.br/lonas.asp>

O tear é um equipamento próprio a ser utilizado para realizar este entrelaçamento. Diversos tipos de entrelaçamentos são possíveis de serem produzidos em um tear. (Scholz, 2008)

Denomina-se padronagem as ligações ou cruzamentos dos fios de teia com os fios de trama nos tecidos. Existe uma certa ordem de cruzamento dos fios para a construção de um tecido, esta ordem é chamada de debuxo ou ligamento. É possível construir diversos tipos de ligamentos, porém eles sempre são derivados de um ligamento fundamental. Os ligamentos fundamentais existentes são três, o tafetá, a sarja e o cetim. (Scholz, 2008)

### 3.1.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS LIGAMENTOS

Os ligamentos podem ser classificados como:

1. Fundamentais: tafetá, sarja, cetim;
2. Derivados: do tafetá, da sarja, do cetim;
3. Compostos: são ligamentos resultantes de modificações, elaborações e combinações, produzidas através dos ligamentos fundamentais e seus derivados, sempre seguindo algumas regras especiais;
4. Múltiplos (ferrados, duplos ou triplos);
5. Especiais (veludos). (Araújo, 1987)

### **Ligamento Tafetá**

É um ligamento de construção simples, utilizando assim teares mais simples e um menor número de perchadas.

Este ligamento constitui no cruzamento do fio de trama com a teia, passando assim um fio por cima e um fio por baixo, sucessivamente. Quando o fio da trama retorna, os fios da teia invertem a sua posição inicial, os fios que estavam por cima passam a ficar por baixo e vice-versa. O lado direito do tecido é sempre igual ao lado do avesso, o que proporciona um aspecto liso. (Scholz, 2008)

### **Ligamento Sarja**

Possui uma diagonal bem definida. Um aspecto ziguezague conhecido como espinha de peixe é produzido se ocorrer uma inversão desta diagonal. (Scholz, 2008)

A variação da diagonal e/ou a utilização de fios com cores diferentes podem produzir outros efeitos visuais. (Scholz, 2008)

No século XIX, a sarja era utilizada para confeccionar fardas militares. Mais para o final do século começaram a serem fabricados outros artigos com o ligamento sarja como vestidos, roupas de banho, vestuários externos, etc.

O ligamento sarja é caracterizado pelo avanço de 1, tornando assim visível um cordão nítido, resultado dos alinhavos da teia que são feitos praticamente a 45°. Esta estrutura apresenta inclinações que dependem da relação entre a densidade da teia e da trama. De um modo geral as sarjas simples são caracterizadas por possuírem cordões todos iguais. (Araújo, 1987)

Uma das características do ligamento é ter módulos pequenos. Sua nomenclatura é dada de acordo com o tamanho do módulo, isto é, uma sarja de 4 repetirá em 4 fios e em 4 passagens. Os modelos destas sarjas são sempre quadrados. (Araújo, 1987)

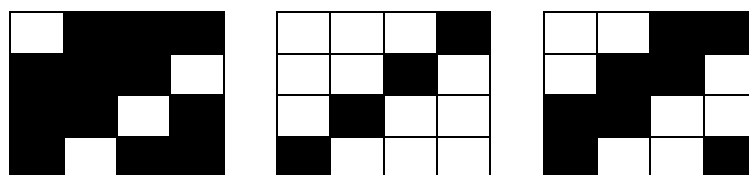


Figura 7 - Exemplos de ligamento: Sarja de 4

As sarjas simples podem ser classificadas quanto ao seu peso em leves, pesadas ou neutras.

- Sarja leve: possui maior quantidade de fios de trama no lado direito do tecido se comparado ao número de fios de teia existentes;
- Sarja pesada: possui maior quantidade de fios de teia no lado direito do tecido se comparado ao número de fios de trama existentes;
- Sarja neutra: quando o número de fios de teia é igual ao número de fios de trama, ou seja, o lado direito é igual ao lado avesso do tecido. (Escobet, 1960)

### 3.1.3 – DERIVADOS DE SARJA

Recebem este nome os derivados dos ligamentos fundamentais da sarja, que se obtém através da mudança de determinadas bases. Segundo o efeito que esta mudança produz na superfície do tecido, recebem variados nomes como, por exemplo, o granitado. (Escobet, 1960)

Os derivados da sarja recebem o nome de granitado quando contém grupos de alinhavos, geralmente ao redor de cada passo, de tal maneira que existe uma sobreposição das mesmas, fazendo com que ocorra a presença de alguns grãos ou outras deformações no tecido. (Escobet, 1960)

Exemplos:

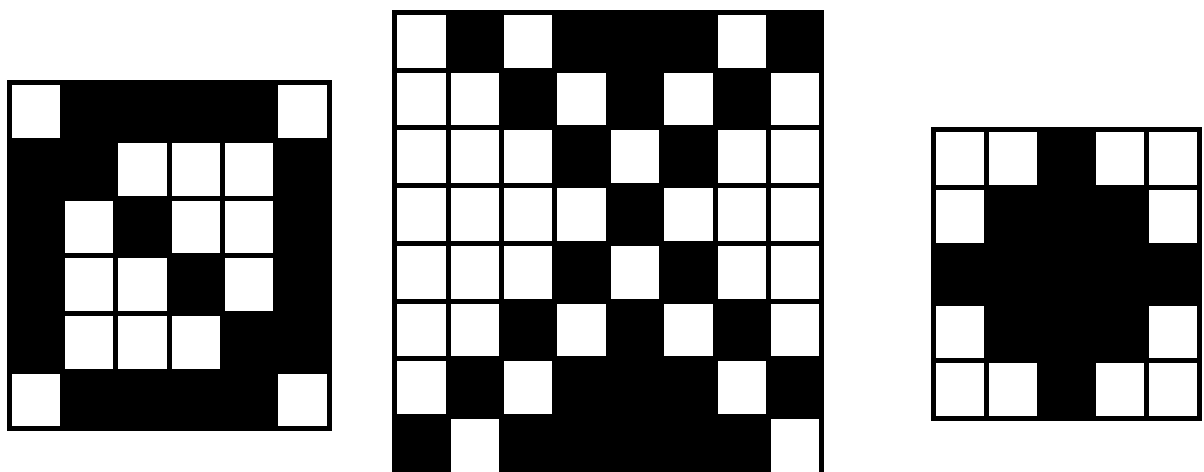


Figura 8 - Exemplos de derivados de sarja, granitado

### **Ligamento Cetim**

O ligamento cetim é utilizado sempre em repetições de cinco a doze fios de teia e de trama. Ele se assemelha muito ao ligamento sarja, porém este contém uma diagonal visível, já o cetim possui esta diagonal, mas com interrupções que a tornam quase imperceptível e tem por objetivo contribuir para que haja uma superfície lisa e lustrosa. (Scholz, 2008)

#### **3.1.4 – COEFICIENTE DE LIGAMENTO DOS TECIDOS**

O coeficiente de ligamento ou também conhecido como coeficiente de ligação médio (CLM) de um tecido é utilizado para verificação da capacidade de ligação de cada estrutura. (Escobet, 1960)

Para calcular o coeficiente de ligamento de uma estrutura, divide-se o total de pontos de ligamento por teia e por trama pelo número total de pontos de ligamento possíveis. Para este cálculo são utilizadas as fórmulas abaixo: (Escobet, 1960)

$$\text{Coeficiente de ligação da teia} = \frac{\text{total de pontos de ligação por teia}}{\text{n}^\circ \text{ de fios} \times \text{n}^\circ \text{ de passagem}}$$

$$\text{Coeficiente de ligação da trama} = \frac{\text{total de pontos de ligação por trama}}{\text{n}^\circ \text{ de fios} \times \text{n}^\circ \text{ de passagem}}$$

Equação 1 - Coeficientes de ligação à teia e à trama

O coeficiente de ligação médio de cada estrutura é calculado através da média dos coeficientes da teia e da trama. (Escobet, 1960)

As estruturas podem ser classificadas de acordo com o seu coeficiente em:

- muito ligada ( $0,66 < \text{CML} < 1$ );
- normalmente ligada ( $0,4 < \text{CML} < 0,66$ );
- pouco ligada ( $0,2 < \text{CML} < 0,4$ ). (Escobet, 1960)

#### **3.1.5 - CLASSIFICAÇÃO DOS TECIDOS**

Os tecidos também são classificados de acordo com o número de teias e de tramas necessárias para a fabricação de uma determinada estrutura têxtil. A classificação é sistematizada da seguinte forma:

- simples: uma teia e uma trama.
- múltiplos:
  - uma teia e duas tramas, forrados por trama
  - uma trama e duas teias, forrados por teia
  - duas teias e duas tramas , duplos
  - três teias e três tramas , triplos e etc.
- especiais: necessitam de mecanismos especiais ou de teares próprios para serem produzidos, exemplos: veludos, carpetes, gazes, etc. (Araújo, 1987)

### **3.1.6 -TECIDOS DUPLOS**

Estes tecidos são caracterizados por possuírem duas teias e duas tramas, apresentam duas telas que são tecidas simultaneamente uma sobre a outra. Estas telas são ligadas de modo que constituem um só tecido. A parte visível do tecido é formada pelo lado direito da tela superior e pelo lado avesso da tela inferior.

Os tecidos duplos possuem uma grande variedade de utilizações, como por exemplo, cobertas, toalhas de mesa, tecidos decorativos para estofos e cortinados, fraldas e vestuário para bebê, gravatas, fatos de homem, casacos de senhora, mantas de viagem, tecidos para blusões e etc.(Araújo, 1987)

#### ***Classificação dos tecidos duplos***

Os tecidos duplos são classificados conforme o processo de ligação das duas telas:

- 1 - Ligados por si próprios - a teia superior cruza-se com a trama superior para originar a tela superior, o mesmo acontece com a teia e a trama inferiores que produzem a tela inferior;
- 2 - Ligados por fios suplementares de ligamento - é formado pela utilização de fios ou passagens especiais que não pertencem à tela nenhuma ficando no interior do tecido duplo;
- 3 - Ligados por mudança de tela - em determinados pontos do tecido, a tela superior passa para inferior e a tela inferior passa para a superior e vice-versa. (Araújo, 1987)

### 3.2 - PROPRIEDADES DOS TECIDOS

A grande maioria dos artigos têxteis, quando utilizados como vestuário, têxteis lar e também como têxteis técnicos de aplicações específicas, estão em contato com a pele do corpo do ser humano. (Lima, 2005)

O vestuário, sendo considerado como uma segunda pele tem a necessidade de possuir algumas propriedades que o torna adequado para o uso. Existe uma grande variedade de tecidos que são desenvolvidos de acordo com as exigências da moda e também da funcionalidade que o mesmo deve possuir para uma determinada aplicação. (Lima, 2005)

No projeto de desenvolvimento de um tecido é indispensável considerar a sua utilização final. A combinação das propriedades de um tecido o torna apto para uma determinada finalidade. Contudo, pode ocorrer incompatibilidade entre as propriedades quando se define as exigências do mercado consumidor. (Marks, 1973)

Existem outros fatores além das propriedades do tecido que são considerados como conceito de qualidade, tais como os materiais e processos de produção utilizados, a capacidade de desempenhar a sua função e satisfazer as solicitações do mercado, da moda e o preço.

O aspecto, o toque e o conforto dos artigos têxteis são outros fatores a serem considerados, pois tendem a ser muito valorizados pelos consumidores. (Cognitex, 2010)

#### 3.2.1 – O CONFORTO

O conforto do vestuário durante o seu uso é dependente dos processos fisiológicos do ser humano podendo ser quantificado objetivamente. (Nicolini, 1995)

O comportamento fisiológico do ser humano é baseado no princípio da conservação de energia. Toda a energia produzida pelo metabolismo tem que ser dissipada na mesma quantidade pelo corpo. A equação abaixo demonstra este cálculo: (Nicolini, 1995)

$$M - P_{ex} = H_{res} + H_c + H_e + \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Equação 2 - Princípio da conservação de energia

Onde :

M = metabolismo

Pex = trabalho interno

Hres = perda de calor pela respiração

Hc = fluxo de calor que compreende a radiação, condução e convecção

He = calor de evaporação que se liberta pela transpiração

$\Delta S$  = variação da energia do corpo

$\Delta t$  = variação do tempo

Quando obtemos um  $\Delta S > 0$ , significa que o corpo produziu mais energia que a dissipada, sofrendo assim hipertermia. O  $\Delta S < 0$  indica que o corpo sofreu uma grande perda de calor que o conduziu à hipotermia. A situação de equilíbrio corresponde a  $\Delta S = 0$ . (Nicolini, 1995)

Submetendo pessoas à testes em ambientes de utilização real, sob condições práticas de utilização ou em ambientes climaticamente controlados, podemos quantificar o conforto. (Nicolini, 1995)

Os testes realizados em ambientes climaticamente controlados possuem uma vantagem que é a possível ligação de uma sonda ao corpo do indivíduo, podendo obter resultados mais abrangentes e detalhados como o seu batimento cardíaco, temperatura do corpo, perda de massa do indivíduo, aumento de massa do vestuário, e temperatura. (Nicolini, 1995)

Alguns fatores devem ser considerados para que a realização dos testes em pessoas resultem em valores não duvidosos, como a diferente reação de cada pessoa ao longo dos diferentes períodos do dia, a adaptação às condições climáticas dos ensaios, etc. Os dados resultantes dos ensaios devem ser analisados estatisticamente. (Nicolini, 1995)

Devido ao elevado custo e complexidade dos ensaios, foram desenvolvidos métodos laboratoriais para quantificar as grandezas fisiológicas dos artigos têxteis, porém os testes com indivíduos continuam sendo indispensáveis para comparação com as técnicas laboratoriais. (Nicolini, 1995)

O conforto pode ser classificado em quatro grupos:

**1. Conforto psicológico:** onde são levadas em consideração as tendências da moda, as ideologias, as preferências pessoais etc.

**2. Conforto ergonômico:** valorização do caimento do vestuário e a possibilidade de movimentos do indivíduo durante o seu uso. Esta relacionado diretamente à elasticidade dos materiais utilizados e ao modelo do vestuário.

**3. Conforto termofisiológico:** Este é influenciado pela regulação térmica do indivíduo que utiliza o artigo têxtil, dando destaque à algumas características como o isolamento térmico, a respirabilidade e o controle de umidade.

**4. Conforto sensorial:** É caracterizado pelas sensações mecânicas provocadas pelo contato direto do artigo têxtil com a pele. Estas sensações podem ser agradáveis, como a lisura e macieza, ou desagradáveis como áspero, rígido ou pegajoso quando molhado. (Geraldês, 2000)

Alguns ensaios podem ser realizados para avaliação do conforto térmico, observando a temperatura e umidade. (Lucas, 2006). Um exemplo de ensaio laboratorial é o chamado Skin Model, reconhecido internacionalmente (norma ISO 11092, EN31092). É um método composto de um modelo de regulação térmica da pele humana capaz de analisar o conforto termofisiológico dos materiais têxteis. A unidade de medida é feita em aço inoxidável. O ensaio é realizado através da alimentação da água por canais pela parte inferior podendo evaporar-se pelos poros, se comportando como a transpiração da pele humana realizada através de seus poros. (Geraldês, 2000)

Para que as transferências de calor e umidade sejam comparáveis com a da pele do ser humano, a temperatura é mantida a 35°C, semelhante a temperatura do corpo humano. (Geraldês, 2000)

Outro exemplo de ensaio para avaliar o comportamento térmico dos materiais têxteis, é o chamado Alambeta que mede a espessura do tecido, a resistência térmica, sua condutividade térmica e a capacidade térmica específica. (Geraldês, 2000)

Existe também o ensaio Thermo Labo II, que permite quantificar as sensações de quente e frio, a condutividade térmica e a retenção de calor ou isolamento térmico. (Geraldês, 2000)

Existem equipamentos apropriados para a avaliação do conforto sensorial, como o sistema Kawabata e o FRICTORQ que serão explicados detalhadamente a seguir.

O sistema FAST (Fabric Assurance by Simple Testing), desenvolvido na Austrália pela organização de pesquisa CSIRO, é também considerado um sistema de ensaios de alta confiabilidade, facilmente operável e económico. (Rhodia-ster, 2002)

### **3.3 – PROPRIEDADES SUPERFICIAIS DE TECIDOS**

Para a caracterização do conforto sensorial de um artigo têxtil, as propriedades de superfície são principalmente relevantes para o presente trabalho. São estas as medidas da aspereza da superfície e do coeficiente de atrito. Um fator conhecido como toque é avaliado pelos consumidores com o deslizar das pontas dos dedos sobre o tecido. (Lima, 2005)

Durante muito tempo o toque foi avaliado na indústria pela habilidade de pessoas que através de suas mãos analisavam as amostras dos tecidos e concluíam se estas possuíam ou não o toque desejado, porém este modo de avaliação é muito subjetivo e conduzia a muitos erros. (Textília, 1993)

Este parâmetro é de difícil definição e medição, pois está diretamente associado com o nível de conforto oferecido pelo contato entre o artigo têxtil e a pele de cada indivíduo. O toque está assim relacionado com o sentir, procedente do sentido do tato que o ser humano possui. Também se relaciona com as propriedades mecânicas, superficiais e dimensionais do artigo têxtil.

A maioria destas sensações táteis estão ligadas às propriedades físicas dos tecidos que podem ser medidas. Algumas sensações podem avaliar o toque de um determinado artigo, como a rigidez ou flexibilidade; maciez ou aspereza; dureza ou moleza e quente ou frio.

O toque dos tecidos, nos ensaios realizados em laboratório para o controle de qualidade, é analisado a partir da medida de variáveis que são observadas e avaliadas. O uso da estatística aplicada para análise dos resultados obtidos através dos ensaios é de fundamental importância para se obter um resultado fiável. (Textília, 1993)

Se relacionarmos o toque com as propriedades dos materiais têxteis, verifica-se que o coeficiente de atrito é um fator de grande importância para artigos do vestuário, sendo também de extrema importância quando utilizado como artigo têxtil em ambiente hospitalar, principalmente por doentes acamados e/ou imobilizados. (Lima, 2005)

A fricção e o cisalhamento provocados pelos têxteis na pele dos pacientes são responsáveis pela ruptura das camadas da pele provocando traumas. Assim, quando a ferida alcança certa profundidade, atingindo camadas mais profundas como a epiderme, a derme e o tecido subcutâneo, desenvolvem as úlceras de pressão.

Em 1972, foi desenvolvido o sistema japonês KES (Kawabata Evaluation System). Os estudos deste sistema foram baseados nos trabalhos de investigação do Professor Suetō Kawabata na

Universidade de Quioto, Japão. Atualmente produzido pela empresa japonesa Kato Tech. (Textília, 1996)

O método Kawabata é muito utilizado no Japão, e o seu uso tem alguma penetração na Europa, China, Austrália e EUA. Este sistema é um método promissor desenvolvido para medição do toque dos materiais têxteis. Contudo, possui uma desvantagem, o seu elevado custo.

### **3.3.1 – SISTEMA KES-FB**

O sistema KES hoje possui uma metodologia sistemática para a análise do toque de tecidos que consiste em um sistema de instrumentos chamado KES-FB (Kawabata Evaluation System for Fabrics). Este sistema é constituído pelos seguintes módulos:

#### ***KES-FB1 – Medidor de Tração e Corte;***



Figura 9 - KES-FB1

Fonte: Mailis M., Christiane L., First set of measurements, Haptex

#### ***KES-FB2 – Medidor de Flexão Pura;***



Figura 10 - KES-FB2

Fonte: Mailis M., Christiane L., First set of measurements, Haptex

***KES-FB3 – Medidor de Compressão;***



Figura 11 - KES-FB3

Fonte: Mailis M., Christiane L., First set of measurements, Haptex

***KES-FB4 – Medidor de Características de Superfície.***

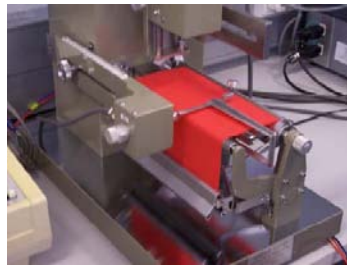


Figura 12 - KES-FB4

Fonte: Mailis M., Christiane L., First set of measurements, Haptex

Em 1980, o professor Kawabata definiu um conjunto de parâmetros do sistema KES-FB que descrevem as propriedades mecânicas dos tecidos relacionadas com o toque. Estes parâmetros e suas relações estão representados nas tabelas abaixo:

Tabela 1 - Relação das propriedades mecânicas com o toque.

<b>Tração</b>	Extensibilidade	Alto	Baixo
	Resiliência	Rico	Pobre
<b>Flexão</b>	Resistência à flexão	Macio	Rígido
	Histerese de flexão	Bom	Mau
<b>Superfície</b>	Coefficiente de atrito	Baixo	Alto
	Rugosidade	Liso	Rugoso
<b>Corte</b>	Resistência ao corte	*	*
	Histerese de corte	*	*
<b>Compressão</b>	Energia de compressão	Macio	Duro
	Resiliência	Rico	Pobre
<b>Espessura</b>	Espessura	Fino	Grosso
<b>Peso</b>	Massa por unidade de área	Leve	Pesado

\*Não existem expressões que possam defini-las.

Fonte: "The standardization and analysis of hand evaluation", Kawabata, 1980

Tabela 2 - Parâmetros que descrevem as propriedades mecânicas

<b>Propriedade</b>	<b>Parâmetro</b>
<b>Tração</b>	Extensibilidade à carga de 500 gf/cm Linearidade da curva carga-alongamento Energia tração por unidade de área Resiliência à tração
<b>Flexão</b>	Módulo de resistência à flexão Histerese do movimento de flexão
<b>Superfície</b>	Coefficiente de atrito Desvio padrão do coeficiente de atrito Rugosidade geométrica
<b>Corte</b>	Módulo de resistência ao corte Histerese da tensão de corte a um ângulo de 0,5 graus Histerese da tensão de corte a um ângulo de 5 graus
<b>Compressão</b>	Linearidade da curva compressão-espessura Energia de compressão por unidade de área Resiliência à compressão
<b>Construção do tecido</b>	Espessura Massa por unidade de área

Fonte: "The standardization and analysis of hand evaluation", Kawabata, 1980

### Apresentação dos resultados

Os resultados dos ensaios do KES-FB são expressos em forma gráfica (HESC Data Chart).

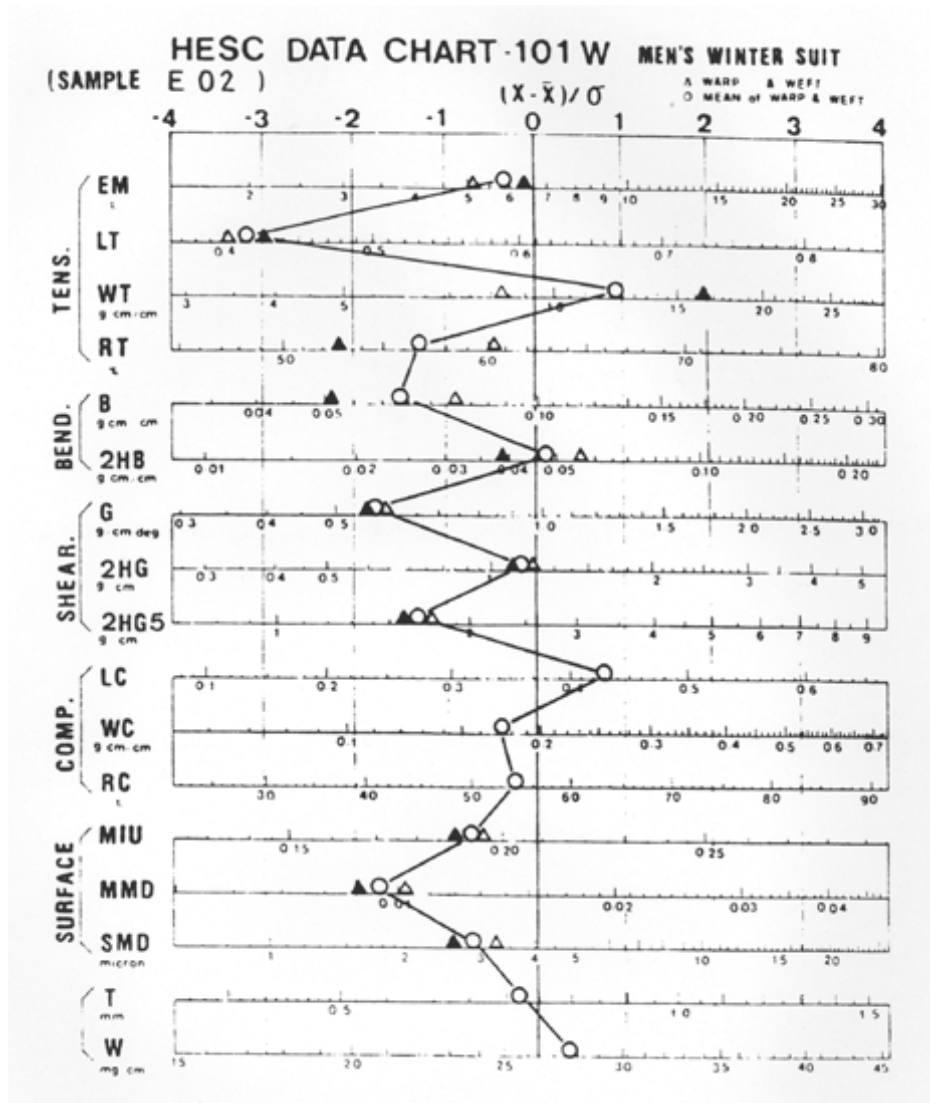


Figura 13 – Exemplo gráfico HESC Data Chart

Fonte: "The standardization and analysis of hand evaluation", Kawabata, 1980

A tabela a seguir auxilia na interpretação dos dados obtidos através do gráfico acima.

Tabela 3 – Características do equipamento KES-FB

<b>Características importantes no KES-FB</b>		
<b>Tração - <i>Tensile</i></b>	LT	Linearidade da curva carga-alongamento
	WT	Energia tração por unidade de área
	RT	Resiliência à tração
<b>Corte - <i>Shearing</i></b>	G	Módulo de resistência ao corte
	2HG	Histerese da tensão de corte a um ângulo de 0,5 graus
	2HG5	Histerese da tensão de corte a um ângulo de 5 graus
<b>Flexão - <i>Bending</i></b>	B	Módulo de resistência à flexão
	2HB	Histerese do movimento de flexão
<b>Compressão - <i>Compression</i></b>	LC	Linearidade da curva compressão-espessura
	WC	Energia de compressão por unidade de área
	RC	Resiliência à compressão
<b>Superfície - <i>Surface</i></b>	MIL	Coefficiente de atrito
	MMD	Desvio padrão do coeficiente de atrito
	SMD	Rugosidade geométrica
<b>Peso - <i>Weight</i></b>	W	Massa por unidade de área
<b>Espessura - <i>Thickness</i></b>	T	Espessura

Fonte: “The standardization and analysis of hand evaluation”, Kawabata, 1980

## **APLICAÇÕES DO SISTEMA KAWABATA**

O sistema KES-FB pode ser utilizado para análise de diversos artigos têxteis, tais como:

- Novos produtos: a criação de uma nova coleção de vestuário depende do gosto estético do designer e de seus conhecimentos técnicos. O conhecimento das propriedades dos tecidos torna possível o desenvolvimento de um artigo de qualidade ou o melhoramento de um existente;

- Confecção: o sistema é utilizado no controle de qualidade de artigos têxteis. O estudo dos parâmetros do tecido pode diminuir significativamente o número de produtos defeituosos fabricados, quando se adota um novo sistema de produção;
- A utilização de um artigo: se medidos os diferentes parâmetros antes e após o uso de um artigo têxtil, é possível obter um estudo aprofundado do seu comportamento, podendo assim concluir se ele está ou não apto para o uso. O estudo dos ensaios possibilita a comparação do comportamento entre tecidos de qualidades diferentes. (Textília, 1996.)

### **3.4 – SISTEMA FRICTORQ**

Um equipamento laboratorial foi desenvolvido, através de um novo conceito, na Universidade do Minho e é chamado de Frictorq. Esta nomenclatura é um acrônimo das palavras da língua inglesa FRICTION e TORQUE. Em 12 de Junho de 2002, foi-lhe atribuído a Patente Portuguesa N.º 102790, que possui o título de: *“Método e Aparelho para a Determinação do Coeficiente de Atrito de Materiais Sólidos Planos”*. Este equipamento tem como objetivo medir o coeficiente de atrito dos tecidos.

O sistema Kawabata apresentado anteriormente possui alguns aspectos comuns com o Frictorq como, a existência de um corpo de prova que quando arrastado contra um tecido é submetido à medição de uma força de atrito que define este artigo têxtil.

O coeficiente de atrito é o resultado do contato entre duas superfícies, sendo assim uma característica extrínseca do material. (Lima, 2005)

#### **3.4.1 - FRICTORQ I**

O funcionamento do equipamento descreve-se pelo uso de uma embreagem de disco seca onde é colocado o corpo de prova. O corpo plano possui um movimento de rotação em torno de um eixo perpendicular ao plano de contato. Este é arrastado sobre outra superfície plana sob a ação de uma força normal ( $P$ ), resultando no corpo de prova uma pressão de contato distribuída uniformemente.

Existem dois provetes, um superior que possui a forma anelar e um inferior que é plano e horizontal. O provete superior é colocado em cima do inferior, sendo um deles colocado em

movimento de rotação em relação ao outro. A velocidade angular, em relação a um eixo vertical que passa pelo centro geométrico da forma anelar, é constante e baixa. (Lima, 2005)

Existe um sensor de alta sensibilidade que mede um valor binário, este é proporcionalmente o valor considerado como o coeficiente de atrito.

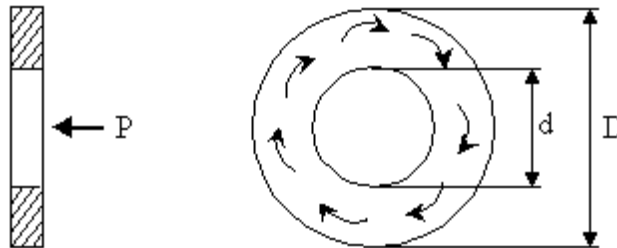


Figura 14 - Geometria do modelo teórico FRICTORQ I

Fonte: LIMA, M., VASCONCELOS, R., HES, L., MARTINS, J., 2005.

Os dois provetes sofrem uma pressão de contato constante, proveniente do peso do bloco metálico utilizado para fixar o provete superior mais o próprio provete.

A partir do valor do binário T é possível o cálculo do coeficiente de atrito de um tecido, através das seguintes equações: (Lima, 2005)

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot \int_{d/2}^{D/2} p \cdot r^2 \cdot dr$$

Equação 3 - Valor binário

$\mu$  = coeficiente de atrito

D = diâmetro externo do anel superior

d = diâmetro interno do anel superior

r = raio

p = pressão de contato

Integrando e substituindo p pelo seu valor dado em:

$$p = \frac{P}{A} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot (D^2 - d^2)}$$

Equação 4 - Substituição do valor de p

P = Peso/Força

A = Área

A equação resultante para o cálculo do coeficiente de atrito é:

$$\mu = \frac{3 \cdot T}{P} \cdot \frac{D^2 - d^2}{D^3 - d^3}$$

Equação 5 - Coeficiente de atrito

O equipamento Frictorq I é constituído por:

1. Um sensor binário, que possui um sistema de aquisição de dados capaz de medir valores binários até 10 cNm ; a sua montagem é feita na parte superior da estrutura fixa do equipamento e alinhado ao mesmo eixo de simetria do corpo superior que é utilizado para fixar o provete do tecido a ensaiar.
2. Um corpo padrão superior, dimensionado para funcionar proporcionando uma pressão de contato de 2.9 kPa, 3.5 kPa, 10 kPa ou até mesmo superior e uma velocidade linear de 1.77 mm/s, que é medida sobre o raio médio da superfície de contato.
3. Um motor de corrente contínua com redutor de engrenagens, que possui a finalidade de acionar o suporte da amostra inferior.
4. Um aplicativo informático, que faz a leitura e a gestão dos sinais de entrada e saída, através de um programa desenvolvido em Visual Basic (ambiente Windows) e que também é responsável pela gestão e controle do sistema. (Lima, 2005)

As figuras abaixo ilustram o equipamento Frictorq I na realização de um ensaio tecido-contra-tecido e detalham o sistema de fixação dos tecidos no provete superior e inferior.

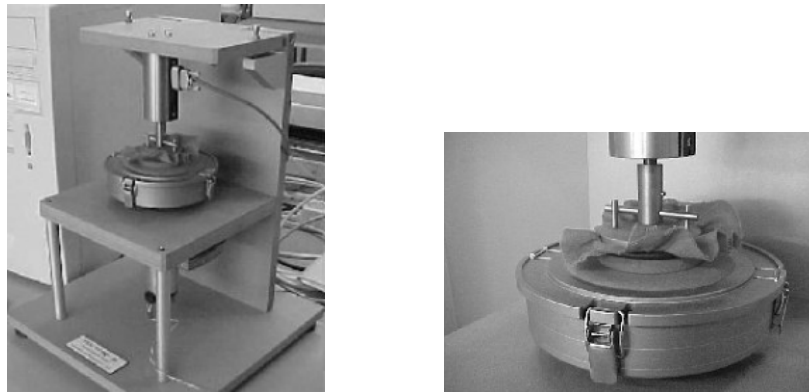


Figura 15 - Tecido-contra-tecido, FRICTORQ I

Fonte: LIMA, M., VASCONCELOS, R., HES, L., MARTINS, J. , 2005.

No modelo original, o equipamento determinava o coeficiente de atrito através da utilização de um corpo de contato superior com forma anelar, onde era montado o provete o tecido. Este era arrastado, a uma velocidade angular constante, sobre uma superfície plana, onde se encontrava o provete inferior do tecido.

O ensaio poderia ser realizado entre tecidos iguais ou diferentes e também com a utilização de um tecido padrão usado na área têxtil para outros ensaios como de desgaste e abrasão. Após um período de investigações, foi desenvolvida uma superfície metálica para ser utilizada como referência. Esta foi chamado de Corpo Padrão, podendo ser lisa SMB (*Smoth Metallic Body* ) ou rugosa TMB (*Textured Metallic Body*), como demonstrados na seguinte figura.



Figura 16 - Corpos padrão SMB e TMB, FRICTORQ I

Fonte: LIMA, M., VASCONCELOS, R., HES, L., MARTINS, J. , 2005.

A apresentação dos resultados dos ensaios é feita através de um painel frontal do programa utilizado pelo sistema após a realização dos ensaios, tal como demonstrado em baixo.



Figura 17 – Visualização do painel frontal do programa após a realização do ensaio

Fonte: Laboratório Têxtil da Universidade do Minho

O equipamento Frictorq I possuía dois pontos fracos. A superfície SMB era muito lisa, resultando assim em valores de coeficiente de atrito muito baixos. E a superfície TMB, sendo construída por processos químicos, resultava em valores de coeficiente de atrito muito altos. (Lima, 2005)

O corpo superior, sendo ele tecido ou metal, estava sempre em contato com a mesma área a ser ensaiada do corpo inferior, provocando alterações nas características da superfície a ensaiar.

Na situação tecido-contra-tecido era mais evidente esta alteração do que na situação metal-tecido, especialmente com o uso do padrão liso (SMB).

### 3.4.2 - FRICTORQ II

Dado a existência de lacunas, um novo modelo do Frictorq foi desenvolvido para corrigir e aperfeiçoar a realização dos ensaios e seus resultados.



Figura 18 - FRICTORQ II

Fonte: Laboratório têxtil da Universidade do Minho

O sensor de contato de superfície contínua utilizado no Frictorq II tem a forma anelar. Este possui três pequenas superfícies, também chamados de pés de contato com o provete do tecido ensaiado, posicionados radialmente e espaçados a 120°.

Ao longo do ensaio, o sensor desloca-se de maneira angular relativa ao provete do tecido em aproximadamente 90°, garantindo assim que uma nova porção de tecido estará sempre sendo arrastada para debaixo de cada uma das três superfícies de contato a ser ensaiada.

Este novo modelo foi nomeado Frictorq II e o seu esquema está representado na seguinte figura:

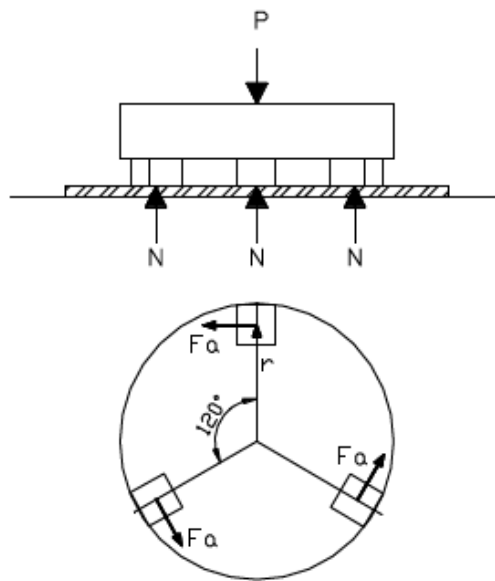


Figura 19 - Esquema - FRICTORQ II

Fonte: LIMA, M., VASCONCELOS, R., HES, L., MARTINS, J. , 2005.

O binário para este novo modelo de equipamento é calculado através da seguinte equação:

$$T = 3 \cdot F_a \cdot r$$

Equação 6 - Valor do binário

Onde:

$F_a = \pi \cdot N$ ;  $N = P/3$ , a partir da figura 19;  $P$  = a força vertical resultante do seu próprio peso.

Através destes dados pode-se calcular o coeficiente de atrito por:

$$\mu = \frac{T}{P \cdot r}$$

Equação 7 - Coeficiente de atrito

A velocidade linear para o centro geométrico de cada um dos pés foi fixada em 1.57 mm/s. (Lima, 2005)

Através de experiências posteriores com o equipamento Frictorq II, concluiu-se que, os resultados obtidos em ensaios com diferentes valores de pressão de contato, 3.5 kPa e 10 kPa, são diferentes influenciando a determinação do  $\mu_{kin}$ .

Os maiores valores de  $\mu_{kin}$  são obtidos nos ensaios realizados com uma pressão de contato de 3.5 kPa.

Os resultados dos ensaios realizados com o Frictorq II com pressão de contato de 3.5 e 10 kPa, são semelhantes aos resultados obtidos com o sistema KES FB4. (Lima, 2005)

## CAPÍTULO IV - DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

### 4.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS SELECCIONADAS

#### 4.1.1 - O ALGODÃO

O algodão é uma matéria-prima natural constituída por celulose quase pura e é proveniente da planta *Gossypium*. As fibras de algodão constituem o revestimento piloso do fruto do algodoeiro.

A secção transversal da fibra de algodão possui a forma de um grão de feijão e tem aspecto de um tubo comprido, torcido, irregular e achatado.

O algodão é a mais importante e utilizada das fibras têxteis. Atualmente a sua participação no mercado têxtil vem decrescendo, representando 60% no mercado de vestuário devido ao desenvolvimento de outras fibras como as fibras químicas. (Hori e Nicolini, 2007).

#### **Obtenção**

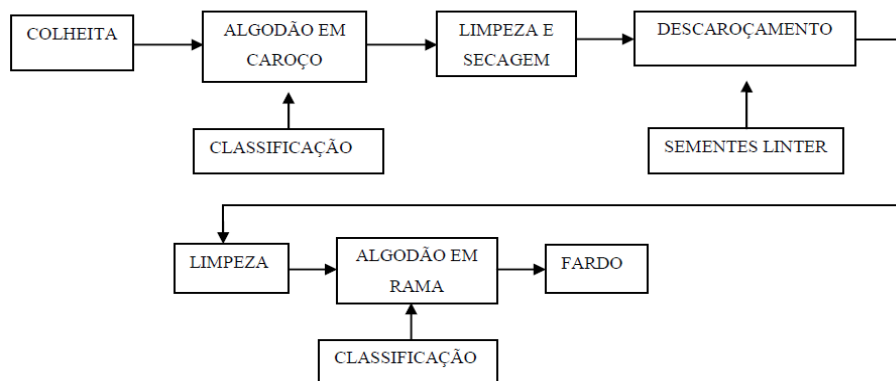


Figura 20 - Fluxograma de obtenção da fibra de algodão

Fonte : <http://www.fei.edu.br/textil/webdesign/webdesign/htm/algodao.htm>

### Principais Características da Fibra de Algodão

- Grande resistência à tração e estabilidade dimensional devido ao arranjo em espiral das fibras de algodão;
  - Grande capacidade para absorver água (cerca de 50% do seu peso) e facilidade de tingimento devido ao elevado número de grupos hidróxidos (OH);
  - Apesar de ser uma fibra curta, o seu comprimento varia de médio a longo;
  - Bom condutor de corrente elétrica devido à elevada taxa de absorção de umidade;
  - O algodão arde facilmente não possuindo assim resistência a chama;
  - O algodão incha ligeiramente dentro de água devido à sua hidrofiliidade;
  - A capacidade higroscópica depende da razão das zonas amorfas e cristalinas.
- (Araújo, 1986)

Tabela 4 - Tabela de propriedades do algodão

<b>PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS</b>						
<b>FINURA</b>		<b>TENACIDADE (cN/dtex)</b>		<b>ALONGAMENTO (%)</b>		<b>DENSIDADE (g/cm<sup>3</sup>)</b>
		<b>CONDICIONADO</b>	<b>ÚMIDO</b>	<b>CONDICIONADO</b>	<b>ÚMIDO</b>	
<b>FIBRA</b>	2,1 a 3,6dtex Ø 16 a 30µ	2,6 / 4,3	2,9 / 5,6	3,0 / 7,0	3,0 / 7,0	1,53
<b>ABSORÇÃO DE UMIDADE (%)</b>				<b>COMPORTAMENTO AO CALOR (°C)</b>		
<b>REGAIN</b>	<b>TAXA CONVENCIONAL CONDICIONAMENTO</b>					
8,5	8,5			Amarelecimento 120-150	Decomposição 160	Ignição 350
<b>PROPRIEDADES QUÍMICAS</b>						
<b>SENSIBILIDADE AOS PRODUTOS QUÍMICOS</b>				<b>TINGIMENTOS - CORANTES / TEMPERATURAS (°C) / SOLIDEZ GERAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boa resistência aos solventes orgânicos comuns e alvejantes.</li> <li>• Resiste aos álcalis e ácidos fracos.</li> <li>• Sensível aos ácidos minerais concentrados.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reativos / 80 °C / Boa</li> <li>• Diretos / 98 °C / Média</li> <li>• Enxofre / 98 °C / Boa</li> <li>• Cuba / 80 °C / Excelente</li> <li>• Naftóis / 80 °C / Boa</li> </ul>		

Fonte: <http://www.fei.edu.br/textil/webdesign/webdesign/htm/algodao.htm>

#### **4.1.2 - O LYOCELL**

O processo de produção da fibra de viscose é complexo e possui um elevado custo devido às transformações químicas envolvidas nos procedimentos que têm a necessidade de utilizar produtos altamente nocivos.

Pesquisas começaram a ser realizadas no final da década de 70 com o objetivo de se obter um processo alternativo ao da viscose partindo da dissolução direta da celulose e, posteriormente, para a produção de filamentos em um banho de coagulação. (Hori e Nicolini, 2007)

Um processo foi desenvolvido pela empresa inglesa Courtaulds que consiste em uma dissolução a quente da celulose num solvente orgânico conhecido como óxido de amina (N-metilmorfolina) e também na fiação em um banho diluído do solvente, tornando assim possível a recuperação do mesmo sem ocasionar a formação de derivados.

Em 1992 foi construída a primeira unidade industrial para a produção de uma fibra diferenciada da viscose regenerada proveniente de estudos de uma produção em escala piloto de laboratório que foi iniciada em 1980. Esta fibra foi lançada comercialmente com a marca Tencel® e recebe o nome de lyocell. (Hori e Nicolini, 2007)

A Lenzing, um dos maiores produtores de fibras artificiais celulósicas que está situada na Áustria, desenvolveu a sua fibra de lyocell com a marca registrada de Lenzing Lyocell®.

As fibras de lyocell possuem características diferenciadas da viscose. Estas por não sofrerem transformações químicas em seu processo de fabricação, apresentam maior grau de orientação molecular e conseqüentemente maior grau de regiões cristalinas. Se comparados com a viscose possui menor perda de resistência no estado úmido, maior resistência à tração, menor alongamento e menor absorção de água.

Outras características distintas da viscose, tais como, o toque e o aspecto são possíveis de se obter como resultado da fibrilação da estrutura superficial do lyocell.

## Obtenção

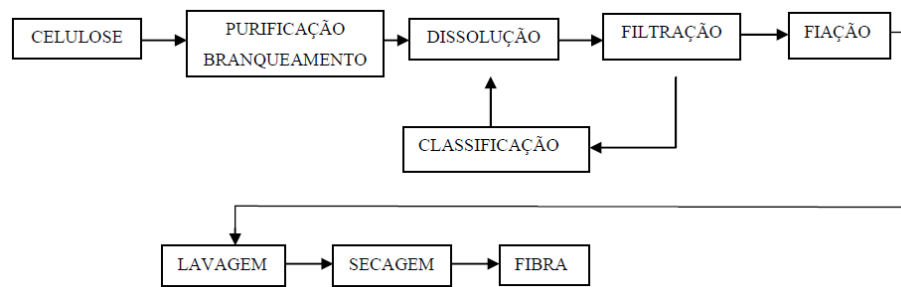


Figura 21 – Fluxograma de obtenção da fibra de lyocell

Fonte : <http://www.fei.edu.br/textil/webdesign/webdesign/htm/lyocell.htm>

## Principais Características da Fibra de Lyocell

- Toque macio e sedoso;
- Absorção da transpiração proporcionando conforto;
- Sensação de frescura, pois a fibra de lyocell possui grande capacidade de absorver o vapor de água que fica entre a pele e o tecido;
- A superfície extremamente lisa do lyocell é macia e agradável ao contato com a pele, devido à baixa rigidez das fibras;
- Indicado para o uso em contato com peles sensíveis, pois não provoca irritação;
- Biodegradável.

(Borbély, 2008)

Tabela 5 - Tabela de propriedades do lyocell

<b>PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS</b>					
<b>TÍTULO (dtex)</b>	<b>TENACIDADE(cN/dtex)</b>		<b>ALONGAMENTO(%)</b>		<b>DENSIDADE(g/cm3)</b>
	<b>CONDICIONADO</b>	<b>ÚMIDO</b>	<b>CONDICIONADO</b>	<b>ÚMIDO</b>	
0,9 a 6,7	4,2 / 4,4	3,4 / 3,8	14 / 16	16 /18	1,56
<b>ABSORÇÃO DE UMIDADE (%)</b>		<b>COMPORTAMENTO AO CALOR (°C)</b>			
<b>REGAIN</b>	<b>TAXA CONVENCIONAL CONDICIONAMENTO</b>				
11,5	13,0		Decomposição 170-205		Ignição 420
<b>PROPRIEDADES QUÍMICAS</b>					
<b>SENSIBILIDADE AOS PRODUTOS QUÍMICOS</b>			<b>TINGIMENTOS - CORANTES / TEMPERATURAS (°C) / SOLIDEZ GERAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resiste aos álcalis diluídos.</li> <li>• Sensível aos ácidos concentrados a frio.</li> <li>• Resiste aos solventes orgânicos comuns e alvejantes.</li> <li>• Perda de resistência aos álcalis concentrados.</li> <li>• Sensível aos ácidos diluídos a quente.</li> <li>• Sensível aos agentes oxidantes fortes.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reativos / 80 °C / Boa</li> <li>• Diretos / 98 °C / Boa</li> <li>• Enxôfre / 98 °C / Boa</li> <li>• Cuba / 80 °C / Excelente</li> <li>• Naftóis / 98 °C / Boa</li> </ul>		

Fonte : <http://www.fei.edu.br/textil/webdesign/webdesign/htm/lyocell.htm>

## **4.2 – DESENVOLVIMENTO DAS AMOSTRAS**

### **4.2.1 – PREPARAÇÃO DOS FIOS**

No presente trabalho foram utilizados fios com as seguintes composições: 100% algodão, 100% lyocell e 67% lyocell / 33% algodão. A escolha das matérias-primas deve-se ao fato de serem fibras de origem celulósica, naturais e artificiais, suas propriedades físicas e químicas intrínsecas e aos objetivos pretendidos.

Os fios utilizados foram produzidos pelo processo de fiação contínuo de anel tendo sido adquiridos ao fabricante.

O processo de preparação dos fios foi realizado no laboratório de fiação da Universidade da Beira Interior.

Primeiramente se realizou o processo de bobinagem que consistiu na passagem dos fios de uma bobina para outra, tendo em vista que a bobina utilizada pelo fabricante era de alta capacidade não sendo a mais adequada para a operação seguinte, que é a retorção.

O fio foi retorcido a dois cabos no retorcedor de anel. O objetivo desta torção é proporcionar mais resistência ao fio.

A torção ou retorção aplicada a um fio de vários cabos é normalmente oposta à dos fios simples (um cabo), resultando em um fio estável.

Após o término deste processo, foi necessário realizar novamente o processo de bobinagem, pois os fios estavam acondicionados em canelas sendo necessário assim estarem em bobinas de maior capacidade para a etapa seguinte. As seguintes figuras ilustram as diferentes etapas do processo:

Etapa 1: Bobinagem do fio a 1 cabo

Etapa 2: Retorção

Etapa 3: Bobinagem do fio a 2 cabos

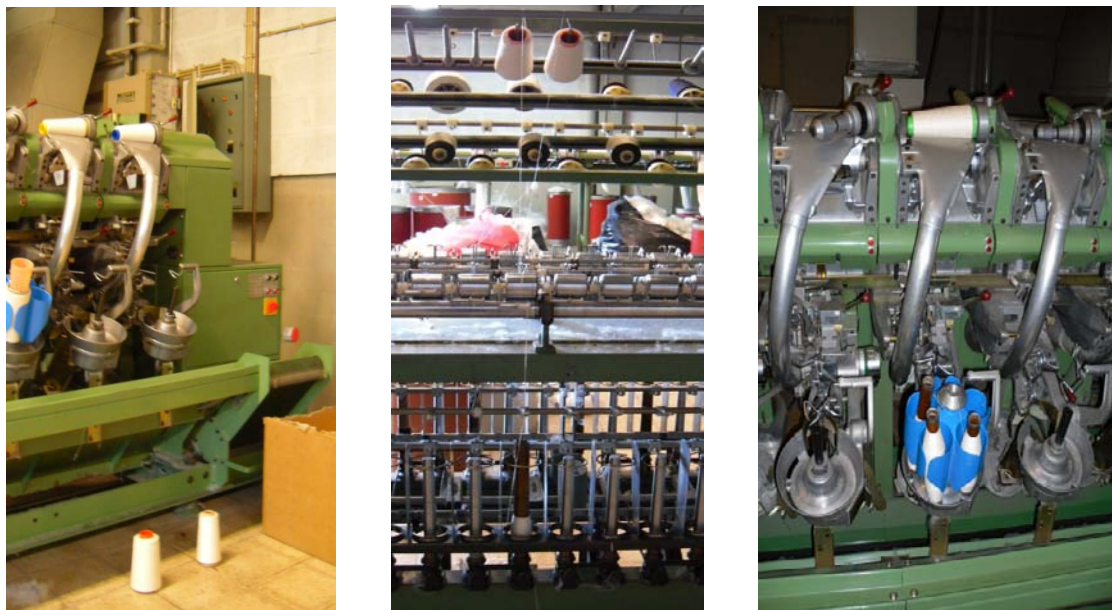


Figura 22 – Bobinagem do fio a 1 cabo, Retorção e Bobinagem do fio a 2 cabos

O quadro a seguir resume algumas características dos fios utilizados:

Quadro 5 - Características dos fios

FIOS			
Composição (%)	100% Algodão	100% Lyocell	67% Lyocell 33% Algodão
Fio inicial Massa linear (Nm)	1/50	1/50	1/50
Fio retorcido Massa linear (Nm)	2/50	2/50	2/50

#### 4.2.2 - PREPARAÇÃO À TECELAGEM

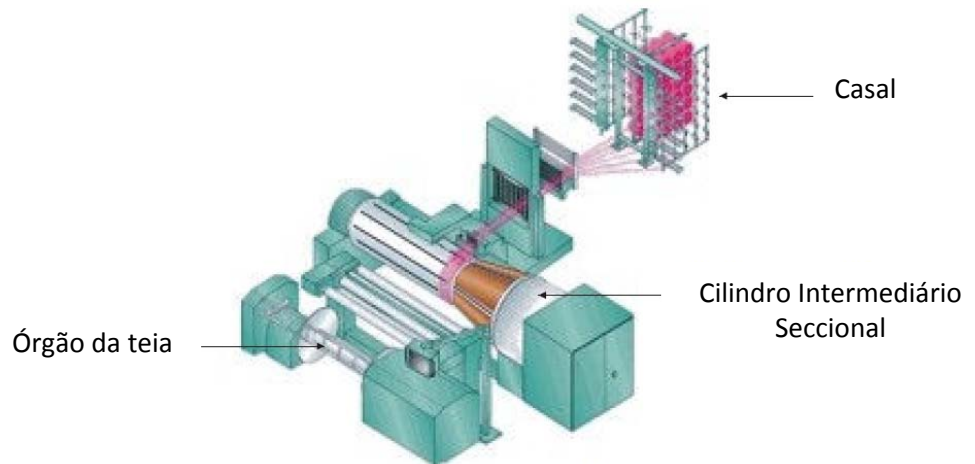
##### *A Urdissagem*

A operação de urdissagem consiste na passagem dos fios que formarão a teia do tecido, transferindo-os de seus suportes iniciais (cones/bobinas) para o órgão do tear.

O número de fios a ser urdido é calculado em função da largura do tecido a ser produzido, do número de fios por centímetro (densidade), do título do fio entre outros dados.

A técnica de urdissagem adotada foi a da urdissagem seccional, que é apropriada para a produção de teias com pequenas metragens.

Esta representado abaixo o esquema geral de uma urdideira:



*Urdideira Seccional. Fonte: Karl Mayer.*

Figura 23 - Esquema da urdideira seccional

Seguem as figuras que demonstram o processo realizado no laboratório de tecelagem do Departamento de Ciência e Tecnologia Têxtil da Universidade da Beira Interior:



Figura 24 - Vista do casal com os fios utilizados nas amostras



Figura 25 - Cilindro intermediário seccional



Figura 26 - Órgão da teia

### 4.2.3 - A TECELAGEM

O tear utilizado para a fabricação do tecido foi um tear de pinças bilaterais, sistema dewaes, da marca LUCAS datado de 1978.

Em termos do ligamento/debuxo, optou-se por utilizar tecidos com a mesma estrutura para que este não fosse um parâmetro variável que iria influenciar os resultados finais.

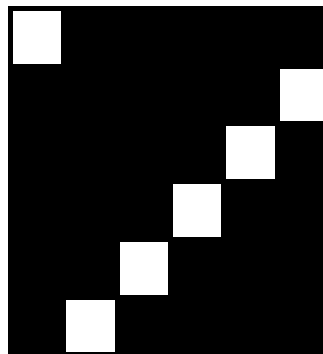
Foi construída uma estrutura têxtil planar convencional (tela dupla) visando um coeficiente de atrito otimizado para o lado direito e avesso do tecido.


O tecido duplo apresenta um processo de ligação das duas telas chamado de ligados por mudança de tela, onde em determinados pontos do tecido, a tela superior passa para inferior e a tela inferior passa para a superior, formando assim os pontos de ligamento entre os dois tecidos.


Os esquemas a seguir demonstram a estrutura reproduzida em laboratório:

#### Lado direito do tecido

Ligamento/Debuxo: Sarja pesada de 6

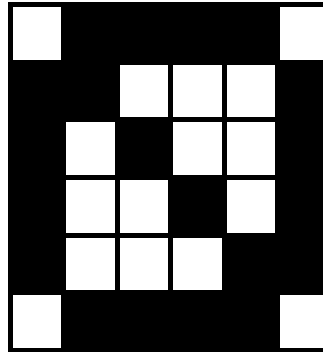


Fios de teia: 


Fios de trama : 

#### Lado avesso do tecido

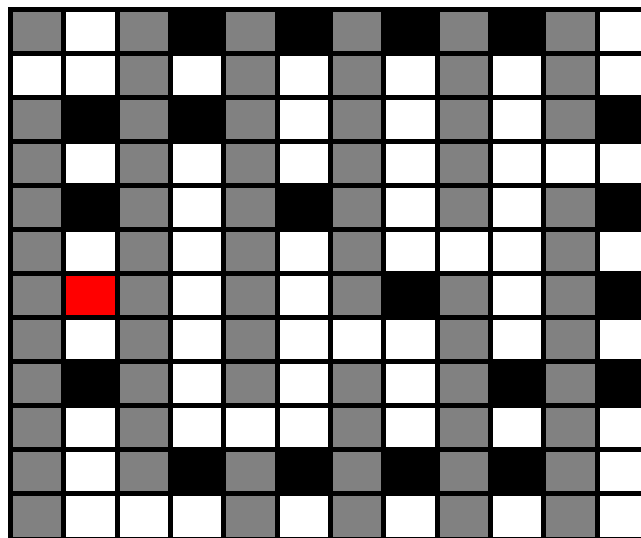
Ligamento/debuxo: Granitado




Fios de teia/urdume: 


Fios de trama: 

Ligamento do tecido tela dupla na ordem 1 e 1



Ponto de ligamento dos tecidos 

Lado direito 

Lado avesso 

Depois de definido o tear a ser utilizado e a estrutura a ser construída, foi realizado uma etapa de preparação dos fios que estão no órgão da teia.

Segue abaixo o esquema que exemplifica os elementos que compõem um tear:

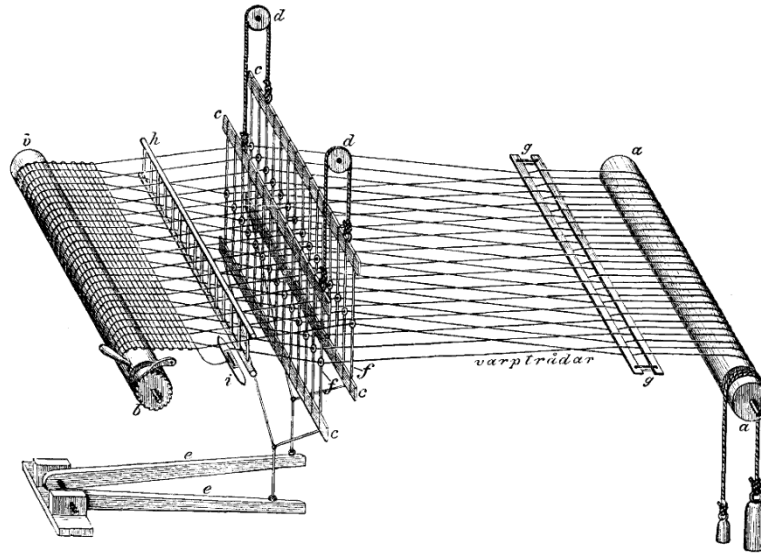


Figura 27 – Esquema do tear

a – órgão da teia; c – perchadas; f – liços/malhas; g – cruz dos fios; h – pente; i – pinça; v – tecido.

O primeiro passo para a fabricação do tecido foi colocar os fios em suas devidas malhas que se encontram nas perchadas com certa ordem para o início da construção do ligamento/debuxo.

Utilizaram-se 12 perchadas com 572 malhas cada, resultando em um total de 6856 fios de teia.

Abaixo, as figuras ilustram o processo realizado:



Figura 28 - Etapas da preparação à tecelagem

Após a preparação dos quadros, foi feita a passagem dos fios pelo pente do tear.



Figura 29 - Passamento dos fios no pente

Com os fios de teia devidamente posicionados, iniciou-se a preparação da trama. Os fios de trama foram retorcidos a dois cabos e acondicionados em bobinas adequadas para a sua utilização no tear.

Para a programação do ligamento/debuxo no tear, foi utilizado um sistema de cartão perfurado que através de furos em uma determinada sequência que traduz para o tear o ligamento pré-definido da estrutura que será desenvolvida.

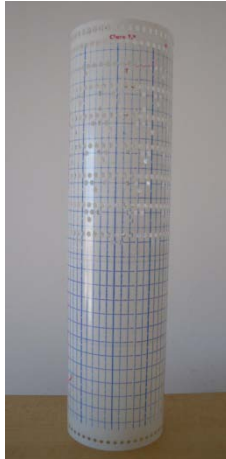


Figura 30 - Sistema de cartão perfurado

Finalmente o tecido foi produzido com as características desejadas para o estudo.



Figura 31 - Produção do tecido no tear

O Centro Hospitalar Pêro da Covilhã fez uma doação de lençóis que são utilizados no dia a dia do hospital para o estudo, para que assim seja possível realizar a comparação entre os tecidos desenvolvidos neste trabalho e os utilizados nesse hospital.

#### **4.2.4 – CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE TECIDO PRODUZIDAS**

O quadro abaixo demonstra algumas características físicas dos tecidos produzidos e do tecido proveniente do hospital:

Tabela 6 – Tabela de caracterização das amostras

TECIDOS												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Norma
Composição análise quantitativa (%)	Teia	100% CO	100% LY	67% LY 33% CO	100% CO	100% LY	67% LY 33% CO	100% CO	100% LY	67% LY 33% CO	70% PES 30% CO	NP 2248
	Trama	100% CO	100% CO	100% CO	100% LY	100% LY	100% LY	67% LY 33% CO	67% LY 33% CO	67% LY 33% CO		
Ligamento da tela Duplo*	Lado direito	Sarja de 6	Sarja de 6	Sarja de 6	Sarja de 6	Sarja de 6	Sarja de 6	Sarja de 6	Sarja de 6	Sarja de 6	Tafetá	NP 1700
	Lado avesso	Granitado	Granitado	Granitado	Granitado	Granitado	Granitado	Granitado	Granitado	Granitado		
Densidade (fios/cm)	Teia	44	44	44	44	44	44	44	44	44	26	NP EN 1049-2
	Trama	44	44	44	44	44	44	44	44	44	26	
Massa/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	330	324	330	348	340	342	335	330	345	110	NP 1701
Título do fio (Nm)	Teia	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	1/40	NP 4105
	Trama	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	2/50	1/40	

\*Exceto o tecido J-Hospital.

As seguintes figuras ilustram a estrutura do lado direito e do lado avesso de uma das amostras produzidas:

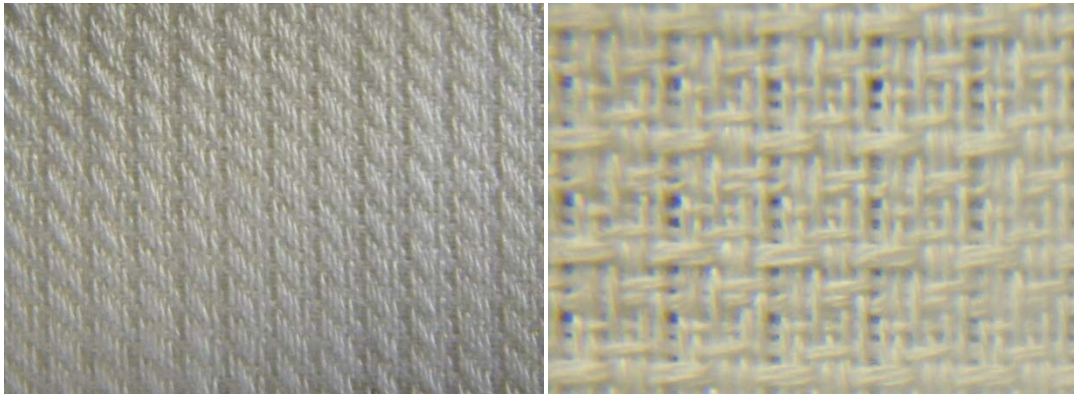


Figura 32 - Ilustração do lado direito e do lado avesso do tecido

#### **4.2.5 – AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO**

A realização de ensaios nas estruturas têxteis desenvolvidas neste trabalho tem como objetivo a determinação do coeficiente de atrito do lado direito e do lado avesso dos tecidos.

Conhecendo o coeficiente de atrito dos tecidos será possível realizar um estudo comparativo dos resultados, podendo assim verificar se a estrutura desenvolvida é adequada para a prevenção e tratamento das úlceras de pressão.

A utilização de diferentes matérias-primas na fabricação do tecido permite a análise da sua influência no coeficiente de atrito dos tecidos, sendo possível concluir qual a matéria-prima que potencia as características do tecido para o objetivo pretendido.

As descrições dos ensaios realizados estão apresentadas a seguir.

##### **4.2.5.1 - MEDIÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO KAWABATA**

O equipamento utilizado para a realização dos ensaios foi o KES FB4 – Automatic Surface Tester, que determina as propriedades de superfície de tecidos.

As características analisadas pelo KES FB4 são:

- Coeficiente de atrito
- Desvio padrão do coeficiente de atrito
- Rugosidade geométrica

As amostras dos tecidos que serão analisados foram cortadas em quadrados de 20 cm x 20 cm e mantidas em atmosfera normalizada durante, pelo menos, 24h.

O ensaio foi realizado em atmosfera acondicionada segundo a norma ISO 139 (20°C ± 2°C de temperatura e 65% ±2% de humidade relativa).

O peso atribuído ao sensor é selecionado de acordo com o material a ser ensaiado, neste caso atribuiu-se P = 400gr, correspondente ao valor recomendado para tecidos.

Depois de realizada a calibração do equipamento e o posicionamento da amostra no equipamento, foi acionado o interruptor de início sendo os sensores ajustados automaticamente em condições de iniciar a medição. Este sensor possui uma área de contato de 0,25cm<sup>2</sup>. A amostra do tecido foi movida a uma velocidade constante de 1 mm/s.

Depois de finalizada a primeira medição, o sensor se movimenta para realizar a medição em uma posição diferente analisando assim vários pontos do tecido.

Uma tensão de 20 gf/cm foi aplicada na amostra a fim de evitar deslocações durante o teste.

Os ensaios foram realizados no lado direito e no avesso do tecido, no sentido da teia e no sentido da trama.

Os valores obtidos pelos ensaios são representados graficamente no ecrã do computador.

O símbolo utilizado pelo equipamento para o coeficiente de atrito é MIU. A média do desvio de MIU é representada por MMD. Quanto maior o valor do MIU, maior o coeficiente de atrito que o tecido apresenta.

Seguem abaixo as figuras que ilustram a realização dos ensaios:



Figura 33 - Equipamento KES FB4 e tecido pronto para ser ensaiado

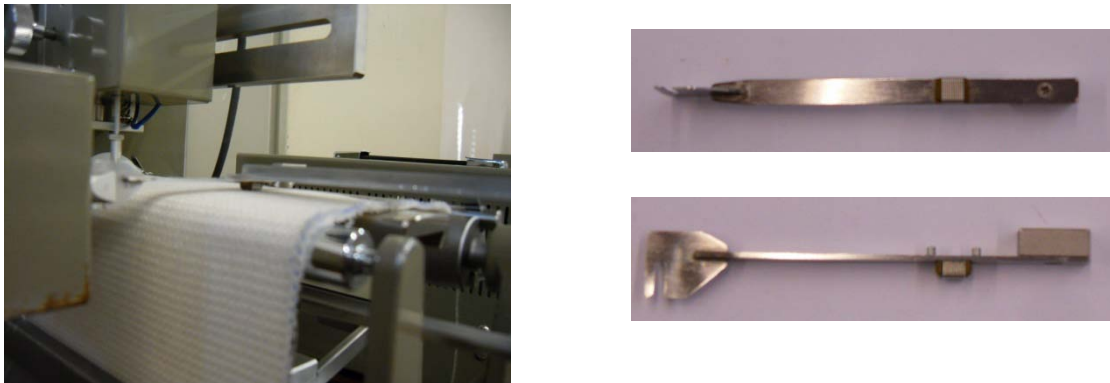


Figura 34 - Elemento de contato com a amostra e ensaio em andamento



Figura 35 - Painel de resultados

#### 4.2.5.2 - MEDIÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO FRICTORQ II

As amostras dos tecidos a serem analisados posteriormente foram cortadas em círculos de  $100\text{cm}^2$  de área, ou seja, 11,3 cm de diâmetro e mantidas em atmosfera normalizada durante, pelo menos, 24h. Para cada tipo de tecido foram ensaiados 10 provetes.

O equipamento utilizado para a realização dos ensaios foi o Frictorq II. Os ensaios foram realizados no laboratório de ensaios físicos da Universidade do Minho em atmosfera normalizada, para ensaios têxteis, conforme a norma ISO 139 ( $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  de temperatura e  $65\% \pm 2\%$  de humidade relativa).

Algumas precauções são necessárias para não alterar os resultados das análises, tais como, a não existência de rugas nos provetes e a inexistência de impurezas na sua superfície.

Foi introduzido um código de referência dos provetes dos tecidos a ensaiar, o peso do provete superior, anteriormente determinado numa balança de precisão que será utilizado na equação para o cálculo final do coeficiente médio de atrito e, finalmente, o tempo desejado para a duração do ensaio no programa desenvolvido para este efeito.

Peso do provete superior =  $P = 57,55\text{g}$

Tempo de duração do ensaio = de 5s a 20s

A opção de pressão de contato escolhida para a realização do ensaio foi de 3,5 kPa.

Em seguida deu-se a ordem para a ativação do motor, através da porta paralela do PC.

Durante o ensaio, os valores obtidos pelo sensor binário são enviados ao PC. Ao fim do ensaio, foi determinado um valor do binário de atrito, sendo este valor um cálculo da média dos valores recebidos ao longo do ensaio e o coeficiente de atrito, utilizando as equações descritas anteriormente.

Segue abaixo as figuras que representam os detalhes da realização dos ensaios:



Figura 36 - Equipamento FRICTORQ II e ensaio em andamento

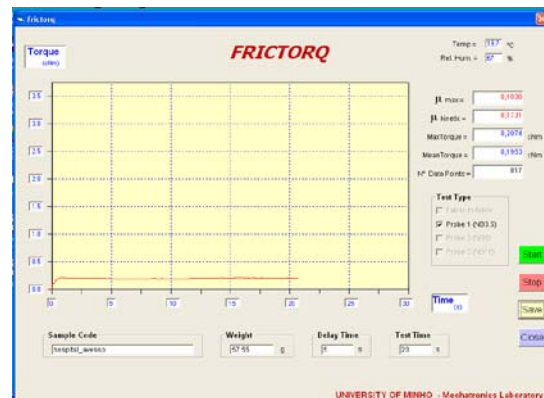


Figura 37 - Elemento de contato com a amostra e painel principal.

Os resultados apresentados foram guardados em uma folha de cálculo para posterior tratamento estatístico.

## CAPÍTULO V – 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 DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO KAWABATA

Na tabela 7 estão apresentados os valores dos coeficientes de atrito, no sentido da teia e no sentido da trama do lado direito do tecido, as médias dos desvios padrão e os valores médios dos coeficientes de atrito dos dez tecidos ensaiados de acordo com o método de ensaio do equipamento KES FB4.

Tabela 7 - Valores obtidos dos ensaios no KES FB4 – Lado direito do tecido

Tecido	MIU Teia	MMD Teia	MIU Trama	MMD Trama	Média - MIU
A - direito	0,256	0,0244	0,217	0,0104	0,2365
B - direito	0,25	0,0218	0,244	0,0109	0,247
C - direito	0,254	0,0212	0,221	0,0123	0,2375
D - direito	0,255	0,0266	0,222	0,0121	0,2385
E - direito	0,244	0,0179	0,197	0,0104	0,2205
F - direito	0,248	0,0255	0,238	0,0105	0,243
G - direito	0,257	0,0238	0,201	0,0249	0,229
H - direito	0,253	0,031	0,209	0,0121	0,231
I - direito	0,248	0,0193	0,247	0,0108	0,2475
J - direito	0,19	0,0215	0,19	0,0153	0,19

**MIU** = coeficiente de atrito

**MMD** = média do desvio de MIU

Conforme demonstram os resultados obtidos experimentalmente, é possível verificar que a amostra G possui o maior coeficiente de atrito no sentido da teia se comparado com os valores dos outros tecidos, porém nota-se que o valor obtido no ensaio para a amostra A é apenas ligeiramente inferior à amostra G.

A amostra G apresenta em sua composição fios de teia 100%CO e fios de trama 67%LY 33%CO, já a amostra A possui os fios de teia e de trama compostos de 100%CO.

Analisando os nove tecidos desenvolvidos podem constatar-se diferenças. Estas alterações apresentadas justificam-se pela utilização de diferentes tipos de matérias-primas, já que a estrutura dos tecidos é a mesma.

A análise dos valores obtidos no sentido da trama, permite verificar que todos os valores dos coeficientes de atrito são menores do que os respectivos valores no sentido da teia, quando comparados individualmente. A amostra E possui o menor coeficiente de atrito em relação à trama.

Os tecidos produzidos apresentam um maior coeficiente de atrito no sentido da teia e da trama, se comparados com o tecido utilizado no Centro Hospitalar Cova da Beira, o Tecido J.

Como esperado verifica-se que a amostra J possui um valor de coeficiente de atrito igual segundo o sentido da teia e da trama.

A tabela 8 apresenta os valores obtidos no sentido da teia e no sentido da trama para o lado avesso do tecido.

Tabela 8 - Valores obtidos dos ensaios no KES FB4 – Lado avesso do tecido

<b>Tecido</b>	<b>MIU Teia</b>	<b>MMD Teia</b>	<b>MIU Trama</b>	<b>MMD Trama</b>	<b>Média - MIU</b>
<b>A - avesso</b>	0,26	0,0192	0,265	0,029	0,2625
<b>B - avesso</b>	0,256	0,0185	0,25	0,0202	0,253
<b>C - avesso</b>	0,257	0,0192	0,262	0,0257	0,2595
<b>D - avesso</b>	0,259	0,0184	0,261	0,031	0,26
<b>E - avesso</b>	0,237	0,0178	0,242	0,0284	0,2395
<b>F - avesso</b>	0,255	0,0207	0,253	0,0203	0,254
<b>G - avesso</b>	0,264	0,0237	0,259	0,0165	0,2615
<b>H - avesso</b>	0,243	0,0179	0,246	0,0248	0,2445
<b>I - avesso</b>	0,248	0,0169	0,238	0,0335	0,243
<b>J - avesso</b>	0,191	0,0213	0,191	0,0155	0,191

**MIU** = coeficiente de atrito

**MMD** = média do desvio de MIU

Através da análise da tabela 8 é possível verificar que a amostra A apresenta o maior coeficiente de atrito nas duas direções do tecido, teia e trama, resultando em uma média dos coeficientes de atrito maior, se comparado com as médias das outras amostras.

Os valores dos coeficientes de atrito no sentido da teia e da trama, de um mesmo tecido, são semelhantes devido ao fato de possuírem uma estrutura têxtil com debuxo simétrico, ou seja, o debuxo é o mesmo para o sentido da teia e da trama.

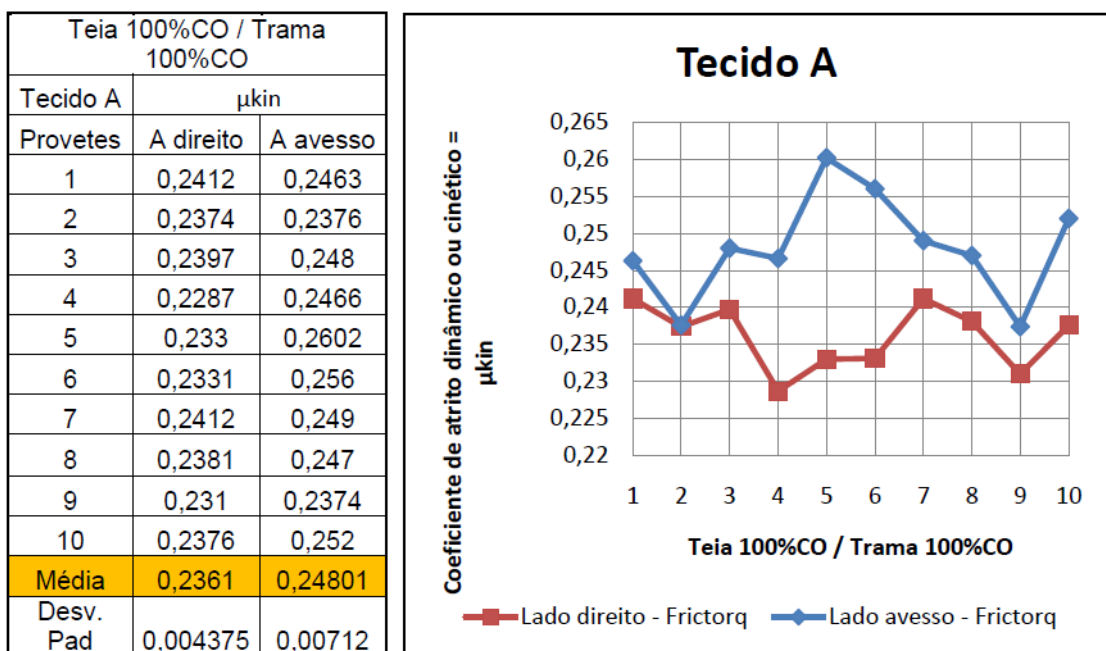
A diferença entre os valores das amostras produzidas resulta das diferentes matérias-primas com o qual foram fabricadas.

Analisando os dados da tabela 8, é possível constatar que o coeficiente de atrito da amostra J é inferior aos valores obtidos das outras amostras.

## 5.2 – DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO ATRAVÉS DO MÉTODO FRICTORQ II

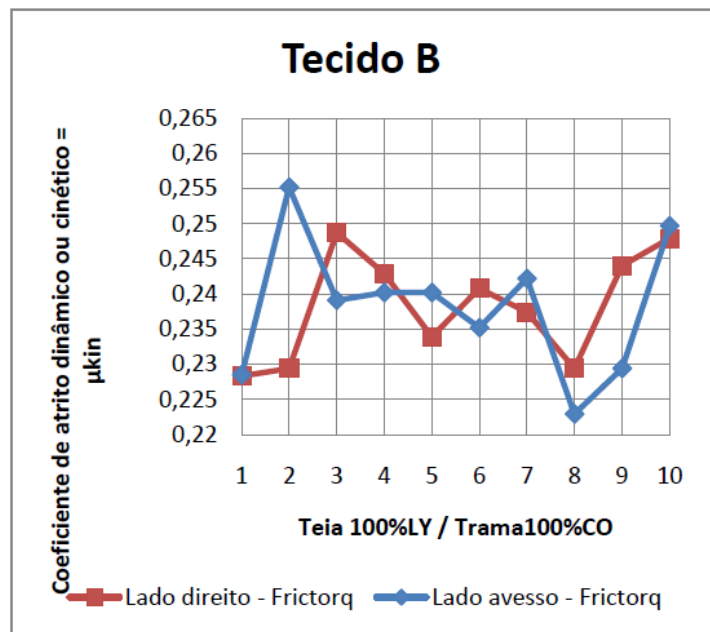
A determinação do coeficiente de atrito dinâmico através do método Frictorq II fornecem os seguintes resultados:

Quadro 6 - Medição do atrito dinâmico da **amostra A** através do método Frictorq II



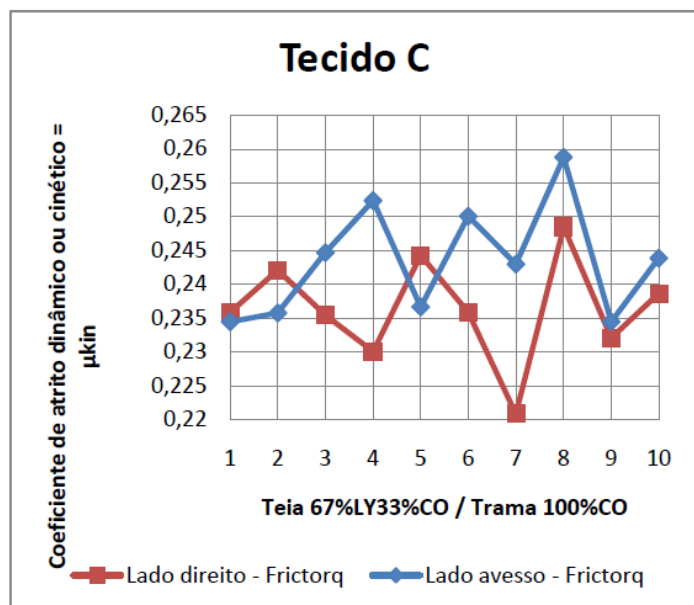
Quadro 7 - Medição do atrito dinâmico da **amostra B** através do método Frictorq II

Teia 100%LY / Trama100%CO		
Tecido B	$\mu_{kin}$	
Provetes	B direito	B avesso
1	0,2283	0,2285
2	0,2294	0,2552
3	0,2487	0,2391
4	0,2429	0,2402
5	0,2339	0,2402
6	0,2408	0,2352
7	0,2374	0,2422
8	0,2294	0,2229
9	0,244	0,2294
10	0,2479	0,2497
<b>Média</b>	<b>0,23827</b>	<b>0,23826</b>
Desv. Pad	0,007737	0,009779



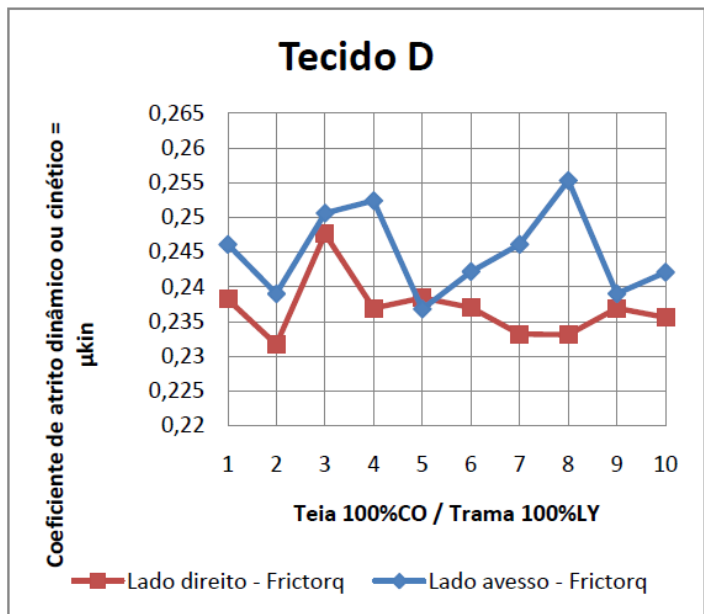
Quadro 8 - Medição do atrito dinâmico da **amostra C** através do método Frictorq II

Teia 67%LY33%CO / Trama 100%CO		
Tecido C	$\mu_{kin}$	
Provetes	C direito	C avesso
1	0,2359	0,2345
2	0,2421	0,2358
3	0,2355	0,2447
4	0,2301	0,2524
5	0,2443	0,2367
6	0,2359	0,2501
7	0,2209	0,243
8	0,2485	0,2588
9	0,2321	0,2345
10	0,2387	0,2439
<b>Média</b>	<b>0,2364</b>	<b>0,24344</b>
Desv. Pad	0,007791306	0,008341356



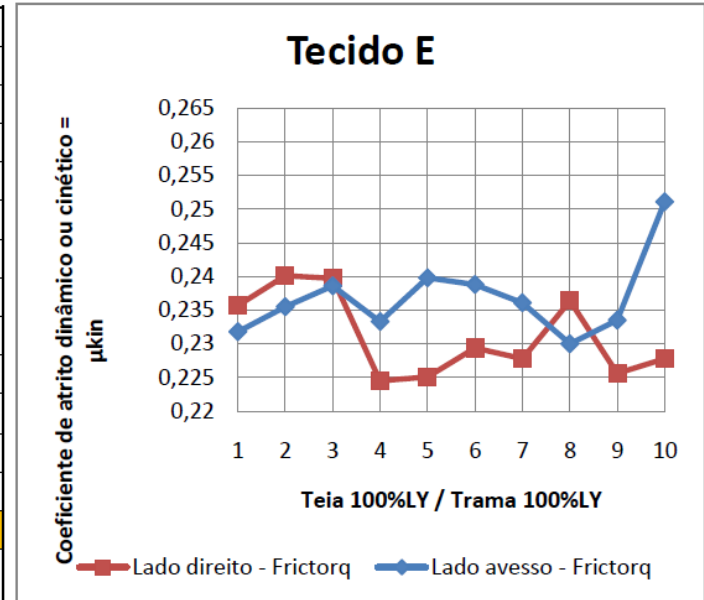
Quadro 9 - Medição do atrito dinâmico da **amostra D** através do método Frictorq II

Teia 100%CO / Trama 100%LY		
Tecido D	$\mu_{kin}$	
Provetes	D direito	D avesso
1	0,2382	0,2461
2	0,2317	0,239
3	0,2476	0,2506
4	0,2369	0,2524
5	0,2384	0,2368
6	0,237	0,2422
7	0,2332	0,2461
8	0,2331	0,2553
9	0,2369	0,239
10	0,2356	0,2421
<b>Média</b>	<b>0,23686</b>	<b>0,24496</b>
Desv. Pad	0,004413162	0,006237022



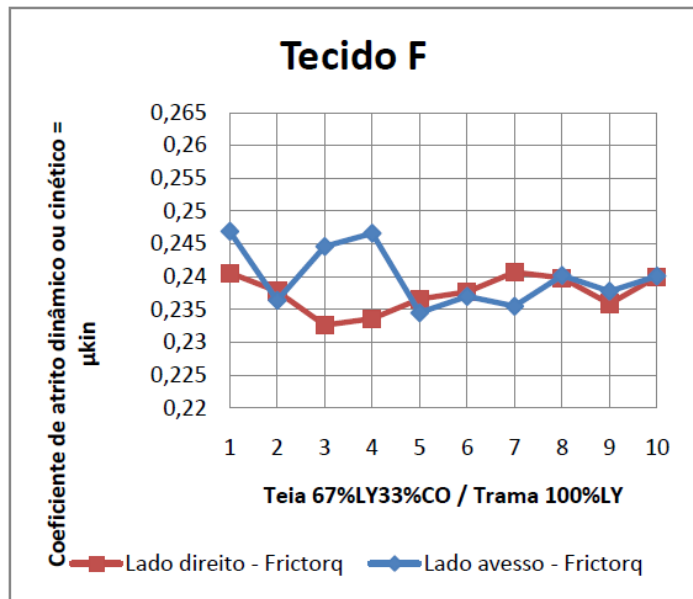
Quadro 10 - Medição do atrito dinâmico da **amostra E** através do método Frictorq II

Teia 100%LY / Trama 100%LY		
Tecido E	$\mu_{kin}$	
Provetes	E direito	E avesso
1	0,2357	0,2318
2	0,2401	0,2355
3	0,2397	0,2386
4	0,2245	0,2333
5	0,2251	0,2398
6	0,2294	0,2388
7	0,2278	0,2361
8	0,2364	0,23
9	0,2256	0,2335
10	0,2278	0,2511
<b>Média</b>	<b>0,23121</b>	<b>0,23685</b>
Desv. Pad	0,006133415	0,005937311



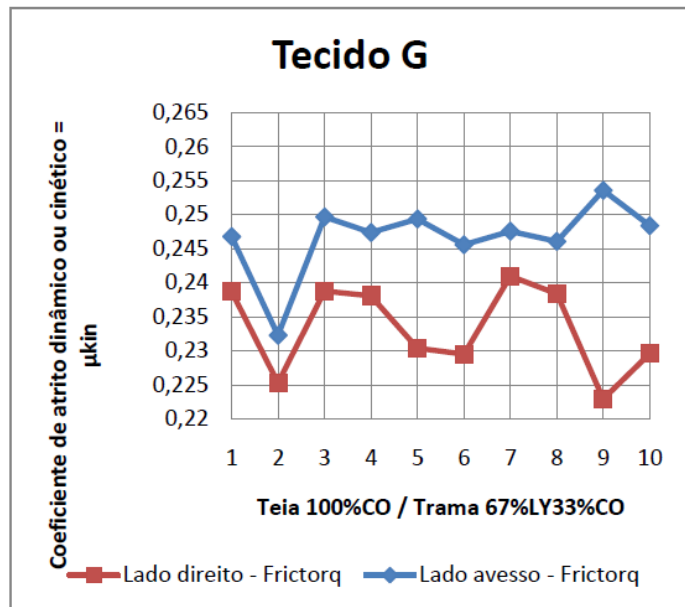
Quadro 11 - Medição do atrito dinâmico da **amostra F** através do método Frictorq II

Teia 67%LY33%CO / Trama 100%LY		
Tecido F	$\mu_{kin}$	
Provetes	F direito	F avesso
1	0,2406	0,2469
2	0,2378	0,2364
3	0,2326	0,2446
4	0,2336	0,2466
5	0,2366	0,2345
6	0,2377	0,237
7	0,2407	0,2355
8	0,2398	0,2402
9	0,2359	0,2378
10	0,24	0,2401
<b>Média</b>	<b>0,23753</b>	<b>0,23996</b>
Desv. Pad	0,002869398	0,004590618



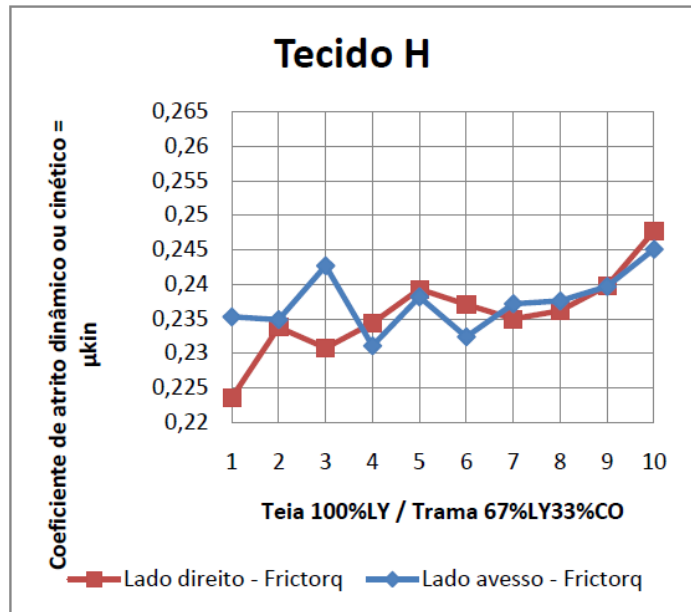
Quadro 12 - Medição do atrito dinâmico da **amostra G** através do método Frictorq II

Teia 100%CO / Trama 67%LY33%CO		
Tecido G	$\mu_{kin}$	
Provetes	G direito	G avesso
1	0,2387	0,2468
2	0,2253	0,2323
3	0,2388	0,2497
4	0,2381	0,2474
5	0,2304	0,2494
6	0,2295	0,2456
7	0,241	0,2476
8	0,2384	0,2461
9	0,2229	0,2536
10	0,2296	0,2484
<b>Média</b>	<b>0,23327</b>	<b>0,24669</b>
Desv. Pad	0,006467363	0,005548063



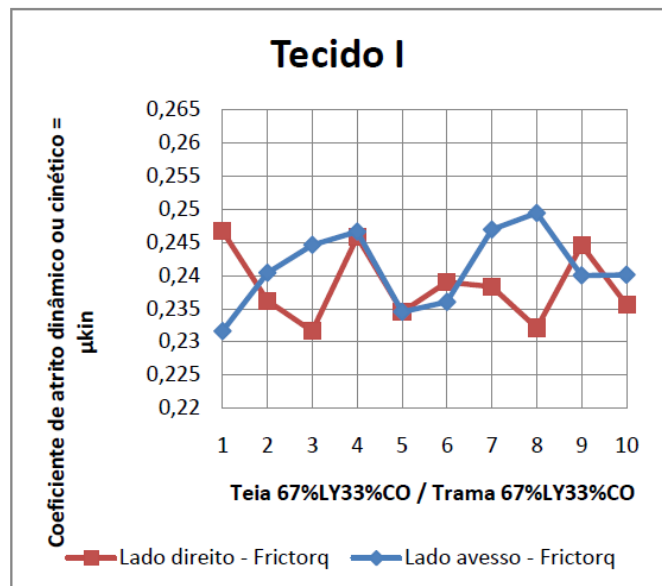
Quadro 13 - Medição do atrito dinâmico da **amostra H** através do método Frictorq II

Teia 100%LY / Trama 67%LY33%CO		
Tecido H	$\mu_{kin}$	
Provetes	H direito	H avesso
1	0,2236	0,2353
2	0,2338	0,2349
3	0,2308	0,2427
4	0,2344	0,2311
5	0,2393	0,2382
6	0,2371	0,2324
7	0,235	0,2372
8	0,2362	0,2376
9	0,2398	0,2397
10	0,2477	0,2451
Média	0,23577	0,23742
Desv. Pad	0,00625514	0,004329947

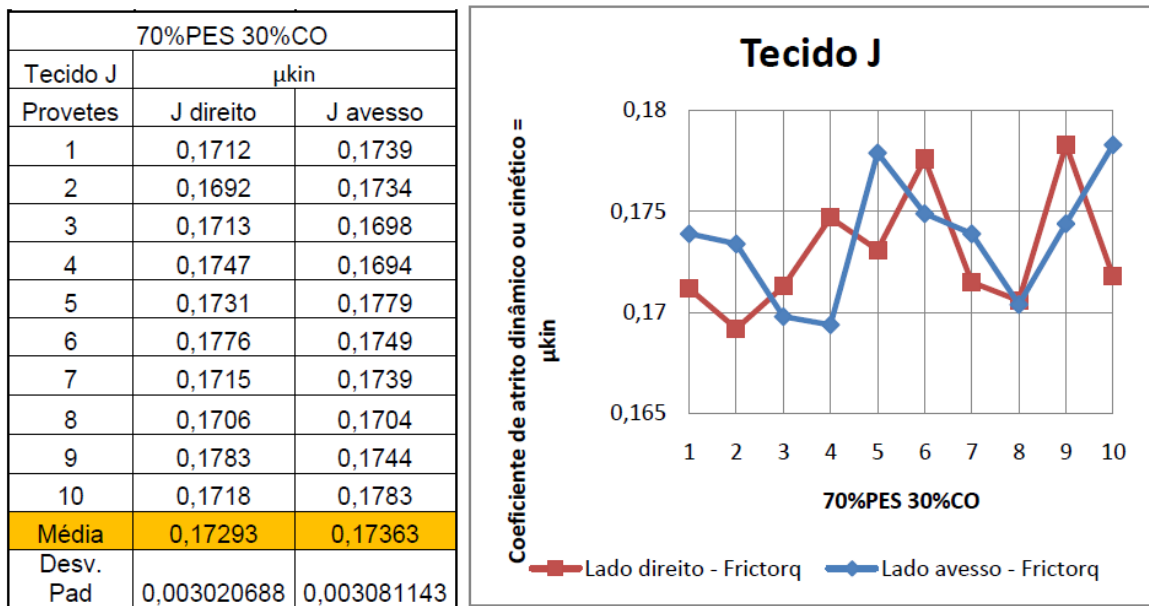


Quadro 14 - Medição do atrito dinâmico da **amostra I** através do método Frictorq II

Teia 67%LY33%CO / Trama 67%LY33%CO		
Tecido I	$\mu_{kin}$	
Provetes	I direito	I avesso
1	0,2467	0,2316
2	0,2362	0,2404
3	0,2316	0,2446
4	0,2458	0,2466
5	0,2345	0,2345
6	0,239	0,236
7	0,2383	0,2469
8	0,2321	0,2494
9	0,2446	0,24
10	0,2356	0,2401
Média	0,23844	0,24101
Desv. Pad	0,005540397	0,005844931



Quadro 15 - Medição do atrito dinâmico da **amostra J** através do método Frictorq II



O equipamento FRICTORQ II realiza um ensaio que resulta em um valor de coeficiente de atrito médio em relação ao sentido da teia e da trama, por isso os valores do lado direito do tecido serão analisados com um valor de coeficiente de atrito dinâmico médio.

Através da análise das tabelas que ilustram os valores dos coeficientes de atrito dos tecidos ensaiados, é possível constatar que a amostra B apresenta o maior coeficiente de atrito no lado direito do tecido, contudo a amostra A apresenta valores significativamente semelhantes à amostra B. A amostra E possui o menor valor de coeficiente de atrito.

O lado avesso do tecido apresenta a amostra A com o maior valor de coeficiente de atrito. De acordo com os resultados obtidos, a amostra G possui um valor de coeficiente de atrito próximo ao valor da amostra A.

Analisando os 9 tecidos desenvolvidos pode-se constatar uma diferença significativa nos valores se comparados com o Tecido J. Este apresenta um coeficiente de atrito médio baixo, tanto no lado direito como no lado avesso do tecido.

### 5.3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DO MÉTODO KAWABATA E DO MÉTODO FRICTORQ II

Os gráficos seguintes ilustram os valores médios do coeficiente de atrito obtidos por cada amostra através do método Kawabata e do método Frictorq II.

Gráfico 2 – Comparação do atrito dinâmico do lado direito das amostras entre o método Kawabata e Frictorq II

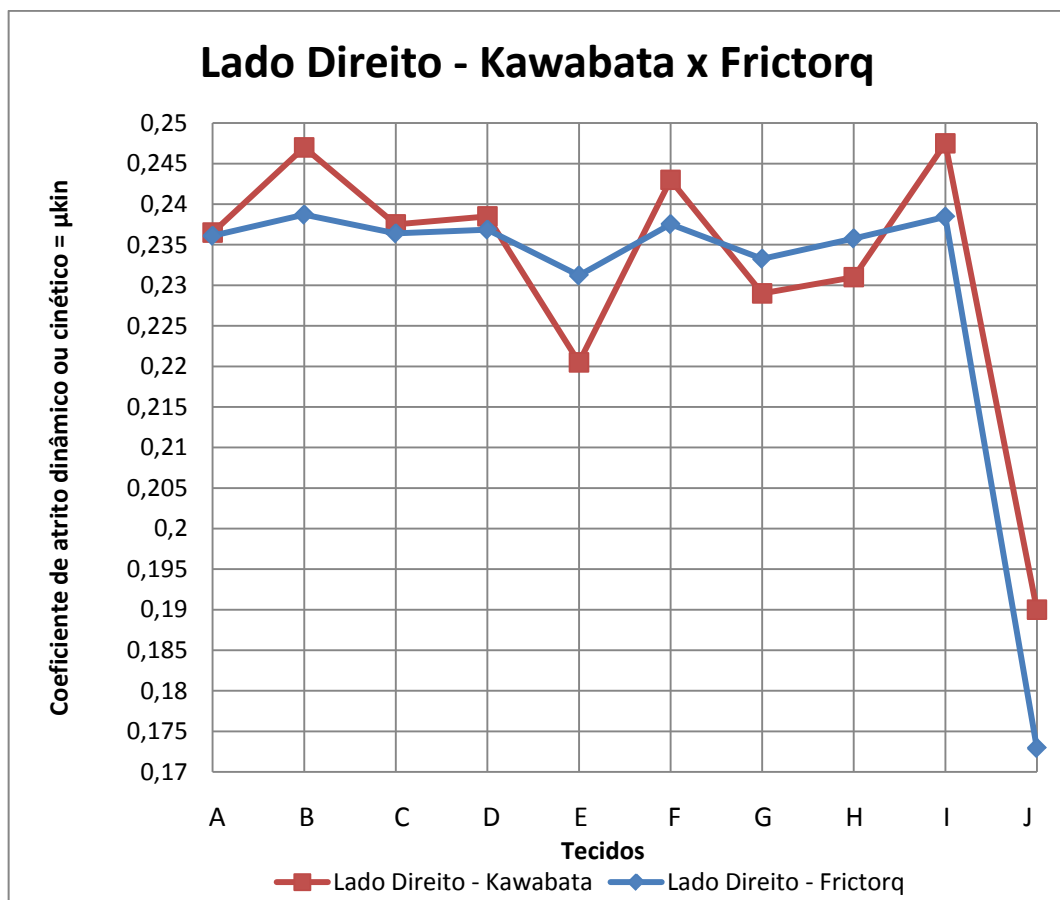
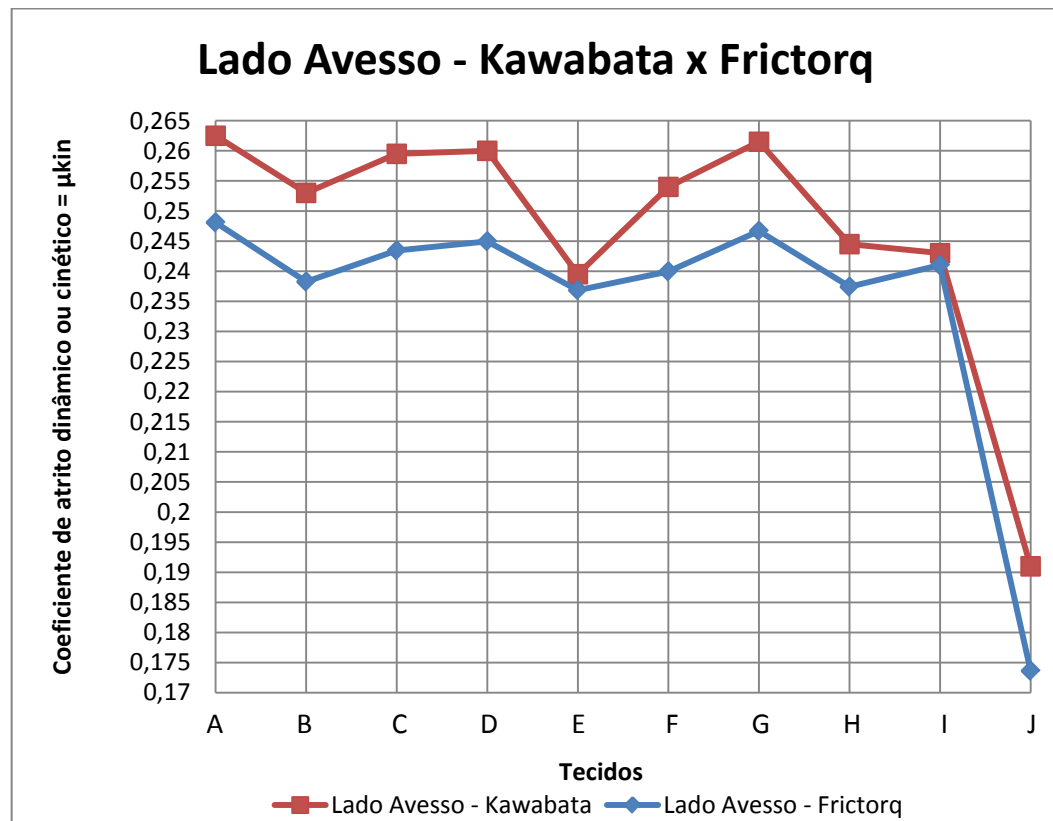


Gráfico 3 - Comparação do atrito dinâmico do lado avesso das amostras entre o método Kawabata e Frictorq II



Analisando os gráficos anteriores pode constatar-se diferenças entre os valores obtidos através destes dois métodos. Os valores mantêm a mesma tendência quer no lado direito quer no lado avesso, com o coeficiente de atrito dinâmico do lado avesso a ser superior.

## CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES

Após a realização do presente trabalho de investigação, a análise dos resultados obtidos permite inferir as seguintes conclusões:

- Este trabalho permitiu a concepção de uma estrutura têxtil funcional direcionada para o mercado dos têxteis técnicos com aplicação na área da saúde.
- O estudo desenvolvido nesta tese, suportado pelos resultados experimentais obtidos com a determinação do coeficiente de atrito dinâmico através do método Kawabata e do método Frictorq II permite verificar que os pressupostos pretendidos, isto é, coeficientes de atrito diferenciados segundo o lado direito e o lado avesso do tecido, bem como, no sentido da teia e da trama foram alcançados.
- A apreciação dos valores do coeficiente de atrito dinâmico segundo o método Kawabata denota sempre valores superiores no sentido da teia comparativamente ao sentido da trama. Tendo em conta o lado direito do tecido, a amostra que apresenta os valores superiores segundo o sentido longitudinal é a G. Já a amostra E possui, no sentido transversal, os valores inferiores do coeficiente de atrito dinâmico. Este teste permite ainda demonstrar que para todas as amostras avaliadas, o coeficiente de atrito dinâmico é sempre superior no lado avesso do tecido em relação ao lado direito. A amostra que apresenta um maior diferencial de valores no lado avesso é a A.
- A análise dos valores do coeficiente de atrito dinâmico obtidos através do método Frictorq II também evidencia coeficientes de atrito superiores no lado avesso comparativamente ao lado direito do tecido para todas as amostras estudadas, concordante com os resultados provenientes do método Kawabata. A análise do lado direito das amostras demonstra que a amostra B possui o maior valor do coeficiente de atrito dinâmico, enquanto a amostra E apresenta o valor inferior.
- Em função dos dados expostos, a amostra que melhor adéqua aos objetivos do trabalho é a amostra A.
- A validação do estudo desenvolvido pode ser confirmada através da análise comparativa dos valores obtidos com os dois métodos utilizados na determinação do coeficiente de

atrito dinâmico que, para todas as diferentes amostras testadas, evidencia uma semelhança de resultados, em que os valores obtidos com o método Kawabata são sempre ligeiramente superiores aos valores do método Frictorq II, mas apresentam a mesma tendência.

- A análise comparativa entre as amostras produzidas e a amostra do lençol atualmente em uso no CHCB permite verificar que, pelo lado direito, a estrutura desenvolvida apresenta um coeficiente de atrito superior. O coeficiente de atrito para o lado avesso é muito superior na nova estrutura.
- Tendo em conta o atual estado da arte no segmento dos têxteis hospitalares e observando o presente enquadramento experimental, é possível afirmar que a estrutura desenvolvida pode constituir uma medida profilática auxiliar para a minimização da formação de úlceras de decúbito em doentes propensos à sua formação.
- Os resultados obtidos com esta investigação permitem pensar esta solução tecnológica como uma alternativa eficaz aos tradicionais lençóis hospitalares, permitindo abrir um nicho de mercado orientado para a produção de roupa de cama (eventualmente de roupa interior) vocacionado como auxiliar profilático, e a sua colocação no mercado como produtos têxteis de alto valor agregado.
- A sua associação a outros métodos profiláticos e terapêuticos, nomeadamente, colchões, almofadas e tecidos com libertação de produtos farmacológicos e dermatológicos, dado seu contato direto e permanente com a pele, pode vir a constituir fatores decisivos na formação de uma nova política de prevenção, minimizando a formação de úlceras de pressão e, conseqüentemente, na redução dos custos associados a esta patologia e na melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

## **CAPÍTULO VII – PERSPECTIVAS FUTURAS**

O presente trabalho é uma contribuição para o desenvolvimento de uma política de prevenção de úlceras de pressão mais vasta, que envolva os produtos têxteis em contato direto e permanente com a pele.

Ele constitui a matriz inicial do desenvolvimento de um tecido alternativo aos tradicionais lençóis em meio hospitalar.

Contudo, com o objetivo de expandir e complementar este estudo poderão ainda ser consideradas algumas linhas de investigação futuras tais como:

- Validar a nova solução tecnológica através da realização de um estudo médico epidemiológico a ser efetuado em ambiente hospitalar, com vista a quantificar o impacto da nova estrutura desenvolvida na minimização da formação de úlceras de pressão, e conseqüentemente, na melhoria de qualidade de vida dos pacientes. Estudos orientados para a prossecução deste objectivo já foram iniciados por este grupo de trabalho.
- Continuar a montagem experimental desenvolvida com a concepção de novas estruturas têxteis e a alteração de parâmetros de construção dos tecidos, nomeadamente em termos de introdução de novas matérias-primas (fibras termoreguladoras e fibras bioativas), sua composição e da diminuição da massa por unidade de superfície.
- Proceder à realização de um conjunto de testes laboratoriais visando a avaliação do comportamento termofisiológico das estruturas produzidas através da análise das suas principais propriedades termofísicas, permeabilidade à água, ao vapor de água e determinação da resistência evaporativa.
- Realização de um estudo da viabilidade económica para a produção industrial do tecido desenvolvido.

## BIBLIOGRAFIA

ANTLE, D.; "Reducing the incidence of pressure ulcer development in the ICU: nurses at one facility take the initiative", vol.5, 2001.

ARAÚJO, Mário de; Fangueiro, Raul; Hong, Hu; "Têxteis Técnicos", vol.3, 2001.

ARAÚJO, M.; Melo, E.M.C.; "Manual de engenharia têxtil", Fundação Calouste Gulbenkian, vol.1, Lisboa, 1986.

ARAÚJO, M.; Melo, E.M.C.; "Manual de engenharia têxtil", Fundação Calouste Gulbenkian, vol.2, Lisboa, 1986.

BERGSTROM, N.; "The Braden scale for predicting pressure sore risk", Nursing Research, vol.36, n.4, p. 205-10, 1987.

BERGSTROM, N.; "Treatment of Pressure ulcers, clinical guideline", U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Health Care Policy and Research, n.15, Publicação nº 95-0652, 1994.

BERGSTROM, N.; BRADEN, B. J.; "Multisite study of incidence of pressure ulcers and the relationship between risk level, demographic characteristics, diagnoses, and prescription of preventive interventions", Journal American Geriatrics Society, vol.44, n.1, p. 22-30, 1996.

BRADEN, B.J.; "Risk assessment in pressure ulcer prevention", Health Management Publications, 2ª edição, p.29-36, 1997.

BRYANT, R. A.; SHANNON, M. L.; PIEPER, B.; BRADEN, B. J.; MORRIS, D.J.; "Pressure Ulcers", Acute and chronic wounds nursing management, Missouri, 1992.

CARLSON, E.V.; KEMP, M. G.; SHOTT, S.; "Predicting the risk of pressure ulcers in critically ill patients", American Journal of critical care, v.8, n.4, p.262-269, 1999.

CENESTAP; “Mercados Mundiais para Têxteis Técnicos”, Centro de Estudos Têxteis Aplicados, 2004.

CUDDIGAN, J.; AVELLO, E.A.; SUSSMAN, C; “Pressure ulcer in America: prevalence, incidence and implications for the future”, NPUAP, 2001.

DEALEY, C.; “Cuidando de Feridas: um guia para as enfermeiras”, São Paulo, 1996.

DEALEY,C.; “O tratamento de Pacientes com Feridas Crônicas - Cuidando de Feridas”, p.100, São Paulo, 1996.

ESCOBET, Vicente Galcerán; “Tecnologia del Tejido”, Tarrasa, 1960.

FERNANDES, L.M.; CALIRI, M.H.L.; “Úlcera de pressão em pacientes críticos hospitalizados – uma revisão integrativa da literatura”, Revista Paulista de Enfermagem, v. 19, n.2, p.25-31, 2000.

GERALDES, M. J. O.; “Análise experimental do conforto térmico de malha, funcionais no estado húmido”, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, 2000.

GOUVEIA, João; “Os custos económicos das úlceras de pressão”, Journal of Wound Care, v.15, n.5, 2006.

HORI, Priscila Pozari , NICOLINI , Rubens. Infofibras, Consulta de dados técnicos para o setor têxtil, Trabalho de iniciação científica, 2007.

JOURNAL OF WOUND CARE; “Efeito de um curativo com liberação sustentada de prata em úlceras com cicatrização demorada: o estudo CONTOP”; v.15, n.5, 2006.

KANJ L.F.; WILKING S.B.; PHILIPPS T.; “Pressure ulcers continuing medical education”, J Am Acad Dermatol, 1998.

KAWABATA S.; “The standardization and analysis of hand evaluation”, The hand evaluation and standardization committee, The Textile Machinery Society of Japan, 2ªedição, Osaka, 1980.

KHUN, B.A.; COULTER, S.J.; "Balancing the pressure ulcer cost and quality equation", Nursing Economics, n.10, p.353-359, 1992.

LAURENT, G.; "Némoz", Encyclopaedia Universalis, Universalis, 1995.

LIMA, M.; Hes, L.; Vasconcelos, R.; Martins, J; "FRICTORQ, Tribómetro para Avaliação Objectiva de Superfícies Têxteis", IBERTRIB - III CONGRESSO IBÉRICO DE TRIBOLOGIA, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal, 2005.

LIMA, M.; Hes, L.; Vasconcelos, R.; Martins, J; "FRICTORQ, uma Contribuição Inovadora para a Caracterização Superficial Objectiva de Tecidos", Textilia, 2003.

LIMA, M.; Hes, L.; Vasconcelos, R.; Martins, J; "FRICTORQ, Fabric Friction Tester: A Comparative Study with KES", 5ªconferência AUTEX Textile, 2005.

LIMA, M.; Hes, L.; Vasconcelos, R.; Martins, J; "FRICTORQ, Accessing Fabric Friction with a Novel Fabric Surface Tester", 5ªconferência AUTEX Textile, 2005.

LIMA, M.; Hes, L.; Vasconcelos, R.; Martins, J; "FRICTORQ, a Novel Fabric Surface Tester: a Progress Report, 2005.

MAILIS M.; Luible C.; "First set of measurements" , Haptex.

MAKLEBUST, J.; SIEGGREEN, M.; "Pressure ulcer: guidelines for prevention and nursing management", Springhouse Corporation, Pensilvânia, 1996.

MARKS, R.; "Woven cloth construction", The textile institute, Manchester, 1973.

MORISON, M.; "Prevenção e tratamento de úlceras de pressão", ISBN 972-8383-68-1, Lusociência, Loures, 2004.

NEVES J.; Fangueiro R.; "Têxteis Técnicos, O futuro do sector têxtil e vestuário na união europeia", Universidade do Minho, Guimarães, 2004.

NICOLINI, Rubens; “Medida de conforto em Têxteis”, I Conferência Internacional Têxtil/Confecção - SENAI/CETIQT, Rio de Janeiro, 1995.

OBSERVATÓRIO TÊXTIL DO CENESTAP; “Mercados Mundiais para Têxteis Técnicos: Previsões para 2010”, 2004.

POWNER, PH.; “Pressure sore”, Selected Readings in Plastic Surgery, 2005.

RHODIA-STER; “Fibras e Fatos”, Publicação Rhodia-ster , ano IX, n.29, 2002.

RODRIGUES, L. H.; “Tecnologia da Tecelagem”, Senai, Rio de Janeiro, 2005.

SANKAR, A. Chitra Siva; “Comfort of Military Clothing and Fabrics, Originally published in Textile Review”, India, 2010.

STOTTS, N. A.; “Risk of pressure ulcer development in surgical patients: a review of the literature”, Advances in Wound Care, v.12, n.3, p. 127-36, 1999.

TEXTÍLIA, n.8, p. 22-27, 1993.

TEXTÍLIA, n.20, p. 22-28, 1996.

TEXTÍLIA, n.21, p. 26-32, 1996.

## WEBGRAFIA

AHRQ (1999); “Health Care Costs and Financing”, acedido em 04/01/10, em:  
<http://www.ahrq.gov/research/jan99/ra22.htm>

ALBOLAND; “Antidecúbito”, acedido em 27/01/10, em:  
<http://www.alboland.com/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/29www.behrend-homecare.de>

BMD ; “ Produto: principais diferenciais dos produtos BMD”, acedido em : 02/02/10, em:  
<http://www.bmdtexteis.com.br/lonas.asp>

COGNITEX, CITEVE (2010); “Metodologias de Validação de Novas Funcionalidades”, acedido em 05/02/10, em: [www.cognitex.pt/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20&Itemid=27](http://www.cognitex.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=27)

HILLROM (2005); “Clinitron At-Home® Air Fluidized Therapy Bed”, acedido em 03/02/10, em:  
<http://www.hill-rom.com/usa/PDF/280-007-7112.pdf> [www.hill-rom.com](http://www.hill-rom.com)

HORI, Priscila Pozari, NICOLINI ,Rubens (2007); “Algodão”, acedido em 16/01/10, em:  
<http://www.fei.edu.br/textil/webdesign/webdesign/htm/algodao.htm>

HORI, Priscila Pozari, NICOLINI ,Rubens (2007); “Lyocell”, acedido em 16/01/10, em:  
<http://www.fei.edu.br/textil/webdesign/webdesign/htm/lyocell.htm>

INFARMED; “Material de penso, hemostáticos locais, gases medicinais e outros produtos”, acedido em 08/01/10, em: [www.infarmed.pt/formulario/navegacao.php?paaid=310](http://www.infarmed.pt/formulario/navegacao.php?paaid=310)

LIMA, M. H. M., Nozawa, M. R. (2010); “Prevenção da úlcera de pressão”, acedido em 10/02/10, em: [http://www.fcm.unicamp.br/diretrizes/d\\_n\\_c/prevencao\\_ulcera\\_%20pressao/prev\\_ulc\\_pressao\\_pag\\_1.html#../imagem/fluxog.gif](http://www.fcm.unicamp.br/diretrizes/d_n_c/prevencao_ulcera_%20pressao/prev_ulc_pressao_pag_1.html#../imagem/fluxog.gif)

MEDICALPLUS (2007); “Produtos Statis®”, acedido em: 20/01/10, em: <http://www.medicalplus-pt.com/index.php?entre=pesquisa&q=statis>

MOUNTAINSIDE EQUIPAMENT; “Aquacel Ag Hydrofiber Dressing with Silver”, acedido em 18/04/10, em: <http://www.mountainside-medical.com/products/Aquacel-Ag-Hydrofiber-Dressing-with-Silver.html>

PUBLISAUDE, (2010); “Úlcera de pressão”, acedido em 03/01/10, em: <http://www.publisaude.com.br/portal/artigos/enfermagem/ulcera-por-pessao.html>

SCHOLZ, René (2008); “Tecelagem”, acedido em 22/03/10, em: [www.scribd.com/doc/6966772/tecelagembasico#stats](http://www.scribd.com/doc/6966772/tecelagembasico#stats)

WOUND SOURCE (2010); “BIOSTEP™ Ag Collagen Matrix Dressing with Silver”, acedido em 08/02/10, em: <http://www.woundsource.com/product/biostep-ag-collagen-matrix>

## **ANEXOS**