



**Universidade do Minho**

Escola da Engenharia

Lara Daniela Ferreira Mendes

## **Estudo da Costurabilidade de um tecido Bi-elástico**

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Têxtil

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Fernando Nunes Ferreira  
**Universidade do Minho**

Outubro 2012

---

## DECLARAÇÃO

Lara Daniela Ferreira Mendes

Correio electrónico: [laramendes\\_35@sapo.pt](mailto:laramendes_35@sapo.pt) Tlm.: 918247244

Número do Bilhete de Identidade: 12937881

Título da dissertação:

**Estudo da Costurabilidade de um tecido Bi-elásticos**

Ano de conclusão: 2012

Orientador:

Professor Doutor Fernando Nunes Ferreira

Designação do Mestrado:

Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Têxtil

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia Têxtil

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA DISSERTAÇÃO.

Guimarães, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

---

## **Agradecimentos**

Ao Doutor Fernando Nunes Ferreira por me ter acompanhado e apoiado durante toda elaboração da dissertação, desde já o meu obrigado.

À empresa Somelos que me facultou todos os tecidos necessários para a elaboração dos respetivos ensaios, um agradecimento especial.

Ao Eng.º Avelino Machado Ferreira, pela disponibilidade e apoio dado na parte laboratorial.

Ao Eng.º Joaquim Jorge, por todo o apoio prestado na realização do trabalho experimental.

Agradeço essencialmente à empresa Duana Confeções,Lda, por todo o apoio e disponibilidade dada para a elaboração desta Dissertação de Mestrado.

Agradeço ainda a todas as pessoas que, diretamente ou indiretamente, me ajudaram a elaborar e a enriquecer este trabalho, assim como à Universidade do Minho por todos os recursos que disponibilizou na sua biblioteca e nos seus laboratórios.

Agradeço a todos os meus amigos, pelo carinho e motivação sempre demonstrados, em especial á minha amiga Filipa Fernandes, pelo apoio e disponibilidade, sempre permanentes.

Por último aos meus pais, irmã e namorado pelo apoio incondicional, carinho, paciência, amor e alegrias e á restante família pelo apoio que sempre me deram ao longo da vida e principalmente durante esta etapa.

A TODOS UM MUITO OBRIGADA

## **Resumo**

Os materiais têxteis têm beneficiado extraordinariamente de um constante desenvolvimento, nomeadamente pela introdução de propriedades funcionais, integrados na produção industrial de vestuário, conduzindo ao fabrico de produtos de maior valor acrescentado. Além destas propriedades, também o conforto é um parâmetro muito importante, pelo que características como a flexibilidade e elasticidade dos substratos têxteis são aspetos também que devem ser considerados relevantes.

No entanto, a flexibilidade e elasticidade dos materiais têxteis torna-se por vezes um problema para a manipulação nas operações de montagem do vestuário, especialmente nas operações de costura. Considerando a crescente introdução de materiais com elevada elasticidade no vestuário, será estudada a costurabilidade de tecidos Bi-elásticos.

É por isso importante medir e analisar as diversas variáveis do processo de costura. Para isso, será utilizada uma máquina de corte-e-cose devidamente instrumentada, que permitirá a monitorização, em tempo real, dos parâmetros de costura mais relevantes.

O trabalho de investigação documentado nesta dissertação de mestrado em Engenharia Têxtil tem como objetivo principal estudar a relação entre as propriedades dos materiais e as tensões geradas durante a costura, de forma a identificar a sua influência na costurabilidade.

Para isso, foi definido um conjunto de ensaios, de forma a verificar e estabelecer as relações existentes entre diferentes parâmetros de controlo, diferentes propriedades dos materiais e diferentes condições de afinação da máquina.

Verificou-se que para a produção de costuras equilibradas com tecidos Bi-elásticos é necessário aplicar uma tensão significativamente mais elevada do que a necessária em tecidos 100% de algodão com especificações aproximadas.

## **Abstract**

Textile materials has been under continuous improvement, namely by the development of functional properties, leading to the manufacturing of textile and apparel products with high added value. Comfort is also a very important parameter, being characteristics like flexibility and elasticity relevant for this purpose.

However, flexibility and elasticity on textile materials could became a problem concerning material handling on apparel assembly, namely on sewing operations. Considering the increasing use of such materials in garments, the sewability of bi-elastic fabrics will be studied.

Considering this objective, the different parameters of the sewing process should be analysed. An overlock sewing machine with adequate sensors will be used to measure, in real time, the most relevant sewing parameters.

This research work intends to study the relationship between the properties of the textile materials and the sewing thread tensions generated during a stitch cycle, in order to establish its influence on sewability.

Experiments were made in order to establish the relationship between different sewing parameters, fabric properties and setting up of the sewing machine.

It was verified that bi-elastic fabrics has a distinct behaviour when compared with similar plain cotton fabric, namely on the tensions generated during a stitch cycle, influencing the quality of the seam.

## Índice

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento do trabalho .....	1
1.2	Justificação do trabalho .....	2
1.3	Objetivo do trabalho .....	2
1.4	Metodologia adotada .....	3
1.4.1	Definição dos objetivos .....	3
1.4.2	Pesquisa bibliográfica .....	3
1.4.3	Desenvolvimento experimental .....	3
1.4.4	Conclusões finais e proposta de trabalhos futuros .....	4
2	Estado da arte .....	5
2.1	Costurabilidade .....	5
2.2	Fibras .....	5
	Tecidos .....	7
2.3	Tecidos Bi-elástico .....	9
2.3.1	Fundamentos teóricos .....	9
2.4	Maquinaria .....	11
2.4.1	Fundamentos Teóricos .....	11
2.4.2	Confeção .....	12
	Ponto de costura Orlar .....	13
3	Procedimentos experimentais .....	17
3.1	Metodologia de análise .....	17
3.2	Material utilizado .....	17
3.3	Calibração .....	21
3.3.1	Método utilizado .....	21
3.4	Instrumentação e <i>software</i> .....	22
3.4.1	Aquisição de um ensaio .....	25
3.4.2	Parâmetros e Afições .....	27
4	Análise e discussão de resultados .....	31
5	Conclusão .....	50
5.1	Perspetivas futuras .....	51
6	Bibliografia .....	52

## Índice de figuras

Figura 2-1 - Técnicas de recobrimento( <i>DuPont</i> , n.d.) .....	7
Figura 2-2- Estrutura do tecido(Dias, 2009) .....	8
Figura 2-3 - Estrutura Básica do Tafetá.....	8
Figura 2-4 - Representação de um tecido bi-elástico ) .....	10
Figura 2-5 - Máquina de corte e cose (H. Carvalho, 1998) .....	12
Figura 2-6- ponto de costura tipo 504 e seu aspeto (Carvalho M.,2003) .....	14
Figura 2-7- Fases do ponto Orlado 504 (M. Â. F. Carvalho, 2003).....	14
Figura 3-1 - Testador de frisado .....	18
Figura 3-2 -Balança de precisão(“Precisão SPLABOR - Equipamentos para Laboratórios,” n.d.) 18	
Figura 3-3- Conta Fios(“ArtCamargo,” n.d.) .....	19
Figura 3-4- Medidor da espessura do tecido .....	19
Figura 3-5 – Râmula (Sociedade comercial de máquinas e acessórios têxteis lda, n.d.).....	21
Figura 3-6 - Painel de calibração .....	22
Figura 3-7- Laboratório de ensaios(Carvalho M.,2003).....	23
Figura 3-8- Posicionamento dos dispositivos na máquina de costura de corte-e-cose (Carvalho M.,2003 ).....	23
Figura 3-9 - Posicionamento dos sensores extensómetros tipo <i>strain gauge</i> das linhas das lançadeiras superior e inferior (Carvalho M.,2003) .....	24
Figura 3-10 - Posicionamento do sensor extensómetro tipo <i>strain gauge</i> da linha da agulha (Carvalho M.,2003) .....	24
Figura 3-11 - Ponto de acesso ao sensor piezoeléctrico da força na barra do calcador (Carvalho M.,2003).....	25
Figura 3-12 - Painel de aquisição de um ensaio.....	26
Figura 3-13 - Segundo painel para a aquisição de um ensaio.....	26
Figura 3-14 - Painel de condições de aquisição .....	27
Figura 3-15 – Parâmetros e afinações.....	27
Figura 3-16 - Configuração da linha de agulha.....	28
Figura 3-17 - Configuração da linha da lançadeira inferior. ....	29
Figura 3-18 - Configuração das zonas da lançadeira superior. ....	30
Figura 4-1- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com tecido Bi-elástico em cru (amostra 1) Costurado no sentido da teia .....	31

---

Figura 4-2- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico em cru (amostra 1) costurado no sentido da trama.....	32
Figura 4-3 - Aspeto das costuras do ensaio 1 .....	33
Figura 4-4- Comparação do tecido bi-elástico(amostra 2) com outro Bi-elástico mas com acabamento(amostra 3) costurado no sentido da teia.....	34
Figura 4-5- Comparação do tecido do tecido Bi-elástico(amostra 2) com outro bi-elástico mas com acabamento(amostra 3) costurado no sentido da trama. ....	35
Figura 4-6 - Aspeto das costuras ensaio 2 .....	36
Figura 4-7- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico (amostra 2) costurado no sentido da teia. ....	37
Figura 4-8- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico (amostra 2) costurado no sentido da trama.....	38
Figura 4-9 - Aspeto das costuras ensaio 3 .....	39
Figura 4-10- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico com acabamento (amostra 3) costurado no sentido da teia.....	40
Figura 4-11 - Comparação do tecido 100% CO(amostra 4) com o tecido Bi-elástico com acabamento(amostra 3) costurado no sentido da trama. ....	41
Figura 4-12 - Aspeto das costuras ensaio 4 .....	42
Figura 4-13- Comparação do conjunto de todos os tecidos costurados no sentido da teia.....	43
Figura 4-14 - Comparação do conjunto de todos os tecidos costurados no sentido da trama. ...	44
Figura 4-15 - Ponto medio do tecido 100% CO costurado no sentido da teia (parâmetros ideais) .....	45
Figura 4-16 - Ponto medio do tecido 100% CO costurado no sentido da trama (parâmetros ideais) .....	46
Figura 4-17 - Comparação entre os pontos médios do tecido 100% CO costurado com os parâmetros ideais e costurado com os parâmetros do tecido Bi-elástico no sentido da teia .....	47
Figura 4-18 - Comparação entre os pontos médios do tecido 100% CO costurado com os parâmetros ideais e costurado com os parâmetros do tecido Bi-elástico no sentido da trama...	48
Figura 4-19 - Aspeto das costuras do ensaio 7 .....	49



## **Índice de tabelas**

Tabela 2-1- Tipos de pontos de costura .....	13
Tabela 3-1- Caracterização das amostras utilizadas .....	20

## **1 Introdução**

### **1.1 Enquadramento do trabalho**

A indústria têxtil em geral, e particularmente a indústria do vestuário, vivem momentos de grande dificuldade, com várias empresas em situações difíceis de sobrevivência, resultado da constante deslocalização da produção para países de mão-de-obra mais barata e da situação de crise financeira mundial em todos os sectores.

As causas são múltiplas, a começar por uma adaptação necessária, mas ainda não conseguida, aos condicionalismos impostos por um mercado altamente concorrencial, evolutivo, e cada vez mais exigente em termos de qualidade, prazos de entrega, criatividade e preços.

Tecnologicamente falando, verifica-se que neste setor industrial os equipamentos foram evoluindo do ponto de vista mecânico e da automatização, mas continua a ser um processo com uma elevada carga de trabalho manual.

Tal é imposto nomeadamente pela enorme variedade de produtos que são fabricados, condicionado pelo fenómeno de moda, que obriga a uma grande flexibilidade dos equipamentos. Assim, a introdução de mais-valia no processo passa por trabalhar com produtos de maior valor acrescentado, que muitas vezes se revelam também de maior complexidade para processar.

Por isso, face à emergência de tecidos com teia e trama elásticas, é objetivo deste trabalho estudar o processamento destes materiais na fase de costura.

Este trabalho de mestrado procura iniciar um processo de aprofundamento de investigação, na costurabilidade de um tecido bi-elástico na máquina de corte-e-cose. Este tipo de tecido é cada vez mais utilizado para camisaria, daí a importância de se estudar se os parâmetros de afinação serão os mesmos para a confeção de um tecido 100% algodão. Para isso, foi realizada uma série de ensaio nos dois tipos de tecidos para verificar se era necessária uma afinação diferente para cada tipo de tecido.

## **1.2 Justificação do trabalho**

Os parâmetros de afinação das máquinas de costura constituem uma problemática que preocupa muito a indústria em geral, uma vez que hoje em dia há uma cada vez maior preocupação com a qualidade dos artigos confeccionados. Não são apenas os clientes a ter esse tipo de preocupações, também os operadores de máquina têm que garantir a qualidade das costuras. O elevado custo de afinação das máquinas é também um parâmetro que não deve ser descurado. Assim, a melhor estratégia para a minimização deste problema é o estudo prévio e definição dos parâmetros mais aconselháveis para determinado tipo de material têxtil.

Tendo em conta todos estes fatores é evidente a necessidade de desenvolvimento de estudos de parâmetros de afinação para todos os tipos de materiais têxteis. Uma vez que já se estudaram anteriormente materiais como as malhas nas mais variadas estruturas, seria importante também o estudo de tecidos, razão do desenvolvimento desta dissertação se basear nesse tipo de material com estruturas têxteis que apresentam propriedades funcionais e de conforto que vão de encontro aos requisitos necessários para a camisaria.

## **1.3 Objetivo do trabalho**

O objetivo deste trabalho é estudar a relação entre algumas propriedades mecânicas dos materiais e os parâmetros da costura, de forma a identificar a sua influência na costurabilidade. Para isso, foi definido um conjunto de experiências, de forma a verificar e estabelecer as relações existentes entre diferentes parâmetros de controlo da máquina de costura, diferentes propriedades dos materiais e diferentes condições de afinação da máquina.

Pretende-se adquirir, registar e analisar a forma de variação da tensão de linha da agulha, laçadeira inferior e laçadeira superior. O conhecimento da dinâmica da costura permitirá alcançar um maior conhecimento sobre a costurabilidade neste tipo de máquinas de costura.

Assim, os objetivos a atingir com este trabalho são:

- Caracterizar o processo de formação durante um ciclo de costura;
- Relacionar os valores da tensão nas linhas de costura com os valores de força estáticos aplicados no tensor de linha;

- Analisar o efeito nos valores de tensão na linha de costura da agulha, laçadeira inferior e laçadeira superior com um tipo de material diferente.
- Caracterizar um tecido Bi-elástico

Contudo o principal objetivo deste trabalho é conseguir definir quais as especificações mais adequadas para a costurabilidade de um tecido Bi-elástico numa máquina de corte-e-cose.

#### **1.4 Metodologia adotada**

De seguida é apresentada de forma sucinta a estrutura deste trabalho:

##### **1.4.1 Definição dos objetivos**

A primeira fase de desenvolvimento do trabalho consistiu na definição dos objetivos. É fundamental que se definam bem os requisitos do material em estudo, para que a investigação não se disperse por assuntos menos importantes para o tema.

##### **1.4.2 Pesquisa bibliográfica**

Na segunda fase de desenvolvimento deste trabalho pretende-se realizar o levantamento bibliográfico acerca da afinação de máquinas para a confeção de tecidos diferentes de forma a analisar a informação relativamente aos estudos executados na mesma área. Pretende-se igualmente reunir e analisar informação científica sobre materiais têxteis e maquinaria mais utilizada para o estudo pretendido. Assim, deve utilizar-se como suporte de pesquisa artigos científicos, livros de autores credíveis, conferências e patentes.

##### **1.4.3 Desenvolvimento experimental**

Com base na pesquisa bibliográfica efetuada na fase anterior, torna-se necessário estabelecer as especificações das máquinas e do tecido em estudo, assim como efetuar o plano de testes laboratoriais que possa levar à obtenção das conclusões mais relevantes para o estudo em questão.

Serão realizados vários ensaios laboratoriais, nomeadamente a caracterização dos tecidos em estudo e os ensaios de costura realizados na máquina de corte-e-cose.

Os resultados obtidos pela realização dos ensaios laboratoriais serão analisados e posteriormente serão discutidos para que no final se consiga chegar a uma opção correta dos parâmetros em estudos.

#### **1.4.4 Conclusões finais e proposta de trabalhos futuros**

Nesta fase do trabalho são apresentadas as conclusões mais significativas retiradas ao longo do trabalho e aqui é onde o trabalho é todo ele apresentado de uma forma crítica e apreciativa. Nesta fase devem ser apresentados melhoramentos a ser tomados na realização de trabalhos futuros. Assim, com a análise de resultados concluir-se-á acerca das especificações necessárias para a costurabilidade de um tecido bi-elástico.

## **2 Estado da arte**

### **2.1 Costurabilidade**

A costurabilidade traduz o comportamento de um substrato têxtil na operação de costura, podendo ser expressa através de um conjunto de parâmetros importantes para a costura, nomeadamente as tensões da linha de agulha, da laçadeira inferior e da laçadeira superior, pressão do calcador, força de penetração da agulha, etc.

### **2.2 Fibras**

A partir das fibras, pelos vários processos de fiação, obtemos os fios que, por sua vez, gerarão o tecido. São vários tipos de fios que apresentam propriedades diferentes, que resultam em aspetos que valorizam o tecido. A seguir apresentam-se as fibras, pré-selecionadas para a fiação do fio para a tecelagem do tecido, sendo que uma grande diversidade de fios pode surgir, oferecendo novas texturas aos tecidos.

Outras características dos fios que são usuais para indicar suas propriedades são:

- A massa linear, que é a numeração do fio, expressa em unidade Tex. Quanto mais alto o valor, mais grosso é o fio.
- A torção, que é indicada em voltas por metro, para fio. Dependendo da aplicação, necessitamos de fios de diferente torção.

Conforme as combinações de fibras, o seu comprimento, torção e espessura do fio, obtêm-se as variações de qualidade e preço que o mercado oferece. (Pereira, n.d.)

As fibras são o material de base para qualquer artigo têxtil, seja ele de vestuário, de aplicação técnica ou não. Desta forma, torna-se essencial um bom conhecimento das fibras têxteis existentes no mercado, para que a fibra selecionada se adeque ao produto.

#### **Fibras naturais**

As fibras naturais podem classificar-se quanto à origem, podendo ser de origem animal, vegetal ou mineral. Quanto à origem vegetal podem ainda classificar-se segundo a origem na planta, que pode ser: semente (ex. algodão), caule (linho) ou fruto (fibra de coco). As fibras de origem

Animal são provenientes do pêlo de animais, como é o caso da Lã de ovelha. As fibras de origem Mineral são provenientes dos minerais das rochas, como é o caso da lã de rocha. (Hans-J., GmbH, & 2008, 2008).

## **Fibra de algodão**

Fibra natural de origem vegetal procedente do algodoeiro. O tecido de algodão detém melhor capacidade de absorção de humidade, quente e húmido. A transpiração do corpo é melhor absorvida quando se usa tecido com algodão na sua composição.

Características: macio e confortável; durável; resistente ao uso, à lavagem, à traça e insetos; lava-se com facilidade; tem tendência a encolher e a amarrotar; atacado por fungos; queima com facilidade; etc.

Aplicações: Confeção, tecidos para uso doméstico, tecidos profissionais.



## **Fibra de elastano**

A *Lycra*, fibra sintética inventada pela *DuPont*, é considerado um elastano, logo pertence à classificação genérica das fibras sintéticas, sendo em termos químicos é descrita como um poliuretano segmentado. As suas propriedades de alongamento e de recuperação enobrecem os mais variados tecidos. Pode ser esticada quatro a sete vezes mais que o seu comprimento, retornando ao seu comprimento original quando está no seu estado relaxado.

Um tecido não é constituído de 100% *Lycra*; só é utilizada apenas em pequenas quantidades na composição de um tecido, sendo sempre combinado com outra fibra, natural ou sintética.

Este tipo de fibra pode ser revestido com outro tipo de fio ou fibra para preservar os aspetos visuais e características táteis por completo quando o elastano é adicionado a tecidos. (DuPont, n.d.)

As técnicas de recobrimento são:

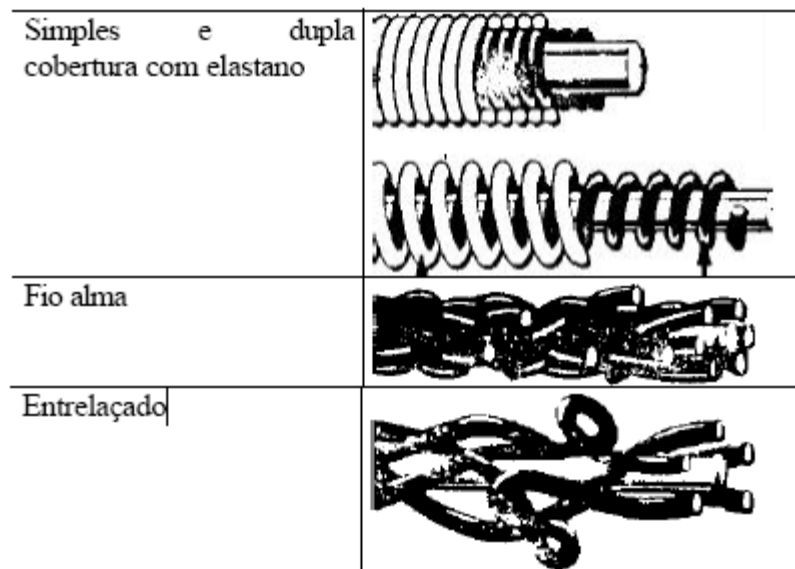


Figura 2-1 - Técnicas de recobrimento (DuPont, n.d.)

## Tecidos

Os tecidos são resultantes do entrelaçamento de dois conjuntos de fios que se cruzam em ângulos retos. Os fios dispostos no sentido transversal são chamados de fios de “trama” e os fios dispostos no sentido longitudinal são chamados de fios de “teia”.

O entrelaçamento dos fios promove a construção do tecido, valorizando o seu aspeto e gerando características que influenciam também o desempenho da costura. Pode-se ter dois tipos de tecidos:

- Tecidos simples – tecidos formados por um conjunto de fios de teia e um conjunto de fios de trama.
- Tecidos compostos – mais de um conjunto de fios de teia e um ou mais conjuntos de trama. (Dias, 2009)



As estruturas têxteis convencionais são produzidas por tecnologias de tecelagem, tricotagem, entrançamento ou não-tecidos e são utilizadas maioritariamente em todos os produtos têxteis tradicionais, como o vestuário e os têxteis-lar, ou em acessórios para a produção destes. Atualmente, estas estruturas são igualmente utilizadas em aplicações técnicas diferentes do vestuário ou dos têxteis-lar.

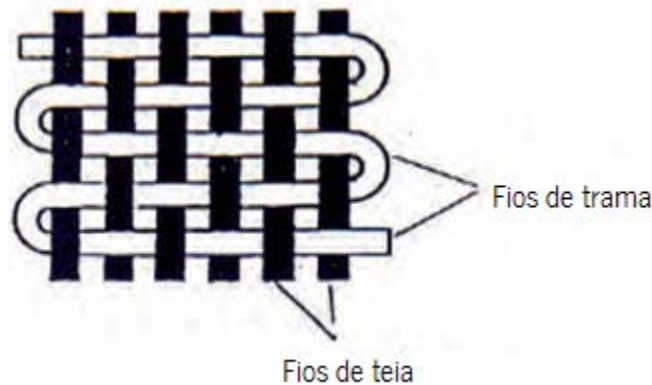


Figura 2-2- Estrutura do tecido(Dias, 2009)

Existem três tipos de estruturas fundamentais nos tecidos: o cetim, a sarja e o tafetá.

O tafetá é o debuxo mais simples que existe, porque repete de dois em dois fios de teia e de dois em dois fios de trama. Estes tecidos são por norma leves, o direito é igual ao avesso sendo o número de picas igual ao número de largas. Estes são tecidos mais maleáveis e mais resistentes.

Figura 2-3 pode-se ver a estrutura básica de um tafetá, de ligamento simples, modelo 2x2 de representação numérica de  $\frac{1}{1}A1$ .

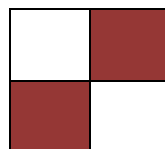


Figura 2-3 - Estrutura Básica do Tafetá

## 2.3 Tecidos Bi-elástico

Os tecidos Bi-elásticos caracterizam-se fundamentalmente pela sua extensibilidade e recuperação elástica que apresentam no sentido da teia e da trama, tendo assim uma maior elasticidade em ambos os sentidos, sendo capazes de resistir a maiores deformações e recuperando mais facilmente a sua estrutura principal. Estas características são geralmente conseguidas através da incorporação de fios elásticos (elastanos nus ou fios recobertos) na estrutura dos tecidos. Contudo a integração deste tipo de fios nos tecidos levanta problemas de processabilidade que interferem na qualidade e funcionalidade dos tecidos, designadamente, cobertura, toque e extensão- recuperação.

Várias patentes apresentam tentativas para melhorar a possessibilidade destes fios, a qualidade e funcionalidade dos produtos (US 3,169,558, Gb 15123273, pedido de patente Japonesa 2002-013045, WO/2009/094311). Neste caso, são utilizados a maior parte das vezes elastanos nus ou recobertos com filamentos em tecidos mais pesados. Os estudos relacionados com a utilização de fios elásticos *core-spun* na produção de tecidos Bi-elásticos, além de escassos e muitos recentes (Gersak, Sajn, & Bukosek, 2005; Gorjanc & Bukosek, 2008; Klevaityte & Masteikaite, 2008; Meulemeester, Langenhove, & Kiekens, 2009; Ogulata, Sahin, & Balci, 2006) incidem-se essencialmente sobre questões pontuais de caracterização de propriedades.

### 2.3.1 Fundamentos teóricos

Os fios elásticos *core-spun* são estruturas filiformes híbridas ou compósitas que podem ser obtidas por diferentes métodos de fiação (contínuo de anel modificado, rotor, vortex), sendo o mais comum o da fiação de anel. A “hibridização” como técnica de produção numa só operação de fios constituídos por 2 componentes (filamentos na alma-core e fibras no exterior-*sheath*), surgiu nos anos 70 com o objetivo de obter fios multifuncionais através do efeito de sinergia de propriedades (Dias, 2009).

A tecelagem de artigos Bi-elásticos tem como pré-requisito a utilização dos fios (teia e trama) no seu estado de máxima extensão elástica para evitar diferenças em largura, irregularidades de aspeto, provocadas por variações de tensão. Contudo é fundamental não ultrapassar este limite

para evitar deformações permanentes nos fios que prejudicarão inevitavelmente a recuperação elástica dos tecidos (capacidade de retornarem à sua forma inicial).

Devido à inclusão de filamentos elásticos na alma, alguns processos efetuados sobre os fios são difíceis de controlar fazendo com que não só a eficiência da produção seja reduzida durante o processamento como também afete os processos posteriores. Nalguns casos, os equipamentos existentes não dispõem de dispositivos adequados e necessários a esse controlo. São exemplos o processo de tingimento de fio em bobinas e o processo de preparação de teias.

A recuperação elástica, é uma das propriedades funcionais mais importante dos tecidos elásticos; além de depender da % de elastano que contém, é afetada pelos parâmetros de formação (debuxo, contextura) na medida em que ao induzirem forças de atrito na estrutura, geram tensões internas. Estas tensões traduzem a resistência à compressão (lateral e longitudinal) dos tecidos e se não forem relaxadas provocarão deformações e instabilidade dimensional nos tecidos. (Gersak et al,2005).

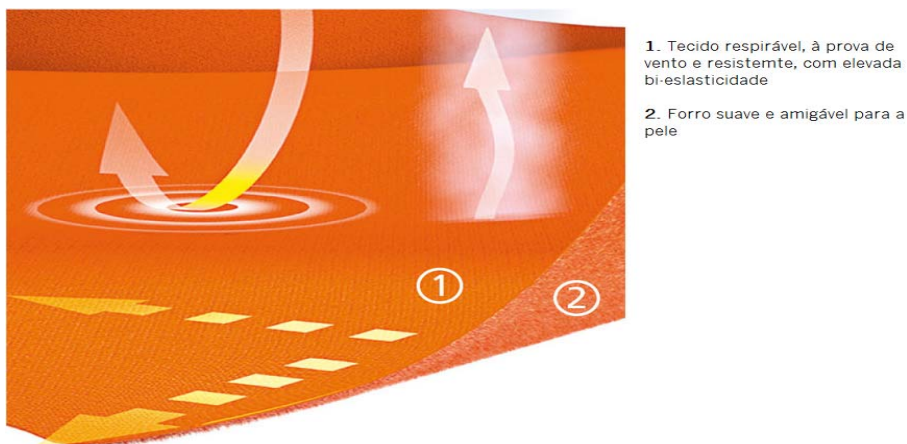


Figura 2-4 - Representação de um tecido bi-elástico )

## **2.4 Maquinaria**

Thomas Saint realizou a primeira patente sobre uma máquina para costurar pele, no ano de 1790 em Londres. Sendo esta uma máquina ainda experimental, sofreu vários desenvolvimentos, salientando-se os obtidos por Elias Howe que patenteou a máquina de ponto preso em 1846. Em 1851, Isaac Singer patenteou a sua própria máquina de ponto preso, a qual era constituída por uma agulha que executava um movimento de “vaivém” e uma lançadeira que se movia no sentido horizontal. Para segurar o tecido durante a sua confeção, esta máquina possuía uma mesa e uma roda com dentes á superfície da mesa, existindo também um dispositivo (calcador) que permiti-a segurar o tecido aquando da saída da agulha em cada ponto. ("Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira")(Carr, 1972).

Daí em diante os principais avanços na tecnologia das máquinas de costura resultaram da aplicação da eletricidade como força motriz e do desenvolvimento de pontos novos e acessórios para melhorar a qualidade e aumentar a produtividade.

### **2.4.1 Fundamentos Teóricos**

#### **Máquina de corte e cose**

Na Figura 2-5 - Máquina de corte e cose (H. Carvalho, 1998) está representada uma máquina corta-e-cose. Este tipo de máquinas tem a particularidade de efetuar uma costura que contorna o bordo do (s) tecido (s) costurado (s), efetuando simultaneamente o seu corte. É utilizada em praticamente todos os ramos da indústria de vestuário e afins, servindo não só para costuras de união, mas também para costuras de acabamento, pois o “ponto de orlar”, que contorna o bordo do tecido, melhora o seu aspeto e protege-o.

As características que mais se destacam neste tipo de máquinas são:

- Serem alimentadas diretamente por cones de linhas o que permite manter a máquina a costurar durante um período maior de tempo.
- Boa elasticidade e boa extensibilidade o que permite acompanharem melhor o material.

Apresenta ainda as desvantagens da sua complexidade, originando um construção da costura mais volumosa, desmancha com mais facilidade e não possui a mesma aparência dos dois lados. (Araujo, 1996; H. Carvalho, 1998)

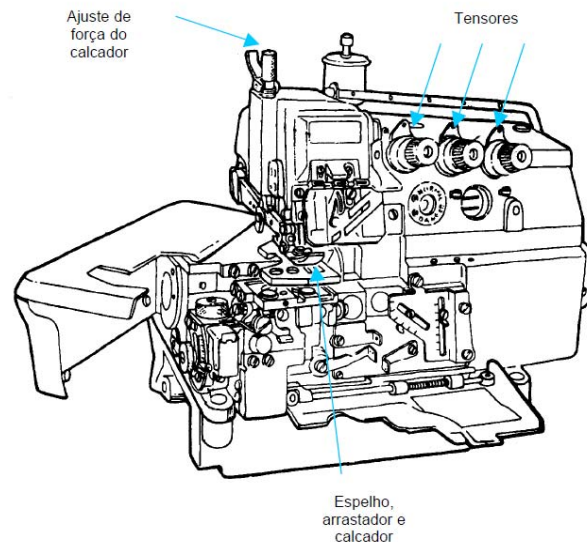


Figura 2-5 - Máquina de corte e cose (H. Carvalho, 1998)

### 2.4.2 Confeção

A confeção consiste numa operação de costura onde se consegue dar uma forma tridimensional aos artigos pretendidos. (Ferreira, 2009).

As costuras estão divididas em 8 classes segundo os tipos e números mínimos de componentes da costura. Pode observar-se na

Tabela 2-1 a classificação das costuras por classes.

As classes dos tipos de pontos de costura são designados e identificadas pelo primeiro de três algarismos de um número (classe de 1 a 8). Em cada classe, os tipos de pontos de costura são designados e identificados pelos segundos e terceiro algarismo (numero que vão de 01 a 99).

A combinação de tipo de pontos de costura deve ser representada pela designação individual de cada tipo de ponto de costura separada por um ponto por exemplo: 401.406.

Se a combinação é efetuada numa única operação, as designações individuais são colocadas em parênteses por exemplo: (401.406). (Ferreira, 2009)

<b>Classe</b>	<b>Tipos de pontos</b>
Classe 100	Ponto de costura de cadeia simples
Classe 200	Originalmente pontos de costura manuais
Classe 300	Pontos de costura presos
Classe 400	Pontos de costura de cadeia dupla ou múltipla (2 ou mais fios)
Classe 500	Pontos de costura de orlar (Pontos cerzido ou de orlar “ <i>Overlock</i> ”)
Classe 600	Pontos de costura de reconhecimento
Classe 700	Pontos de costura presos com uma só linha.
Classe 800	Pontos combinados.

**Tabela 2-1- Tipos de pontos de costura**

### **Ponto de costura Orlar**

Este tipo de ponto de costura normalmente é formado por dois ou mais grupos de fio (linhas de costura), ou seja, uma linha de agulha, responsável pela resistência do ponto, uma linha na laçadeira superior e uma outra na laçadeira inferior que são ambas responsáveis pelo aspeto, aparência do ponto e elasticidade do mesmo, sendo esta uma das suas principais características. (Análise, Em, & Industrial, 1997).

Como se pode observar na Figura 2-6 temos identificado a cor azul a linha da agulha (AG) e as restantes cores são das lançadeira inferior (LI) e lançadeira superior (LS).

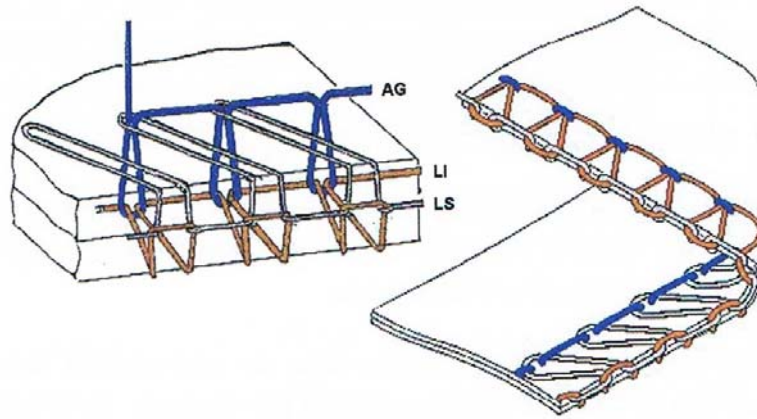


Figura 2-6- ponto de costura tipo 504 e seu aspeto (Carvalho M.,2003)

Na Figura 2-7 tem-se ainda descrito as diferentes fases de formação do ponto de orlar.

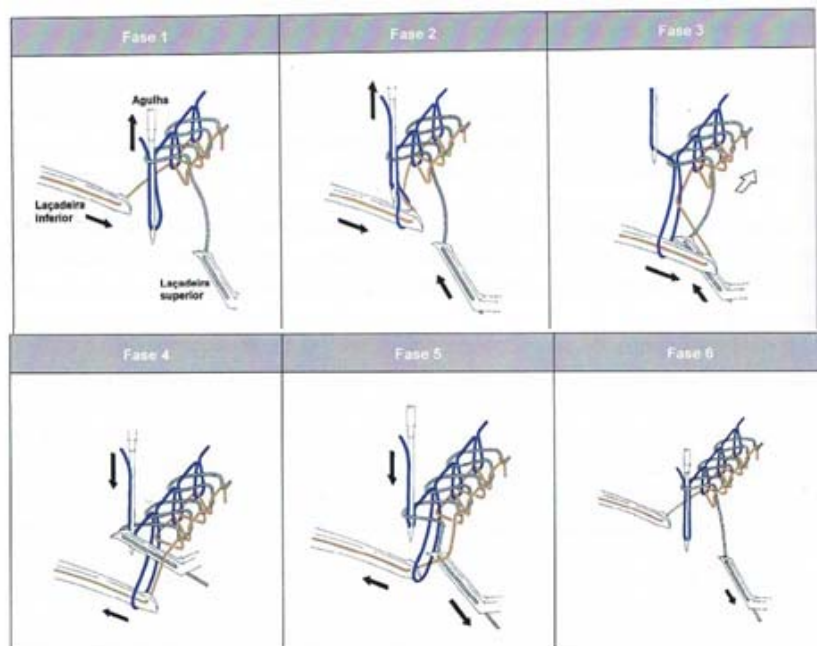


Figura 2-7- Fases do ponto Orlado 504 (M. Â. F. Carvalho, 2003)

De seguida, procede-se à descrição dos movimentos de formação do ponto:

O primeiro pico na linha da agulha ocorre cerca dos 185° do ciclo da máquina de costura, aos 190° ocorre o primeiro pico na linha da laçadeira inferior e por volta dos 200° o da linha da laçadeira superior, no momento em que a agulha inicia a sua descida a laçadeira inferior começa a mover se para o lado esquerdo, e a laçadeira superior continua a efetuar o movimento para esquerda, levando consigo a linha da laçadeira inferior (que a esta altura se sobrepõem). Neste momento, a linha da laçadeira superior puxa a linha da laçadeira inferior, encontrando-se ambas as linhas com alguma tensão. Verifica se também que a linha da agulha também puxa a linha da laçadeira inferior na laçada. Aos 205° a agulha penetra o tecido por meio do triângulo formado pelas linhas das laçadeiras. O que também acontece durante os primeiros picos nas três linhas é que o material está a ser movimentado através do arrastador da máquina.

O segundo pico na linha da agulha ocorre cerca dos 305° do ciclo da máquina de costura, aos 312° ocorre o primeiro pico na linha da laçadeira inferior e por volta dos 342° o da linha da laçadeira superior, no momento em que a agulha se encontra em descida. Nesta altura a laçada da linha da agulha solta se da linha da laçadeira inferior, enquanto se encontra mover se para o lado esquerdo, e vai contra a linha da laçadeira inferior. A linha da laçadeira inferior está mesmo quase a soltar se da laçadeira superior, na qual esta se encontra a deslocar se para a direita. Neste momento a linha da agulha encontra se a apertar muito bem a linha da laçadeira inferior. Aos 342° verifica se que o ponto está todo ele a ser apertado. A agulha aproxima se do ponto mais inferior, a laçadeira inferior encontra se na posição mais à direita e a laçadeira superior continua a descer e a apertar bem o ponto. Quer a linha da agulha quer a laçadeira inferior atingem aos 355° a posição mais inferior e mais à direita.

O terceiro pico nas linhas da agulha e laçadeira inferior ocorre por volta dos 323° do ciclo da máquina de costura, quando esta (agulha) se encontra a descer. A linha da laçadeira inferior liberta-se da linha da laçadeira superior entre os 315° e os 320° e vai contra a linha da laçadeira superior. A linha da agulha continua a apertar bem a linha da laçadeira inferior. Aos 315° também acontece que está a ser fornecida linha para a formação do ponto, o que se verifica até aos 360°. Entre os 315° e os 320° a linha da laçadeira superior também começa a alimentar a



formação do ponto até aos 380°. Quando se chega aos 330° a linha da lançadeira inferior puxa a linha da lançadeira superior, a qual está a ser puxada, devido ao facto de a agulha ainda continuar o seu movimento de descida e a lançadeira superior se movimentar para a direita. Cerca dos 375° ocorre o terceiro pico da linha da lançadeira superior. Enquanto que aos 370° a agulha inicia o seu movimento de subida. Ao mesmo tempo, a lançadeira inferior começa a movimentar-se para a direita. Entre os 380° e os 385° a alimentação de linha as lançadeiras dá a ideia que o seu movimento se inverte ligeiramente. Nesse momento a agulha e a sua linha esfregam-se mais na linha da lançadeira inferior em baixo.

O quarto pico na linha da agulha ocorre entre os 345° e os 350° do ciclo da máquina de costura, no momento em que a agulha se encontra no seu movimento de descida. Como foi já referido anteriormente, aos 342° o ponto está a ser apertado, a agulha aproxima-se do ponto mais inferior, a lançadeira inferior neste momento encontra-se a aproximar-se da posição mais à direita e a lançadeira superior continua a descer e a apertar o ponto. Aos 355°, respetivamente, a linha da agulha e a linha da lançadeira inferior atingem a posição mais à direita. Cerca dos 370° ocorre o quarto pic na linha da lançadeira inferior no momento em que a agulha inicia a sua fase de subida, simultaneamente a lançadeira inferior começa a movimentar-se para a direita. Aos 380° a alimentação de linha as lançadeiras parece que inverte ligeiramente o movimento e a agulha e a sua linha roçam mais na linha da lançadeira inferior, na parte inferior da costura (Carvalho, 1998).

### **3 Procedimentos experimentais**

#### **3.1 Metodologia de análise**

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de diferentes tecidos (com e sem elasticidade) nas tensões geradas na linha de costura durante um ciclo de costura.

Neste capítulo será descrita a metodologia adotada com esse objetivo, cujos resultados serão apresentados nos capítulos posteriores.

Será efetuada uma análise da influência de vários fatores nas tensões geradas nas linhas de costura durante a formação do ponto de costura tipo 504 (agulha, lançadeira superior e lançadeira inferior), no deslocamento e força desenvolvida no calcador e na qualidade da costura.

#### **3.2 Material utilizado**

Todos os materiais utilizados para esta dissertação foram facultados pela empresa Somelos. Para a caracterização destes tecidos foram efetuados vários ensaios, segundo as normas em vigor.

Para a obtenção dos resultados apresentados na Tabela 3-1.o procedimento utilizado foi o seguinte:

- Para determinar a massa linear utilizou-se a seguinte fórmula:

$$Tex = \frac{P(g)}{L(Km)}$$

Onde:

Tex → É a massa linear

P(g) → É o peso do fio

L(Km) → É o comprimento do fio

Como se pode visualizar na Figura 3-1, também se utilizou um testador de frisado para a medição do comprimento dos fios introduzidos no tecido tanto para a teia como para a trama.



Figura 3-1 - Testador de frisado

Após a medição dos fios utilizou-se uma balança de precisão para a pesagem dos fios retirados do tecido como se pode observar **Figura 3-2**



Figura 3-2 -Balança de precisão(“Precisão SPLABOR - Equipamentos para Laboratórios,” n.d.)

Estes ensaios foram todos realizados segundo a norma em vigor NP 4105:1991, Determinação da massa linear de um fio retirado de um tecido.

Para determinar a contração do tecido foi utilizado um conta fios, representado na Figura 3-3 para a contagem dos fios num cm<sup>2</sup> de tecido, segundo a norma NP 4115:1991/Emenda 1:1992 Determinação da contração dos fios num tecido.



Figura 3-3- Conta Fios("ArtCamargo," n.d.)

A espessura do tecido também foi medida segundo a norma NP EN ISO 5084 e com o equipamento apropriado, apresentado na Figura 3-4.



Figura 3-4- Medidor da espessura do tecido

Por fim, foi possível registar todos os resultados obtidos dos ensaios anteriormente realizados para a caracterização dos tecidos na Tabela 3-1 que se encontra abaixo representada.

Tabela 3-1- Caracterização das amostras utilizadas

Tecido	Designação	Massa linear (Tex)	Contextura (Teia/Trama)	Espessura (g/m <sup>2</sup> )	Debuxo
1	Bi-elástico Cru teia	11,00	50/45	197,6	Tafetá
	Bi-elástico Cru trama	11,10	50/45	197,6	
2	Bi-elástico teia	10,85	45/45	183,4	Tafetá
	Bi-elástico trama	11,62	45/45	183,4	
3	Bi-elástico com acabamento teia	13,17	43/43	109,6	Tafetá
	Bi-elástico com acabamento trama	12,25	43/43	109,6	
4	100% CO teia	12,52	40/45	86,6	Tafetá
	100% CO trama	11,43	40/45	86,6	

A amostra 3 utilizada para o estudo desta dissertação possui um acabamento, que tem por objetivo melhorar a qualidade do tecido, tratando-se de um acabamento mecânico.

Os acabamentos mecânicos têm como principal objetivo, através da ação física com o manuseamento de máquinas, melhorar as propriedades dos artigos, melhorar o seu aspeto final, visual e funcional, podendo proporcionar aos artigos têxteis características de toque, estabilidade dimensional e brilho.

O acabamento mecânico aplicado nesta amostra (amostra 3) foi a termofixação, que consiste na passagem do tecido por uma râmula. As râmulas podem funcionar por vezes como secadeiras,

embora o seu objetivo predominante seja fixar as dimensões do tecido. Na Figura 3-5 pode-se observar a máquina utilizada para este tipo de acabamento a râmula.



Figura 3-5 – Râmula (Sociedade comercial de máquinas e acessórios têxteis lda, n.d.)

### **3.3 Calibração**

Para estabelecer uma relação entre o sinal digital armazenado no ficheiro do computador e o valor correspondente, foi efetuada a calibração de todos os sensores.

#### **3.3.1 Método utilizado**

A calibração consiste em determinar qual a resposta do sistema, em termos de tensão elétrica, a diferentes valores de peso que se aplicam nas linhas de agulha, linha da laçadeira inferior e laçadeira superior, sob o efeito de gravidade, de modo a determinar os valores reais de tensão de linha obtidos na experimentação do material costurado.

Em trabalhos anteriormente realizados (por investigadores da Universidade do Minho, respetivamente Doutor Hélder Carvalho, Doutor Miguel Ângelo Carvalho e Engenheiro Abelino Ferreira), foi desenvolvido um programa que permite efetuar a calibração do sistema automaticamente. Este programa efetua leituras dos canais de tensão de linha (neste caso da agulha, laçadeira inferior e laçadeira superior), em intervalos de tempo e número que o utilizador pretende, como se pode observar na Figura 3-6 que representa o painel de calibração do sistema utilizado para a medição.

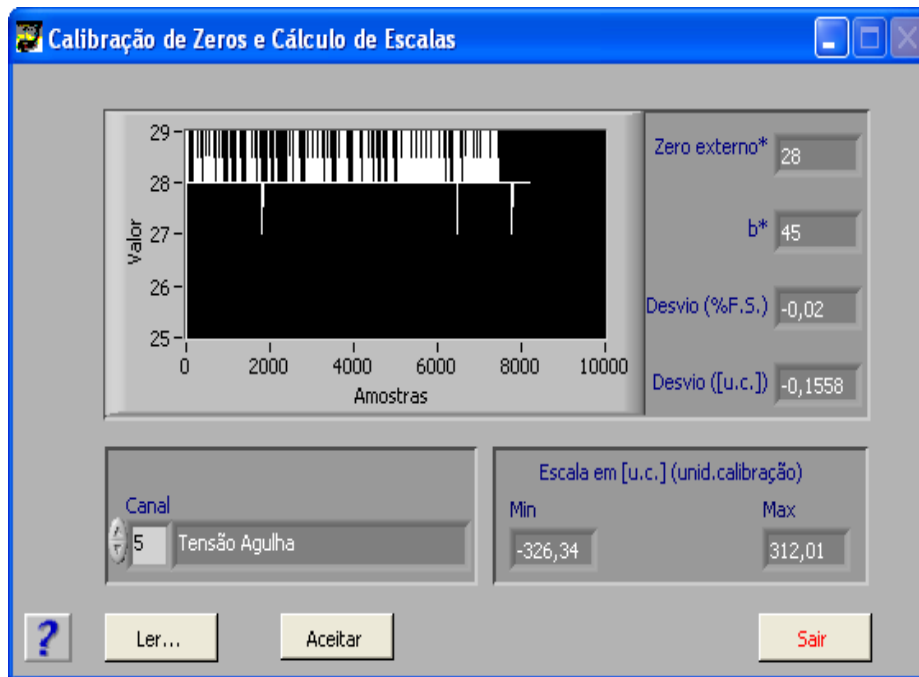


Figura 3-6 - Painel de calibração

### 3.4 Instrumentação e *software*

Para os ensaios realizados, foi necessário a utilização de um sistema para a aquisição, armazenamento e análises dos mesmos sendo este formado por um conjunto de dispositivos de aquisição de dados, nomeadamente, sensores extensómetros tipo *strain gauge*, sensores piezoelétricos, encoders (codificadores rotativos) digitais, LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) e *hardware* para condicionamento e processamento de sinais. Os dispositivos estão ligados a uma placa de aquisição de dados que se encontra instalada no computador.

Para isso existe um programa informático, desenvolvido em *Labview*, que permite efetuar várias tarefas, nomeadamente:

- Calibração de todos os dispositivos;
- Visualização em tempo real da apresentação gráfica dos resultados de cada um dos parâmetros em análise em cada ensaio;
- Possibilidade de exportação da informação sobre os sinais em formato de texto para folhas de cálculo para posterior análise estatística;

-Funções de processamento de sinal: filtragem digital, rotinas para extração de valores relevantes em cada sinal, representação gráfica em diferentes tipos de escalas;

-Funcionalidades de estatística básica para uma mais rápida avaliação dos resultados.

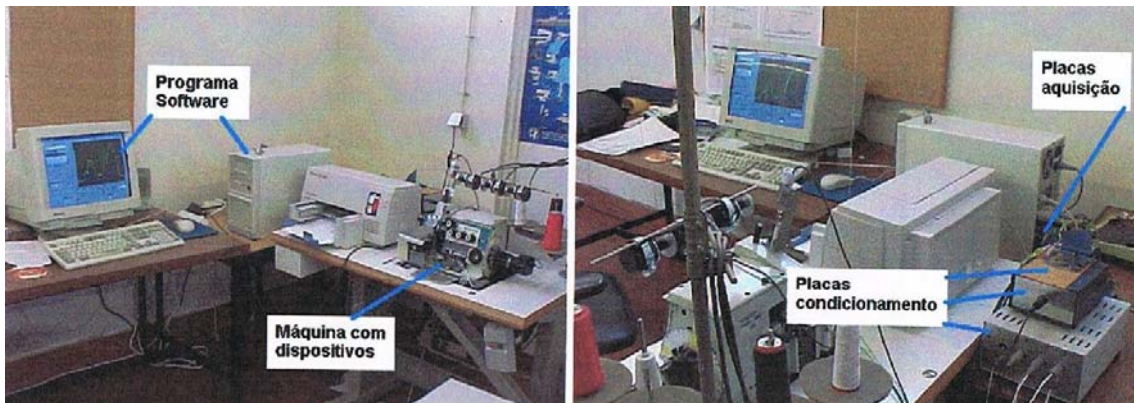


Figura 3-7- Laboratório de ensaios(Carvalho M.,2003)

A Figura 3-7 anteriormente representada demonstra todo o equipamento e *software* utilizado para realização de todos os ensaios no decorrer desta dissertação.

A Figura 3-8 apresenta todos os dispositivos montados na máquina de costura (corte-e-cose) utilizada para a realização dos ensaios

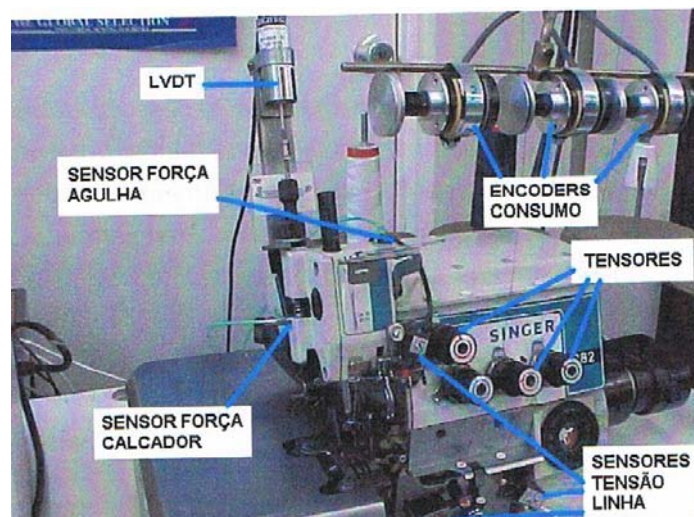


Figura 3-8- Posicionamento dos dispositivos na máquina de costura de corte-e-cose (Carvalho M.,2003 )



A Figura 3-9, a Figura 3-10 e a Figura 3-11 mostram todos os sensores de medição da tensão na linha da agulha, linha da lançadeira inferior e lançadeira superior, colocados entre o respetivo tensor de linha até á zona de formação do ponto.

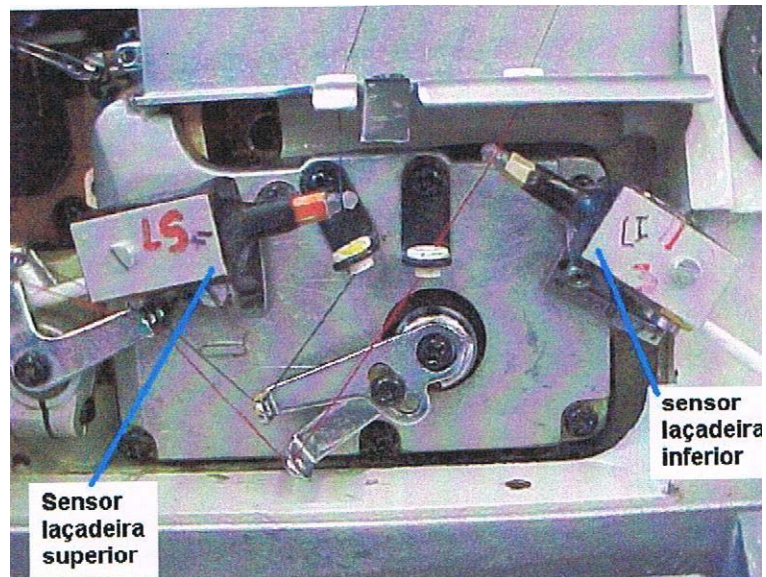


Figura 3-9 - Posicionamento dos sensores extensómetros tipo *strain gauge* das linhas das lançadeiras superior e inferior (Carvalho M.,2003)



Figura 3-10 - Posicionamento do sensor extensómetro tipo *strain gauge* da linha da agulha (Carvalho M.,2003)

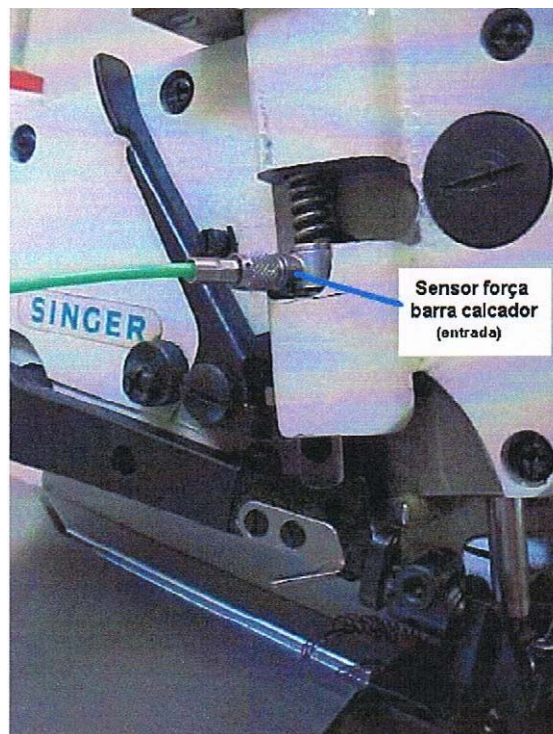


Figura 3-11 - Ponto de acesso ao sensor piezoelétrico da força na barra do calcador (Carvalho M.,2003)

Estes sensores têm alta sensibilidade, utilizando um guia em silicone que permite a fricção existente entre a linha e o ponto de contacto com o sensor e evitar que mesmo se mova da sua posição de percurso ideal.

#### **3.4.1 Aquisição de um ensaio**

Para a realização de cada ensaio, o programa de *software* utilizado permite definir o nome e a cor que se pretende dar a cada aquisição, permite ainda verificar a saturação do sensor bem como definir a contagem de um determinado número de pontos antes de iniciar a aquisição do mesmo, como se pode observar na Figura 3-12 e na Figura 3-13. Deste modo, é evitado qualquer influência que a velocidade da máquina possa ter aquando da sua aceleração até á velocidade seleccionada para os ensaios a realizar.

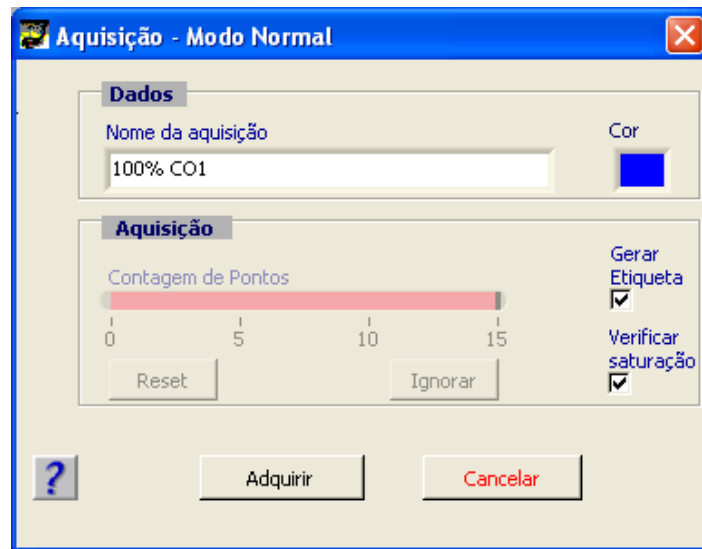


Figura 3-12 - Painel de aquisição de um ensaio

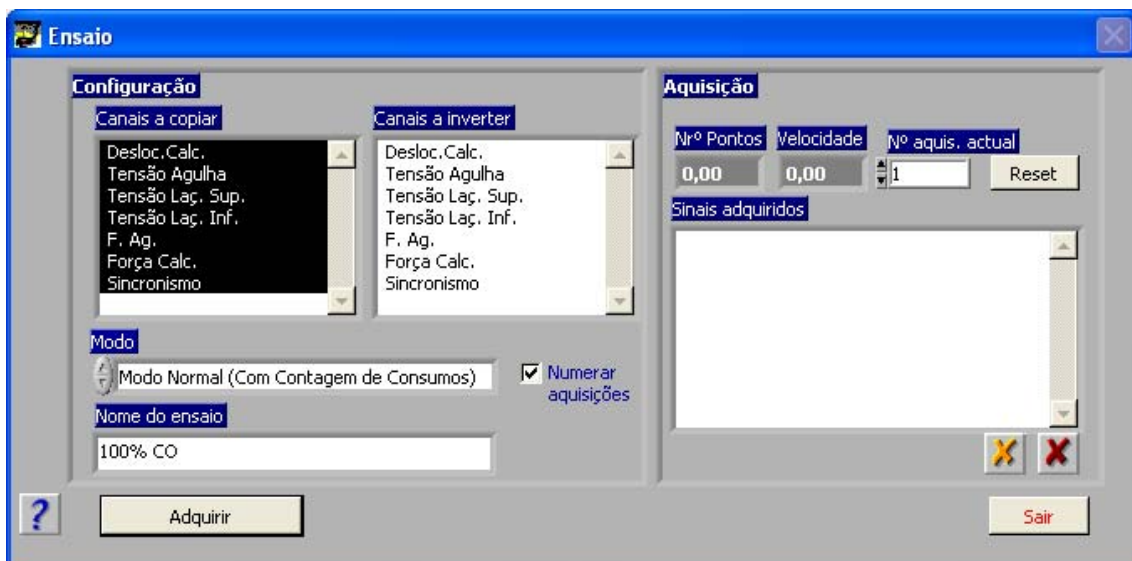


Figura 3-13 - Segundo painel para a aquisição de um ensaio

No painel da Figura 3-14 que se segue encontram-se representadas todas as condições de aquisição para todos os ensaios realizados.

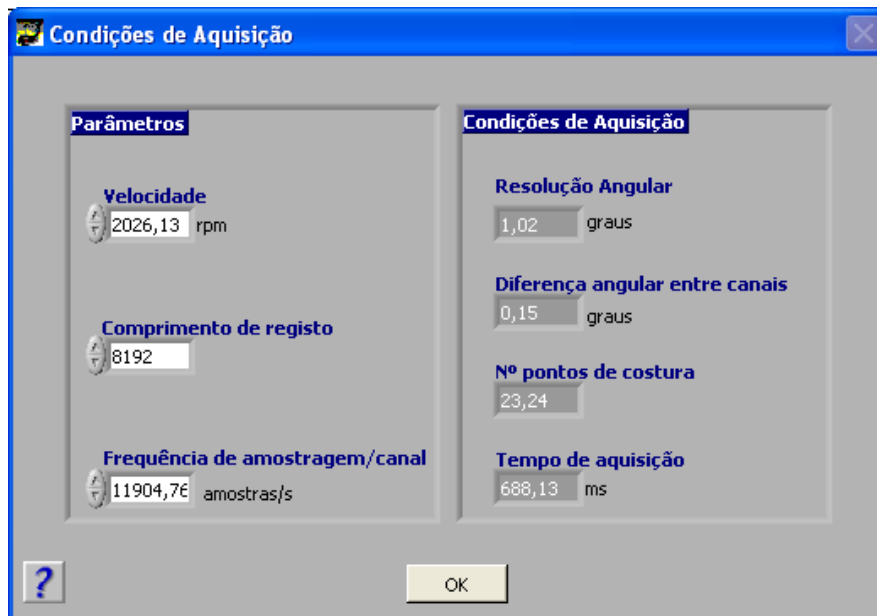


Figura 3-14 - Painel de condições de aquisição

### 3.4.2 Parâmetros e Afinações

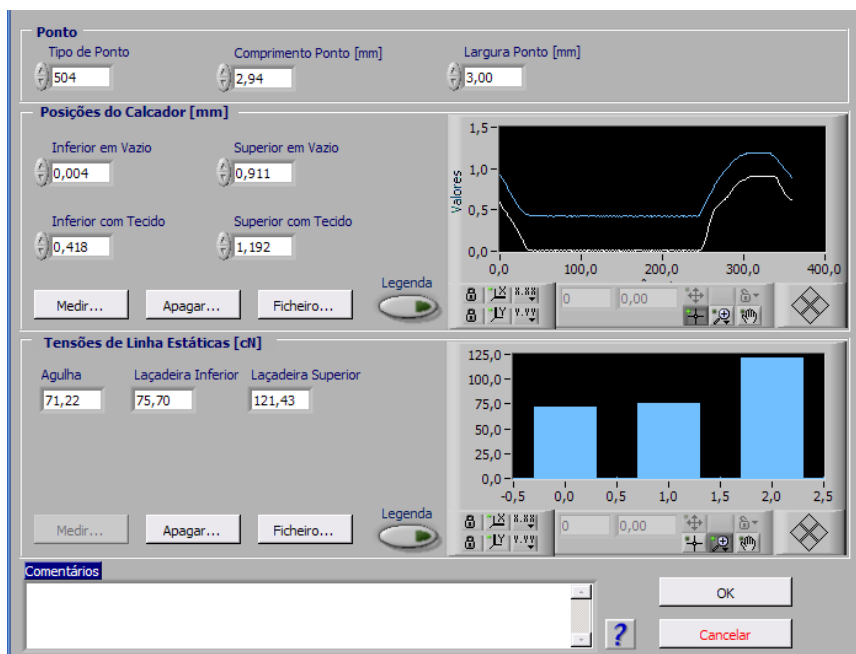


Figura 3-15 – Parâmetros e afinações.

Na Figura 3-15, estão representados todos os parâmetros e afinações necessárias para cada ensaio, sendo que através deste painel de controlo é permitido identificar o tipo de ponto utilizado (tipo de ponto 504), o comprimento do ponto (2,94 mm), a largura do ponto (3,00 mm) e o posicionamento do calcador em vazio e sempre que se costura, sendo que através da sua diferença consegue-se obter a altura do material.

A definição das zonas relevantes no ciclo de formação do ponto de costura, para determinação de cada um dos picos de tensão absoluta em cada uma das linhas da agulha, laçadeira inferior e laçadeira superior são representadas na Figura 3-166.

As zonas consideradas mais importantes para a linha de agulha são (fig 3-16):

- Zona 0 – tem início nos 101° e termina em 227°;
- Zona 1 – tem início nos 300° e termina em 330°;
- Zona 2 – tem início nos 302° e termina em 330°;
- Zona 3 - tem início nos 331° e termina em 402°.

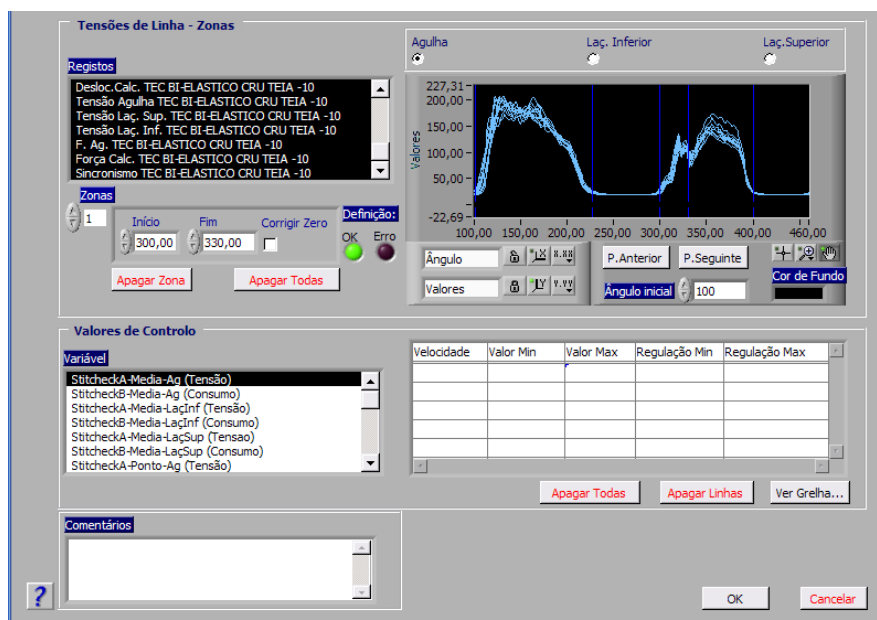


Figura 3-16 - Configuração da linha de agulha.

As zonas consideradas mais importantes para a linha da laçadeira inferior são:

- Zona 0 – tem início nos 107° e termina em 245°;
- Zona 1 – tem início nos 245° e termina em 312°;
- Zona 2 – tem início nos 312° e termina em 330°;
- Zona 3 - tem início nos 330° e termina em 410°.

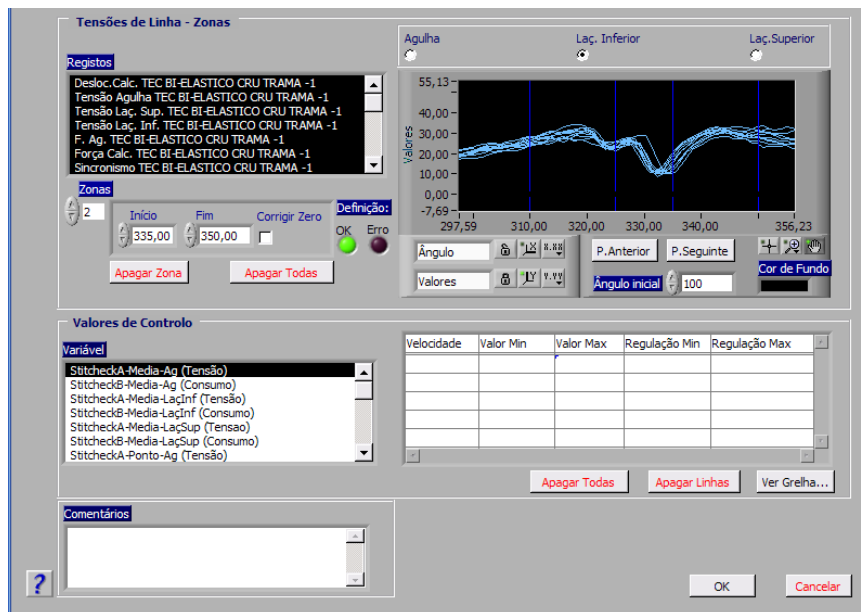


Figura 3-17 - Configuração da linha da laçadeira inferior.

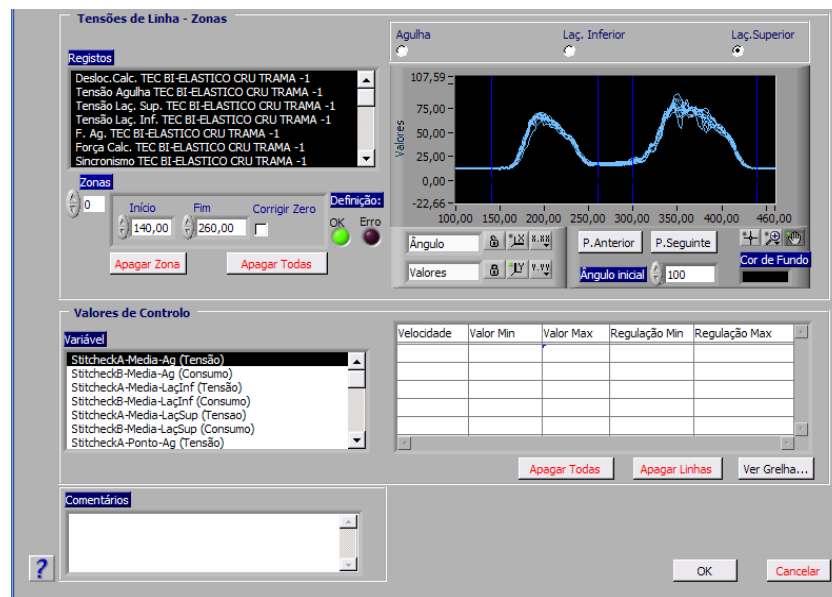


Figura 3-18 - Configuração das zonas da laçadeira superior.

As zonas consideradas mais importantes para a linha da laçadeira superior são:

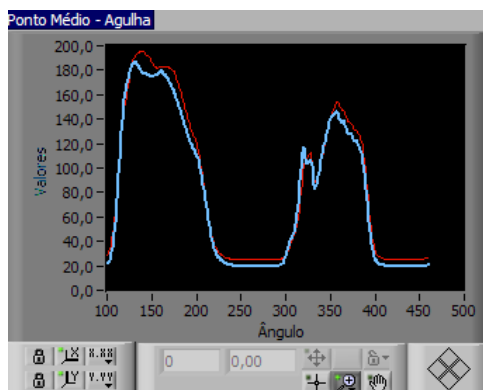
- Zona 0 – tem início nos 140° e termina em 260°;
- Zona 1 – tem início nos 330° e termina em 440°;

## 4 Análise e discussão de resultados

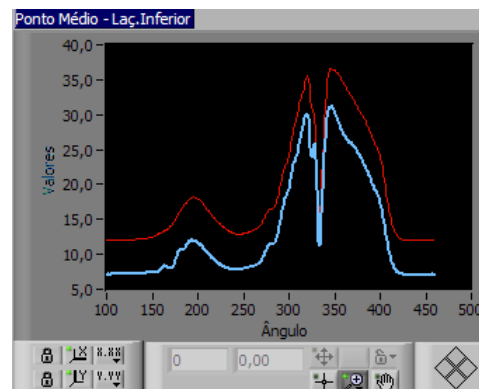
As amostras analisadas apresentam diferentes características, tais como a composição e a estrutura, que influenciam muito o resultado dos valores de tensão. Nas figuras abaixo descritas apresenta-se um resumo dos resultados dos parâmetros analisados, respetivamente o ponto medio de dez costuras realizadas para todas as amostras individualmente, tanto no sentido da teia como na trama.

De notar que em alguns gráficos, nomeadamente os gráficos referentes à curva de tensão da linha da laçadeira inferior da amostra 4, apresentam um desfasamento global relativamente a outras curvas devido a uma deficiência no ajustamento do zero, que se fixou em valores superiores ao desejado.

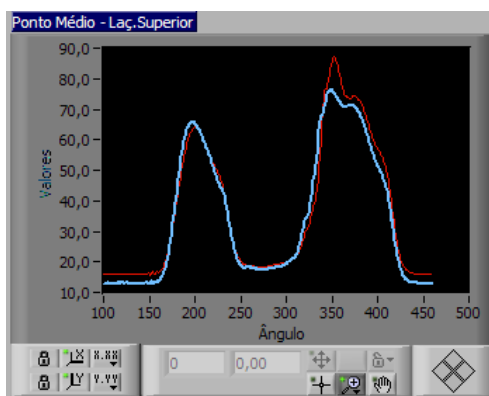
### 4.1. Comparação do tecido 100% CO com tecido Bi-elástico em cru



Ponto médio da agulha



Ponto médio da laçadeira inferior



Ponto médio da laçadeira superior

Legenda:

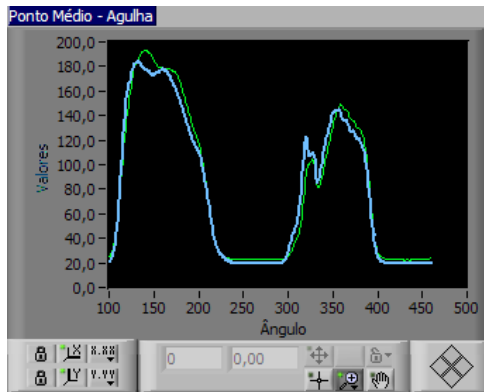
Vermelho representa a amostra 4

Azul representa a amostra 1

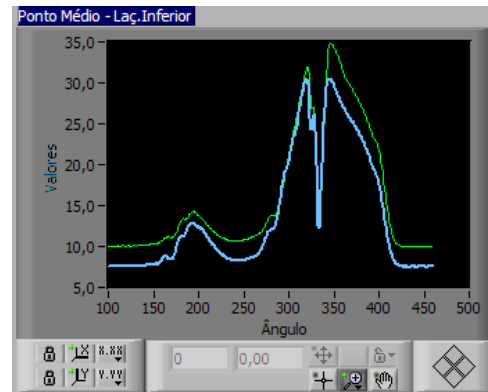
Figura 4-1- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com tecido Bi-elástico em cru (amostra 1) Costurado no sentido da teia



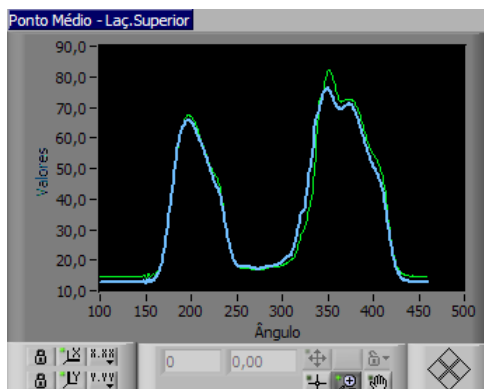
Tal facto não impede a comparação das curvas, devendo ser subtraído nos seus valores absolutos o incremento que é possível observar.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Verde representa a amostra 4

Azul representa a amostra 1

Figura 4-2- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico em cru (amostra 1) costurado no sentido da trama.

Tendo em consideração o facto atrás referido, é possível verificar nos gráficos apresentados (costuras à teia e à trama) que os valores de tensão da linha da agulha, laçadeira superior e inferior do tecido 100% CO não apresentam diferenças significativas quando examinamos a curva relativamente às tensões geradas na costura do tecido Bi-elástico, durante o ciclo de formação do ponto de costura.



Tecido 100% CO costura do direito.



Tecido 100% CO costura do avesso.



Tecido Bi-elástico cru costura do direito.



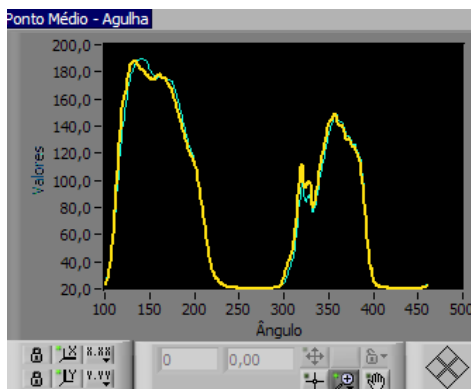
Tecido Bi-elástico cru costura do avesso.

Figura 4-3 - Aspeto das costuras do ensaio 1

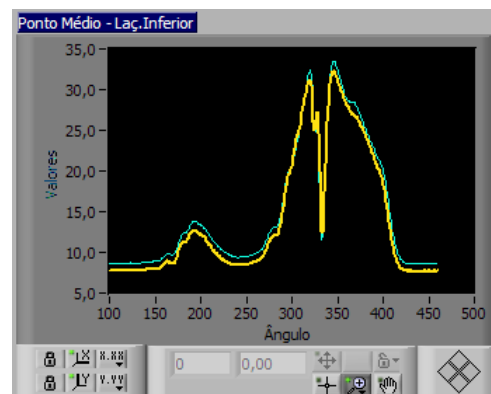
No entanto, como se pode verificar na Figura 4-3 das costuras, com o mesmo ajustamento da máquina de costura, obtém-se uma costura de boa qualidade no tecido bi-elástico, mas no tecido de algodão a costura está claramente defeituosa, apresentado um frisado acentuado, provavelmente devido à aplicação de uma pré tensão demasiado elevada para as características do tecido.

#### 4.2. Comparação do tecido bi-elástico com outro bi-elástico mas com acabamento

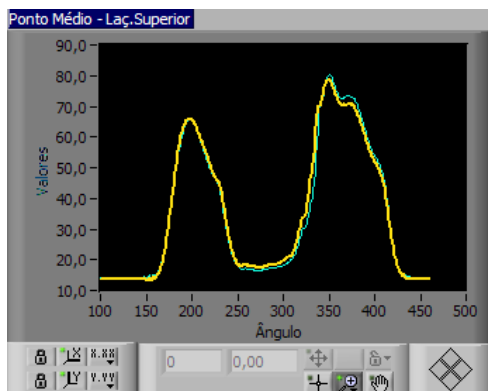
Neste ensaio faz-se a comparação entre o mesmo tecido, só apenas com uma diferença, um contém um acabamento final. Neste caso a diferença não é significativa em nenhuma das linhas, a única diferença que se observa na Figura 4-4 deve-se ao facto já referido anteriormente (erro da definição dos zeros).



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



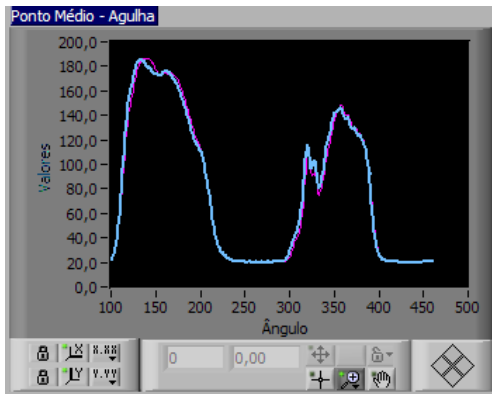
Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

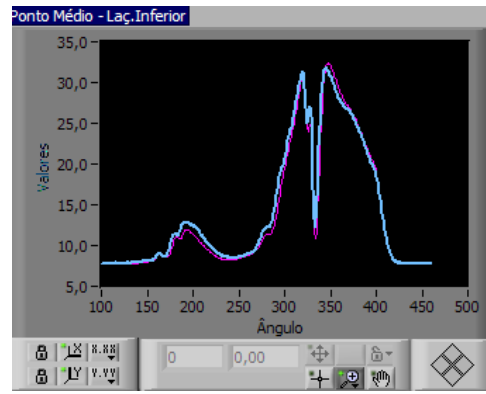
Azul turquesa representa a amostra 3

Amarelo representa a amostra 2

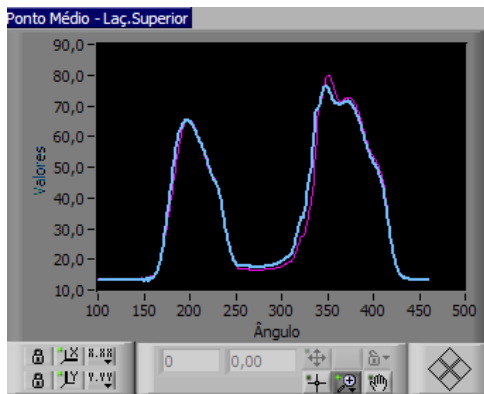
Figura 4-4- Comparação do tecido bi-elástico(amostra 2) com outro Bi-elástico mas com acabamento(amostra 3) costurado no sentido da teia.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



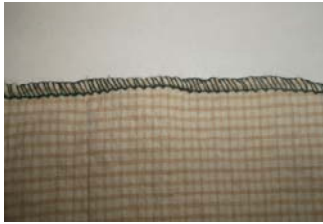
Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Azul representa a amostra 2

Cor-de-rosa representa a amostra 3

Figura 4-5- Comparação do tecido do tecido Bi-elástico(amostra 2) com outro bi-elástico mas com acabamento(amostra 3) costurado no sentido da trama.



Tecido Bi-elástico costura do direito.



Tecido Bi-elástico costura do avesso.



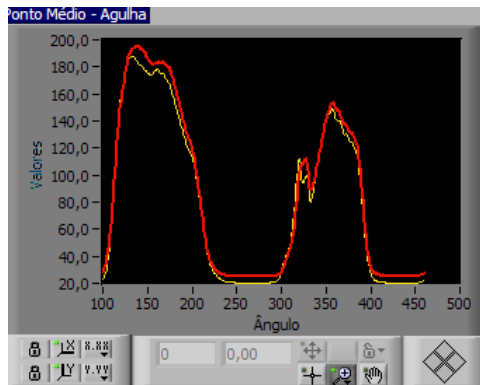
Tecido Bi-elástico com acabamento costura do direito.



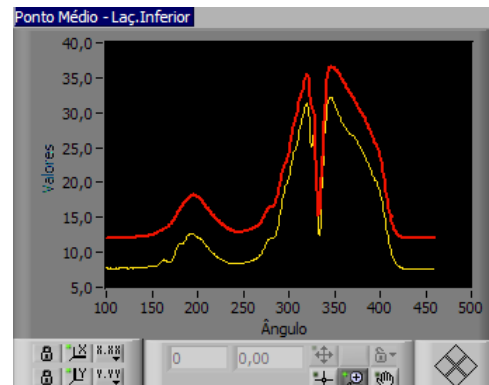
Tecido Bi-elástico com acabamento costura do avesso.

Figura 4-6 - Aspeto das costuras ensaio 2

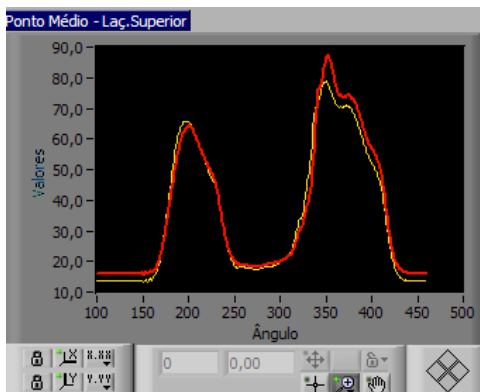
### 4.3. Comparação do tecido 100% CO com o tecido bi-elástico



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



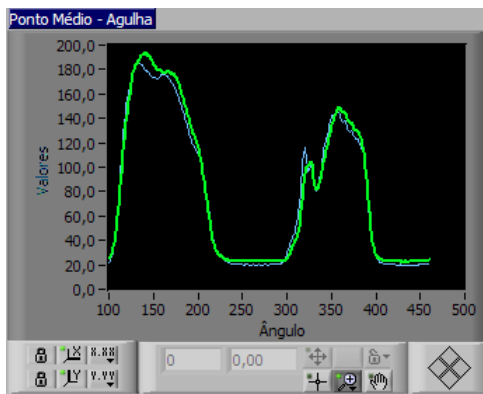
Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

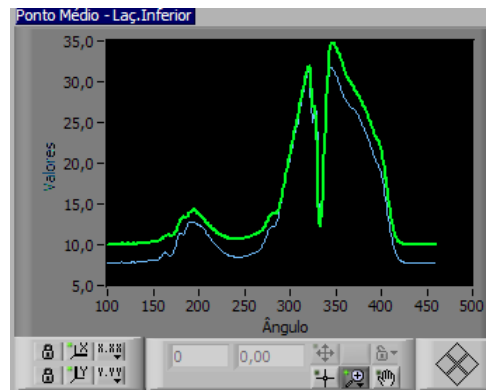
Vermelho representa a amostra 4

Amarelo representa a amostra 2

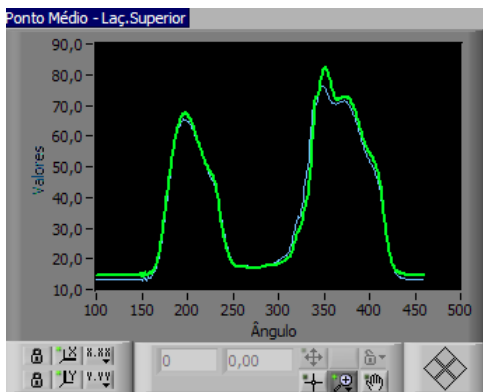
Figura 4-7- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico (amostra 2) costurado no sentido da teia.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Verde representa a amostra 4

Azul representa a amostra 2

Figura 4-8- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico (amostra 2) costurado no sentido da trama.

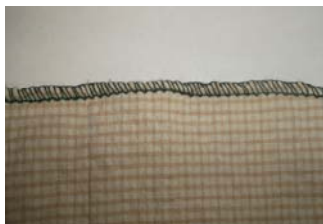
Tendo em consideração o facto atrás referido, é possível verificar nos gráficos apresentados (costuras à teia e à trama) na Figura 4-8 que os valores de tensão da linha da agulha, laçadeira superior e inferior do tecido bi-elástico não apresentam diferenças relevantes relativamente às tensões geradas na costura do tecido Bi-elástico com acabamento, durante o ciclo de formação do ponto de costura.



Tecido 100% CO costura do direito.



Tecido 100% CO costura do avesso.



Tecido Bi-elástico costura do direito.



Tecido Bi-elástico costura do avesso.

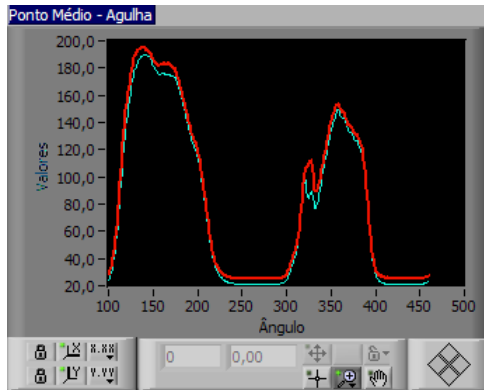
Figura 4-9 - Aspeto das costuras ensaio 3

No entanto, como se pode verificar na Figura 4-9 das costuras, com o mesmo ajustamento da máquina de costura, obtém-se uma costura de boa qualidade no tecido Bi-elástico, mas no tecido de algodão a costura está claramente defeituosa, apresentado um aspeto bastante frisado, provavelmente devido à aplicação de uma tensão demasiado elevada para as características que este tecido apresenta.

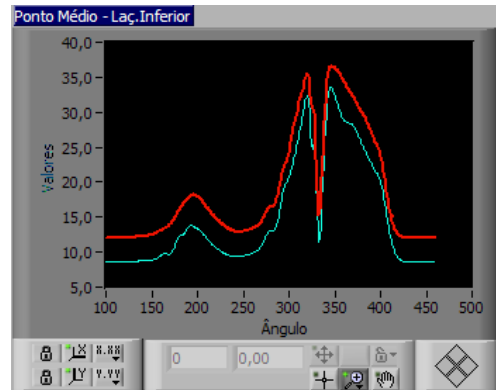
Neste ensaio faz-se a comparação entre tecido 100% algodão e o tecido Bi-elástico com acabamento, sendo que na Figura 4-10 pode-se observar uma diferença na linha da laçadeira inferior mas que na realidade não existe porque este desfasamento deve-se ao facto de ter ocorrido um erro na definição dos zeros. Podendo assim dizer-se que não há diferença em relação às tensões das linhas entre estes dois tecidos.



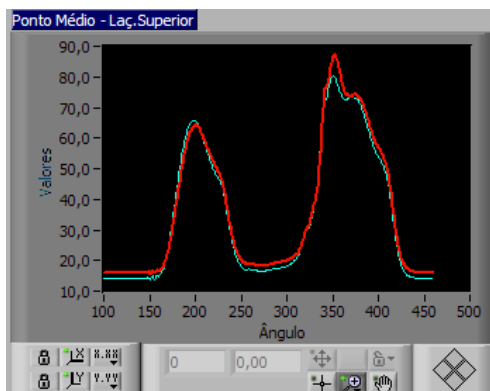
#### 4.4. Comparação do tecido 100% CO com o tecido bi-elástico com acabamento



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



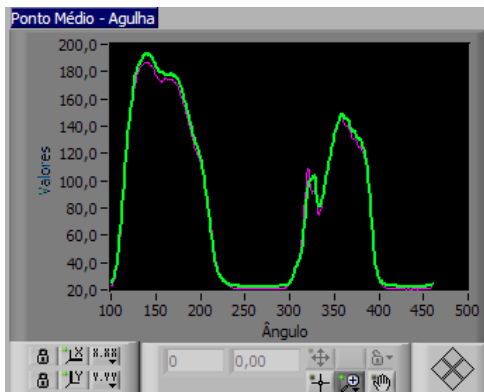
Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

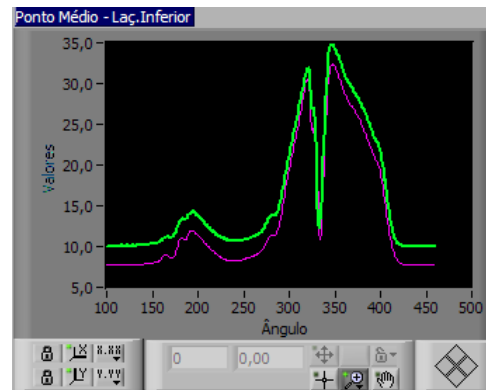
Vermelho representa a amostra 4

Azul turquesa representa a amostra 3

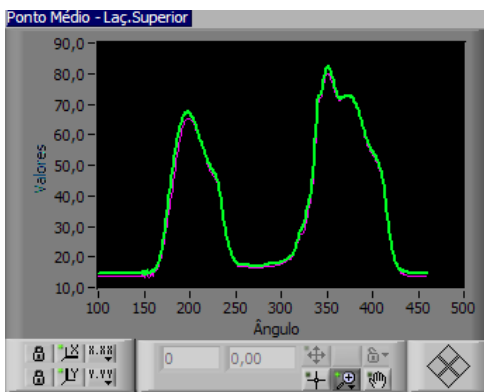
Figura 4-10- Comparação do tecido 100% CO (amostra 4) com o tecido Bi-elástico com acabamento (amostra 3) costurado no sentido da teia.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Verde representa a amostra 4

Cor-de-rosa representa a amostra 3

Figura 4-11 - Comparação do tecido 100% CO(amostra 4) com o tecido Bi-elástico com acabamento(amostra 3) costurado no sentido da trama.

Como já foi referido anteriormente, é possível verificar nos gráficos apresentados (costuras à teia e à trama) na Figura 4-11 que os valores de tensão da linha da agulha, laçadeira superior e inferior do tecido bi-elástico não apresentam diferenças relevantes relativamente às tensões geradas na costura do tecido Bi-elástico com acabamento, durante o ciclo de formação do ponto de costura, devido ao facto já explicado anteriormente.



Tecido 100% CO costura do direito.



Tecido 100% CO costura do avesso.



Tecido Bi-elástico com acabamento costura do direito.



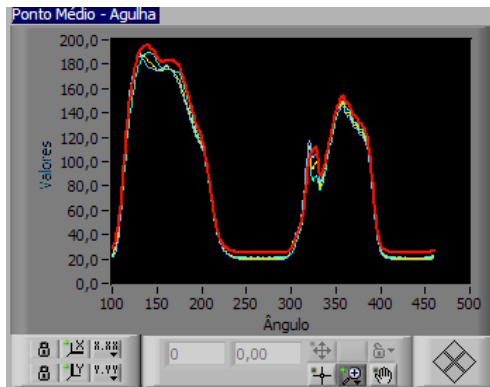
Tecido Bi-elástico com acabamento costura do avesso.

Figura 4-12 - Aspeto das costuras ensaio 4

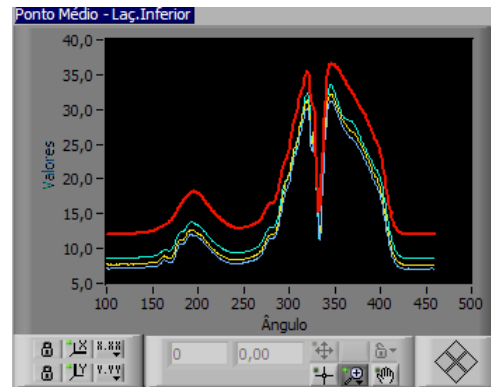
No entanto, como se pode verificar na Figura 4-12 das costuras dos tecidos 100% algodão e do tecido Bi-elástico, com o mesmo ajustamento na máquina de costura corte-e-cose, obtém-se uma costura com boa qualidade no tecido Bi-elástico, mas no tecido de algodão a costura apresenta algum defeito, apresentando um aspeto bastante frisado, provavelmente devido à aplicação de uma pré tensão demasiado elevada para as características que este tecido apresenta.

De seguida procedeu-se á comparação de todos os tecidos e verificou-se que de igual modo como nos casos anteriormente já referidos não se obteve qualquer diferença significativa a não ser a causada pelo facto de ter ocorrido um desfasamento na definição dos zeros. Podendo assim dizer que não há uma diferença entre si em relação às tensões das linhas, como se pode visualizar na Figura 4-13.

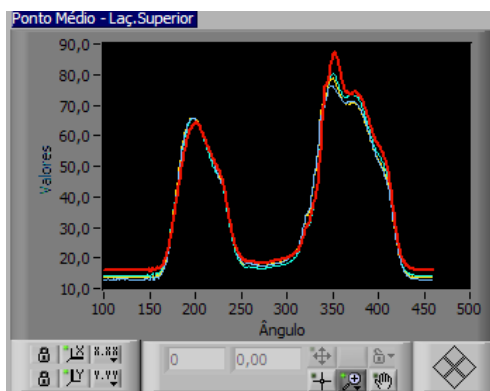
#### 4.5. Comparação do conjunto de todos os tecidos costurados no sentido da teia.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Vermelho representa a amostra 4

Azul representa a amostra 1

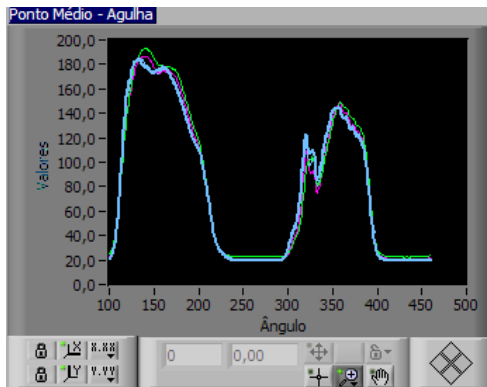
Amarelo representa a amostra 2

Azul turquesa representa a amostra 3

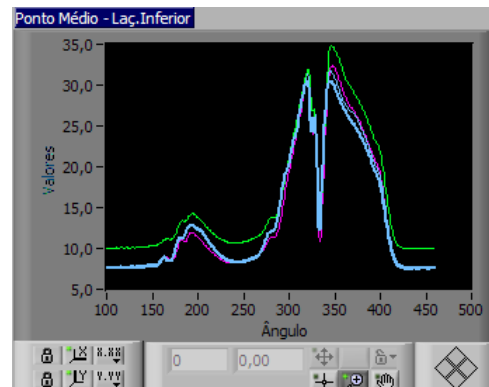
Figura 4-13- Comparação do conjunto de todos os tecidos costurados no sentido da teia.

Da observação do conjunto de todos os pontos médios pode concluir-se que o tecido 100% CO, continua a ser aquele que tem valores de maior tensão em todos os pontos médios, ou seja existe uma maior diferença na linha da laçadeira inferior sendo que esta continua a não ser significativa devido ao erro ocorrido e já explicado anteriormente.

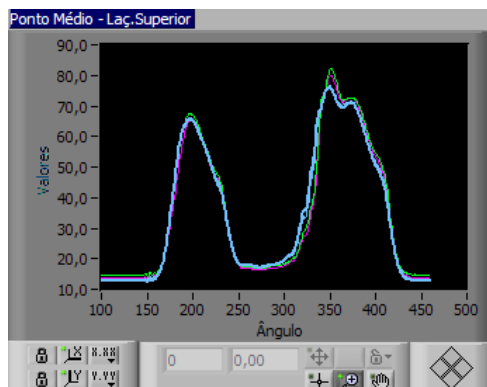
#### 4.6. Comparação do conjunto de todos os tecidos costurados no sentido da trama.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Verde representa a amostra 4

Azul representa a amostra 1

Cor-de-rosa representa a amostra 3

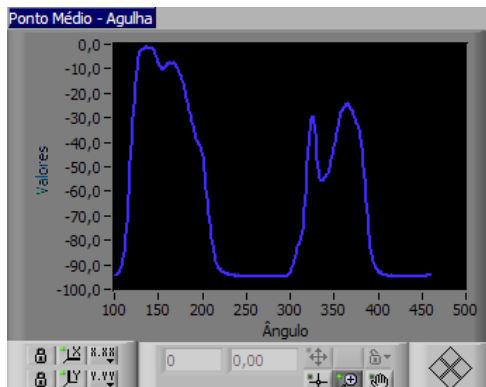
Azul representa a amostra 2

Figura 4-14 - Comparação do conjunto de todos os tecidos costurados no sentido da trama.

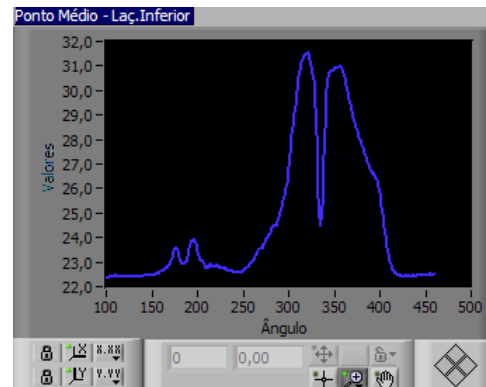
Como já foi referido anteriormente, é possível verificar nos gráficos apresentados (costuras à teia e à trama) na Figura 4-14 que os valores de tensão da linha da agulha, laçadeira superior e inferior do conjunto de tecidos não apresentam diferenças relevantes relativamente às tensões geradas na costura, durante o ciclo de formação do ponto de costura, devido ao facto já explicado anteriormente.

#### 4.7. Ponto medio do tecido 100% CO (parâmetros ideais)

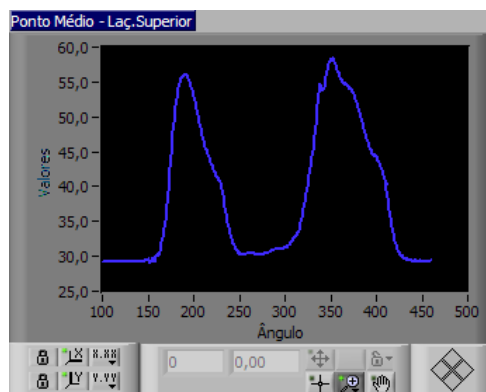
Nos gráficos a seguir representados nas Figura 4-15 e na Figura 4-16, pode visualizar-se quais seriam as tensões ideais para costurar um tecido 100% algodão para se obter uma costura equilibrada, sendo que aqui ocorreu também o erro já referido anteriormente.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior

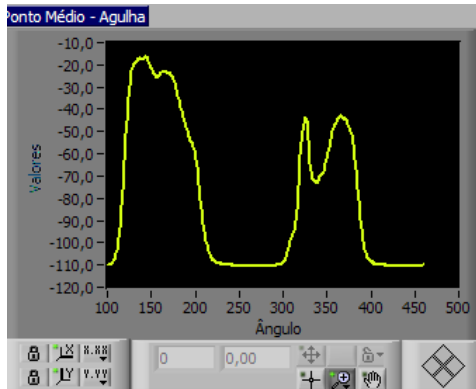


Ponto Médio da Laçadeira Superior

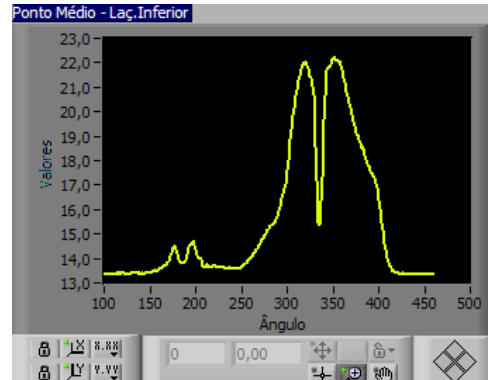
Legenda:

Azul representa a amostra 4

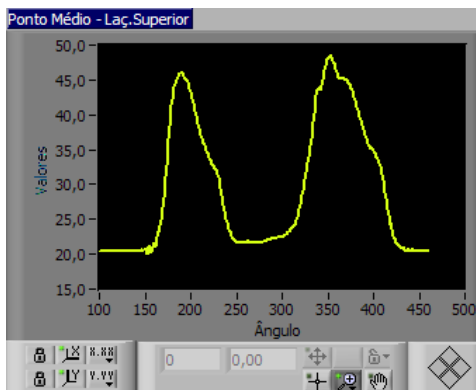
Figura 4-15 - Ponto medio do tecido 100% CO costurado no sentido da teia (parâmetros ideais)



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

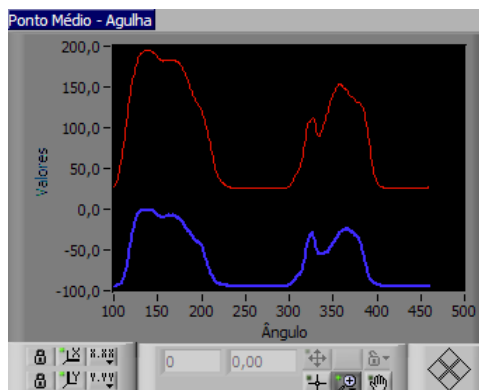
Legenda:

Azul representa a amostra 4

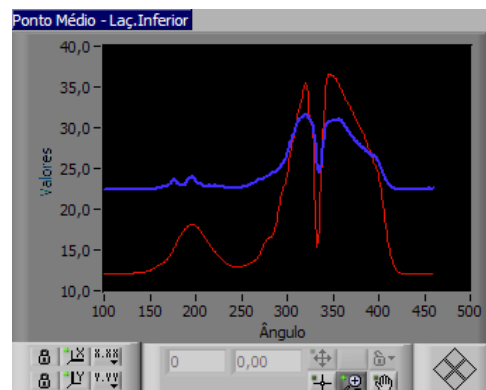
Figura 4-16 - Ponto medio do tecido 100% CO costurado no sentido da trama (parâmetros ideais)

#### 4.8. Comparação entre os pontos médios do tecido 100% CO costurado com os parâmetros ideais e com os parâmetros do tecido Bi-elástico

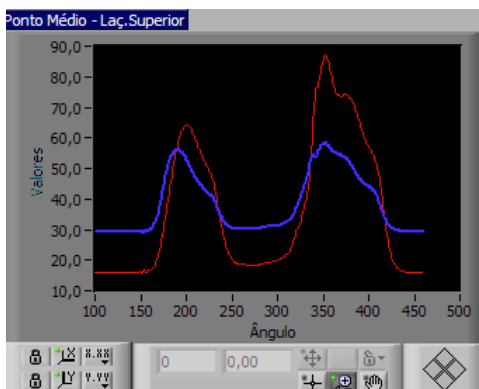
Na Figura 4-17 é efetuada a comparação entre o tecido 100% algodão com as mesmas tensões dos restantes ensaios e com a tensão mais adequada para ser costurado este tipo de tecido.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Azul representa a amostra 4 costurada com os parâmetros de afinação ideais.

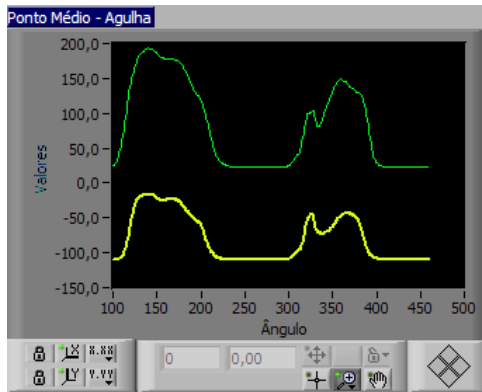
Vermelho representa a amostra 4 costurada com os mesmos parâmetros de afinação do tecido Bi-elástico.

Figura 4-17 - Comparação entre os pontos médios do tecido 100% CO costurado com os parâmetros ideais e costurado com os parâmetros do tecido Bi-elástico no sentido da teia

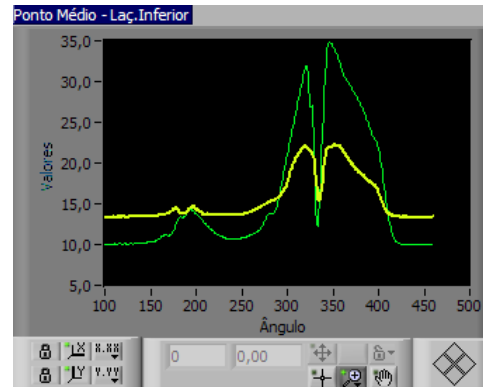
Entre estes dois pontos médios existem diferenças bastante significativas em relação às tensões das linhas de agulha, laçadeira inferior e laçadeira superior, depois da observação atenta dos gráficos representados na Figura 4-17 pode-se concluir que a tensão da linha de agulha ideal para costurar um tecido 100% CO é bastante menor que a aplicada para costurar um tecido Bi-



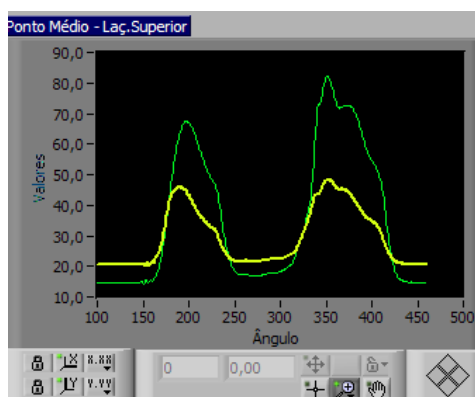
elástico. O mesmo se pode verificar na linha da laçadeira inferior, os valores da tensão para costurar um tecido 100% CO em perfeitas condições é mais baixa que as tensões do tecido Bi-elástico. Em relação á linha da laçadeira superior, a diferença não é tão significativa como na anterior.



Ponto Médio da agulha



Ponto Médio da Laçadeira Inferior



Ponto Médio da Laçadeira Superior

Legenda:

Amarelo representa a amostra 4 costurada com os parâmetros de afinação ideais.

Verde representa a amostra 4 costurada com os mesmos parâmetros de afinação do tecido Bi-elástico.

Figura 4-18 - Comparação entre os pontos médios do tecido 100% CO costurado com os parâmetros ideais e costurado com os parâmetros do tecido Bi-elástico no sentido da trama

Como já foi referido anteriormente, é possível verificar nos gráficos apresentados na Figura 4-18 que os valores de tensão da linha de agulha, apresenta uma tensão inferior à aplicada para costurar um tecido Bi-elástico, o mesmo acontece para a linha da laçadeira superior e inferior, embora se reflita mais uma vez o erro de definição dos zeros.



Tecido 100% CO ideal costura do direito.



Tecido 100% CO ideal costura do avesso.



Tecido 100% CO costura do direito.



Tecido 100% CO costura do avesso.

Figura 4-19 - Aspeto das costuras do ensaio 7

No entanto, como se pode observar na Figura 4-19 das costuras dos tecidos 100% algodão, os aspetos das costuras com os diferentes ajustamentos das tensões na máquina de costura são bastantes diferentes, uma está em perfeitas condições de qualidade e a outra está demasiado tencionada obtendo-se assim uma costura com má qualidade para este tecido, uma vez que esta tensão é a mais adequada para costurar um tecido bi-elástico e não um tecido 100% algodão.

## **5. Conclusão**

Utilizando o sistema de aquisição de dados desenvolvido por investigadores da Universidade do Minho descrito nos capítulos anteriores foi estudado os comportamentos dos principais picos de tensão em cada uma das linhas de costura. Para as linhas da agulha e da laçadeira inferior foi considerada quatro picos de tensão e para a linha da laçadeira superior três os mais importantes, sendo a sua forma e a fase de ocorrência no ciclo do ponto repetidas nos vários ensaios.

Através da análise dos resultados obtidos é possível concluir-se que o sistema de medição desenvolvido é eficaz na deteção da variação da tensão gerada pelas linhas de costura, respetivamente, linha de agulha, laçadeira inferior e laçadeira superior.

Relativamente ao estudo da influência dos diferentes fatores nos sinais de tensão gerada nas linhas de costura, durante o ciclo de formação do ponto, para os diferentes tecidos, não se verificaram diferenças significativas, embora a qualidade da costura não fosse a mesma entre os tecidos Bi-elásticos e o tecido de algodão.

Verificou-se que para se efetuar uma costura equilibrada neste tecido era necessário reduzir significativamente o valor da pré tensão.

Tal diferença deriva provavelmente da diferente composição dos fios de teia e trama de cada um dos tecidos. Os fios Bi-elásticos provocam um encolhimento acentuado no tecido após a saída do tear, tornando o tecido mais volumoso e compacto em comparação com o tecido 100% algodão, mais fino e macio.

Atendendo à estrutura do ponto orlado, com os fios da laçadeira superior e inferior a abraçar o bordo dos tecidos, uma elevada pré tensão nestes fios poderá provocar o esmagamento do bordo com a fileira da agulha e conseqüente frisado, conforme se pode ver nas figuras anteriormente apresentadas.

É por isso necessário preparar de forma distinta as máquinas de costura para o processamento de tecidos Bi-elásticos.

### **5.1 Perspetivas futuras**

Os resultados obtidos permitem prever um desenvolvimento futuro deste trabalho, no âmbito de alguns trabalhos de mestrado, onde se podem avaliar outras variáveis e assim inferir sobre as suas reais potencialidades, nomeadamente:

- Efetuar ensaios a diferentes velocidades.
- Efetuar ensaios a diferentes tecidos com diferentes estruturas têxteis.
- Avaliar diferentes acabamentos dos materiais e respetiva influência no desempenho da costura.
- Estudar os diferentes tipos de linha de costura e sua influência na costurabilidade.

Por outro lado, a análise efetuada na máquina de costura corte-e-cose poderá também ser estendida a outro tipo de máquinas, nomeadamente a máquina de ponto preso, medindo a tensão e o consumo da linha de agulha e da linha de canela.

## 6. Bibliografia

- ARAUJO, M. D. (1996). *Tecnologia do vestuário* (p. 456). Calouste Gulbenkian.
- Análise, M. E., Em, D. E. P., & Industrial, C. (1997). Universidade do Minho.
- ArtCamargo. (n.d.).
- Carr, H. (1972). "The Clothing Factory". London: Clothing Institute Management Handbook N°1, The Clothing & Footwear Institute.
- Carvalho, H. (1998). "Medição e análise de parâmetros em máquina de costura industrial."
- Carvalho, M. Â. F. (2003). Estudo das Relações entre os parâmetros de controlo, Propriedades dos Materiais e condições de Regulação numa Máquina de costura corte-e-cose.
- Dias, C. (2009). Design de estruturas fibrosas híbridas para aplicação técnica. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10777>
- DuPont. (n.d.). Classificação das fibras têxteis.
- Gersak, Sajn, & Bukosek. (2005). A Study of the relaxation phenomena in the fabrics containing elastane yarns. *internacional journal of clothing science and technology*, vol.17, no.3/4.
- Gorjanc, & Bukosek. (2008). The behaviour of fabric with elastane yarn during stretching. *fibres and Textiles in Eastern Europe*, vol.16, No 3 (68).
- "Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira". (s.d.). Lisboa- Rio de Janeiro: Editorial Enciclopédia Limitada Vol. VII.
- Klevaityte, & Masteikaite. (2008). Anisotropy of Woven Fabric Deformation after Stretching. *fibres and Textiles in Eastern Europe*, Vol.16, No.4(69).
- Meulemeester, Langenhove, & Kiekens. (2009). Study of The Weavability of Elastane Based Stretch Yarns on Air-jet Looms. *AUTEX Research journal*, Vo. 9, No. 2.
- Ogulata, Sahin, & Balci. (2006). The Prediction of Elongation and Recovery of Woven Bi-stretch Fabric Using Artificial Neural Network and Linear Regression Models. *fibres and Textiles in Eastern Europe*, Vol. 14, No. 2(56).
- Pereira, M. A. (n.d.). Cartilha de uso e conservação de.

Precisão SPLABOR - Equipamentos para Laboratórios. (n.d.).

Sociedade comercial de máquinas e acessórios têxteis lda. (n.d.). Acimatextil. Retrieved from  
<http://www.acimatextil.com/assets/images/image00106.jpg>

