

Dedicatória

Dedico esta tese à minha esposa e à minha filha que nasceu durante o período em que estive a realizar este trabalho, e que muitas alegrias me têm dado.

Resumo

A tecnologia seamless é um conceito inovador de produção de artigos têxteis baseados nas máquinas de produção de peúgas. Esta tecnologia possibilita a produção de artigos, sem costuras laterais, através de malhas tubulares produzidas com as dimensões, forma e desenhos pretendidos. É também possível, com esta tecnologia, a utilização de diferentes estruturas de malha e diferentes graus de aperto na mesma peça para modelar as formas corporais.

Com este trabalho pretendem-se identificar quais as variáveis que maior influência podem ter na compressão das estruturas de malha seamless: estrutura da malha, elastómero e comprimento da laçada - com a finalidade de melhorar a concepção de artigos funcionais nas áreas de medicalwear, maternity, shapewear e sportswear.

Para o efeito produziram-se cinco estruturas de malha com dois elastanos diferentes e três comprimentos de malha cada. Submeteram-se essas amostras a testes de tracção à rotura e fadiga dos tubos de malha directamente retirados do tear.

Dos testes realizados e da análise efectuada verificou-se que malhas com elastanos de massa linear mais elevada e com estruturas envolvendo maior número de laçadas flutuantes na célula estrutural do ponto apresentaram uma maior resistência à tracção, resultando num efeito de compressão maior, e com um efeito contrário no alongamento. Das malhas ensaiadas a que apresentou valores mais elevados foi a estrutura baseada num rib 1x3 com laçadas flutuantes e com retenção, independentemente do elastano utilizado.

Do ponto de vista da relação entre as variáveis em estudo e a força de rotura, que estará indirectamente associada ao efeito de compressão, embora se observe a existência de uma relação esta poderá não ser linear, uma vez que o teste ANOVA apenas revelou interacções estatisticamente significativas quando considerados dois factores de cada vez.

Palavras-chave: tecnologia seamless; compressão; elastómeros, estruturas de malha.

Abstract

Seamless technology is an innovative concept for the production of textile garments based on knitting socks production. This technology enables the production of garments with on side seams by knitting tubes shaped with required size and design. It is also possible with this technology, the use of different knitting structures and levels of tightness on same garments in order to fit body shape.

On this work one intends to identify which variables play the biggest influence on the compression of seamless knitting structures: knitting structure, the elastomers and the loop length - with the final objective of improving the development of functional items on the medicalwear, maternity, shapewear and sportswear.

To this effect one produced five knitting structures with two different elastanes and three different loop lengths. These samples have been tested for tensile testing and fatigue of knitted tubes off knitting machines.

On carried out testing and analysis one established that knitted fabrics with elastanes of higher linear masses and with structures involving higher number of floating loops on the structural cell of the stitch it presented a higher resistance to traction, thus resulting on a higher compression level, and with a contrary effect on the stretching. The tested knits the one that presented higher values it was the structure based on a 1x3 rib with floating loops and with retention, regardless of the used elastano.

In the point of view of the rapport between variables being studied and the break force, that is indirectly associated on the effect of compression, although one observes the existence of a certain relation, this may not be linear, because test ANOVA has just produced significant statistical interactions when factors are considered two by two.

Keywords: seamless technology, compression, elastomers, knitting structures

Agradecimento

No momento em que finalmente vejo a luz ao fundo do túnel está na hora de olhar para trás e agradecer a todos os que contribuíram para este trabalho.

Gostaria de começar por agradecer à empresa Playvest, onde trabalho, em especial ao administrador Sr. José Mendes e ao presidente do conselho de administração o Sr. Eng.º António Ressurreição, que me incentivaram e apoiaram para realizar este mestrado.

Não posso deixar também de agradecer à Prof. Dr.^a Isabel Gouveia, directora de curso do Mestrado em Engenharia Têxtil, que me convenceu a frequentar o curso e que estabeleceu a ligação com o meu orientador na UM.

Como não podia deixar de ser, tenho que agradecer todo o apoio prestado pelo meu orientador o Prof. Dr. André Catarino, da UM, que tudo fez para que fosse possível a realização da componente experimental que suporta a tese. De igual modo agradeço à Prof. Dr.^a Maria José Galdes, a minha co-orientadora, que apesar da distância que nos separa esteve sempre disponível para me ajudar no que fosse preciso.

Por fim não posso deixar de prestar o meu agradecimento aos dois técnicos de laboratório da UBI e UM, respectivamente o Sr. Eduardo Jorge e o Eng.º Joaquim Jorge, que me ajudaram a realizar a componente experimental, nomeadamente a elaborar os programas para efectuar os ensaios.

Índice

Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice	xi
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas.....	xix
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 - Enquadramento do Trabalho	1
1.2 - Justificação do Trabalho.....	1
1.3 - Objectivos	2
1.4 - Metodologia Adoptada.....	2
1.5 - Estrutura da Tese	4
Capítulo 2 - Estado da Arte/Fundamentação Teórica	6
2.1 - Introdução	6
2.2 - Vestuário Seamless.....	7
2.2.1 - Shapewear	8
2.2.2 - Maternity wear.....	10
2.2.3 - Sportswear.....	11
2.3 - Estudos que Validam a Importância das Malhas Seamless	14
2.3.1 - Malhas de Compressão Aplicadas na Saúde	15
2.3.1.1 - Adição/Sobreposição da Força Elástica das Meias Medicinais	15
2.3.1.2 - Pressão e Rigidez de Diferentes Tamanhos de Meias Medicinais Elásticas de Compressão	16
2.3.2 - Malhas de Compressão Aplicadas à Melhoria da Performance dos Atletas de Alta Competição	16
2.3.3 - Estudo das Características de Compressão das Malhas Seamless	18
2.4 - Teares de Malha	18
2.5 - Estruturas de Malha	21
2.5.1 - Evolução Histórica.....	23
2.5.2 - Evolução das Malhas em Portugal	24
2.5.3 - Formação de Malha de Trama.....	25
2.5.3.1 - Laçada Normal	26
2.5.3.2 - Formação da Laçada Carregada no Gancho.....	27

2.5.3.3 - Formação da Laçada Flutuante	27
2.6 - Tecnologia Seamless	28
2.6.1 - Evolução Histórica.....	29
2.6.2 - Concepção de um Artigo Seamless num Tear SM8-TOP2S da Santoni	31
2.6.2.1 - Formação de Laçadas	33
2.6.2.2 - Matéria Primas Mais Utilizadas.....	34
2.7 - Malhas de Compressão	36
2.7.1 - Medicalwear	37
2.7.1.1 - Peúgas de Compressão.....	37
2.7.1.2 - Cintas para Ostomizados	41
2.7.1.3 - Acessórios para Linfedema Pós Mastectomia	42
2.7.2 - Sportswear.....	44
2.8 - Vestibilidade	45
2.9 - Dinamómetros	47
2.9.1 - Dinamómetros Electromecânicos	47
2.9.2 - Parâmetros obtidos nos Ensaios Dinamométricos.....	48
2.9.2.1 - Alongamento	48
2.9.2.2 - Tenacidade	49
2.9.2.3 - Força Máxima e de Rotura	49
2.9.2.4 - Trabalho de Rotura.....	50
2.9.2.5 - Módulos Elásticos	51
2.10 - Materiais Viscoelásticos.....	52
2.10.1 - Recuperação Elástica.....	52
2.11 - SPSS	53
2.11.1 - ANOVA.....	54
Capítulo 3 - Procedimento Experimental	55
3.1 - Caracterização das Amostras.....	55
3.1.1 - Perímetro das Amostras	58
3.2 - Técnica Experimental	63
3.2.1 - Testes de Tracção - Método da Tira.....	65
3.2.2 - Testes de Tracção dos Tubos de Malha	66
3.2.3 - Testes de Tracção à Fadiga dos Tubos de Malha.....	67
3.3 - Resultados	68
3.3.1 - Teste de Tracção - Método da Tira.....	68
3.3.2 - Teste de Tracção dos Tubos de Malha	77
3.3.3 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha.....	78
3.4 - Interpretação dos Resultados	80
3.4.1 - Teste de Tracção - Método da Tira.....	80

3.4.2 - Teste de Tracção dos Tubos de Malha	82
3.4.3 - Teste de fadiga dos tubos de malha	84
3.4.4 - Análise da compressão das amostras	87
3.4.5 - Análise de Variância com Três Factores para o Teste de Tracção - Método da Tira	89
Capítulo 4 - Conclusão e Perspectivas Futuras	96
4.1 - Conclusão	96
4.2 - Perspectivas Futuras.....	97
5 - Referências Bibliográficas.....	99
5.1 - Bibliografia	99
5.2 - Webgrafia.....	100
Anexos	103
Anexo 1 - Tabelas de Medidas Corporais.....	104
Anexo 2 - Gráficos	106
2.1 - Teste de Tracção - Método da Tira	106
2.2 - Teste de Tracção dos Tubos de Malha	116
2.3 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha	126
2.4 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha em Função da Estrutura de Malha e do Grau de Aperto	136
2.5 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha em Função do Elastano e do Grau de Aperto...	140
2.6 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha em Função do Elastano para o Ponto de Malha Intermédio	142

Lista de Figuras

Figura 1: Esquema do efeito de um artigo de shapewear da Plié..	9
Figura 2: Produtos shapewear Plié.....	9
Figura 3: Body Longo da Scala.....	10
Figura 4: Cueca de sustentação da barriga para grávida, com diferentes zonas de contenção, em tecnologia seamless.	11
Figura 5: Soutien de amamentação/aleitamento.	11
Figura 6: T-shirt térmica de manga comprida, à esquerda, e de manga curta, à direita, da Kawasaki.....	13
Figura 7: Action shirt, à esquerda, e action short, à direita, da Forcefield..	13
Figura 8: Conjunto t-shirt e calça da Zo.On.	13
Figura 9: Conjunto t-shirt e calça da Odlo.	14
Figura 10: Conjunto t-shirt e calça da X-Bionic..	14
Figura 11: Classificação dos teares de malha de teia.	19
Figura 12: Classificação dos teares de malha de trama.....	20
Figura 13: Esquema de acção das comes no movimento das agulhas.....	21
Figura 14: Esquema da formação das laçadas numa malha de trama..	22
Figura 15: Esquema da formação das laçadas numa malha de trama..	22
Figura 16: Agulhas de teares de malha. A- Agulha de mola; B- Agulha de Lingueta; C- Agulha composta.	23
Figura 17: Elementos tricotadores de teares seamless..	24
Figura 18: Agulha de lingueta com transferência de laçada.	24
Figura 19: Elementos constituintes de uma laçada.	26
Figura 20: Movimentos tricotadores de uma laçada normal..	27
Figura 21: Movimentos tricotadores de uma laçada carregada.....	27
Figura 22: Esquema dos vários tubos que compõem uma t-shirt e as costuras necessárias à sua confecção.	28
Figura 23: Artigos produzidos em seamless pela Playvest para a Desigual.	30
Figura 24: Desfile Agatha Ruiz De La Prada PV 2011.	30
Figura 25: Esquema do princípio da terapia da compressão aplicado a um membro inferior..	37
Figura 26: Esquema do movimento do sangue nas artérias.	37
Figura 27: Esquema do movimento do sangue nas veias.....	38
Figura 28: Esquema da actuação das válvulas das veias para impedir o retorno do sangue..	38
Figura 29: Comparação entre válvulas das veias intactas, à esquerda, e danificadas, à direita, em portadores de varizes.	38

Figura 30: Comparação entre válvulas das veias intactas, à esquerda, e danificadas por uma trombose venosa, à direita.....	39
Figura 31: Obstrução das veias causada por um trombo.	39
Figura 32: Diferentes soluções apresentadas pela COMFIZZ para vestuário para ostomizados. .	42
Figura 33: Diversos acessórios de compressão para redução do linfedema..	43
Figura 34: Vestuário de compressão para redução do linfedema.	44
Figura 35: Efeito da compressão sobre os vasos capilares.....	45
Figura 36: Esquema universal de um dinamómetro electrónico.....	48
Figura 37: Esquema exemplificativo do alongamento.....	49
Figura 38: Força máxima e de rotura e respectivos alongamentos..	50
Figura 39: Trabalho de rotura.	51
Figura 40: Recuperação elástica..	53
Figura 41: Amostra dos testes dos tubos de malha	66
Figura 42: Perímetro inicial das amostras.	67
Figura 43: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 1.	69
Figura 44: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 2.	70
Figura 45: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 3.	70
Figura 46: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 4.	71
Figura 47: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 5.	71
Figura 48: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano A (17 dtex) e o comprimento de laçada 1.	72
Figura 49: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano A (17 dtex) e o comprimento de laçada 2.	72
Figura 50: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano A (17 dtex) e o comprimento de laçada 3.	73
Figura 51: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano B (44 dtex) e o comprimento de laçada 1.	73
Figura 52: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano B (44 dtex) e o comprimento de laçada 2.	74
Figura 53: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano B (44 dtex) e o comprimento de laçada 3.	74
Figura 54: Comparação dos valores de alongamento de rotura para todas as amostras.	80

Figura 55: Comparação dos valores de rotura para todas as amostras.	81
Figura 56: Comparação dos valores de força para produzir diferentes alongamentos, para as amostras com o elastano A (17 dtex).	82
Figura 57: Comparação dos valores de força para produzir diferentes alongamentos, para as amostras com o elastano B (44 dtex).....	82
Figura 58: Variação da Força Máxima com o comprimento da laçada.....	83
Figura 59: Percentagem de deformação após o teste de tracção.	84
Figura 60: Percentagem de redução da força máxima ao longo do teste de fadiga.	86
Figura 63: Curva histerética para a amostra B4-2.	86
Figura 64: Percentagem de alongamento para as forças de 5 N e 10 N, para o elastano A (17 dtex).	88
Figura 65: Percentagem de alongamento para as forças de 5 N e 10 N, para o elastano B (44 dtex)	88
Figura 66: Percentagem de alongamento a que foram submetidas as amostras durante o teste de fadiga.	89
Figura 65: Médias marginais de força de rotura para o elastano A (17 dtex).	91
Figura 66: Médias marginais de força de rotura para o elastano B (44 dtex).	91

Lista de Tabelas

Tabela 1: Formação de laçadas em tear SM8-TOP2S.	34
Tabela 2: Classes de compressão das meias de compressão de acordo com a norma EN12718/2001..	40
Tabela 3: Classificação das meias de compressão e patologia para a qual devem ser prescritas.	41
Tabela 4: Caracterização física das amostras.	58
Tabela 5: Perímetros das malhas com o elastano A (17 dtex) para 0%, 30% e 60% de alongamento.	59
Tabela 6: Perímetros das malhas com o elastano B (44dtex) para 0%, 30% e 60% de alongamento.	59
Tabela 7: Tamanho de perímetro masculino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano A (17 dtex)..	60
Tabela 8: Tamanho de perímetro masculino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano B (44 dtex)..	61
Tabela 9: Tamanho de perímetro feminino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano A (17 dtex)..	62
Tabela 10: Tamanho de perímetro feminino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano B (44 dtex).	63
Tabela 11: Deformação ocorrida nas amostras com o elastano A (17 dtex), 24 horas após os ensaios.	64
Tabela 12: Deformação ocorrida nas amostras com o elastano B (44 dtex), 24 horas após os ensaios	65
Tabela 13: Valores de alongamento e força de rotura das amostras A (17 dtex)	68
Tabela 14: Valores de alongamento e força de rotura das amostras B (44 dtex)	69
Tabela 15: Valores da força exercida para 30%, 60% e 100% do alongamento, para as amostras A (17 dtex)	76
Tabela 16: Valores da força exercida para 30%, 60% e 100% do alongamento, para as amostras B (44 dtex)	77
Tabela 17: Valores de força máxima dos tubos de malha para perímetros de 110 cm	78
Tabela 18: Força máxima das curvas de histerese das malhas para um perímetro de 100 cm.	79
Tabela 19: Interação dos três parâmetros em estudo.	90
Tabela 20: Teste de hipótese de igualdade do erro da variância.	92
Tabela 21: Teste de interação entre dois parâmetros para a estrutura jersey.	92
Tabela 22: Teste de interação entre dois parâmetros para a estrutura falso rib 1x1 alternado.	93

Tabela 23: Teste de interação entre dois parâmetros para a estrutura falso rib 1x3 alternado.	93
Tabela 24: Teste de interação entre dois parâmetros para a estrutura falso rib 1x3 alternado com retenção em 3 alimentadores.	94
Tabela 25: Teste de interação entre dois parâmetros para a estrutura favo de mel.	94

Capítulo 1 - Introdução

1.1 - Enquadramento do Trabalho

Desde o aparecimento da tecnologia seamless, nos anos 80, que esta tem vindo a trilhar o seu caminho e a ganhar o seu espaço em várias áreas.

O conforto sem igual, proporcionado pela ausência de costuras laterais, cintos embutidos, ajuste perfeito ao corpo e o uso de elastano combinados com outras fibras, torna o vestuário seamless ideal para qualquer situação, por ser o único que não marca o corpo.

A tecnologia seamless é também a única capaz de combinar diferentes fios, estruturas de malha e cores numa única peça, recorrendo à técnica de patchwork, mas sem a utilização de costuras. Para tal basta que o desenhador, quando concebe o desenho e o programa para o tear, defina as trocas de guia fios, de estruturas de malha e graus de aperto.

Devido à ligação que esta tecnologia tem com a das peúgas existe a tendência para se quer adaptar, para o seamless, as aplicações, na área da saúde e desporto, das peúgas, mas para vestuário de maiores dimensões.

O seamless tem assumido, nos últimos tempos, grande importância no vestuário interior capaz de funcionar como uma segunda pele, ou para aplicações medicinais, com recurso a fibras e acabamentos funcionais. Assim tem surgido no mercado numerosas utilizações do vestuário seamless para desporto de alta competição, ou simplesmente lazer, vestuário funcional para pré e pós parto, vestuário para aplicação na prevenção de algumas patologias e auxílio em tratamentos de pré e pós-operatório. A utilização de fibras bioactivas, gestoras de humidade, gestoras de temperatura e outras potenciam estas aplicações.

No entanto há que ter em conta que várias destas aplicações necessitam de determinadas características de contracção e compressão de malha que tanto pode ser dado pelo elastano, pela estrutura de malha, pelo comprimento da laçada, ou pela combinação dos três factores.

1.2 - Justificação do Trabalho

A importância deste trabalho prende-se com a necessidade que há, de determinar quais as características de compressão que diferentes estruturas de malha, produzidas com diferentes elastanos e diferentes graus de aperto têm.

Com a utilização das malhas seamless no desporto, para melhorar a performance dos atletas, e na saúde, para melhorar a qualidade de vida dos utilizadores, há a necessidade de realizar testes laboratoriais, que nos permitam comparar os resultados com estudos anterior e as malhas a testar.

Este trabalho pretende ser o início de um estudo mais abrangente, que permita às empresas terem uma ferramenta que facilite a tomada de decisão, no momento de iniciarem o desenvolvimento de um produto funcional baseado na contracção da malha.

Em última instância este trabalho serve também para despertar as consciências dos empresários para as oportunidades de negócio que estão a ser desperdiçadas, por não se prestar a devida atenção às potencialidades, ainda não exploradas, do seamless e que poderiam contribuir para uma melhoria da qualidade de vida de muitos utilizadores.

1.3 - Objectivos

O objectivo deste trabalho é determinar qual a influência da estrutura de malha, do elastano e do grau de aperto na compressão das malhas seamless.

Pretende-se determinar quais as estruturas de malha que melhor se ajustam às diferentes utilizações - desporto e medicinal de compressão -, quais os parâmetros utilizados para a sua construção e qual a melhor localização destas nos artigos.

Com este estudo pretende-se determinar quais as malhas que apresentam melhor comportamento ao uso através de testes de resistências à tracção e à fadiga.

1.4 - Metodologia Adoptada

A metodologia adoptada para a elaboração do trabalho consistiu nas seguintes fases:

Definição dos objectivos

Os objectivos foram definidos com o propósito de determinar quais as malhas que melhor se ajustavam ao vestuário desportivo, de alta performance, e ao vestuário medicinal de compressão.

Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica centrou-se na recolha de trabalhos de investigação, sobre malhas de compressão e malhas seamless, no sentido de aprofundar os conhecimentos sobre as características que as malhas de compressão devem possuir.

Realizou-se posteriormente nova pesquisa para determinar o estado da arte e desenvolver a componente experimental deste trabalho.

Definição do plano de trabalhos

Tendo em conta a informação recolhida e a necessidade de se adaptar a componente experimental aos equipamentos disponíveis e às características das malhas seamless, definiu-se o plano de trabalhos da seguinte forma:

- Selecção das estruturas de malhas, elastanos e graus de apertos a estudar;
- Determinaram-se os ensaios a realizar para obter os objectivos definidos;
- Realizaram-se as malhas e procedeu-se à componente experimental.

Execução do trabalho

A execução deste trabalho pressupôs a realização dos seguintes passos:

- A identificação das estruturas de malha mais utilizadas no vestuário seamless, para malhas de compressão;
- A identificação das características que as malhas de compressão devem possuir;
- A realização das amostras de malha seamless para estudo;
- A realização de testes de tracção pelo método da tira, para determinar a força de rotura e a elasticidade das várias amostras;
- A realização de testes de tracção dos tubos de malha, para determinar a força exercida para diferentes perímetros do corpo;
- A realização de testes de fadiga dos tubos de malha, para determinar a recuperação elástica das malhas para um perímetro de 110 cm, e averiguar se havia degradação física e visual das malhas.

Análise de resultados

A análise de resultados foi realizada através da observação e comparação dos valores medidos, e dos gráficos, nos ensaios realizados para as várias amostras.

Foi também realizada uma análise ANOVA para os resultados obtidos nos testes de tracção, pelo método da tira, para verificar se havia significância estatística dos mesmos.

Conclusões e perspectivas futuras

As conclusões do trabalho foram obtidas na sequência da discussão dos resultados obtidos e face aos objectivos propostos. As dificuldades, e questões, que se foram levantando ao longo deste projecto, servem para perspectivar investigações futuras que venham a dar continuidade ao estudo iniciado com este trabalho.

1.5 - Estrutura da Tese

Esta tese está dividida em 5 capítulos distribuídos da seguinte forma:

Capítulo 1 - Introdução

Neste capítulo é feita a introdução ao trabalho, com o enquadramento do mesmo, a sua justificação, o objectivo a alcançar, metodologia adoptada e estrutura da tese.

Capítulo 2 - Estado da Arte/Fundamentação Teórica

Neste capítulo é feita uma revisão do estado da arte das malhas seamless e das malhas de compressão.

É feita também uma abordagem às características que as malhas de compressão devem possuir, para determinadas aplicações, e a forma como a compressão interage com o nosso corpo.

Por fim são abordados alguns parâmetros que podem ser medidos nos ensaios dinamométricos.

Capítulo 3 - Procedimento Experimental

Neste capítulo é apresentado o procedimento experimental, os resultados e o tratamento dos mesmos.

Capítulo 4 - Conclusão e Perspectiva Futuras

Neste capítulo são apresentadas as conclusões retiradas do tratamento de resultados, face os objectivos propostos. São também apresentadas propostas para futuros trabalhos de investigação que complementem ou dêem continuidade a este.

Capítulo 5 - Referência Bibliográficas

São apresentadas todas as obras e sites consultados para a realização deste trabalho.

Capítulo 2 - Estado da Arte/Fundamentação Teórica

2.1 - Introdução

Cada vez mais a estratégia dos países desenvolvidos passa pela especialização dos seus produtos aliados a um fortíssimo marketing. Araújo refere, relativamente à indústria do vestuário, que “o “design” e o “marketing” são aspectos essenciais para o progresso do sector, não devendo andar dissociados um do outro”. Para além disso salienta que, devido aos elevados padrões de exigência dos consumidores é essencial que os produtos sejam concebidos a pensar nos “desejos, ansiedades, caprichos e necessidades de grupos diferenciados de consumidores”.

No que concerne ao marketing este deve assentar numa análise estratégica da empresa que assente na organização interna, na forma de alcançar a satisfação do cliente e, simultaneamente, nos lucros.

Outra forma das empresas destes países marcarem a diferença, e destacarem-se da concorrência, é através da aposta na inovação. Desta forma as empresas pioneiras na inovação conseguem obter boas margens de lucro jogando com os ciclos de vida dos produtos.

Na indústria da moda os ciclos de vida são relativamente rápidos pelo que se exige às empresas, mesmo às inovadoras, que tenham uma resposta rápida para satisfazer o desejo do consumidor em obter constantemente produtos novos, diferentes, inovadores, com design apelativo, etc (Araújo, 1996).

A crescente procura dos consumidores de artigos funcionais que consigam conciliar design apelativo com tecidos designados por *high tech* (anti-UV, bacteriostáticos, ignífugos, hidratantes, reguladores da evaporação do suor, termoreguladores, etc), sendo simultaneamente suaves e ajustáveis ao corpo, para funcionarem como uma segunda pele, tem estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias.

A tecnologia seamless veio revolucionar a indústria do vestuário ao simplificar consideravelmente o processo produtivo. Com esta tecnologia são eliminados os grandes stocks de malhas para a produção de protótipos. Neste caso bastam apenas alguns quilos de fio para transformar um desenho num produto semi - acabado. Dispensaram-se também as operações de estendimento de planos e corte que antecedem a confecção convencional. Com

o seamless um desenhador treinado é capaz de assumir as funções de designer e modelista simultaneamente.

Este sistema de desenho permite criar artigos baseados em “patchwork” através da conjugação de diferentes estruturas de malhas, diferentes fios e diferentes graus de aperto ao mesmo tempo que estabelece as linhas de corte e fecha as bainhas e cintos.

Ao desenhar cada tubo de malha com as selecções e medidas pretendidas pelo cliente este, ao sair do tear segue para a tinturaria afim de tingir a relaxar a malha. Findo este processo a malha está pronta a entrar em confecção. Desta forma é possível, em questões de dias ou até horas desenvolverem-se artigos prontos a vestir, partindo de bobinas de fio, o que faz desta tecnologia o parceiro ideal para acompanhar as mudanças da moda.

2.2 - Vestuário Seamless

O vestuário seamless está intimamente ligado às malhas de compressão devido aos fios de elastano utilizados, para conferir o ajuste perfeito ao corpo.

Dependendo da aplicação a que se destina o vestuário seamless é constituído por elastano combinado com outras fibras. As fibras mais utilizadas são a poliamida, o poliéster, o polipropileno e o algodão. O elastano é predominantemente a fibra que se encontra em menor percentagem podendo variar dos 2-3% até 25-30%.

Duas das áreas de vestuário que o seamless veio revolucionar foram o shapewear, que não pode ser dissociado do medicalwear, e o desporto.

As grandes marcas de vestuário shapewear já há muito tempo que se deixaram de preocupar em produzir vestuário que apenas escondesse “aquela gordurinha”. Cada vez mais a aporta passa por incluir neste vestuário alguma funcionalidade, quer ela passe pelo fio, pelo acabamento ou estruturas de malha. Assim, existe no mercado vestuário com características bacteriostáticas, para evitar a libertação de maus odores, vestuário com características hidrófilas, para facilitar a libertação do suor e indirectamente também reduz a libertação de maus odores, ao retirar o alimento - suor -, às bactérias causadoras desses odores, vestuário com características anti-celulite, hidratante, etc.

Também na área do vestuário funcional para pré parto e pós-parto - maternity wear - o vestuário seamless tem vindo a crescer, devido à elevada suavidade dos artigos produzidos com poliamida micro fibra e sem costuras. Ao combinar diferentes estruturas de malha que se

ajustam perfeitamente às funções de suporte e de cobertura, tanto da barriga como dos seios, o vestuário seamless permite distribuir uniformemente o peso, sem deixar marcas.

No desporto, o vestuário seamless destaca-se por se ajustar perfeitamente ao corpo, sem retirar a total liberdade de movimentos ao seu utilizador. Combinando a tecnologia seamless com diferentes estruturas de malha e fios funcionais, é possível criar uma infindável variedade de artigos, que se ajustam às mais diversas situações.

2.2.1 - Shapewear

Ao contrário do que acontece com o vestuário modelador tradicional, que se cinge apenas a cintas e corpetes, o seamless veio potenciar uma variedade de artigos. Desde cuecas, tangas, shorts e bermudas, mais ou menos subidas para reduzir a barriga, com mais ou menos elastano e estruturas de malha mais ou menos rígidas para obter diferentes compressões, passando por bodys, leggings, tops e soutiens tudo é possível. Graças à possibilidade de construir este vestuário a partir do princípio do patchwork, é possível criar zonas com mais ou menos compressão, combinando diferentes estruturas de malha e diferentes graus de aperto, assim como em alguns casos substituir um elastano mais fraco por um mais forte, ou vice-versa.

Empresas como a italiana Farmacell ou as brasileiras Scala, Plié e outras têm desenvolvido ao longo dos anos diferentes linhas de artigos como o propósito de ajudar as mulheres a modelar o seu corpo.

Qualquer uma destas empresas apresenta os seus produtos como sendo os ideais para redefinir as linhas do corpo e esconder qualquer “gordurinha que esteja a mais”. Para tal estes artigos são produzidos como percentagens de elastómero entre 8 a 20% e diversas estruturas de malha que oferecem diferentes graus de aperto. Estas combinações permitem realçar e refirmar algumas regiões do corpo, como as nádegas, e eliminar as marcas de celulite das pernas assim como reduzir a cintura e anca.

A forma como os fabricantes apresentam os seus produtos e afirmam garantir as funcionalidades é muito diversa.

Algumas marcas como a Farmacell apoiam-se apenas numa única estrutura de malha - “favo de mel” - para sustentar o efeito da redução da celulite através da microcirculação sanguínea provocada pela micromassagem resultante do atrito entre a estrutura e a pele. Para conseguir o efeito push-up são utilizadas outras estruturas de malha, mais rígidas, nas áreas envolventes à parte do corpo que se pretende realçar.

A FarmaCell vai ainda mais longe ao afirmar que a sua estrutura patenteada em forma de “favos de mel” estimula a microcirculação favorece a drenagem de líquidos e toxinas e a redução dos depósitos adiposos (<http://www.norfarma.pt/?page=bermuda>).

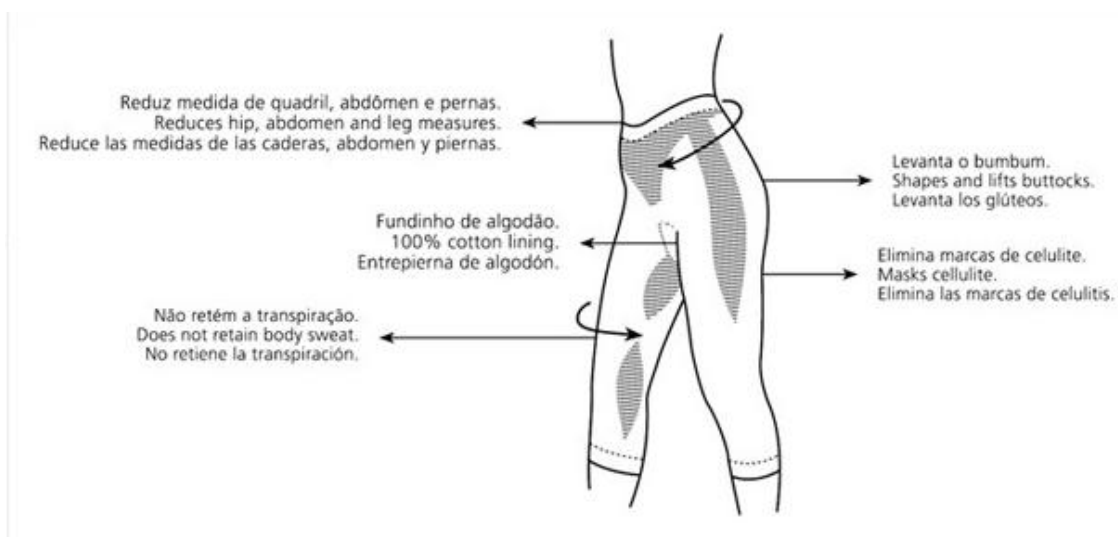


Figura 1: Esquema do efeito de um artigo de shapewear da Plié. Fonte: www.plie.pt/index.php?page=productpage&cat=4c6ab4da1ba0c&product=4a535669a69ca.

As marcas Plié e Scala apoiam-se em artigos produzidos com fio brilhante, justo ao corpo, com percentagens de elastano de aproximadamente 15%. Dão bastante importância ao efeito push-up, redução do abdómen e quadris, todo através da contenção da malha.



Figura 2: Produtos shapewear Plié. Fonte: www.plie.pt/index.php?page=productsintro.



Figura 3: Body Longo da Scala. Fonte: www.scalasemcostura.com.br/#/pt/Colecao/Shape.

Marcas como a Shape Me apostam na sensualidade dos seus artigos e na utilização de fios e acabamentos funcionais, para diferenciarem os seus artigos dos da concorrência. Utiliza, também uma menor percentagem de elastano, mas garante a compressão da malha através da rigidez das estruturas de malha.

Hoje em dia algumas destas empresas estão também a desenvolver artigos para o sector masculino.

2.2.2 - Maternity wear

Existem já no mercado diferentes soluções para vestuário interior para maternity, muitas delas em tecnologia seamless.

Uma das marcas mais conhecidas nesta área é a Cantaloo da empresa Dinamarquesa TYTEX. Esta tal como as Inglesa Séraphine ou a Sul Africana Yummy Mummy Tummy apostam no sector do pré - parto e amamentação, em tecnologia seamless, para expandir os seus negócios. Estes artigos apresentam um nível de compressão suave combinado com zonas de maior compressão para permitir oferecer um nível de sustentação da barriga e peito indicados às necessidades da gestante (<http://playvest.com/business/maternity/>).

Estes artigos são capazes de acompanhar toda a gravidez garantindo conforto e mobilidade combinados com contenção e apoio, ao mesmo tempo que apresentam um design apelativo (http://www.norfarma.pt/?page=pre_parto_cantaloo).



Figura 4: Cueca de sustentação da barriga para grávida, com diferentes zonas de contenção, em tecnologia seamless. Fonte: http://www.norfarma.pt/?page=pre_parto_cantaloop.

No segmento do pós parto estas empresas apostam em soutiens de amamentação que possibilitam à mãe amamentar sem ter a necessidade de se expor, graças ao sistema de abertura fácil, como se pode verificar da figura seguinte. Estes artigos, tal como os anteriores, dispõem de diferentes zonas de compressão para permitir a sustentação do peito, ao mesmo tempo que garantem a elasticidade na zona do peito (<http://www.sweetcare.pt/cantaloop-camisolas-com-soutien-amamentacao-p-MM0028CT.aspx>).



Figura 5: Soutien de amamentação/aleitamento. Fonte: www.yummyummytummy.co.za/index.php?nav=product_categories&product_categories_child=productSub&product_categories_id=1&productSub_child=products&productSub_id=3&view=7.

2.2.3 - Sportswear

O crescente aparecimento de fibras funcionais, com propriedades bioactivas, gestoras de humidade, gestoras de temperatura, ignífugas, protectoras de raios UV, etc., tem contribuído para o desenvolvimento do vestuário funcional.

O vestuário desportivo que existia até à uma década atrás, já não se adapta às necessidades e exigências da prática desportiva, e até do simples lazer. Cada vez mais o mercado global exige às empresas maior diversificação de produtos.

É impensável, hoje e dia, ver um atleta competir com uma simples t-shirt de algodão, sem marca e sem patrocinadores.

Vivemos numa era em que o mercado e a economia comandam a vida, e se assim é, o consumidor exige a esse mercado artigos cada vez mais sofisticados e únicos.

As grandes marcas e os patrocinadores querem ver o seu nome associado a atletas ganhadores e capazes de bater recordes mundiais e olímpicos. Esta ambição, partilhada também pelos próprios atletas e clubes que representam, levou-nos a entrar na era do vestuário técnico - high - tec - e funcional.

Um atleta quando vai para uma prova, ou até mesmo um treino, não pode ir a pensar se as costuras o vão magoar, se vai ter calor ou frio, se se vai sentir desconfortável com a transpiração, se a água e/ou o vento o vão impedir de bater recordes, e se vai demorar muito ou pouco tempo a recuperar fisicamente.

Desta forma o vestuário de desporto evoluiu de maneira a responder a todas estas necessidades. Isto fez com que as empresas se especializassem e começassem a desenvolver vestuário em função da modalidade desportiva e que se destina.

Assim apareceu vestuário para as várias modalidades, com funções específicas e características técnicas ímpares. O objectivo já não passa só por ser esteticamente atraente e economicamente apetecível, tem que nos fazer superar as nossas limitações.

Algumas das marcas mais conceituadas no mercado, como a Nike ou a Adidas, preferiram manter-se fiéis às malhas convencionais, mas utilizando fios e acabamentos funcionais. Os seus produtos são construídos utilizando diferentes malhas localizadas estrategicamente e unidas entre si por costuras planas, para evitar o atrito. A aposta nos materiais passa essencialmente pelo poliéster.

Outras marcas não tão abrangentes, mas também bastante conhecidas nos segmentos de mercado onde operam, optaram pela tecnologia seamless, como resposta às exigências dos consumidores.

A Kawasaki e a Forcefiel, do segmento motorizado, apostam em vestuário interior para funcionar como segunda pele - base layer. A aposta nos materiais passa por malhas de poliamida/elastano, leves para o verão e pesadas para o inverno, com fios e/ou acabamentos bacteriostáticos, gestores de humidade e gestores de temperatura. São também utilizadas estruturas de malha respiráveis, em pontos sensíveis, para facilitar a evaporação do suor.



Figura 6: T-shirt térmica de manga comprida, à esquerda, e de manga curta, à direita, da Kawasaki. Fonte: www.kawasaki.pt/accessory.asp?id=34047395BBC.



Figura 7: Action shirt, à esquerda, e action short, à direita, da Forcefield. Fonte: www.forcefieldbodyarmour.com/product/action-shorts/2354.

Outra marca, que também aposta no seamless para proporcionar conforto aos utilizadores dos seus produtos, é a Zo.On, que promoveu a utilização de fios de poliamida, com características bacteriostáticas, para desenvolver os seus “base layers”, para a prática do ski. Os seus produtos possuem diferentes padrões criados por estruturas de malha concebidas para promover a libertação do suor.



Figura 8: Conjunto t-shirt e calça da Zo.On. Fonte: https://zo-on.is/Vorur/Konur/Naerfatnadur/SIDBUXUR_10007/.

Outros dois casos de sucesso são a Odlo e a X-Bionic. Ambas concorrem em mais do que um segmento de mercado. A Odlo promove os seus produtos argumentando que “a utilização do

elastano estimula a circulação e a favorecer o máximo conforto”. A X-Bionic foi um pouco mais longe, baseando os argumentos da funcionalidade dos seus produtos, nas malhas seamless com diferentes selecções, distribuídas por toda a peça e estudada para melhorar a performance dos atletas. Em qualquer dos casos a aposta das marcas está no conforto térmico, na liberdade de movimentos, no ajuste perfeito das peças ao corpo e nas costuras planas.



Figura 9: Conjunto t-shirt e calça da Odlo. Fonte: www.odlo.com/en/#collection/product_detail.cfm?&productid=4276.



Figura 10: Conjunto t-shirt e calça da X-Bionic. Fonte: <http://int.x-bionic.com/men/systemgear/decision-layer/energy-accumulator-v21/135146/detail>.

2.3 - Estudos que Validam a Importância das Malhas Seamless

Com o crescente protagonismo que o seamless tem vindo a assumir nas diversas áreas de vestuário, onde se pretende conciliar o conforto, liberdade de movimentos, compressão de malhas, saúde e alta performance desportiva, têm vindo a ser realizados vários estudos em torno das malhas seamless, ou equivalentes.

Alguns destes estudos revestem-se de elevada importância para o desenvolvimento de novos produtos, para além de confirmar suposições empíricas, dadas como factos adquiridos.

2.3.1 - Malhas de Compressão Aplicadas na Saúde

Já há vários anos que é conhecida e aplicada a terapia de compressão para o tratamento de doenças venosas. No entanto há certas práticas terapêuticas que, mais do que se sustentarem em estudos clínicos e científicos, sustentam-se no senso comum. Neste sentido foram realizados estudos para:

- Comprovar a adição/sobreposição da força elástica das meias;
- Calcular a pressão e rigidez de diferentes tamanhos de meias medicinais elásticas de compressão.

2.3.1.1 - Adição/Sobreposição da Força Elástica das Meias Mediciniais

Dependendo da patologia e do estado da mesma é necessário aplicar diferentes graus de compressão, que vão de 10 mmHg até valores superiores a 40 mmHg. Como estas peúgas de elevada compressão são difíceis de calçar, é prática corrente aconselhar-se os pacientes a utilizarem dois ou três pares de peúgas, de suave e/ou média compressão, em vez de um par de elevada compressão. Para comprovar se a adição das forças, das peúgas, correspondia efectivamente ao valor da peúga que se pretendia substituir, foi realizado um estudo baseado em testes laboratoriais por Cornu-Thernard et al. Neste estudo foram medidas as pressões exercidas ao nível do tornozelo, de diferentes peúgas, da mesma marca, mas com diferentes pressões - 10, 15, 20 e 30 mmHg. O aparelho utilizado consistia num cilindro de 24 cm, onde se colocava a peúga, e no qual se injectava ar, medindo, através de um sensor de pressão, a pressão que a peúga exerce sobre o tornozelo. A adição das forças foi medida da mesma forma mas colocando uma peúga sobre a outra.

As conclusões a que chegaram os autores deste estudo foram que efectivamente verifica-se uma adição das forças, mas não corresponde a uma adição matemática. No entanto os valores obtidos aproximam-se de tal, necessitando os autores de confirmar se os resultados seriam os mesmos para testes in-vivo (Cornu-Thenard, 2007).

Este estudo reveste-se de elevada importância, quanto mais, porque os produtores de malhas seamless estão a produzir cada vez mais artigos de dupla camada. Ou porque se trate de artigos de desporto para garantir maior sustentação dos seios, ou porque se pretende obter um tipo de funcionalidade na camada interior e outra na camada exterior, para além do que se consegue com a construção de malha simples.

2.3.1.2 - Pressão e Rigidez de Diferentes Tamanhos de Meias Medicinais Elásticas de Compressão

De acordo com a normalização aplicada para classificar as meias medicinais elásticas de compressão, os fabricantes apenas têm que garantir determinado valor de pressão ao nível do tornozelo, não referindo valores para a perna.

Para confirmar se a pressão exercida nos diferentes tamanhos e nas diferentes marcas era a mesma, Wegen-Franken testou, num dinamómetro Instron, 6 tamanhos de 9 marcas diferentes de meias da mesma categoria - II. Através da fórmula de Laplace,

$$T = P \times R \quad (1)$$

Onde,

- T: tensão de tracção,
- P: pressão,
- R: raio

Determinou-se a pressão total exercida pela meia.

Este estudo demonstrou a existência de uma elevada variação da pressão, tanto de marca para marca como de tamanho para tamanho. Estas variações colocam em causa a eficiência do tratamento médico e realçam a necessidade de se efectuarem mais estudos sobre o comportamento da pressão exercida por estas meias, para comprimentos de perna maiores (Wegen-Franken, 2006).

Este estudo pode ser aplicado ao seamless e assume bastante importância na área do medicalwear nomeadamente em cintas pós cirúrgicas e outro vestuário de compressão que se pretenda garantir a reprodutibilidade da compressão independentemente do tamanho.

2.3.2 - Malhas de Compressão Aplicadas à Melhoria da Performance dos Atletas de Alta Competição

Cada vez mais o vestuário assume papel relevante no desporto de alta competição.

Vários estudos têm vindo a ser realizados para comprovar até que ponto existe uma relação causa-efeito na utilização de vestuário de compressão e vestuário inteligente no

melhoramento da performance dos atletas, tanto nos treinos como na recuperação e em competição.

Yao elaborou um estudo que permitisse concluir quais os melhores parâmetros para desenvolver artigos de vestuário de alta performance para corrida.

Focou o desenvolvimento, para melhorar a performance, na temperatura e biomecânica necessárias à corrida, a dinâmica exercida pelos movimentos corporais sobre as estruturas de malha e design e a utilização de malhas seamless ou costuras perfeitas para reduzir a fricção entre a pele e o vestuário. Deu também especial atenção ao calor e evaporação de água libertado pela pele durante o descanso e a corrida.

Com este estudo conclui-se que a aplicação de malhas de compressão permitem correr maiores distâncias numa velocidade mais rápida. A compressão é também importante na gestão de lesões, devido à redução da oscilação dos músculos durante os saltos, e na oxigenação dos tecidos, através de um aumento da velocidade de circulação do sangue e da diminuição do retorno venoso. Comprovou-se que uma compressão externa de 15 - 20 mmHg aumentaria o fluxo sanguíneo e melhorava a oxigenação dos tecidos o que se traduziria num aumento da função muscular.

O design, ao respeitar os requisitos funcionais, para elevada performance, permite, para média e elevada actividade, obter média e levada transpiração e gestão de calor, gestão da fadiga muscular e de riscos de lesão, assim como liberdade de movimentos.

A escolha das matérias-primas - poliamida com elastano para o verão e polipropileno com elastano para o inverno -, a distribuição das diferentes estruturas e a redução do atrito nas costuras, também permitem melhorias na performance (Yao, 2010).

Outros estudos como o de Nusser e Senner colocam em causa o aumento da performance das malhas de compressão, apontando os têxteis inteligentes e a tecnologia de vestuário computadorizado - wearable technology - como sendo o futuro para melhorar a performance dos atletas durante os treinos desde que garantam o conforto necessário à prática desportiva (Nusser, 2010).

2.3.3 - Estudo das Características de Compressão das Malhas Seamless

Os estudos aplicados às malhas seamless abordam maioritariamente a força exercida pelas diferentes estruturas de malha, conforto/adaptação às formas do corpo, e tensão da malha resultante de diferenças nos graus de aperto e tensão de entradas dos fios.

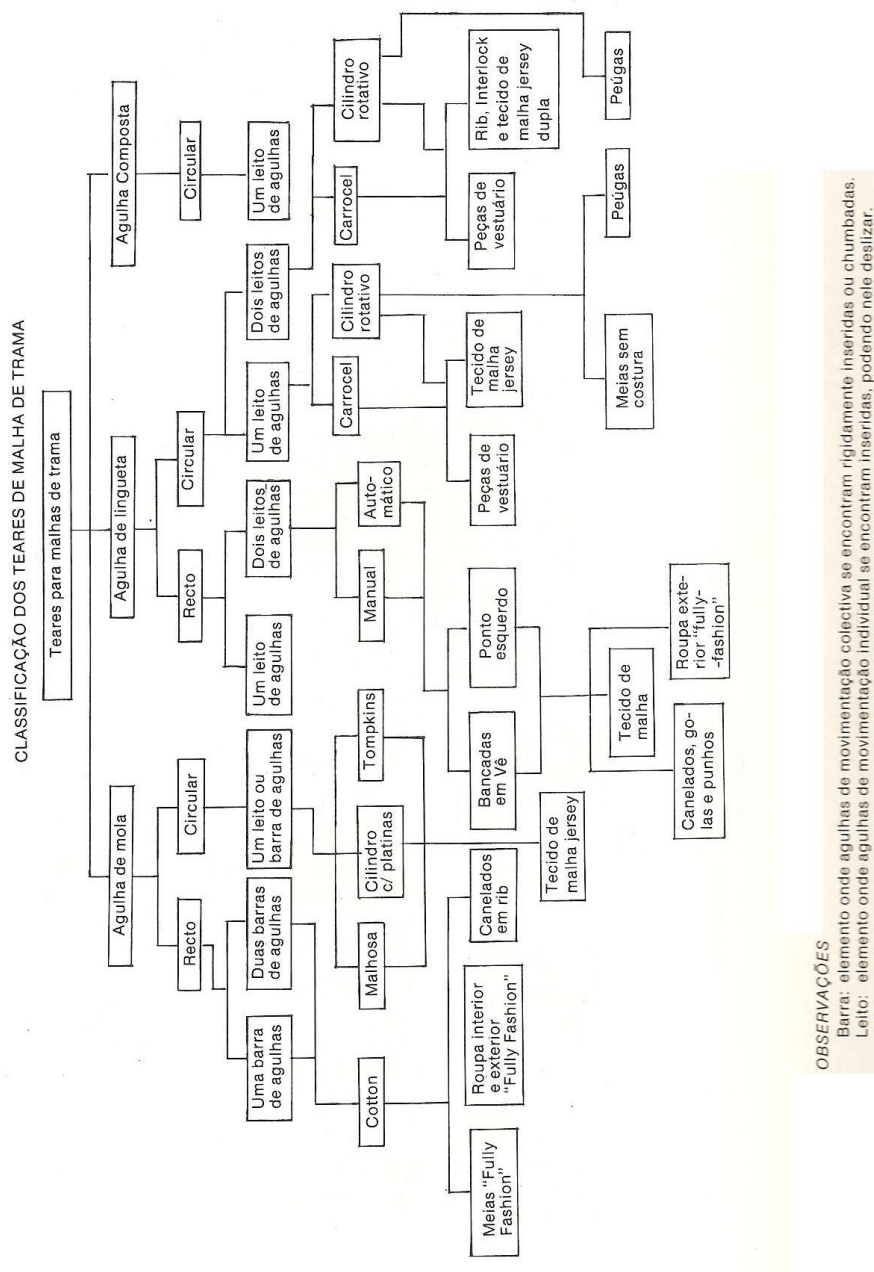
Zheng et al realizam um estudo para determinar qual a malha que melhor se adequaria às diferentes partes de um soutien em tecnologia seamless. Interessava neste estudo determinar quais os melhores parâmetros para garantir uma boa sustentação dos seios e simultaneamente ter uma copa suficientemente elástica que não os achatasse. Para tal foi utilizado em tear SM8-TOP2 de 14 polegadas e jogo 28, diferentes estruturas de malha - Jersey e falsos rib 1x1 e 1x3 - e três portos de malha diferentes. Foram também utilizadas diferentes tensões de entrada dos fios.

Os resultados obtidos demonstraram que, para se obter uma boa sustentação do peito, utilizando as estruturas de falso rib teria que se trabalhar com malhas que tivessem uma elevada densidade de laçadas e tensões de entrada dos fios elevadas. Por outro lado para se obter uma boa copa e não exceder a tensão de conforto - 5N - devem-se trabalhar com malhas de baixa densidade, tensões de entrada baixas e estrutura de Jersey (Zeng, 2008).

2.4 - Teares de Malha

Tal como foi anteriormente referido as malhas podem ser divididas em malhas de teia e malhas de trama, e estas últimas podem ainda ser subdivididas em malhas rectas e malha circulares em função do tipo de tear utilizado para a sua tricotagem (Choi, 2005).

A classificação dos teares de malhas de teia e malhas de trama pode ser esquematizado nas figuras 11 e 12.



OBSERVAÇÕES

Barra: elemento onde agulhas de movimentação colectiva se encontram rigidamente inseridas ou chumbadas.
 Leito: elemento onde agulhas de movimentação individual se encontram inseridas, podendo nele deslizar.

Figura 12: Classificação dos teares de malha de trama. Fonte: Araújo, 1986.

Dentro dos vários tipos de teares de malha de trama, os circulares são os que apresentam maior produtividade, já que conseguem operar a maiores velocidades. Por seu lado os teares de malha recta conseguem maior versatilidade de estruturas de malha porque as suas cames podem mudar de posição após cada passagem.

Spencer define as cames como sendo o dispositivo que converte o processo das agulhas do tear e o adequa de acordo com a laçada que se pertence que a agulha execute.

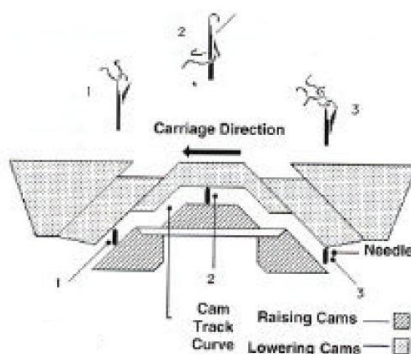


Figura 13: Esquema de acção das cames no movimento das agulhas. Fonte: Choi, 2005.

Esta capacidade de produzir variadas estruturas de malha também se verifica nos teares circulares digitais, como são o caso dos teares de tecnologia seamless. Desta forma é possível com estes teares produzir malhas tubulares com diversas estruturas de malha sem perder a produtividade que caracteriza os teares circulares.

A conciliação dos aspectos tecnológicos, com a rapidez de produção e a grande versatilidade dos teares de tecnologia seamless, permite-lhes uma resposta rápida às necessidades do mercado, quer quando se trata da produção de protótipos como de pequenas produções (Choi, 2005).

2.5 - Estruturas de Malha

As malhas ou tecidos de malha caracterizam-se por serem “tecidos” bastante suaves e extremamente confortáveis. São estruturas bastante porosas e elásticas por serem produzidas através do entrelaçamento de laçadas de fio (Schaefer, 2010).

Dependendo do tipo de tear utilizado para a sua tricotagem, a malha pode ser produzida em aberto - malha recta - ou em forma tubular, e ter as mais variadas aplicações (Choi, 2005).

Ao contrário do que acontece com os tecidos que obrigatoriamente têm que ser produzidos através do entrelaçamento dos fios da teia e da trama as malhas podem ser produzidas utilizando apenas 1 fio (Schaefer, 2010).

Em função do número de fios necessários para a produção das malhas e da orientação em que esta é produzida as malhas podem ser classificadas como:

- Malhas de trama;
- Malhas de teia (Choi, 2005).

Designam-se por malhas de trama todos os tecidos obtidos pelo processo de tricotagem de pelo menos 1 fio de trama (Geraldes, 2003 e Araújo, 1986). Nestas malhas as laçadas são formadas no sentido horizontal (Choi, 2005). A esta linha horizontal formada pelo frisado das laçadas dá-se o nome de fileira.



Figura 14: Esquema da formação das laçadas numa malha de trama. Fonte: Araújo, 1986.

Cada fileira entrelaça-se com a fileira anterior formando o tecido. Ao conjunto de laçadas formadas no sentido vertical dá-se o nome de coluna.

Designam-se por malhas de teia “todo o tecido produzido por processos de fabricação nos quais os fios provenientes de pelo menos uma teia são transformados em tecido de malha” (Araújo, 1986). Neste caso as laçadas são formadas no sentido vertical (Choi, 2005) ou diagonal. Tal como acontece nas malhas de trama, às linhas de laçada formadas no sentido vertical dá-se o nome de colunas enquanto às linhas de laçada formadas no sentido horizontal dá-se o nome de fileiras (Geraldes, 2003).



Figura 15: Esquema da formação das laçadas numa malha de trama. Fonte: Araújo, 1986.

A diferença fundamental na tricotagem destas duas malhas está na forma como é feita a alimentação dos fios às agulhas. No caso dos teares de malha de trama um ou mais fios alimentam todas as agulhas enquanto nos teares de malha de teia um ou mais fios alimentam apenas uma agulha (Geraldes, 2003).

Em consequência das diferenças de tricotagem as malhas de teia e de trama têm diferentes propriedades. As malhas de trama são mais elásticas, mais abertas e possibilitam maiores diversidades de desenho. As malhas de teia têm a vantagem de ter uma maior cobertura, são mais leves e têm uma maior produtividade.

2.5.1 - Evolução Histórica

Não se sabe ao certo quando ocorreu o início do processo de tricotagem. Supõem-se que os primeiros utensílios utilizados para formar laçadas tenham sido agulhas de croché e tricotar, utilizando processos puramente manuais.

O desenvolvimento da tecnologia de tricotagem teve início nos finais do século XVI através da mecanização no processo, com o objectivo de aumentar a produtividade. Em 1589, na Inglaterra, William Lee de Calverton em Nottingham, inventou o primeiro tear de trama para a produção de peúgas. No entanto os avanços mais significativos ocorreram a partir da segunda metade do século XVIII.

Em 1758 Jedediah Strutt desenvolveu o primeiro acessório para produção de malhas “rib”.

Em 1769 Josiah Crane introduziu o conceito de introdução de desenhos ornamentais sobre artigos de malha. Este conceito originou no aparecimento do primeiro tear de malha de teia em 1775.

Em 1798 Decroix inventou o primeiro tear circular que gira ininterruptamente.

Já nos séculos XIX e XX estes avanços foram-se multiplicando tanto em termos de teares como de acessórios. Um destes acessórios assumiu um papel importantíssimo nestes avanços - a agulha. Desenvolveram-se vários tipos de agulhas sendo as que se destacaram as agulhas de mola, as de lingueta e as agulhas compostas (Araújo, 1986).

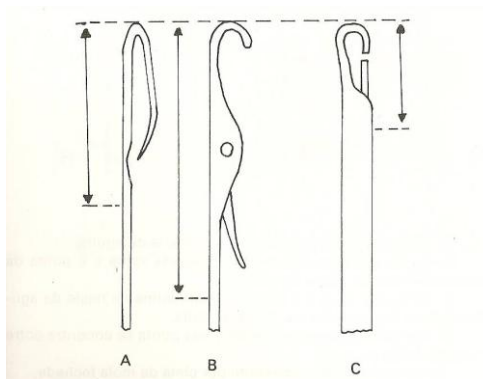


Figura 16: Agulhas de teares de malha. A- Agulha de mola; B- Agulha de Lingueta; C- Agulha composta. Fonte: Araújo, 1986.

Em tecnologia seamless utilizam as agulhas de lingueta semelhantes às da figura 17 podendo também, em certos teares, utilizar-se agulhas de lingueta com área de transferência de laçada como a ilustrada na figura 18.

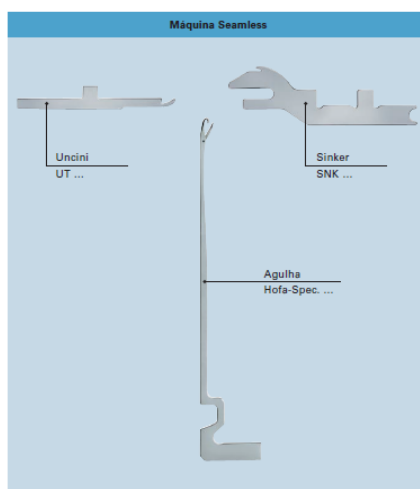


Figura 17: Elementos tricotadores de teares seamless. Fonte: www.groz-beckert.com/website/media/pt/media_master_897_low.pdf.



Figura 18: Agulha de lingueta com transferência de laçada. Fonte: www.groz-beckert.com/website/media/pt/media_master_897_low.pdf.

2.5.2 - Evolução das Malhas em Portugal

Segundo Geraldes “na União Europeia, o peso dos custos salariais, no total de produção (excluído matéria - prima) é de 60% no vestuário e de 40% nos têxteis”.

Em Portugal a competitividade do sector têxtil e vestuário continua-se a basear no factor preço. Este é responsável pela perda de mercado deste importante sector industrial à medida que a protecção aduaneira se vai desmantelando.

As mudanças ambientais ocorridas na sociedade fizeram com que o consumidor se mostre cada vez mais exigente no momento de comprar. Para além de se mostrar mais sensível à relação qualidade - preço tem preferência por produtos ligeiros e fáceis de cuidar. Tornou-se individualista, menos formal e mais preocupado com o impacto ambiental que o vestuário provoca.

Para dar resposta às solicitações do mercado as estratégias de produção apontam para empresas pequenas, flexíveis, capazes de dar resposta em menos de uma semana entre o pedido e o fornecimento, e um aumento da deslocalização.

A curto prazo a indústria têxtil europeia será uma indústria altamente especializada, vocacionada para produções muito pequenas de artigos de alta gama e tecnologicamente complexos e irrepetíveis, deslocando-se os artigos de média e baixa - gama para os países da Europa de Leste e Ásia.

Até finais do século XX as empresas do sector de malhas, em Portugal, apostavam na produção de artigos de baixo valor acrescentado. Estes eram produzidos em regime de subcontratação e trabalho - a - feito para os grandes distribuidores. A competitividade dessas empresas era baseada no preço baixo, não havendo lugar para investir no desenvolvimento de produto, tanto ao nível técnico como de design, como ao marketing.

Hoje em dia, em virtude das mudanças verificadas na sociedade, a aposta passa por produtos de alto valor acrescentado, técnico e tecnológico, e pela filosofia do Just in time. Esta nova estratégia pretende catapultar as empresas no mercado para permitir-lhes dispor de uma carteira de clientes detentoras de marcas de renome internacional (Geraldès, 2003).

2.5.3 - Formação de Malha de Trama

Como referido anteriormente o elemento essencial para a tricotagem da malha, quer seja de teia como de trama é a laçada.

Segundo Spencer, a laçada é a unidade mais simples da estrutura da malha. Esta é composta por cabeça, pernas e pés. As pernas correspondem ao elemento visível no direito da malha e responsável pelas linhas de fileiras e colunas que se vêem na malha. Os pés são o elemento de ligação entre as laçadas formadas pela agulha que está imediatamente antes e a agulha que está imediatamente a seguir. A cabeça por sua vez é o elemento de liga as malhas no sentido das fileiras, ao entrançar-se nos pés da laçada anterior. Em malhas simples este entrelaçamento é perfeitamente visível no avesso da malha na qual apenas vemos a cabeça e os pés das laçadas.

Um esquema dos elementos constituintes da laçada é o da figura seguinte. Nesta podemos ver os pés (F), as pernas (L), a cabeça (H) e o ponto onde terminam os pés de uma laçada para começarem os da laçada seguinte (S) (Spencer, 1983).

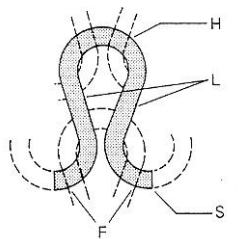


Figura 19: Elementos constituintes de uma laçada. Fonte: Spencer, 1983.

Genericamente pode-se afirmar que todas as estruturas de malha são compostas por uma ou mais das seguintes laçadas em simultâneo ou alternadas:

- Laçada normal;
- Laçada carregada;
- Laçada flutuante.

O tipo de laçada varia em função do movimento tricotador da agulha que, no caso das agulhas de lingueta, pode ser descrito da seguinte forma (Araújo, 1986).

2.5.3.1 - Laçada Normal

Os movimentos da agulha na produção da laçada normal são os seguintes:

- 1 - A agulha encontra-se na sua posição de repouso com a laçada no gancho podendo a lingueta estar fechada ou aberta;
- 2 - A agulha é impelida para cima forçando a laçada a escorregar para o corpo da agulha, ficando abaixo da lingueta;
- 3 - Quanto a agulha chega ao ponto mais elevado colhe o fio que irá formar a nova laçada no gancho. Neste ponto a agulha tem que estar obrigatoriamente com a lingueta aberta;
- 4 - A agulha inicia o movimento descendente o que obriga a laçada velha voltar a subir. Durante este movimento a laçada fecha a lingueta da agulha o que a impede de ficar retida no gancho. O fio que está no gancho é arrastado pela agulha para se iniciar a nova laçada;
- 5 - A agulha atinge o ponto mais baixo o que faz com que a laçada velha se solte da agulha e termine o ciclo de tricotagem. A laçada nova já está formada e a agulha está pronta a retomar a posição de repouso para iniciar novo ciclo.

A ilustração destes movimentos é a que se pode ver na figura seguinte.

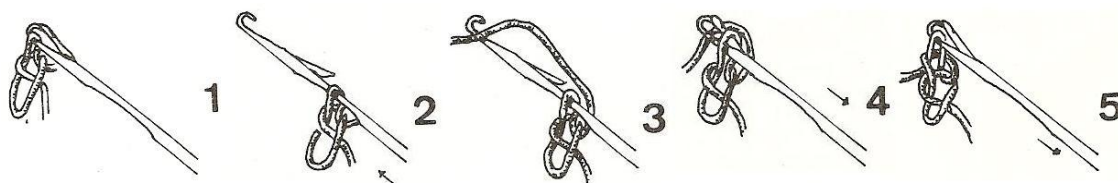


Figura 20: Movimentos tricotadores de uma laçada normal. Fonte: Araújo, 1986.

2.5.3.2 - Formação da Laçada Carregada no Gancho

Estas laçadas são formadas em duas fases já que a agulha colhe duas laçadas sem descarregar nenhuma. Assim sendo o movimento pode ser descrito da seguinte forma:

- 1 - A agulha encontra-se na sua posição de repouso com a laçada no gancho podendo a lingueta estar fechada ou aberta;
- 2 - A agulha é impelida para cima até meia altura forçando a laçada 1 a escorregar para o corpo da agulha. No entanto como a agulha só subiu até metade da altura a laçada fica por cima da lingueta. Entregando a agulha colheu novo fio para iniciar a laçada 2;
- 3 - A agulha executa os movimentos ascendentes de tricotagem mas como a laçada 1 ficou por cima da lingueta volta a ser colida pelo gancho e não é descarregada;
- 4 - A agulha volta a iniciar novo ciclo para formar a laçada 3 mas agora sobe até a ponto máximo o que faz com que as laçadas 1 e 2 desçam e fiquem por abaixo da lingueta;
- 5 - A agulha pode agora descer e descarregar as laçadas 1 e 2 e iniciar novo ciclo de tricotagem.

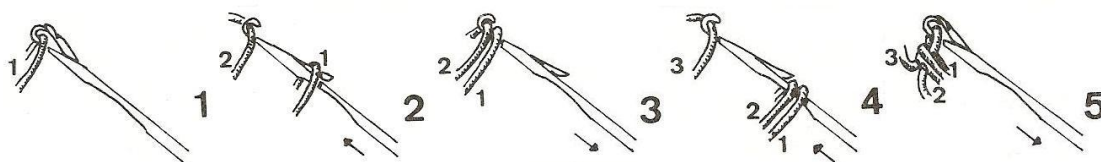


Figura 21: Movimentos tricotadores de uma laçada carregada. Fonte: Araújo, 1986.

2.5.3.3 - Formação da Laçada Flutuante

A laçada flutuante ocorre quando num ou mais alimentadores a agulha não sai do ponto de repouso, ficando a reter a laçada velha fazendo com que o fio que iria formar a nova laçada fique solto - a flutuar - entre as laçadas das agulhas anterior e posterior.

2.6 - Tecnologia Seamless

O seamless, também conhecido como sem costuras laterais, é um conceito inovador de produção de artigos têxteis baseados nas máquinas de produção de peúgas.

Esse método consiste na produção de vestuário com os feitos e formas finais através da produção de um ou mais tubos de malha em função do tipo de artigo. Estes tubos saem do tear com as bainhas já fechadas e os elásticos embutidos.

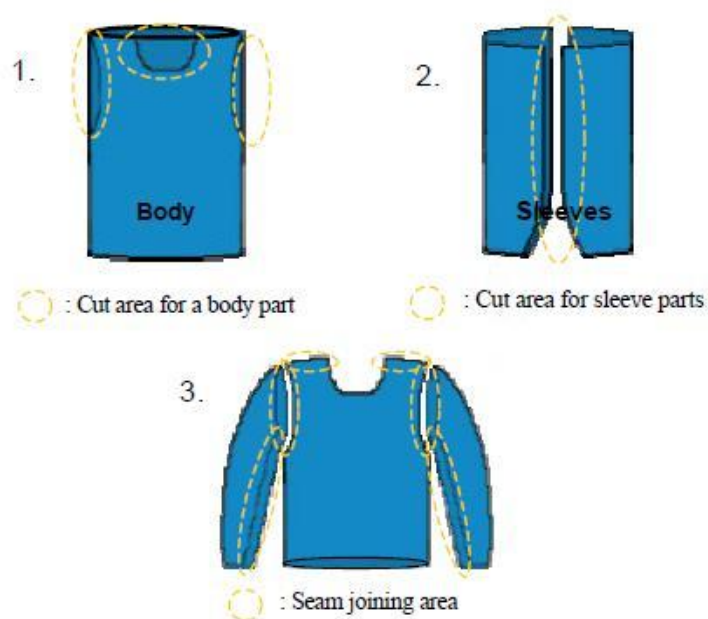


Figura 22: Esquema dos vários tubos que compõem uma t-shirt e as costuras necessárias à sua confecção. Fonte: Choi, 2005.

O programa criado com os desenhos e os vários comandos que o tear vai ler chama-se “catena”. Esta é produzida em programa especificamente desenvolvido pelo fabricante do tear. Para cada tubo de malha é necessário produzir uma nova “catena”, que é enviada para a máquina em suporte digital.

Cada tubo de malha é desenhado com as dimensões exactas que vai ter após o relaxamento da malha. Desta forma é possível reduzir bastante o desperdício de fio. Os desenhos, formas e estruturas de malha são dimensionados no desenho, também tendo em consideração a contracção da malha após o tingimento ou acabamento.

A largura destes tubos de malha vai ser dada pelo diâmetro do tear, fios utilizados, pontos e estruturas de malha e tensão de entrada dos fios.

A tecnologia seamless revolucionou a indústria têxtil e do vestuário ao apresentar artigos de vestuário acabados ou parcialmente acabados à saída do tear, sem necessidade das convencionais operações de corte e confecção da indústria de vestuário convencional. Esta vantagem permite uma redução dos custos da confecção acima dos 40%.

Esta tecnologia não encontra impar já que é capaz de combinar estruturas de malha com texturas e níveis de compressão diferentes, variadas possibilidades de padrões colorísticos, jacquards, nervuras e detalhes.

O vestuário seamless caracteriza-se por permitir uma elevada liberdade de movimento, por ser bastante suave e, como não leva costuras, por ser mais durável do que o vestuário convencional. Para além disso com o surgimento de fios funcionais as potencialidades de aplicação destes artigos, a todas as áreas de vestuário, têm aumentado consideravelmente (www.lmaust.com.au/Benefits_of_Seamless.pdf).

2.6.1 - Evolução Histórica

Segundo Black, o princípio das malhas sem costuras é quase tão antigo como a própria malha como comprovam os fragmentos de meias dos Egípcios, que datam dos séculos V e VI. No entanto foi com a Revolução Industrial que as malhas passaram a ser mecanizadas e que apareceram as primeiras peças de vestuário tricotadas industrialmente. Estas eram produzidas em teares rectos ou circulares de grande diâmetro e como tal necessitavam de confecção (Magnus, 2010).

A actual tecnologia seamless deve muito da sua essência aos teares de produção de peúgas e collants. De certo modo, esta tecnologia foi impulsionada pela crise que nos anos 80 do século XX abalou o sector produtivo destes teares de malha (www.knittingindustry.com/articles/Santoni_Days_HS030608.php).

Como resultado desta crise alguns industriais americanos desafiaram a empresa Lonati, líder mundial deste sector, a criar um tear, baseado nos das peúgas, mas com diâmetro superior, que permitisse a produção de vestuários interior (Catarino ou Magnos).

Em 1988 a Lonati apresentou o primeiro protótipo destes teares de malhas a máquina LM1. Nesse mesmo ano a empresa Santoni, primeiro produtor italiano de teares de peúgas, ingressou no prestigiado grupo Lonati, tendo assumido a tarefa de desenvolver este projecto.

Tal fez com que, a partir dessa altura o nome do fenómeno “seamless” estive associado à empresa Santoni e aos seus teares electrónicos para vestuário sem costuras, fazendo desta

líder mundial na produção destes teares (www.knittingindustry.com/articles/Santoni_Days_HS030608.php).

Hoje em dia podemos encontrar vestuário sem costuras - *seamless* - em áreas tão diversas como meias, luvas, roupa interior, *lingerie* e mais recentemente em vestuário exterior. Segundo Magnus a tecnologia seamless encontra-se “entre as indústrias da confecção e das malhas, está intimamente ligada à engenharia têxtil, mas muito pouco à moda” (Magnus, 2010). Empresas com a portuguesa Playvest estão a inverter esta tendência ao apostarem em artigos de excelência, combinando alta tecnologia com moda, em vestuário seamless para empresas fortemente ligadas à moda como a Desigual ou a Agatha Ruiz de La Prada (www.playvest.com).



Figura 23: Artigos produzidos em seamless pela Playvest para a Desigual. Fonte: www.desigual.com/desigual/browse/category.jsp?locale=es_ES&storeId=store_es&howMany=16&categoryId=cat670076&selectedPage=2&categoryNavIds=cat670047%3Acat670049%3Acat670076&sortCriteria.



Figura 24: Desfile Agatha Ruiz De La Prada PV 2011.

2.6.2 - Concepção de um Artigo Seamless num Tear SM8-TOP2S da Santoni

Como foi anteriormente referido a tecnologia seamless assenta na produção de artigos em teares circulares digitais, que evoluíram a partir dos das peúgas, nas com cilindros ligeiramente maiores. Desta forma é possível produzir artigos sem costuras laterais com as bainhas e cintos já embutidos. Para além disso graças aos programas - Photon, Digraph e Galois - associados a estes teares é possível criar vestuário bastante suave, que se ajuste perfeitamente ao corpo, através da conjugação de diferentes fios e diferentes estruturas de malha. Estas podem incluir combinações de transparências e retenções, através de laçadas flutuantes de um ou dos dois fios respectivamente, acumulações de fios e jacquards.

No Photon desenha-se o artigo numa “tela” quadriculada onde cada quadrícula corresponde a uma laçada. O número de colunas da “tela” corresponde ao número de agulhas da máquina, enquanto o número de linhas corresponde ao número de fileiras da malha. Assim, em função do diâmetro do tear, do grau de aperto e contracção da malha e das estruturas obtém-se diferentes larguras do tubo de malha. A conjugação destas diferenças permite dar forma aos artigos para melhor se moldarem ao corpo. Neste programa os desenhos são feitos utilizando diferentes cores. A cada uma destas cores a máquina associa um movimento da agulha.

O programa de desenho Photon é composto por 3 tipos de ficheiros que se relacionam uns com os outros. Estes ficheiros são:

- pat;
- sdi;
- dis.

O ficheiro pat funciona como a memória da célula estrutural de ponto ou elemento de repetição da estrutura da malha.

Neste as estruturas de malha são desenhadas utilizando unicamente cores designadas por cores máquina. Estas cores correspondem a um movimento específico da agulha, que pode originar uma das seguintes laçadas:

- Laçada normal;
- Laçada carregada;
- Laçada flutuante.

As cores máquina podem originar outro tipo de laçadas dependendo da posição dos guia-fios e das cames que estão em trabalho.

O ficheiro de desenho de base é o sdi que basicamente funciona como qualquer programa de modelagem. Neste programa desenhamos as linhas de corte do artigo, definimos as dimensões e todas as áreas das diferentes selecções. A cada uma destas selecções é atribuída uma cor diferente a que corresponderá posteriormente a respectiva estrutura de malha.

A grande diferença deste programa para os de modelagem convencional é na forma como se dimensiona o “molde” do artigo. Neste caso o dimensionamento não pode ser feito de forma linear, já que as unidades de medida nestes moldes são dados pela contracção da malha. Em função desta contracção é possível determinar a quantas agulhas ou a quantas passagem corresponde um centímetro, respectivamente no sentido das colunas e das fileiras. Assim antes de se iniciar o desenho, e no caso de não existir um histórico da contracção da malha é necessário proceder a um teste para verificar a respectiva contracção. Depois deste teste determina-se a escala, à altura e à largura, com a qual o desenho deve ser elaborado. Definidas estas escalas pode-se iniciar o desenho com a segurança que o produto final terá as dimensões desejadas.

Para cada qualidade de malha o desenho sdi é diferente mesmo tratando-se do mesmo artigo e das mesmas dimensões, pelo simples facto de diferentes malhas terem diferentes contracções. Assim quando pretendemos desenhar uma t-shirt em poliamida ou em algodão para as mesmas condições obtemos um artigo final com largura e comprimentos diferentes.

Ao codificarmos o ficheiro sdi e atribuirmos a cada cor um ficheiro pat obtemos o ficheiro dis. Neste ficheiro o desenho deixa de ser um simples molde para passar a ser um molde com os desenhos das selecções já incluídas.

O ficheiro dis é o que vai ser reconhecido pelo programa Digraph para a elaboração do programa da máquina. Neste ficheiro o desenho só aparece nas cores máquina. É de referir também que podem ainda ser atribuídos diferentes comandos aos guia-fios no ficheiro dis.

O Galois é um programa onde se configuram os movimentos dos guia-fios e das agulhas para diferentes cores máquina. Esta configuração é introduzida no Digraph juntamente com o desenho dis.

No Digraph é possível transportar e agrupar os vários desenhos que constituem um artigo, para uma linguagem que a máquina reconhece e obedece para produzir os tubos de malha com as formas e dimensões pretendidas.

Este programa contém todas as informações que a máquina necessita para poder produzir o artigo. Assim são introduzidos nos respectivos passos comandos tais como: desenho, entrada e saídas de guia-fios, cames, número de revoluções do tear também designadas por economias e outros comandos electromecânicos necessários para a execução do artigo nas perfeitas condições tais como os comandos para fechar o cinto e a bainha.

É neste programa que é dada a informação à máquina sobre qual a configuração do Galois que vai ser utilizada para cada desenho. Esta configuração permite à máquina determinar a que movimento das agulhas e selectores corresponde cada cor máquina, assim como saber se vai trabalhar a 8 ou 4 alimentadores.

Para desenhos simples, que não obriguem à utilização em simultâneo de mais do que 2 cores, utiliza-se 8 alimentadores. Para desenhos complexos com várias cores em simultâneo tem que se utilizar 4 alimentadores. Neste caso só se utilizam os alimentadores pares para fazer a malha de base, enquanto os guia-fios dos alimentadores ímpares são utilizados para introduzir fios de cor para os jacquards.

2.6.2.1 - Formação de Laçadas

Tal como referido anteriormente, as estruturas de malha em tecnologia seamless assentam em laçadas normais, laçadas carregadas e laçadas flutuantes, produzidas pelas agulhas do cilindro do tear.

O modo como são produzidas as diferentes laçadas depende do movimento da agulha e da posição dos guia-fios.

O movimento das agulhas é controlado pelos selectores, através de diferentes cores no desenho, ou por cames introduzidas através de instruções no programa.

A posição dos guia-fios é controlada normalmente através de instruções no programa mas também pode ser feita no desenho.

A combinação destes dois factores - movimento das agulhas e posição dos guia-fios - é que define o tipo de laçada.

As malhas seamless são normalmente produzidas utilizado dois fios - um fio de base e um elastano recoberto. Para produzir laçadas normais ambos os fios devem ser tricotados em simultâneo.

Para produzir laçadas flutuantes nenhum dos fios deve ser tricotado por uma ou mais agulhas. No entanto pode-se produzir laçada flutuantes só com o fio de base sendo o elastômero recoberto tricotado dizendo-se neste caso que estamos perante uma transparência.

Para produzir laçadas carregadas a agulha não descarrega uma ou mais laçadas de malha de um ou dos dois fios.

As cores máquina utilizadas, no caso dos teares SM8-TOP2S da Santoni, para produzir as laçadas são as seguintes:

Tabela 1: Formação de laçadas em tear SM8-TOP2S.

Laçada	Cor máquina	Guia fios	Cames
Normal	Amarelo	De base junto às agulhas	Sem cames
	Verde		trattenuto
	Vermelho	Satélites ¹ junto às agulhas ou de base afastados das agulhas	trattenuto
Flutuantes	Preto	De base junto às agulhas	Sem cames
Transparências	Preto	De base junto às agulhas	trattenuto e scaricato
	Vermelho	De base junto às agulhas e sem satélites	Sem cames
Carregadas	Preto	De base junto às agulhas	trattenuto

2.6.2.2 - Matéria Primas Mais Utilizadas

As matérias-primas mais utilizadas em tecnologia seamless são as seguintes:

- Em Filamento contínuo:
 - ✓ Elastano;
 - ✓ Poliamida 6 e 6.6;
 - ✓ Poliéster;
 - ✓ Polipropileno.

¹ Utilizados para desenho

- Em fio fiado - fiação de anel:
 - ✓ Algodão;
 - ✓ Caxemira;
 - ✓ Lã;
 - ✓ Lyocell;
 - ✓ Modal;
 - ✓ Seda;
 - ✓ Viscose;
 - ✓ Viscose bambu.

Salvo raras exceções, para produzir artigos seamless, quando se trabalha com fios com torção, é necessário trabalhar com as duas torções - S e Z, para evitar que a malha torça. Regra geral as duas torções são utilizadas alternadas nos alimentadores e, no mesmo alimentador, são utilizadas as torções opostas para o fio de base e o fio que vaniza.

Os fios de elastano são utilizados recobertos ou simples - nus - e sempre para vanizar. Os elastanos nus são utilizados para a elaboração dos cintos enquanto os elastanos recobertos são utilizadas em qualquer parte de peça, porque não provocam defeitos de vanizado. O recobrimento destes filamentos é feito em air-jet ou em espiral. O recobrimento em espiral pode ser simples ou duplo.

O recobrimento air-jet é utilizado para recobrir o elastano com poliamida, poliéster ou polipropileno. Tem o inconveniente de poder provocar mais defeitos de vanização quando se utilizam recobrimentos com fios grossos. A vantagem é que são mais económicos.

O recobrimento em espiral permite trabalhar também com fios fiados e, no caso do duplo recobrimento, utilizar diferentes fios.

Nos últimos tempos os produtores de fios têm apostado bastante no desenvolvimento de fios funcionais capazes de poderem ser trabalhados em teares seamless de jogo 24 e 28. Estes fios podem ir do dtex 20 até ao dtex 200, dependendo do fio utilizado para vanizar. As matérias-primas por excelência utilizadas para o desenvolvimento destes fios são:

- Poliamida;
- Poliéster;
- Polipropileno;
- Viscose;
- Lyocell.

Sendo as funcionalidades mais desenvolvidas as propriedades bioactivas, gestoras de humidade e temperatura e retardadoras de chama.

2.7 - Malhas de Compressão

A terapia de compressão é estudada e praticada pelo Homem desde os antigos egípcios. O profeta Isaías no século VIII a.C. escreveu sobre a utilidade da compressão nos membros inferiores, tendo esta também sido citada por Hipócrates na sua escola.

Inicialmente a compressão dos membros limitava-se à aplicação de ataduras. A mudança para as meias de compressão, tal como as conhecemos nos nossos dias, iniciou-se em 1885 quando Paul Gerson Unna desenvolveu a primeira meia inelástica. No entanto só em 1951 é que as actuais meias elásticas foram desenvolvidas. Este avanço deveu-se a Conrad Jobst, portador de insuficiência venosa nos membros inferiores, que estudou e desenvolveu o coeficiente de modificação da pressão para meias elásticas (www.kendall.com.br/pt-br/Video/Default.aspx#).

As malhas de compressão têm vindo a assumir um papel cada vez mais importante nas várias áreas do vestuário interior, independentemente da tecnologia utilizada para a sua produção.

Como o aparecimento da tecnologia seamless apareceram bastantes produtos capazes de oferecer diferentes níveis de compressão, sem necessidade de costuras, à imagem do que acontece com as peúgas.

Assim pode-se afirmar que existem duas grandes áreas onde podem ser incluídas as malhas de compressão sem costuras, o medicalwear e o sportswear.

Dentro do medicalwear, como não podia deixar de ser, temos as peúgas de compressão, as cintas para ostomizados e vestuário e/ou acessórios para portadores de edemas muito em particular o linfedema pós-mastectomia. Pode ainda ser incluída nesta área uma subclasse de artigos composta por vestuário de maternity wear e shapewear. Estes, apesar de poderem também ser considerados artigos de moda, foram desenvolvidos para actuarem de acordo com o princípio da teoria da compressão.

A área do sportswear é composta por uma infindável variedade de artigos e aplicações que se dividem em função da modalidade desportiva a que se destinam - competição ou o simples lazer. Assim, temos artigos que, para além de outras funcionalidades, utilizam a compressão para melhorar a performance muscular tanto em desportos de competição como desportos radicais e de lazer.

2.7.1 - Medicalwear

2.7.1.1 - Peúgas de Compressão

As peúgas ou meias de compressão assumem uma importância vital no tratamento de doenças venosa como varizes, doenças linfáticas, inchaços e cansaço nas pernas (www.kendall.com.br/pt-br/Produtos/Default.aspx).

Para a empresa Sigvaris esta importância deve-se à aplicação do “Princípio da Terapia de Compressão”, o qual consiste em exercer uma pressão controlada no membro de forma indirecta. Assim, quando o membro dilata a acção da pressão exercida pela peúga aumenta. Para melhorar o fluxo sanguíneo estas são produzidas de maneira a que a compressão da malha vá diminuindo no sentido ascendente, como se ilustra na figura seguinte (http://www.sigvaris.com.br/prod_web/Brazil.nsf/vw_docnavi/8192EA478F31C6A185257467004C051E!opendocument).

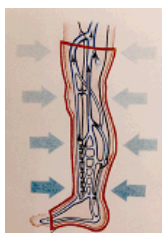


Figura 25: Esquema do princípio da terapia da compressão aplicado a um membro inferior. Fonte: www.sigvaris.com.br/prod_web/Brazil.nsf/vw_docnavi/DF80C90CA8C9C3085257467004BE650!opendocument.

Num correcto funcionamento do sistema circulatório, o coração bombeia o sangue a alta pressão através das artérias para todo o corpo como se ilustra na figura 26.

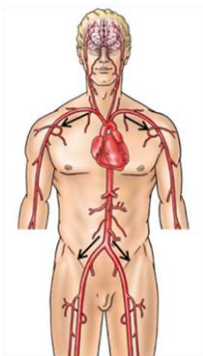


Figura 26: Esquema do movimento do sangue nas artérias. Fonte: revista VENOZIN.

De seguida, o sangue regressa ao coração através das veias como se pode verificar na figura 27.

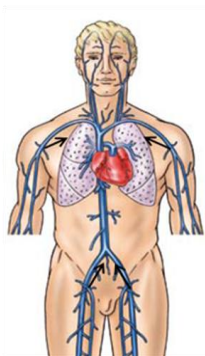


Figura 27: Esquema do movimento do sangue nas veias. Fonte: revista VENOZIN.

No entanto, para vencer a gravidade as veias dispõem que válvulas que impedem o retorno do sangue como se ilustra na figura 28 (VENOZIN).



Figura 28: Esquema da actuação das válvulas das veias para impedir o retorno do sangue. Fonte: www.youtube.com/watch?v=EgrxYzk6oOY.

Quando estamos perante doenças venosas como varizes ou trombooses venosas o que acontece é que as válvulas deixam de ser capazes de impedir o retorno do sangue como se pode verificar nas figuras 29 e 30 (VENOZIN).

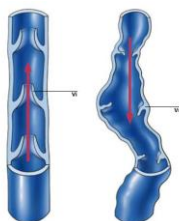


Figura 29: Comparação entre válvulas das veias intactas, à esquerda, e danificadas, à direita, em portadores de varizes. Fonte: revista VENOZIN.

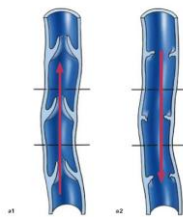


Figura 30: Comparação entre válvulas das veias intactas, à esquerda, e danificadas por uma trombose venosa, à direita. Fonte: revista VENOZIN.

A evolução destas doenças pode progredir para úlceras venosas (VENOZIN). Segundo Carmo, a úlcera venosa representa entre 70 a 90% dos casos de úlceras de perna e é a principal causa de insuficiência venosa. Esta autora refere também que a insuficiência venosa crónica é causada por um defeituoso funcionamento das válvulas associado, ou não, à obstrução do fluxo venoso (Carmo, 2007), isto é, pode ser provocados por varizes ou trombose profundas.

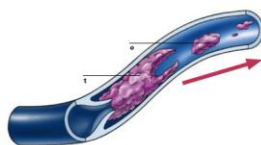


Figura 31: Obstrução das veias causada por um trombo. Fonte: revista VENOZIN.

As veias das pernas, para além das válvulas, contam também com a ajuda dos músculos da panturrilha, ou barriga da perna, que nos seus movimentos de contracção e relaxamento actuam como uma bomba, obrigando o sangue a fluir no sentido ascendente. Desta forma ao utilizar-se uma meia de compressão que, como anteriormente referido, apresenta o máximo de pressão no tornozelo, diminuindo no sentido ascendente, favorece o efeito de bomba da panturrilha (www.youtube.com/watch?v=EgrxYzk6oOY).

Segundo o INFARMED a discussão associada à classificação das meias de compressão tem merecido por parte do Departamento de Dispositivos Médicos (DIM) uma atenção especial, no sentido de harmonizar a classificação e legislação aplicável.

Para ser possível identificar facilmente o nível de compressão destas meias, estas são classificadas de acordo com o valor do intervalo de compressão verificado na zona do tornozelo.

De acordo com a directiva 93/42/CE foi criada uma Norma e um projecto Norma do Comité Europeu de Normalização (CEN), para as meias de compressão:

- EN 12718/2001 - Medical compression hosiery (meias de compressão destinadas ao tratamento de “doenças de pernas” exercendo uma pressão definida na perna de um modo específico);
- EN 12719/2001 - Medical thrombosis prophylaxis hosiery (meias de compressão destinadas a reduzir os incidentes trombo-venosos em doentes em regime não ambulatorio; estas meias quando vestidas exercem uma pressão na superfície da perna).

Segundo a norma EN12718/2001 as meias foram distribuídas em 5 classes de compressão como se pode verificar na tabela 2 (www.infarmed.pt/pt/noticias_eventos/noticias/nt_04_07_2003_meias_2.html).

Tabela 2: Classes de compressão das meias de compressão de acordo com a norma EN12718/2001.
Fonte: www.infarmed.pt/pt/noticias_eventos/noticias/nt_04_07_2003_meias_2.html.

Classes de compressão	Compressão no tornozelo (mmHg)
Classe A - leve	10 a 14
Classe I - suave	15 a 21
Classe II - moderada	23 a 32
Classe III - forte	34 a 46
Classe IV – muito forte	Igual ou superior a 49

Neste sentido a empresa Alemã medi apresenta os seus artigos classificados como se pode verificar na tabela 3.

Tabela 3: Classificação das meias de compressão e patologia para a qual devem ser prescritas. Fonte: medi - Catálogo de Produtos.

Classes de compressão	Indicações
1 compressão moderada	Para varicose ligeira sem tendência pronunciada para edema e para varicose precoce na gravidez. Com razões especiais, por exemplo, perda de força nas mãos, artrose, reumatismo, diabetes. Compressão em mmHg: 18.0 – 21.0 Compressão in kPa: 2.4 – 2.8
2 compressão moderadamente forte	Para sintomas mais graves, varicose pronunciada com tendência para edema, inchaço pós-traumático, após resolução de úlceras simples, após tromboflebite superficial, após esclerose e cirurgia de varizes, para estabilização do tratamento bem sucedido e para varicose mais pronunciada na gravidez. Compressão em mmHg: 23.0 – 32.0 Compressão in kPa: 3.1 – 4.3
3 compressão forte	Para todas as complicações na sequência de insuficiência venosa constitucional e pós-trombótica, tendência pronunciada para edema, varicose secundária, atrofia branca, dermatosclerose e após resolução de úlceras graves, em particular das recorrentes. Compressão em mmHg: 34.0 – 46.0 Compressão in kPa: 4.5 – 6.1
4 compressão extra-forte	Para linfedema e elefantíase. Compressão em mmHg: pelo menos, 49.0 Compressão in kPa: pelo menos, 6,5

De acordo com a norma EN12719/2001, a compressão da meia na zona do tornozelo deverá ser de 13 a 18 mmHg, com uma tolerância de ± 3 mmHg (www.infarmed.pt/pt/noticias_eventos/noticias/nt_04_07_2003_meias_2.html).

2.7.1.2 - Cintas para Ostomizados

Outra aplicação do vestuário de compressão é a área dos ostomizados. Neste caso mais do que aplicar a terapia da compressão pretende-se garantir o conforto e bem-estar do ostomizado.

A ostomia é uma abertura artificial realizada na parede abdominal chamada estoma, através da qual escorrem as secreções do cólon para o exterior.

Esta operação é aplicada para resolver diversas doenças intestinais e urológicas. Dependendo da localização do estoma este é apelidado de:

- Colostomia: se o estoma se situa na parte do intestino grosso chamada cólon;
- Ileostomia: se o estoma se situa na parte do intestino delgado chama íleon;
- Urostomia: se o estoma é aplicado para desviar a urina da bexiga.

Para recolher as descargas do estoma existem diferentes sacos (www.apostomizados.pt/Lab_hollister.asp). No entanto os ostomizados deparam-se com o problema de sentirem a desagradável sensação que o saco se vai soltar a qualquer instante (<http://www.ostomizados.com/acessorios/cinta.html>).

Para tal têm surgido no mercado diferentes soluções para fixar os sacos do estoma. A empresa inglesa COMFIZZ apresenta 4 soluções com malhas de moderada compressão em tecnologia seamless para manter os sacos na mesma posição. Desta forma é possível aumentar a auto-estima do ostomizado para realizar as tarefas do dia-a-dia sem receio de que o saco se solte (www.stomawear.uk.com/).



Figura 32: Diferentes soluções apresentadas pela COMFIZZ para vestuário para ostomizados. Fonte: www.stomawear.uk.com/ .

2.7.1.3 - Acessórios para Linfedema Pós Mastectomia

O linfedema pós mastectomia ou edema do braço caracteriza-se por ser uma acumulação anormal de líquidos, ricos em proteínas, linfa, num ou nos dois braços, respectivamente se se tratar de uma mastectomia unilateral ou bilateral. Este edema pode estender-se à região do tórax como resultado da sobrecarga do sistema linfático. Esta acumulação de líquidos no corpo ocorre como resultado da danificação dos gânglios linfáticos durante a biopsia, a operação ou o tratamento de radioterapia.

O linfedema classifica-se como sendo um edema de estágio II o que significa que não reduz com a elevação do braço, é duro e apresenta sinal de Godet.

Existem diferentes tratamentos para este edema sendo um deles a terapia de compressão (www.jovemcomcancrodamama.com/index.php?post/2009/01/30/Linfedema).

A utilização de vestuário ou acessórios de compressão tem como objectivo proporcionar uma compressão externa na extremidade afectada. Esta compressão leva à redução da acumulação de líquidos linfáticos assim como à eliminação do seu excesso e simultaneamente previne o aparecimento de lesões, feridas e queimaduras.



Figura 33: Diversos acessórios de compressão para redução do linfedema. Fonte: medi - Catálogo de Produtos.

O vestuário de compressão cobre o total da extensão do edema para evitar a pressão em determinadas zonas com a consequente interrupção do retorno venoso e linfático. A pressão elevada pode danificar os vasos linfáticos superficiais despoletando a sua exaustão e um aumento da pressão hidrostática (Ortiz, 2005).

mediven 550 tórax, variante de camisolas				
	Camisola curta sem manga (até ao ponto de medição "W")	Camisola curta com manga (até ao ponto de medição "W")	Camisola comprida sem manga (até ao ponto de medição "H")	Camisola comprida com manga (até ao ponto de medição "H")
Medida CCL 1*	x	x	x	x
Medida CCL 2*	x	x	x	x
* N.º do dispositivo medicinal aplicado				

Figura 34: Vestuário de compressão para redução do linfedema. Fonte: medi - Catálogo de Produtos.

2.7.2 - Sportswear

Na prática desportiva, as malhas de compressão são utilizadas em vários desportos para, segundo os fabricantes, melhorar o controlo muscular e reduzir a fadiga.

A X-Bionic baseou o desenvolvimento dos seus artigos de compressão, para o desporto de competição, no comportamento das tradicionais meias de compressão. Para tal, segundo este fabricante, baseou-se em vários estudos científicos que demonstram que a performance muscular diminui quando a temperatura corporal ultrapassa os 37°C, em consequência do gasto energético necessário para arrefecer o corpo.

Assim, ao contrário de outros fabricantes que promovem o fluxo de ar nos seus artigos para rapidamente evaporar o suor, a X-Bionic optou por bloquear a saída do mesmo, distribuindo-o uniformemente pelo corpo. Desta forma, o suor para se evaporar retira calor à pele mantendo o corpo dos atletas à temperatura óptima de 37°C.

Este fabricante cita a Dr.^a Sandra Ückert segundo a qual um correcto arrefecimento do corpo aumenta a performance até 10% (X-BIONIC® Partial Kompression).

Segundo a Sportscience as malhas de compressão desempenham também um importante papel ao nível muscular ao estabilizarem as vibrações musculares decorrentes da actividade física. Desta forma economiza-se recursos energéticos e melhora-se o desempenho. Para além disso, estabiliza os vasos sanguíneos reduzindo a tensão sobre o sistema cardiovascular aumentando o fornecimento de oxigénio e nutrientes aos músculos e órgãos e favorecendo o rápido fluxo do sangue venoso ao coração (www.sportscience-laboratories.com).

No entanto, segundo a X-Bionic, as malhas de compressão convencionais, ao promoverem a compressão em toda a superfície da pele, empurram os vasos capilares que transportam o sangue para baixo, impedindo o arrefecimento do corpo e colocam em risco o equilíbrio térmico.

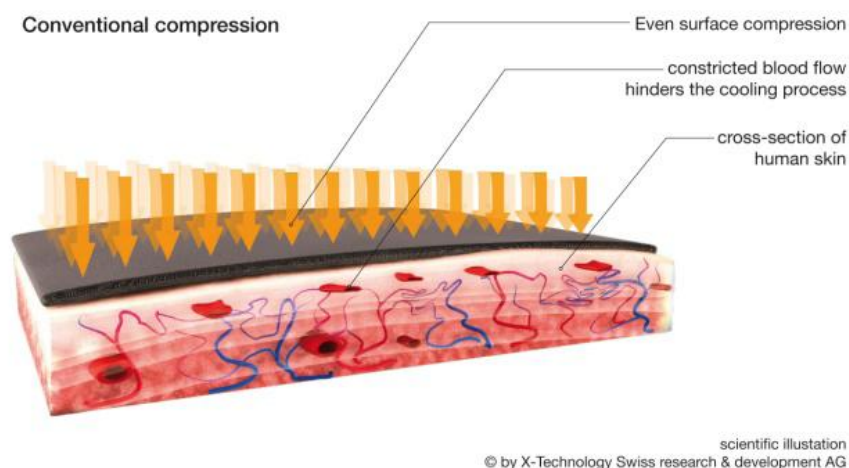


Figura 35: Efeito da compressão sobre os vasos capilares. Fonte: X-BIONIC® Partial Kompression.

Assim, a tecnologia de compressão utilizada consiste em produzir artigos que simultaneamente possuem pontos de compressão intercalados com pontos sem compressão. Desta forma consegue-se melhorar a performance promovendo o arrefecimento corporal e a compressão, sem prejudicar os vasos capilares de realizarem as trocas de calor, e assim consegue-se manter a temperatura corporal nos 37°C (X-BIONIC® Partial Kompression).

2.8 - Vestibilidade

Numa época em que a economia globalizada exige cada vez mais da moda, os produtores de vestuário têm que reinventar a forma de conceber as suas colecções. Já não basta um artigo ser novo. Este tem que ser inovador, possuir um design apelativo e um elevado cariz tecnológico, dar resposta às necessidades do cliente e simultaneamente ser capaz de conferir conforto e bem-estar.

Para Gonçalves, o facto de o vestuário ser um produto “que estabelece relação íntima e permanente de contacto táctil visual e, por vezes, olfactivo e/ou audível, a preocupação com o bem-estar do individuo é factor imprescindível” (Gonçalves, 2007).

Black, segundo Magnus, refere que “criar vestuário e têxteis em malhas requer uma interacção entre o artesanato, o design, a tecnologia, a moda e a estética”. Sugere ainda que

os avanços tecnológicos associados ao desenvolvimento da informática vieram reinventar as malhas (Magnus, 2010).

Para estudar o conforto e bem-estar do vestuário têm surgido vários estudos ergonómicos que relacionam a modelagem e a antropometria. Segundo Gonçalves, combinando pensamentos como os de Lida e Wisnes, sobre ergonomia, para melhorar a concepção de um produto de vestuário ergonómico é necessário ter informações sobre anatomia humana, fisiologia, antropometria, psicologia e sociologia.

Ainda segundo a autora, Merino vai mais longe ao considerar que “os produtos ergonomicamente projectados devem objectivar o uso por pessoas dos mais diversos níveis culturais, idades, capacidades físicas e mentais, tamanho de corpo, força física, habilidades e linguística”.

Assim pode-se afirmar que a ergonomia aplicada ao vestuário tem o propósito de satisfazer as necessidades humanas. Para cumprir estas necessidades há que ter em conta:

- ✦ Qualidades técnicas: funcionamento, funcionalidade e manutenção;
- ✦ Qualidades ergonómicas: compatibilidade de movimentos, adaptabilidade antropométrica, conforto, bem-estar e segurança;
- ✦ Qualidades estéticas: combinação de formas, cores, materiais e texturas.

Do ponto de vista ergonómico o conforto do vestuário só é alcançado quando a temperatura, as medidas e as formas do mesmo são as ideias ao uso (Gonçalves, 2007). No entanto quando se fala em moda a aparência corporal que se adquire com a utilização de roupas mais justas pode sobrepor-se a alguns destes parâmetros.

Ching, segundo Souza, refere que o vestuário estabelece um espaço para conter o corpo. Este espaço é determinado em função da estrutura anatómica e volume corporal resultante dos vários movimentos. Assim é possível determinar as dimensões físicas de comprimentos, largura e profundidade. Existem outros factores que podem influenciar este espaço tais como as características de elasticidade, rigidez e durabilidade intrínsecas às matérias-primas assim como as estruturas de construção do tecido e a confecção (Souza, 2006). Como anteriormente referido as malhas caracterizam-se por serem tecidos extremamente confortáveis e ajustarem-se perfeitamente ao corpo permitindo uma liberdade de movimentos inigualável devido à sua “elasticidade”.

Ainda segundo a autora a “vestibilidade é um indicador de caimento, conforto, envolve directamente a relação material/forma/volume do produto, incluindo folgas - espaço

existente entre o corpo e a peça” servindo como uma forma de mensurar a ergonomia de um artigo de vestuário (Souza, 2006).

A maior parte do vestuário seamless caracteriza-se por ser produzido por misturas de poliamida/elastano e por ser bastante justo ao corpo tendo um factor de vestibilidade negativo. Quanto mais negativo for este factor e maior for a resistência que o elastano oferece ao alongamento maior será a compressão da malha.

2.9 - Dinamómetros

Para determinar num curto espaço de tempo as características ao uso, a durabilidade dos materiais têxteis, a sua resistência e a compressão recorre-se a ensaios laboratoriais. Assim, quando pretendemos analisar muitos destes factores recorre-se a ensaios dinamométricos.

Dependendo do tipo de ensaios dinamométricos podem ser simuladas várias características como a compressão que o vestuário exerce sobre o corpo. Esta compressão depende das matérias-primas utilizadas na produção do vestuário assim como da vestibilidade do mesmo.

Os dinamómetros são equipamentos que realizam testes de tensão controlados sobre amostras, capazes de variar a velocidade de ensaio e medir a força, carga e alongamento aplicadas às mesmas.

Segundo Han estes equipamentos podem ser puramente mecânicos ou electromecânicos, sendo instrumentos dotados de avançada electrónica e microcomputadores. A transmissão de resultados é possível de determinar, rapidamente e com grande precisão dos valores obtidos, da carga e alongamento, dos módulos de elasticidade e outras propriedades do material (Han, Patrícia, 1996).

2.9.1 - Dinamómetros Electromecânicos

O sistema de funcionamento de dinamómetros electromecânicos consiste em segurar uma extremidade do provete, numa barra fixa com o auxílio de uma pinça (mecânica e/ou pneumática), e a outra extremidade do provete é segura numa barra móvel, movida por parafusos e roscas. Os parafusos são conduzidos por um motor, com alto torque, alimentado por uma corrente directa (dc) forte. O sistema servocondutor assegura que o movimento dos parafusos tenha uma velocidade constante.

Estes aparelhos podem trabalhar com várias velocidades podendo geralmente ir acima dos 500 mm/min (Han, Patrícia, 1996).

O esquema universal de um dinamómetro electrónico é o que se ilustra na figura seguinte.

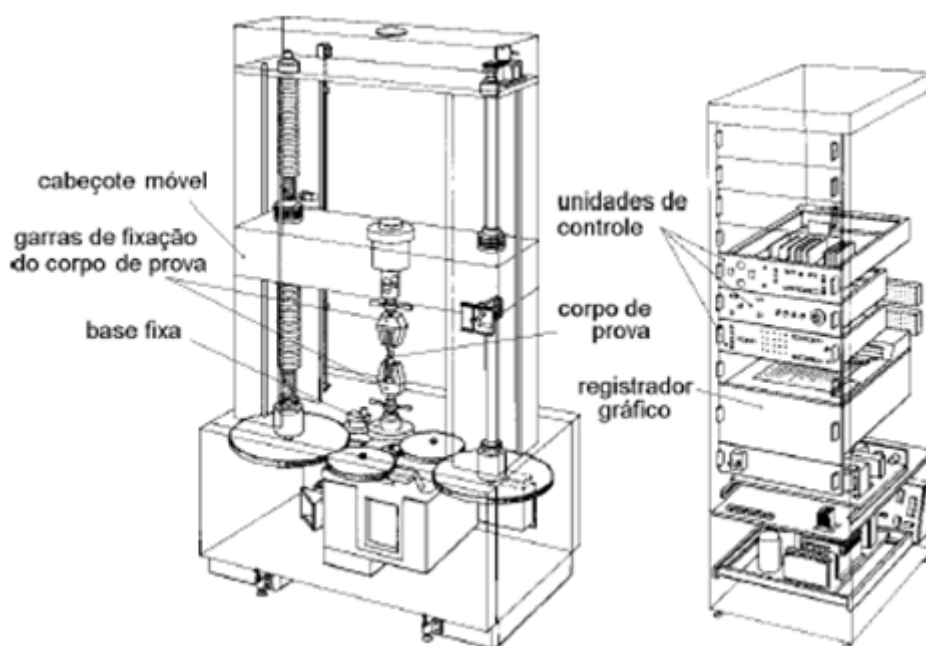


Figura 36: Esquema universal de um dinamómetro electrónico. Fonte: <http://analgesi.co.cc/html/t41391.html>.

2.9.2 - Parâmetros obtidos nos Ensaios Dinamométricos

2.9.2.1 - Alongamento

O alongamento consiste no acréscimo de comprimento de uma amostra quando submetida a uma força, figura 37. Se estivermos em presença de força de rotura, $F_{\text{máx}}$, então esse alongamento designa-se por “alongamento de rotura”.

$$\text{Alongamento } E = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 (\%) \quad (2)$$

Onde:

l_0 : comprimento inicial da amostra

Δl : alongamento sofrido pela amostra após a força de rotura.

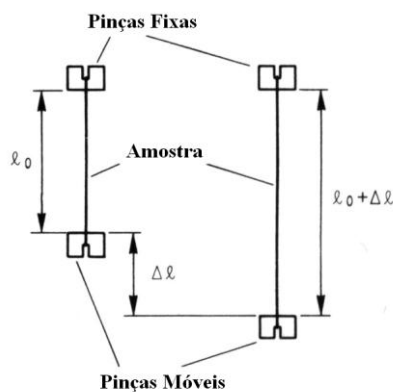


Figura 37: Esquema exemplificativo do alongamento. Fonte: Furter, R., 1985.

Dependendo da velocidade de ensaio a relação de carga/alongamento varia obtendo-se, para velocidades menores, menores valores de carga mas maiores alongamentos, para a rotura da mesma fibra (Furter, R., 1985)

2.9.2.2 - Tenacidade

A tenacidade consiste na relação da carga sobre a massa específica (título). Esta unidade é frequentemente utilizada para comparar fibras ou fios, pois permite-nos comparar o comportamento de fios grossos com fios finos.

A tenacidade pode ser expressa em gramas por denier (gpd), gramas por tex (gpt) (Adanur, Sabit et al, 1995), newton por tex (N/tex) ou ainda centinewton por tex (cN/tex) (Furter, R., 1985).

2.9.2.3 - Força Máxima e de Rotura

A **força máxima** é o valor de força mais elevado registado no aparelho de teste para a amostra.

A **força de rotura** é a força registada imediatamente no momento antes da rotura da amostra. A cada valor de força corresponde o respectivo alongamento como se pode ver na figura 38 (Furter, R., 1985).

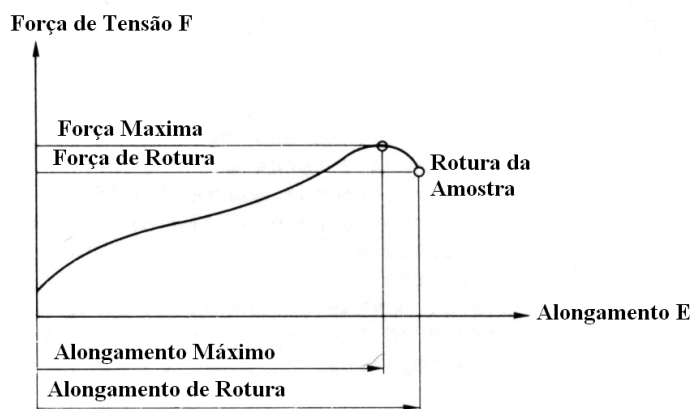


Figura 38: Força máxima e de rotura e respectivos alongamentos. Fonte: Furter, R., 1985.

2.9.2.4 - Trabalho de Rotura

O trabalho de rotura vem dado pela fórmula:

$$W = \bar{F} \times l \quad [Nm] \quad (3)$$

Onde:

W: Trabalho de Rotura

\bar{F} : Força Média para o Alongamento de Rotura

l: Distância Deslocada.

O trabalho de rotura vem dado em N.m ou J (1 N.m = 1 J).

Matematicamente este parâmetro pode ser calculado a partir da área compreendida entre a curva carga/alongamento e o eixo do alongamento, como se pode ver na figura 39 (Furter, R., 1985)

$$W_{Fmax} = \int_0^{L_{Fmax}} F(\ell) d\ell \quad (4)$$

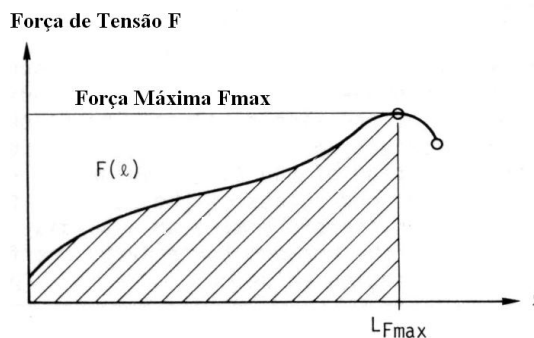


Figura 39: Trabalho de rotura. Fonte: Furter, R., 1985.

2.9.2.5 - Módulos Elásticos

Designa-se por “módulo” a relação de “carga - alongamento” de um material.

A ASTM define o “módulo de Young” como sendo a relação entre os valores de carga e os valores de alongamento, compreendidos no limite elástico do material (Adanur,Sabit et al, 1995).

Se no gráfico carga alongamento a primeira zona da curva é completamente direita, indicando uma relação linear entre a carga e o alongamento, o material comporta-se como uma mola e obedece a “Lei de Hooke”, motivo pelo qual é vulgarmente denominada de “região Hookeniana”. Nesta região quando se remove a carga ao material este recupera o comprimento original ou perto disso.

A tangente do ângulo entre a parte inicial da curva e o eixo horizontal é a relação carga - alongamento, que em engenharia é apelidada de módulo de Young. Este módulo dá-nos o valor da força necessário para produzir uma pequena extensão.

Materiais que oferecem elevada resistência à deformação apresentam elevados módulos de Young. Por outro lado materiais com baixa resistência à deformação apresentam baixos valores de módulo de Young (Booth, J.E., 1968).

Para os materiais que obedecem a lei de Hooke generalizada o “módulo de Young” (ou “módulo de elasticidade longitudinal”) apresenta a seguinte relação:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (5)$$

onde:

E: Módulo de Young;

σ : Tensão ou Carga

ε : Extensão ou Alongamento

Esta expressão só é válida para ensaios uniaxiais (Branco, Carlos Moura, 1989).

Segundo a ASTM definem-se dois módulos para os materiais têxteis:

Módulo inicial - inclinação correspondente à porção inicial da curva de “carga - alongamento”;

Módulo de corda - dada pela relação dos valores de “carga - alongamento” obtida através de dois pontos específicos da curva (Adanur, Sabit et al, 1995).

2.10 - Materiais Viscoelásticos

Analisando os diagramas de carga alongamento para as fibras têxteis pode-se dizer que estas são “não - Hookeanas”, isso é, não obedecem a Lei de Hooke. Segundo a lei de Hooke o alongamento é proporcional à carga aplicada (Adanur, Sabit et al, 1995).

As fibras têxteis tal como outros polímeros (borrachas, elastómeros, filmes e plásticos) exibem propriedades de “carga - alongamento” consideradas “viscoelásticas”. A estrutura molecular destes materiais permite que durante certos períodos sejam perfeitamente “elásticos” e noutros sejam “viscosos”. Esta característica manifesta-se na correspondente curva de “carga - alongamento”, onde estão representados os dois mecanismos (Adanur, Sabit et al, 1995).

2.10.1 - Recuperação Elástica

A elasticidade pode ser definida como a propriedade de um corpo que tende a recuperar o tamanho e forma originais, após a deformação.

O poder de recuperação para uma determinada extensão pode ser expresso pelo valor da “recuperação elástica” e é dado pela equação 6 e ilustrada na figura 40:

$$\text{Recuperação Elástica} = \frac{\text{Extensão Elástica}}{\text{Extensão Total}} \quad (6)$$

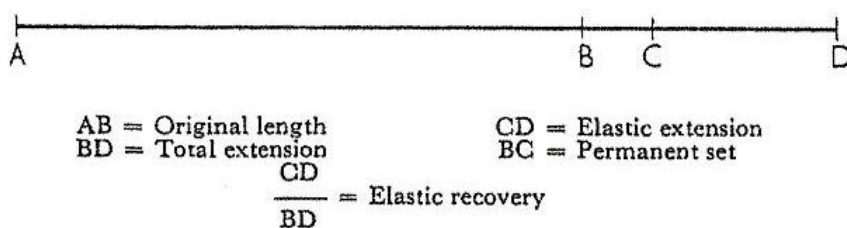


Figura 40: Recuperação elástica. Fonte: Booth, J.E., 1968.

Para materiais perfeitamente elásticos o valor de recuperação elástica assume o valor 1.0 enquanto que os materiais sem qualquer poder de recuperação assumem o valor 0.0. Muitas vezes a recuperação elástica vem expressa em percentagem.

Os valores de recuperação elástica são afectados por vários factores dentre os quais pode-se destacar p tempo de recuperação, a percentagem de humidade do material e o total de alongamento usado no teste.

A recuperação elástica é uma ferramenta importante para simular o efeito do tempo e do alongamento nestes valores, i.e., pode-se simular o comportamento dos materiais ao uso e desta forma determinar o tempo de vida de um artigo.

2.11 - SPSS

A análise estatística ou tratamento estatístico dos resultados pode ser realizado através de diferentes métodos estatísticos.

Para facilitar o tratamento dos dados e o seu processamento pelos métodos estatísticos existem vários programas ou pacotes estatísticos como o SPSS.

O SPSS tem assumido bastante relevância, como pacote estatístico para tratamento de dados, nos meios académicos, porque permite ao utilizados optar pelo método estatístico que melhor se adequa ao estudo.

Uma das ferramentas mais utilizadas quando se pretende tratar dados com diferentes variáveis é a ANOVA.

ANOVA é uma técnica de análise de variância, utilizada para diferenças significativas entre médias. Ao contrário de outros métodos que apenas nos permitem analisar os resultados em

função de uma só variável, esta técnica permite-nos tirar conclusões fazendo interagir várias variáveis.

2.11.1 - ANOVA

Quando temos um número elevado de ensaios, e os pretendemos comparar uns com os outros, a ferramenta estatística ANOVA verifica se existem resultados que se agrupam, se esses grupos são realmente diferentes e se têm significância estatística. Em virtude destes resultados podemos afirmar que uma análise exploratória e as conclusões obtidas por observação, ou outro método, têm suporte do ponto de vista estatístico.

Esta ferramenta permite:

- Verificar se, para uma determinada propriedade, existe diferença estatística significativa;
- Fazer uma análise posterior, conhecida por testes *Post hoc*, que realiza testes estatísticos, comparando os resultados uns com os outros, e ordena-os em termos de semelhança. Este agrupamento permite-nos criar uma medida de comparação entre os resultados para podermos afirmar quais os melhores e quais os piores.

Para conferir credibilidades aos resultados da ANOVA implica que deva existir normalidade, i.e., comportamento semelhante à distribuição normal, e homogeneidade nas variáveis.

A homogeneidade de variância é verificada de modo semelhante, ou seja, o teste verifica se as variâncias são diferentes do ponto de vista estatístico, em que a hipótese nula considera igualdade de variâncias. Tal como para a normalidade, aceita-se a hipótese nula quando a probabilidade calculada se encontra acima de 0,05. Os testes paramétricos utilizados para cálculo da ANOVA são feitos com base na medida “Scheffe” e os testes não paramétricos utilizados para cálculo da ANOVA são feitos com base na medida “Tamhane”. Estes testes são feitos agrupando os dados por zonas, variável a variável.

Capítulo 3 - Procedimento Experimental

3.1 - Caracterização das Amostras

Para a realização da componente experimental deste trabalho, produziram-se diferentes estruturas de malha, com diferentes elastanos recobertos e diferentes graus de aperto da malha, conforme mencionado nas secções 3 e 4 do capítulo 1.

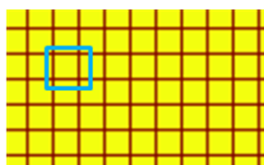
As amostras foram tricotadas num tear SM8 - TOP2S da Santoni de 14 polegadas e jogo inglês 24.

Para a tricotagem destas amostras foram utilizados dois fios:

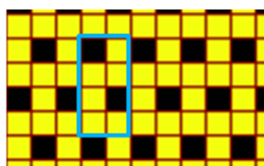
- Um fio exterior, também designado por fio de base, em poliamida 6.6 - 78/68/1 dtex, nas torções S e Z.
- Um fio interior, ou a vanizar, de elastano creora recoberto a poliamida 6.6 - 22/20/1 dtex, nas torções S e Z. Este fio foi produzido contendo elastano de massa linear distinta, 17 e 44 dtex. Assim, resultaram dois tipos de fios:
 - ✓ Amostras A: 17/22/20 dtex air Jet St 2.4 (dtex final: 21.1);
 - ✓ Amostras B: 44/22/20 dtex air-jet St 3.1 (dtex final: 36.2);

As estruturas de malha estudadas foram as cinco que a seguir se apresentam. A representação das laçadas coincide com a do programa de desenho da máquina - Photon - anteriormente descrito. As estruturas envolvem apenas laçadas normais e flutuantes.

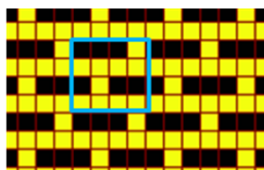
- Estrutura de malha n.º 1: Jersey - malha de controlo;



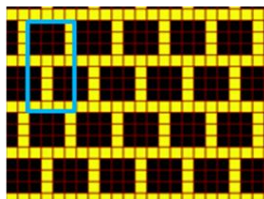
- Estrutura de malha n.º 2: Falso Rib 1x1 alternado;



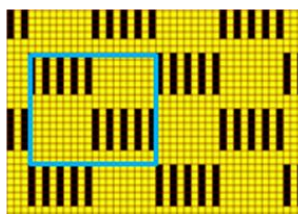
- Estrutura de malha n.º 3: Falso Rib 1x3 alternado;



- Estrutura de malha n.º 4: Falso Rib 1x3 alternado, com retenção em 3 alimentadores;



- Estrutura de malha n.º 5: Favo de Mel;



Ao contrário do que acontece com os teares tradicionais, nos teares de tecnologia seamless, da Santoni, a regulação do comprimento de laçada é feito no programa. Para tal o programador tem à sua disposição um comando onde introduz um valor de comprimento de laçada que pretende para a malha. Desde que a velocidade de rotação do tear e a velocidade de alimentação sejam a mesmas o comprimento de laçada é o mesmo de tear para tear. Por este motivo neste trabalho não é apresentado o comprimento da laçada mas sim as características de afinação do tear, e as CEP de malha utilizadas, para permitir no futuro reproduzir estas malhas com as mesmas características.

A afinação do tear foi realizada da seguinte forma, de acordo com o procedimento interno da empresa Playvest:

- 1º - Introduziu-se no tear um programa de malha Jersey com o comprimento de laçada a P00 e à velocidade de 50 rpm;
- 2º - Colocou-se o tear a tricotar, com o prato levantado, e regulou-se a tensão de entrada dos fios: 4 cN para o fio de base e 2 cN para o elastano recoberto.
- 3º - Mediu-se a velocidade real de rotação do tear e calculou-se a velocidade de alimentação a que deveriam funcionar os vários alimentadores. Para uma

velocidade de 50 rpm a velocidade de alimentação deverá ser de 305 m/min, que é ajustada para cada alimentador através de uma função no setup do tear. Para teares com outros diâmetros a velocidade de alimentação, para a mesma velocidade de rotação, aumenta ou diminui 25 m/min.

Os aparelhos de medida utilizados foram:

- Para medir a tensão de entrada dos fios: Yarn Tension Meter - YTM 25, da Barth-tex GMBH+CO;
- Para medir a velocidade de alimentação: Yarn Length Tester - YLT, da Barth-tex GMBH+CO.

Os comprimentos de laçada utilizados foram os seguintes:

- comprimentos de laçada n.º 1: N20;
- comprimentos de laçada n.º 2: P00;
- comprimentos de laçada n.º 3: P20.

A referência adoptada para as amostras resulta da combinação de códigos que identificam o elastano usado, a estrutura e o comprimento da laçada. Por exemplo, a referência A1-1 significa que a amostra foi feita com o elastano A, a estrutura de malha n.º 1 e o comprimento da laçada n.º 1.

As densidades e a massa por unidade de superfície obtidas para cada amostra são as que vêm descritas na tabela seguinte e foram determinadas segundo a NP EN 12127:1999. A determinação do número de fileiras e colunas por cm foi estimada com base na largura e o número de agulhas existente no tear, não se tendo seguido nenhuma norma em especial. Note-se que a cor do fio é preto, o que dificulta bastante a identificação das fileiras e colunas.

Tabela 4: Caracterização física das amostras.

Amostra	Fileiras/cm	Colunas/cm	g/m ²	Amostra	Fileiras/cm	Colunas/cm	g/m ²
A1-1	40	21	260	B1-1	43	21	303
A1-2	36	20	245	B1-2	40	20	314
A1-3	32	19	228	B1-3	37	20	317
A2-1	50	22	285	B2-1	53	23	336
A2-2	45	22	273	B2-2	49	22	346
A2-3	40	21	263	B2-3	45	22	347
A3-1	59	25	349	B3-1	62	24	389
A3-2	53	24	326	B3-2	58	24	394
A3-3	48	23	309	B3-3	53	24	391
A4-1	83	27	434	B4-1	87	27	505
A4-2	76	26	416	B4-2	83	27	497
A4-3	70	26	404	B4-3	76	27	491
A5-1	55	23	343	B5-1	60	24	420
A5-2	51	22	334	B5-2	56	23	424
A5-3	45	21	318	B5-3	53	23	429

3.1.1 - Perímetro das Amostras

Para avaliar a contração das amostras interessa saber:

- Quais os perímetros correspondentes às diferentes partes do corpo;
- Quais os tamanhos a que esses perímetros correspondem;
- Para que partes do corpo vão ser usadas as diferentes malhas;
- A que perímetros correspondem alongamentos das malhas de 30% e 60%.

As medidas corporais utilizadas para determinar os perímetros foram retiradas do site www.cortandocosturando.com e as tabelas podem ser vistas no anexo 1.

Para responder a estas questões foram elaboradas as seguintes tabelas:

Influência da Estrutura de Malha e do Elastômero na Compressão das Malhas Seamless

Tabela 5: Perímetros das malhas com o elastano A (17 dtex) para 0%, 30% e 60% de alongamento.

Amostra	Largura inicial	Perímetro		
		Inicial	30% Along	60% Along
A1-1	30,1	60,2	78,3	96,3
A1-2	31,8	63,6	82,7	101,8
A1-3	33,2	66,4	86,3	106,2
A2-1	28,0	56,0	72,8	89,6
A2-2	28,6	57,2	74,4	91,5
A2-3	29,7	59,4	77,2	95,0
A3-1	24,8	49,6	64,5	79,4
A3-2	25,8	51,6	67,1	82,6
A3-3	26,7	53,4	69,4	85,4
A4-1	23,0	46,0	59,8	73,6
A4-2	23,8	47,6	61,9	76,2
A4-3	24,2	48,4	62,9	77,4
A5-1	26,7	53,4	69,4	85,4
A5-2	28,1	56,2	73,1	89,9
A5-3	29,3	58,6	76,2	93,8

Tabela 6: Perímetros das malhas com o elastano B (44dtex) para 0%, 30% e 60% de alongamento.

Amostra	Largura inicial	Perímetro		
		Inicial	30% Along	60% Along
B1-1	30,2	60,4	78,5	96,6
B1-2	30,5	61,0	79,3	97,6
B1-3	31,4	62,8	81,6	100,5
B2-1	27,6	55,2	71,8	88,3
B2-2	27,9	55,8	72,5	89,3
B2-3	28,3	56,6	73,6	90,6
B3-1	25,6	51,2	66,6	81,9
B3-2	26,0	52,0	67,6	83,2
B3-3	26,3	52,6	68,4	84,2
B4-1	22,7	45,4	59,0	72,6
B4-2	23,0	46,0	59,8	73,6
B4-3	23,4	46,8	60,8	74,9
B5-1	26,0	52,0	67,6	83,2
B5-2	26,7	53,4	69,4	85,4
B5-3	27,3	54,6	71,0	87,4

Influência da Estrutura de Malha e do Elastômero na Compressão das Malhas Seamless

Tabela 7: Tamanho de perímetro masculino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano A (17 dtex). Tamanhos extraídos de www.cortandocosturando.com.

Amostra	Tamanho Masculino					
	30% de Alongamento			60% de Alongamento		
	Tórax	Cintura	Quadris	Tórax	Cintura	Quadris
A1-1	< 36	38	< 36	38	46	40
A1-2	< 36	40	< 36	40	50	42
A1-3	< 36	42	< 36	42	> 50	44
A2-1	< 36	< 36	< 36	< 36	44	36
A2-2	< 36	36	< 36	36	44	38
A2-3	< 36	36	< 36	36	46	38
A3-1	< 36	< 36	< 36	< 36	38	< 36
A3-2	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
A3-3	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
A4-1	< 36	< 36	< 36	< 36	36	< 36
A4-2	< 36	< 36	< 36	< 36	36	< 36
A4-3	< 36	< 36	< 36	< 36	36	< 36
A5-1	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
A5-2	< 36	< 36	< 36	< 36	44	36
A5-3	< 36	36	< 36	36	46	38

Tabela 8: Tamanho de perímetro masculino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano B (44 dtex). Tamanhos extraídos de www.cortandocosturando.com.

Amostra	Tamanho Masculino					
	30% de Alongamento			60% de Alongamento		
	Tórax	Cintura	Quadris	Tórax	Cintura	Quadris
B1-1	< 36	38	< 36	38	46	40
B1-2	< 36	38	< 36	38	48	40
B1-3	< 36	40	< 36	40	48	42
B2-1	< 36	< 36	< 36	< 36	42	< 36
B2-2	< 36	< 36	< 36	< 36	42	< 36
B2-3	< 36	36	< 36	< 36	44	36
B3-1	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
B3-2	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
B3-3	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
B4-1	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36
B4-2	< 36	< 36	< 36	< 36	36	< 36
B4-3	< 36	< 36	< 36	< 36	36	< 36
B5-1	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
B5-2	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
B5-3	< 36	< 36	< 36	< 36	42	< 36

Tabela 9: Tamanho de perímetro feminino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano A (17 dtex). Tamanhos extraídos de www.cortandocosturando.com.

Amostra	Tamanho Feminino							
	30% de Alongamento				60% de Alongamento			
	Tórax	Busto	Cintura	Quadris	Tórax	Busto	Cintura	Quadris
A1-1	36	< 36	42	< 36	44	42	> 48	40
A1-2	38	36	44	< 36	48	46	> 48	42
A1-3	40	38	46	< 36	> 48	48	> 48	44
A2-1	< 36	< 36	38	< 36	42	40	48	36
A2-2	< 36	< 36	40	< 36	42	40	48	38
A2-3	< 36	< 36	40	< 36	44	42	> 48	38
A3-1	< 36	< 36	< 36	< 36	36	< 36	42	< 36
A3-2	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
A3-3	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
A4-1	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
A4-2	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
A4-3	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
A5-1	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
A5-2	< 36	< 36	38	< 36	42	40	48	36
A5-3	< 36	< 36	40	< 36	44	42	> 48	38

Tabela 10: Tamanho de perímetro feminino das malhas para 30% e 60% de alongamento - elastano B (44 dtex). Tamanhos extraídos de www.cortandocosturando.com.

Amostra	Tamanho Feminino							
	30% de Alongamento				60% de Alongamento			
	Tórax	Busto	Cintura	Quadris	Tórax	Busto	Cintura	Quadris
B1-1	36	< 36	42	< 36	44	42	> 48	40
B1-2	36	< 36	42	< 36	46	44	> 48	40
B1-3	38	36	44	< 36	46	44	> 48	42
B2-1	< 36	< 36	38	< 36	40	38	46	36
B2-2	< 36	< 36	38	< 36	40	38	46	36
B2-3	< 36	< 36	40	< 36	42	40	48	36
B3-1	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
B3-2	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
B3-3	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
B4-1	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	38	< 36
B4-2	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
B4-3	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	< 36	40	< 36
B5-1	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
B5-2	< 36	< 36	36	< 36	38	36	44	< 36
B5-3	< 36	< 36	38	< 36	40	36	46	< 36

3.2 - Técnica Experimental

O procedimento experimental deste trabalho divide-se em 3 partes, conforme mencionado da secção 4 do capítulo 1.

- Testes de tracção - método da tira;
- Testes de tracção dos tubos de malha;
- Testes de tracção à fadiga dos tubos de malha.

Todos os ensaios foram realizados em atmosfera controlada nas seguintes condições:

- %RH: 45±5
- Temperatura °C: 22±2

Não foi possível seguir os parâmetros indicados na NP EN 20139:1996 por limitações do equipamento de climatização. No entanto, procurou-se manter tanto quanto possível as condições de realização dos diferentes ensaios.

Para determinar a deformação sofrida após os vários testes, mediu-se a largura do mesmo provete no início dos ensaios, 24 horas após o teste de tracção e 24 horas após o teste de fadiga.

Foram utilizados os para os testes de fadiga os mesmos provetes utilizados para o testes de tracção dos tubos porque:

- Os ensaios preliminares realizados para a determinação da força de rotura reduziram substancialmente a quantidade de matéria-prima;
- Após a realização dos ensaios de tracção dos tubos de malha, realizou-se alguns ensaios preliminares, para o teste de fadiga, com um dos provetes e não se verificou degradação das características do mesmo. Por este motivo decidiu-se utilizar os mesmos provetes para os dois ensaios.

Os resultados das tabelas abaixo demonstram que, de um teste para o outro, algumas amostras recuperaram completamente as dimensões, o que leva a concluir que não se excedeu a zona elástica dos materiais.

Tabela 11: Deformação ocorrida nas amostras com o elastano A (17 dtex), 24 horas após os ensaios.

Amostra	Largura (cm)			Aumento de largura					
				Após o teste de tracção		Após o teste de fadiga		Total	
	Inicial	Após o teste de tracção	Após o teste de fadiga	cm	%	cm	%	cm	%
A1-1	30,1	30,5	30,6	0,4	1,33	0,1	0,33	0,5	1,66
A1-2	31,8	32,5	32,6	0,7	2,20	0,1	0,31	0,8	2,52
A1-3	33,2	33,5	33,7	0,3	0,90	0,2	0,60	0,5	1,51
A2-1	28,0	28,5	28,5	0,5	1,79	0,0	0,00	0,5	1,79
A2-2	28,6	29,5	29,5	0,9	3,15	0,0	0,00	0,9	3,15
A2-3	29,7	30,2	30,4	0,5	1,68	0,2	0,66	0,7	2,36
A3-1	24,8	25,7	25,8	0,9	3,63	0,1	0,39	1,0	4,03
A3-2	25,8	26,8	26,8	1,0	3,88	0,0	0,00	1,0	3,88
A3-3	26,7	27,9	27,9	1,2	4,49	0,0	0,00	1,2	4,49
A4-1	23,0	24,0	24,3	1,0	4,35	0,3	1,25	1,3	5,65
A4-2	23,8	24,8	25,0	1,0	4,20	0,2	0,81	1,2	5,04
A4-3	24,2	25,5	25,6	1,3	5,37	0,1	0,39	1,4	5,79
A5-1	26,7	27,5	27,5	0,8	3,00	0,0	0,00	0,8	3,00
A5-2	28,1	29,0	29,0	0,9	3,20	0,0	0,00	0,9	3,20
A5-3	29,3	30,0	30,2	0,7	2,39	0,2	0,67	0,9	3,07

Tabela 12: Deformação ocorrida nas amostras com o elastano B (44 dtex), 24 horas após os ensaios

Amostra	Largura (cm)			Aumento de largura					
				Após o teste traccção		Após o teste de fadiga		Total	
	Inicial	Após o teste de traccção	Após o teste de fadiga	cm	%	cm	%	cm	%
B1-1	30,2	30,4	30,4	0,2	0,66	0,0	0,00	0,2	0,66
B1-2	30,5	30,6	30,7	0,1	0,33	0,1	0,33	0,2	0,66
B1-3	31,4	31,7	31,9	0,3	0,96	0,2	0,63	0,5	1,59
B2-1	27,6	27,7	27,8	0,1	0,36	0,1	0,36	0,2	0,72
B2-2	27,9	28,3	28,4	0,4	1,43	0,1	0,35	0,5	1,79
B2-3	28,3	28,9	29,0	0,6	2,12	0,1	0,35	0,7	2,47
B3-1	25,6	26,0	26,0	0,4	1,56	0,0	0,00	0,4	1,56
B3-2	26,0	26,6	26,7	0,6	2,31	0,1	0,38	0,7	2,69
B3-3	26,3	27,1	27,2	0,8	3,04	0,1	0,37	0,9	3,42
B4-1	22,7	23,4	23,4	0,7	3,08	0,0	0,00	0,7	3,08
B4-2	23,0	24,0	24,0	1,0	4,35	0,0	0,00	1,0	4,35
B4-3	23,4	24,4	24,4	1,0	4,27	0,0	0,00	1,0	4,27
B5-1	26,0	26,3	26,5	0,3	1,15	0,2	0,76	0,5	1,92
B5-2	26,7	26,9	26,9	0,2	0,75	0,0	0,00	0,2	0,75
B5-3	27,3	27,7	28,0	0,4	1,47	0,3	1,08	0,7	2,56

A percentagem do aumento das dimensões - largura - foi calculada através da relação entre a diferencial das larguras obtidas e a largura inicial.

3.2.1 - Testes de Traccção - Método da Tira

O objectivo deste teste foi determinar a força máxima que cada uma das amostras em estudo é capaz de suportar. Serviu também para determinar:

- Qual a influência do elastómero no alongamento e na força de rotura;
- Qual a influência da estrutura de malha no alongamento e na força de rotura;
- Qual a influência do comprimento da laçada no alongamento e na força de rotura;
- Foi também realizada uma análise aos dados obtidos da força para alongamento de 30%, 60% e 100%. Com esta análise pretendeu-se determinar a força que estas malhas exerceriam sobre o corpo quando sujeitas a estes alongamentos.

Para a realização destes testes foi necessário realizar uma adaptação à norma NP 181:1989, devido à elevada elasticidade das amostras e aos limites de extensão do dinamómetro

Hounsfield utilizado. Por este motivo foram ensaiados provetes com 5 cm entre maxilas. A pré-tensão aplicada foi de 0.1N.

Só foram ensaiados provetes no sentido das fileiras, por limitação de tempo e também pelo facto de se pretender conhecer o efeito de compressão que será maioritariamente exercido no sentido das fileiras. Acresce ainda que o teste de tracção do tubo é realizado nesta direcção. Para cada tipo de malha em estudo foram ensaiados 10 provetes.

3.2.2 - Testes de Tracção dos Tubos de Malha

Este teste baseou-se num procedimento não normalizado e desenvolvido na UM que consistia na colocação de dois tubos plásticos rígidos dentro do tubo de malha a ensaiar. Estes tubos plásticos seriam suportados por duas estruturas metálicas presas às maxilas. A velocidade das maxilas foi de 150 mm/min.

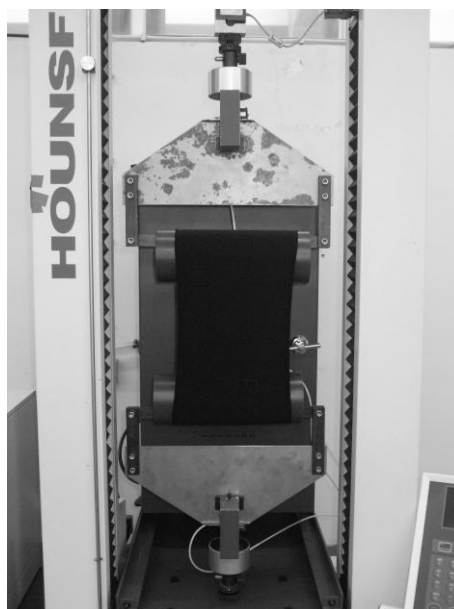


Figura 41: Amostra dos testes dos tubos de malha

Com este teste pretendeu-se determinar a força e a compressão que os diferentes tipos de malhas produzidas exerceriam sobre o corpo para perímetros entre os 62 e os 110 cm.

O perímetro inicial de 62 cm determinou-se baseado no pressuposto, que deveria ser inferior ao perímetro mínimo para a cintura feminina - 66 cm - correspondente ao tamanho 36, e não permitir que os provetes ficassem muito esticados nem suspensos. Como se pode verificar pela figura seguinte aos 62 cm só as amostras A1-2, A1-3 e B1-3 é que ficavam ligeiramente

suspensas, enquanto as restantes tinham que ser esticadas. Por este motivo optou-se por este perímetro inicial, para todos os ensaios dos tubos de malha.

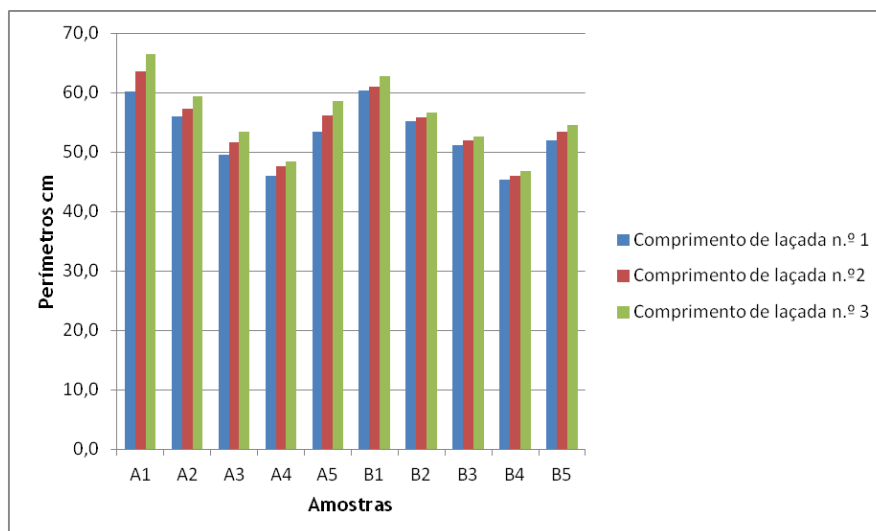


Figura 42: Perímetro inicial das amostras.

O perímetro de 110 cm corresponde a 2 cm acima do perímetro indicado dos quadris masculinos e femininos, para o tamanho 46 das tabelas usadas como referência. As malhas em estudo são normalmente utilizadas para tamanhos médios 36-38. Este ensaio permitirá observar não só o comportamento para esses tamanhos médios como também para os tamanhos maiores.

3.2.3 - Testes de Tracção à Fadiga dos Tubos de Malha

O teste de fadiga seguiu o procedimento do teste de tracção do tubo, mas envolvendo cinco ciclos de tracção seguidos de relaxamento, tendo-se registado os valores das curvas ascendentes e descendentes, para a força máxima e recuperação elástica, e o efeito histerético correspondente. A velocidade das maxilas foi de 150 mm/min e a pré-tensão de 0.5N. As distâncias entre maxilas correspondiam a um perímetro de 62 cm na posição inicial e a um perímetro de 100 cm para o alongamento máximo.

Com este teste seria possível observar se as malhas em estudo reduziam a sua capacidade de compressão, ao não recuperarem completamente o seu comprimento inicial e se o seu efeito de compressão se degradava ao longo dos ciclos de tracção. Foi ensaiado apenas para um determinado perímetro de 100 cm, que corresponde a um alongamento de 61%. Esta condição de ensaio configura uma situação limite para estas malhas que naturalmente seriam menos esforçadas caso se realizassem ensaios menos exigentes.

Devido ao facto de nem todos os tubos apresentarem o mesmo perímetro, o tubo de plástico inferior nem sempre ficava fixo no suporte mas sim a baloiçar. Por este motivo as amostras não esticaram todas a mesma percentagem mas sim até ao valor absoluto de 100 cm de perímetro. Para evitar que o baloiçar interferisse nos resultados foi necessário aplicar uma pré-tensão de 0.5N. Mesmo assim foi possível observar nos gráficos de fadiga a curva referente ao momento em que o tubo se encontrava suspenso e suportado apenas pela malha.

3.3 - Resultados

3.3.1 - Teste de Tracção - Método da Tira

Os resultados médios, para os ensaios do método da tira, foram os que a seguir se apresentam.

Tabela 13: Valores de alongamento e força de rotura das amostras A (17 dtex)

Amostra	Along. Rot. (%)		Força Rot. (N)	
	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
A1-1	560,0	29,00	397,7	39,02
A1-2	631,4	19,60	368,5	25,47
A1-3	670,0	29,98	351,9	14,89
A2-1	487,6	14,70	502,5	32,69
A2-2	552,4	6,65	470,9	8,86
A2-3	596,2	15,22	426,9	18,51
A3-1	514,8	13,99	651,9	24,33
A3-2	530,8	15,73	528,3	18,18
A3-3	538,7	8,55	438,7	4,92
A4-1	501,0	12,23	871,6	20,21
A4-2	532,8	7,96	851,0	22,19
A4-3	577,0	7,38	831,6	12,29
A5-1	541,6	19,13	490,9	25,36
A5-2	592,2	9,02	451,5	14,57
A5-3	651,2	20,44	411,2	17,57

Tabela 14: Valores de alongamento e força de rotura das amostras B (44 dtex)

Amostra	Along. Rot. (%)		Força Rot. (N)	
	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
B1-1	596,7	25,31	434,0	28,63
B1-2	722,0	22,27	427,0	23,37
B1-3	796,2	22,20	397,0	18,01
B2-1	544,6	17,33	588,4	23,83
B2-2	633,0	11,94	565,1	20,34
B2-3	708,4	9,51	529,6	9,51
B3-1	521,1	8,82	695,9	13,12
B3-2	553,4	10,76	592,4	13,29
B3-3	570,4	9,55	495,9	5,20
B4-1	539,6	11,54	927,5	33,82
B4-2	590,4	9,13	957,2	13,04
B4-3	641,0	7,96	932,2	13,70
B5-1	594,8	25,46	532,2	23,39
B5-2	676,4	13,09	492,7	14,05
B5-3	730,0	16,81	466,7	17,68

Se compararmos as curvas médias para os vários ensaios obtêm-se os resultados que a seguir se apresentam.

Em função da estrutura de malha, temos os seguintes resultados:

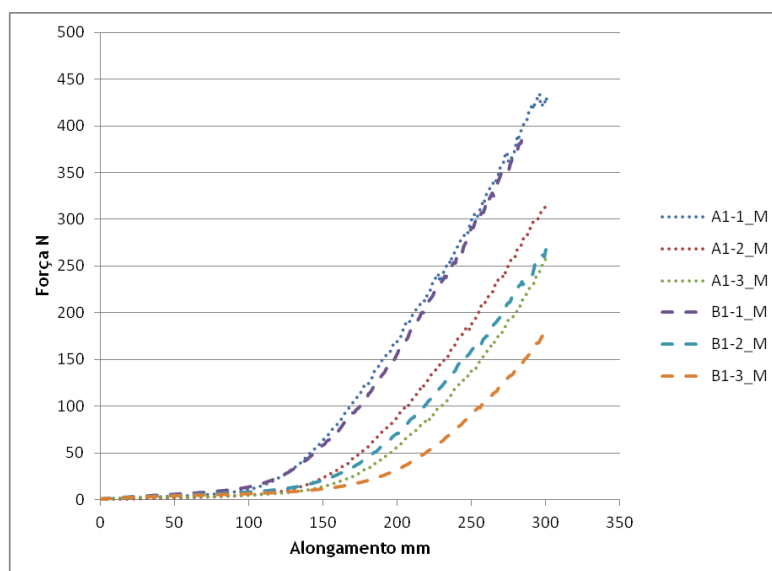


Figura 43: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 1.

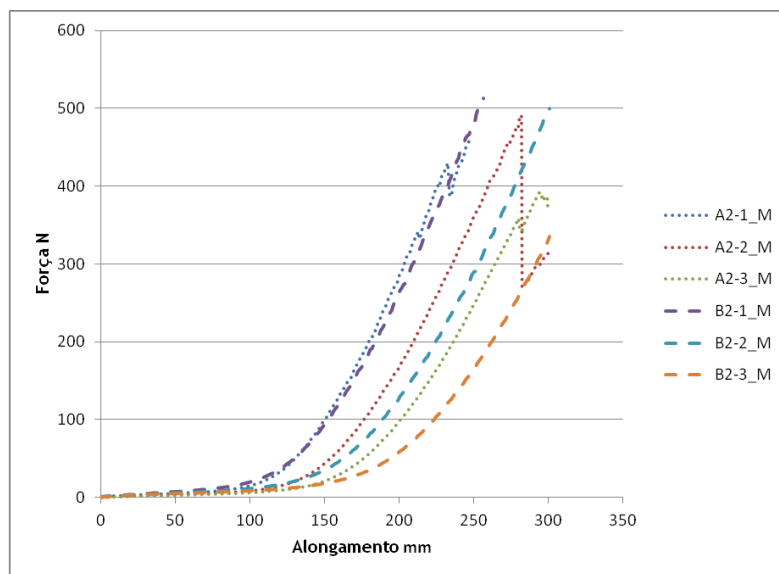


Figura 44: Curvas médias para o ensaio de tração das amostras com a estrutura de malha 2.

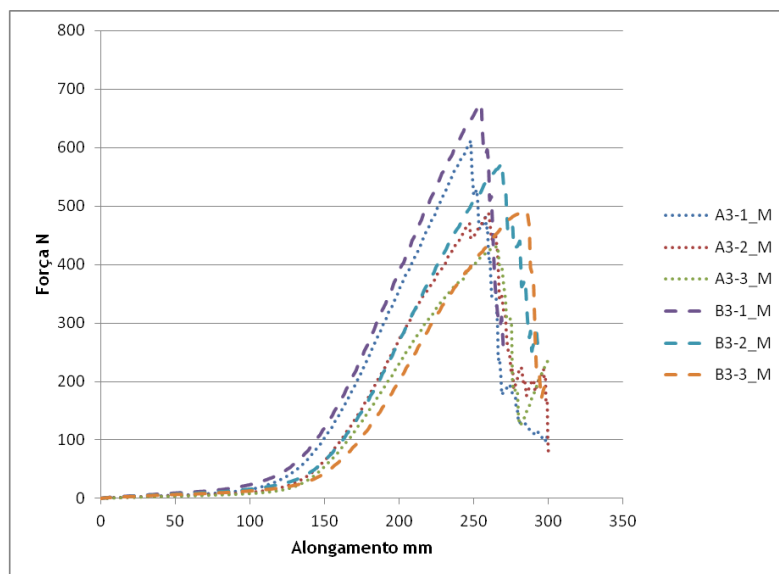


Figura 45: Curvas médias para o ensaio de tração das amostras com a estrutura de malha 3.

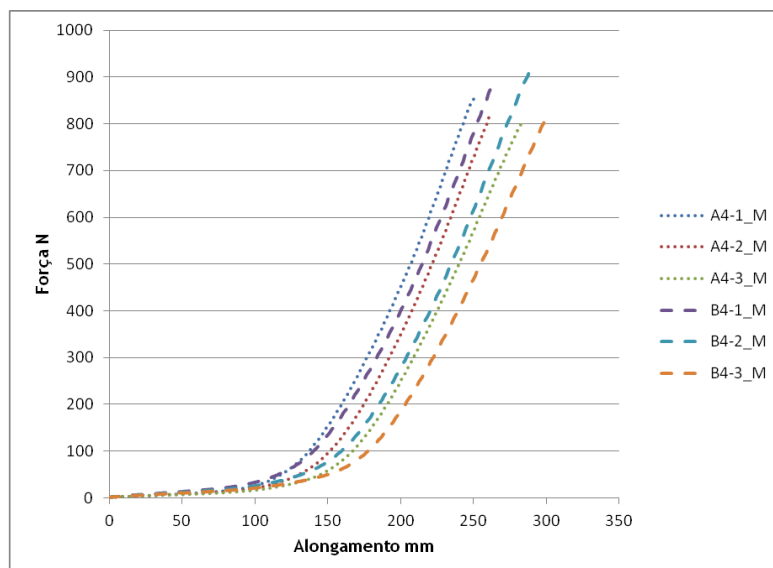


Figura 46: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 4.

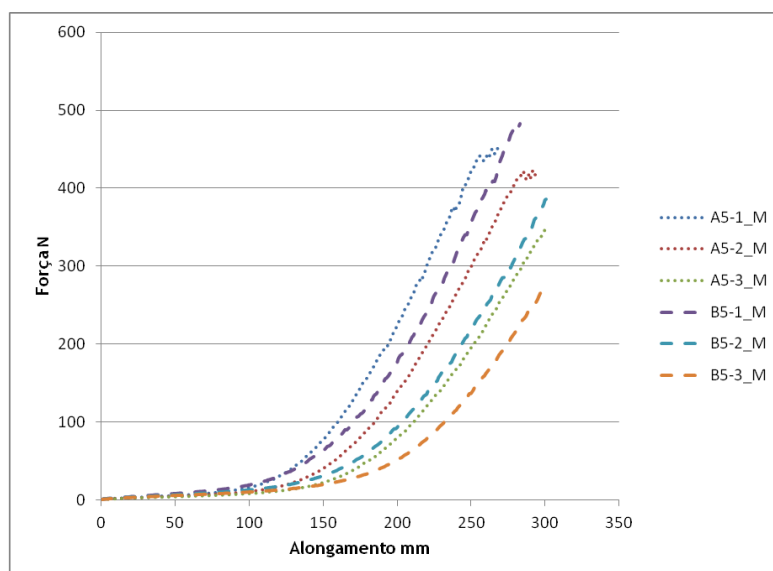


Figura 47: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com a estrutura de malha 5.

Estes gráficos mostram o comportamento médio das curvas carga-alongamento para as cinco estruturas ensaiadas, alterando a massa linear do elastano e o comprimento de laçada.

Regra geral vê-se que à medida que o comprimento de laçada diminui, mais a curva com elastano mais fino se aproxima do elastano mais grosso. Também se observa que o elastano tem algum efeito, mas parece ser mais importante o efeito do comprimento de laçada. Ainda assim esta observação é discutível.

Quanto maior a resistência da malha, menor é o alongamento.

Há uma estrutura que se destaca das restantes e que é a estrutura 4 em termos de resistência.

Em função do comprimento de laçada para as várias estruturas, temos os seguintes resultados:

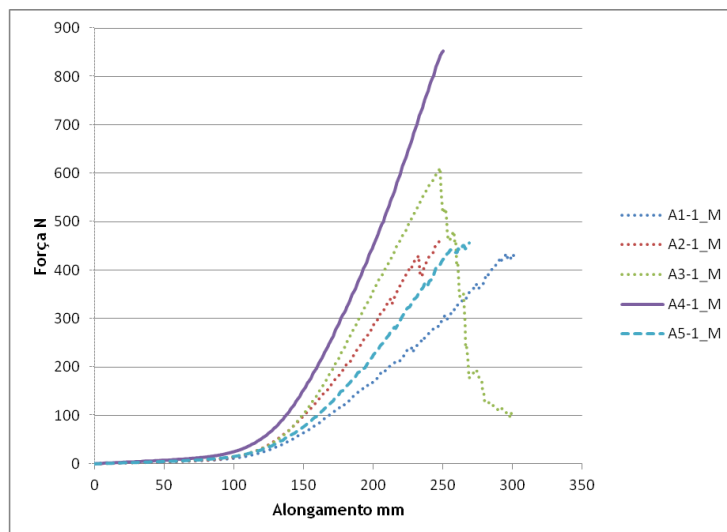


Figura 48: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano A (17 dtex) e o comprimento de laçada 1.

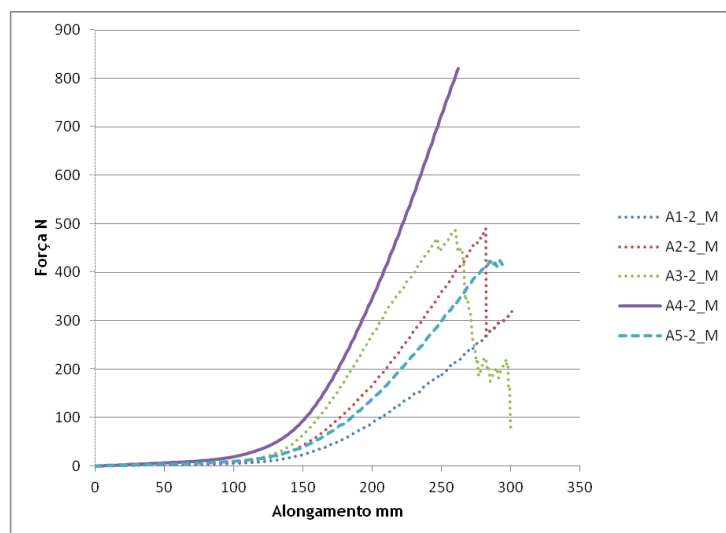


Figura 49: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano A (17 dtex) e o comprimento de laçada 2.

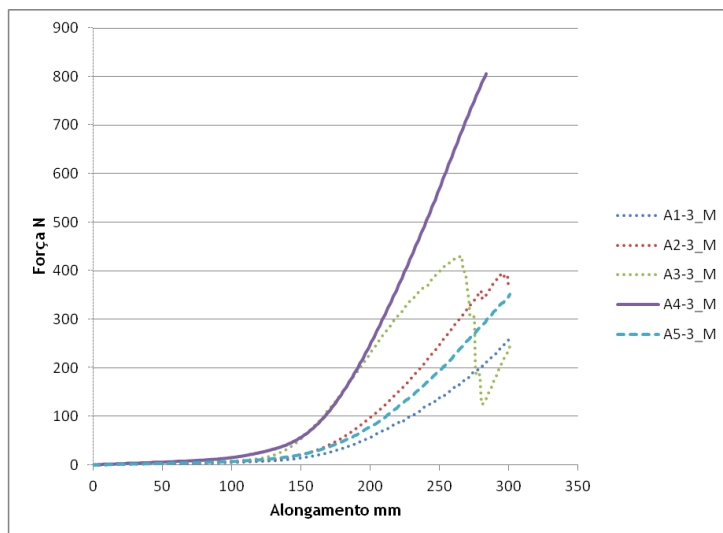


Figura 50: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano A (17 dtex) e o comprimento de laçada 3.

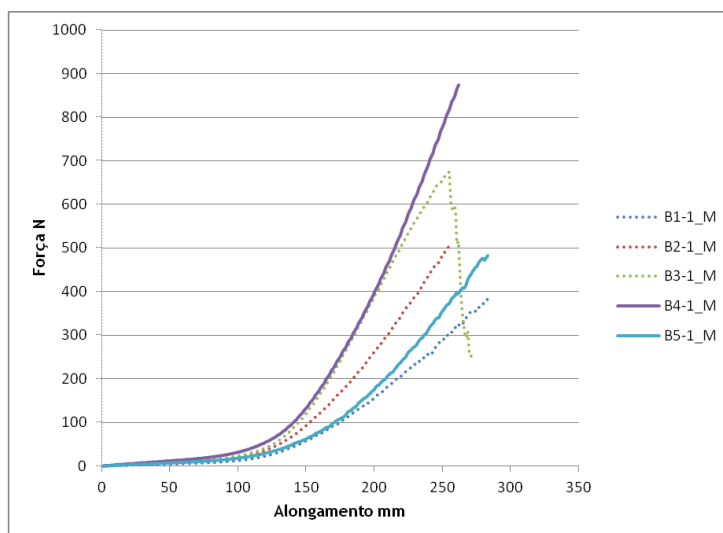


Figura 51: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano B (44 dtex) e o comprimento de laçada 1.

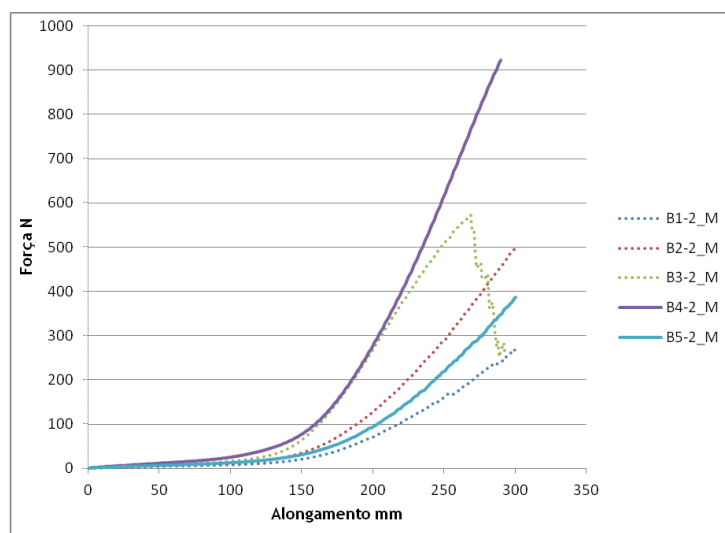


Figura 52: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano B (44 dtex) e o comprimento de laçada 2.

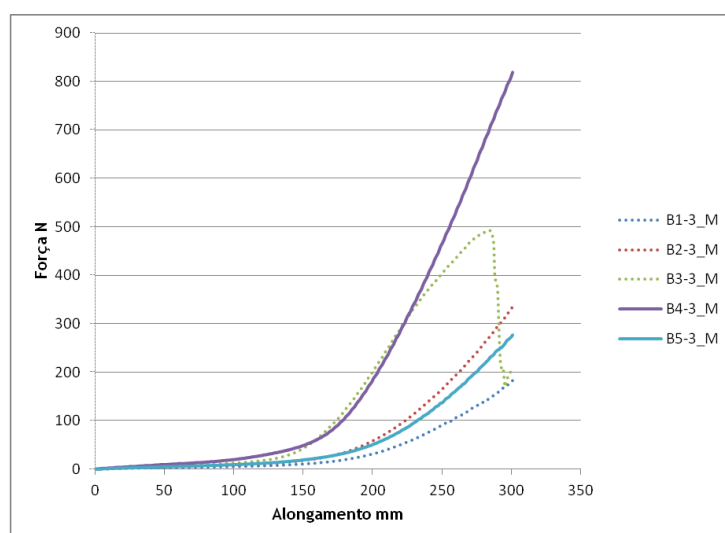


Figura 53: Curvas médias para o ensaio de tracção das amostras com o elastano B (44 dtex) e o comprimento de laçada 3.

Estes gráficos apresentam diferentes estruturas para um mesmo comprimento de laçada e massa linear do elastano. É possível fazer uma observação considerando um mesmo comprimento de laçada e variando a massa linear do elastano como considerando o mesmo elastano e fazendo variar o comprimento de laçada.

De uma forma geral observa-se que é a estrutura número 4 que apresenta as maiores forças de tracção para um mesmo alongamento, seguida pela estrutura 3. Observa-se ainda duas zonas características na curva carga-alongamento: uma primeira zona em que pouca força de tracção permite alongamentos acentuados e uma segunda zona em que é necessário aumentar significativamente a força de tracção para obter alongamentos ainda assim menores que na

primeira zona. Identifica-se uma região de transição, traduzida por uma relação não linear entre força e alongamento. Nas duas zonas essa relação é de um modo geral muito próxima da linear, o que poderá permitir a obtenção de equações de regressão para previsão de forças de compressão. A ordem das curvas carga-alongamento é sempre a mesma.

No caso da variação do comprimento de laçada, mantendo o elastano, observa-se que à medida que o comprimento de laçada aumenta, a primeira zona identificada para baixas forças e grandes alongamentos aumenta. Observa-se igualmente que para valores mais elevados do comprimento de laçada as curvas das estruturas tendem a afastar-se da estrutura 4.

No caso da variação do elastano, mantendo o comprimento de laçada, e considerando o comprimento de laçada menor, há uma diferença entre a curva carga-alongamento da estrutura 4 para as restantes, muito semelhantes entre si quando o elastano é o mais fino. Curiosamente passam a existir diferenças entre as estruturas quando o elastano é mais grosso, o que indica a influência que este parâmetro pode ter e que se assume até importante face à estrutura da malha. Observa-se também uma maior aproximação da estrutura 3 à 4, embora nunca atingindo os mesmos valores máximos, mais marcante quando o elastano é mais grosso.

Influência da Estrutura de Malha e do Elastômero na Compressão das Malhas Seamless

Para alongamentos de 30%, 60% e 100% os valores de força obtidos são os que a seguir se apresentam.

Tabela 15: Valores da força exercida para 30%, 60% e 100% do alongamento, para as amostras A (17 dtex)

Amostra	Força 30% Along. (N)		Força 60% Along. (N)		Força 100% Along. (N)	
	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
A1-1	1,8	0,23	2,7	0,33	3,8	0,23
A1-2	0,7	0,27	1,2	0,43	2,0	0,49
A1-3	1,6	0,44	2,3	0,38	2,8	0,38
A2-1	1,9	0,36	3,1	0,25	4,7	0,34
A2-2	1,8	0,26	2,7	0,26	3,9	0,21
A2-3	1,5	0,09	2,5	0,03	3,3	0,24
A3-1	2,3	0,00	3,8	0,00	5,5	0,34
A3-2	1,6	0,25	3,0	0,00	4,5	0,00
A3-3	1,5	0,00	2,6	0,16	4,0	0,00
A4-1	2,9	0,32	5,0	0,00	7,9	0,32
A4-2	2,1	0,32	4,0	0,00	7,0	0,00
A4-3	2,0	0,00	4,0	0,00	6,1	0,32
A5-1	2,2	0,16	3,1	0,21	5,2	0,18
A5-2	1,7	0,26	3,0	0,16	4,4	0,21
A5-3	1,5	0,04	2,5	0,04	3,6	0,20

Tabela 16: Valores da força exercida para 30%, 60% e 100% do alongamento, para as amostras B (44 dtex)

Amostra	Força 30% Along. (N)		Força 60% Along. (N)		Força 100% Along. (N)	
	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
B1-1	2,1	0,21	3,4	0,13	5,4	0,27
B1-2	2,0	0,37	3,0	0,42	4,5	0,39
B1-3	1,7	0,34	2,7	0,31	3,8	0,29
B2-1	3,0	0,00	5,1	0,34	7,5	0,00
B2-2	2,1	0,52	3,6	0,60	5,7	0,37
B2-3	2,4	0,22	3,8	0,00	5,3	0,00
B3-1	3,7	0,25	6,0	0,00	9,2	0,39
B3-2	2,9	0,22	5,1	0,52	7,6	0,25
B3-3	2,9	0,21	4,5	0,00	6,9	0,21
B4-1	4,4	0,52	8,0	0,16	12,3	0,42
B4-2	4,0	0,00	7,8	0,42	11,5	0,53
B4-3	4,0	0,00	6,2	0,42	10,0	0,00
B5-1	3,0	0,00	5,0	0,38	7,5	0,00
B5-2	2,6	0,26	4,3	0,26	6,1	0,21
B5-3	2,2	0,26	3,6	0,16	5,3	0,26

Durante os ensaios, do método da tira, registaram-se picos de queda da força de rotura, visíveis nas curvas de carga/alongamento. Estes picos deveram-se à rotura de algumas colunas, perpendiculares ao alongamento. Após uma análise dos provetes verificou-se que a rotura nas colunas provocou a migração do elastano recoberto para as extremidades e no meio da coluna apenas existia o fio de base.

3.3.2 - Teste de Tracção dos Tubos de Malha

Os resultados para os ensaios do teste de tracção dos tubos de malha, para um aumento de perímetro de 62 cm para 110 cm, são os seguintes:

Tabela 17: Valores de força máxima dos tubos de malha para perímetros de 110 cm

Amostra	Força máx (N)		Alongamento máx (%)	
	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
A1-1	17,12	0,340	95,50	0,229
A1-2	14,45	0,361	93,50	0,228
A1-3	12,83	0,425	94,90	0,461
A2-1	29,83	0,596	93,70	0,000
A2-2	21,38	0,404	93,70	0,000
A2-3	16,05	0,087	93,60	0,225
A3-1	43,08	1,520	93,90	0,275
A3-2	32,73	0,539	93,90	0,225
A3-3	24,62	1,750	94,00	0,204
A4-1	80,20	0,212	94,00	0,000
A4-2	58,40	0,318	94,10	0,000
A4-3	47,05	2,799	93,90	0,225
A5-1	35,50	0,212	94,10	0,000
A5-2	25,22	0,513	94,00	0,228
A5-3	17,27	0,202	93,90	0,225
<hr/>				
B1-1	30,72	0,404	93,60	0,225
B1-2	23,10	0,086	93,70	0,000
B1-3	18,72	0,115	93,70	0,680
B2-1	47,45	0,779	93,70	0,000
B2-2	36,85	0,000	93,90	0,225
B2-3	28,67	0,597	93,70	0,393
B3-1	60,80	0,743	94,00	0,000
B3-2	49,33	1,285	94,00	0,228
B3-3	40,57	0,375	94,00	0,228
B4-1	111,80	2,983	94,10	0,000
B4-2	84,10	2,008	93,90	0,168
B4-3	71,80	1,802	94,10	0,063
B5-1	53,20	0,614	93,80	0,204
B5-2	39,88	0,251	94,00	0,228
B5-3	32,62	0,683	93,90	0,225

3.3.3 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha

Os resultados para os ensaios de fadiga dos tubos de malha, para um aumento de perímetro de 62 cm para 100 cm, são os seguintes:

Tabela 18: Força máxima das curvas de histerese das malhas para um perímetro de 100 cm.

Amostra	Força máx (N)					% da Redução da Força máx
	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Curva 4	Curva 5	
A1-1	13,00	12,65	12,65	12,65	12,65	2,69
A1-2	11,35	11,00	10,35	10,00	9,65	14,98
A1-3	8,65	8,35	8,35	8,65	8,65	0,00
A2-1	23,85	23,15	22,85	22,50	22,35	6,29
A2-2	18,85	18,15	17,85	17,50	17,35	7,96
A2-3	12,65	12,15	12,00	12,00	11,85	6,32
A3-1	32,00	30,85	30,15	29,65	29,00	9,38
A3-2	26,65	22,65	22,15	23,85	23,65	11,26
A3-3	22,00	20,15	19,85	19,50	19,35	12,05
A4-1	59,70	57,30	53,35	54,68	54,00	9,55
A4-2	47,50	45,15	44,15	43,50	43,15	9,16
A4-3	40,00	38,00	37,50	36,85	36,50	8,75
A5-1	28,35	27,35	27,00	26,50	26,35	7,05
A5-2	22,15	21,50	21,00	20,85	20,65	6,77
A5-3	17,65	17,00	16,65	16,50	16,35	7,37
B1-1	26,65	26,00	25,65	25,50	25,35	4,88
B1-2	20,85	20,35	20,15	19,85	19,65	5,76
B1-3	17,50	17,15	16,85	16,50	16,50	5,71
B2-1	36,85	35,85	35,15	35,00	34,65	5,97
B2-2	29,15	28,35	27,85	27,50	27,15	6,86
B2-3	24,00	23,35	23,15	22,85	22,50	6,25
B3-1	49,65	47,65	47,00	46,35	46,00	7,35
B3-2	40,85	39,50	38,85	38,50	38,35	6,12
B3-3	32,65	31,85	31,50	31,15	30,85	5,51
B4-1	85,30	81,80	80,70	79,80	78,00	8,56
B4-2	72,30	69,30	68,03	66,98	65,85	8,92
B4-3	58,65	56,33	55,50	55,20	54,83	6,51
B5-1	38,35	37,50	37,35	37,35	37,50	2,22
B5-2	30,35	29,65	29,65	29,35	29,50	2,80
B5-3	25,65	24,65	24,00	23,35	22,85	10,92

Durante os testes de fadiga, e após o teste de tracção, não se observou nos provetes uma degradação do aspecto físico nem visual dos provetes.

3.4 - Interpretação dos Resultados

3.4.1 - Teste de Tracção - Método da Tira

Observou-se que ao aumentar o comprimento da laçada o alongamento à rotura aumenta, para todas as estruturas de malha, como se pode verificar na figura seguinte.

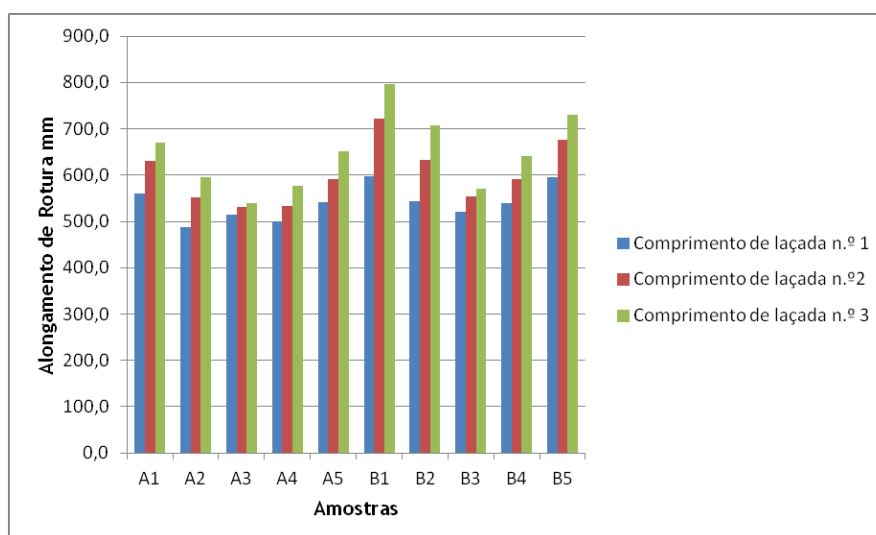


Figura 54: Comparação dos valores de alongamento de rotura para todas as amostras.

As amostras produzidas com o elastano B apresentam maiores percentagens de alongamento à rotura. Tal pode ser explicado pela maior densidade de fileiras por cm nas estruturas de malha com o elastano B do que com o elastano A. A diferença na densidade deve-se:

- Ao facto de o elastano B, por se tratar de um elastano 44 dtex, possuir maior poder de recuperação elástica do que o elastano A, que é um elastano 17 dtex;
- A estiragem da elastano B é superior à do A, respectivamente 3.1 e 2.6. Esta diferença de estiragem faz com que o elastano B se apresente às agulhas mais esticado do que o elastano A, e por isso contraia mais.

Relativamente às estruturas de malha verificou-se que independentemente do ponto de malha, as estruturas 1 e 5 são as que apresentam maior percentagem de alongamento sendo, também, as que apresentam menor densidade de fileiras.

Relativamente às estruturas baseadas em falsos rib, verifica-se que:

- Para o ponto de malha mais apertado a estrutura 2 é a que apresenta menor percentagem de alongamento seguida da 4 e depois da 3, para o elastano A, enquanto que para o elastano B o comportamento é o inverso;
- Para os restantes pontos de malha verifica-se que a percentagem de alongamento aumenta de acordo com a seguinte ordem, estrutura 3, 4 e 2.

Relativamente à força de rotura verificou-se o seguinte:

- Há excepção das amostras B4, para todas as outras, verificou-se que existe uma diminuição da força de rotura à medida que se aumenta o comprimento da laçada, para a mesma estrutura.
- No caso da amostra B4-1 os valores de força de rotura foram superiores ao B4-2 e B4-3. No entanto o B4-3 foi inferior ao B4-2 como aconteceu nas outras amostras.
- Para as mesmas estruturas de malha os valores de força de rotura são sempre superiores no caso das amostras produzidas com o elastano B do que com o elastano A.
- Independentemente do elastano verificou-se o valor da força de rotura aumenta em função das estruturas pela seguinte ordem: 1, 5, 2, 3 e 4. Este aumento coincide com o aumento de laçadas flutuantes nas estruturas e com o aumento da densidade às fileiras.

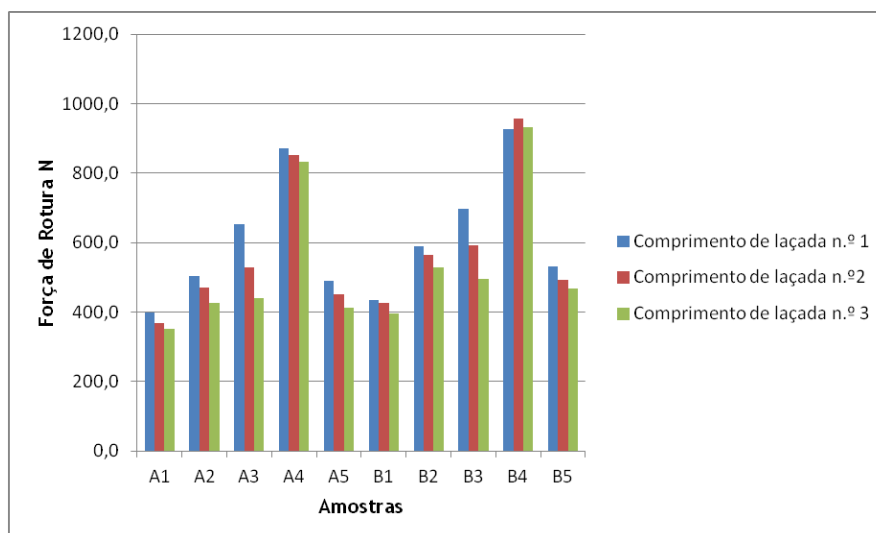


Figura 55: Comparação dos valores de rotura para todas as amostras.

Relativamente aos valores de força para produzir um alongamento de 30% verificou-se que ainda não há um padrão de comportamento definido, que permita afirmar qual é a evolução desta força em função do comportamento da laçada, para a mesma estrutura. Este padrão começa a formar-se aos 60% de alongamento, sendo claro a partir dos 100% de alongamento.

Este padrão mostra que há medida que aumenta o comprimento da laçada diminui a força necessária para produzir a deformação. Esta tendência é mais visível para o elastano B do que para o elastano A, já que as forças necessárias são superiores.

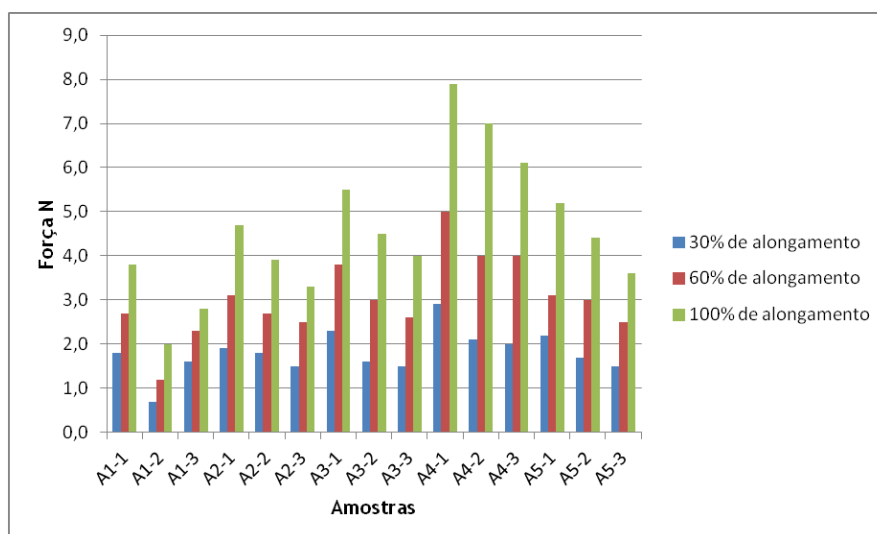


Figura 56: Comparação dos valores de força para produzir diferentes alongamentos, para as amostras com o elastano A (17 dtex).

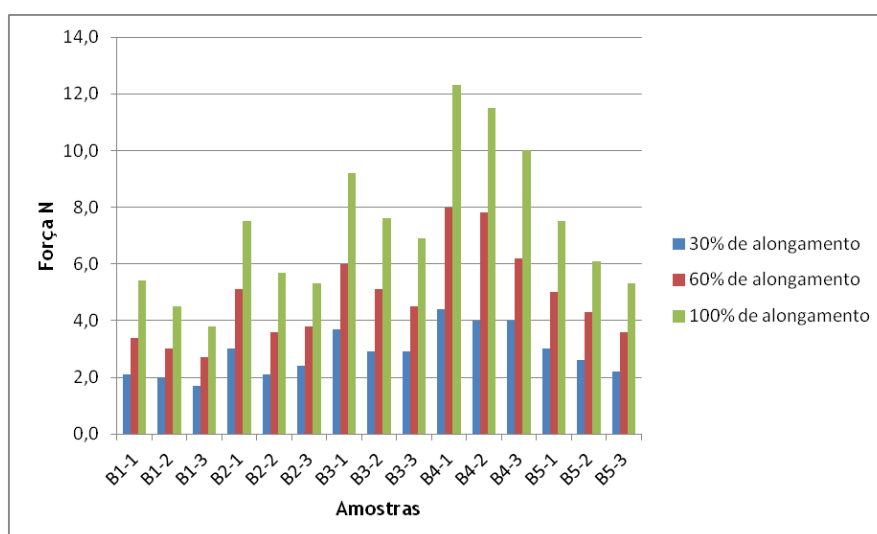


Figura 57: Comparação dos valores de força para produzir diferentes alongamentos, para as amostras com o elastano B (44 dtex).

3.4.2 - Teste de Tracção dos Tubos de Malha

Ao provocar uma deformação nas amostras de 62 cm de perímetro para 110 cm, observa-se o seguinte:

- Se analisarmos os dados em função do grau de aperto observa-se que, para todas as estruturas de malha, à medida que se aumenta o comprimento da laçada diminui a força necessária para produzir a deformação;
- Se analisarmos os dados em função do elastano observa-se que para todas as estruturas e graus de aperto as amostras produzidas com o elastano B oferecem uma maior resistência à deformação;
- Se analisarmos os dados em função das estruturas de malha observa-se que há um aumento da resistência à deformação pela seguinte ordem: 1, 2, 5, 3 e 4. No entanto verifica-se que a diferença de comportamento entre as amostras 2 e 5 são mínimas.

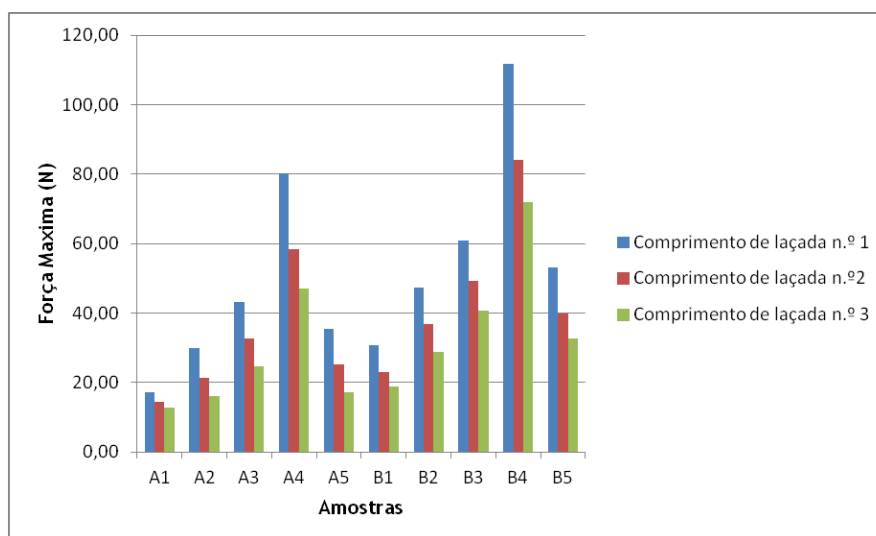


Figura 58: Variação da Força Máxima com o comprimento da laçada.

A deformação provocada pelo teste de tracção nas malhas pode ser analisada na figura seguinte:

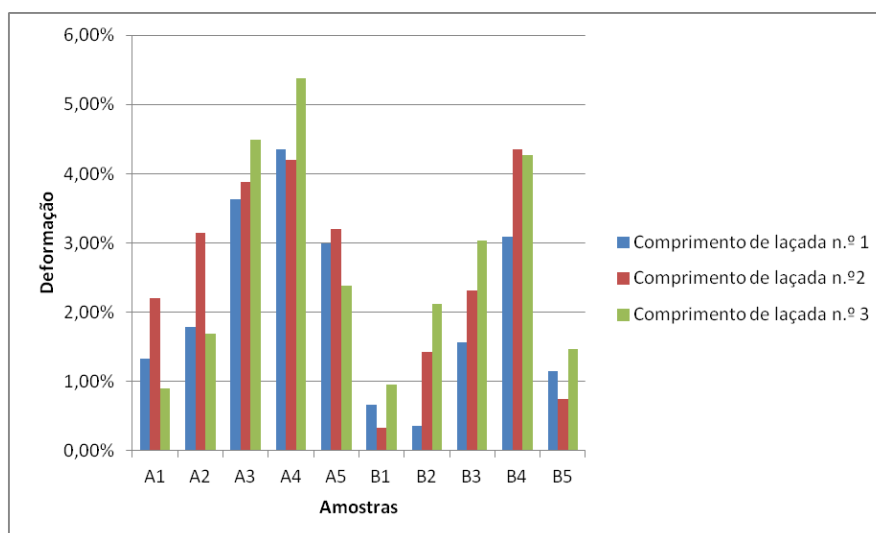


Figura 59: Percentagem de deformação após o teste de tracção.

É possível verificar na figura que no geral as amostras produzidas com o elastano B (44 dtex) sofrem uma menor deformação que as amostras produzidas com o elastano A (17 dtex). Para além disso nota-se uma tendência para a deformação aumentar com o aumento do comprimento da laçada, no caso do elastano B, não sendo tão fácil de ver essa tendência para o elastano A. Relativamente às estruturas de malha, verifica-se que quanto maior o número de laçadas flutuantes maior a deformação ocorrida, estruturas 3 e 4.

3.4.3 - Teste de fadiga dos tubos de malha

Pode-se verificar na figura 60 o seguinte:

Tanto para o elastano A como para o elastano B, parece haver uma tendência para a diminuição da força máxima de tracção com o aumento de comprimento de laçada e consequente diminuição da compressão, como comprovam os gráficos das secções 2.3 à 2.6 do anexo 2.

Para o aumento da largura do provete, passadas 24 horas do ensaio, verificou-se que várias amostras não sofreram deformação, no entanto a única estrutura que apresentou uma deformação nula no sentido das fileiras e das colunas foi a 4, para o elastano B. A mesma estrutura para o elastano A, foi a que apresentou pior desempenho, como se pode observar nas tabelas 11 e 12;

Perante os resultados obtidos verifica-se que as malhas ficam com um alongamento residual após a excursão descendente da força de tracção aplicada ao tubo, o que é indicativo de que as malhas foram esforçadas para além das suas capacidades. O facto de recuperarem ao fim

de algum tempo, na sua totalidade ou apenas em parte indica que as malhas não ficaram definitivamente danificadas, podendo ser usadas em tamanhos superiores de modo a oferecer uma compressão mais elevada. As deformações verificadas de 0.5 a 1 cm são, muitas vezes obtidas na indústria, com um simples “esticão”, mantendo-se estas dimensões com o uso. Por este motivo, torna-se necessário determinar até que perímetro é que ocorre a deformação correspondente ao “esticão” e até que forças de tracção é que poderiam ser sujeitos os tubos de malha, para perímetros e forças de compressão fixos, sem chegarem a uma fase de degradação permanente das suas características mecânicas.

Pode-se ainda especular que, muito provavelmente, um aumento de perímetro de 30%, 60% ou mesmo 100% resultaria numa curva histerética em que o alongamento inicial coincidiria com o alongamento final, após a excursão descendente, o que significaria que a malha recuperava imediatamente a sua forma inicial. Isto a julgar pelas forças que são bem inferiores no ensaio de tracção pelo método da tira e mesmo pelo ensaio de tracção aos tubos.

É de salientar que as malhas com pior desempenho, quanto à recuperação da forma, A4-1 e B5-3 não apresentam deformações muito superiores a 1%, como se observa na tabela 11.

Se observarmos as deformações ocorridas ao longo dos vários testes a que os provetes foram submetidos, verifica-se que para o elastano A (17 dtex) há uma redução da influência do comprimento da laçada na deformação para as estruturas 3, 4 e 5. Para as estruturas 1 e 2 o comprimento de laçada com pior recuperação é o intermédio. Para o elastano B (44 dtex) verifica-se a tendência para a deformação aumentar com o comprimento da laçada, à excepção da estrutura 5.

Ao observar as curvas histeréticas dos testes de fadiga, para várias das amostras, observa-se duas partes. A primeira parte da curva corresponde à parte do ensaio em que a amostra não está a ser sujeita a um alongamento efectivo já que o seu perímetro inicial é superior ao do teste. Nesta zona do gráfico o que se vê é a força exercida para arrastar o tubo de plástico.

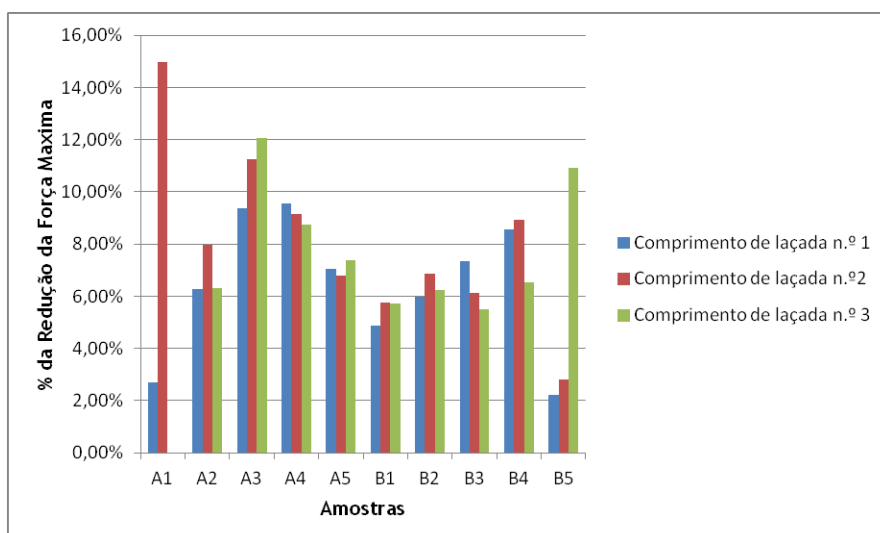


Figura 60: Percentagem de redução da força máxima ao longo do teste de fadiga.

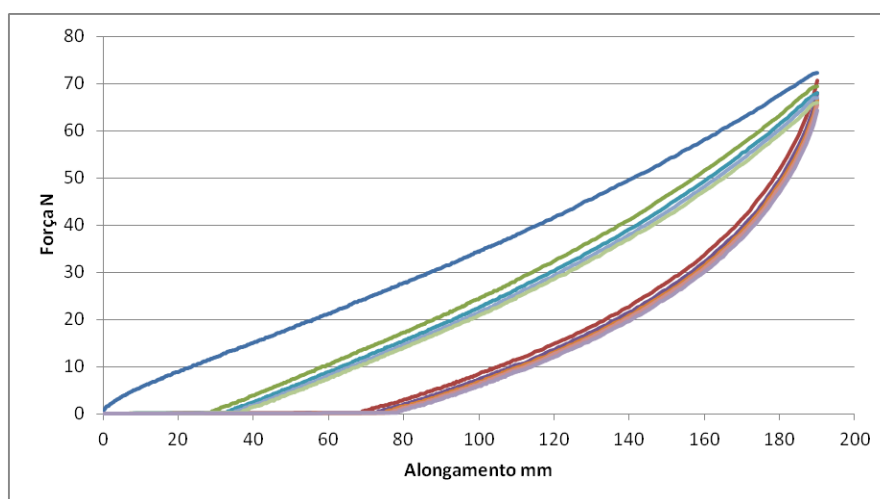


Figura 61: Curva histerética para a amostra B4-2.

No geral, e comparando todas as curvas histeréticas, observa-se o seguinte:

- Independentemente do comprimento de laçada e da estrutura, obtêm-se valores de carga mais elevados para o elastano B do que para o elastano A, para a mesma extensão;
- O padrão de comportamento em função das estruturas é igual para ambas as amostras, decrescendo pela seguinte ordem: 4, 3, 2, 5 e 1. Para o comprimento de laçada maior, para qualquer dos elastanos, verifica-se uma sobreposição das curvas das estruturas 2 e 5. Ou seja, será possível usar a estrutura 5, que pode ter um efeito adicional como por exemplo o de massagem na vez da estrutura 2 conseguindo-se compressões semelhantes.

- Para todas as amostras verifica-se que com o aumento do comprimento da laçada há um maior afastamento da curva descendente da ascendente, o que corresponde a uma maior energia armazenada e que depois é libertada;
- Para o valor de carga zero verifica-se um maior afastamento entre as duas curvas histeréticas, para as amostras produzidas com o elastano B do que com o elastano A. Este facto pode ser atribuído à maior densidade das malhas que conseqüentemente provoquem maior atrito na recuperação elástica, já que como se observou passadas 24 horas dos ensaios, este padrão não se verifica;
- Todas as amostras apresentam um bom comportamento à fadiga, com um ligeiro decréscimo, em particular para as estruturas 4 relativamente às outras como se comprova na tabela 17.

3.4.4 - Análise da compressão das amostras

Considerando que a tensão de conforto, com referido na secção 3.3 do capítulo 2, é 5 N, decidiu-se analisar qual foi a percentagem de alongamento verificado para as malhas em estudo, no teste de tracção pelo método da tira, para a referida força e para a força de 10 N. A força de 10 N corresponde, para as dimensões do provete, a uma pressão de teórica de 15 mmHg, pressão considerada suave, segundo as normas aplicadas às meias medicinais de compressão.

O valor de pressão de 15 mmHg foi obtido através da aplicação das seguintes fórmulas:

$$Pascal = \frac{N}{m^2} \quad (7)$$

$$133,322 \text{ Pascal} = 1 \text{ mmHg} \quad (8)$$

Assim obtiveram-se os seguintes resultados.

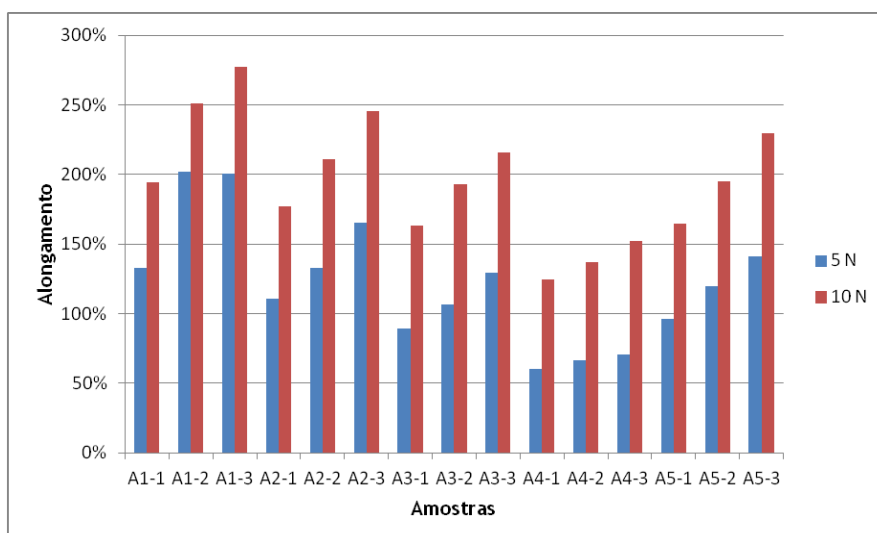


Figura 62: Percentagem de alongamento para as forças de 5 N e 10 N, para o elastano A (17 dtex).

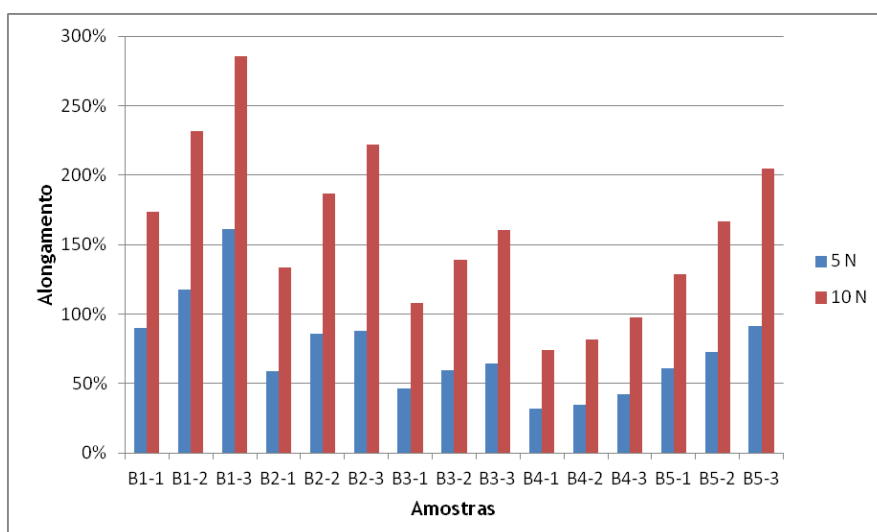


Figura 63: Percentagem de alongamento para as forças de 5 N e 10 N, para o elastano B (44 dtex)

Como se pode verificar nestes gráficos, as malhas que apresentam menores alongamento são as produzidas com a estrutura de malha 4, para ambos os elastanos. No entanto, até 30% de alongamento todas as amostras encontram-se dentro dos limites de conforto. Para o elastano mais grosso verifica-se que as estruturas 3 e 4 ultrapassam os 5 N antes dos 60% de alongamento, enquanto que para o elastano mais fino isso só se verifica para o comprimento de laçada mais pequeno da estrutura 4.

Para se obterem malhas de compressões suaves na ordem dos 15 mmHg, é preciso aplicar alongamentos superiores a 75% para a estrutura 4 e 110 % para a estrutura 3, com elastano mais grosso. Para o elastano mais fino só se obtêm estes valores de força a partir dos 125% para a estrutura 4 e dos 150% para a estrutura 3.

Como se pode verificar pela figura seguinte no ensaio de fadiga as amostras foram sujeitas a valores de alongamento nunca inferiores a 150%, não se tendo verificado degradação dos provetes nem uma redução significativa da resistência. A diferença nos valores de alongamento no teste de fadiga prende-se como o facto de as amostras terem sido esticadas todas até ao mesmo perímetro - 100 cm - independentemente do perímetro inicial que tinham.

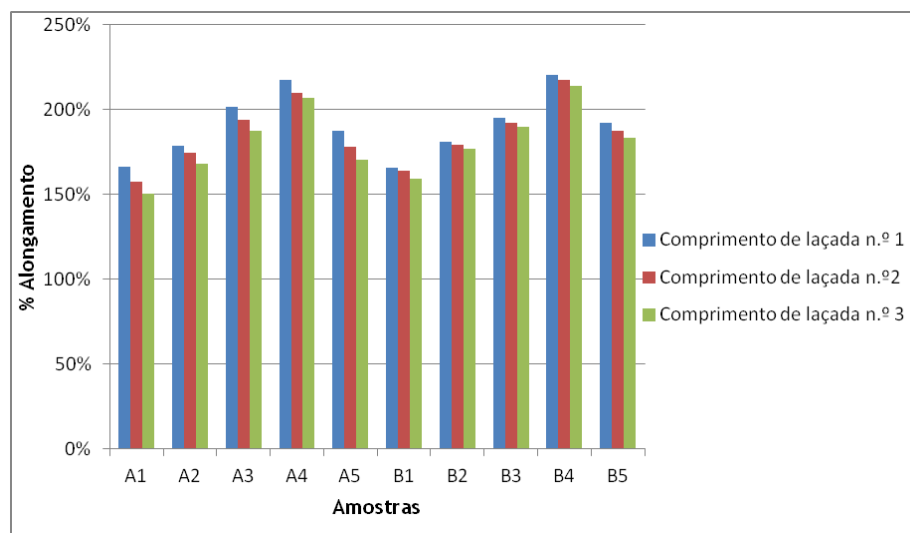


Figura 64: Percentagem de alongamento a que foram submetidas as amostras durante o teste de fadiga.

Assim sendo, ao desenvolver uma peça de vestuário é possível combinar as diferentes selecções para conferir:

- Forma ao vestuário;
- Diferentes compressões em zonas localizadas do corpo.

Desta forma podem-se aplicar as estruturas 3 e 4 na cintura, a 2 nos quadris e combinar a 1 e 2 ou 3 para o tórax e busto, utilizando obrigatoriamente a estrutura 1 para fazer a copa.

No caso de se pretender ter um artigo que ajuste ao corpo mas não comprima deve-se optar pelo elastano mais fino. Em contrapartida se o efeito que se pretende é produzir alguma contenção para criar vestuário *shapewear* deve-se optar pelo elastano mais grosso.

3.4.5 - Análise de Variância com Três Factores para o Teste de Tracção - Método da Tira

Uma vez que foram experimentados três parâmetros de modo a estudar o seu efeito nas malhas, a saber, o comprimento da laçada, a estrutura e a massa linear do elastano, e tendo

observado aparentes relações entre estes parâmetros, parece pertinente prosseguir com um estudo acerca da eventual relação linear entre estes parâmetros. A análise de variância com três factores permite exactamente o estudo da hipótese de relação linear entre três ou mais factores. No presente caso, o desenho da experiência pressupõe $2 \times 3 \times 5 = 30$ combinações. Para o efeito foi utilizado o procedimento GLM seguindo a ANOVA simples do SPSS, versão 18. Foi pedido que se realizasse o estudo considerando em simultâneo os três factores. A aplicação gerou então o quadro que a seguir se apresenta:

Tabela 19: Interação dos três parâmetros em estudo.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Força de Rotura (N)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	9,820E6	29	338626,912	797,235	,000	,988	23119,824	1,000
Intercept	9,723E7	1	9,723E7	228900,270	,000	,999	228900,270	1,000
Elastano	325908,480	1	325908,480	767,292	,000	,740	767,292	1,000
Estrutura	8901087,290	4	2225271,822	5238,997	,000	,987	20955,987	1,000
CompLaç	328853,141	2	164426,571	387,112	,000	,741	774,225	1,000
Elastano * Estrutura	32402,558	4	8100,639	19,071	,000	,220	76,286	1,000
Elastano * CompLaç	6579,039	2	3289,520	7,745	,001	,054	15,489	,948
Estrutura * CompLaç	220653,838	8	27581,730	64,936	,000	,658	519,489	1,000
Elastano * Estrutura * CompLaç	4696,100	8	587,013	1,382	,204	,039	11,056	,626
Error	114682,910	270	424,752					
Total	1,072E8	300						
Corrected Total	9934863,355	299						

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,987)

b. Computed using alpha = ,05

Nesta tabela observam-se as diferentes interações dos três parâmetros, considerados separadamente, dois de cada vez e os três em simultâneo. A coluna identificada como Sig fornece a significância do teste F, que indicará que existe uma interação estatisticamente significativa quando $Sig < 0,05$. Consultando a tabela, pode-se observar que os diferentes parâmetros têm influência na variável em estudo, tanto separadamente como combinados dois a dois. A hipótese de existir uma interação entre as três variáveis é no entanto colocada de parte, pois $sig(F)=0,204$. A coluna logo à direita, que quantifica a percentagem da variância explicada por cada um dos parâmetros deste modelo mostra que os parâmetros quando considerados separadamente apresentam uma percentagem bastante elevada, mantendo-se igualmente elevada para a interação entre a estrutura e o comprimento de laçada (65,8% da variância total), mas em contrapartida com um valor muito baixo para a interação dos três parâmetros (3,9% da variância explicada). As médias marginais apresentam diferenças significativas nos respectivos intervalos de confiança.

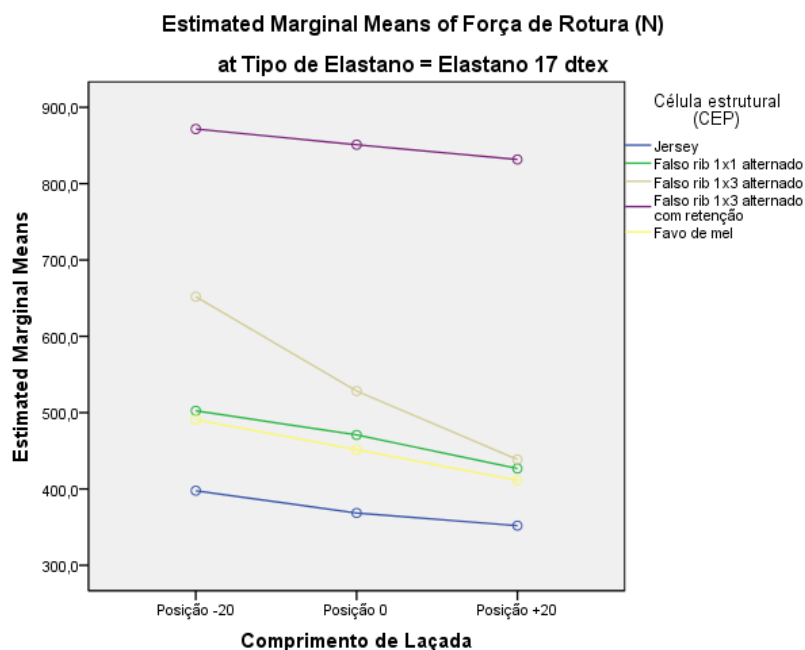


Figura 65: Médias marginais de força de rotura para o elastano A (17 dtex).

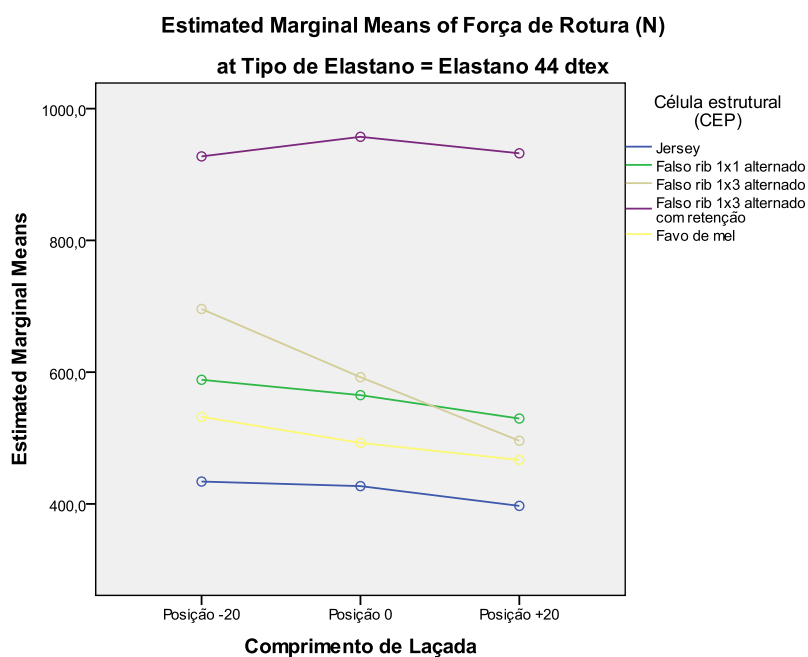


Figura 66: Médias marginais de força de rotura para o elastano B (44 dtex).

As representações dos parâmetros estrutura em função do comprimento de laçada e para cada um dos valores do elastano deveriam apresentar linhas paralelas o que seria revelador

da não interacção entre os factores em estudo. Conforme se observa nestas duas figuras com as médias marginais representadas, existe aproximadamente o mesmo comportamento das linhas que representam as estruturas de malha usadas no estudo, o que pode justificar a ausência de intercepção entre os três parâmetros. No entanto, é importante notar que o teste de hipótese de igualdade do erro da variância falhou, conforme a tabela abaixo atesta.

Tabela 20: Teste de hipótese de igualdade do erro da variância.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Força de Rotura (N)

F	df1	df2	Sig.
2,640	29	270	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Elastano + Estrutura + CompLaç + Elastano * Estrutura + Elastano * CompLaç + Estrutura * CompLaç + Elastano * Estrutura * CompLaç

Assim sendo, prossegue-se para o estudo das interacções lineares que poderão existir duas a duas para os três parâmetros usados durante o trabalho.

Do ponto de vista da interacção entre o comprimento de laçada e a massa linear do elastano, os testes ANOVA a dois factores não indicaram a existência de interacção entre estes dois parâmetros, excepto para a estrutura 4.

Tabela 21: Teste de interacção entre dois parâmetros para a estrutura jersey.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Força de Rotura (N)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	51067,487 ^a	5	10213,497	15,009	,000	,582
Intercept	9409593,611	1	9409593,611	13827,974	,000	,996
Elastano	32610,691	1	32610,691	47,923	,000	,470
CompLaç	17196,976	2	8598,488	12,636	,000	,319
Elastano * CompLaç	1259,820	2	629,910	,926	,402	,033
Error	36745,662	54	680,475			
Total	9497406,760	60				
Corrected Total	87813,149	59				

a. R Squared = ,582 (Adjusted R Squared = ,543)

Tabela 22: Teste de interação entre dois parâmetros para a estrutura falso rib 1x1 alternado.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable:Força de Rotura (N)						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	179733,231 ^a	5	35946,646	84,174	,000	,886
Intercept	1,584E7	1	1,584E7	37101,900	,000	,999
Elastano	133396,780	1	133396,780	312,366	,000	,853
CompLaç	45634,185	2	22817,093	53,429	,000	,664
Elastano * CompLaç	702,265	2	351,133	,822	,445	,030
Error	23060,839	54	427,053			
Total	1,605E7	60				
Corrected Total	202794,070	59				

a. R Squared = ,886 (Adjusted R Squared = ,876)

Tabela 23: Teste de interação entre dois parâmetros para a estrutura falso rib 1x3 alternado.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable:Força de Rotura (N)						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	475019,483 ^a	5	95003,897	430,989	,000	,976
Intercept	1,930E7	1	1,930E7	87558,276	,000	,999
Elastano	45540,150	1	45540,150	206,595	,000	,793
CompLaç	428436,233	2	214218,117	971,809	,000	,973
Elastano * CompLaç	1043,100	2	521,550	2,366	,104	,081
Error	11903,350	54	220,432			
Total	1,979E7	60				
Corrected Total	486922,833	59				

a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,973)

Tabela 24: Teste de interacção entre dois parâmetros para a estrutura falso rib 1x3 alternado com retenção em 3 alimentadores.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable:Força de Rotura (N)						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	128118,483 ^a	5	25623,697	60,206	,000	,848
Intercept	4,808E7	1	4,808E7	112972,234	,000	1,000
Elastano	115018,817	1	115018,817	270,250	,000	,833
CompLaç	5500,433	2	2750,217	6,462	,003	,193
Elastano * CompLaç	7599,233	2	3799,617	8,928	,000	,248
Error	22982,500	54	425,602			
Total	4,823E7	60				
Corrected Total	151100,983	59				

a. R Squared = ,848 (Adjusted R Squared = ,834)

Tabela 25: Teste de interacção entre dois parâmetros para a estrutura favo de mel.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable:Força de Rotura (N)						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	85154,471 ^a	5	17030,894	46,005	,000	,810
Intercept	1,349E7	1	1,349E7	36442,620	,000	,999
Elastano	31744,600	1	31744,600	85,751	,000	,614
CompLaç	52739,150	2	26369,575	71,231	,000	,725
Elastano * CompLaç	670,720	2	335,360	,906	,410	,032
Error	19990,559	54	370,196			
Total	1,360E7	60				
Corrected Total	105145,030	59				

a. R Squared = ,810 (Adjusted R Squared = ,792)

O estudo da interacção entre a estrutura e o comprimento de laçada revelou que existe essa interacção. Já no caso da interacção entre a massa linear do elastómero e da estrutura também se observou a possível existência de uma relação estatisticamente significativa. Os resultados obtidos corroboram em grande parte as conclusões tiradas a partir da tabela 19, ou seja que existem relações lineares entre os parâmetros em estudo quando considerados dois a dois. A excepção observada foi para a interacção entre o elastano e o comprimento de laçada, na qual apenas a estrutura 4 apresenta essa interacção como sendo estatisticamente significativa.

Como nota final, é conveniente observar que a interacção que poderia existir entre estes três parâmetros recorre a um modelo linear, o que pressupõe uma relação linear entre os mesmos. O facto de o teste ANOVA conduzir a um resultado no qual não há razões para crer que existe

interacção entre os três parâmetros em estudo não significa que não existe relação entre eles. Poderá muito bem existir uma relação não linear, que deverá ser explorada. As relações lineares existentes dois a dois parâmetros pode justificar o resultado obtido.

Capítulo 4 - Conclusão e Perspectivas Futuras

4.1 - Conclusão

Através da realização deste trabalho foi possível confirmar algumas suposições empíricas resultantes da experiência diária da indústria seamless. Ao utilizar-se um elastano mais grosso obtêm-se malhas ligeiramente mais apertadas e bastante mais rígidas. Quanto à resistência à fadiga foi possível concluir que as malhas com o elastano B apresentam maiores forças e que têm tendência para alongamento zero, como se pode verificar nos gráficos da secção 2.3 do anexo 2. Para as malhas em estudo verificou-se que para alongamentos até 100%, nos tubos de malha, não era necessário aplicar uma força elevada para provocar grandes deformações.

Comparando os resultados dos dois testes de tracção não se pode concluir que exista uma relação entre os resultados já que há uma mudança de posição na resistência à deformação entre as estruturas 2 e 5, como se pode verificar nas tabelas 11, 12, 13 e 14. No entanto pode-se concluir que existe uma relação entre o aumento do comprimento da laçada, o aumento de alongamento e a redução da compressão das malhas. Existe também uma relação entre o aumento da densidade linear do elastano com o aumento de alongamento e o aumento da compressão das malhas.

Ao observar-se os resultados obtidos verifica-se que quando se pretende desenvolver artigos de compressão deve-se dar preferência a elastanos mais fortes porque oferecem maior resistência à deformação.

A estrutura que apresenta melhores valores de resistência à tracção é a 4 seguida de 3, levando a especular que para se quer criar o efeito *push-up* deve-se dar preferência a estruturas derivadas de falsos rib, com bastantes laçadas flutuantes. Estas estruturas também são as mais adequadas para artigos de compressão.

Para criar malhas de baixa compressão deve-se optar por estruturas Jersey ou com poucas laçadas flutuantes, elastanos mais finos e comprimentos de laçada maiores.

Nos artigos de desporto devem-se evitar comprimentos de laçada pequenos porque tornam as malhas mais rígidas e reduzem a liberdade de movimentos. Como se viu no capítulo 2 é preferível, sempre que possível, optar por sobreposição de malhas para aumentar a compressão, do que usar malhas muito rígidas.

Nos testes ANOVA não se observa uma relação linear entre estas três variáveis, apesar de os ensaios de tracção indicarem que há uma relação entre elas. Tal facto leva a concluir que se deveriam realizar desenvolvimentos estatísticos com regressões não lineares para comprovar esta relação.

Pode-se ainda concluir que se pretendermos uma peça para tamanho M, com uma compressão semelhante às forças máximas que se obtiveram, teremos de reduzir o perímetro original da malha, recorrendo a teares de diâmetro inferior. É também possível determinar a compressão que uma malha vai ter para determinado tamanho a partir do perímetro inicial, no entanto são necessários mais estudos para determinar uma tabela que relacione estes parâmetros.

Este trabalho permitiu também concluir que para alongamentos até 100% as malhas apresentam bom comportamento à fadiga já que as forças necessárias para provocar esta deformação são baixas.

4.2 - Perspectivas Futuras

No decorrer deste trabalho alguns problemas foram-se levantando como o excessivo alongamento das malhas e o escorregamento das mesmas nas maxilas nos ensaios de tracção. Alguns destes problemas foram solucionados modificando as dimensões dos provetes e utilizando maxilas revestidas a borracha, assim como a utilização dos tubos de malha em toda a sua largura. No entanto tantos percalços impediram que se fosse mais longe na componente experimental tanto por falta de tempo como por se ter gasto grande parte da matéria-prima a tentar definir a metodologia dos ensaios.

Assim sendo há muitas outras questões que se levantaram e que podem servir para futuros trabalhos, tais como:

- Realizar testes tracção das malhas no sentido das colunas, para verificar o nível de contracção neste sentido;
- Verificar qual a influência da estiragem na recuperação das malhas e na fadiga;
- Repetir os testes de tracção dos tubos com malhas produzidas em teares de menor diâmetro até à rotura para comparar os resultados com os da tira, para ver se se assemelham.
- Realizar testes de fadiga que simulem o uso - vestir e lavar, para determinar a duração das características de contracção e desgaste visual.
- Desenvolver malhas combinando diferentes estruturas - patchwork - para simular a força das malhas para o tórax e anca para tamanhos específicos, com distribuição das diferentes estruturas em função das necessidades de para parte do corpo;

- Desenvolver malhas com diferentes tensões de entrada dos fios, para analisar este parâmetro no comportamento das malhas de compressão;
- Realizar testes com outras estruturas, falsos rib 1x1, 1x2, 1x3, etc., para ver se os comportamentos são análogos aos resultados obtidos para os falsos rib alternados.
- Realizar para os parâmetros em estudo, neste trabalho, tabelas que os relacionem com a compressão das malhas em função do alongamento.

Tal como referido anteriormente este trabalho pretende ser um ponto de partida para futuros estudos que conduzam a novos artigos capazes de responder às necessidades do mercado.

5 - Referências Bibliográficas

5.1 - Bibliografia

- 📖 Adanur, Sabit et al, Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles, USA, Lancaster, Technomic Publishing CO., Inc., 1995
- 📖 Araújo, M. e Castro, E., Manual de Engenharia Têxtil - 1º vol, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1986
- 📖 Araújo, M., Tecnologia de Vestuário, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1996
- 📖 Booth, J.E., Principles of Textile Testing, London, Newnes - Britterworths, 1968
- 📖 Branco, Carlos Moura, Mecânica dos Materiais, Teoria e Aplicações, Portugal, McGraw - Hill, 1989
- 📖 Carmo, S. tal, Atualidades na Assistência de Enfermagem a Portadores de Úlcera Venosa, Revista Electrónica de Enfermagem, Vol. 9, n.º 2, 2007
- 📖 Choi, W. e Powell, N., Three Dimensional Seamless Garment Knitting on V-Bed Flat Knitting Machines, North Carolina State University, Jornal of Textile and Apparel. Technology and Manegement, Vol 4, Issue 3, Spring 2005
- 📖 Cornu-Thenard, A et al, Superimposed elastic Stocking: Pressure Measurements, American Society for Dermatologic, Inc, Blackwell Publishing, 2006
- 📖 Furter, R., Sterngh and Elongation Testing of Single and Ply Yarns: Experience with USTER Tensile Testing Installations, Manchester, England, The Textile Institute and Zellweger Uster Ltd., 1985
- 📖 Geraldes, M., Tecnologia de Malhas, Universidade da Beira Interior, 2003
- 📖 Gonçalves, E. e Lopes, L., Ergonomia no Vestuário: Conceito de Conforto como Valor Agregado ao Produto de Moda, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007
- 📖 Han, Patricia, Tensile Testing, USA, ASM International, 1996
- 📖 Magnus, E., Broega, A. E Catarino, A., Tecnologia Seamless: Perspectiva Futuras, 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2010
- 📖 Magnus, E., Broega, A. E Catarino, A., Tecnologia Seamless: Inovação em Malhas, 6º Colóquio de Moda, Faculdade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010

- 📖 Nusser, M. e Senner, V., Higt - Tech - Testiles in Competition Sports, 8th Conference of the International Sports Engineering Association, University Munich, 2010
- 📖 Ortiz, M. e Golzalves, E., La Fisioterapia en el Tratamiento del Filfedema Asociado a Mastectomia, Villanueva de la Cañada, Universidade Afoso X el Sabio
- 📖 Schaefer, M. e Oliveira, R., Alteração Dimensional da Malharia Circular, Unifebe - Centro Universitário de Brusque, III Seminário de Design e Moda, 2010
- 📖 Schwarzenbach, B., Doenças Vasculares em resumo, revista Venozin, edição especial, Suíça
- 📖 Souza, P., A Modelagem Tridimensional como Implemento do Processo de Desenvolvimento do produto de Moda, dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitectura, Artes e Comunicação, Bauru, 2006
- 📖 Spencer, D. J., Knitting Technology, Leicester Polytechnic, UK, Pregamon Press, 1983
- 📖 X-Bionic Oarcial Kompresion, Better Performance Without Doping, X-Tecnology, Swiss
- 📖 Wegen-Franken, Karing et al, Calculating the Pressure and the Stiffness in Three Different Categories of Class II Medical Elastic Compression Stockings, American Society for Dermatologic, Inc, Blackwell Publishing, 2006
- 📖 Yao, L el al, Development of High Performance Running Wear, Hong Kong Polytechnic University, China, 2010
- 📖 Zheng, R., Yu, W. e Fan, J., Pretdition os seamless Knitted Bra Tension, The Hong Kong Polytechnic University, China, 2008

5.2 - Webgrafia

- @ <http://analgesi.co.cc/html/t41391.html> - 04/06/2011
- @ <http://int.x-bionic.com/men/systemgear/decision-layer/energy-accumulator-v21/135146/detail> - 07/10/2011
- @ <http://playvest.com/business/maternity/> - 08/05/2011
- @ https://zo-on.is/Vorur/Konur/Naerfatnadur/SIDBUXUR_10007/ - 07/10/2011
- @ www.apostomizados.pt/Lab_hollister.asp - 08/05/2011

- @ www.desigual.com/desigual/browse/category.jsp?locale=es_ES&storeId=store_es&howMany=16&categoryId=cat670076&selectedPage=2&categoryNavIds=cat670047%3Acat670049%3Acat670076&sortCriteria - 20/03/2011
- @ www.forcefieldbodyarmour.com/product/action-shorts/2354 - 07/10/2011
- @ www.groz-beckert.com/website/media/pt/media_master_897_low.pdf - 01/10/2011
- @ www.infarmed.pt/pt/noticias_eventos/noticias/nt_04_07_2003_meias_2.html - 03/04/2011
- @ www.jovemcomcancrodamama.com/index.php?post/2009/01/30/Linfedema - 07/05/2011
- @ www.kawasaki.pt/accessory.asp?id=34047395BBC - 07/10/2011
- @ www.kendall.com.br/pt-br/Produtos/Default.aspx - 03/04/2011
- @ www.kendall.com.br/pt-br/Video/Default.aspx# - 03/04/2011
- @ www.knittingindustry.com/articles/Santoni_Days_HS030608.php - 30/04/2011
- @ www.lmaust.com.au/Benefits_of_Seamless.pdf - 29/03/2011
- @ www.norfarma.pt/?page=bermuda - 08/05/2011
- @ www.norfarma.pt/?page=pre_parto_cantalooop - 08/05/2011
- @ www.odlo.com/en/#collection/product_detail.cfm?&productid=4276 - 07/10/2011
- @ www.ostomizados.com/acessorios/cinta.html - 08/05/2011
- @ www.playvest.com - 07/06/2011
- @ www.plie.pt/index.php?page=productpage&cat=4c6ab4da1ba0c&product=4°535669a69ca - 24/03/2011
- @ www.plie.pt/index.php?page=productsintro - 06/10/2011
- @ www.scalasemcostura.com.br/#/pt/Colecao/Shape - 06/10/2011
- @ www.sigvaris.com.br/prod_web/Brazil.nsf/vw_docnavi/DFE80C90CA8C9C3085257467004BE650!opendocument - 14/03/2011
- @ www.sportscience-laboratories.com - 26/03/2011
- @ www.stomawear.uk.com/ 20/03/2011

@ www.sweetcare.pt/cantaloop-camisolas-com-soutien-amamentacao-p-MM0028CT.aspx
- 08/05/2011

@ www.youtube.com/watch?v=EgrxYzk6oOY - 03/04/2011

@ www.yummymummytummy.co.za/index.php?nav=product_categories&product_categories_child=productSub&product_categories_id=1&productSub_child=products&productSub_id=3&view=7 - 06/10/2011

Anexos

Anexo 1 - Tabelas de Medidas Corporais

- Medidas corporais masculinas

Tabela de Medidas Padrão									
Medidas do Corpo - Masculino									
MEDIDAS	TAMANHO	P		M		G		GG	
		36	38	40	42	44	46	48	50
Ombro		13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5
Tórax		92	96	100	104	108	112	116	120
Cintura		74	78	82	86	90	94	98	102
Quadris		90	92	96	100	104	108	112	116
Largura das Costas		43	44	45	46	46,5	47	48	49
Altura Blusa na Frente		44	45	46	47	48	49	50	50
Largura do Braço		27	28	29	31	33	35	37	39
Altura da Manga Comprida		57	58	59	60	61	62	63	64
Largura do Punho		16,4	16,8	17,2	17,6	18	18,4	18,8	19,2
Altura da Manga Curta		30	30,5	31	31,5	32	32,5	33	33,5
Altura do Quadris		17	18	19	19	19	19	20	21
Altura do Gancho		25	25,5	26	26,5	27	27,5	28	28,5
Altura do Joelho		60	63	65	67	68	70	72	72
Largura do Joelho		38	38	39	40	41	41	42	44
Largura do Tornozelo		21,6	22,2	22,8	23,4	24	24,6	25,2	25,8
Altura da Cintura até o Tornozelo		94	95,5	97	98,5	100	101,5	103	104,5

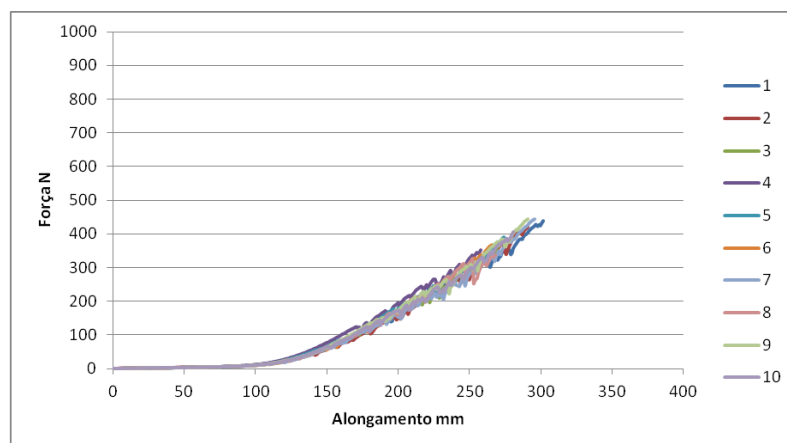
- Medidas corporais femininas

Tabela de Medidas Padrão								
Medidas do Corpo - Feminino								
MEDIDAS	TAMANHO	36	38	40	42	44	46	48
		Tórax	78	82	86	90	94	98
Busto	82	86	90	94	98	102	106	
Cintura	66	70	74	78	82	86	90	
Quadril	88	92	96	100	104	108	112	
Largura das Costas	34	35	36	37	38	39	39	
Separação do Busto	17	18	18	19	20	21	22	
Altura Blusa na Frente	43	44	45	45	46	46	47	
Altura da Cava	19,5	19,5	20	20,5	21,5	22	22,5	
Largura do Braço	26	26	27	28	30	32	34	
Altura do Busto	24,8	25,6	26,4	27,2	28	28,8	28,8	
Altura da Manga Comprida	56	57	58	59	60	61	62	
Largura do Punho	15,4	15,8	16,2	16,6	17	17,4	17,8	
Altura da Manga Curta	16,5	17	17	17	18	18	19	
Altura do Quadril	17,5	18	18,5	19	19,5	20	20,5	
Altura do Gancho	25	25,5	26	26	27	29	30	
Altura do Joelho	55	56	57	58	59	60	61	
Largura do Joelho	35	36	37	38	39	40	41	
Largura do Tornozelo	20,6	21,2	21,8	22,4	23	23,6	24,2	
Altura da Cintura até o Tornozelo	92	93,5	95	96,5	98	99,5	101	

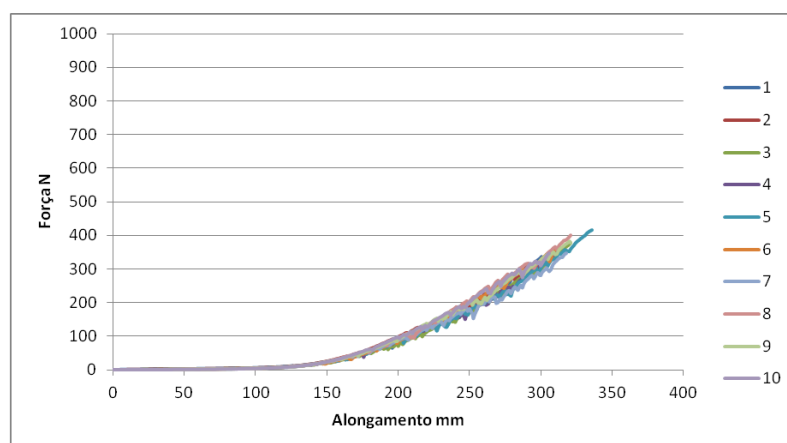
Anexo 2 - Gráficos

2.1 - Teste de Tracção - Método da Tira

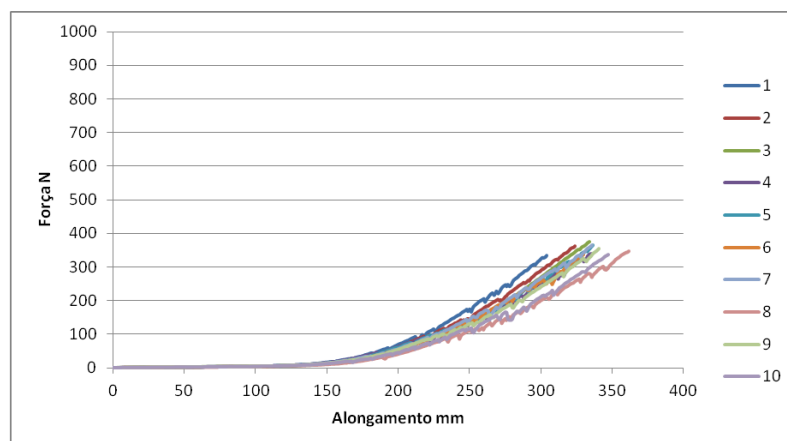
- Amostra A1-1



- Amostra A1-2

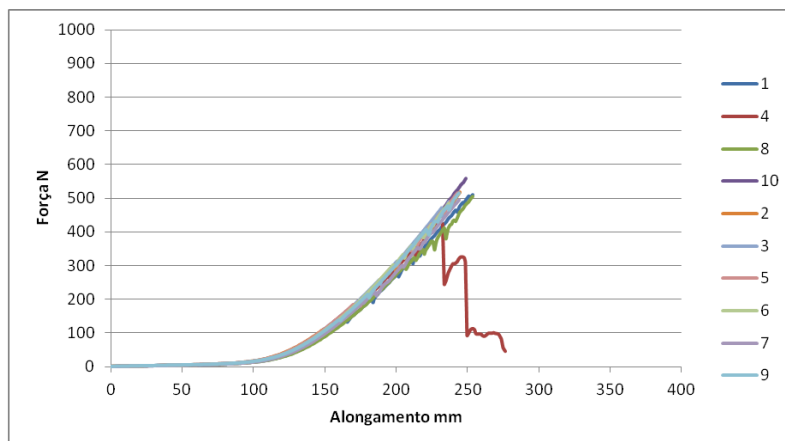


- Amostra A1-3

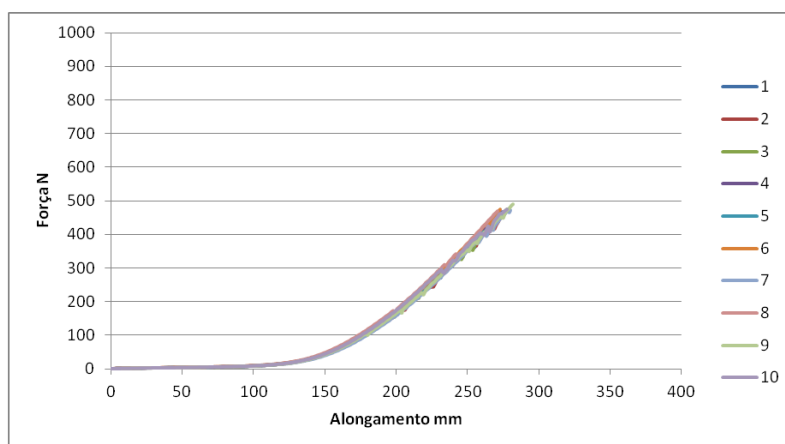


Influência da Estrutura de Malha e do Elastômero na Compressão das Malhas Seamless

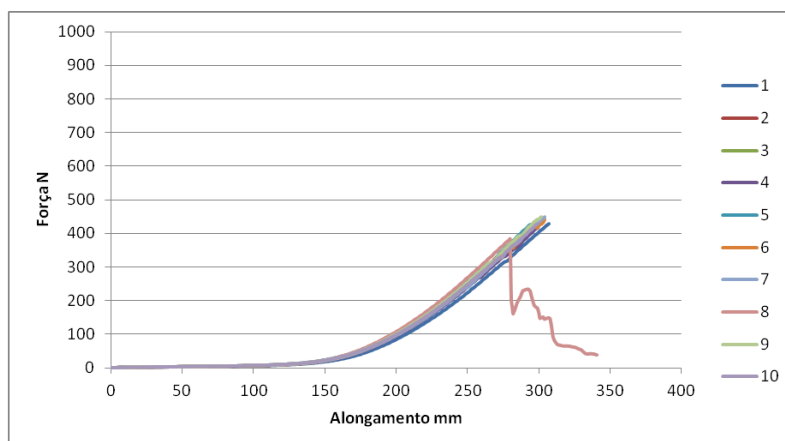
- Amostra A2-1



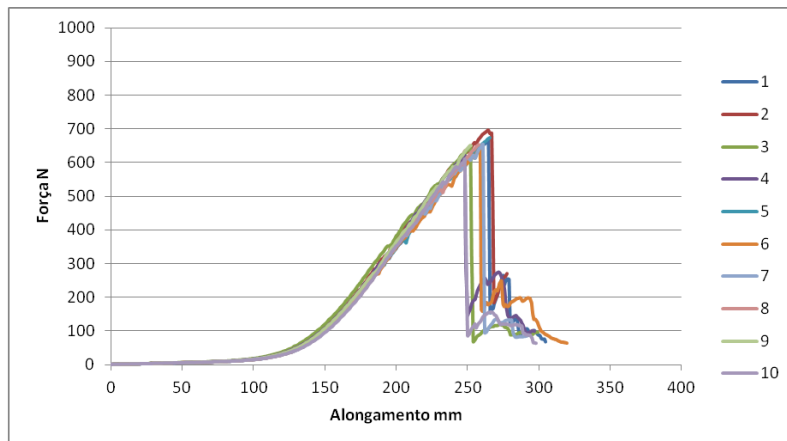
- Amostra A2-2



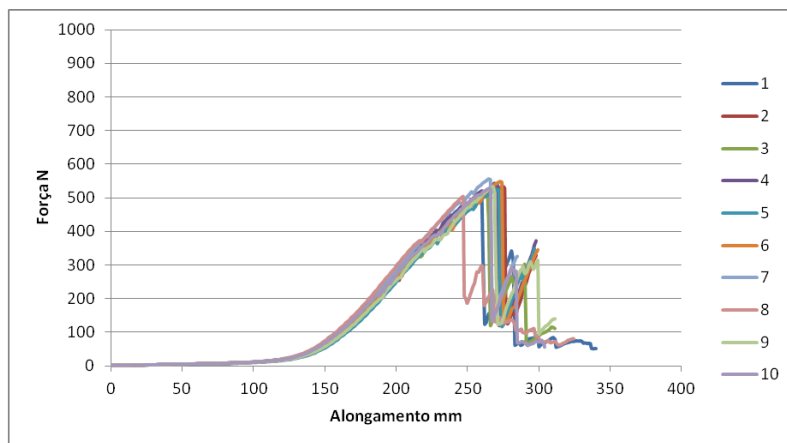
- Amostra A2-3



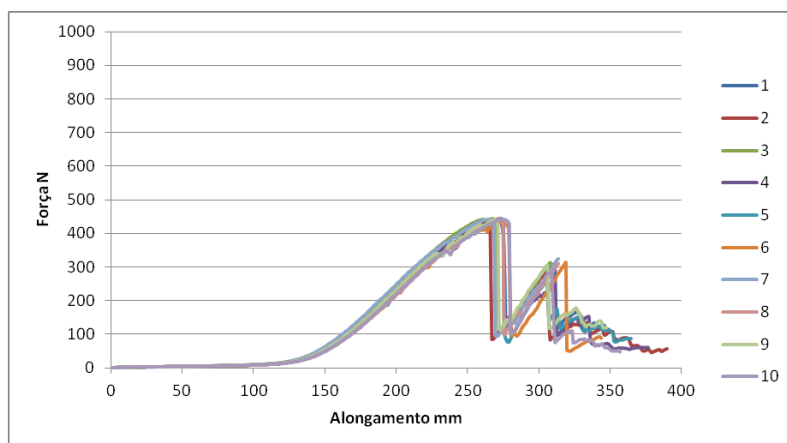
- Amostra A3-1



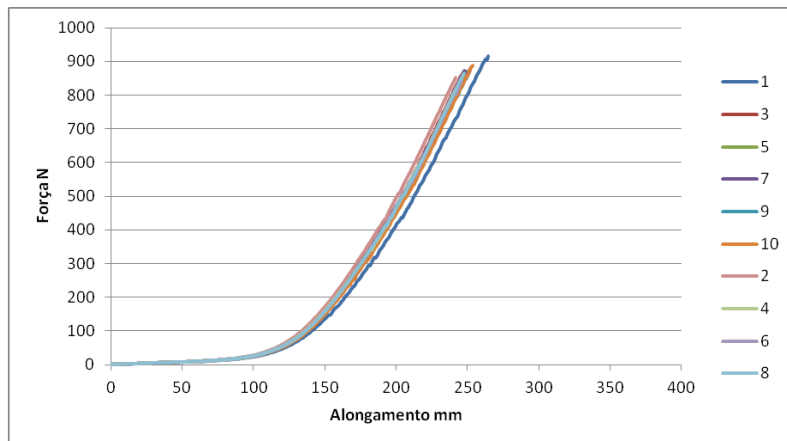
- Amostra A3-2



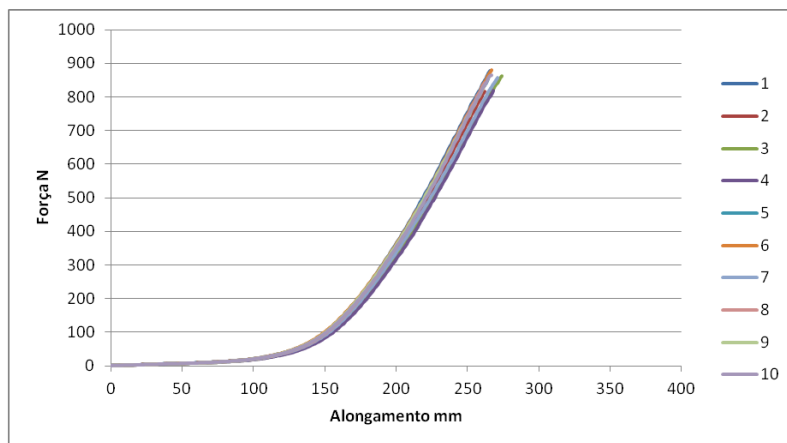
- Amostra A3-3



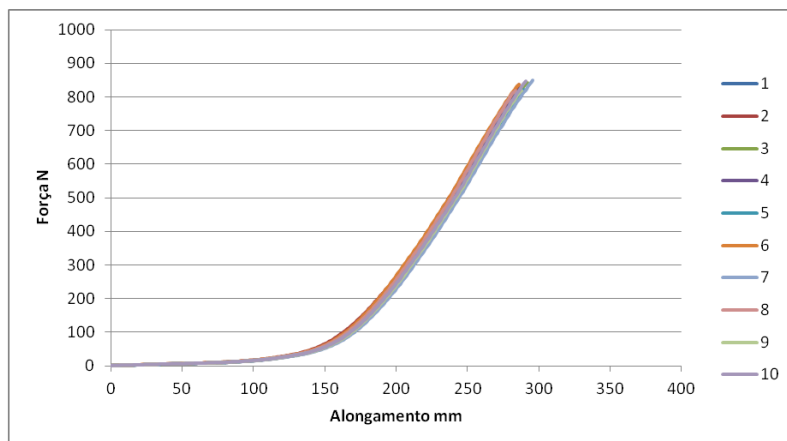
- Amostra A4-1



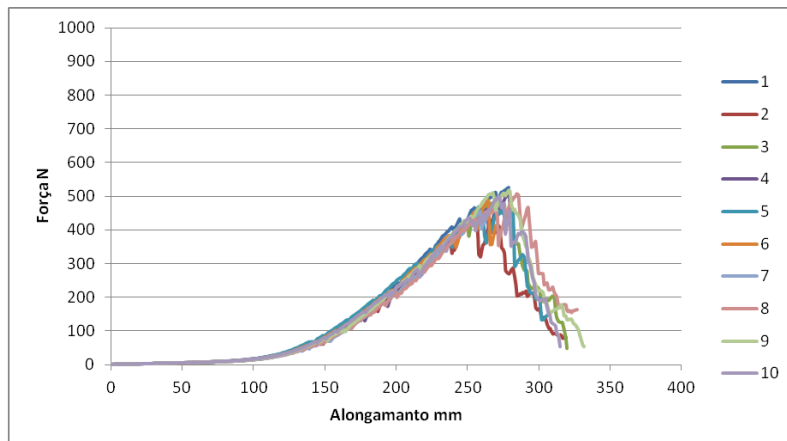
- Amostra A4-2



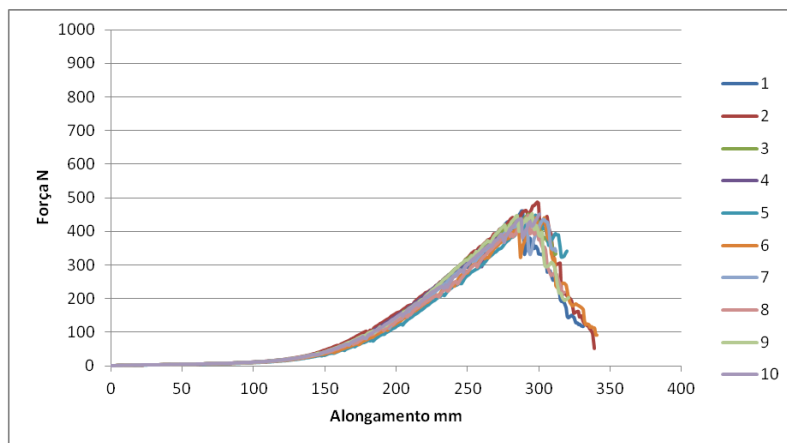
- Amostra A4-3



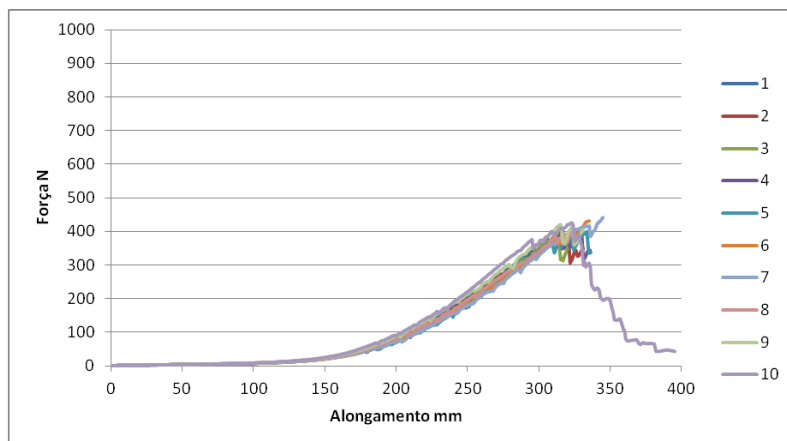
- Amostra A5-1



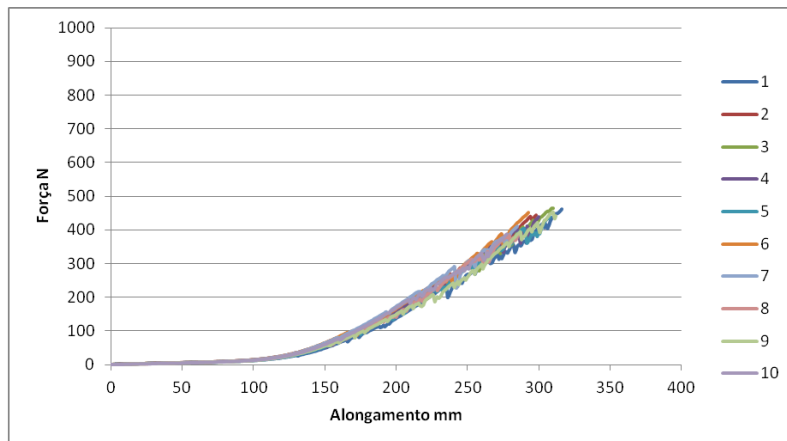
- Amostra A5-2



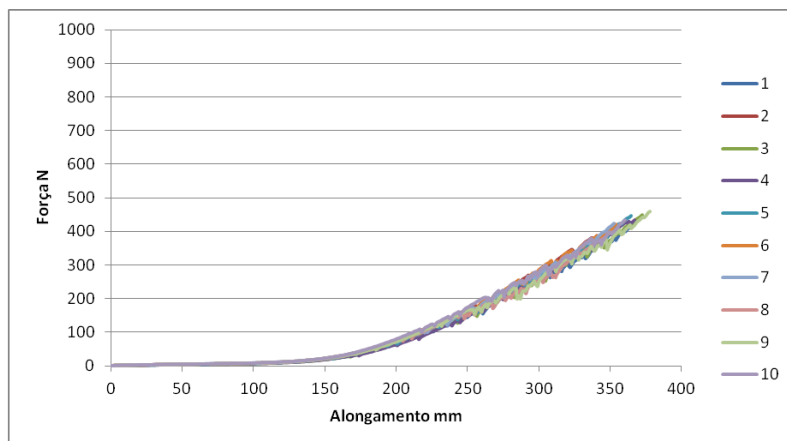
- Amostra A5-3



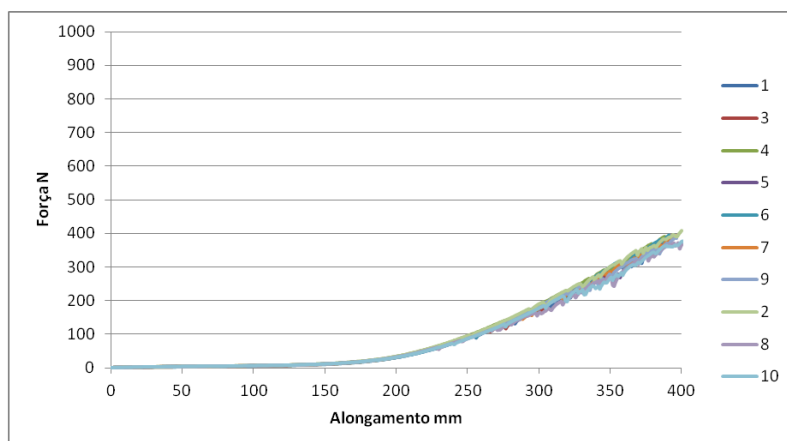
- Amostra B1-1



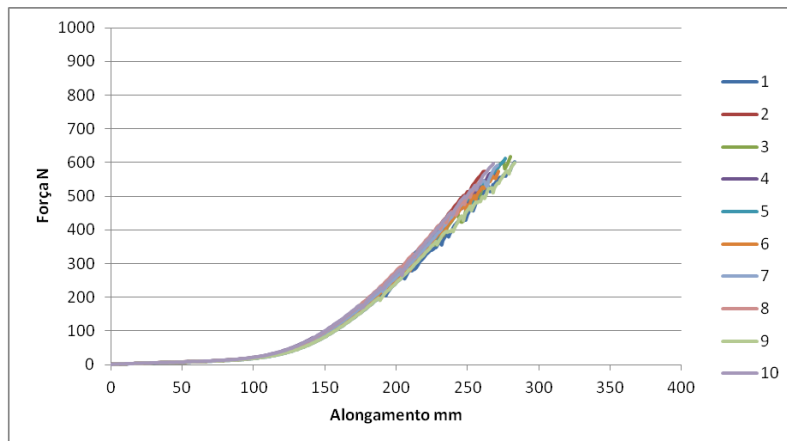
- Amostra B1-2



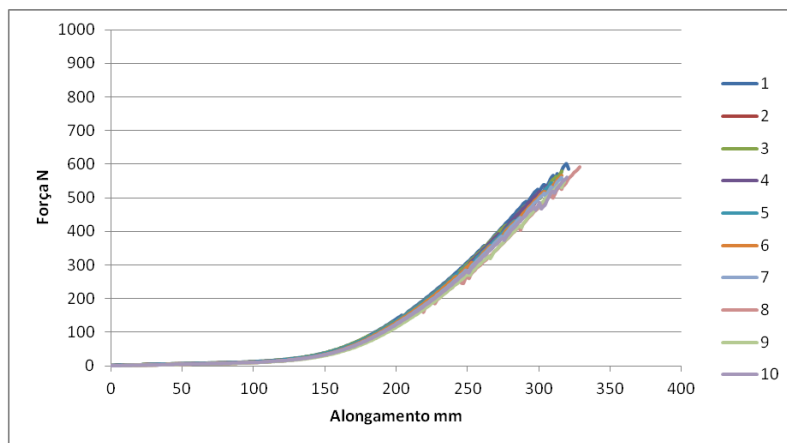
- Amostra B1-3



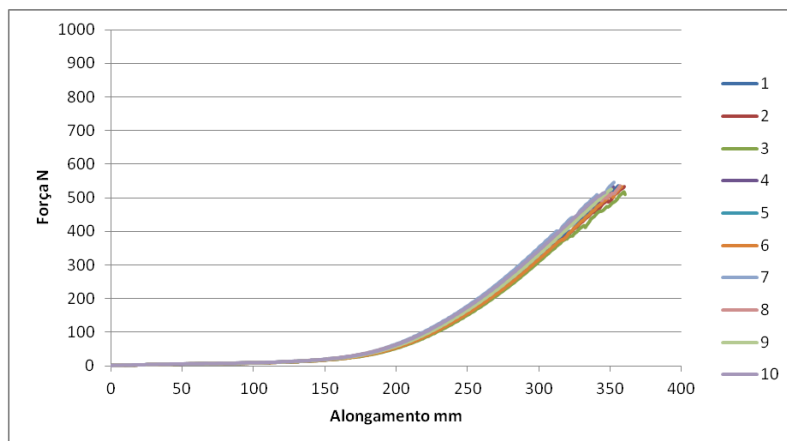
- Amostra B2-1



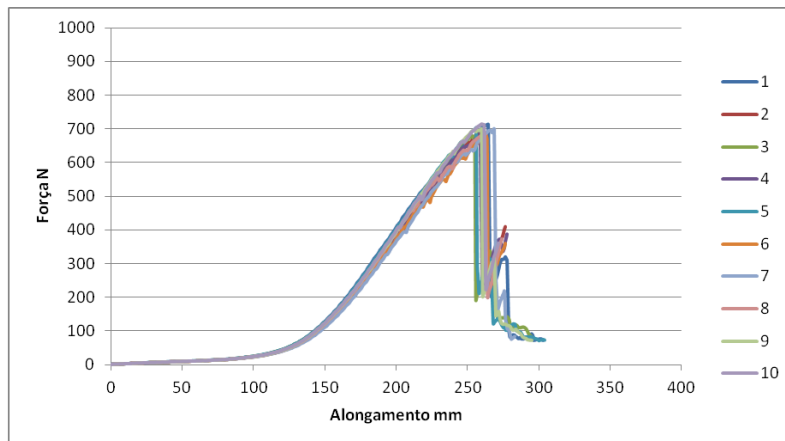
- Amostra B2-2



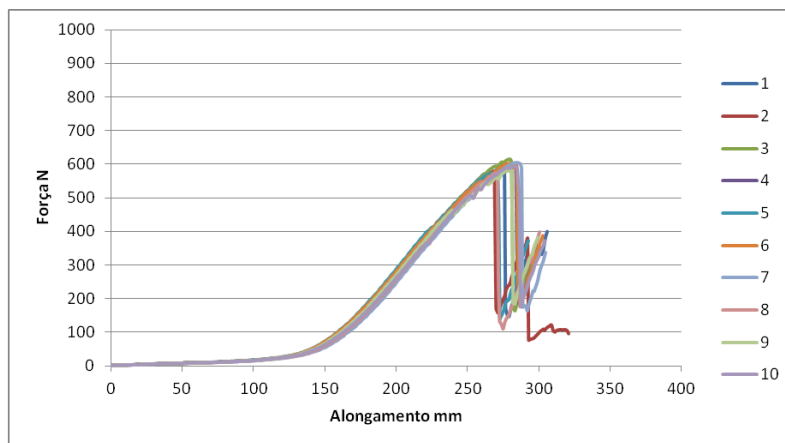
- Amostra B2-3



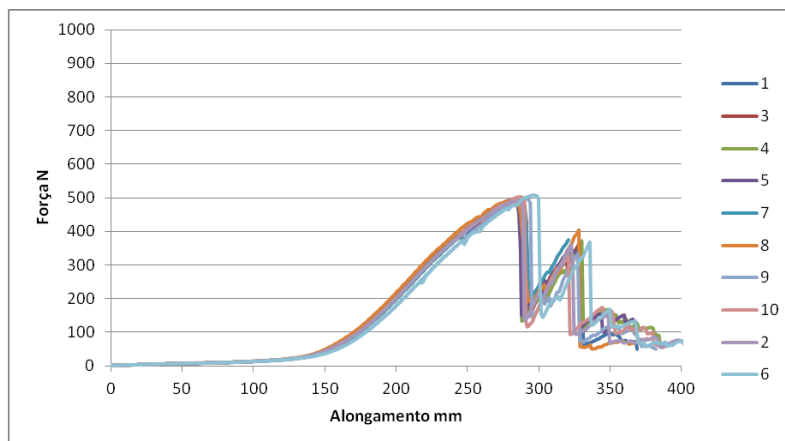
- Amostra B3-1



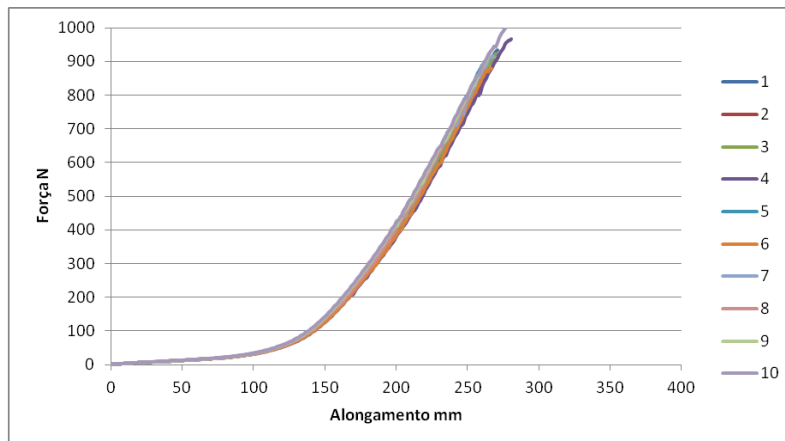
- Amostra B3-2



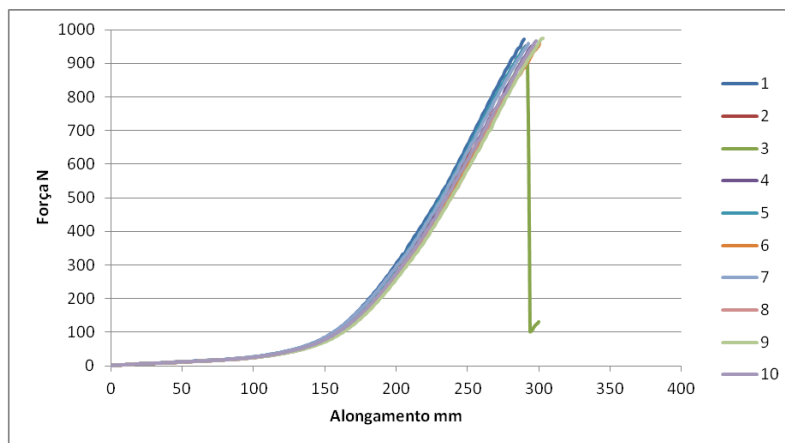
- Amostra B3-3



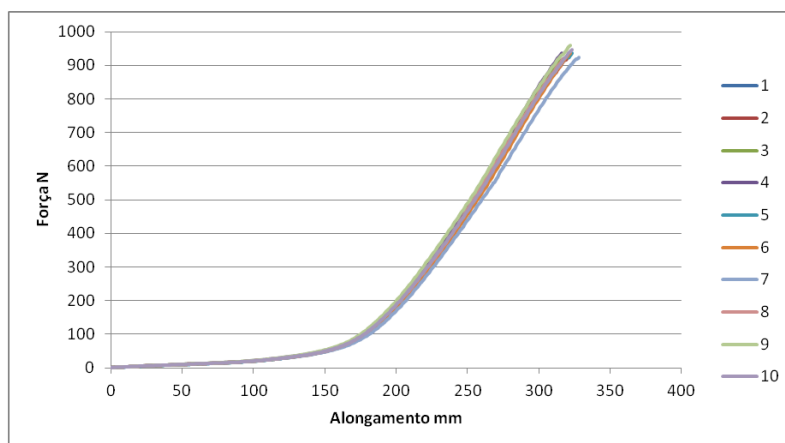
- Amostra B4-1



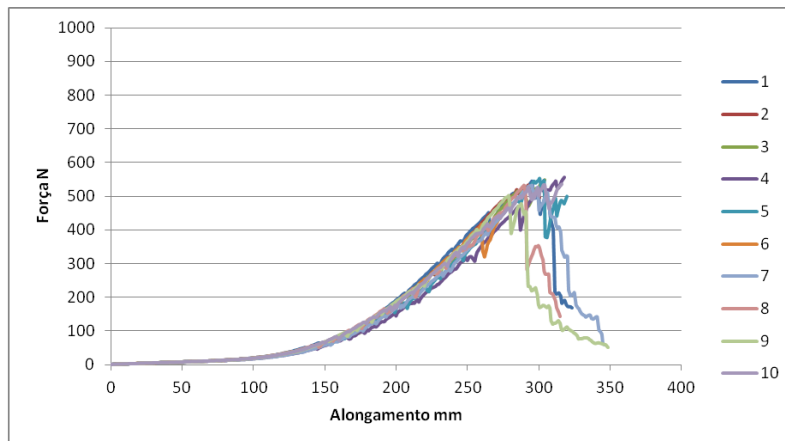
- Amostra B4-2



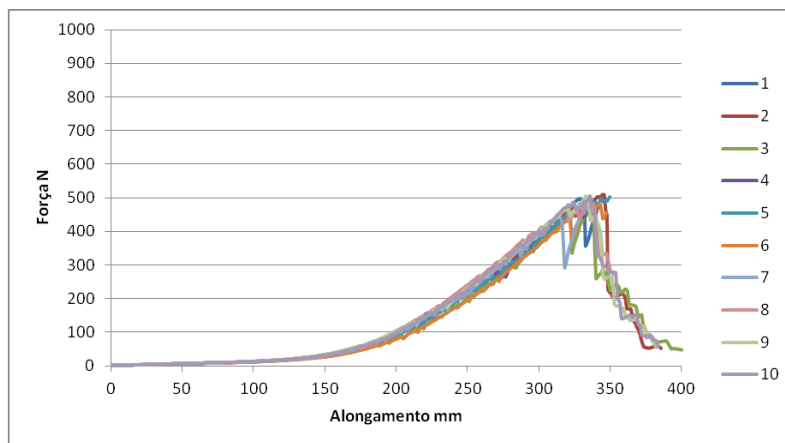
- Amostra B4-3



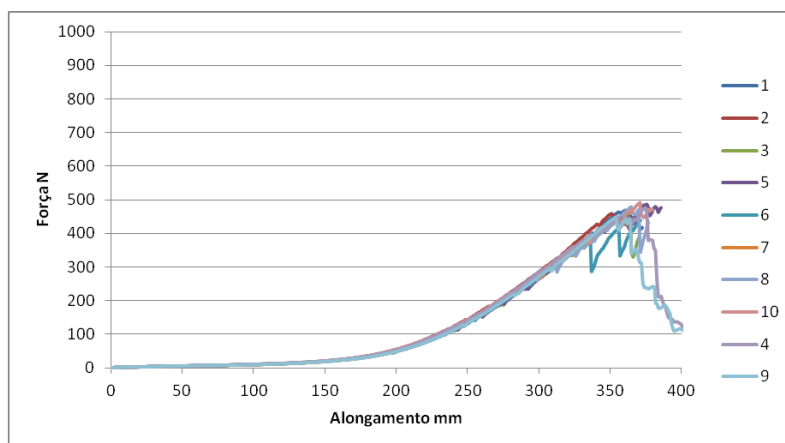
- Amostra B5-1



- Amostra B5-2

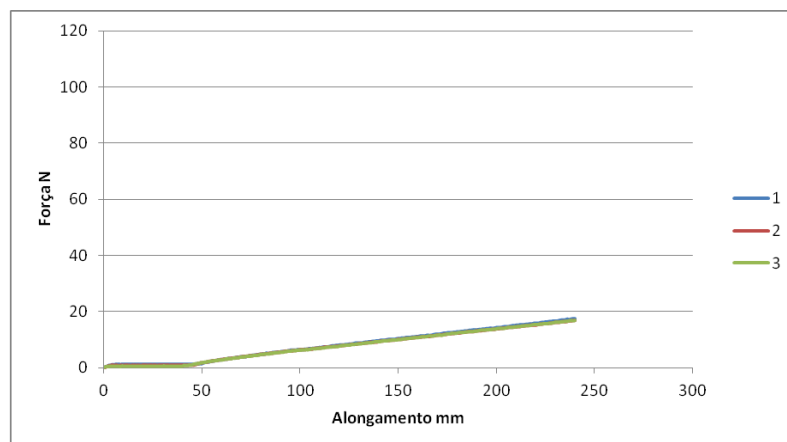


- Amostra B5-3

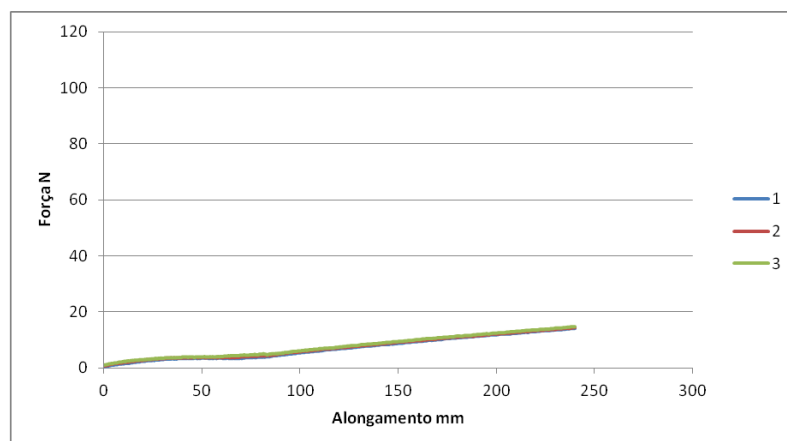


2.2 - Teste de Tracção dos Tubos de Malha

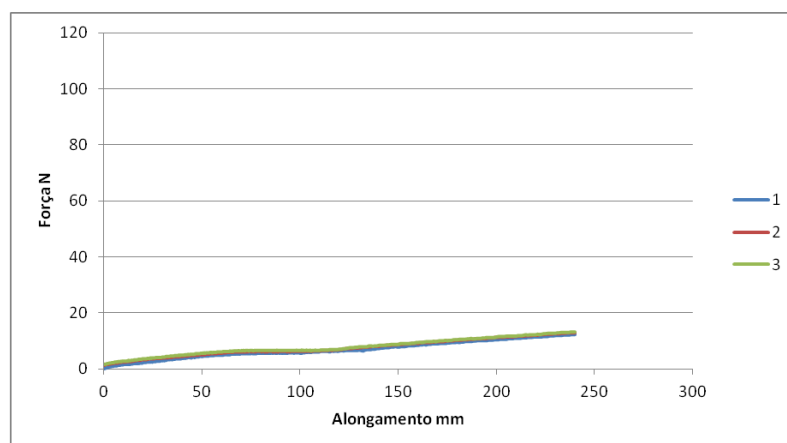
- Amostra A1-1



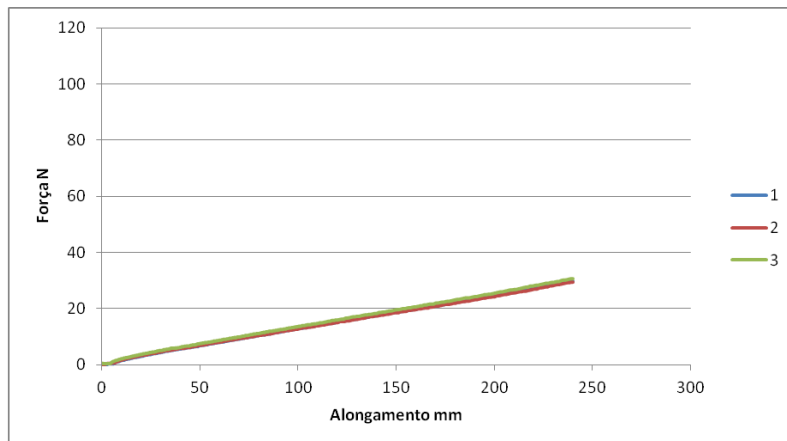
- Amostra A1-2



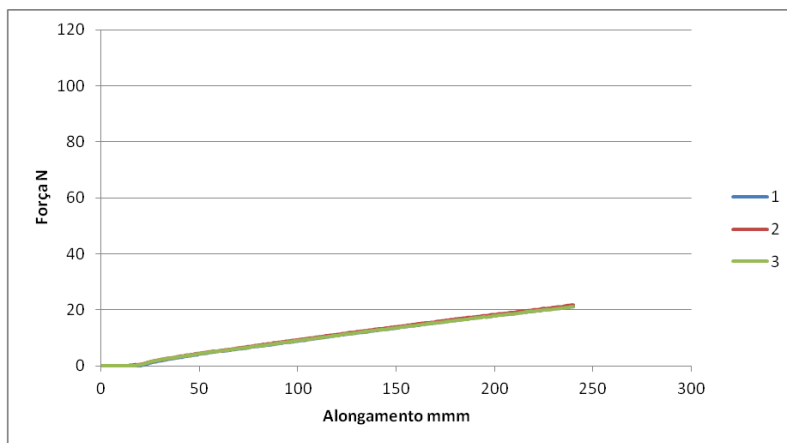
- Amostra A1-3



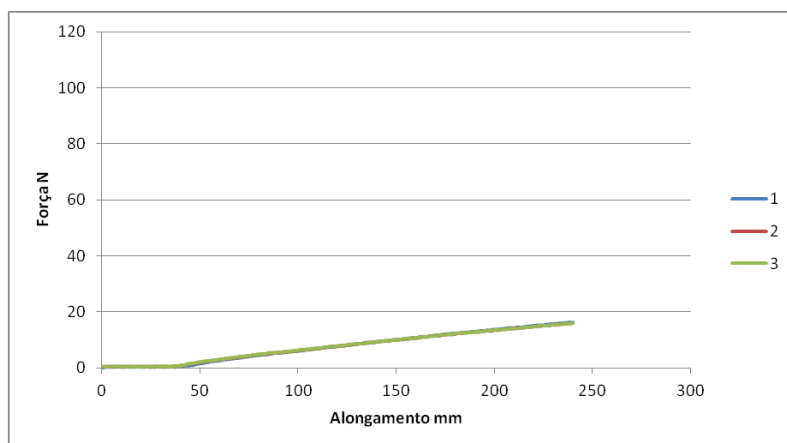
- Amostra A2-1



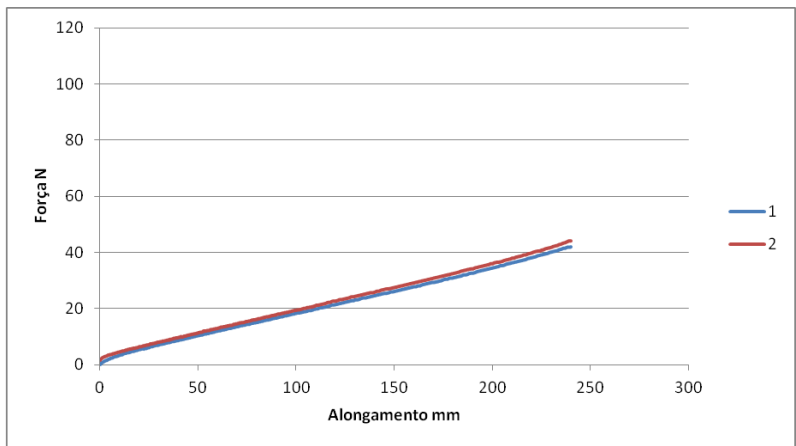
- Amostra A2-2



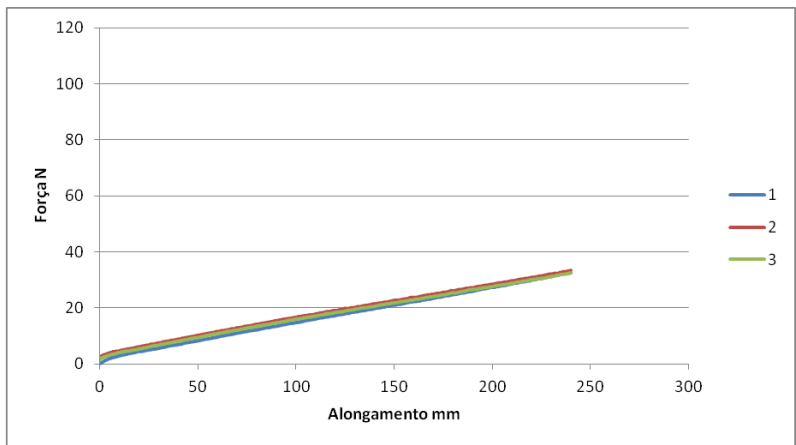
- Amostra A2-3



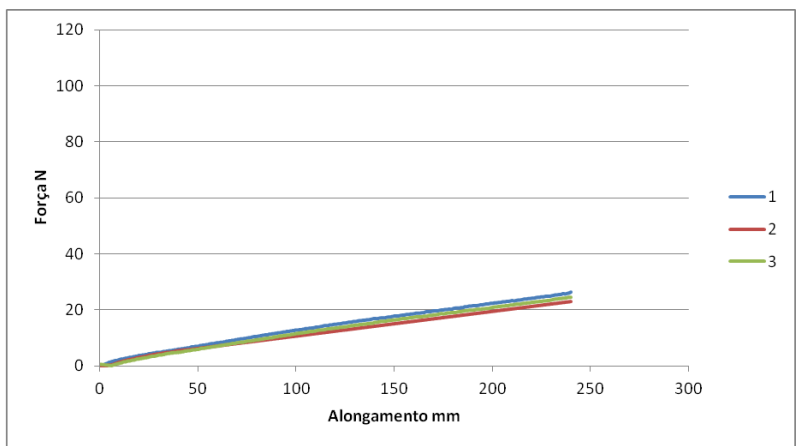
- Amostra A3-1



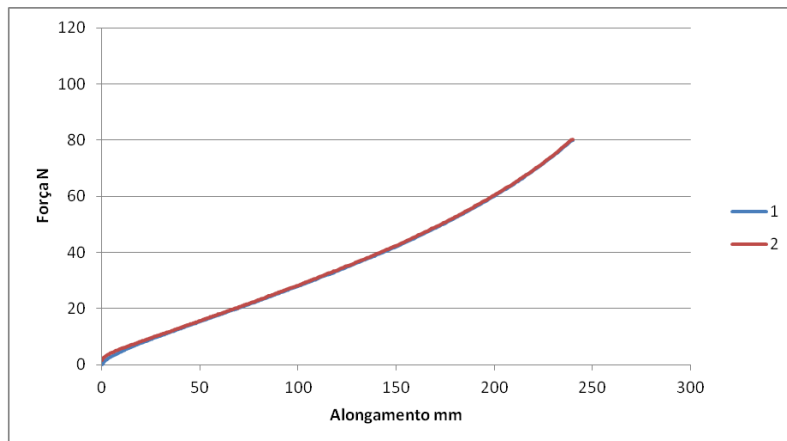
- Amostra A3-2



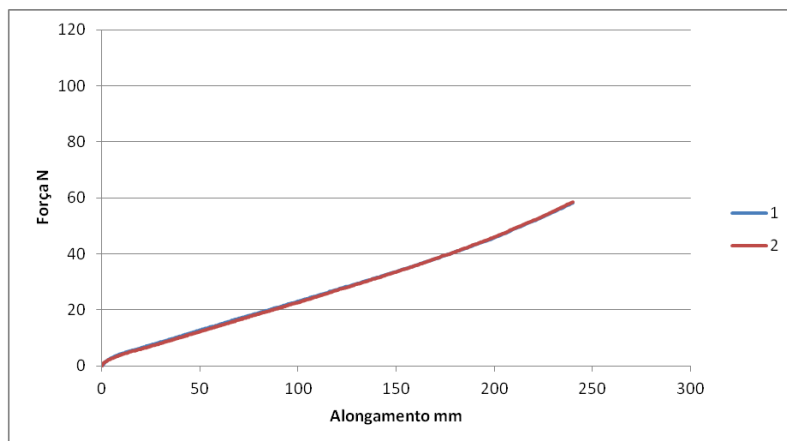
- Amostra A3-3



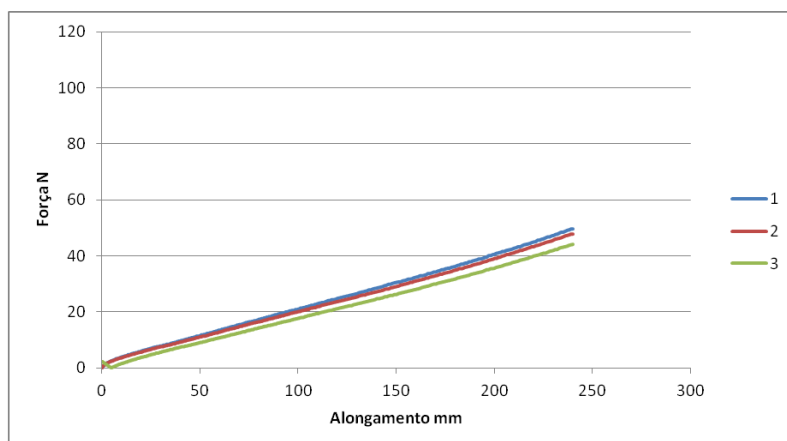
- Amostra A4-1



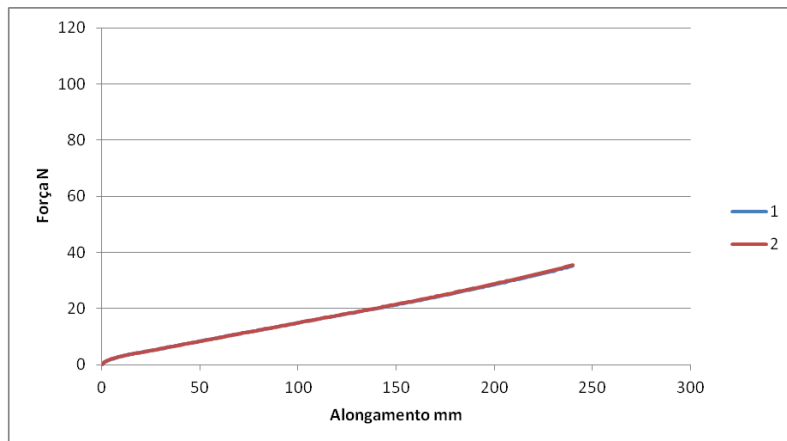
- Amostra A4-2



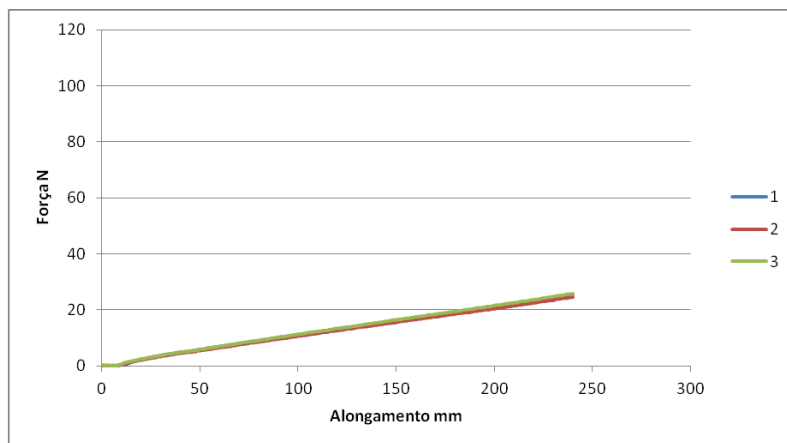
- Amostra A4-3



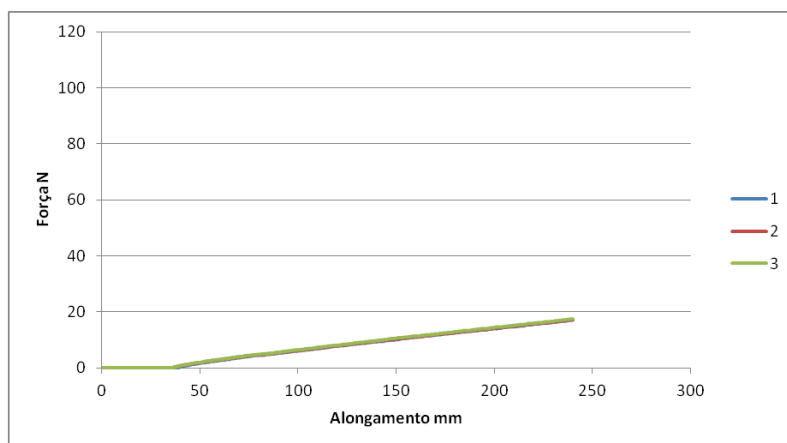
- Amostra A5-1



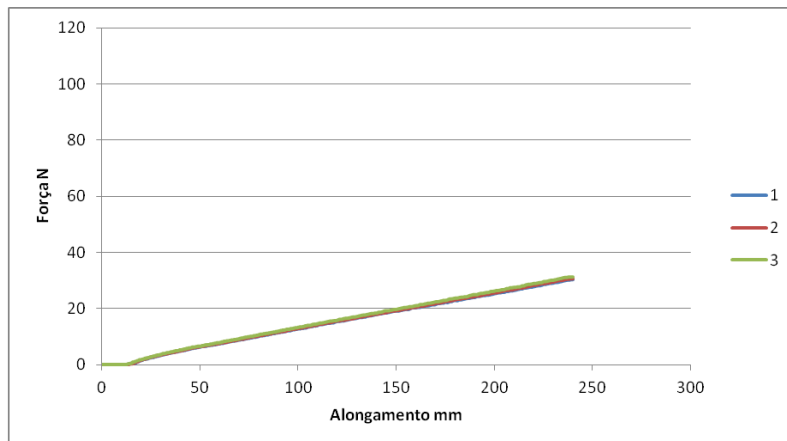
- Amostra A5-2



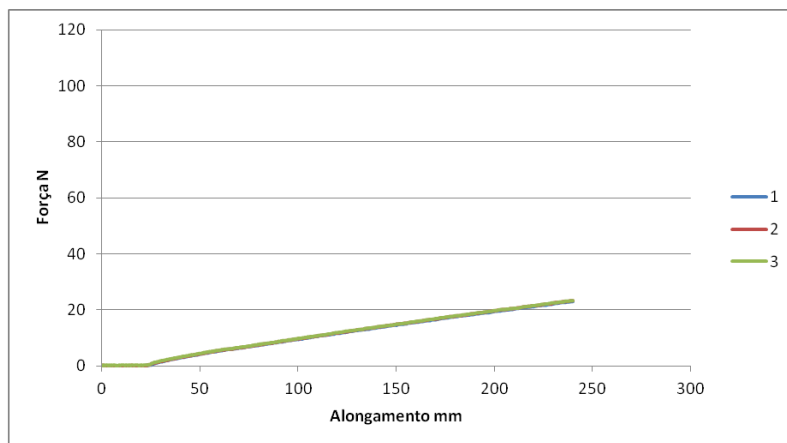
- Amostra A5-3



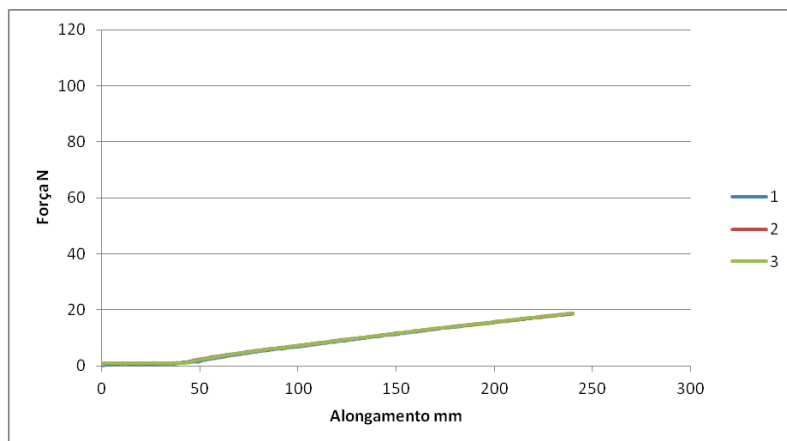
- Amostra B1-1



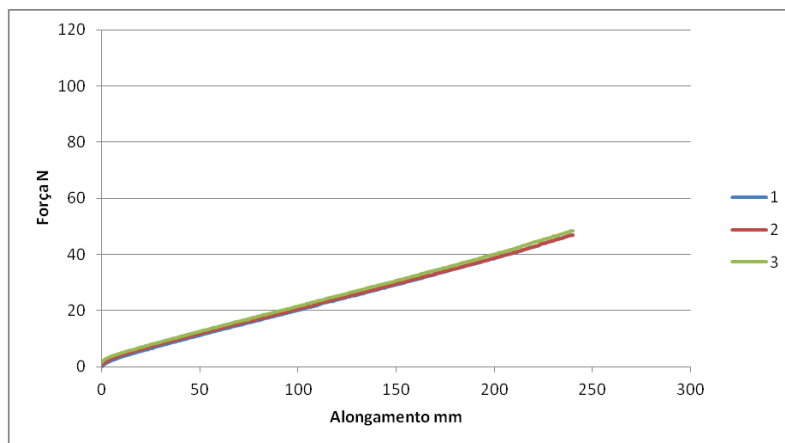
- Amostra B1-2



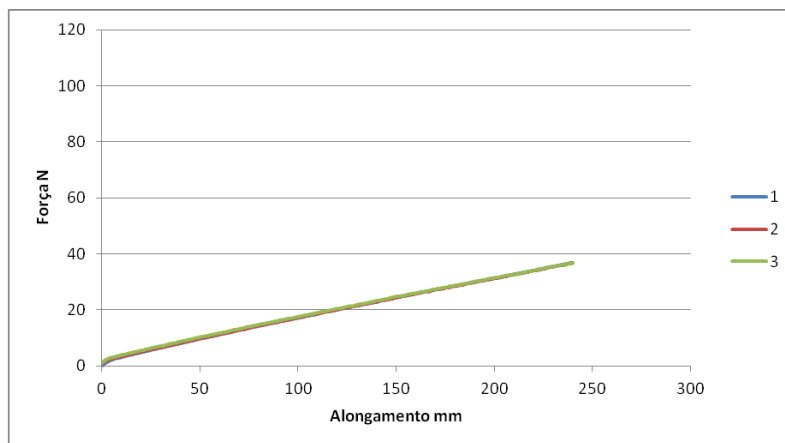
- Amostra B1-3



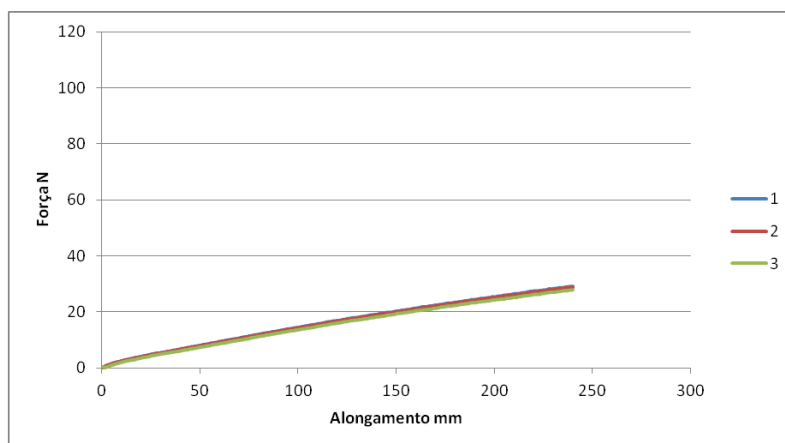
- Amostra B2-1



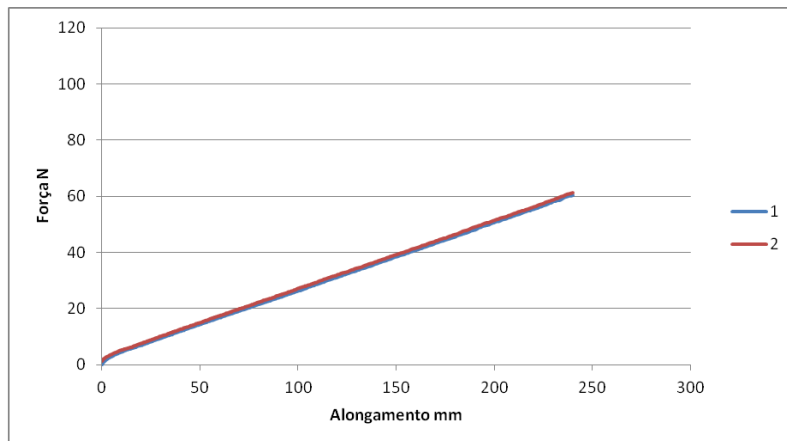
- Amostra B2-2



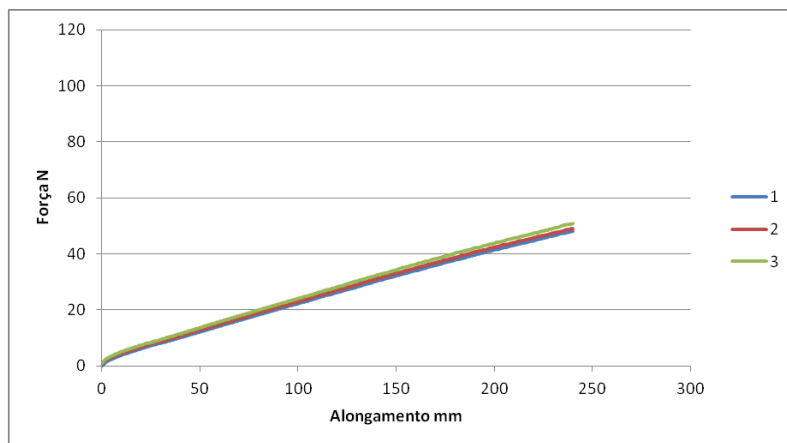
- Amostra B2-3



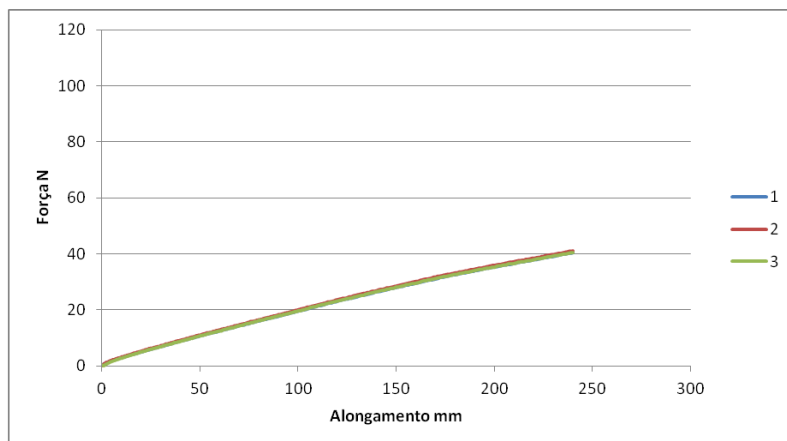
- Amostra B3-1



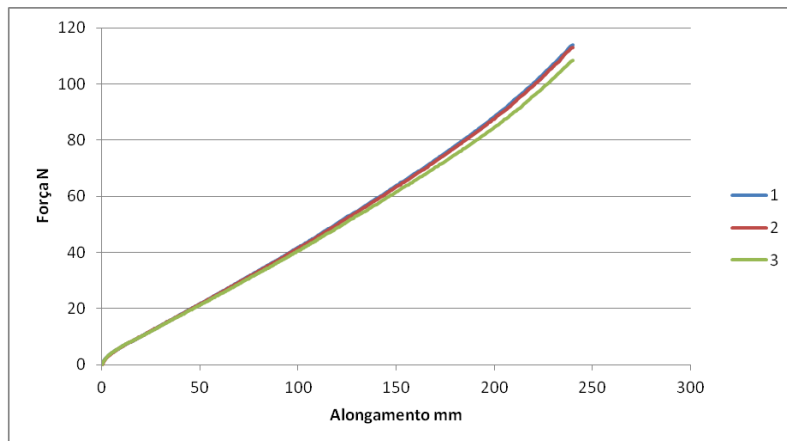
- Amostra B3-2



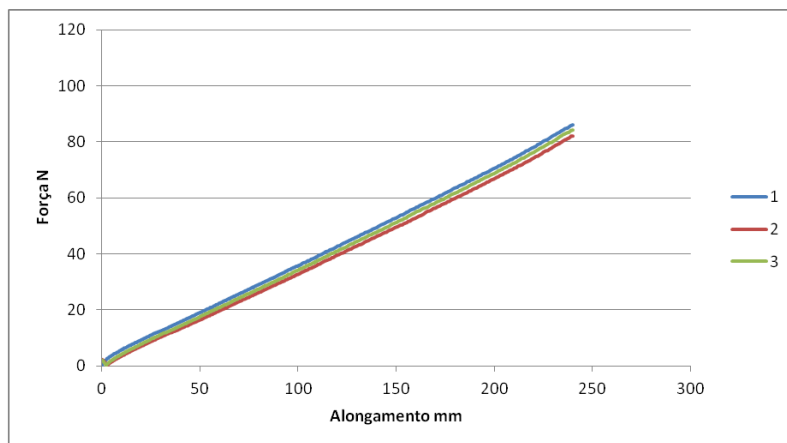
- Amostra B3-3



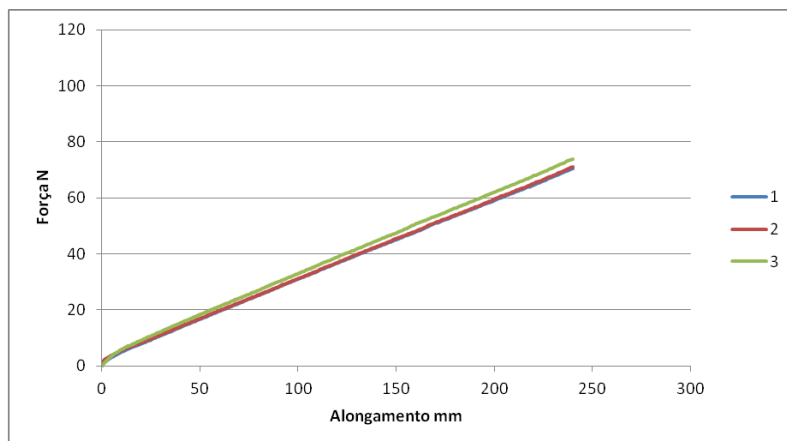
- Amostra B4-1



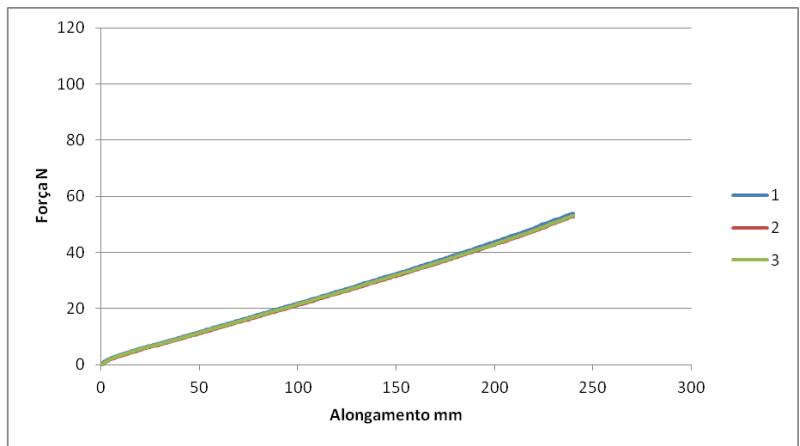
- Amostra B4-2



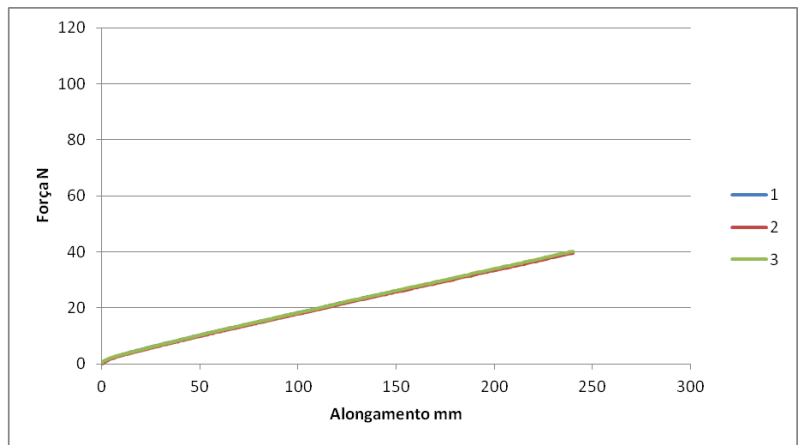
- Amostra B4-3



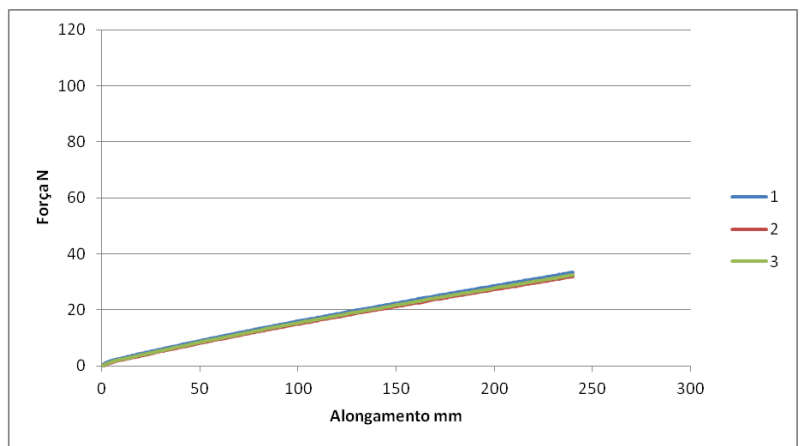
- Amostra B5-1



- Amostra B5-2

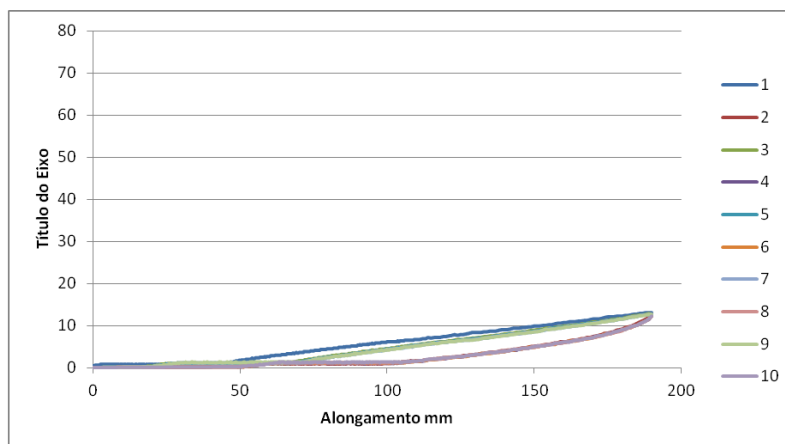


- Amostra B5-3

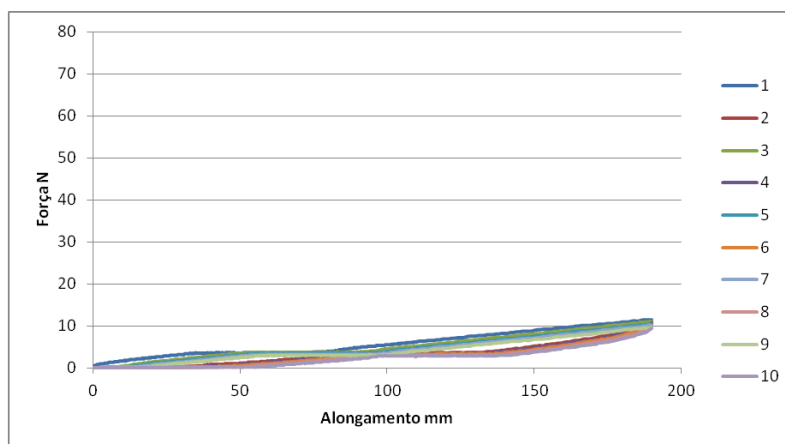


2.3 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha

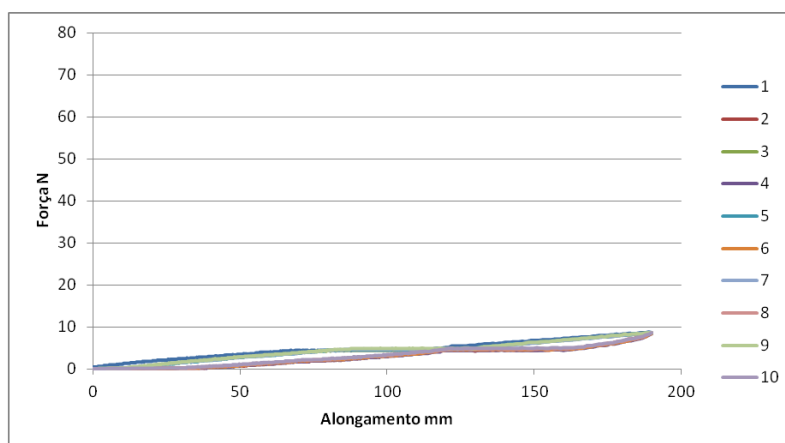
- Amostra A1-1



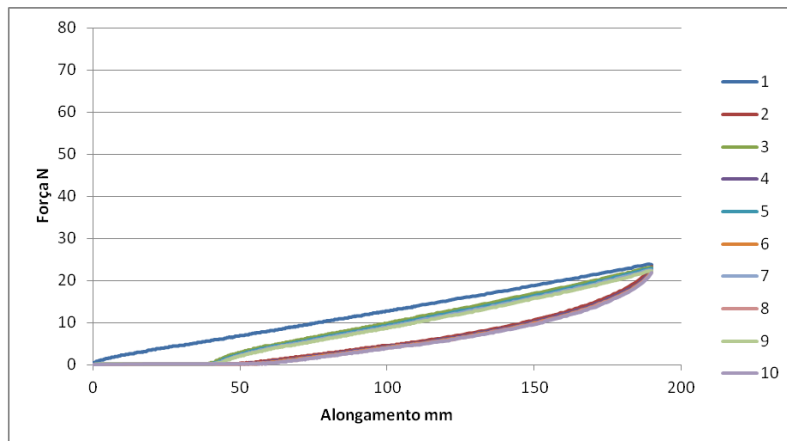
- Amostra A1-2



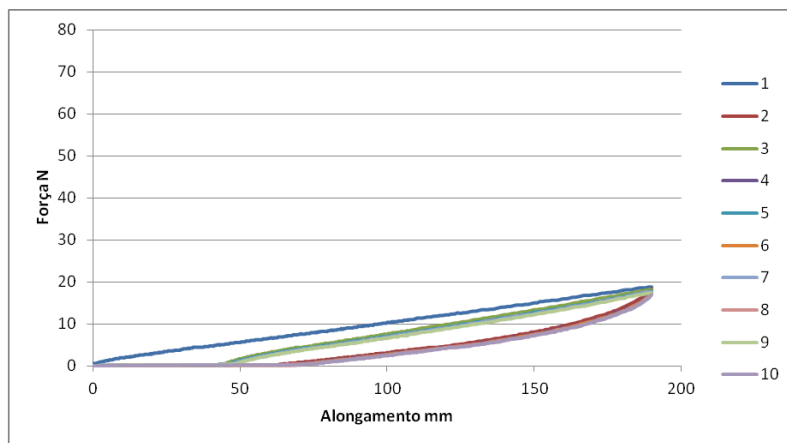
- Amostra A1-3



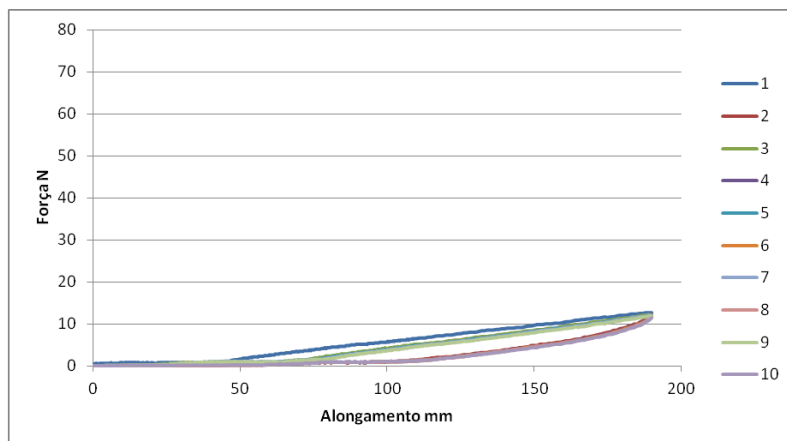
- Amostra A2-1



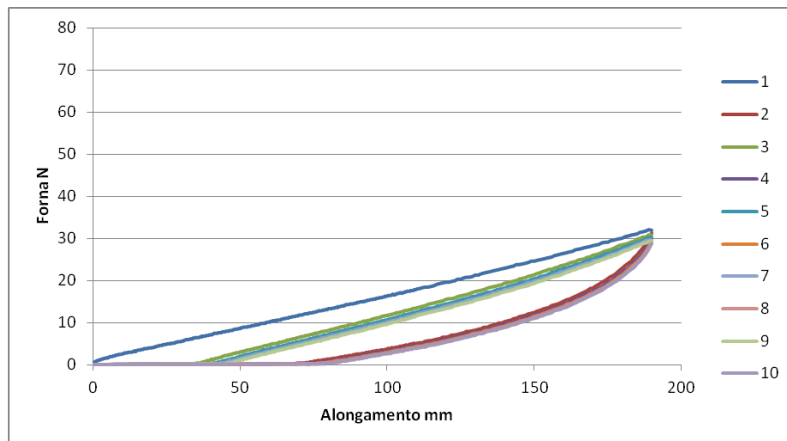
- Amostra A2-2



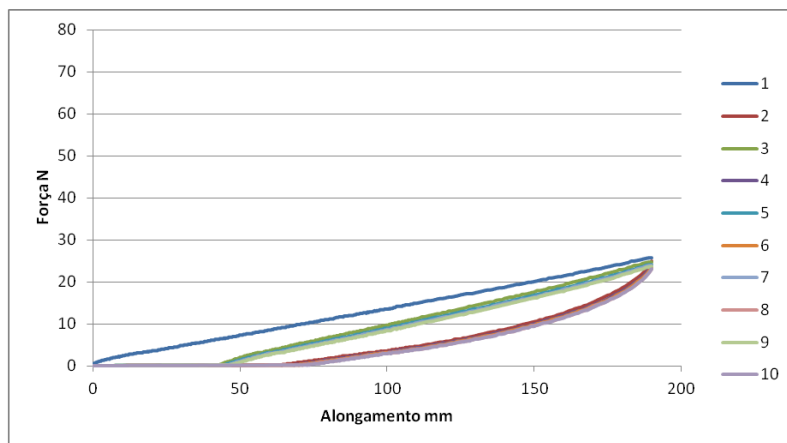
- Amostra A2-3



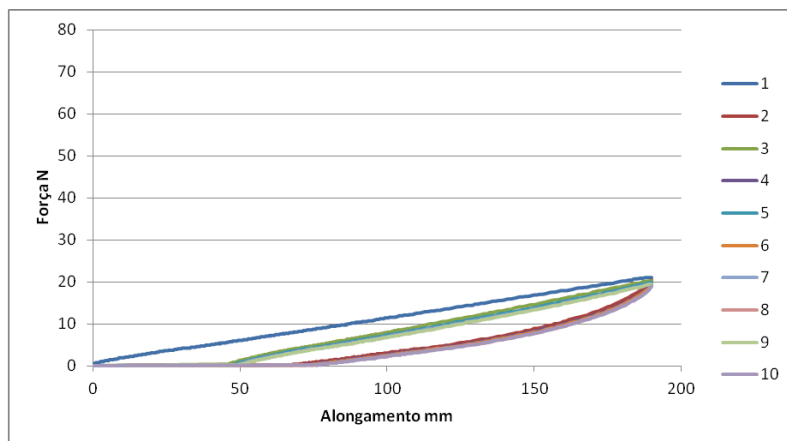
- Amostra A3-1



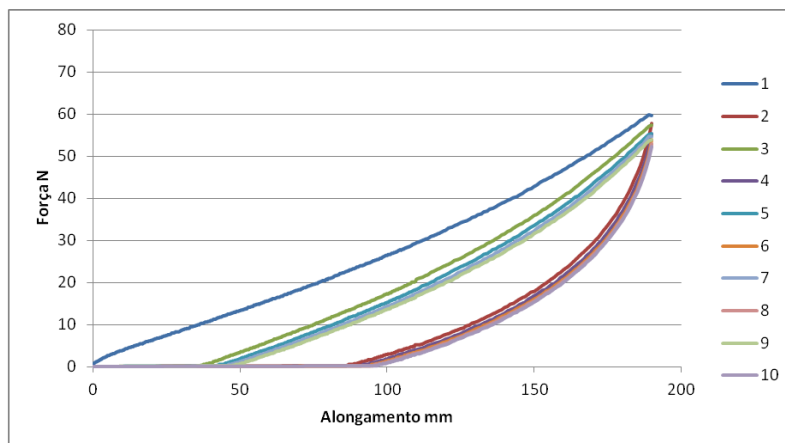
- Amostra A3-2



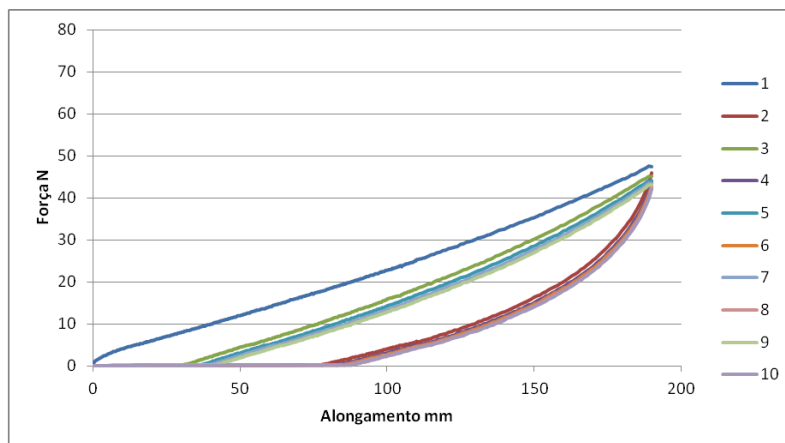
- Amostra A3-3



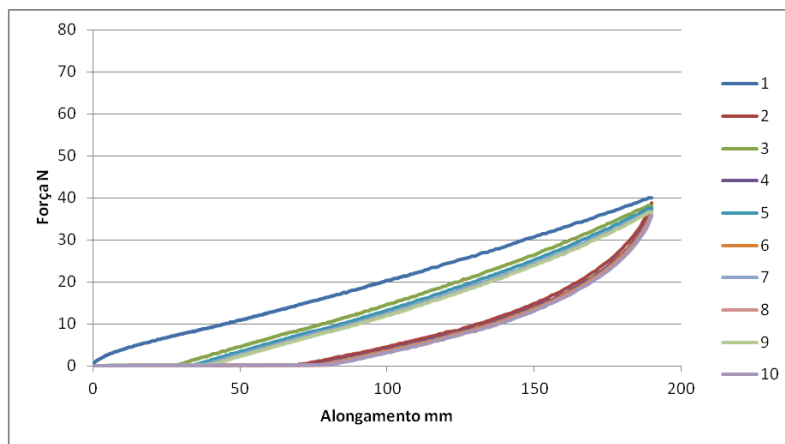
- Amostra A4-1



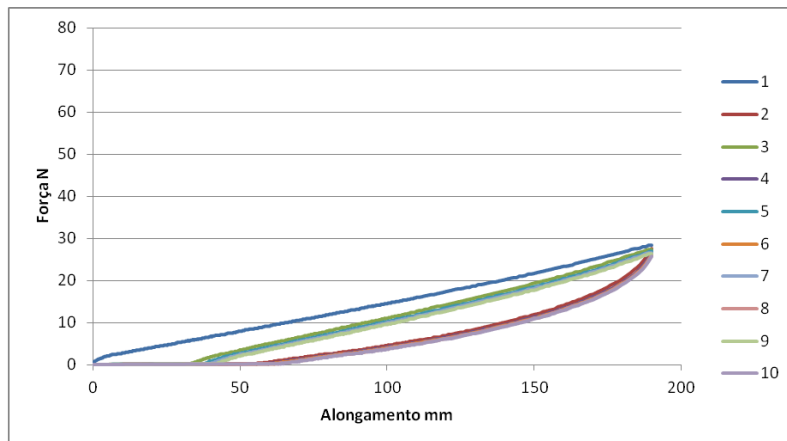
- Amostra A4-2



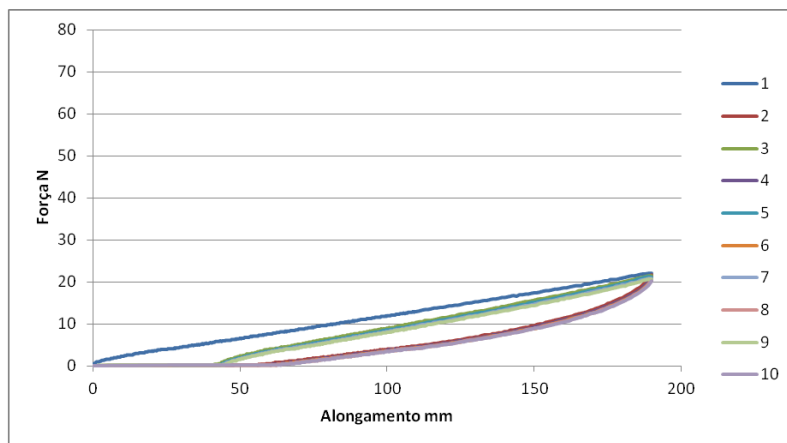
- Amostra A4-3



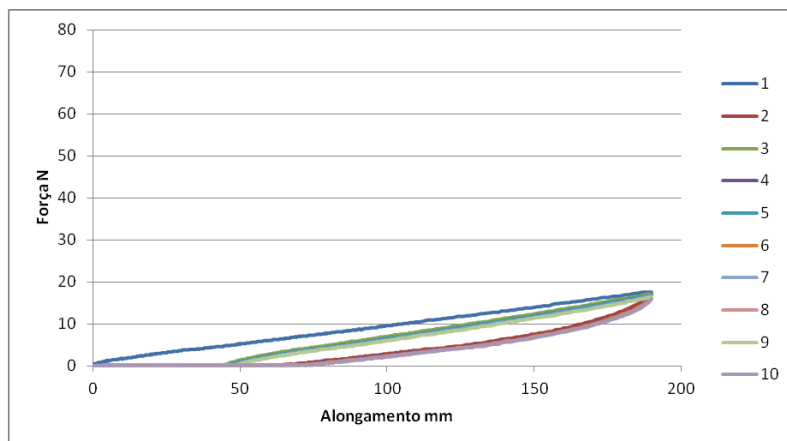
- Amostra A5-1



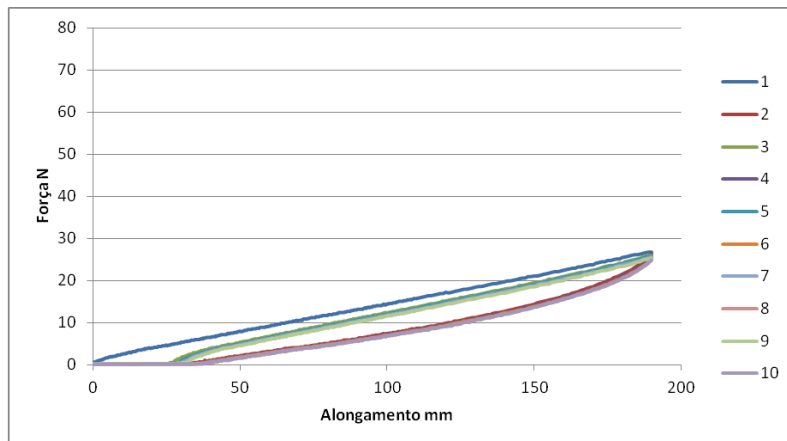
- Amostra A5-2



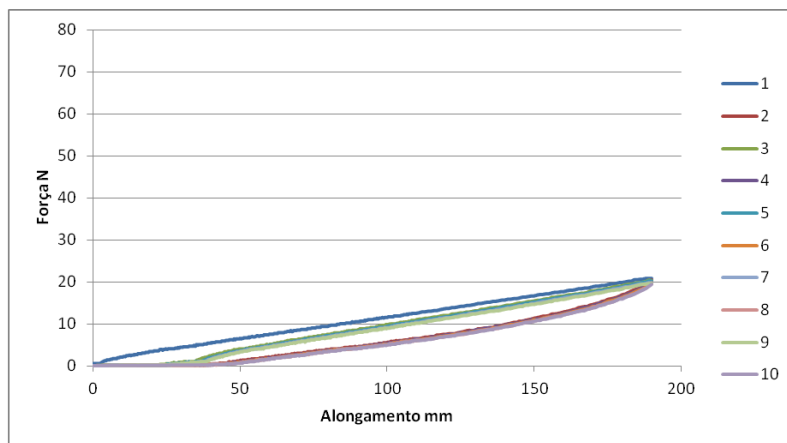
- Amostra A5-3



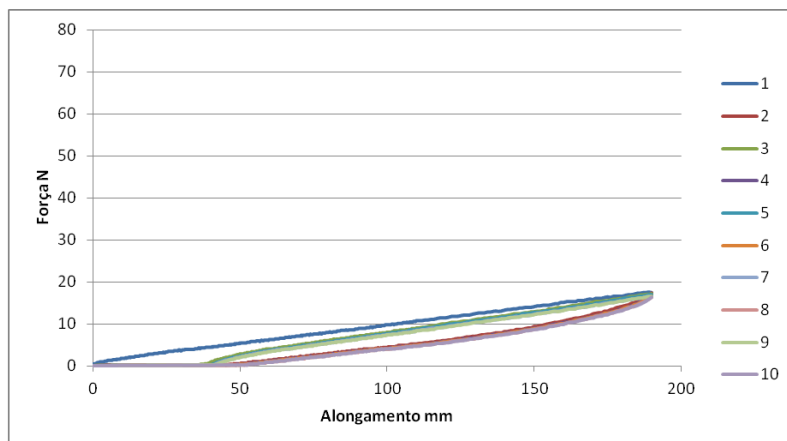
- Amostra B1-1



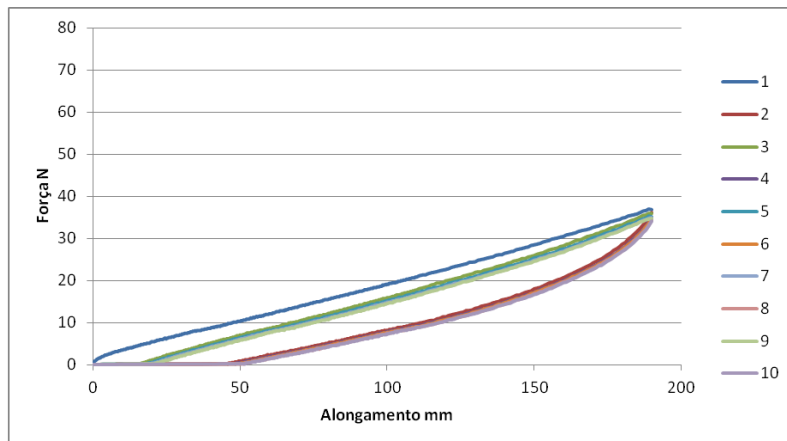
- Amostra B1-2



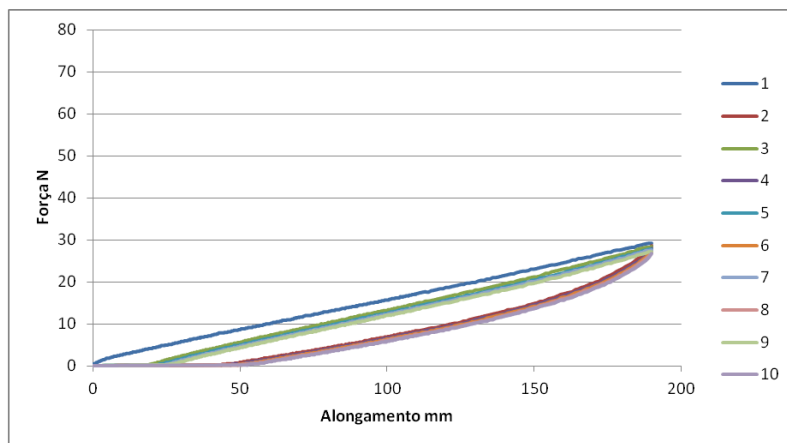
- Amostra B1-3



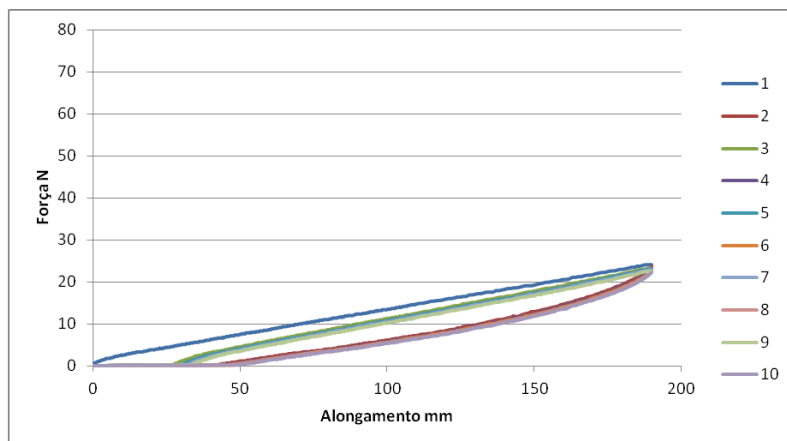
- Amostra B2-1



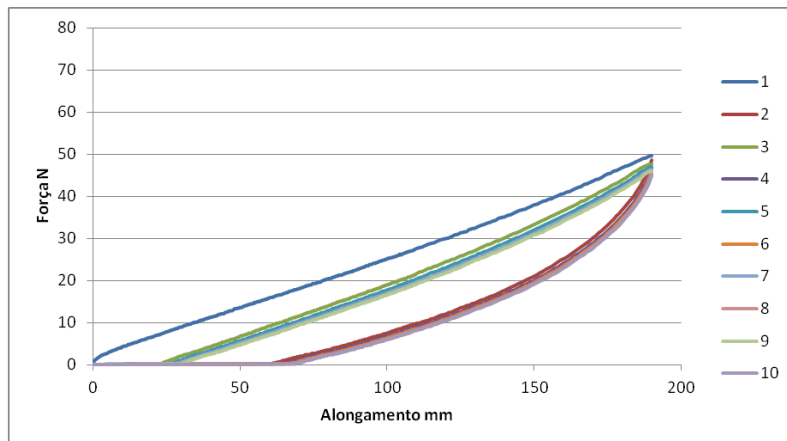
- Amostra B2-2



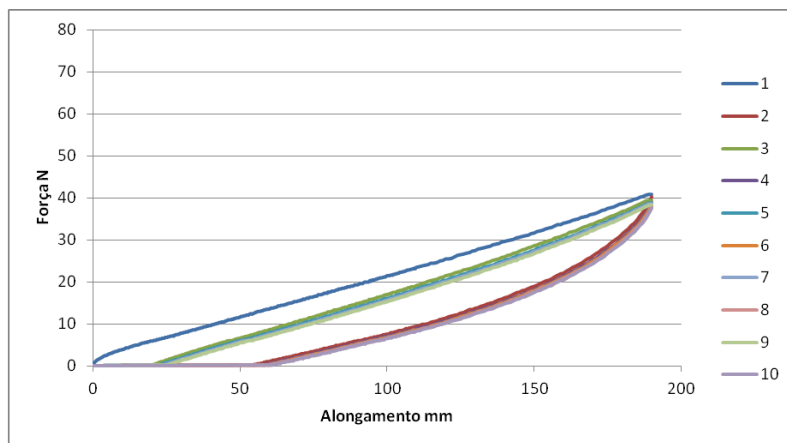
- Amostra B2-3



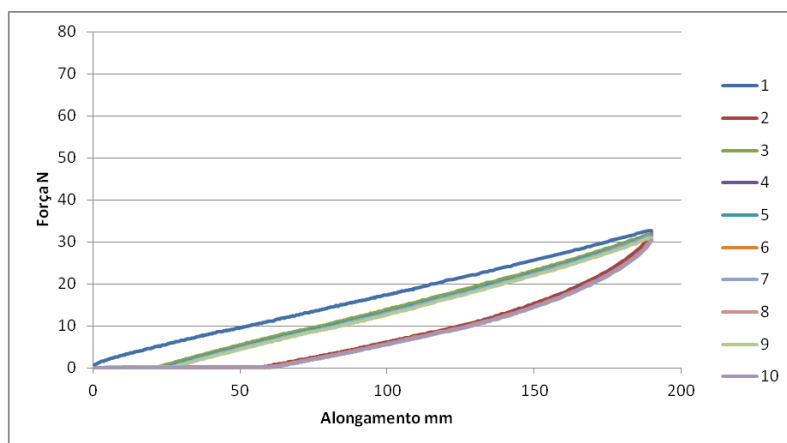
- Amostra B3-1



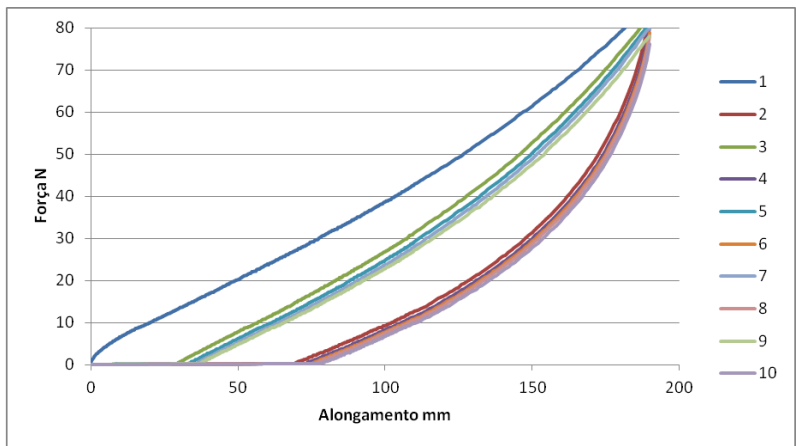
- Amostra B3-2



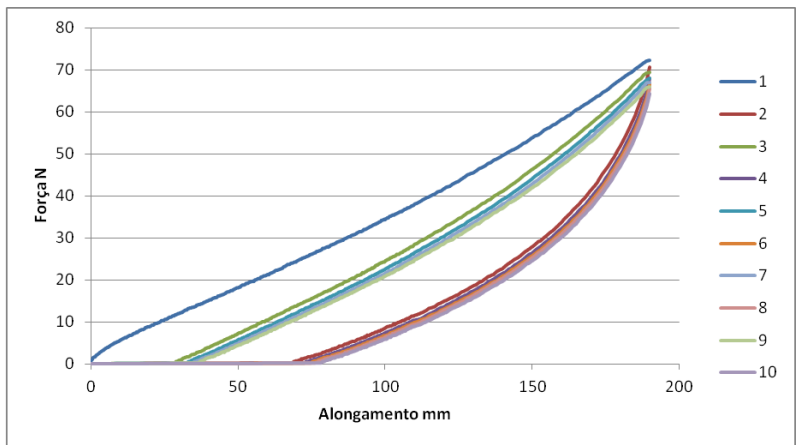
- Amostra B3-3



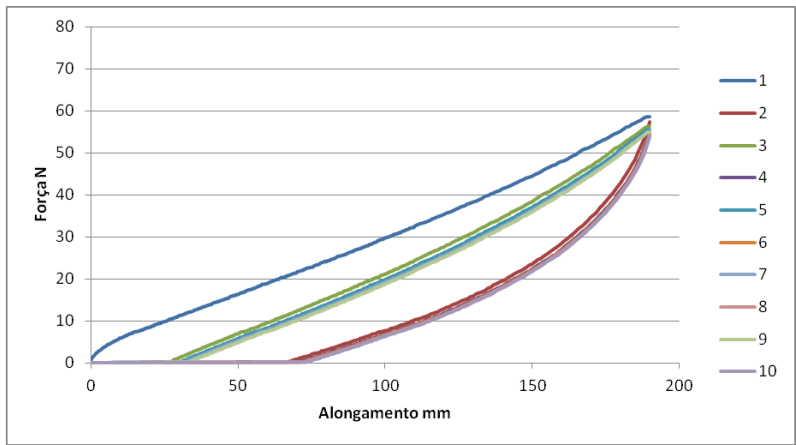
- Amostra B4-1



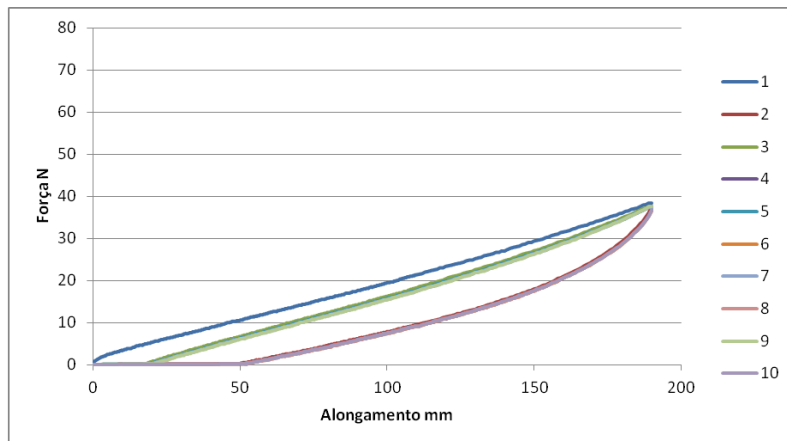
- Amostra B4-2



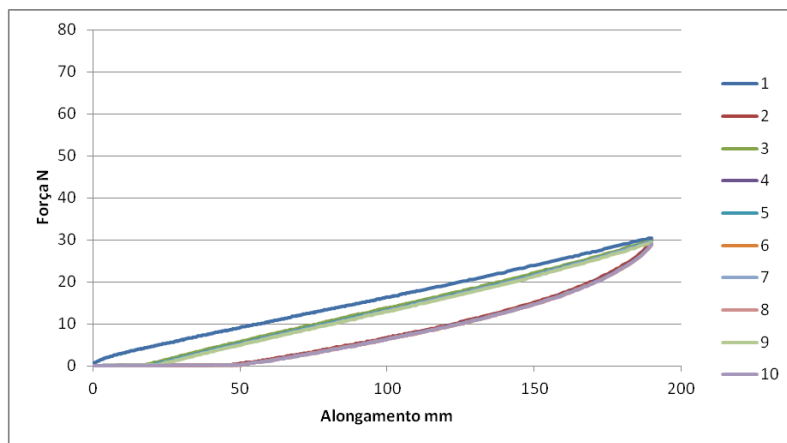
- Amostra B4-3



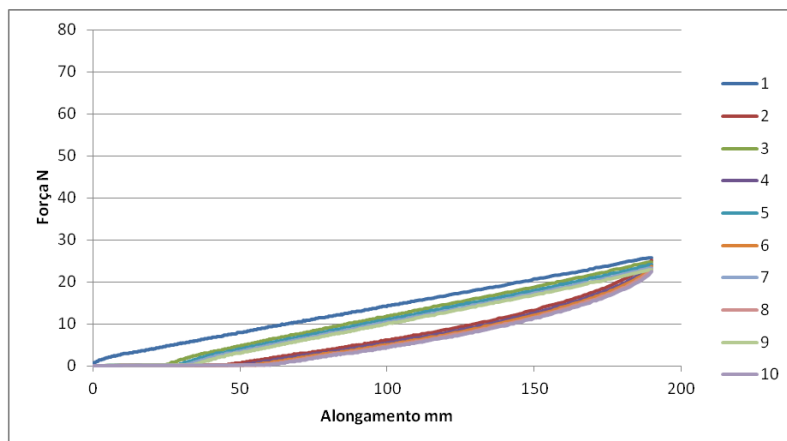
- Amostra B5-1



- Amostra B5-2

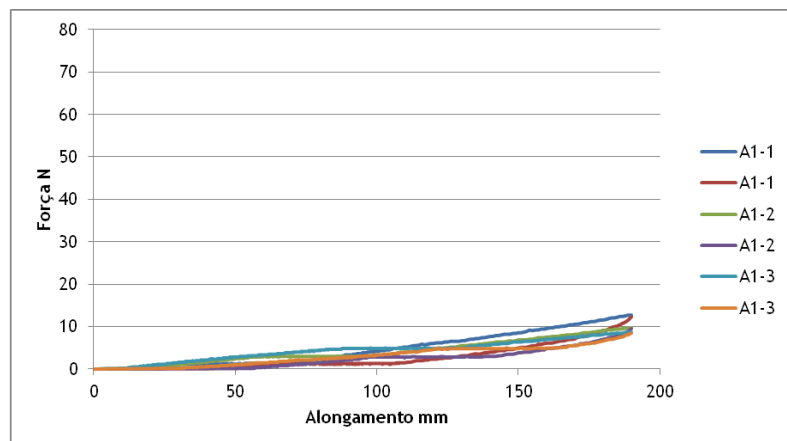


- Amostra B5-3

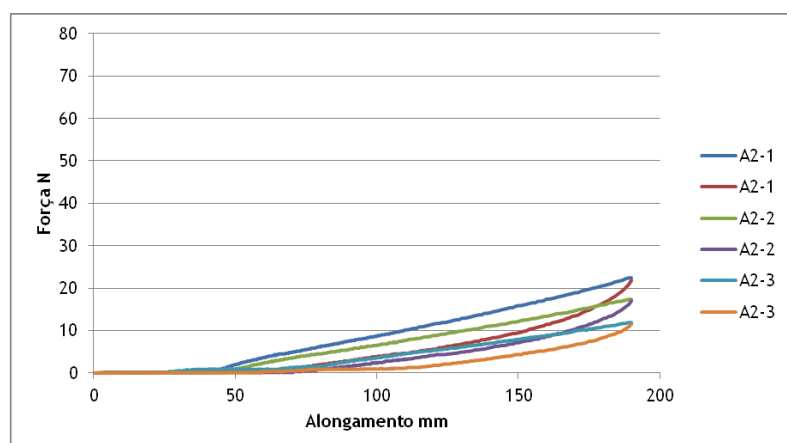


2.4 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha em Função da Estrutura de Malha e do Grau de Aperto

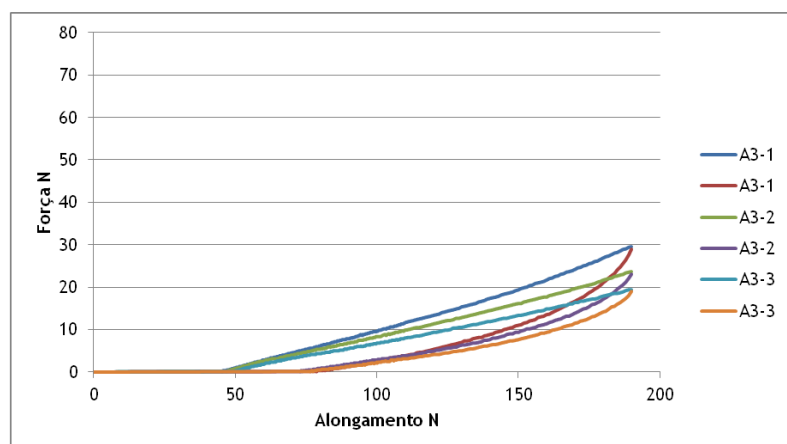
- Amostras A1



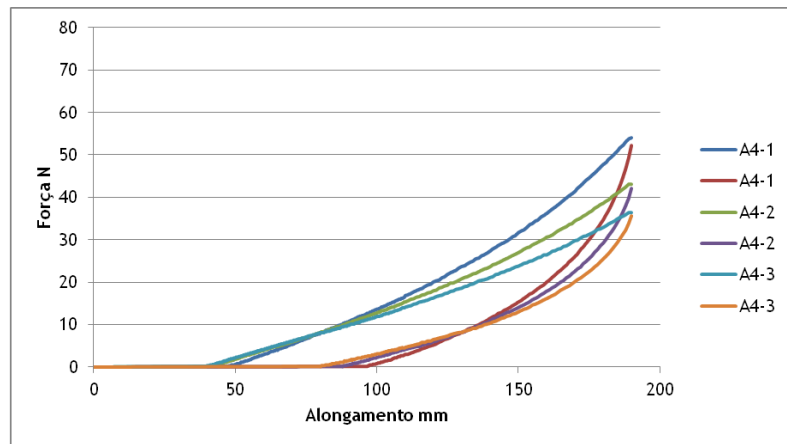
- Amostras A2



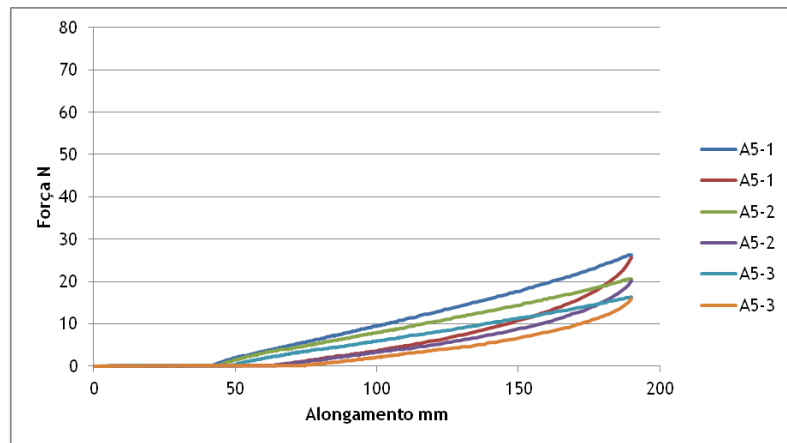
- Amostras A3



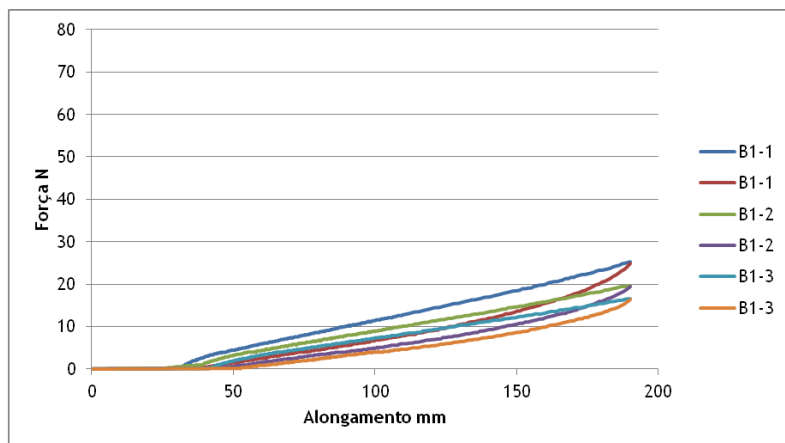
- Amostras A4



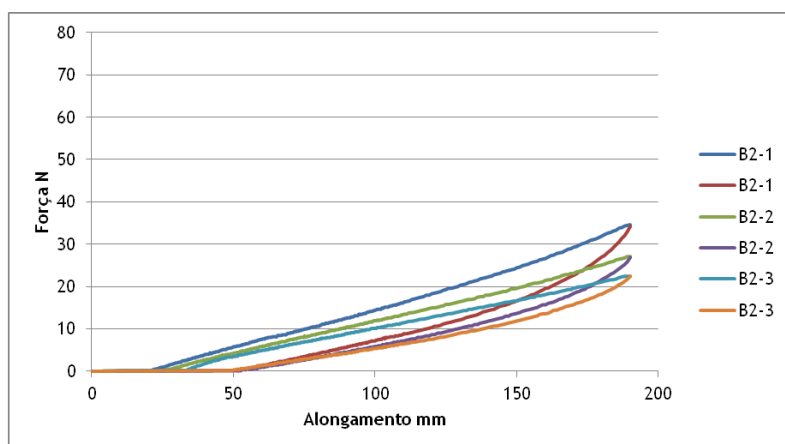
- Amostras A5



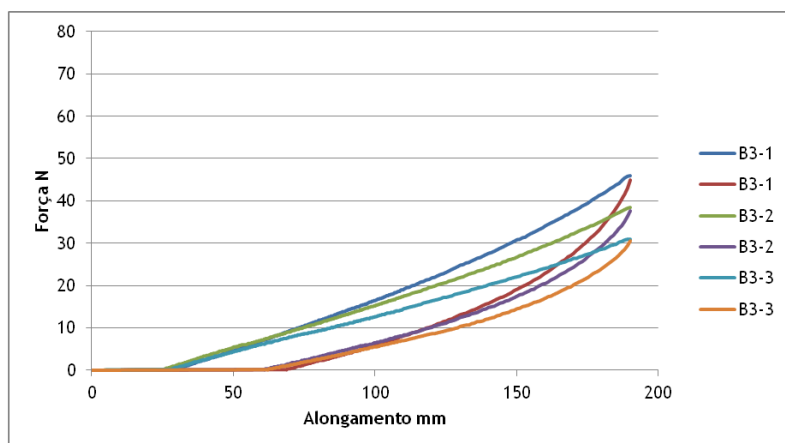
- Amostras B1



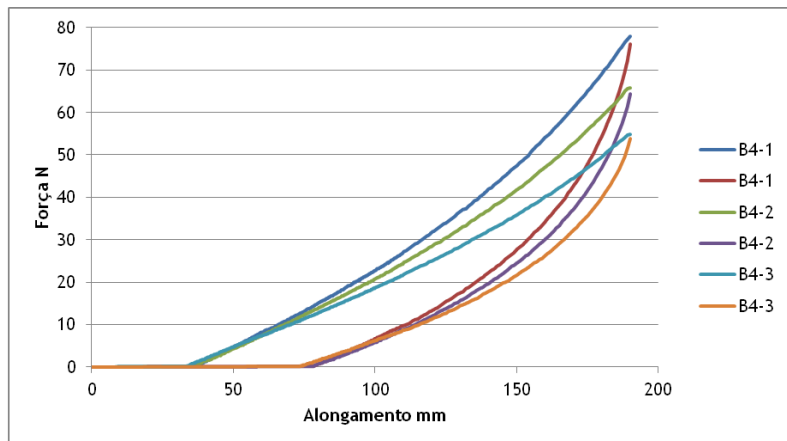
- Amostras B2



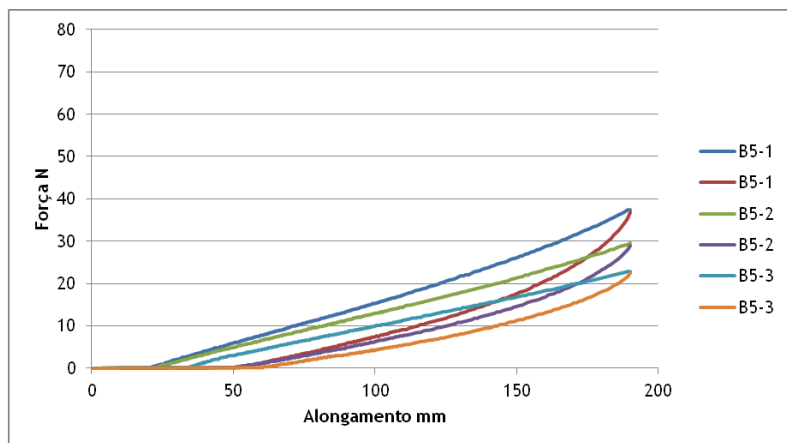
- Amostras B3



- Amostras B4

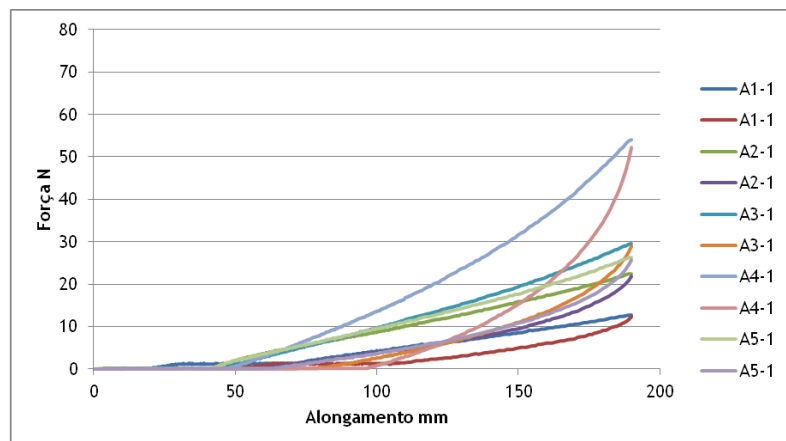


- Amostras B5

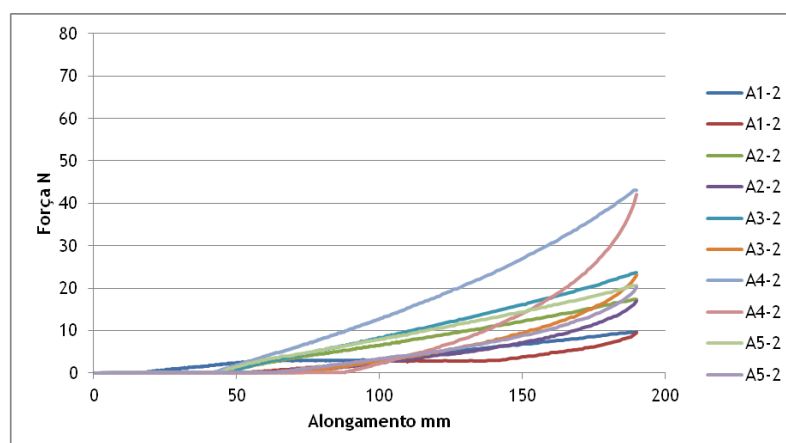


2.5 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha em Função do Elastano e do Grau de Aperto

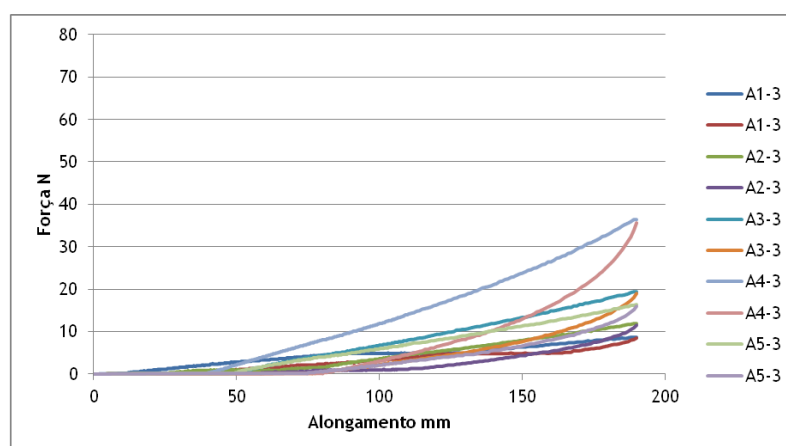
- Amostras A-1



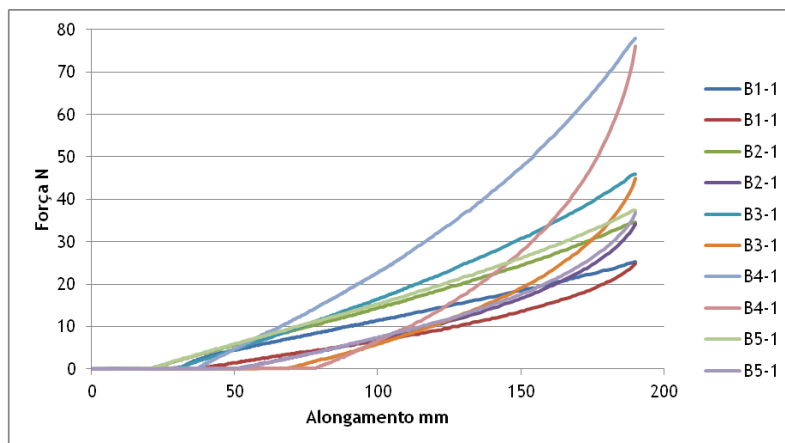
- Amostras A-2



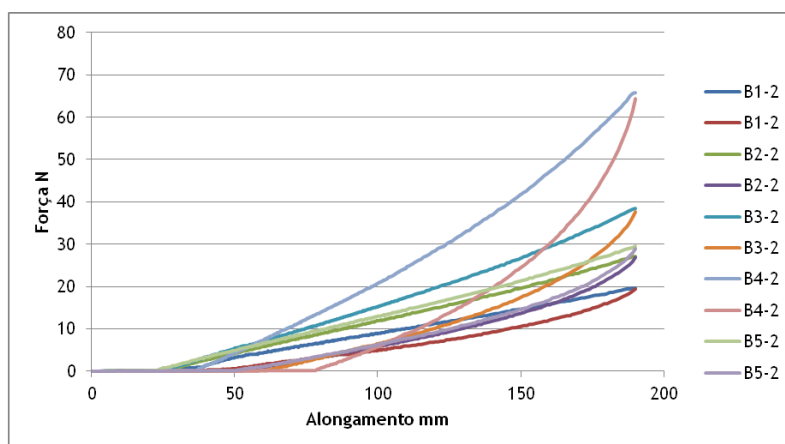
- Amostras A-3



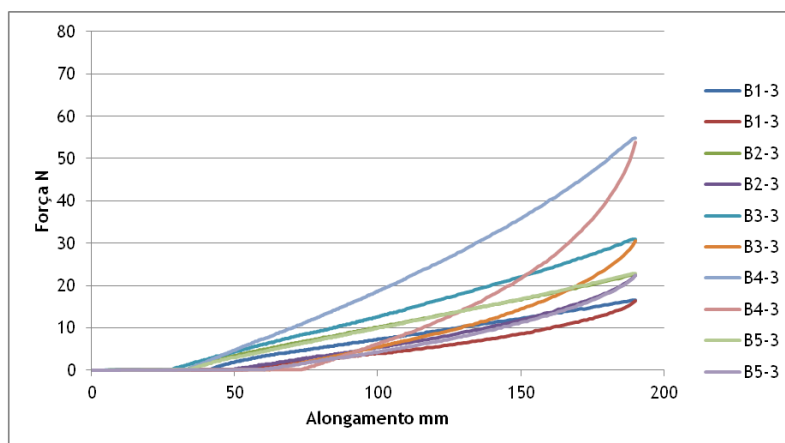
- Amostras B-1



- Amostras B-2

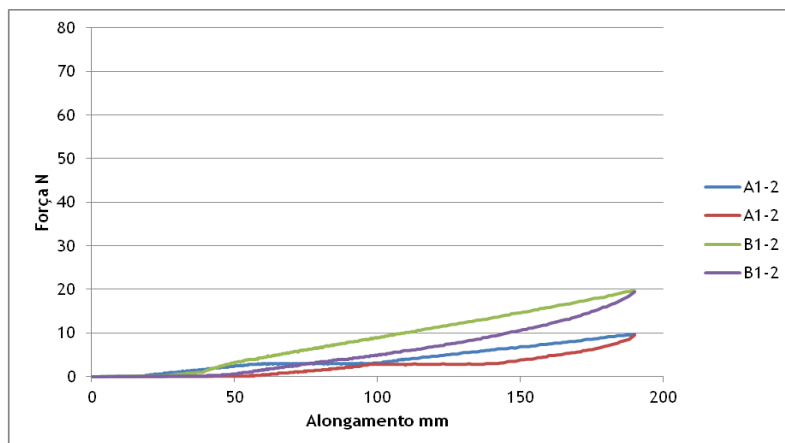


- Amostras B-3

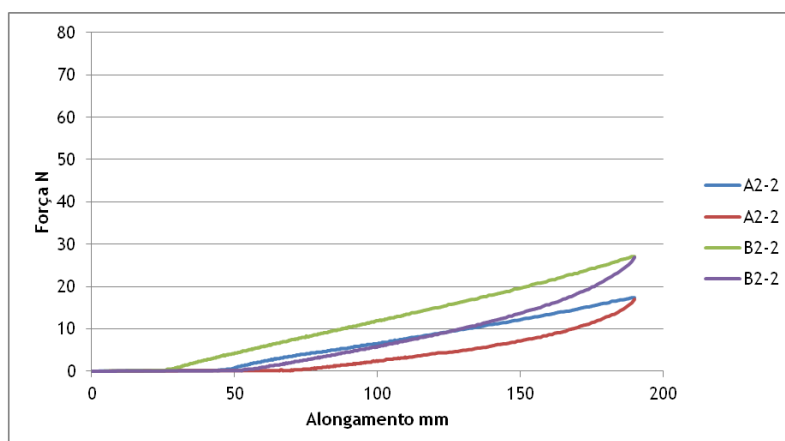


2.6 - Teste de Fadiga dos Tubos de Malha em Função do Elastano para o Ponto de Malha Intermédio

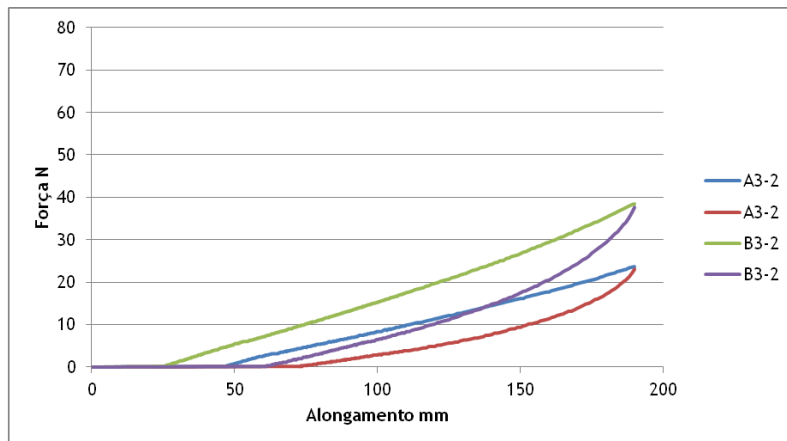
- Estrutura 1



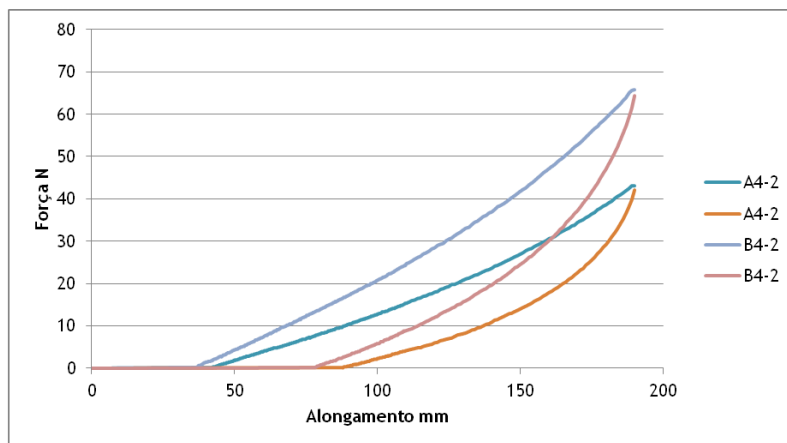
- Estrutura 2



- Estrutura 3



- Estrutura 4



- Estrutura 5

