

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TÊXTIL E MODA

MARCELO ROMANI

A influência do controle da tensão do elastano durante o processo produtivo nas propriedades elásticas dos tecidos com elastano para fitness.

São Paulo
2016

MARCELO ROMANI

A influência do controle da tensão do elastano durante o processo produtivo nas propriedades elásticas dos tecidos com elastano para fitness.

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em ciências pelo programa de pós-graduação em Têxtil e Moda.

Área de concentração:

Têxtil e Moda.

Orientador:

Prof. Dr. João Paulo Pereira Marcicano

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Romani, Marcelo

A influência do controle da tensão do elastano durante o processo produtivo nas propriedades elásticas dos tecidos com elastano para fitness / Marcelo Romani ; orientador, João Paulo Pereira Marcicano. – São Paulo, 2016

123 f. : il

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

Versão corrigida

1. Tecidos (Indústria têxtil). 2. Elasticidade - Controle. 3. Elastano. 4. Poliamida. I. Marcicano, João Paulo Pereira, orient. II. Título.

CDD 22.ed. – 677.02

Nome: ROMANI, Marcelo

Título: A influência do controle da tensão do elastano durante o processo produtivo nas propriedades elásticas dos tecidos com elastano para fitness.

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em ciências pelo programa de pós-graduação em Têxtil e Moda.

Área de concentração:
Têxtil e Moda.

Aprovado em: ____/____/____.

Bancada Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais pelos esforços em minha educação, à minha esposa pelo grande incentivo e aos meus filhos, principal fonte de minhas inspirações.

Dedico também ao Sr. Isaac Rosset, in memoriam, pela oportunidade a mim proporcionada.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. João Paulo Marcicano pelas orientações durante os estudos;

Aos meus colegas de trabalho pela contribuição na condução das coletas de dados;

Aos supervisores da empresa pela dedicação na realização das tarefas;

RESUMO

ROMANI, M. **A influência do controle da tensão do elastano durante o processo produtivo nas propriedades elásticas dos tecidos com elastano para fitness**, 123 f. Dissertação (Mestrado em ciências) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Versão Corrigida.

O objetivo deste estudo é verificar qual é a efetiva contribuição prática que o monitoramento da tensão do elastano durante o processo produtivo de tecidos destinados à moda esportiva, terá sobre as características de gramatura e elasticidade, esta última traduzida como força de recuperação do tecido, na tentativa de tornar o processo mais eficiente no atendimento dos anseios dos clientes em ter o "handle" ou "mão" do tecido apresentando elevado "power" ou resistência ao alongamento, avaliação subjetiva muito utilizada nas confecções de artigos para fitness e moda esportiva em geral e que deve ser cientificamente parametrizada em termos de processo de forma a garantir que tais necessidades sejam atendidas.

Para a manutenção de um único padrão de regulação a ser estudado, e o estudo livre de outras variáveis, o L.F.A. e a tensão do fio de poliamida são mantidos constantes. Foi aplicado um monitoramento da tensão do elastano para mantê-lo na condição mais alta afim de evitar suas variações a menor, causada pelas variações da matéria prima, o que teoricamente leva ao empobrecimento desta força ou mão. Através deste monitoramento foi possível constatar por análise estatística, uma melhora no índice de capacidade do processo com maior número de peças dentro das faixas desejadas para o produto com suas médias mostrando o ganho de força sem alterações significativas da gramatura dos produtos conforme premissa inicial.

Palavras-Chave: Elasticidade, malhas com elastano, tensão de elastano, poliamida6.

ABSTRACT

ROMANI, M. **The influence of the elastic tension control during the production process in the elastic properties of fabrics with elastane for fitness**, 123 p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2016. Corrected version.

The aim of this study is to determine what is the effective practical contribution to the monitoring of elastane tension during the production of knitted fabrics for the sports fashion, mainly on the characteristics of fabric weight and elasticity, the latter translated as tissue recovery strength, attempt to make the process more efficient in customer desires of service to have the "handle" or "hand" of the fabric featuring high "power" or resistance to stretching, subjective evaluation widely used in clothing articles for fitness and sports fashion in general and must be scientifically parameterized in terms of the process to ensure that these needs are met. In order to maintain a single standard regulation to be studied, and the free study other variables, L.F.A. and the tension of polyamide yarn is kept constant. The monitoring of the elastane tension was applied to keep it in the highest condition in order to prevent their smaller the variations caused by variations of the raw material, which theoretically leads to the impoverishment of this force or hand. Through this monitoring, it was verified by statistical analysis, an improvement in the capacity index of the process with the largest number of parts within the desired ranges for the product with their average showing strength gains without significant changes in the fabric weight of the product as initial premise.

Keywords: Elasticity, knitwear with elastane, elastane tension, polyamide6.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Fig.01 - Método de caracterização do toque	16
Fig.02 - Divisão da cadeia têxtil produtiva	24
Fig.03 - Fios texturizados	27
Fig.04 - Secção transversal dos filamentos de elastano	29
Fig.05 - Bobinas de PUE	29
Fig.06 - Esquema de tensões dada ao fio pelo atrito com corpos	31
Fig.07 - Alimentador da máquina circular	32
Fig.08 - Curva de relaxamento-tensão residual	32
Fig.09 - Malha de trama	34
Fig.10 - Tecido plano	34
Fig.11 - Malharia por trama e urdume respectivamente	34
Fig.12 - Retilínea Lanofix SK-280	35
Fig.13 - Circular de grande diâmetro	35
Fig.14 - Pequeno diâmetro	36
Fig.15 - Médio diâmetro	36
Fig.16 - Fluxo de produção para tecido plano	39
Fig.17 - Fluxo de produção para malha de trama	39
Fig.18 - Fluxo de produção para malha de urdume	40
Fig.19 - Esquema de uma máquina circular	40
Fig.20 - Gaiolas externas	41
Fig.21 - Chapéu	42
Fig.22 - Laterais	42
Fig.23 - Externas	42
Fig.24 - Unilateral	42
Fig.25 - Unilateral	42
Fig.26 - Gaiola sem tubos	43
Fig.27 - Gaiola com tubos	43
Fig.28 - Alimentador negativo	45
Fig.29 - Alimentador positivo	45
Fig.30 - polias de qualidade	46
Fig.31 - Pequeno Motivo	46
Fig.32 - Jacquard	46
Fig.33 - Tensiômetro	47
Fig.34 - Automático de Elastano	47
Fig.35 - Monofrontura	49
Fig.36 - Dupla frontura	49
Fig.37 - Cames para ponto em tece, fang e não tece	53
Fig.38 - Exemplo de formação de pistas	54
Fig.39 - Puxador fechado	55
Fig.40 - Puxador Aberto	55
Fig.41 - Vanisado de ponto liso	56
Fig.42 - Comprimento do fio absorvido pela malha (L.F.A.)	58
Fig.43 - Cabeça têxtil	61
Fig.44 - Comparativos de elastano com/sem tensão	62
Fig.45 - Malha sem elastano	62
Fig.46 - Malha com elastano	62
Fig.47 - Avaliação pelo indicador	65
Fig.48 - Métodos de avaliação por toque	65
Fig.49 - Outras formas de avaliação	66

Fig.50 - Qualidade maior tem efeito benéfico sobre o faturamento e os custos.....	69
Fig.51 - Entradas e saídas do processo produtivo	70
Fig.52 - Sistema de entradas e saídas de controle de processo em uma malharia ..	71
Fig.53 - Estável	74
Fig.54 - Assimétricos	74
Fig.55 - Despenhadeiro	74
Fig.56 - Ilhas isoladas	74
Fig.57 - Bimodal	74
Fig.58 - Achatado	74
Fig.59 - Caso ideal	74
Fig.60 - Atende sem folga	74
Fig.61 - Não atende.....	75
Fig.62 - Carta de controle.....	77
Fig.63 - Processo sem monitoramento.....	82
Fig.64 - Processo com monitoramento.....	82
Fig.65 - Sistemas definidos para medição	84
Fig.66 - Dispositivos para acerto de ponto	85
Fig.67 - Ajuste de tensão	86
Fig.68 - Experimento com tensões.....	87
Fig.69 - Processo monitorado	87
Fig.70 - Esquema amostragem	88
Fig.71 - Aparelho para cortar amostras de tecido marca Albrecht	89
Fig.72 - Balança de precisão.....	90
Fig.73 - Gabarito para corpo de prova de elasticidade.....	91
Fig.74 - Dimensões do gabarito	91
Fig.75 - Dinamômetro-manual do fabricante	92
Fig.76 - Relógio de tensão ou tensiômetro ZIVY.....	93
Fig.77 - Ics simultâneos de 95% de Turkey para gramatura	96
Fig.78 - Gráfico BoxPlot para gramatura	97
Fig.79 - Ics simultâneos de 95% de Turkey para elasticidade.....	100
Fig.80 - Gráfico BoxPlot para elasticidade	100
Fig.81 - Gráfico de controle da gramatura do produto A s/monitoramento.....	101
Fig.82 - Controle da gramatura do produto A com monitoramento/controle.....	101
Fig.83 - Histograma da gramatura do produto A s/monitoramento.....	102
Fig.84 - Histograma da gramatura do produto A c/monitoramento.....	102
Fig.85 - Controle da elasticidade na largura do produto A s/monitoramento.....	104
Fig.86 - Controle da elasticidade na largura do produto A c/monitoramento.....	104
Fig.87 - Histograma para a elasticidade na largura do produto A s/monitoramento	105
Fig.88 - Histograma da elasticidade na largura do produto A com monitoramento .	105
Fig.89 - Controle da gramatura do produto B s/ monitoramento	107
Fig.90 - Controle da gramatura do produto B c/monitoramento.	107
Fig.91 - Histograma da gramatura do produto B s/monitoramento.....	108
Fig.92 - Histograma da gramatura do produto B c/monitoramento.....	108
Fig.93 - Cartas de Controle da elasticidade na largura do produto B s/monit.	110
Fig.94 - Controle da elasticidade na largura do produto B c/monitoramento.....	110
Fig.95 - Histograma para a elasticidade na largura do produto B s/monitoramento	111
Fig.96 - Histograma para a elasticidade na largura do produto B c/monitoramento	111

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO.....	12
Tabela 01 - Títulos de fio x Finura e tipo de tear circular	51
Tabela 02 - Técnicas de mão em tradução livre.....	65
Tabela 03 - Níveis de fatores (teste gramatura)	94
Tabela 04 - Análise de variância da gramatura	95
Tabela 05 - Sumário do modelo	95
Tabela 06 - Médias e desvios da gramatura	95
Tabela 07 - Método Turkey para gramatura.....	96
Tabela 08 - Níveis do fator (teste elasticidade)	98
Tabela 09 - Análise de variância para elasticidade	98
Tabela 10 - Sumário do modelo	98
Tabela 11 - Médias e desvios para gramatura	99
Tabela 12 - Método Turkey para elasticidade	99
Tabela 13 - Tabela resumo do produto A.....	113
Tabela 14 - Tabela resumo do produto B.....	113

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVO	17
1.2. JUSTIFICATIVA.....	17
1.3. PROBLEMA	21
1.4. HIPÓTESE.....	21
1.5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	22
1.6. METODOLOGIA	23
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1. CADEIA TÊXTIL	24
2.2. FIBRAS TÊXTEIS.....	24
2.3. FIOS TÊXTEIS.....	26
2.4. FIOS TEXTURIZADOS.....	26
2.5. A POLIAMIDA	27
2.6. O ELASTANO	28
2.6.1. Variações do elastano	30
2.7. REVISÃO HISTÓRICA DA MALHARIA	32
2.8. CONCEPÇÃO DE MALHA.....	33
2.9. PRINCIPAIS PROPRIEDADES FÍSICAS DAS MALHAS	36
2.10. A MALHARIA POR TRAMA	38
2.11. ALIMENTAÇÃO	40
2.12. CANTRES.....	41
2.13. SISTEMAS DE ENTREGA DE FIOS	44
2.14. POLIAS DE QUALIDADE	45
2.15. APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO	46
2.16. DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS PARA CONTROLE DE TENSÃO	47

2.17.	CABEÇA TÊXTIL	48
2.18.	GUIA FIOS.....	48
2.19.	CILINDROS E DISCOS	48
2.20.	FINURA:.....	49
2.21.	AGULHAS.....	52
2.22.	PLATINAS.....	52
2.23.	PEDRAS OU CAMES	52
2.24.	REGULADOR DE PONTO.....	53
2.25.	PISTAS	54
2.26.	PUXAMENTO/ACONDICIONAMENTO	55
2.27.	TERMOS E CONCEITOS	56
2.27.1.	Vanizar	56
2.27.2.	Cursos ou carreiras	57
2.27.3.	Colunas	57
2.27.4.	L.F.A.	57
2.27.5.	Densidade	57
2.27.6.	Gramatura	59
2.28.	TENSÃO E SEUS MECANISMOS DE AJUSTE	59
2.29.	A MALHA COM E SEM ELASTANO.....	61
2.30.	ALONGAMENTO E ELASTICIDADE	63
2.31.	FATOR DE COBERTURA	63
2.32.	HANDLE (TOQUE)	63
2.33.	ESTATÍSTICA E QUALIDADE	66
2.34.	FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS	69
2.35.	CAPACIDADE DO PROCESSO	71
2.36.	HISTOGRAMA.....	72
2.37.	ÍNDICE DE CAPACIDADE POTENCIAL (C _P).....	75

2.38.	CARTAS DE CONTROLE.....	77
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	78
3.1.	OBJETIVOS.....	78
3.2.	O PLANEJAMENTO	79
3.3.	GRANDEZAS AVALIADAS.....	79
3.4.	PROCESSO SEM MONITORAMENTO E COM MONITORAMENTO	81
3.5.	DA MATÉRIA PRIMA UTILIZADA	82
3.6.	DAS MALHAS ESTUDADAS	83
3.7.	AVALIAÇÃO DA TENSÃO	83
3.8.	O REAJUSTE DA TENSÃO.....	85
3.9.	A AMOSTRAGEM.....	87
3.10.	DETERMINAÇÃO DA GRAMATURA	89
3.11.	VERIFICAÇÃO DA ELASTICIDADE	90
3.12.	VERIFICAÇÃO DA LARGURA	92
3.13.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES DE TRABALHO	93
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
4.1.	RESULTADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO	94
4.2.	RESULTADOS DO PRODUTO “A” NO PARÂMETRO GRAMATURA...	101
4.3.	RESULTADOS DO PRODUTO “A” NO PARÂMETRO ELASTICIDADE NA LARGURA	104
4.4.	RESULTADOS DO PRODUTO “B” NO PARÂMETRO GRAMATURA...	107
4.5.	RESULTADOS DO PRODUTO “B” NO PARÂMETRO ELASTICIDADE NA LARGURA	110
4.6.	RESUMO DOS DADOS OBTIDOS.....	112
5.	CONCLUSÕES	114

1. INTRODUÇÃO

Conforme Vasconcelos (2012) as exigências atuais de conforto e desempenho das malhas, quando submetidas à tração, não são compatíveis com o desempenho dinamométrico das malhas, fazendo com isso crescer a aplicação de fibras elastoméricas em sua composição, conferindo aos produtos maior adequação quanto ao alongamento e recuperação elástica.

Conforme Fan, Yu e Hunter (2004) a aparência das roupas tem sido citada como a característica de maior importância dada pelos usuários. Entretanto os princípios de ajuste ao corpo não estão claramente definidos, é uma definição que depende da moda (e, portanto, variam com o tempo), das normas industriais e da percepção individual de ajuste.

Fan, Yu e Hunter (2004) exemplificam com algumas citações as definições dadas para ajuste (FIT) das roupas tais como:

- Definido por Clain (1950 apud Fan, Yu e Hunter, 2004, p.31) ajuste (fit) está diretamente relacionado com a anatomia do corpo humano e a maior parte dos problemas de modelagem são criados pela forma do corpo humano;
- De acordo com Chamber e Wiley (1967 apud Fan, Yu e Hunter, 2004, p.31) roupa que se ajusta bem, se molda ao corpo humano e possibilita suficiente facilidade de movimentos, não tem rugas e foi cortado e manipulado de tal forma que parece ser parte do usuário;
- Conforme Erwin e Kinchen (1969 apud Fan, Yu e Hunter, 2004, p.31) ajuste é definido como uma combinação de cinco fatores; facilidade, linha, grãos, equilíbrio e definição;
- A definição para Efrat (1982 apud Fan, Yu e Hunter, 2004, p.31) o ajuste da roupa é uma propriedade complexa que é afetada pela moda, estilo e muitos outros fatores;
- Para Hacker (1984 apud Fan, Yu e Hunter, 2004, p.31) a roupa deve se ajustar ao corpo com suavidade com espaço suficiente para permitir fácil mobilidade e ser livre de amarrotado;

- Assim dizem Shen e Huck (1993, apud Fan, Yu e Hunter, 2004, p.31) roupa que ajusta é aquela que proporciona uma aparência limpa e lisa e vai permitir o máximo de conforto e mobilidade para o usuário;
- Por fim The Oxford Dictionary (2002, apud Fan, Yu e Hunter, 2004, p.31) ajuste é definida como a capacidade de ter a forma e tamanho correto.

Com os exemplos acima, Fan, Yu e Hunter (2004) concluem que as diferentes definições dadas para o termo "fit", em tradução livre "ajuste" ao corpo, refletem a falta de acordo no âmbito da indústria sobre os recursos que são responsáveis pelo bom ajuste.

Para o mundo do "fitness", termo usado para designar tudo o que é relativo a ginástica ou condicionamento físico, a força elástica é o elemento de maior importância para o perfeito ajuste entre a roupa e sua finalidade principal, mantendo o bom e adequado desempenho físico durante as atividades esportivas, permitindo liberdade aos movimentos e modelando o corpo sem deformar ou provocar transparência. Esta característica é alcançada incluindo-se fibras elastoméricas ao tecido durante a fase de tecimento, atuando tanto sobre a capacidade de recuperação de suas dimensões originais quanto na intensidade da força atuante nesta recuperação, após submetido a uma tração ou um alongamento, o que também pode ser sentido como a força necessária para aplicar um alongamento à malha.

Alguns tipos de roupas, em especial roupas para práticas esportivas, exigem um perfeito ajuste ao corpo e devem ser capazes de alongar para vestir/tirar facilmente e permitir mobilidade para a prática de qualquer tipo de atividade física. A roupa também deve se manter aderente e não aparentar folgada. Para tanto devem possuir, além do alongamento, a recuperação às dimensões originais, e para tanto é introduzido um percentual de fio de elastano em sua estrutura (SAVILLE, 1999).

Devido às variações provenientes da matéria-prima responsável pela elasticidade, isto é o fio de elastano, a tensão do mesmo é diretamente afetada durante o processo de produção da malha, causando em decorrência disto, variações na força de resistência ao alongamento do tecido, diminuindo a capacidade do processo quando comparado às malhas que não possuem o elastano em sua composição. Esta maior dificuldade de controle reflete-se também na variação da característica de resistência ao alongamento do produto a ponto de influenciar as

avaliações subjetivas do mesmo, avaliações estas conhecidas como "handle", e doravante referenciada como "mão", "toque" ou "percepção tátil" do tecido.

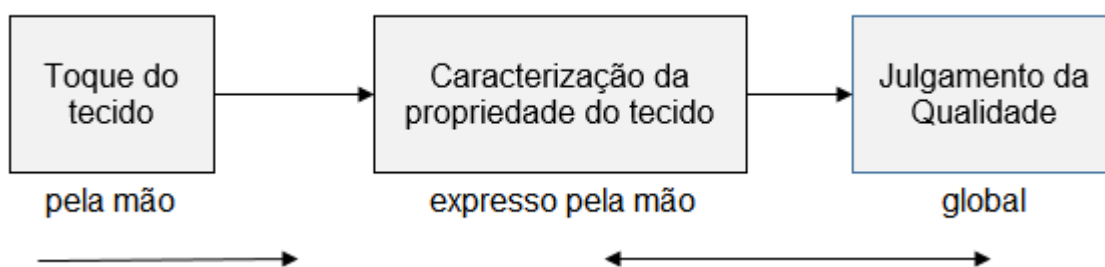
Saville (1999) define a expressão mão como um termo dado às propriedades descritas pelo toque e sensação, e depende diretamente do subjetivismo inerente à cada pessoa.

Estudos referente à mão do tecido levam em conta uma somatória de características como maciez/aspereza, rigidez/fluidez, caimento, espessura, temperatura e peso e buscam relacioná-los a valores que possam ser obtidos experimentalmente, estudos estes que conforme Sular e Okur (2006) tiveram início em 1926 e que ainda são estudados nos dias de hoje, porém quase nada se encontra quando se quer associar dados experimentais numéricos às descrições subjetivas de força de retorno percebidas pelo tato.

Tradicionalmente, segue Saville (1999) a qualidade dos tecidos e a sua adequação quanto aos seus propósitos, incluindo seu desempenho durante os trabalhos de confecção, tem sua mão avaliada subjetivamente por peritos da indústria do vestuário.

A figura 01 mostra um método utilizado por especialistas para caracterizar tecnicamente as propriedades de um tecido a partir das avaliações subjetivas,

Fig.01 - Método de caracterização do toque



Fonte: KAWABATA (2000)

O principal item nas verificações e correções, para este tipo de produto, é a tensão dos fios de elastano, visto que os demais fios, um ou mais que compõem a base do tecido, como poliamida, poliéster ou algodão são os principais responsáveis por outras características de grande importância, como o L.F.A. que definem o produto, e devem manter-se inalteradas durante a produção, e que portanto não são

passíveis de alterações em seus ajustes durante o tecimento sem causar alterações nas características do produto, porém o mesmo não ocorre com as tensões dos fios de elastano pois estes normalmente estão sujeitos às variações da matéria-prima. Essas variações podem contribuir de maneira positiva ou negativa no processo. As variações quando percebidas podem ser compensadas com nova regulação da máquina, corrigindo-se principalmente a tensão dos fios.

Conforme Araújo et al (1999) a tensão de trabalho dos fios em malharia de trama deve ser utilizada como parâmetro de controle do processo produtivo, assim os defeitos podem ser rapidamente detectados e até prevenidos.

1.1. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é verificar qual é a efetiva contribuição prática que o monitoramento/controle da tensão do elastano, durante o processo produtivo na fabricação de malhas de trama de produtos destinados à moda esportiva, terá sobre as características de gramatura e elasticidade que se ligam com a percepção tátil desejada em produtos destinados a estas práticas.

Objetivos Específicos:

- Coletar amostras das malhas em produção e determinar a gramatura e elasticidade na largura de dois produtos com elastano de títulos diferentes, e nas condições: sem monitoramento e sem ajuste da tensão e com monitoramento e com ajuste da tensão.
- Conduzir um experimento para verificar a influência do fator tensão do elastano na gramatura e na elasticidade.
- Executar o controle estatístico do processo, com a preparação das cartas de controle e cálculo dos parâmetros de capacidade de processo.
- Executar a análise de variância para verificar a influência da tensão na gramatura e na elasticidade.

1.2. JUSTIFICATIVA

As malhas de trama compostas por fios rígidos vanizados com elastano possuem características de alongamento e elasticidade que tornam os artigos

moldeáveis aos corpos conferindo a estes não apenas uma maior sensação de conforto, mas também proporcionam uma maior eficiência em atividades físicas.

Estas características, somadas ao crescente movimento social de vida mais saudável com práticas esportivas, trazem maiores exigências dos consumidores sobre as características de elasticidade dos artigos aplicados em "fitness" ou moda para ginástica.

Se por um lado o elastano proporcionou maiores alongamentos e elasticidade aos tecidos de malha circular com ele veio também uma nova variável no processo de fabricação e maiores dificuldades de controle destes parâmetros dos produtos. Com o ganho em alongamento e recuperação elástica as malhas também ganharam mais uma forte variável no processo e na composição do produto, que potencializou a variação das suas características finais que conseqüentemente diminuem a capacidade do processo.

Conforme Vasconcelos (2012), muitos estudos foram realizados, principalmente com malhas de algodão e mais recentemente com poliéster clareando as relações do L.F.A. com as características das malhas, mas raríssimos são os trabalhos que relacionam também o elastano com estas características.

Mais recentemente Vasconcelos (2012) realizou um estudo relacionando L.F.A. e tensão de elastano, e seus efeitos produzidos na malha sem beneficiamento não chegando ainda no produto acabado.

Ainda em seus estudos Vasconcelos (2012) conclui que o L.F.A. tem influência apenas no alongamento não se relacionando com a elasticidade, entretanto a elasticidade, em relação à tensão do elastano, não mostrou alteração significativa, contradizendo sua hipótese inicial mas relacionou o fato à baixa carga utilizada para os experimentos como provável explicação e afirma que com cargas maiores esse efeito deveria ter significância.

Esta observação de Vasconcelos pode encontrar apoio em Song (2011) onde afirma que apesar das extensas pesquisas realizadas na direção de avaliar as propriedades de tecido que visam melhorar conforto e ajuste ao corpo, os textos atuais sobre elasticidade de tecidos com elastano, não convergem à uma definição ideal quanto à largura e comprimento da amostra, bem como a força aplicada para quantificar o grau de elasticidade. Exemplifica que, Ziegert e Keil (1988, apud Song, 2011, p. 252) usa uma unidade de medida de 20 cm por 20 cm, com uma carga de 500g tomando como critério testes que mostraram que o tamanho da amostra de

tecidos com elastano está intimamente relacionado na proporção de um quarto das dimensões do corpo humano todavia Murden (1966, apud Song, 2011, p.252) sugere que uma boa aproximação da elasticidade ao estiramento da "mão" poderia ser conseguido mecanicamente, tomando uma unidade de medida de 7,5 cm por 25cm de comprimento com um CARGA aproximada de 1 Kgf, ou seja, uma carga duas vezes maior, como também sugerida por (VASCONCELOS, 2012).

"Conforme Define Têxtil (2013), uma das preocupações dos materiais têxteis se relaciona diretamente com o sentido do tato e dele depende, definindo esta característica como "mão" do tecido (em tradução livre para handle), citando, entre outros fatores, a capacidade de o tecido comprimir (apertar) e forçar a recuperação, entre os objetivos avaliados pelos especialistas na qualificação da "mão" do tecido através do tato."

Esta capacidade de recuperação, avaliada pela subjetividade da mão do tecido, muito comum nas confecções, no que diz respeito ao tecidos para esportes, se traduz em dois fatores, a capacidade de compressão do tecido sobre o corpo, o que também implica em um acréscimo de volume, e a capacidade de oferecer uma força de resistência ao alongamento, isto é, uma força de sentido contrário ao sentido daquela aplicada para se alongar o mesmo, através da capacidade de recuperação elástica intrínseca do elastano, o que alguns denominam simplesmente por "power do tecido" sem uma palavra direta para tradução em uso no português brasileiro, onde podemos encontrar diversas formas de expressões no meio como "mão forte/fraca" ou "mão cheia/mole" etc... e que é resultado de uma série de valores sensoriais, sentidos simultaneamente, ao toque, definindo o termo "mão" e sua qualificadora.

Como não poderia deixar de ser, varia conforme aquele que avalia, tornando-se assim em potencial gerador de conflitos entre fornecedores e clientes e desta forma merece ser melhor compreendido e tecnicamente definido.

Sular e Okur (2006) verificam que as técnicas de avaliação através do tato ocorrem não apenas entre os consumidores, mas também dentro da indústria têxtil, e suas divergências podem gerar conflitos comerciais. Ainda assim estas técnicas sensoriais para definição de "mão" são largamente utilizadas, definindo como mão um conjunto de sensações quando alguém toca um tecido, e justificado pelo fato de não existir uma única instrumentação capaz de traduzir este conjunto de sensações conseguidas pelo tato.

"Pessoas se sobressaem nas considerações qualitativas, máquinas nas quantitativas. Como resultado, para pessoas, decisões são flexíveis porque seguem avaliação qualitativa tanto quanto quantitativa, modificada por circunstâncias e contextos especiais. Para as máquinas, decisões são consistentes, baseadas em análises quantitativas numericamente especificadas, livre de variações contextuais." (MOODY, 2001, p. 1-2, tradução nossa).

Sular (2006) define como avaliações subjetivas aquelas produzidas por pessoas, enquanto define como objetivas as avaliações feitas através de instrumentos.

Percebe-se então que, em se tratando de mão - relativa à força de recuperação elástica, e dos subjetivismos e idiosincrasias de cada avaliador, sempre teremos uma zona onde avaliações divergentes ocorrem para um mesmo aspecto de um mesmo produto avaliado e para um mesmo valor numérico obtido em teste.

Estudos relacionando esta subjetividade de "mão" com características mensuráveis como gramatura e elasticidade devem ajudar a compreender melhor como atingir um maior grau de satisfação dos clientes, diminuindo as ocorrências de avaliações conflituosas.

Pouco ou nada se encontra em estudos sobre o impacto que as variações da tensão do elastano, durante o processo produtivo das malhas, geram na capacidade que o processo tem em manter o produto em uma zona numérica de grande aceitabilidade quando avaliada através do tato.

Estudos relativos à busca da interpretação exata dos sentidos táteis fornecidos pelos têxteis, bem como sua tradução em números, podem ser encontrados sobre inúmeros outros aspectos, diferentes ao aspecto de sensação de força, como os exemplos que se seguem:

Moody (2001) realiza um estudo sob as formas físicas ou maneiras de tocar o tecido, com as quais pessoas buscam interpretar determinadas características ou qualidade dos produtos, tentando tabelar e entender melhor a relação entre a forma de tocar e a característica sensorial do tecido a que melhor se destina.

Peirce (1929) busca desenvolver uma forma científica de avaliar e quantificar a característica de fluidez/rigidez ou caimento do tecido.

Liao et al (2011) faz uma revisão, de 60 pesquisas realizadas entre 1930 e 2010, relacionadas ao sentido de maciez/aspereza de tecidos, divididas em 3 categorias. A primeira enfoca a definição de conforto e seus fatores, a segunda estuda

os parâmetros físicos e neurofisiológico e finalmente as medições físicas, sensoriais e as relações entre eles. Neste mesmo trabalho verifica que ainda possuímos limitações quanto aos métodos de avaliação e medição para verificação das propriedades sensoriais de conforto.

Compreender melhor a influência do controle da tensão do elastano sobre estas variáveis durante o processo é fundamental para o atendimento mais adequado das exigências de um importante e cada vez mais exigente mercado em franca expansão como o mercado das aplicações esportivas e principalmente altamente competitivo.

De acordo com Gorini (2000) toda a cadeia têxtil, das fiações às confecções, vem sofrendo profundas modificações onde destaca as mudanças tecnológicas incrementando a produtividade mas observa a importância crescente do comércio dentro dos blocos econômicos como a) o Nafta; b) a União Europeia e as regiões do Norte da África e Sul da Ásia, como Índia e Paquistão; c) o Sudeste da Ásia e o Extremo Oriente; e d) o MERCOSUL e a América Latina.

1.3. PROBLEMA

A malha fabricada em teares circulares de poliamida com elastano, em meia malha ou "single jersey" destinadas ao uso em artigos esportivos que requerem compressão do corpo e perfeito ajuste sem prejuízo de seu conforto (dado pela capacidade de alongar) possui grande variação nesta qualidade, que é sua principal característica e objetivo, quando avaliada pela percepção tátil.

Maior rigidez no controle das tensões de elastano, durante a produção das malhas nas máquinas circulares, podem contribuir para diminuir esta variação, trazendo seus dados de gramatura e elasticidade para valores que podem melhor exprimir aquilo que se entende por mão aprovada pela maioria dos cliente e consumidores?

1.4. HIPÓTESE

As malhas de trama com elastano não só possuem comportamento físico diferenciado das malhas tradicionais, ou seja, malhas sem elastano, como também

estão sujeitas às diferentes exigências dos mercados que surgem com elas por parte dos usuários.

No mercado de tecido para prática de esportes é exigido tecido com grande força de recuperação e gramaturas altas. Para atingir estes objetivos é utilizada a tensão do elastano 40 den em seu limite máximo superior e para o elastano 70 den alta tensão (sem necessariamente atingir o máximo possível dado seu título maior - fio de maior diâmetro e conseqüentemente já mais forte que o 40 den). Nestas condições, em especial no elastano 40 den, onde os recursos técnicos estão esgotados, quer dizer, trabalho no limite máximo, e somando-se a isso o fato de que as variações pertinentes à matéria- prima (elastano) provocam quedas e aumentos de tensão onde quedas conduzem o produto a uma zona perigosa de conflito entre um valor tecnicamente aceitável e a subjetividade da "mão", e em contra partida aumento da tensão não provoca conseqüências indesejáveis, ao contrário confere uma característica de força muito desejada, desde que o fio não se rompa. O monitoramento destas tensões afim de detectar os momentos da queda de tensão do elastano e sua imediata correção, deve manter alta a tensão por maior período, durante a produção e conseqüentemente diminuir a incidência de valores de elasticidade menores (que correspondem a uma elasticidade onde, apesar de dentro dos padrões, pertence em uma zona perigosa quando avaliada pelo tato, ou seja, zona de conflito das avaliações feitas pelas mãos, dadas como mão fraca ou não dependendo de condições particulares de quem avalia), ao mesmo tempo mantendo-se a gramatura padrão ou a maior (dado que a tensão maior do elastano deve aumentar ligeiramente a densidade de malhas e colunas dada pela maior compressão) uma vez que o L.F.A. do fio de poliamida será mantido constante de maneira a permitir o ajuste e movimentação originalmente idealizado para o produto.

1.5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No primeiro capítulo é apresentado o que se pretende deste trabalho, ou seja, o objetivo, o problema proposto, a hipótese que se pretende investigar, uma justificativa para a realização do mesmo, a metodologia aplicada e como está organizado.

No segundo capítulo a revisão bibliográfica, tratando de noções básicas de fibras e fios têxteis, um breve histórico sobre a industrialização de malhas, detalhamento sobre a malharia de trama, seus conceitos, vantagens e desvantagens, regulagens, termos, alguns trabalhos já publicados sobre o assunto e algumas noções de estatística aplicada às análises feitas.

No terceiro capítulo o detalhamento dos materiais e métodos aplicados neste trabalho, o produto estudado, a estruturação para retirada de amostras, o método de trabalho, os equipamentos de produção e descrição dos testes.

No quarto capítulo é apresentado os resultados e suas respectivas discussões e análises.

No quinto capítulo as conclusões que se puderam obter das análises apresentadas no capítulo anterior e a avaliação da hipótese inicialmente elaborada.

1.6. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi o estudo de caso aplicado durante o processo produtivo de fabricação de malha de trama de grande diâmetro em indústria nacional de grande porte e pesquisa por estudos similares ou publicações relacionadas ao assunto em livros, pesquisas, jornais do setor, manuais técnicos e sites.

Para melhor compreensão dos dados obtidos recorreu-se do auxílio do software MINITAB 16, comparando-se os histogramas e a capacidade do processo sobre as características de gramatura e elasticidade, de dois produtos, antes e depois da aplicação do monitoramento proposto.

Os produtos escolhidos para o estudo são os dois de maior participação no mercado com aplicação em ginástica, a saber:

Malha de trama composta por fio de poliamida 6 de título 200f136 dtex, texturizado a ar, vanizado com elastano em duas versões;

Versão A: elastano de título 40 denier e;

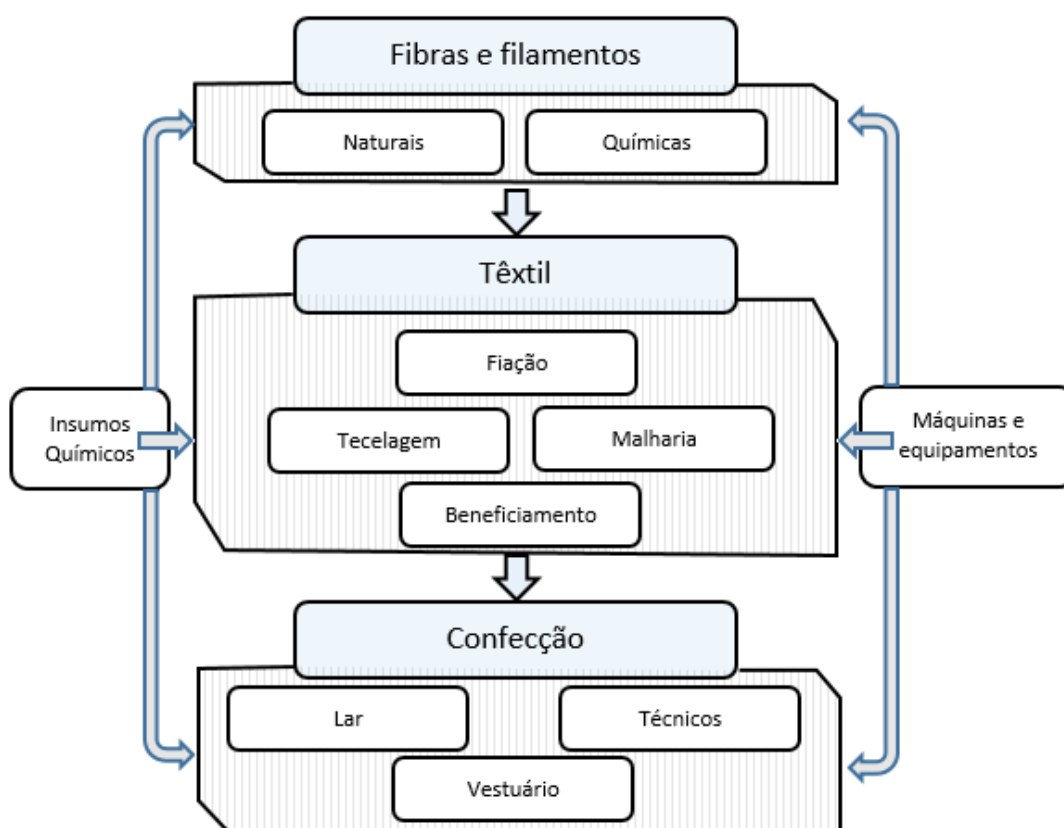
Versão B: elastano de título 70 denier.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CADEIA TÊXTIL

Da lavoura até chegar ao vestuário definitivo a cadeia têxtil envolve uma série de tipos de empresas, interdependentes e que geram um grande número de postos de trabalho em todo o mundo. O quadro sinótico (figura 02) pode representar de forma resumida e sequenciada esta rede.

Fig.02 - Divisão da cadeia têxtil produtiva



Fonte: Marcelo Romani (2016)

2.2. FIBRAS TÊXTEIS

Fibras são materiais extremamente finos e alongados, podendo ser encontrados prontos na natureza ou serem produzidos pelo homem. De acordo com Pita (1996) a relação entre comprimento e diâmetro é de pelo menos 100 vezes. Formam a matéria prima básica de onde se origina toda a cadeia têxtil. As fibras têxteis são divididas em 2 grupos básicos, naturais e químicas. No grupo das fibras

naturais podemos encontrar as fibras animais, vegetais e minerais, e no grupo das químicas teremos as sintéticas e as artificiais. Como exemplo destas fibras podemos citar: Animais: proveniente de pelos como a lã de ovelhas e lhamas, de secreções como seda do bicho da seda; Vegetais: provenientes do caule como juta e linho, das folhas como sisal e de sementes de algodão e coco. Minerais: basalto e amianto. Como exemplo de fibras químicas temos: Sintéticas: Fibras que partem de elementos exclusivamente químicos, notadamente encontramos o poliéster (PES) a poliamida (PA) o acrílico (PAC) e poliuretano (PUE) (Elastano); Artificiais: são produzidas pelo homem, porém utilizando como matéria-prima produtos da natureza, ou seja fibras naturais modificadas pelo homem como a celulose notadamente teremos a viscose (CV) o acetato (CA) e o Modal. Este tipo de fibra pode ser obtido pelo método derivado onde a formação da fibra se dá após a ativação da celulose quimicamente dissolvida e recuperada em banho com formação de celulose de alta pureza ou pelo método direto um solvente é empregado sem alteração da cadeia celulósica explica (EICHHORN ET AL, 2009). As fibras químicas podem ser produzidas sem comprimento definido. Conforme Horrocks e Anand (2001) fios de filamentos contínuos possuem seus filamentos percorrendo todo o comprimento do fio.

Uma reação instintiva é que fibras de origem orgânica não são tão fortes como metais, no entanto fibras como o Nylon (ou Poliamida) são na verdade mais fortes que o metal em relação às forças de tensão por unidade de secção transversal (HONGU, PHILLIPS E TAKIGAMI, 2005).

A evolução das fibras têxteis tem passado pelas fases de fibras convencionais, fibras altamente funcionais e fibras de alta performance, onde o poliéster é a mais comumente utilizada em moda esportiva além de poliamida, polipropileno, acrílicas e elastoméricas. Na categoria de fibras de alta performance temos aplicações em esportes, mas principalmente como equipamento de proteção desenvolvidas contra impactos, chama e outras, como exemplos as fibras de p-aramida para proteção balística e m-aramida resistente ao calor e chamas, fibras polietilenicas de ultra alta tenacidade muito resistente ao calor e a abrasão, polifenilenicas altamente resistente ao calor e químicos, novoloid altamente resistente a chama, não funde com alta resistência a ácidos e solventes com bom regain toque macio de acordo com (SHISHO, 2005) .

2.3. FIOS TÊXTEIS

O fio têxtil é o produto da manipulação das fibras têxteis transformadas em fio. Seu processo de fabricação pode ser classificado considerando-se o comprimento das fibras utilizadas no processo de fabricação do fio, sendo fiação curta onde as fibras possuem um comprimento pequeno na ordem de 27mm, tendo como base o comprimento médio da fibra de algodão, fiação longa onde a base é tomada pelo comprimento da lã e finalmente a fiação de filamentos contínuos onde o comprimento não cabe definição, pois percorre todo o comprimento do fio.

Atualmente, conforme Daniel (2011) os tecidos tecnológicos são grandes aliados para proporcionar conforto e os fios têxteis tem contribuído consideravelmente neste âmbito, onde substâncias embutidas na massa dos fios proporcionam certas características aos tecidos como propriedade antibacteriana, impermeabilizante, fragrâncias aromatizadas, hidratantes, antitranspirantes e o elastano para esportes de alta performance.

2.4. FIOS TEXTURIZADOS

O Termo texturizado designa uma forma de modelar a superfície do fio. Na década de 1950 o ramo têxtil de texturização de fios sintéticos de filamentos contínuos se fixa como sucesso comercial, neste período mais conhecido pelos termos fio encorpado, alongado ou frisado (HEARLE, 2001).

De acordo com Aquino (2008) os fios sintéticos e artificiais apresentam as seguintes desvantagens: baixa capacidade de absorção ao suor; baixo poder de permeabilidade (desconfortáveis tanto no verão como no inverno); brilho muito acentuado e superfície muito lisa. Mostra ainda que os mesmos fios quando texturizados adquirem as seguintes vantagens: melhor isolamento térmico; maior volume proporcionando também tecidos mais leves; brilho menos intenso; elasticidade; não apresenta "Pilling".

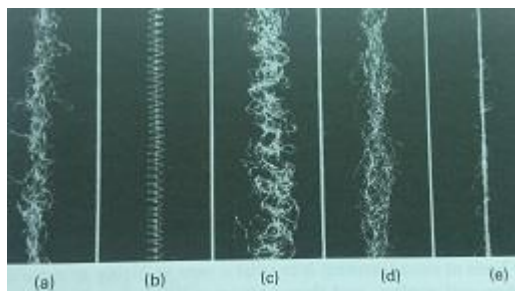
Atualmente os processos de texturização são aplicados apenas em fios de filamentos contínuos, pois as tentativas de texturização destas fibras em fios fiados não causaram efeitos satisfatórios (LADCHUMANANANDASIVAM, 2005).

Os primeiros tecidos produzidos eram excelentes para usos mais específicos como tecidos para paraquedas e eram inadequados para vestuário em geral, embora tenham sido usados como tecidos para calções (HEARLE, 2001).

A Texturização é uma forma de proporcionar às fibras artificiais e sintéticas uma certa semelhança às fibras naturais aproveitando a plasticidade das mesmas, sendo mais aplicadas aos fios de filamento contínuo.

Diferentes métodos de texturização de fios foram desenvolvidos: o método da falsa torção (FT), método edge crimp ou crimpagem da borda (Agilon), método "stuffer-box" ou caixa de estocagem (Ban-Lon), texturização a ar (Taslan) e podem ser vistos na figura 03 a seguir:

Fig.03 - Fios texturizados



Fonte: HEARLE (2000)

Onde: (a) falsa torção (b) crimpagem de borda (Agilon) (c) Agilon multifilamentado (d) stuffer-box (Bad-Lon) (e) Texturizado a ar (Taslan).

Conforme Hearle (2001) todos os métodos tiveram sua importância em seu tempo, porém atualmente os mais usados no mercado são os métodos de falsa torção e o texturizado a ar.

2.5. A POLIAMIDA

A Poliamida é uma fibra química, sintética, obtida através de um processo denominado de polimerização, que consiste basicamente no enfileiramento de inúmeros monômeros, através da técnica de condensação (por reações químicas com eliminação de água) ou através da técnica de adição (onde a quebra de uma ligação covalente origina uma adição em cadeia de monômeros).

As poliamidas são formadas por polímeros cujo grupo repetitivo amida é a unidade funcional. Podemos encontrar 2 tipos de poliamida mais usuais: A Poliamida 6, obtida através da caprolactana, a Poliamida 6.6 obtida pela policondensação da diamina (hexometilenodiamina) e do ácido adípico. As fibras de poliamida podem ser brilhantes, opacas ou semi opacas, podem ser apresentadas em cru para o tingimento em peça ou tintas em massa, em fios fiados (fibras cortadas) ou de filamento contínuo não texturizado ou texturizados no sistema de falsa torção ou no sistema de a ar, apresentam várias denominações no mercado. Das suas propriedades físicas podemos destacar a baixa condutividade elétrica, fundem em contato com chama com residual negro e duro, tenacidade de 40 a 85 g/tex, alongamento à ruptura de 16 a 32%.

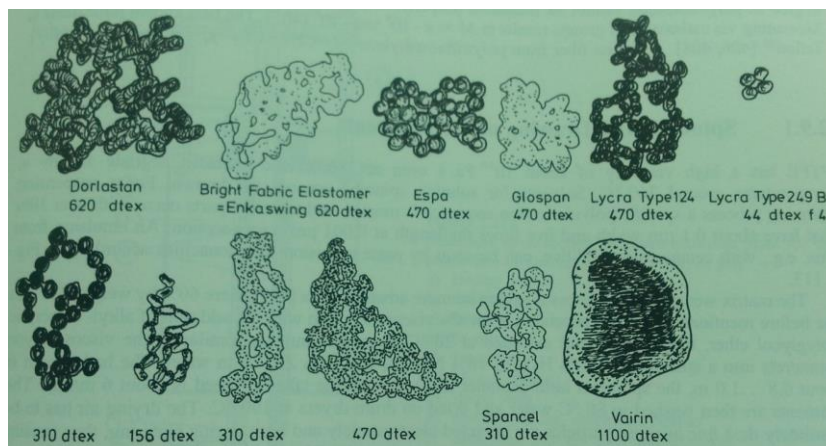
Horrocks e Anand (2000) afirmam que a fibra de poliamida foi inicialmente introduzida em 1939, provendo grande resistência a abrasão, boa elasticidade e uniformidade. A partir de 1950 o enorme crescimento na produção mundial de poliéster, alçou o desenvolvimento desta fibra com custo menor.

2.6. O ELASTANO

Conforme Fournè (1999) o poliuretano foi sintetizado em 1937, mas apenas em 1958 lycra e Vyrene são introduzidas no mercado. Fibra química do grupo das sintéticas, conhecida também pela sigla PUE, ou spandex ou ainda elastano, produzida a partir da polimerização do monômero etano (-NHCO₂-) concebida pela Dupont sob o nome comercial lycra, como é mais conhecida no mercado, apesar de existirem inúmeros outros fabricantes atualmente.

Suas principais propriedades são o altíssimo grau de alongamento e recuperação do comprimento inicial quando cessada ação de tensionamento. Recupera 100%, quando alongado em torno de 200 % e a recuperação é de cerca de 97% quando alongado em 400% ou mais (FOURNÈ, 1999). A figura 04 mostra a secção transversal dos filamentos que compõem os fios têxteis de elastano de diversos fornecedores e tipos.

Fig.04 - Secção transversal dos filamentos de elastano

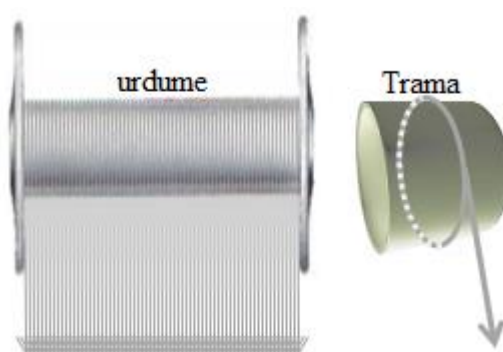


Fonte: FOURNÈ, (1999)

Conforme a categoria de tecimento, ou seja, malharia de trama ou malharia de urdume, o fio de elastano possuirá diferente forma de apresentação como matéria prima.

Nas malharias de urdume, assim como no fio base, vários fios de elastano estão paralelamente dispostos uns aos outros, e enrolados sobre bobinas com flanges laterais, de onde seguem durante a produção o sentido do comprimento do rolo de tecido. Nas malharias de trama, cada bobina possui apenas um fio de elastano enrolado sobre a mesma, que não possui flanges, e é alimentado percorrendo a largura do rolo. A figuras 05 ilustra as formas de apresentação do elastano têxtil para o uso em malhas de urdume e trama respectivamente.

Fig.05-Bobinas de PUE



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

2.6.1. Variações do elastano

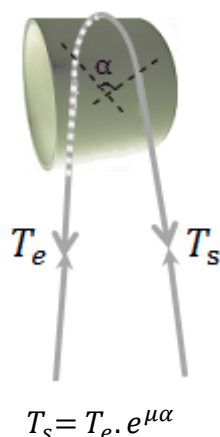
Durante sua utilização em tear circular, o elastano apresenta variações em sua tensão que geralmente estão associadas a fatores mecânicos, ambientais, de manipulação e da própria matéria prima.

Sobre os fatores mecânicos pode-se verificar que o contato do fio com qualquer peça mecânica como cilindros apoiadores, ilhoses, colunas, sensores, roldanas e guia fios é um ponto gerador de atrito, pois o fio está em movimento, e desta forma, somados, contribuem com uma parcela de tensão sobre a tensão inicialmente aplicada através da diferença entre a alimentação (polia de qualidade) e consumo (ponto mais estrutura). Estes tipos de variações ocorrem de maneira irregular para cada elemento mecânico, resultando em diferentes somas e, conseqüentemente, contribuindo de forma irregular entre os sistemas de alimentação.

As tensões provocadas por este tipo de contato podem ser melhor entendidas através da lei e Amonton, onde a força aplicada sobre um corpo para promover sua movimentação equivale ao produto entre o coeficiente de atrito estático (medido quando os corpos estão em repouso) e a força de reação provocada pelo peso do mesmo. Em regime ideal, isto é, desconsiderando variações do coeficiente de atrito e velocidade do tear, comuns na área têxtil, conforme Vasconcelos (2012), pode-se estabelecer a relação entre a tensão de entrada e saída de um fio após o contato com uma superfície, de perfil predominantemente circular nos teares, obedecendo-se à equação da figura 06 abaixo.

Condição ambiental se refere tanto à sala onde estão instalados os teares como na área de estocagem. Recomenda-se que a sala de teares deva estar controlada em $25^{\circ}\text{C} \pm 5$ e $65\% \pm 5$, variações intensas destas condições podem contribuir com variação da tensão na carga em trabalho, principalmente em regiões onde o clima possui severas mudanças ao longo do mesmo dia/noite. Quanto à área de armazenamento é recomendado que a temperatura esteja entre 4 a 27°C e a umidade de 30 a 80%, a vida útil do fio pode ficar comprometida caso o fio fique exposto a condições fora destes limites. Ainda dentro da área de estocagem os fios devem estar protegidos de forma a evitar a luz U.V.

Fig.06-Esquema de tensões dada ao fio pelo atrito com corpos



Fonte: CATARINO, (1998) com adaptações

Conforme invista [199?] as seguintes observações quanto a manipulação são importantes para o desempenho regular do elastano a) verificar a utilização do fio no sistema FIFO (first-in-first-out em português primeiro a entrar no armazém deve ser o primeiro a sair), permitindo a utilização do fio em condições perfeitas de uso e garantindo seu desempenho em tear, b) da mesma forma a data de fabricação do elastano deve ser controlada de forma a alimentar a máquina com datas muito próximas, c) preferencialmente deve-se climatizar o fio antes do uso, dentro das salas de teares, colocando as caixas fechadas no setor com um dia de antecedência ou acelerando o processo com as caixas abertas (recomenda-se neste caso não ultrapassar as 8 horas), d) outra indicação é manter o fio em estoque no máximo por 3 meses, devendo ser consumido antes de atingir este período, e) realizar o carregamento da máquina com bobinas de mesmo peso, de forma a terminarem simultaneamente e caso sobrem bobinas cheias utilizá-las quando as demais estiverem finalizando, conforme figura 07, pode-se desta forma igualar a tensão residual de desenrolamento entre elas.

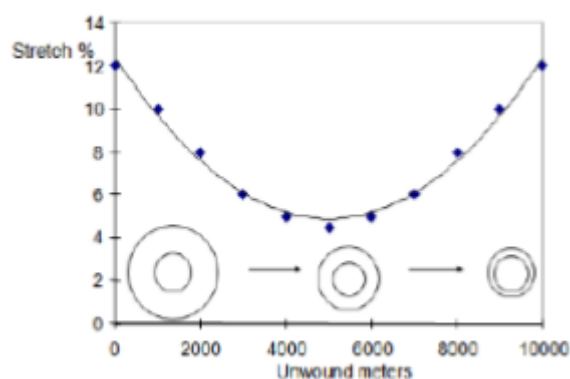
Fig.07 - Alimentador da máquina circular



Fonte: BOLETIM INVISTA, [199?]

Quanto à matéria prima, podemos ter implicações na tensão em função de diferenças do teor de lubrificante do fio, tipo de elastano, da dureza do enrolamento das bobinas e das diferenças no diâmetro das bobinas, conforme mostra a curva de relaxamento do fio (tensão residual) ilustrado na figura 08.

Fig.08 - Curva de relaxamento-tensão residual



Fonte: BOLETIM INVISTA, [199?]

2.7. REVISÃO HISTÓRICA DA MALHARIA

De acordo com Sindimalhas (2004) - Tecidos de Malhas, entre 10 a 12 mil anos atrás o homem já dominava a técnica de trançar galhos flexíveis, folhas e gramíneas para a produção de artigos primitivos como cestos, cordas e abrigos. Mas a técnica da malharia manual apareceria muito tempo depois, supondo que seu aparecimento teve início a cerca de 1000 a.c. Ainda segundo o mesmo artigo, o mais antigo artefato de malha conhecida esta datado como do século V a.c. e pode ser encontrado

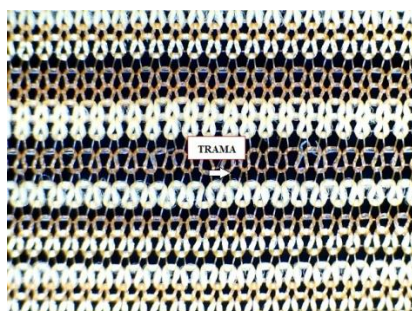
no museu de Leicester, tratando-se de uma meia encontrada em Antioe, no Egito. Mas a mecanização do processo de tecimento de malhas viria muito tempo depois. De acordo com artigo publicado pelo Sindimalhas (2004) a produção de malhas caseiras insistia em predominar ainda em 1870, já em período posterior á revolução industrial aparecendo até 1920. O advento das fibras sintéticas trouxe o grande desenvolvimento da malharia no final da década de 40. Os tecidos de malhas possibilitam uma produção mais enxuta em processo e mão de obra, o que permite maior produtividade com custo atrativo. Isto somado às características de alongamento e conseqüente sensação de conforto proporcionado tornaram o seguimento de produção de malhas altamente atraente tornando-se hoje um dos principais seguimentos da cadeia têxtil.

2.8. CONCEPÇÃO DE MALHA

Diferentemente dos tecidos de teares planos tradicionais, onde o tecido é feito através do entrelaçamento de fios de urdume (fios que percorrem o sentido longitudinal ou comprimento do tecido) com os fios de trama (fios que percorrem o sentido transversal ou largura do tecido), as malhas caracterizam-se por usar apenas um destes fios que entrelaçam-se entre si formando o tecido, descrito por Spencer (2001) como a técnica para a construção de estruturas têxteis através da transformação de um comprimento de fio em colunas de laçadas.

As figuras 09 e 10 mostram produtos que exemplificam tecidos plano e malha respectivamente.

Fig.09 - Malha de trama



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.10 - Tecido plano

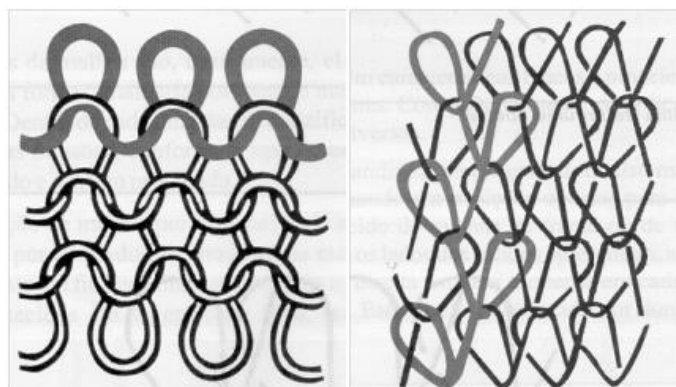


Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A malharia pode desta forma dividir-se em dois conceitos básicos conforme a utilização de fios de urdume ou trama. Adequadamente chamamos de malharia de trama àquela que se utiliza dos fios de trama para o tecimento, ou seja, fios percorrem o sentido transversal (ou largura da peça) para formar as laçadas, e da mesma forma malharia de urdume àquela que se utiliza dos fios de urdume, laçando do sentido longitudinal (ou comprimento da peça) para a mesma finalidade.

A figura 11 mostra representações gráficas das diferenças das evoluções de um fio (em negrito) nos sistemas de trama (evoluindo horizontalmente) e de urdume (com evolução vertical) respectivamente:

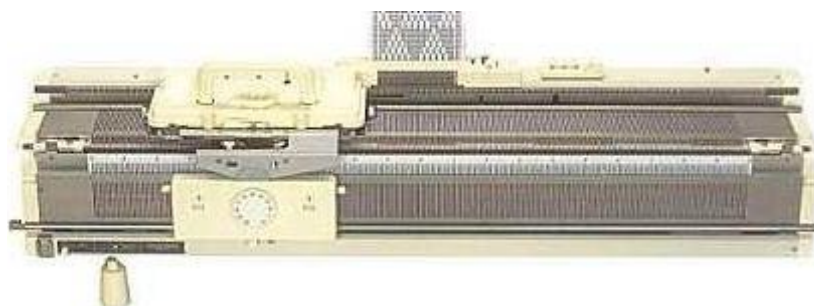
Fig.11 - Malharia por trama e urdume respectivamente



Fonte: MALUF e KOLBE (2003)

Conforme Vasconcelos (2012) a malharia de trama divide-se em retilíneas e circulares sendo esta última dividida em grande diâmetro, de médio diâmetro (sem costura ou seamless) e pequeno diâmetro (máquinas de meias). As figuras 12, 13, 14 e 15 exemplificam, na ordem, máquinas de trama retilínea, circular de grande diâmetro, de pequeno diâmetro para meias e médio diâmetro para roupas.

Fig.12 - Retilínea Lanofix SK-280



Fonte: JAIGOBIND, AMARALO e JAISINGH (2007)

Fig.13 - Circular de grande diâmetro



Fonte: MAYER DO BRASIL, disponível em:<www.mayerandcie.com>, acesso em: 12/07/2016

Fig.14 - Pequeno diâmetro



Fonte: Santoni Disponível em:
<www.santoni.com>, acesso em: 12/07/2016

Fig.15 - Médio diâmetro



Fonte: Santoni Disponível em:
<www.santoni.com>, acesso em: 12/07/2016

As máquinas circulares de grande diâmetro recebem ainda uma outra subdivisão quanto ao número de fronturas de trabalho das agulhas, que podem ser monofrontura (uma única frente de trabalho de tecimento) ou duplafrentura (duas frentes de trabalho de agulhas).

2.9. PRINCIPAIS PROPRIEDADES FÍSICAS DAS MALHAS

- Alongamento e recuperação: as malhas de trama possuem alongamento muito superior aos tecidos planos, devido à geometria das construções onde as ondulações presentes no tear plano permitem um alongamento normalmente abaixo dos 10% enquanto que as malhas circulares podem atingir facilmente 100% (AU, 2011);
- Recuperação: característica que define quanto a malha recupera suas dimensões originais após submetida à uma tensão seguida de relaxamento. Esta recuperação não é satisfatória na maioria dos tecidos, inclusive nas malhas de trama, porém a que melhor se comporta são as malhas com estrutura de rib. Devido à sua geometria. O principal responsável pela dificuldade é o atrito formado entre os fios criando resistência, e para vencer esta resistência é necessário um tempo de relaxamento para a dissipação das forças. Ainda assim Au (2011) nos mostra que quando se pretende atingir

grandes níveis de alongamento e recuperação elástica dos tecidos após tracionados é aplicado na sua estrutura fio elastomérico sob tensão, desta forma ao deixar as agulhas a tensão aplicada ao elastano força a contração da malha muito além do normal. A vantagem adicional atribuída ao elastano é a potencialização da capacidade de recuperação elástica;

- Estabilidade dimensional: é considerado boa estabilidade dimensional à capacidade de os tecidos resistirem às deformações permanentes durante o uso, a lavagem e limpeza a seco. Comparativamente aos tecidos planos as malhas não possuem boa estabilidade dimensional. Isto se deve à baixa recuperação elástica descrita anteriormente, segundo porque no processo de fabricação das malhas, estas ficam submetidas a um processo de relaxamento que se inicia imediatamente após o tecimento e que não termina até que o produto tenha sido lavado e seco inúmeras vezes conforme (AU, 2011);
- Amarrotamento ou quebraduras: reflete a característica do tecido de manter por determinado tempo ou até permanentemente marcas de amassados ou rugas. As malhas possuem baixa suscetibilidade às quebraduras comparadas aos teares planos, dado à maior mobilidade que suas estruturas permitem aos fios. A espessura dos tecidos também colabora onde quanto mais espesso menor a tendência de rugas e assim como grande parte das malhas possuem espessura maior que tecidos planos, estas também saem em vantagem neste item;
- Espessura e compressão: a espessura é uma característica importante que implica na flexibilidade ou rigidez do tecido e conseqüentemente na sua capacidade de moldar. É também importante propriedade na determinação da taxa de transferência de calor, na permeabilidade ao ar e resistência a abrasão. Dado que esta característica tem contribuição significativa do título do fio, sua matéria prima, e considerando as enormes diferenças dos nichos de mercado a comparação com tecidos planos se torna difícil. Generalizando Au (2011) afirma que as malhas normalmente utilizam fios de maior espessura que os tecidos planos, e que somado às características geométrica das malhas, estas são via de regra mais espessas. A característica de compressão é entendida como o grau de facilidade com que se pode comprimir a face de um tecido, implicando em maciez do mesmo. Esta característica está associada ao tipo de fio utilizado, onde nos teares planos os fios são mais rígidos em função de possuírem maior número de torções, e à secção transversal dos tecidos, onde

nos tecidos planos temos basicamente a soma dos diâmetros sobrepostos dos fios enquanto que nas malhas a secção mostra que apenas dois terços da espessura é ocupada pelos fios. Assim as malhas são em geral mais macias e mais facilmente comprimidas que tecidos planos (AU, 2011);

- Permeabilidade ao ar: capacidade de permitir a passagem do ar pelo tecido. Consequência direta da área do tecido coberta por fio. Varia principalmente da densidade de fios em que o tecido foi planejado entre outras;
- Propriedades térmicas: capacidade de condutibilidade térmica, dependente da capacidade de condutibilidade dos fios e da capacidade de o tecido formar bolsas de ar, esta última característica confere às malhas uma baixa capacidade de condutibilidade térmica, porém quando necessário é possível melhorar muito com algumas técnicas como a utilização de microfibras e construções com maior permeabilidade ao ar (AU, 2011);
- Capilaridade: capacidade de o tecido transferir líquido de uma face a outra. Importante ao conforto, uma vez que quanto mais rápida for a transferência de umidade mais rápido o tecido expõe a umidade ao ar mantendo a pele mais seca. Se desconsideradas as diferenças causadas pela aplicação de produtos que alteram a hidrofiliabilidade das fibras e das próprias, a principal diferença estará no fato de que as malhas permitem mais facilmente a passagem dos líquidos pela geometria da construção que tecidos planos.

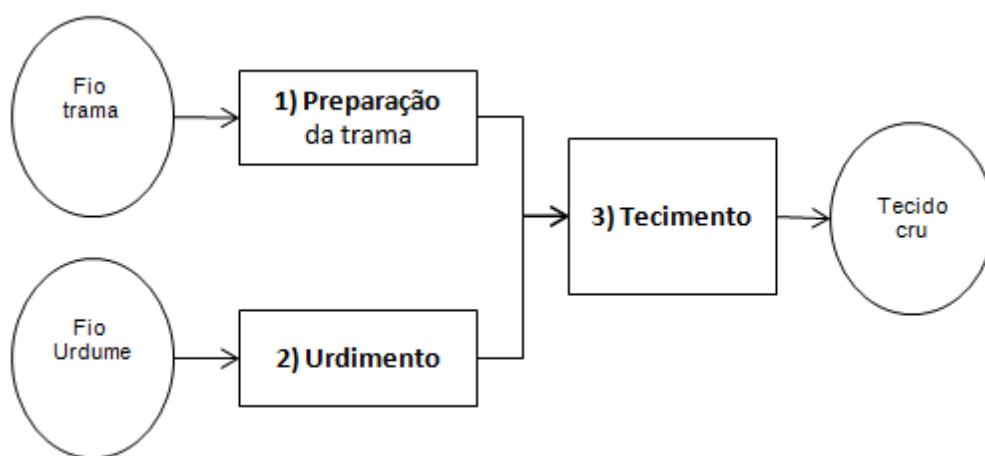
2.10. A MALHARIA POR TRAMA

O tecimento por trama, também conhecido como malharia circular e retilínea, é o mais enxuto dos processos para transformar os fios têxteis em tecidos por não requererem processos anteriores de preparação dos fios como para as malhas de urdimento e os teares planos.

As figuras 16, 17 e 18 abaixo mostram a simplicidade na fabricação da malharia circular frente à malharia de urdume e de tecidos planos. Este detalhe aparentemente simples implica em alta competitividade das malhas circulares, uma vez que requerem menor investimento em equipamentos, consumo de energia, mão de obra, ocupação de área, tempo de processo, agilidade em regulagens etc.

Tecido plano:

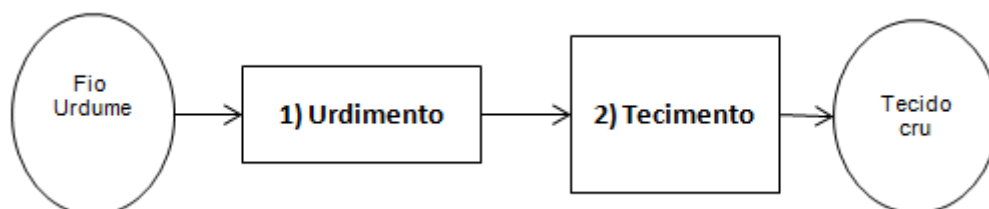
Fig.16 - Fluxo de produção para tecido plano



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Tecido malha urdume:

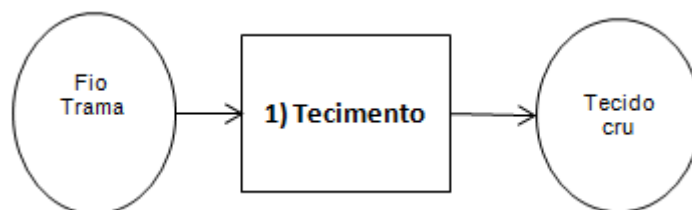
Fig.17 - Fluxo de produção para malha de trama



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Tecido malha de trama:

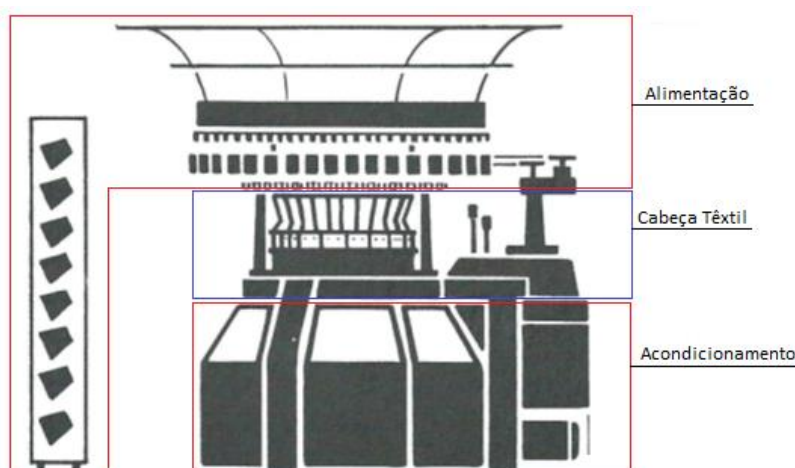
Fig.18 - Fluxo de produção para malha de urdume



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Para melhor entendimento desta técnica, podemos dividir o equipamento em 3 partes distintas de acordo com seus objetivos; a alimentação, a cabeça têxtil e o acondicionamento, como se vê na figura 19.

Fig.19 - Esquema de uma máquina circular



Fonte: MANUAL JUMBERKA, (1990) com adaptações.

2.11. ALIMENTAÇÃO

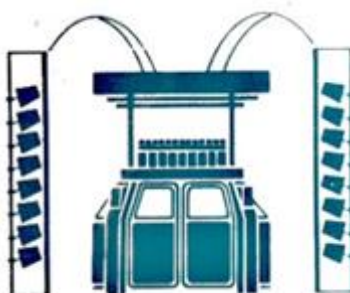
A alimentação é basicamente constituída por cantres ou gaiolas, um sistema de entrega de fios rígidos e um sistema de entrega específico para fios elastoméricos.

2.12. CANTRES

Cantres ou gaiolas são suportes onde as bobinas de fio rígido são devidamente organizadas, possuindo acessórios para o encaminhamento dos fios aos sistemas de alimentação de forma a facilitar o desenrolamento dos fios. Entre os tipos de gaiolas encontrados podemos destacar em primeiro nível as externas (localizadas nas laterais das máquinas) e as de chapéu (localizadas sobre as máquinas). Atualmente as mais usadas na grande maioria das vezes são as gaiolas externas pois: a) os teares ficam livres da sobrecarga do peso gerado pelos cones de fio (maiores a cada visando produtividade das fiações e malharias) e da pesada estrutura metálica necessária para sustentá-los; b) oferece também a possibilidade de substituição dos cones vazios com a máquina em trabalho, maior capacidade de alimentação; c) facilidade de acesso aos cones; d) evitam que os cotões formados pelas fibras caiam sobre o tear, em gaiolas fechadas, que poderiam causar avarias e problemas de qualidade e, e) permitem a modulação de suas partes, se adaptando aos espaços existentes.

As gaiolas externas ainda podem se diferenciar quanto à sua forma para melhor aproveitamento do espaço disponível e quanto aos acessórios em função da matéria prima trabalhada. As figuras 20 e 21 mostram a diferença entre gaiolas externas (ou laterais) e chapéu.

Fig.20 - Gaiolas externas



Fonte: MANUAL JUMBERKA (1990)

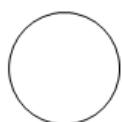
Fig.21 - Chapéu



Fonte: MANUAL JUMBERKA, (1990)

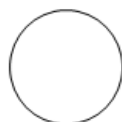
Na forma podem ser montadas lateralmente em linhas retas (em ambos os lados ou unilateralmente) ou em montagem circular, no caso das cantres externas, tendo como objetivo principal disponibilizar opções para melhor aproveitamento dos espaços disponíveis nas salas de produção, o que também provoca diferentes angulações do fio no seu percurso até máquina, isto é, mais uma variável para contribuir nas diferenças de tensão entre os fios, conforme a fórmula da lei de Amonton já detalhada no capítulo 2.6.1 como as figuras 22, 23, 24 e 25 ilustram.

Fig.23 - Externas



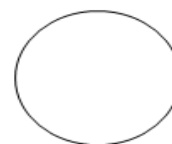
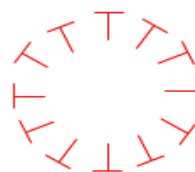
Fonte: MEMMINGER-IRO

Fig.24 - Unilateral



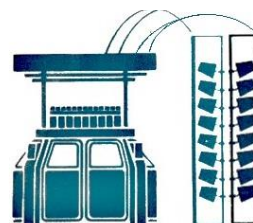
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.22 - Laterais



Fonte: MEMMINGER-IRO

Fig.25 - Unilateral,



Fonte: MANUAL JUMBERKA, (1990)

Seus acessórios vão variar dependendo da matéria-prima utilizada. Na utilização de fios fiados como algodão, podemos associar às gaiolas os condutores de fio ou tubos (figura 27), para minimizar problemas causados pela volatilização das fibras curtas e o algodão formado por elas, porém, em contrapartida, oferece um número maior de pontos de contato com o fio, geradores de atrito, contribuindo com variações de tensão. Fios compostos por filamentos contínuos devem evitar usar estes condutores, pois além de não acrescentar nenhuma função a estes e aumentarem os pontos de contato, incorrem na possibilidade de gerar rupturas dos filamentos e/ou aumento de tensão devido aos sulcos formados pelo desgaste interno dos tubos, recomenda-se neste caso gaiolas sem tubos (figura 26) Tubos de materiais mais resistentes tem sido desenvolvido afim de minimizar este desgaste.

Fig.27 - Gaiola com tubos



Fonte: MEMMINGER-IRO

Fig.26 - Gaiola sem tubos



Fonte: MEMMINGER-IRO

2.13. SISTEMAS DE ENTREGA DE FIOS

Dois são os tipos de sistemas a saber, o sistema positivo e o sistema negativo. Responsáveis por coordenar a entrega dos fios de forma controlada para as agulhas que estão realizando a tessitura. A diferença básica entre os sistemas consiste no fato de que na alimentação positiva (fig. 29) os fios são entregues para as agulhas conforme um ritmo constante e invariável, definido através da regulagem da polia ou roda de qualidade, independentemente do tipo de laçada em formação. Com a alimentação do fio em ritmo constante, a tensão dos mesmos deve permanecer também constante. Desta forma a polia de qualidade é responsável direta pela quantidade de fio inserido na formação das laçadas (L.F.A., ver cap. 2.27.4.), que associado ao tamanho do ponto (seja através dos blocos ou mesa), ou seja a quantidade de fio consumido pela agulha, resulta na tensão final do fio.

Já o sistema negativo (fig. 28) não possui o mecanismo da polia de qualidade, apenas um sistema que reorganiza os fios, enrolando-os sobre um tambor, com número de voltas predefinido, conforme regulagem desejada, permitindo que as agulhas consumam a quantidade exata requerida por elas para a formação do tipo de laçada que estiver formando no momento, tornando possível uma alimentação variável, onde o movimento de descida das agulhas puxam os fios do tambor desenrolando assim apenas a quantidade necessária de fio. Neste caso a tensão se dá apenas através da regulagem do ponto (pode-se obter pequenos ajustes da tensão com aplicação de acessórios sobre o tambor).

Conforme Vasconcelos e Gasi (2006) na alimentação negativa o tamanho das malhas é função da regulagem do ponto e da quantidade de fio "roubado" (fenômeno provocado pela tensão dos fios e coeficiente de atrito entre fio e agulhas) já na alimentação positiva o tamanho das malhas se dará pela quantidade de fio alimentado (L.F.A.) e a regulagem do ponto passa a definir apenas a tensão do fio.

Fig.29 - Alimentador positivo



Fonte: MEMMINGER-IRO

Fig.28 - Alimentador negativo



Fonte: MEMMINGER-IRO

O sistema de alimentação do fio elastomérico não possui a gaiola e suas bobinas são apoiadas diretamente sobre os aparelhos alimentadores que, assim como para o fio rígido, temos a alimentação feita positivamente e seu acionamento dado através da polia de qualidade. Todos os sistemas de alimentação possuem sensores para interromper a produção automaticamente quando detectam um fio rompido ou até mesmo com variações excessivas na tensão de trabalho.

2.14. POLIAS DE QUALIDADE

A polia de qualidade (figura 30) é composta por dois discos paralelos, concêntricos que possuem sulcos em sua parte interior, onde se encaixam as castanhas. Estas formam um novo disco interno com capacidade de alterar seu diâmetro na medida em que um dos discos externos é girado, forçando as castanhas a percorrerem o traçado dos sulcos.

O conjunto recebe seu movimento de rotação por transmissão de engrenagens vindas do motor principal. Uma correia apoiada sobre o disco formado internamente pelas castanhas recebe o movimento da mesma e a transfere aos sistemas de entrega de fio positivo. A polia ou roda de qualidade é, desta forma, responsável direta pela quantidade de fio que estaremos inserindo nas malhas, ou seja, o L.F.A.

Fig.30 - polias de qualidade

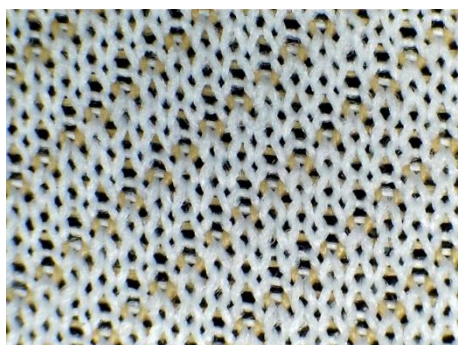


Fonte: Marcelo Romani, (2016)

2.15. APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

A alimentação positiva é indicada para a fabricação de tecidos lisos, com texturas simples ou até construções de pequenos motivos ou rapport (quantidade mínima de malhas necessárias para a construção de uma contextura), equipando normalmente as máquinas de pistas e/ou minijacquard, a figura 31 ilustra um tecido de pequena repetição. A alimentação negativa é indicada para a construção de tecidos com desenhos de maior complexidade, de grande motivo, equipando máquinas jacquard (fig. 32 ilustra um tecido fabricado neste sistema).

Fig.31 - Pequeno Motivo



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.32 - Jacquard



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

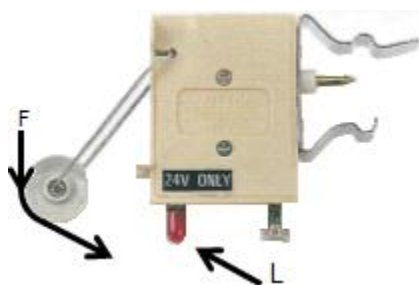
2.16. DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS PARA CONTROLE DE TENSÃO

O dispositivo mais comum, largamente utilizado em máquinas circulares de grande diâmetro, é bem simples e limita-se a parar automaticamente a máquina quando detectado tensão excessivamente baixa ou a ruptura de um fio, evitando defeitos nas malhas. Estes tipos de dispositivos podem ser encontrados incorporados aos sistemas de alimentação positiva e negativa do fio base do tecido (PA, PES, CO etc....) ou nos aparelhos denominados de automáticos de parada no caso do elastano como ilustrado na figura 34.

Conforme conclui Catarino (1998) em seus estudos sobre variações de tensão nos fios têxteis, é possível de se detectar em tempo real a tensão de entrada de um fio. Atualmente existem aparelhos eletrônicos capazes de identificar as variações de tensão do elastano no decorrer de sua produção, e proceder automaticamente sua correção, porém são de elevadíssimo custo tornando-se viável apenas em equipamentos de diâmetro pequeno, que possuem poucos alimentadores de elastano como as máquinas de "seamless", sem costura, que possuem de 2 (em sua maioria) a 8 alimentadores de elastano. Estes dispositivos são mais indicados para fios recobertos, isto é, onde o elastano é recoberto por poliamida (ou outro sintético que não o próprio elastano).

Outro tipo de dispositivo é o tensiômetro. Aparelho externo cuja função é medir o grau de tensão de um fio, ou seja, o valor da tensão em trabalho de tecimento, no momento de sua leitura. A figura 33 exemplifica um modelo deste tipo de aparelho.

Fig.34 - Automático de Elastano



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.33 - Tensiômetro



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Onde: F representa o fio sobre a roldana; L lâmpada indicadora de baixa tensão ou de fio rompido, sob tensão o fio mantém a roldana pressionada e a máquina em funcionamento, com tensão baixa a roldana fica leve abrindo o contato elétrico parando o tear.

2.17. CABEÇA TÊXTIL

Setor onde ocorre a transformação dos fios em tecido. Aqui se encontram os principais elementos para a formação da malha. É o principal responsável por capacitar a máquina aos diferentes tipos de tecidos que esta poderá produzir, de acordo com sua capacidade de tamanho de desenhos, capacidade de escolha de fios (listadoras) e características do tecido como espessura e largura.

Os principais elementos que constituem este setor são: guia fios, cilindro e disco (para máquinas dupla frontura), agulhas, platinas, sistema formador de malha (blocos, cames ou pedras), reguladores de ponto, detectores de qualidade e para máquinas de desenho sistemas diferenciados para esta finalidade.

2.18. GUIA FIOS

Responsável pelo direcionamento dos fios, tanto o(s) rígido(s) quanto o elastano, em posição adequada para a cabeça das agulhas. Seu correto posicionamento irá proporcionar um vanizado perfeito entre os fios conferindo regularidade à superfície da malha e conseqüentemente uma malha mais bonita.

Geralmente fabricados em metal, hoje também são feitos a partir de zircônio, que apesar de serem quebradiços tem a sua vida útil muito maior que os de metal, além de terem menor custo.

2.19. CILINDROS E DISCOS

Cilindros e discos formam a base mecânica onde agulhas deverão estar dispostas. São formados por canais perfeitamente paralelos por toda a extensão de sua superfície, podendo abrigar apenas uma agulha em cada canal. Estas bases

possuem movimento circular horizontal em torno de seu centro, imprimindo desta forma a mesma movimentação para as agulhas. O canal permite o deslocamento vertical da agulha em seu interior, dado pela pedra ou came. A diferença básica entre cilindro e disco é que o cilindro está disposto na vertical (assim como suas agulhas) e o disco na horizontal (ficando as agulhas também na horizontal). Os sistemas de Blocos, pedras e agulhas são independentes para cilindro e disco e cada conjunto deste compõe uma zona de formação de laçadas denominada de frontura. Assim surgem os conceitos de maquinas de trama monofrontura (fg. 35) e duplafrontura (fig. 36), onde monofrontura possui apenas o conjunto composto pelo cilindro e duplafrontura possui ambas as formas. É comum encontrarmos também os termos single jersey ou meia malha para tecidos simples com uma única frontura e o termo malha dupla ou double jersey para aqueles com duas fronturas.

Fig.35 - Monofrontura



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.36 - Dupla frontura



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

2.20. FINURA:

Define-se por finura ou gauge o número de agulhas por unidade de comprimento geralmente dado em agulhas/polegada. Bom observar que quando falamos de finura de um cilindro/disco temos que considerar todos os canais de agulhas dos mesmos por unidade de comprimento, pois estamos definindo o equipamento. Assim pode-se calcular a finura de um equipamento dividindo-se sua

capacidade de agulhas pelo seu perímetro em polegadas, por exemplo, uma máquina de 32 pol. com 2800 agulhas (ou canais) teremos:

$$P = \pi D \text{ (onde } p \text{ é o perímetro do cilindro e } D \text{ seu diâmetro em polegadas)}$$

$$E = \text{agulhas}/P \text{ (finura)}$$

Assim, para este caso, tem-se que $E = 2800 / (3,14 \times 32) = 27,86$ normalmente arredondados para maior, obtendo-se $E = 28 \text{ ag. /Pol.}$

Uma máquina poderá ainda apresentar a mesma finura com diâmetros e total de agulhas diferentes, produzindo artigos similares com uma única consequência, a largura final da peça, assim pode-se ter uma peça de menor largura utilizando uma máquina de diâmetro 30 pol. e 2640 agulhas, cuja finura E é $2640 / (3,14 \times 30)$, ou seja $E = 28$.

Conforme Spencer (2001), a distância entre uma agulha e outra, é proporcional à finura do equipamento onde o espaço disponível entre agulhas determina a espessura máxima do fio, isto é, o título do fio que podem ser usados para tecer.

O título do fio a ser usado e a finura do equipamento se traduz em características de espessura/gramatura do equipamento, de tal forma que quanto maior o número de agulhas por polegadas da máquina, menor o espaço disponível ao fio e, portanto, obrigatoriamente, fios de diâmetros finos (proporcional ao título) devem ser usados, influenciando no aspecto das malhas e na sua gramatura. Observa-se que na determinação da finura, para máquinas de duplafrontura deve ser considerado a contagem de uma única frontura. Conforme IPT (1983) podemos definir os títulos de fio mais adequados por finura de máquina observando a tabela 01:

Tabela 01-Títulos de fio x Finura e tipo de tear circular

Titulagem de Fios Adequada para Utilização em Máquinas Circulares de Malharia de Trama

Finura da máquina (agulhas por polegada)	MEIA-MALHA		INTERLOCK		PUNHO		JACQUARD		LINKS/LINKS	
	Tm	dtex	Tm	dtex	Tm	dtex	Tm	dtex	Tm	dtex
5	2 4-2/12	2/660-2/550	2/2/24-2/2/36	800-550	2/20-2/28	800-550	02/02/2020-2/2/36	2/550-2/330	2/2/20-2/2/28	2/1/550-2/2/235
6	2/6-2/16	2/550-2/400	2/2/30-2/2/40	660-470	2/24-2/32	660-400	2/2/24-2/2/36	2/400-2/280	2/2/24-2/2/32	2/2/235-2/2/200
7	2/8-2/20	2/470-2/330	2/2/36-2/2/24	550-400	2/28-2/36	550-330	2/2/28-2/2/40	2/330-2/220	2/2/28-2/2/36	2/2/200-2/2/167
8	2/12-2/24	2/400-2/280	2/2/40-2/30	470-330	2/32-1/20	470-280	2/2/36-2/2/40	2/280-2/200	2/2/32-2/1/20	2/2/167-2/1/280
9	2/16-1/14	2/330-2/235	2/24-2/36	400-280	2/36-1/24	400-235	2/18-2/24	2/220-2/167	2/2/36-2/1/24	4/1/140-2/2/120
10	2/18-1/18	2/280-2/200	2/28-1/20	330-235	1/20-1/30	330-200	2/24-2/30	2/200-2/150	2/1/20-2/1/28	2/1/280-2/1/235
12	2/24-1/20	2/235-2/150	2/36-1/24	280-200	1/24-1/34	280-167	2/34-2/40	2/167-2/122	2/1/24-2/1/32	3/1/167-2/1/200
14	1/14-1/24	2/200-1/235	20/20-1/28	235-167	1/28-1/40	235-150	1/22-1/30	1/235-1/200	2/1/28-2/1/36	2/2/110-2/1/167
15	1/18-1/28	2/150-1/200	1/24-1/32	220-150	1/34-1/50	200-122	1/24-1/32	1/220-1/167	2/1/34-2/1/40	2/2/100-2/1/156
16	1/20-1/32	1/250-1/167	1/28-1/36	200-133	1/40-1/60	167/100	1/28-1/36	1/200-1/150	2/1/32-2/1/44	2/1/200-2/1/150
18	1/24-1/40	1/200-1/150	1/36-1/40	167-110	1/50-1/80	150/90	1/30-1/40	1/167-1/122	2/1/40-2/1/48	2/1/167-2/1/133
20	1/30-1/44	1/167-1/122	1/40-1/50	150-100	1/70-1/90	122-76	1/36-1/44	1/150-1/110	2/1/44-2/1/56	2/1/150-2/1/110
22	1/36-1/50	1/150-1/110	1/48-1/60	133-100	1/80-1/100	100-67	1/40-1/48	1/122-1/100	--	--
24	1/40-1/56	1/140-1/100	1/56-1/70	122-90	--	--	1/44-1/56	1/100-1/84	--	--
26	1/50-1/70	1/122-1/84	1/60-1/80	110-84	--	--	--	1/84-1/78	--	--
28	1/60-1/80	1/110-1/76	1/70-1/90	100-76	--	--	--	1/78-1/67	--	--
30	1/70-1/120	1/100-1/67	1/80-1/100	90-67	--	--	--	1/67-1/50	--	--
32	--	--	1/90-1/120	76-50	--	--	--	--	--	--
48	--	--	--	63-35	--	--	--	--	--	--

Fonte: INSTITUTO PESQUISAS TECNOLÓGICAS, (1983)

Ainda conforme IPT (1983), a finura das máquinas possuem outras ordens de grandeza, e as mais difundidas são:

Numeração Métrica M = quantidade de agulhas/100 mm;

Numeração Inglesa gg. = quantidade de agulhas/polegada;

Numeração Anglo-Alemã gg. = quantidade de agulhas/1,5 polegada;

Numeração Francesa, fina Ff. = quantidade de agulhas/polegada francesa (27,8 mm);

Numeração Francesa, grossa Fg. = quantidade de agulhas/1,5 polegada francesa;

Numeração Saxônica (alemã) S = quantidade de agulhas/polegada saxônica (23,6 mm);

Numeração Suíça (jauges) J = distância entre agulhas em 0,1 mm.

2.21. AGULHAS

A agulha é o principal elemento na função de formar as laçadas que constituem as malhas. Conforme as variedades de princípios mecânicos existentes surgem 3 tipos básicos de agulhas, as agulhas de bico, de lingueta e compostas. Atualmente, devido ao grande incremento na produtividade, a agulha de lingueta é amplamente utilizada pelos fabricantes.

As agulhas, realizam a tarefa de formar as laçadas, através do seu movimento, combinando o deslocamento vertical dado pelas pedras com seu movimento horizontal dado pelo cilindro/disco. Antes de detalhar melhor este movimento, veremos antes mais alguns componentes que fazem parte deste processo.

2.22. PLATINAS

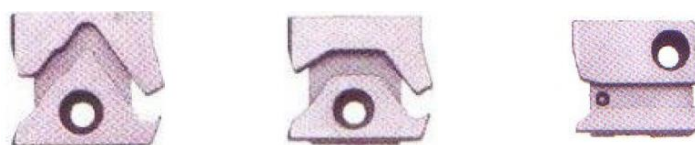
A platina tem a finalidade básica de conter o tecido já formado, proporcionando o livre movimento de subida das agulhas sem que estas arrastem o tecido com elas. O movimento sincronizado das agulhas e platinas compõe o sistema de formação das laçadas ou malhas. Dois tipos básicos de platinas podem ser encontrados, o tradicional (com movimentos de avanço e recuo sempre na horizontal) e o tipo relanit que associa movimentos horizontais e verticais para seu avanço e recuo.

2.23. PEDRAS OU CAMES

Também conhecidos como excêntricos, possuem canais para o encaixe dos pés das agulhas e uma conformação que permite definir a movimentação vertical das mesmas, na medida em que o cilindro realiza seu deslocamento horizontal. O tipo de conformação ou perfil das pedras é determinante no tipo de formação de malha desejado, e podem ser: malha (subida inteira da agulha), fang (meia subida/decida da agulha) e não trabalha (agulha não sobe para formação de malha). Este perfil também possui a finalidade de sincronizar com as platinas o perfeito descarregamento das malhas, das agulhas para o tecido, dando maior definição qualitativa no aspecto do tecido. Importante na regulagem da tensão do fio base de tecido pois é responsável

pelo tamanho da laçada e conseqüentemente no consumo do fio fornecido no sistema positivo de alimentação. Como cada fio alimentado possui pelo menos um sistema de pedras, é necessário, para perfeita homogeneidade da aparência do tecido, que todas as pedras estejam reguladas no mesmo nível, ou seja tensões iguais em cada fio nos tecidos de meia malha. Algumas exceções ocorrem quando os tecidos passam a ter construções mais complicadas. Exemplos de cames para a formação de malha de fang ou malha não tecida pode ser visto nesta ordem na figura 37.

Fig.37 - Cames para ponto em tece, fang e não tece



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

2.24. REGULADOR DE PONTO

Os reguladores de ponto atuam diretamente nas pedras fazendo com que estas se aproximem ou se afastem do ponto de tomada de fio pelas agulhas. Desta forma influenciam diretamente na tensão dos fios quando da alimentação positiva (já que o L.F.A. está previamente definido pelas rodas de qualidade) e atua no L.F.A. quando a alimentação é negativa, uma vez que esta alimentação é dada pela descida da própria agulha. O tamanho da malha ou ponto poderá ser maior nos casos em que as pedras de descida estiverem mais afastadas da área de formação da mesma, pois as agulhas se afastarão desta área na mesma proporção, gerando uma laçada maior e, por conseguinte teremos menores laçadas ao aproximarmos as pedras.

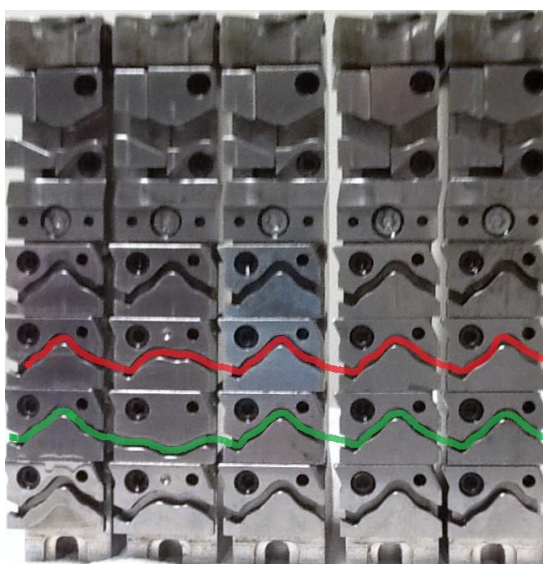
A consequência direta é a compactação da malha, onde se utilizam pontos mais abertos para malhas também mais abertas e pontos fechados para malhas mais compactas. É importante ter perfeita regulagem do tamanho de ponto para uma boa qualidade dos produtos, o que se consegue com a ajuda de um tensiômetro para ajusta-lo. Os reguladores de ponto podem variar de acordo com os fabricantes e modelos de máquina, que se utilizam em geral de dois modelos. O chamado ponto central, localizado na base da cabeça têxtil e que tem a característica de alterar o

ponto de todos os blocos (suportes que abrigam as pedras que formarão o sistema de pistas) e pistas simultaneamente e na mesma proporção, e os pontos de bloco que por sua vez acionam as pedras individualmente podendo apresentar ainda ponto para todas as pistas do bloco ou um ponto para cada uma delas.

2.25. PISTAS

Uma pista é uma trilha horizontal formada pelo sequenciamento de pedras ao longo de toda a circunferência do cilindro ou disco, onde seu início e final se unem formando uma sequência contínua ao redor do cilindro, por onde as agulhas estarão percorrendo e definindo seu traçado conduzidas pelo movimento rotativo horizontal do respectivo cilindro ou disco onde se encontram alojadas. Desta forma programamos a sequência dos tipos de pedras que precisamos para que as agulhas realizem o desenho, textura ou ligamento que desejamos. Esta sequência de trabalho é realizada pela agulha através da leitura das pistas (fig. 38).

Fig.38 - Exemplo de formação de pistas



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

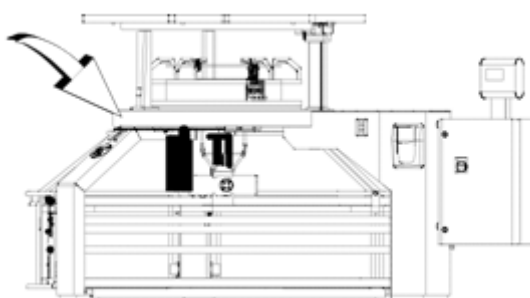
No exemplo da figura 38 temos quatro pistas formadas onde destaca-se para fins de exemplo a pista vermelha e a verde onde suas agulhas desenvolvem a seguinte sequência de ponto respectivamente (da esquerda para direita): tece-fang-tece-tece-tece; tece-não tece-tece-tece-tece.

As quantidades de pistas podem variar conforme o modelo dos fabricantes, sendo mais comum máquina com duas ou quatro pistas. Os blocos são os suportes que abrigam as pedras ou cames que formarão o sistema de pistas que comandam os movimentos de subida e descida das agulhas. Normalmente abrigam também o sistema regulador da altura de ponto.

2.26. PUXAMENTO/ACONDICIONAMENTO

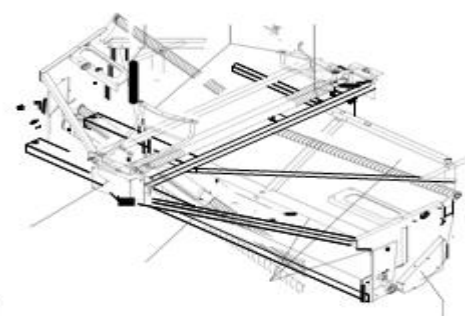
Conhecido como puxador ou sistema de enrolamento, tem dupla função; a de auxiliar o descarregamento das malhas formadas das agulhas, promovendo tensão mínima para que as malhas não forcem as mesmas, e que sejam descarregadas obedecendo sempre um ritmo constante; acondicionar o tecido em rolos (tubulares ou abertos) ou em fraudas (apenas para tubulares) preparando a peça para os processos seguintes de tinturaria e beneficiamento. Este mecanismo de regulagem do equipamento varia conforme o fabricante, porém podemos definir os passos fundamentais presentes em todos eles, conforme descrito a seguir (a figura 39 mostra um exemplo de puxador no sistema de entrega de tecido fechado enquanto a figura 40 apresenta um puxador para sistema de entrega em aberto).

Fig.39 - Puxador fechado



Fonte: MANUAL TERROT (2013)

Fig.40 - Puxador Aberto



Fonte: MANUAL TERROT (2013)

1. Em máquinas mais antigas estes dispositivos não possuem tabelas orientavas de suas regulagens, valendo na maioria das vezes neste caso a prática ou experiência do mecânico que deve observar a tensão aplicada sobre o tecido dado pela diferença de velocidade entre a entrega de tecido produzido na zona de tecimento

e a velocidade de enrolamento puxado pelo dispositivo. Esta tensão não deve ser baixa pois pode dificultar o descarregamento das malhas formadas das cabeças ou ganchos das agulhas e provocar defeitos ou danos ao equipamento, porém deve ser suave pois muita tensão também provocará problemas ao equipamento e ao tecido.

2. Nos equipamentos mais modernos existem tabelas indicativas relacionando os cm/volta que a máquina está entregando ao puxador com a regulagem mais indicada para o enrolamento.

De acordo com a Terrot (1993) no ajuste do puxamento temos que considerar que a força exercida influenciará na densidade e na largura do tecido, onde uma força excessiva poderá apresentar as seguintes consequências:

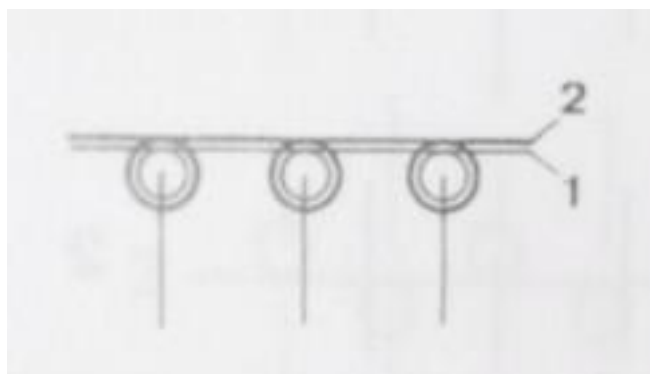
- Ruptura do fio ao tecer;
- Furos nos tecidos de malha;
- Desgaste elevado dos leitos de agulhas;
- Desgaste dos cilindros emborrachados;
- Danificação ou desgaste das agulhas e platinas.

2.27. TERMOS E CONCEITOS

2.27.1. Vanizar

Consiste na técnica de construir a mesma laçada com dois fios diferentes. A figura 41 apresenta um esquema mostrando a colocação de dois fios formando a mesma laçada ou malha.

Fig.41 - Vanisado de ponto liso



Fonte: IYER, MAMMEL e SCHACH, (1997)

Esta técnica é muito comum na fabricação de tecidos com elastano cru, onde um fio de elastano é alimentado juntamente com um fio base (fio de maior percentual na composição da malha). Importante observar que, estando os dois fios alimentados no mesmo sistema, os mecanismos de ajuste de ponto, seja individual (ponto do bloco) ou central (ponto da mesa), quando acionados, modificam a tensão do fio e o formato da malha de ambos simultaneamente.

2.27.2. **Cursos ou carreiras**

Definido como o número de malhas tecidas em uma determinada unidade de comprimento. As unidades mais usadas são por 1 cm ou por 1 polegada inglesa. É contada no sentido do comprimento do tecido.

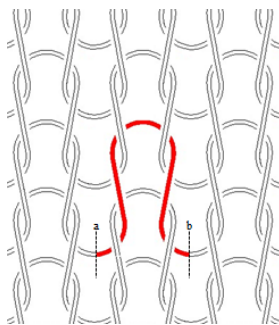
2.27.3. **Colunas**

Definido como o número de colunas de malhas tecidas em uma determinada unidade de comprimento, onde as mais usadas são por 1 cm ou por 1 polegada inglesa. A contagem se dá no sentido da largura do tecido.

2.27.4. **L.F.A.**

Principal regulação dos tecidos. A sigla vem da língua francesa " LONGEUR DU FIL ABSORBÈ" e significa Comprimento de fio absorvido. É o comprimento de fio do qual uma unidade de laçada da malha é formada. Principal responsável na definição das características do tecido como gramatura, fator de cobertura (densidade da malha) e o potencial de alongamento. Pode ser expresso em cm/malha, mm/malha ou ainda metros por volta completa do cilindro, neste caso considerando a quantidade total de agulhas atuantes. A figura 42 representa uma malha de monofrontura, onde em destaque (do ponto "a" ao ponto "b") apresenta o comprimento de fio (L.F.A) usado na construção de uma laçada.

Fig.42 - Comprimento do fio absorvido pela malha (L.F.A.)



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

O L.F.A. tem implicações diretas na produtividade, tanto para quem produz a malha como para quem a corta para confeccionar peças, sendo assim um fator importante na composição de custos em ambos os casos, somando-se a estes, um maior ou menor rendimento no uso da matéria prima e na quantidade de peças que se pode conseguir no corte. As outras duas características, fator de cobertura e potencial de alongamento tem implicações diretas com a qualidade do tecido desejada.

A definição do L.F.A. deve se dar considerando o fio base utilizado, que é o principal responsável para a definição das características anteriormente citadas e componente de maior participação nos tecidos (PA, PES, CO...). Desta forma, uma vez definido o L.F.A. do fio base e acertado sua tensão padrão de trabalho através do ponto do tecido (individualmente sistema por sistema ou no ponto central), as principais características da malha estão ajustadas e não devem ser alteradas em função da importância já exposta.

Neste caso o segundo elemento, que também deve obedecer a uma tensão de trabalho padronizada, o elastano, deve ser conseguido através de sua polia de qualidade de forma a não interferir nas condições já definidas do fio base.

2.27.5. Densidade

Conforme Spencer (2001), densidade do tecido refere-se ao número total de malhas em uma área de tecido. É o número total de malhas em uma determinada área (como uma polegada quadrada, ou centímetros quadrados). É obtida através da contagem do número de cursos (também chamado de carreiras ou linhas) de uma

amostra por polegada (ou centímetros) e o número de colunas de uma polegada (ou centímetros) e, em seguida multiplicando o número de cursos pelo número de colunas. (Na medição em centímetros é preferível, para maior precisão, o uso de 3 centímetros durante a contagem ao contrário de um cm). Densidade do ponto dá uma medição mais precisa do que uma medida linear, sejam apenas cursos ou colunas. A tensão atuante em uma única direção pode produzir uma leitura baixa para os cursos e uma leitura de alta para as colunas, contudo quando multiplicados este efeito é anulado.

2.27.6. Gramatura

Termo que define o peso em gramas por metro quadrado de tecido. Conforme Barbosa e Mendes (2014) a gramatura é uma característica exigida pelos clientes e influenciam diretamente no rendimento do tecido.

Entende-se por rendimento do tecido a quantidade em metros de comprimento do rolo (dada uma largura padrão) implicando diretamente na quantidade de cortes possíveis de se obter, dos moldes que farão parte da peça confeccionada, desta forma traduzindo-se diretamente em importante item na composição do custo das peças confeccionadas pelos clientes.

A metragem de um rolo de tecido pode ser calculada com a equação:

$$metragem (m) = \frac{\text{peso do rolo (g)}}{\text{gramatura } \left(\frac{g}{m^2}\right) \times \text{largura(m)}} \quad (\text{eq.01})$$

Ainda conforme Barbosa e mendes (2014) a gramatura deve obedecer a uma tolerância de aproximadamente $\pm 5\%$, assim para uma malha que apresente 200 g/m^2 como exemplo, aceita-se uma faixa entre 190 a 210 g/m^2

2.28. TENSÃO E SEUS MECANISMOS DE AJUSTE

Entende-se por tensão do fio o valor dado em cN sofrido pelo mesmo, dado pela diferença entre a quantidade, em comprimento, dele entregue (também conhecido como L.F.A) às agulhas e o consumo das mesmas dado pelo tamanho de ponto e ligamento da malha ou contextura.

A tensão mais adequada de trabalho de um fio é inicialmente dada em função do título do mesmo, da contextura e do aspecto que se deseja obter da superfície da malha, porém deve ser sempre o suficiente para que haja o deslocamento do fio, ou tecimento, mantendo seus sistemas de detecção operantes de forma a não interromperem o devido funcionamento do equipamento por falta de tensão. Tensão em demasia não traz benefícios, ao contrário podem prejudicar não apenas a qualidade da malha como também comprometer a vida útil dos elementos de tecimento (agulhas, platinas, entre outros).

A quantidade de fios alimentados em máquinas circulares se dá através da regulação de um elemento mecânico conhecido como roda ou polia de qualidade.

A quantidade destes elementos (polias) pode variar conforme o equipamento, onde cada elemento é aplicado sobre uma pista de comando de agulhas, ou seja, em um determinado consumo de fio. A quantidade destes elementos mais comum no mercado é de 2 a 4.

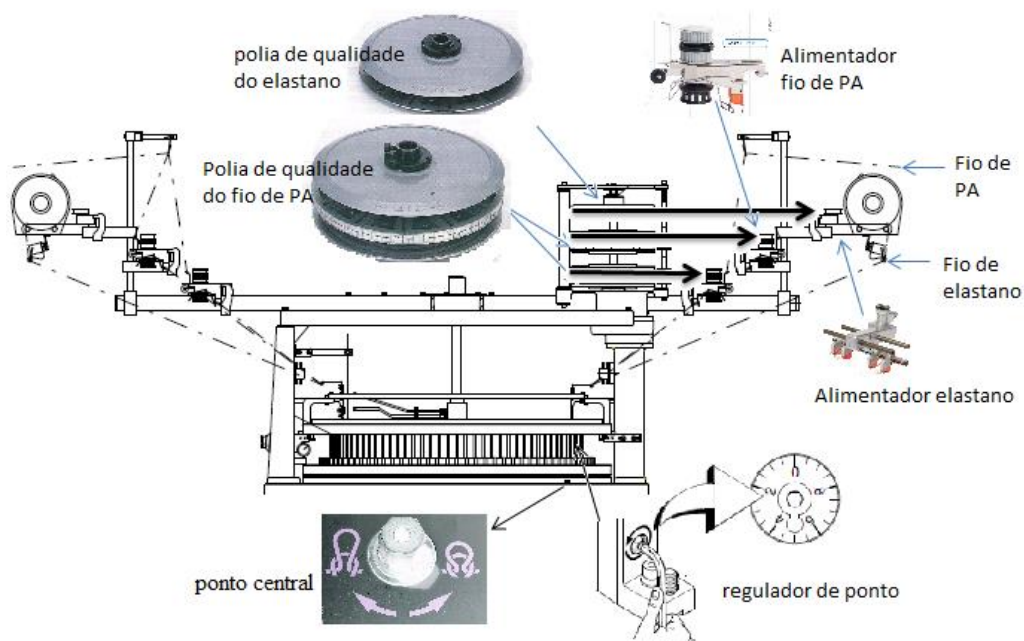
Um exemplo bem comum é o aplicado neste trabalho, onde o tear trabalha com duas pistas ativas com ligamento de meia malha em ambas (neste caso o consumo de ambas é igual). Apesar de possuir quatro polias de qualidade, apenas duas se faz em uso. Ocupando toda a capacidade de alimentação de fios, no caso 102 fios, temos que 51 receberão a rotação de alimentação de uma mesma polia e os demais 51 da outra. Para tecidos que receberão o elastano uma polia de qualidade extra é usada, que atuará sobre todos os fios de elastano em uso simultaneamente.

Para o comando do tamanho do ponto apresentam-se os blocos, onde estão os cames (pedras ou excêntricos) que atuam sobre as agulhas e que possuem um dispositivo que regula a altura vertical de deslocamento da agulha, aumentando-a ou diminuindo-a, ou seja, alterando o consumo de fio. Os blocos são em número igual à capacidade de fio da máquina e cada um atua sobre um fio (ou no caso de vanizados, simultaneamente sobre os dois ou três colocados no mesmo alimentador).

Assim para cada fio o ponto deve ser regulado, o que pode demandar muito tempo e desperdício de material, pois este ajuste só pode ser feito com a máquina em movimento, consumindo fio que, um a um, é ajustado através de um tensiômetro. Afim de agilizar e diminuir este desperdício e seus custos à produtividade, alguns equipamentos possuem um ponto de ajuste atuando sobre todos os fios ao mesmo tempo, conhecido como ponto central e localizado na base da máquina onde todos os

blocos encontram-se apoiados. Na figura 43 pode-se verificar a cabeça têxtil com seus elementos de acerto do tamanho de malha, alimentação e tensão.

Fig.43 - Cabeça têxtil



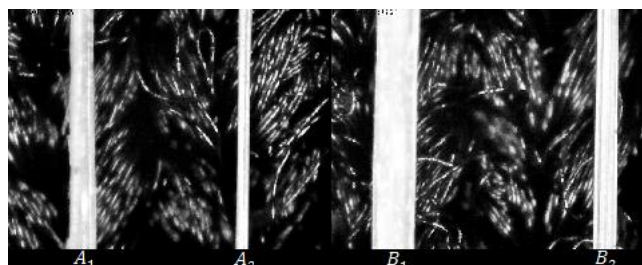
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

2.29. A MALHA COM E SEM ELASTANO

Por ceder facilmente a uma tensão aplicada no mesmo sentido de seu comprimento, o fio de elastano poderá sofrer até 400% de estiramento alterando sua relação entre peso e comprimento, ou seja, seu título, de tal forma que quanto maior for a tensão ou força aplicada de estiramento sobre o mesmo menor será esta relação, o título, ou seja título menor. Contudo a propriedade que o diferencia dos demais fios é a capacidade de recuperar praticamente 100 % de seu estado original quando cessada a aplicação desta força. A figura 44 demonstra uma simulação, onde se pode comparar visualmente o efeito da tensão sobre o título em dois fios de elastano, 40 e 70 den, em seu estado relaxado (A_1 e B_1 respectivamente) e os mesmos submetidos

a uma tensão de aproximada de 7.5 gramas sobre o título 40 e 12 gramas para o 70 (A_2 e B_2 respectivamente).

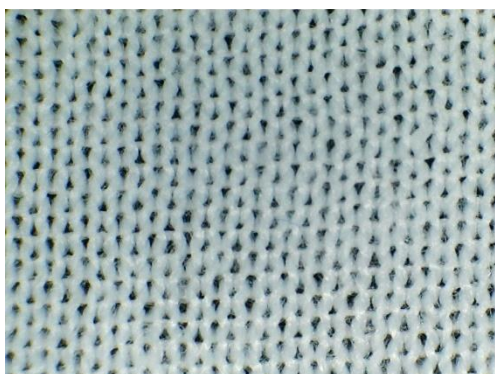
Fig.44 - Comparativos de elastano com/sem tensão



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

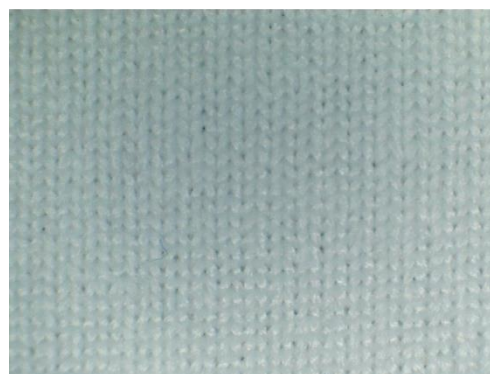
A malha então é produzida com os fios de elastano em estado tensionado. Uma vez pronta a malha e fora da ação do tear, a malha fica livre para seu relaxamento que, com as tensões latentes de cada fio de elastano, sofre uma grande retração na largura e comprimento. Desta forma o tecido ganha em densidade de malhas nos dois sentidos. A seguir um demonstrativo deste efeito, onde uma malha foi produzida sem e com elastano nas figuras 45 e 46 respectivamente e apresentadas em seu estado relaxado. Ambas com o mesmo tamanho de ponto e L.F.A., produzidas no mesmo equipamento e tendo como único diferencial a presença do elastano.

Fig.45 - Malha sem elastano



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.46 - Malha com elastano



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Verifica-se visualmente o aumento de densidade de carreiras e colunas (fator de cobertura) dado pela simples inclusão do fio de elastano, sem alteração da alimentação e tamanho de ponto, resultante da tensão latente do fio.

2.30. FATOR DE COBERTURA

Fator de cobertura é um valor que relaciona o quanto da superfície do tecido está coberta pelos fios que o compõem. É a uma relação entre o título do fio em gramas por 1000 metros (tex) e o L.F.A. de uma laçada em mm, conforme a fórmula abaixo.

$$MFC = \frac{\sqrt{\text{Tex}}}{\text{L.F.A.}}$$

Conforme Laycock, Leung e Singewald (2004) o fio base, associado à estrutura/regulagens do tecido, pode oferecer resistência ao movimento de retração das laçadas proporcionado pela inclusão do elastano, onde a eficiência desta resistência está relacionada ao seu fator de cobertura e é inversamente proporcional ao L.F.A., sendo que este último, por ser mecanicamente ajustável, se torna uma variável chave de controle.

2.31. ALONGAMENTO E ELASTICIDADE

Ao se aplicar uma força ou carga no tecido, incrementando-a gradativamente, este material sofrerá uma extensão ou alongamento e eventualmente romperá, a plotagem das forças aplicadas contra o respectivo valor de extensão obtido é conhecido como força-alongamento ou curva de tensão/deformação (SAVILLE, 1999).

Para Saville (1999) o gráfico resultante da força aplicada x alongamento possui um importante ponto onde a relação entre os mesmos sofre uma alteração.

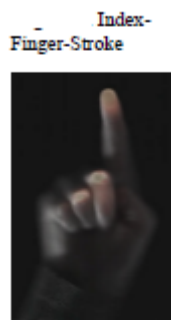
Antes deste ponto o material é considerado elástico, isto é, a amostra retornará ao seu comprimento original quando a força aplicada for retirada. Após este ponto, ou região não elástica, na maioria das fibras, as amostras não recuperam totalmente seu comprimento inicial. Este ponto está bastante aproximado onde na prática observa-se que não há uma clara linha divisória entre o comportamento elástico e não elástico dos materiais têxteis.

2.32. HANDLE (TOQUE)

É possível encontrar nos dicionários algumas traduções para o termo "handle", como manobrar, apalpar, tocar, mexer em, manusear, manipular, trabalhar com as mãos, tocar, tatear; cuidar; entre muitas outras menos associadas ao significado a que o termo se propõe quando tratado dentro do seguimento da indústria têxtil, pois aí não se limita ao ato de tocar, apalpar e assim por diante mas às inúmeras sensações que o sentido do tato é capaz de transmitir ao cérebro através de um simples ato de tocar o tecido. Desta forma o seguimento têxtil cria suas próprias maneiras para definir esta forma subjetiva de avaliar seus produtos, muito comum no ramo, não havendo um consenso e uso de um único termo e método. Um termo bem usado é dirigir-se simplesmente como "mão" do tecido, associado a alguma qualidade que se quer enfatizar. Surge então expressões como "mão mole", "mão boa", quando fabricantes, confeccionistas e até mesmo o usuário final tratam sobre o assunto, seja para exprimir um desejo (em novo produto), formalizar uma queixa sobre um produto adquirido ou apenas dar o seu parecer.

Moody (2001) utilizando-se de técnica denominada "grade de repertório" (teoria desenvolvida em 1955 que procura entender as formas com que uma pessoa interpreta uma determinada experiência sem ser entretanto uma tradicional análise de personalidade), técnica muito utilizada em análise comportamental de consumidores, procura estudar e introduzir aspectos de percepção dos tecidos através de avaliações visuais, tato e impacto emocional. O trabalho parte da avaliação de tipos de tecido bem distinto entre si, não busca avaliar pelo tato diferenças produzidas por variações de processo entre tecidos iguais. O experimento foi realizado sobre 10 tipos básicos (Fleece-100%PES, Poliamida/lycra 83/17, pele de carneiro, seda, gorgurão, couro, veludo, linho, jeans e lace-PA/CO 65/35). Em seu procedimento realizado em 3 fases, utiliza um método de toque definido que utiliza apenas o toque do dedo indicador, realizando movimento de vai e vem denominado "index-finger-stroke", mostrado na figura 47. Para o restante de seu experimento os avaliadores ficam livres para tocar as amostras conforme suas conveniências. Apresenta também quatro formas de tocar (figura 48) relacionando cada uma delas às características percebidas nos tecidos, tabela 02.

Fig.47 - Avaliação pelo indicador



Fonte: MOODY (2001)

Fig.48 - Métodos de avaliação por toque



Fonte: MOODY (2001)

onde: 1= toque com toda a mão percorrendo a superfície do tecido;
 2= movimento rotativo em forma de concha;
 3= pinçamento por mais de um dedo e
 4= rotação por ambas as mãos.

Tabela 02-Técnicas de mão em tradução livre

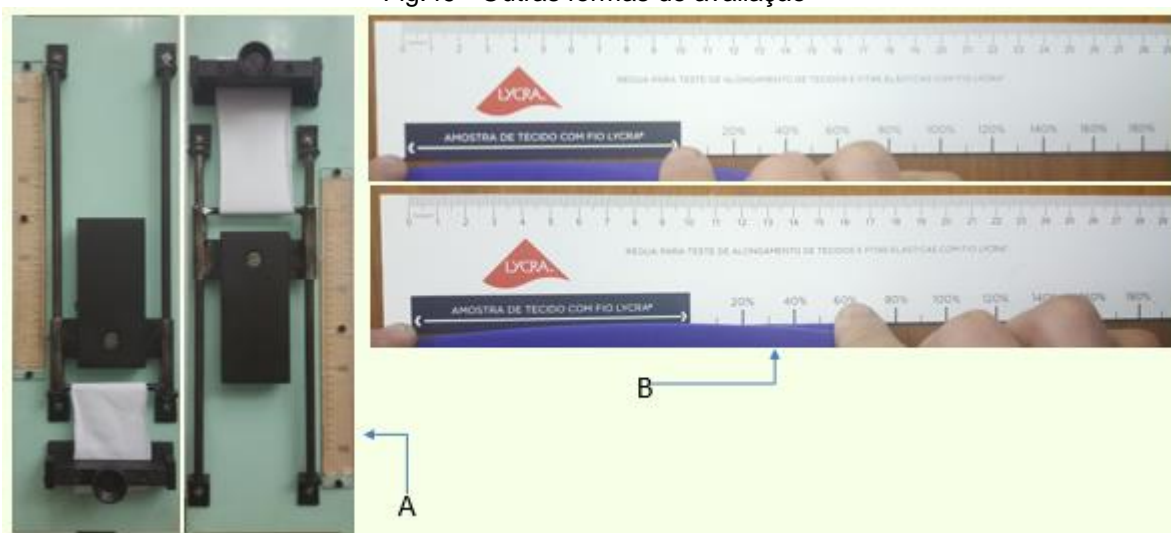
Técnica Handle		Propriedades avaliadas
1	Toque da mão	Textura da superfície, temperatura
2	Movimento de concha	Rigidez, peso, temperatura, conforto Textura diversas, Amarrotamento
3	Pinçamento de dois dedos com rotação.	Textura, rigidez, temperatura, estrutura do Tecido, dois lados do tecido, fricção, força de retorno.
4	Rotação duas mãos	Força de retorno

Fonte: MOODY (2001)

A tentativa de se traduzir as sensações de toque produzidas pelos tecidos não é nova, Peirce (1929) já demonstrava a preocupação ao buscar elaborar teste que forneça provas físicas que reflitam as sensações táteis em valores numéricos sobre o que denomina rigidez de um tecido, também entendido como caimento ou fluidez. As avaliações subjetivas dadas pelas sensações táteis definem então este termo "handle" ou "mão" em nossa indústria têxtil, ainda merecedora de muito estudo, dado ao grau de dificuldade encontrado pelas influências externas ao mundo das ciências exatas, ou seja, influências tais como moda, humor e idiossincrasias de cada avaliador.

Outras formas de avaliação de força do tecido, medido através do alongamento, são dispositivos mecânicos ou régua de medição como os exemplos mostrados na figura 49 a seguir:

Fig.49 - Outras formas de avaliação



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Onde A = dispositivo mecânico para alongar a malha com carga fixa e B régua para avaliar o alongamento manualmente, ou seja, sem controle de força aplicada.

2.33. ESTATÍSTICA E QUALIDADE

Controlar e melhorar a qualidade tornou-se uma estratégia de negócio importante para muitas organizações; fabricantes, distribuidores, companhias de transportes, organizações de serviços financeiros, prestadores de cuidados com a saúde e agências governamentais. A qualidade é uma vantagem competitiva (MONTGOMERY, 2009, tradução nossa).

Entender o conceito de qualidade e de melhoria de qualidade é o primeiro passo para aplicação de metodologias que visam o sucesso na busca de vantagem competitiva. Montgomery (2009) descreve a importância em se diferenciar as várias maneiras com as quais se pode definir qualidade, denominando-as de “dimensões da qualidade”. Resume os oito aspectos da dimensão de qualidade apresentados por Garvin (1987, apud Montgomery 2009), da seguinte forma:

- 1) Desempenho: Clientes normalmente avaliam a capacidade do produto executar determinadas funções e quão bem o faz;
- 2) Confiabilidade: Diz respeito à frequência com que um produto pode apresentar falhas;
- 3) Durabilidade: Quanto ao tempo de vida útil do produto;
- 4) Manutenibilidade: O grau de facilidade com que um produto pode sofrer reparos;
- 5) Estética: Este é o apelo visual do produto, muitas vezes levando-se em conta fatores como estilo, cor, forma, alternativas de embalagens, características táteis e sensoriais;
- 6) Recursos: O que o produto pode oferecer além do desempenho básico;
- 7) Reputação: o passado de uma empresa com relação à qualidade de seus produtos;
- 8) Conformidade aos padrões: Exatidão com que o produto atende às prescrições elaboradas para ele.

Juran (1999) destaca, entre os inúmeros significados existentes para qualidade, dois de fundamental importância no gerenciamento de qualidade:

1. Qualidade é a capacidade de um produto atingir as necessidades do cliente e assim satisfazê-lo. Neste sentido, sua melhoria tem como propósito aumentar cada vez mais a satisfação do cliente, oferecendo produtos melhorados, mais funcionalidades, visando atrair mais clientes e conseqüentemente maiores faturamentos, e para tanto se faz necessário investimentos que normalmente implicam em aumento de custos e assim alta qualidade implica em custos maiores.
2. Qualidade significa ausência de defeitos. Defeitos geralmente levam a retrabalhos, o que causa perdas (custos), insatisfação de clientes, reclamações e assim por diante. Neste caso a sua melhoria é orientada à redução de custos e assim alta qualidade implica em custos menores.

Conforme Juran (1999) a nova ênfase da qualidade com foco no cliente levou

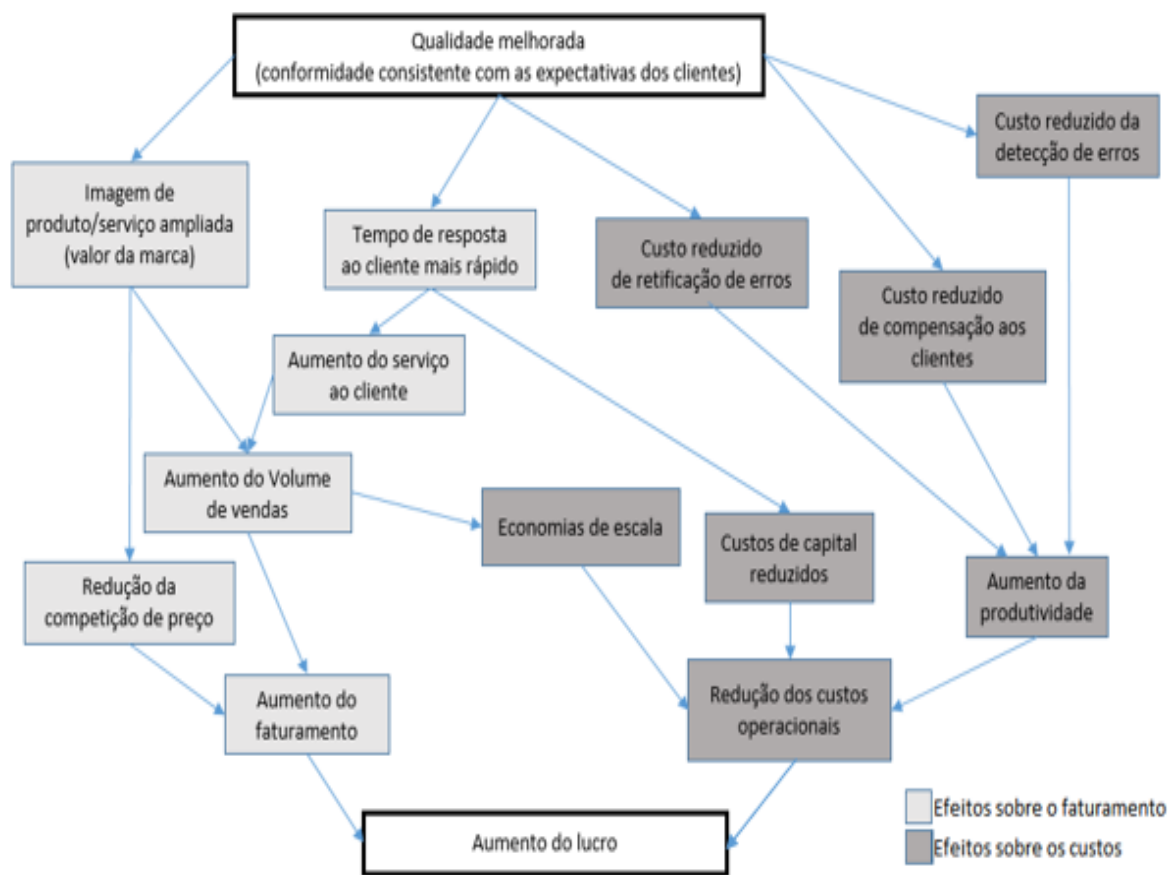
a uma revisão na definição de qualidade que passou a incluir outras necessidades dos clientes que não fazem parte da especificação do produto.

Da mesma forma se faz importante entender o significado de “melhoria da qualidade”. Juran (1999) define como melhoria a elaboração de mudanças benéficas, de forma organizada, que valorizem o produto, minimizem custos e elevem a satisfação do cliente quanto ao produto, ao atendimento, etc...

Slack, Brandon e Johnston (2015) ilustram de forma interessante os benefícios alcançados através da melhoria de qualidade, ressaltando ao mesmo tempo o grau de importância em uma companhia e as diversas maneiras com que o melhoramento de qualidade afeta o desempenho da produção, através da figura 49.

Montgomery (2009) define como alto o grau de dificuldade para responder as questões “o que é qualidade?” E “o que é melhoria de qualidade?”. A definição mais tradicional é aquela em que produtos e serviços devem ir ao encontro dos anseios do usuário, ou seja, adequação ao uso. Porém prefere uma definição mais atualizada onde “qualidade é inversamente proporcional à variabilidade”, destacando que a qualidade de um produto aumenta com a diminuição da variação de uma determinada característica do mesmo. Assim define também como melhoria de qualidade a redução de variabilidade de processo e produto. Grande variação também leva a perdas que devem ser reparadas, levando ao desperdício de recursos, como dinheiro, tempo e esforço.

Fig.50 - Qualidade maior tem efeito benéfico sobre o faturamento e os custos

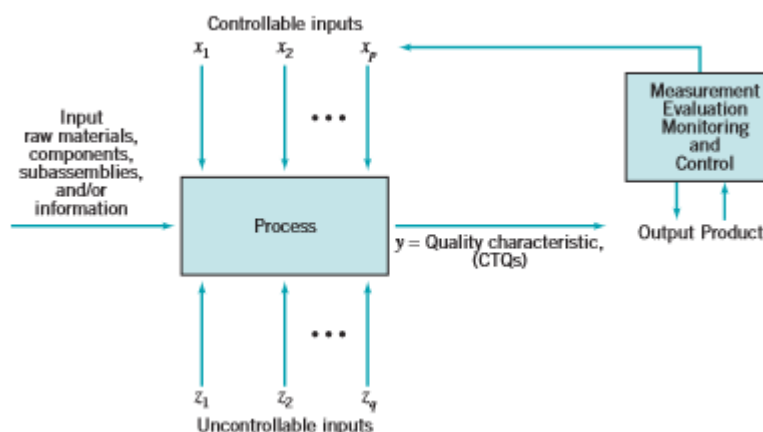


Fonte: SLACK, BRANDON e JOHNSTON, (2015)

2.34. FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS

Conforme Montgomery (2009) existe várias ferramentas estatísticas e analíticas para a melhoria do desempenho dos processos cuja função é demonstrada na ilustração 50 a seguir;

Fig.51 - Entradas e saídas do processo produtivo



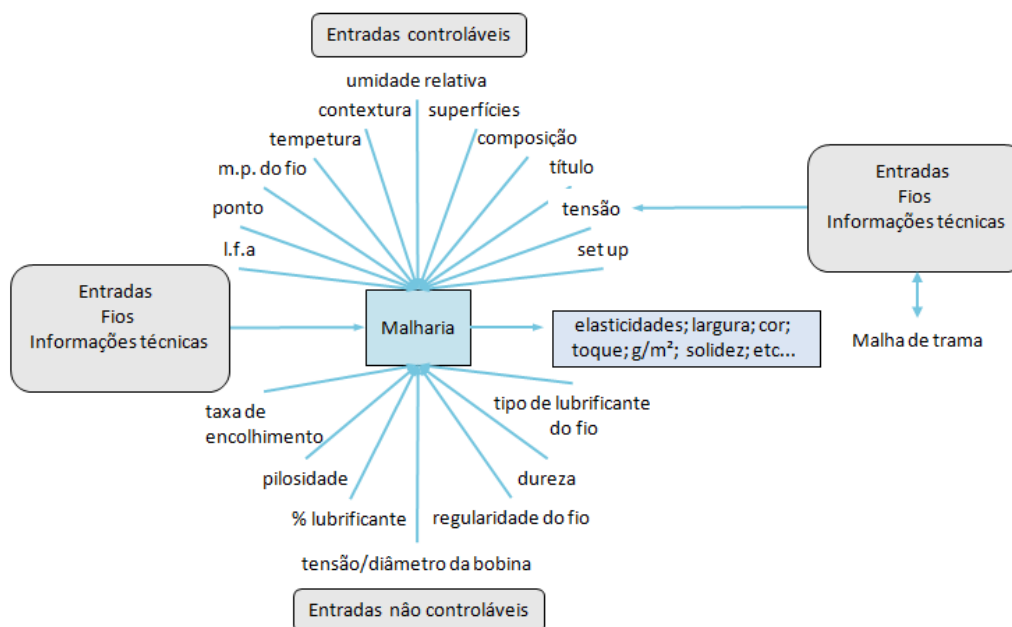
Fonte: MONTGOMERY, (2009)

onde o processo produtivo é mostrado como um sistema que possui entradas controláveis x_1, x_2, \dots, x_p (relativas ao processo como temperatura, pressão, taxa de alimentação e outras); entradas sem controle, ou de difícil controle z_1, z_2, \dots, z_p (fatores ambientais e propriedades da matéria-prima,...), transformando a matéria prima, componentes e outros em produto final com certas características mensuráveis que definem sua qualidade.

Pode-se então traçar um paralelo ao processo de fabricação de malha de trama onde as entradas controláveis que atuam no processo de fabricação do tecido cru são: o tipo de matéria prima (PA, PUE, PES, CO...), seu título médio (relação entre peso e comprimento do fio), sua composição na alimentação do equipamento (quando mais de um tipo de fio é usado), seu L.F.A. (comprimento de fio usado na formação da laçada), sua contextura (tipos de laçadas – sobe ou tece, meia subida ou fang e não tece, presentes na malha e suas respectivas quantidades na unidade de desenho), seu tamanho de ponto, condições ambientes de temperatura e umidade relativa, tensão do(s) fio(s), condições das superfícies em contato direto com o fio e seus ajustes mecânicos; e como variáveis de difícil ou sem controle tem-se; as características próprias dos fios como regularidade do título, taxa de encolhimento, características do lubrificante do fio e seu teor, pilosidade, regularidade na dureza de enrolamento ao longo de uma bobina e entre bobinas; e finalmente como produto o tecido de malha com suas características desejadas como gramatura, elasticidades, largura, maciez, cor, força de recuperação após alongamento, solidez da cor, resistência ao cloro entre outras.

Utilizando-se do quadro de Montgomery (2009) anteriormente citado temos a fig. 51.

Fig.52 - Sistema de entradas e saídas de controle de processo em uma malharia



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Estando a variabilidade do produto/processo intrinsecamente ligada à qualidade do mesmo é importante compreendermos melhor como funciona esta relação. Para tanto, utilizando-se de ferramental estatístico pode-se avaliar a capacidade do processo.

2.35. CAPACIDADE DO PROCESSO

Juran (1999) afirma que antes de entrar em operação um processo deve mostrar-se capaz de atingir suas metas de qualidade. Todo planejamento de projeto deve medir a capacidade de seu processo com relação às metas de uma determinada característica de qualidade. As falhas para atingir a capacidade de processos devem ser sistematicamente diagnosticadas em sua causa raiz de forma que melhorias no processo possam ser implantadas afim de eliminá-las.

Conforme Montgomery (2009) os maiores proveitos que se pode fazer da análise de capacidade do processo são:

1. Predizer o quanto o processo irá atender bem as tolerâncias
2. Auxiliar desenvolvedores e projetistas a escolher ou modificar um processo
3. Ajudar a definir um intervalo entre amostragens para o adequado monitoramento de processo
4. Especificar pré-requisitos de performance para novos equipamentos
5. Escolha de fornecedores concorrentes ou outros aspectos da cadeia de suprimentos
6. Planejar uma sequência de processo produtivo quando houver um efeito interativo dos processos sobre as tolerâncias
7. Redução da variabilidade do processo.

É comum a utilização de três técnicas para uma análise de capacidade de processo; os histogramas ou plotagem de probabilidade normal, cartas de controle e delineamento de experimentos.

2.36. HISTOGRAMA

O histograma fornece uma boa vantagem na análise da capacidade de um processo uma vez que apresenta uma forma visual rápida de interpretar o desempenho do mesmo, analisando-se a forma e posicionamento de sua curva.

Conforme Spiegel (1971) o histograma de frequência é um conjunto de retângulos cujas bases estão sobre um eixo horizontal, com o seu centro colocado no ponto médio e cuja largura corresponde à amplitude do intervalo de suas classes, as áreas do retângulo representam a frequência com a qual sua classe aparece. Desta forma o histograma é uma maneira fácil de se visualizar uma distribuição de frequências.

As distribuições de frequência podem se apresentar em uma grande variedade de formas, mas conforme Dio (1979) uma se destaca e se reveste de especial importância a curva de Gauss.

Neste gráfico a série de dados é subdividida em grupos menores denominados de classes (a escolha de um número de classes adequada é importante para uma boa demonstração gráfica do comportamento da variável estudada, uma forma de definir o número de classes que geralmente funciona bem na prática, conforme Montgomery (2009), é uma quantidade de classes igual à raiz quadrada da quantidade de dados). Uma vez definida a quantidade de classes (e seus valores limítrofes ou amplitude de classe), é realizada a contagem da quantidade de dados que ocorrem em cada uma. No eixo horizontal aparece a escala dos valores dos dados e no eixo vertical a quantidade de ocorrências em cada classe ou frequência. Visualmente pode-se

verificar três propriedades dos dados avaliados; a forma da distribuição dos dados, a tendência de sua média e sua distribuição, tendo-se ainda informações quantitativas de sua média e desvio padrão.

O histograma deve ter a aparência da forma de sino, com o valor médio em seu ponto central, onde a frequência é mais alta, diminuindo simetricamente em direção aos extremos. Conforme César (2011) a variável com este perfil normalmente é classificada como estável (fig.52). Apresenta também outros tipos de perfis como os assimétricos cuja média encontra-se descentralizada e a frequência diminui mais abruptamente de um lado, usualmente encontrado onde a variável possui um limite de especificação sendo controlado para atendê-lo, a figura 53 ilustra este tipo. Denomina de perfil despenhadeiro àquele em que a média está descentralizada e a frequência cai de forma abrupta, figura 54, e sua ocorrência pode se dar quando a variável não é capaz de atender à especificação e recomenda e inspeção completa para eliminação de produtos defeituosos. Outro tipo é o histograma com ilhas isoladas, figura 55, que possui classes mais afastadas, fora do padrão de simetria, existindo principalmente quando as medidas e/ou registros de dados encontram alguma irregularidade. O tipo bimodal, figura 56, com baixa frequência no centro com picos à sua direita e esquerda, aparece quando se mistura dados de distribuições com diferentes médias (como máquinas diferentes, diferentes turnos etc....). O histograma achatado, figura 57, possui as classes com pequenas diferenças umas das outras com exceção das classes das extremidades, sua ocorrência também pode ocorrer da mistura de dados de duas distribuições, porém com médias não muito diferentes.

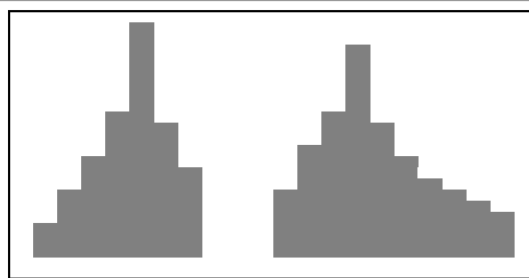
Através da comparação visual destes histogramas associados aos limites de especificação pode-se avaliar rapidamente a capacidade do processo em atendê-los, verificar se as médias (especificada e de processo) estão próximas e a necessidade de diminuição de sua variabilidade. As figuras 58, 59 e 60 ilustram respectivamente; um histograma ideal atendendo a especificação com folga (variação entre os limites especificados e media centralizada), um histograma atendendo as especificações sem folga, porém com sua média um pouco deslocada não atende este quesito e por último um processo que não é capaz de atender às especificações com elevada variabilidade e deslocado do centro.

Fig.53 - Estável



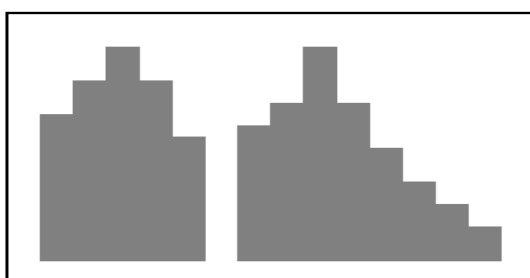
Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.54 - Assimétricos



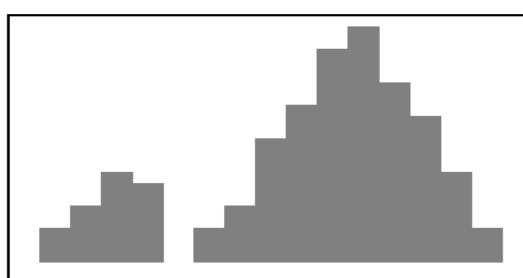
Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.55 - Despenhadeiro



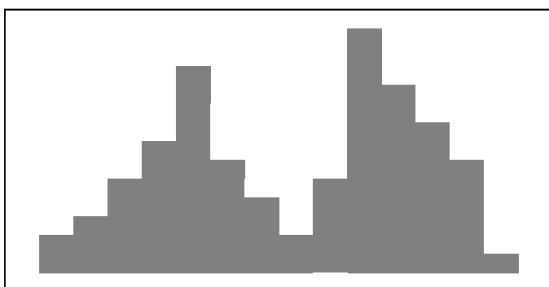
Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.56 - Ilhas isoladas



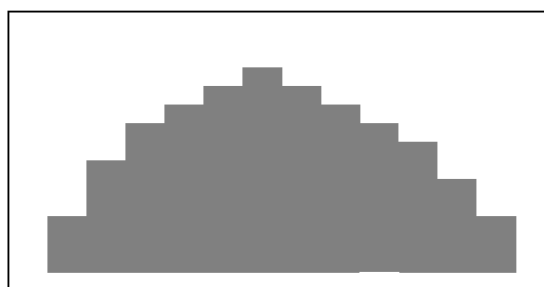
Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.57 - Bimodal



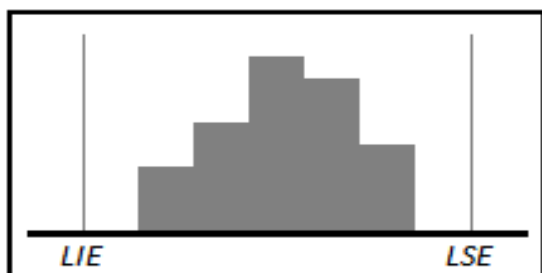
Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.58 - Achatado



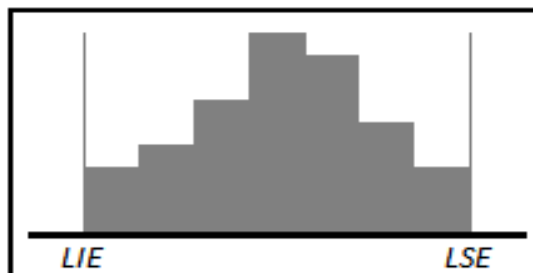
Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.59 - Caso ideal



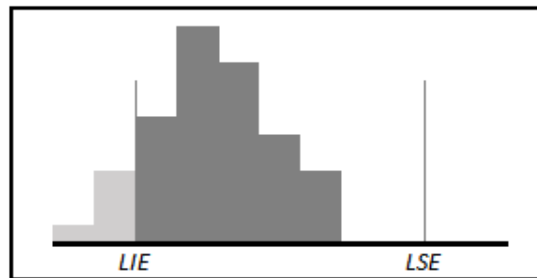
Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.60 - Atende sem folga



Fonte CÉSAR, (2011) com adaptações

Fig.61 - Não atende



Fonte: CÉSAR, (2011) com adaptações

Montgomery (2009) afirma ainda que é sempre bom que se tenha uma maneira simples de se expressar quantitativamente a capacidade do processo e uma destas maneiras é através do índice de capacidade potencial do processo (C_p).

2.37. ÍNDICE DE CAPACIDADE POTENCIAL (C_p)

Para um processo que se encontre sob controle estatístico, verificado pelas cartas de controle, podemos avaliar a capacidade com a qual o mesmo se enquadra nos limites especificados, através dos índices de capacidade, verificando-se desta forma o quão bem o processo corresponde aos limites especificados.

Desta forma calcula-se o índice C_p (capacidade potencial) do processo através da seguinte equação:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\delta}$$

Onde LSE e LIE são os limites de tolerância ou especificação superior e inferior respectivamente e 6δ é a variação de 6 desvios padrão.

Esta forma de cálculo de capacidade não considera a média μ dos dados, e, portanto, não depende da mesma, porém outras formas de cálculo deste índice podem ser encontradas como C_{pk} , C_{pm} e C_{pmk} :

O C_{pk} considera a média do processo, uma vez que muitos processos não estão devidamente centralizados no valor nominal especificado, verificando a distância da média do processo para com os limites especificados.

A equação 02 a seguir representa este cálculo;

$$C_{pk} = \text{mín} \left\{ \frac{LSE - \mu}{3\delta}; \frac{\mu - LIE}{3\delta} \right\} \quad (\text{eq.02})$$

Onde a média μ é a média do processo.

O C_{pm} considera a distância da média do processo (μ) em relação à média especificada (T) e em seu numerador a variabilidade permitida, enquanto que o C_{pmk} apura ainda mais o cálculo considerando no numerador a média do processo em relação aos seus limites especificados, ficando com o menor valor. Desta forma suas respectivas equações 03 e 04 são mostradas a seguir.

$$C_{pm} = \frac{LSE - LIE}{6\sqrt{\delta^2 + (\mu - T)^2}} \quad (\text{eq.03}) \quad \text{e} \quad C_{pmk} = \text{mín} \left\{ \frac{LSE - \mu}{3\sqrt{\delta^2 + (\mu - T)^2}}; \frac{\mu - LIE}{3\sqrt{\delta^2 + (\mu - T)^2}} \right\} \quad (\text{eq.04})$$

Na interpretação numérica do índice, verifica-se que quanto maior seu valor maior será a capacidade de o processo em atender às especificações considerando-se a média centrada no valor nominal.

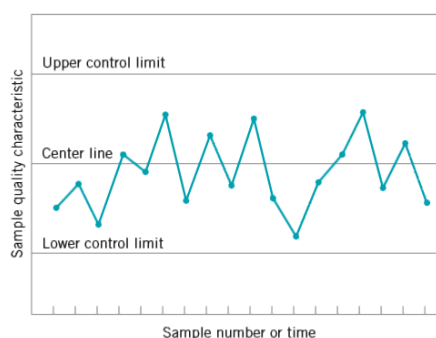
2.38. CARTAS DE CONTROLE

Uma carta de controle é uma das primeiras técnicas de controle estatístico de processo (CEP). Uma carta típica é mostrada na figura 62. O gráfico representa a média das medições de uma determinada característica de qualidade em amostras retiradas do processo em função do tempo (MONTGOMERY, 2009).

As cartas de controle são geralmente aplicadas na característica de saída, porém são muito úteis também quando aplicadas nas entradas controláveis.

As cartas de controle nos auxiliam no acompanhamento do processo indicando se o processo está sob controle sem causas especiais ou ainda falta de aleatoriedade no processo (indicativo de anormalidade). Estas cartas traçam, estatisticamente, uma faixa ladeada pelos limites de controle (inferior e superior) com uma linha central representando sua média. Pontos fora dos limites indicam um processo fora de controle ou causas especiais e tendo seus registros dispostos cronologicamente podem demonstrar também tendências de comportamento. Os pares de valores mais usados na elaboração destes gráficos por variáveis são: a média e amplitude, média e desvio padrão e mediana e amplitude. O gráfico abaixo, figura 62, ilustra uma típica carta de controle.

Fig.62 - Carta de controle



Fonte: MONTGOMERY, (2009)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. OBJETIVOS

Na análise da influência do fator tensão sobre a elasticidade na largura, um experimento foi realizado para que se possa quantificar e avaliar a interferência real da variável tensão do elastano, em seus valores mínimo, médio e máximo, sobre a resistência ao alongamento da malha ainda crua, dada uma mesma carga aplicada de 1,1 cN, entendida como elasticidade da malha, sentida e descrita por confeccionistas e consumidores como força ou “power” da mesma, e evitando-se nesta análise as prováveis interferências de outras variáveis presentes em todo o processo produtivo que envolve a produção de uma malha acabada. Assim justificando a implantação de um procedimento de monitoramento do processo, em planta fabril, sob esta variável, afim de estudar sua influência sobre a força do tecido acabado e sua variabilidade através da capacidade de processo.

No controle estatístico do processo para melhoria da reprodutibilidade do produto, em função das variações provenientes da matéria-prima, particularmente quanto às pertencentes ao elastano, associadas à necessidade de utilizá-lo em seu limite máximo de tensão durante o processo de tecimento para atingir as características de força de recuperação elástica elevada, exigidas para o produto final, será implantado o monitoramento da tensão sobre todas as cargas de elastano, verificando-se a tensão e compensando-se sempre que se apresentar abaixo do mínimo estabelecido como ideal, antes mesmo de se reiniciar a produção.

Assim pretende-se minimizar as ocorrências de peças produzidas com baixa tensão de elastano e conseqüentemente a redução da quantidade de produtos que ficam sujeitos a questionamentos negativos quando avaliados através subjetivismo do toque. Em outras palavras, objetiva-se manter a força de recuperação elástica em seu nível máximo sobre o maior número de peças possíveis, sem prejuízo de seu alongamento (ajuste ao corpo), entrando na zona de conforto das avaliações sensoriais, ou seja, onde estas convergem a uma mesma opinião positiva quanto à qualidade da mão do produto.

3.2. O PLANEJAMENTO

Para o experimento foi utilizado o seguinte planejamento:

- a. Definição do produto para o teste;
- b. Definição das tensões a serem utilizadas;
- c. Produção das amostras;
- d. Definição do processo utilizado para avaliação laboratorial;
- e. Coleta dos resultados;
- f. Submeter os dados ao software MINITAB;
- g. Análise crítica dos dados obtidos, comparativa entre as três tensões aplicadas.

Para o controle estatístico do processo foi utilizado o seguinte planejamento:

- a. Definição dos produtos a serem monitorados;
- b. Uma vez que a empresa está continuamente produzindo estes produtos, coletar os dados de gramatura e elasticidades referentes ao processo atual sobre o produto final, mantendo-se o sistema de escolha aleatória já utilizada na empresa;
- c. Implantação do sistema de monitoramento com o devido treinamento dos colaboradores envolvidos;
- d. Nova coleta de dados de gramatura e elasticidades referentes ao processo monitorado, nos mesmos moldes da coleta anterior sobre o produto final;
- e. Elaboração dos histogramas, cartas de controle e cálculo dos índices de capacidade de processo para cada produto, dentro de cada processo (atual e proposto) e para cada característica estudada (gramatura, elasticidade na largura), com o auxílio de software MINITAB 16.
- f. Análise crítica dos resultados comparando-se os processos atual e o proposto.

3.3. GRANDEZAS AVALIADAS

Entre as características físicas técnicas que definem o padrão do tecido as consideradas mais significativas para este estudo são, a gramatura e a elasticidade no sentido da largura (com papel secundário para a largura da peça).

A escolha destas características está fundamentada conforme segue;

- Gramatura: esta é uma característica que não se deseja que sofra influência significativa das variações de tensão de elastano, conforme estas ocorrerem durante a produção. Grandes variações de gramatura geralmente acarretam em alterações no rendimento de um rolo de tecido quando em uma mesa de corte de confecção. Dado que o fio de poliamida é o principal elemento a compor o peso da peça, seu L.F.A. tem que ser obrigatoriamente mantido inalterado no processo.

Outro motivo, de extrema importância, para a manutenção do L.F.A. reside no fato de que este também é diretamente responsável pelo alongamento máximo que a malha poderá atingir, independentemente da força aplicada, sendo que a isto se associa a capacidade do tecido de moldar-se a inúmeros tamanhos e formas do corpo. Portanto deve estar padronizado e assim mantido.

Desta forma se faz importante conhecer até que ponto a gramatura poderá sofrer alguma consequência relevante neste quadro proposto.

Importante observar que quanto maior for a força de retração do tecido, dada pela tensão do elastano, maior o adensamento de malhas e conseqüentemente algum ganho de gramatura poderá ocorrer. Entende-se que, dentro dos padrões admissíveis, um deslocamento a maior de gramatura implica em maior tensão e, portanto, uma avaliação positiva da mão é mais provável que ocorra. O inverso é também verdadeiro, ou seja, variações da tensão para baixo, tende a gramaturas menores e, mesmo ainda dentro do admissível, implicará em prováveis insatisfações e/ou questionamentos quanto a mão.

- Largura: malha fora da especificação de largura de peça (largura total do rolo de tecido) implica em grave falha do processo de acabamento, geralmente pontual, e, portanto, não deve ser considerada como parte nos dados deste estudo na obtenção de suas elasticidades, seu controle garante maior confiabilidade dos dados. Assim o item é apenas controlado para garantir que o produto foi convenientemente acabado.
- Elasticidade na largura: principal foco das análises pois é a grandeza física que melhor exprime a capacidade de o tecido resistir a um alongamento aplicado por um dinamômetro, com carga pré-definida, ou seja, que mais se assemelha ao teste subjetivo realizado pelos especialistas em toque, onde a carga está para a força realizada pelas mãos ao alongar o tecido assim como a resistência a este alongamento à percepção de força elástica do tecido. Também por ser

este o sentido da malha que segue, na aplicação das peças do vestuário, o mesmo sentido da largura do corpo, ou o sentido que faz a compressão da musculatura. Requisito principal para os artigos de ginástica.

3.4. PROCESSO SEM MONITORAMENTO E COM MONITORAMENTO

A princípio a aplicação de elastano aos tecidos de malha de trama objetiva dar às malhas um alto poder de alongamento com boa recuperação elástica, moldando-se ao corpo e permitindo conforto aos movimentos. Com apenas estas premissas, as pequenas variações da tensão de elastano no processo não geram transtorno suficiente para se ter uma necessidade de um controle mais rigoroso. Somando-se a isso o fato de que controlar tensão e realizar ajustes durante a produção implica em certo custo à produtividade do equipamento e mão de obra, ainda que pequeno, é muito comum desconsiderar a realização deste tipo de verificação, fazendo-se somente no momento do ajuste do produto na máquina para colocá-la em marcha, não durante a produção continuada salvo necessidades pontuais específicas.

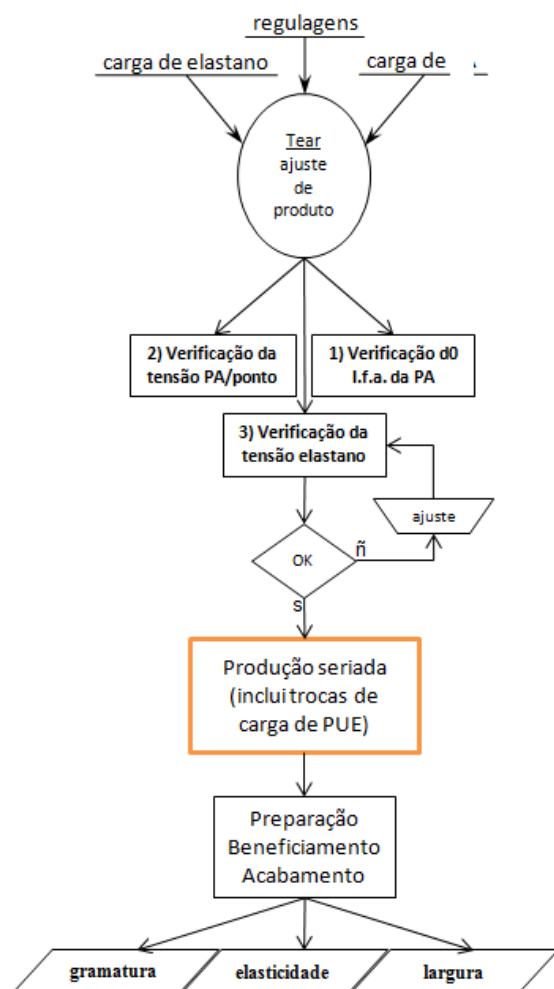
Uma vez ajustado e posta em marcha, a produção consumirá naturalmente as bobinas de elastano que são simplesmente substituídas por novas, nova carga de fio, dando-se continuidade à produção sem maiores preocupações.

Este então é o procedimento aqui dito como anterior e ilustrado na figura 63.

Porém com o advento da aplicação em produtos esportivos, a sensação da intensidade da força de compressão do tecido sobre o corpo passou a ser um importante item. Nota-se então que as variações do elastano, antes admitidas sem controle rígido, tornam-se mais relevantes. Diferenciando-se, portanto, do processo anterior, onde a verificação da tensão era basicamente feita no ajuste inicial do produto, aqui aplicou-se o monitoramento com verificação e atuação corretiva a cada troca de carga de elastano e após consumo de meia bobina.

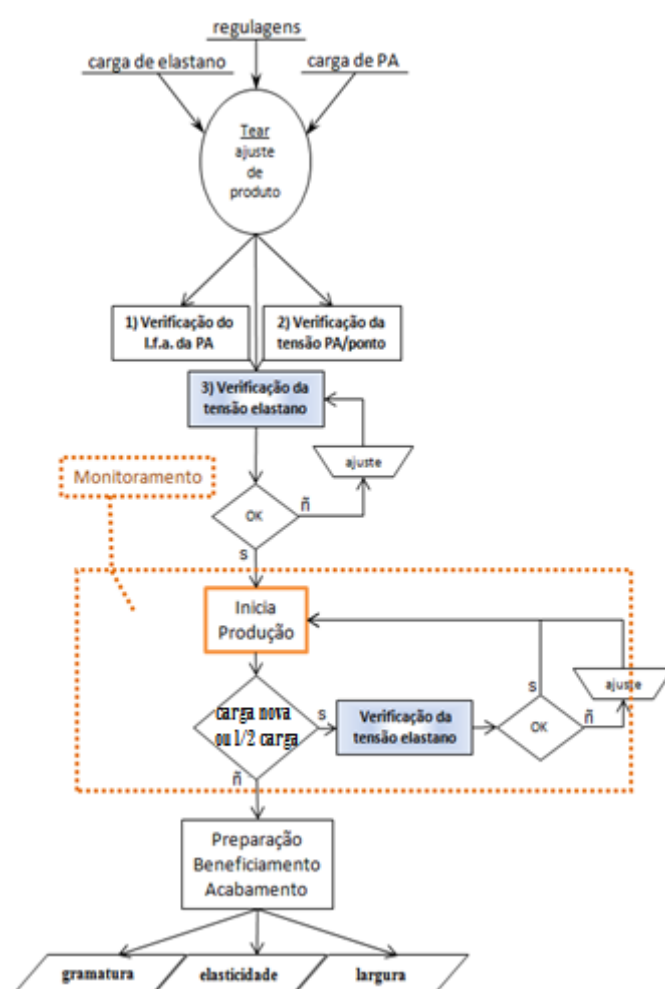
Este então é o procedimento proposto, monitorado, e ilustrado na figura 64.

Fig.63 - Processo sem monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.64 - Processo com monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

3.5. DA MATÉRIA PRIMA UTILIZADA

A matéria prima utilizada na produção das malhas são:

Malha A = Poliamida 6 com texturização a ar 200f136 vanizada com elastano cru 40 den.

Malha B = Poliamida 6 com texturização a ar 200f136 vanizada com elastano cru 70 den.

Para o experimento optou-se por realizá-lo apenas no produto A por ser mais crítico dado que o elastano 40 não suporta os mesmos níveis de tensão que o elastano 70 devido ao título menor.

3.6. DAS MALHAS ESTUDADAS

Toda as malhas, para o experimento e para o monitoramento, fabricadas em tear circular monofrontura de finura 28 agulhas por polegadas (gauge) e 32 pol. de diâmetro, fabricante Piloteli.

Ligamento em meia malha com fio texturizado a ar vanizado com elastano cru e com duas pistas em uso.

3.7. AVALIAÇÃO DA TENSÃO

Para o experimento:

O experimento foi realizado com três níveis de tensão sobre o elastano 40, a saber:

- 4,0 cN representando o menor valor com a qual este fio é capaz de produzir sem provocar interrupções de produção;
- 6,0 cN representando um valor entre o menor valor acima descrito e o maior valor, sendo ainda este um valor que pode ser encontrado durante as variações da matéria prima;
- 8,5 cN representando o valor máximo suportado pelo elastano sem que este sofra rupturas ou provoque defeitos.

As tensões foram devidamente conferidas para a produção de cada amostra retirada. Todas com o mesmo L.F.A. definido para o produto em questão.

Para o CEP proposto:

Foi monitorado, durante o processo de fabricação, a variável tensão do elastano com atuação mecânica corretiva imediata sempre que a tensão se mostrou inferior ao mínimo estabelecido para cada produto.

As tensões estabelecidas como padrão de trabalho foram aquelas usualmente praticadas pela indústria para cada produto, de acordo com o elastano utilizado, onde para o título 40 den foi utilizado 7,5 cN e para o título 70 den 12 cN.

Os valores acima são os mínimos admissíveis no processo para se garantir o toque dentro de limites seguros, dirimindo discordâncias entre avaliadores/clientes. Valores menores de tensão, causados pela própria matéria prima, devem ser imediatamente corrigidos e, em contrapartida, valores maiores não são objetos de

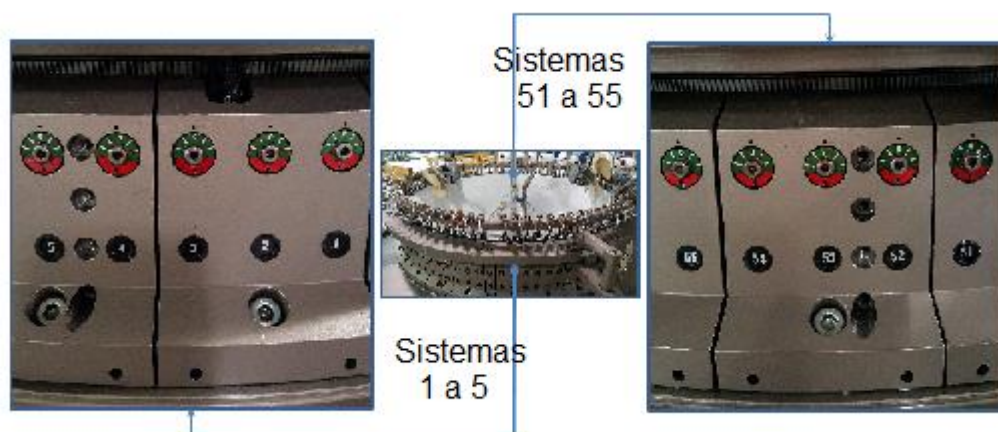
correções, com exceção dos casos onde possam estar prejudicando a qualidade física do tecido (produzindo defeitos físicos) ou parando a produção por quebras excessivas do fio (tensão acima do valor de resistência à ruptura do elastano).

Importante observar que as tensões do elastano podem variar de fio para fio, ou de um sistema para outro, e que, portanto, um número mínimo de 10 sistemas deve ser avaliado e sua média considerada como o valor que represente a tensão em toda a carga em trabalho no momento da medição.

Afim de padronizar o método de execução das medições entre os envolvidos neste procedimento e eliminar as variações oriundas das condições físicas e ajustes mecânicos dos elementos de cada sistema de formação de malha (como desgastes de ilhoses, guia fios e seus ajustes, imprecisão do tamanho de ponto, roldanas com problemas de rotação, angulação dos desviadores de direção do fio, etc.) e até mesmo um eventual desnivelamento de máquina, entendeu-se importante avaliar sempre os mesmos sistemas. Para tanto os 10 sistemas definidos como pontos de avaliação da tensão foram os identificados com os números 1,2,3,4 e 5 (um hemisfério do equipamento) e 51,52,53,54 e 55 (hemisfério oposto), totalizando 10 medições.

A figura 65 ilustra o exposto acima.

Fig.65 - Sistemas definidos para medição



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

As avaliações são realizadas através de um aparelho manual chamado tensiômetro, colocando-o em um fio de elastano, nos sistemas acima mencionados um a um, posicionado antes de sua entrada nos guia fios e posteriormente ao seu sistema de alimentação ou após o detector de ruptura.

3.8. O REAJUSTE DA TENSÃO

Item válido apenas para o procedimento monitorado.

Uma vez avaliada a tensão dos sistemas 1,2,3,4,5,51,52,53,54 e 55, calcula-se a média aritmética entre eles. Caso o valor seja inferior ao mínimo admissível para o produto em questão, o ajuste é realizado e a produção continua.

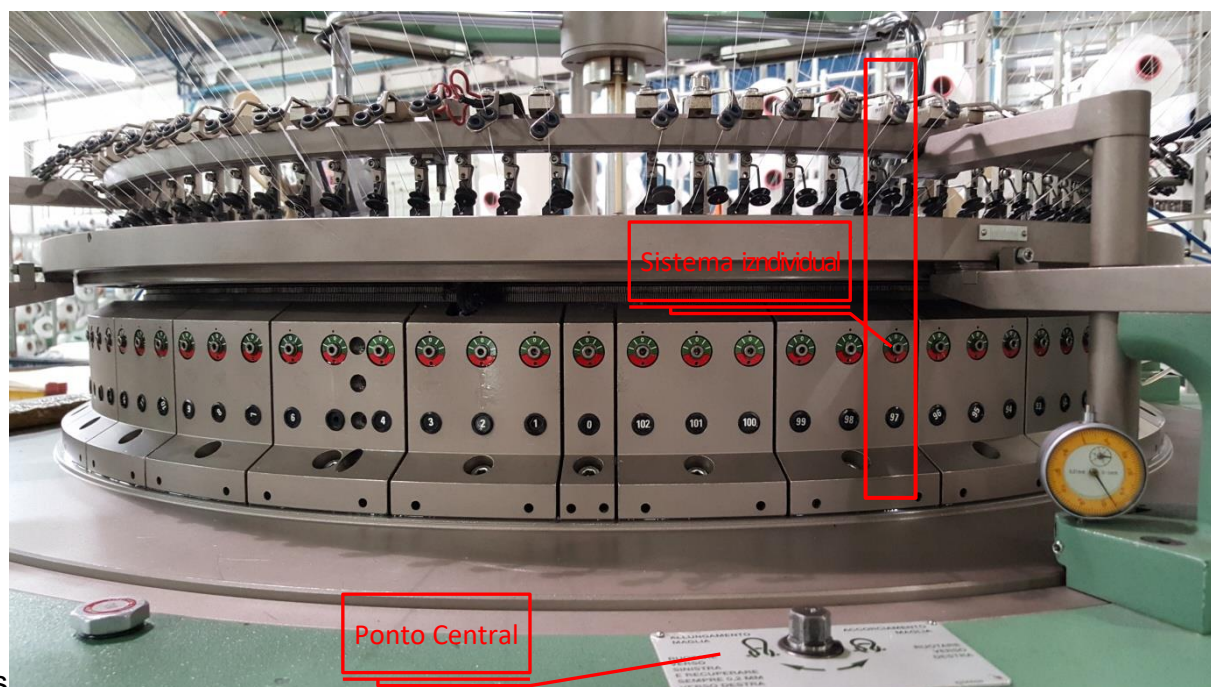
Três são as formas possíveis para se alterar a tensão de um fio a saber:

- Através do ponto de cada sistema;
- Através do ponto central e;
- Através da polia de qualidade.

O elemento a ter a sua tensão ajustada neste caso é apenas o elastano, portanto não se deve alterar o ponto do bloco pois neste caso altera-se também a tensão do PA com possível influência no formato da laçada e consequentemente na aparência da malha ainda que isso não altere seu L.F.A.

A figura 66 mostra o cilindro do tear com os sistemas individuais e o ponto central

Fig.66 - Dispositivos para acerto de ponto



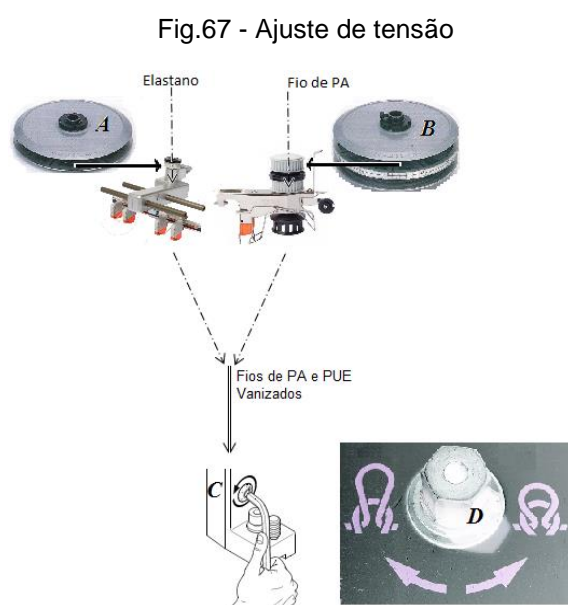
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

mesmos), atuando de uma só vez sobre todos os fios na mesma proporção, contudo

ainda mantém seu efeito simultâneo e indesejado sobre o PA além do elastano, acima citado. Assim estas duas formas que são normalmente aplicadas quando há interesse em atuar sobre o fio rígido, foram descartadas.

Resulta então que, o mais viável para o objetivo de atuar apenas sobre o elastano, é a utilização da polia de qualidade do elastano, que elimina as duas situações acima descritas, ou seja corrige a tensão do elastano em todos os sistemas proporcionalmente sem interferir com a regulação inicial do fio rígido (PA).

A figura 67 é um esquema que demonstra as atuações dos elementos citados.



Onde; A = polia que atua sobre todos os alimentadores de elastano simultaneamente; B = polia que atua apenas nos alimentadores de PA e que definem o L.F.A. do produto; C = ponto individual do sistema, atua simultaneamente no PA e PUE pois ambos estão vanizados no mesmo; D = ponto central atua em todos os sistemas simultaneamente.

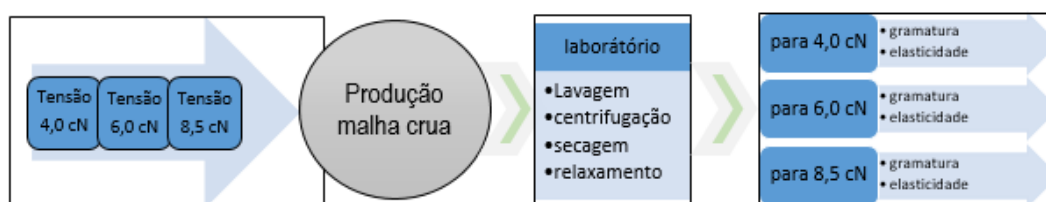
Portanto, uma vez detectado a baixa tensão na média dos 10 sistemas, atua-se na polia de qualidade do elastano (A), de forma a ajustar apenas a tensão deste fio. Verificando que o ajuste atingiu a tensão desejada retoma-se a produção das malhas.

3.9. A AMOSTRAGEM

Para o experimento:

As amostras para as avaliações de gramatura e elasticidade são retiradas da malha crua logo após sua produção no tear, a cada regulagem. Segue então a preparação deste material em laboratório, onde são lavadas, centrifugadas e secas conforme procedimento padrão da empresa. Finalmente são expostas ao relaxamento por mínimo de 24 horas em condições de temperatura e umidade controladas em 24 ± 2 °C e $60 \pm 2\%$. O experimento pode ser resumido pela figura 68.

Fig.68 - Experimento com tensões



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Para o controle estatístico do processo:

As amostras para as avaliações de gramatura e elasticidade são retiradas do produto acabado e o monitoramento da tensão realizado sobre a produção da malha crua, assim de forma resumida podemos ilustrar o processo com a figura 69.

Fig.69 - Processo monitorado



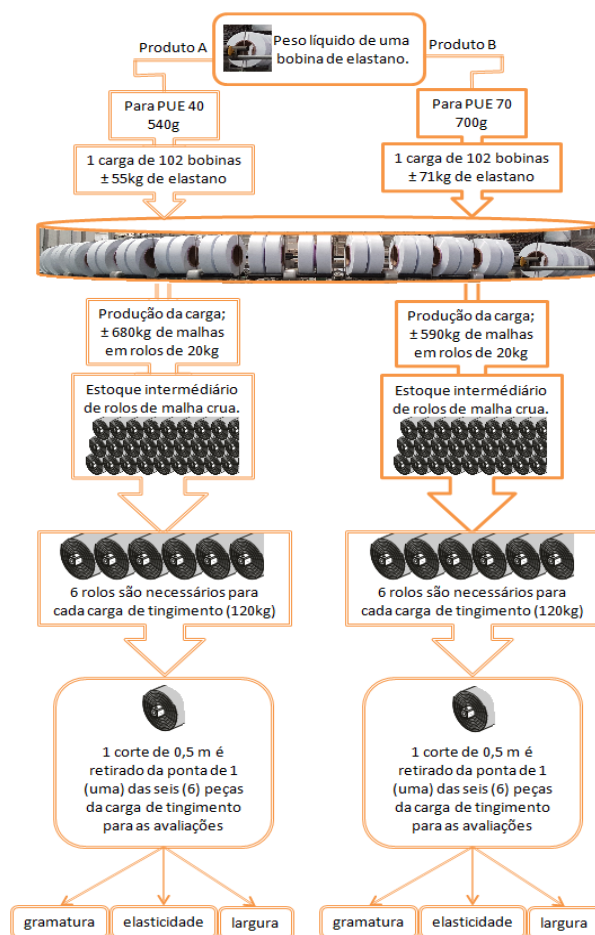
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Inicialmente o tear recebe uma carga de 102 bobinas de elastano e inicia sua produção de malha, acondicionando-a sequencialmente em rolos de 20 kg em produção seriada. Neste ritmo as cargas de elastano são repostas sempre que as bobinas atingem seu final (o mesmo vale para o fio base de poliamida), alimentando continuamente a produção dos rolos. Considerando-se 540 gramas de peso líquido

médio de uma bobina de elastano 40 den de título, e tendo um total de 102 bobinas carregadas, cada carga terá aproximadamente 55 kg de fio de elastano, cuja participação é de 8 % na malha, capaz de gerar desta forma aproximadamente 680 kg de malha em 34 rolos de 20 kg cada. Analogamente para o elastano 70, com 700 gramas de peso líquido e uma participação de 12% temos uma produção de 590 kg de malha, ou seja, de 28 a 29 rolos de 20 kg cada.

No processo que se segue, 6 rolos são emendados para tingir, ou seja 120 kg (tamanho de carga predefinido para tingimento) e posteriormente acabados. O rolo de 120 kg de malha acabada segue para uma mesa de revisão, onde seus defeitos são qualificados e quantificados, as emendas são cortadas e desprezadas, obtendo-se assim novamente 6 rolos. Destes 6 rolos acabados retira-se um corte da ponta de um deles, escolhidos aleatoriamente, para que sejam avaliadas suas características de qualidade, que entre outras estão a gramatura, elasticidade e largura, foco do estudo. A figura 70 a seguir representa esquematicamente a amostragem.

Fig.70 - Esquema amostragem



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

3.10. DETERMINAÇÃO DA GRAMATURA

Para a obtenção da gramatura foi utilizado norma interna da empresa, que consiste em;

1. Retirar um corte do rolo de tecido a ser avaliado de aproximadamente 0,5m de comprimento por toda a extensão da largura do mesmo.
2. Submeter o corte a um processo de climatização onde o material fica por um período de 24 horas em ambiente controlado a 23 graus Celsius e 63% de umidade relativa do ar.
3. 3 corpos de prova são retirados na largura de um corte de amostra do rolo de tecido em análise. Os corpos de prova são retirados obedecendo uma distribuição linear no sentido da largura da peça onde o primeiro é retirado do no centro da amostra, o segundo na lateral direita e o terceiro na lateral esquerda.

Para esta tarefa utilizamos um cortador de amostras padrão de mercado fig. 71, em conformidade com ABNT NBR 10591:1988,

Fig.71 - Aparelho para cortar amostras de tecido marca Albrecht



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

4. Realizar então a pesagem das amostras utilizando-se de uma balança de precisão de 0,001 gramas fig. 72.

Fig.72 - Balança de precisão



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

5. A partir da leitura verificada na balança, a gramatura de cada corpo de prova será o correspondente à medida da balança de precisão multiplicada por 100, assim;

g/m^2 (do corpo de prova) = $p \times 100$; onde p = peso encontrado na balança.

A gramatura representativa do rolo do qual a amostra foi retirada será a média aritmética dos 3 corpos de prova.

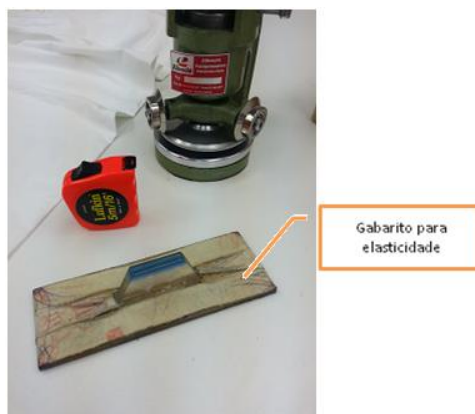
3.11. VERIFICAÇÃO DA ELASTICIDADE

Para a obtenção da elasticidade foi utilizado norma interna da empresa, que consiste em;

1. Retirar um corte do rolo de tecido a ser avaliado de 0,5m de comprimento por toda a extensão da largura do mesmo (utilizar do mesmo material retirado para obtenção da gramatura).
2. Ao utilizar o mesmo material obtido para gramatura, este já se encontra devidamente climatizado, submetido por um período de 24 horas em ambiente controlado a 23 graus Celsius e 63% de umidade relativa do ar.
3. Um corpo de prova, de dimensões 70 mm por 200 mm, perfil retangular, conforme abaixo, deve ser retirado do corte de amostra do rolo, onde o corpo de prova terá seu comprimento acompanhando o sentido das colunas, caracterizando a elasticidade da largura da malha.

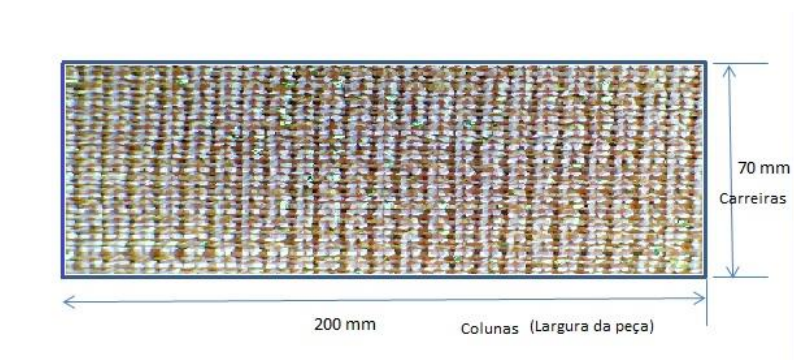
A figura 73 mostra o gabarito utilizado para o corte das amostras para avaliação da elasticidade e a figura 74 mostra a posição em que este gabarito é colocado sobre a malha.

Fig.73 - Gabarito para corpo de prova de elasticidade



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

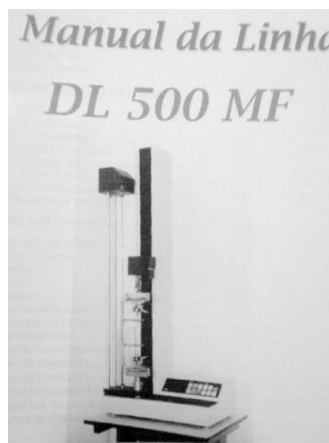
Fig.74 - Dimensões do gabarito



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

4. Desta forma as elasticidades são medidas aplicando uma tensão controlada do sentido do comprimento das amostras em dinamômetro computadorizado com distância entre garras inicial definida com 150 mm, e com força aplicada de 1,1 kgf. Até o momento em que o sistema estabiliza a uma razão de 1200 mm/min. os valores de elasticidade em percentual em 1,1 kgf. São obtidos diretamente pelo computador, A figura 75 mostra o dinamômetro utilizado nos testes.

Fig.75 - Dinamômetro-manual do fabricante



Fonte: INSTRON (2000)

3.12. VERIFICAÇÃO DA LARGURA

1. Retirar um corte do rolo de tecido a ser avaliado de 0,5m de comprimento por toda a extensão da largura do mesmo (utilizado do mesmo material retirado para obtenção da gramatura e elasticidades).
2. Ao utilizar o mesmo material obtido para gramatura e elasticidade, este já se encontra devidamente climatizado, submetido por um período de 24 horas em ambiente controlado a 23 graus Celsius e 63% de umidade relativa do ar.
3. A leitura da largura é efetuada com o auxílio de uma trena padrão de mercado em metros.

3.13. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES DE TRABALHO

1. Para a medição das tensões durante o trabalho foram utilizados relógios de tensão, figura 76, com capacidade de 2 a 12 gramas

Fig.76 - Relógio de tensão ou tensiômetro ZIVY



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

2. Foi definido um número de 10 blocos, bem como a numeração dos mesmos, para que as medições sejam realizadas sempre nas mesmas condições mecânicas.
3. A médias dos 10 blocos devem estar em conformidade com o padrão estabelecido para o produto para qualquer desvio de sua tolerância efetuou-se a imediata correção.
4. Esta tolerância foi estabelecida em até -0,5 cN.
5. Para esta operação definiu-se que as medições serão efetuadas uma vez por turno de produção (a cada 8 horas) e sempre que um carregamento de elastano de bobinas cheias substituir as recém-terminadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o auxílio de um software específico para análises estatísticas, o MINITAB, foram avaliados os dados resultantes do experimento e do controle estatístico do processo.

No experimento, com os resultados da análise de variância pode-se verificar a influência da tensão nos parâmetros de gramatura e elasticidade.

No controle estatístico, o processo com os gráficos de controle e os parâmetros de capacidade de processo dos produtos A e B, antes e após o controle das tensões foram comparados.

4.1. RESULTADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO

A) ANOVA para 1 fator: gramatura versus tensão (cN)

Método

Hipótese nula: Todas as médias são iguais;

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Hipótese alternativa: No mínimo uma média é diferente;

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ (para pelo menos um para } i, j)$$

Nível de significância: $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

As análises referentes aos dados de gramatura são demonstradas a seguir:

Tabela 03 - Níveis de fatores (teste gramatura)

Fator	Níveis		
	1	2	3
Tensão (cN)	4,0	6,0	8,5

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A tabela 03 apresenta os níveis estudados do fator tensão do elastano, trabalhados em uma mesma máquina, sendo 1 (4,0 cN), 2 (6,0 cN) e 3 (8,5 cN). Em cada nível experimentado, foram retiradas diversas amostras com o objetivo de avaliar

a influência de cada nível de tensão no comportamento estatístico da gramatura, conforme procedimento laboratorial descrito no capítulo 3.9, já apresentado.

Tabela 04 - Análise de variância da gramatura

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM(Aj.)	Valor F	Valor P
Tensão(cN)	2	11821	5910,45	135,28	0,000
error	66	2884	43,69		
total	68	14705			

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A tabela 4 apresenta os cálculos estatísticos obtidos pelo teste ANOVA, da análise de variâncias para o fator tensão do elastano, entre grupos e do resíduo (error) relativo a outros fatores, bem como a razão F para determinação da significância estatística do modelo e o valor da probabilidade p para o teste da hipótese H_0 . Neste caso, p é menor que o nível de significância adotado ($\alpha = 0,05$) implicando em rejeição da hipótese nula. Ou seja, há pelo menos uma média com diferença significativa.

Tabela 05 - Sumário do modelo

S	R2	R2(Aj.)	R2(pred.)
6,60997	80,39%	79,80%	78,57%

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Na tabela 05 pode-se verificar um resumo do modelo com seu desvio padrão combinado e os coeficientes R^2 que apresentam o montante das gramaturas explicadas pelo modelo. Temos que os melhores resultados são aqueles cenários onde o valor de S menor e valor de R(s) maiores são desejáveis.

Tabela 06 - Médias e desvios da gramatura

Tensão (cN)	N	Média	Desv. Pad.	IC de 95%
4,0	23	360,13	3,912	(357,379; 362,882)
6,0	23	378,35	4,82	(375,60; 381,10)
8,5	23	392,09	9,62	(389,34; 394,84)

Desv.Pad. Combinado = 6,60997

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A tabela 06 apresenta N como o número de dados obtidos em cada tensão avaliada, a média destes dados e seu respectivo desvio padrão. Para cada tensão os intervalos de gramatura com probabilidade de 95% de englobar o real valor da média. Verifica-se que não há sobreposição entre os intervalos de confiança.

Tabela 07 - Método Tukey para gramatura

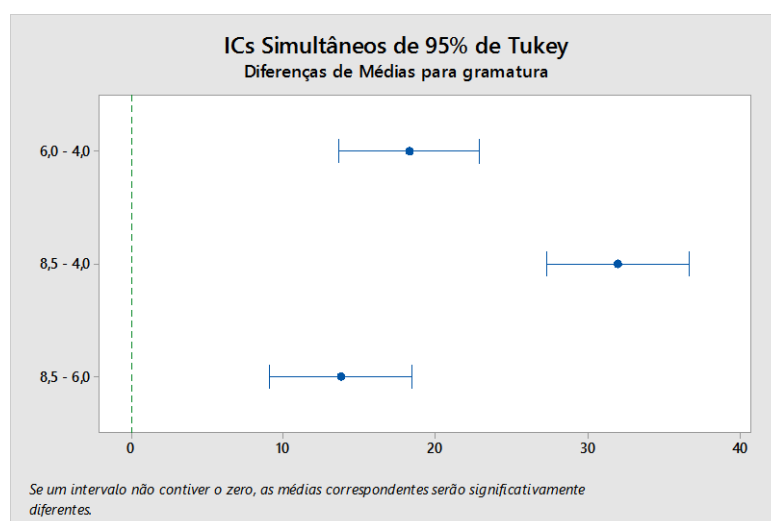
Tensão (cN)	N	Média	Agrupamento
8,5	23	392,09	A
6,0	23	378,35	B
4,0	23	360,13	C

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Com a hipótese nula rejeitada, a tabela 07 demonstra os resultados estatísticos obtidos através do método de Tukey que busca identificar quais são os níveis do fator tensão que possuem diferença significativa. A comparação, feita aos pares pelo método, classifica os níveis com a mesma letra quando não são significativamente diferentes e com letras diferentes quando o são. Neste estudo a tabela mostra 3 diferentes letras, ou agrupamentos, ou seja, os 3 níveis de tensão resultaram em gramaturas significativamente diferentes entre elas.

A fig.77 ilustra os intervalos gramatura versus tensão (cN) ICs simultâneos de 95% de Tukey, e figura 78 apresenta o gráfico Boxplot da gramatura.

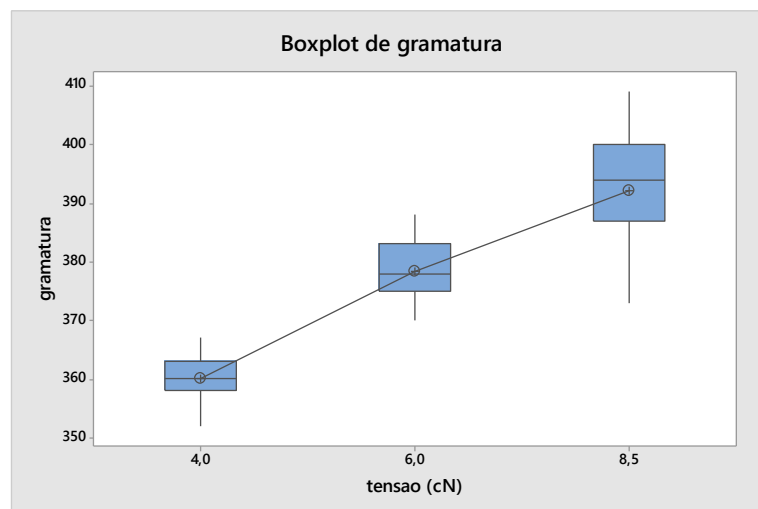
Fig.77 - Ics simultâneos de 95% de Turkey para gramatura



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Os intervalos de cada par comparado que não passam pela linha do 0, apresentam as médias significativamente diferentes.

Fig.78 - Gráfico BoxPlot para gramatura



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A significativa diferença encontrada nas médias da gramatura entre os três níveis de tensão estudados, indica que tanto maior é a gramatura, quanto maior a tensão aplicada. Isto para as análises laboratoriais onde a inexistência de controle da largura do tecido (diferentemente do que ocorre em uma trama) permite a livre atuação do elastano no sentido do adensamento das laçadas da poliamida, causando assim o acréscimo de gramatura. Mostrando desta forma que a força latente (no sentido da compressão) do elastano na malha é maior quanto maior a tensão trabalhada no tear.

Verifica-se através dos resultados acima que a gramatura é maior quanto maior for a tensão do elastano e as diferenças das médias podem ser consideradas significativas entre todas as tensões aplicadas.

B) ANOVA para 1 fator: el. larg. % versus tensão (cN)

Método

Hipótese nula: Todas as médias são iguais

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Hipótese alternativa: No mínimo uma média é diferente

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ (para pelo menos um para } i, j)$$

Nível de significância $\alpha = 0,05$

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

As análises referentes aos dados de elasticidade na largura são demonstradas a seguir:

Tabela 08 - Níveis do fator (teste elasticidade)

Fator	Níveis		
	1	2	3
Tensão (cN)	4,0	6,0	8,5

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A tabela 08 apresenta os níveis estudados do fator tensão do elastano, trabalhados em uma mesma máquina, sendo 1 (4,0 cN), 2 (6,0 cN) e 3 (8,5 cN). Em cada nível experimentado, foram retiradas diversas amostras com o objetivo de avaliar a influência de cada nível de tensão no comportamento estatístico da elasticidade, conforme procedimento laboratorial descrito no capítulo 3.9, já apresentado.

Tabela 09 - Análise de variância para elasticidade

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM(Aj.)	Valor F	Valor P
Tensão(cN)	2	1041,4	520,70	116,46	0,000
error	66	295,1	4,471		
total	68	1336,5			

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A tabela 09 apresenta os cálculos estatísticos obtidos pelo teste ANOVA, da análise de variâncias para o fator tensão do elastano, entre grupos e do resíduo (error) relativo a outros fatores, bem como a razão F para determinação da significância estatística do modelo e o valor da probabilidade p para o teste da hipótese H_0 . Neste caso, p é menor que o nível de significância adotado ($\alpha = 0,05$) implicando em rejeição da hipótese nula. Ou seja, há pelo menos uma média com diferença significativa.

Tabela 10 - Sumário do modelo

S	R2	R2(Aj.)	R2(pred.)
2,11452	77,92%	77,25%	75,87%

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Na tabela 10 pode-se verificar um resumo do modelo com seu desvio padrão combinado e os coeficientes R^2 que apresentam o montante das elasticidades

explicadas pelo modelo. Temos que os melhores resultados são aqueles cenários onde o valor de S menor e valor de R(s) maiores são desejáveis.

Tabela 11 - Médias e desvios para gramatura

Tensão (cN)	N	Média	Desv. Pad.	IC de 95%
4,0	23	62,443	1,866	(61,563; 63,323)
6,0	23	54,657	1,884	(53,776; 55,537)
8,5	23	53,812	2,526	(52,932; 54,692)

Desv.Pad. Combinado = 2,11452

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A tabela 11 apresenta N como o número de dados obtidos em cada tensão avaliada, a média destes dados e seu respectivo desvio padrão. Para cada tensão os intervalos de elasticidade com probabilidade de 95% de englobar o real valor da média. Verifica-se que há sobreposição entre os intervalos de confiança dos fatores 6,0 e 8,5 cN de tensão e não há sobreposições que envolvam o fator 4,0 cN.

Tabela 12 - Método Tukey para elasticidade

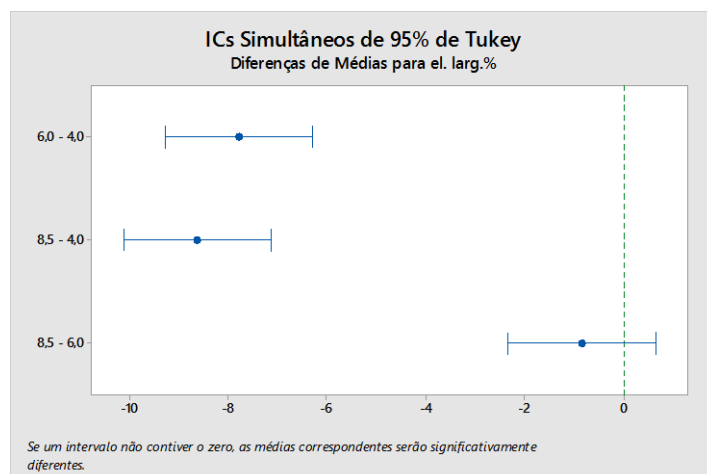
Tensão (cN)	N	Média	Agrupamento
4,0	23	62,443	A
6,0	23	54,657	B
8,5	23	53,812	B

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Com a hipótese nula rejeitada, a tabela 12 demonstra os resultados estatísticos obtidos através do método de Tukey que busca identificar quais são os níveis do fator tensão que possuem diferença significativa. A comparação, feita aos pares pelo método, classifica os níveis com a mesma letra quando não são significativamente diferentes e com letras diferentes quando o são. Neste estudo a tabela mostra duas letras iguais e uma diferente, ou seja, em dois níveis de tensão (6,0 e 8,5 cN) existem médias de elasticidades significativamente iguais, enquanto nos outros níveis (4,0 e 6,0 cN) e (4,0 e 8,5 cN) as elasticidades são significativamente diferentes entre elas.

A fig.79 ilustra os intervalos gramatura versus tensão (cN) ICs simultâneos de 95% de Tukey e a figura 80 mostra o gráfico Boxplot.

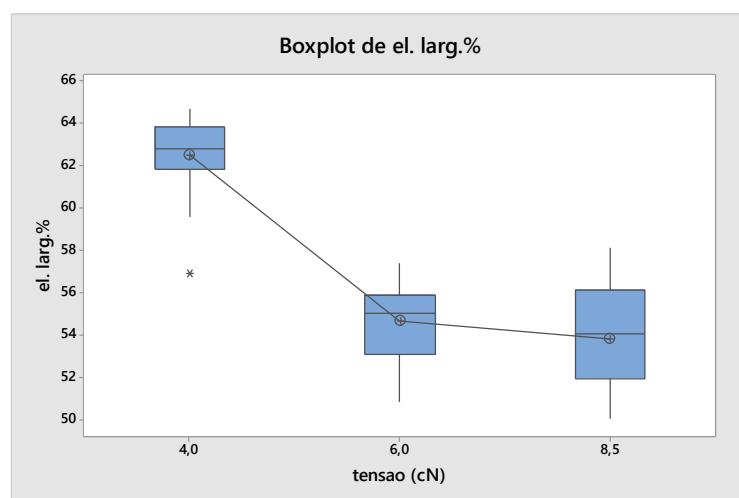
Fig.79 - Ics simultâneos de 95% de Turkey para elasticidade



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Os intervalos de cada par comparado que não passam pela linha do 0, apresentam as médias significativamente diferentes. Assim podemos verificar que o par (8,5 – 6,0) não possuem médias significativamente difere.

Fig.80 - Gráfico BoxPlot para elasticidade

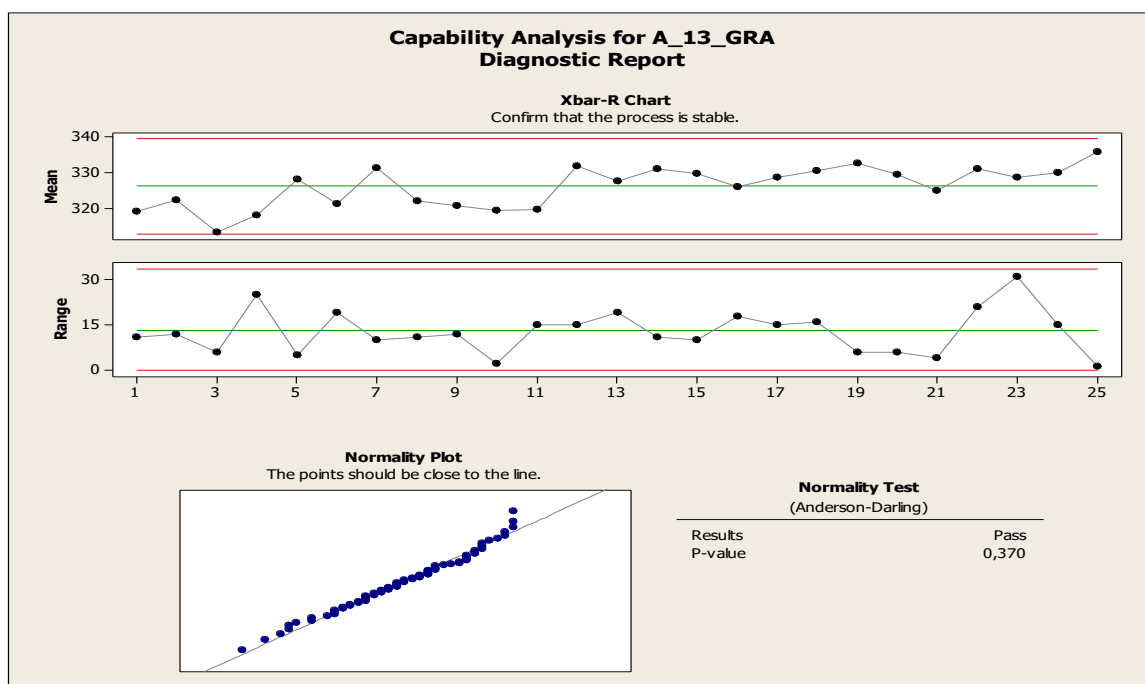


Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Verifica-se através dos resultados acima que a elasticidade apresenta maior poder no sentido contrário ao alongamento, ou seja, maior força de retração, quanto maior for a tensão aplicada no elastano. Verifica-se também que as diferenças podem ser consideradas significativas entre a tensão de 4,0 cN e as demais, porém não significativas entre 6,0 e 8,5 cN, para testes laboratoriais onde a largura da peça de malha não é controlada.

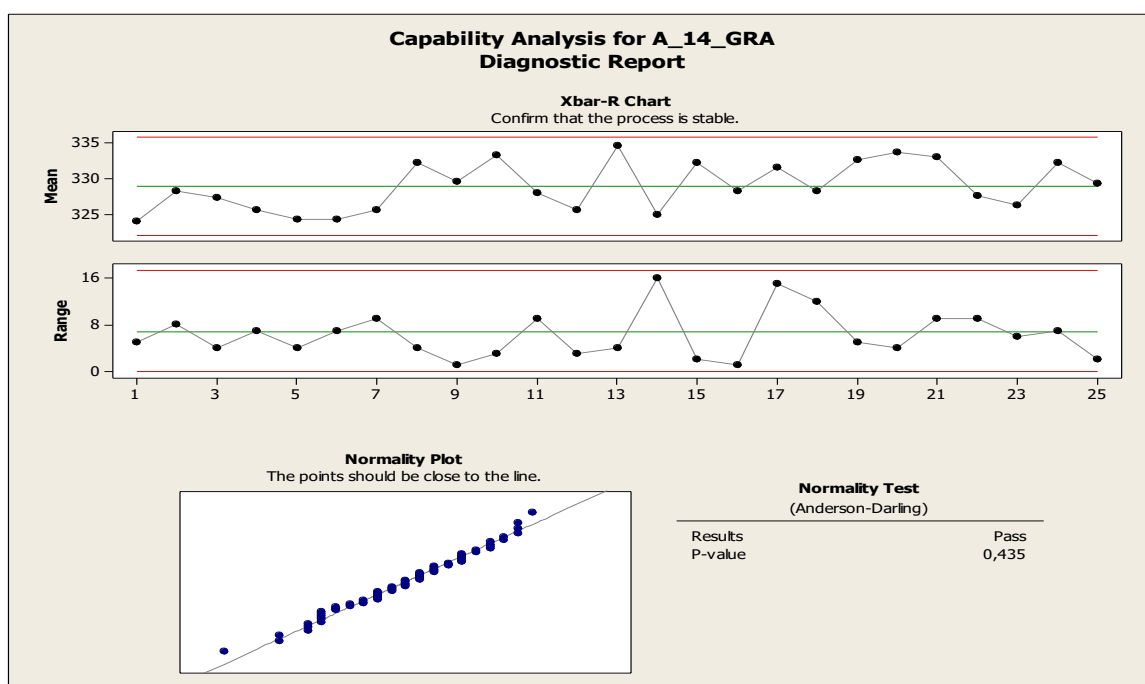
4.2. RESULTADOS DO PRODUTO "A" NO PARÂMETRO GRAMATURA

Fig. 81 - Gráfico de controle da gramatura do produto A s/monitoramento



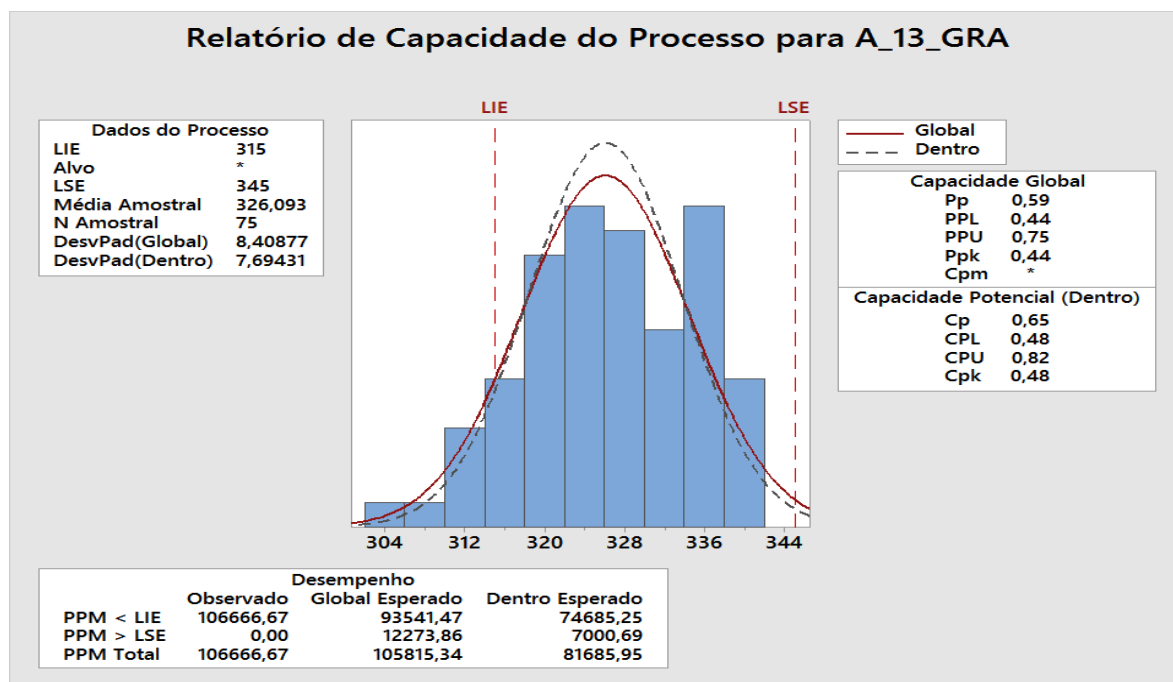
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig. 82 - Controle da gramatura do produto A com monitoramento/controle



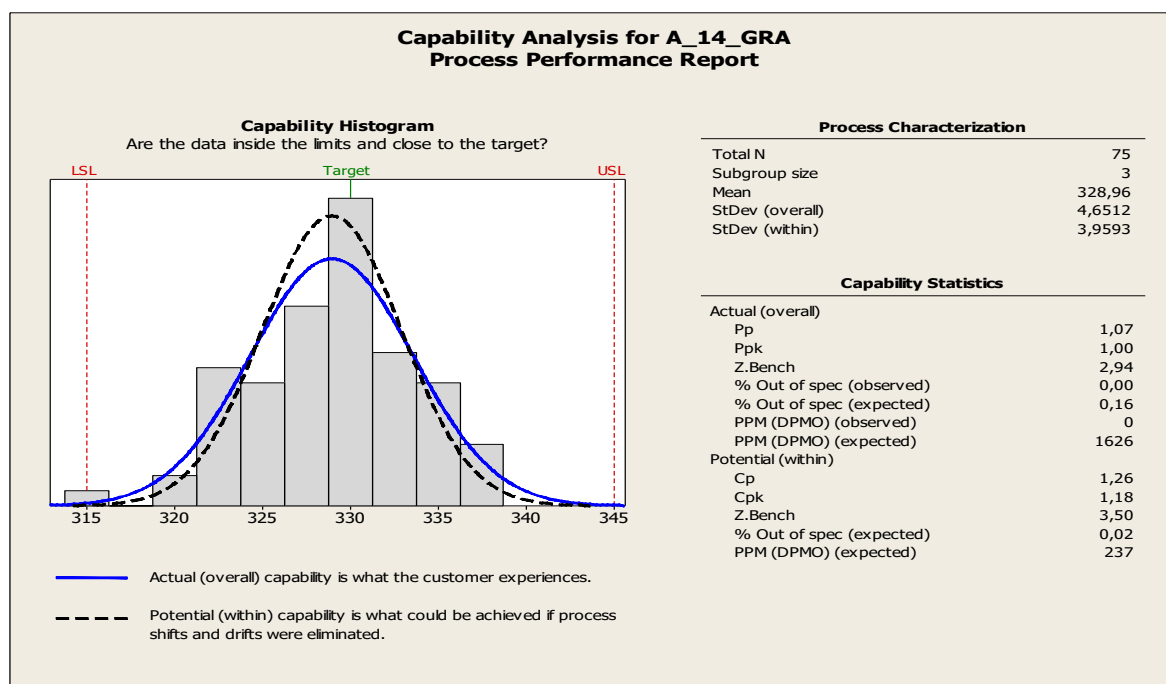
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.83 - Histograma da gramatura do produto A s/monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.84 - Histograma da gramatura do produto A c/monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Observando as figuras 81 e 82, pode-se verificar melhor distribuição dos dados em torno da média após monitoramento/controle, embora ambos estejam dentro de seus limites calculados estatisticamente, mostrando que os processos estão estáveis. Observa-se ainda que o gráfico 81 apresenta indícios de tendências de 7 pontos ou mais de um mesmo lado da média, o que pode estar relacionado a mudanças significativas no processo causadas, entre outras, por mudanças na matéria prima. Há também um estreitamento nos limites estatísticos de controle a partir do monitoramento/controle, como segue:

Sem monitoramento/controle = LIC:320 e LSC:340 / Range: 0-30

Com monitoramento/controle = LIC:325 e LSC:335/ Range: 0-16

As figuras 83 e 84 mostram o histograma e os parâmetros de capacidade de processo da análise feita em MINITAB, para o produto A sem e com o monitoramento/controle respectivamente.

Limites da especificação utilizados na análise de Capacidade de Processo:

Antes: gramatura 330 ± 15 ; $C_p = 0,65$ (sem o monitoramento/controle)

Após: gramatura 330 ± 15 ; $C_p = 1,26$, (com o monitoramento/controle)

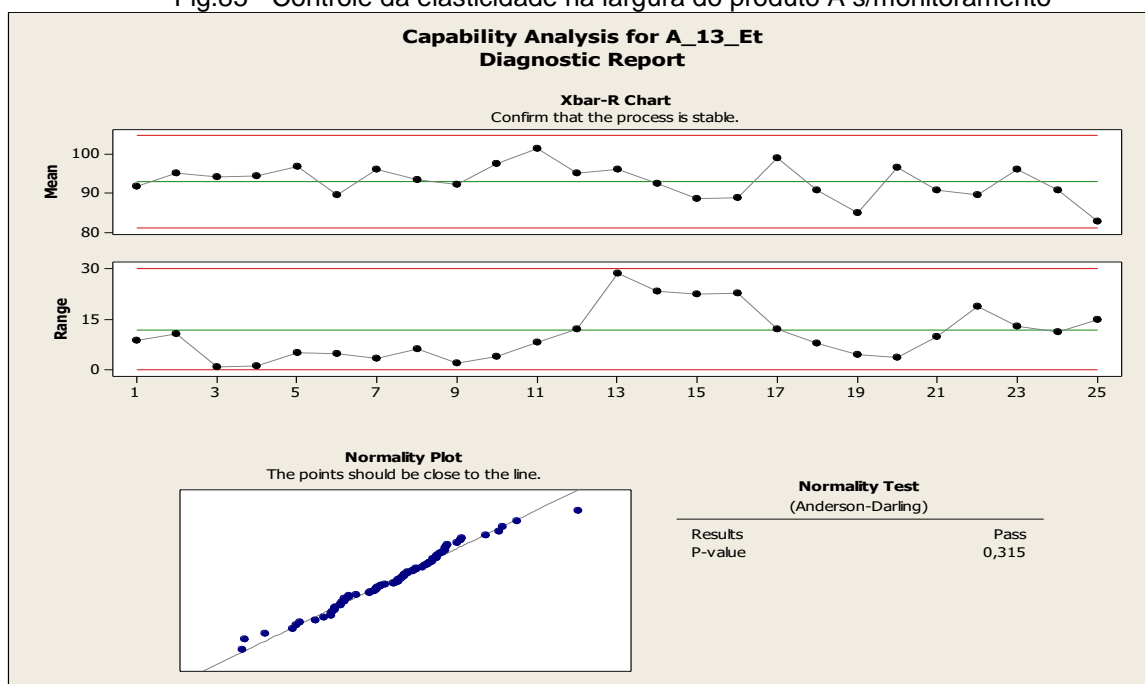
Com o monitoramento/controle da tensão o índice de capacidade C_p praticamente dobrou e a média da gramatura teve um incremento de apenas 5 gramas. Demonstra desta forma que o monitoramento da tensão não influenciou de forma significativa na gramatura do processo, diferentemente do experimento, pois neste caso o produto acabado teve sua largura mantida sob controle durante o acabamento da peça o que não ocorre no experimento. Mas a melhoria do índice de capacidade indica que o processo sofreu um ganho significativo tornando-se mais confiável do que o mesmo não monitorado.

A gramatura pouco alterada neste caso é considerada benéfica pois vai de encontro ao que se deseja para o produto dentro das confecções, uma vez que não se quer alterar o rendimento do corte, relação entre a quantidade de peças cortadas por kg de tecido e conseqüentemente o custo para os clientes.

Este resultado demonstra a forte relação entre a gramatura e o L.F.A. do fio base (aqui representada pela poliamida), uma vez que, por premissa, o L.F.A foi mantido inalterado entre os procedimentos.

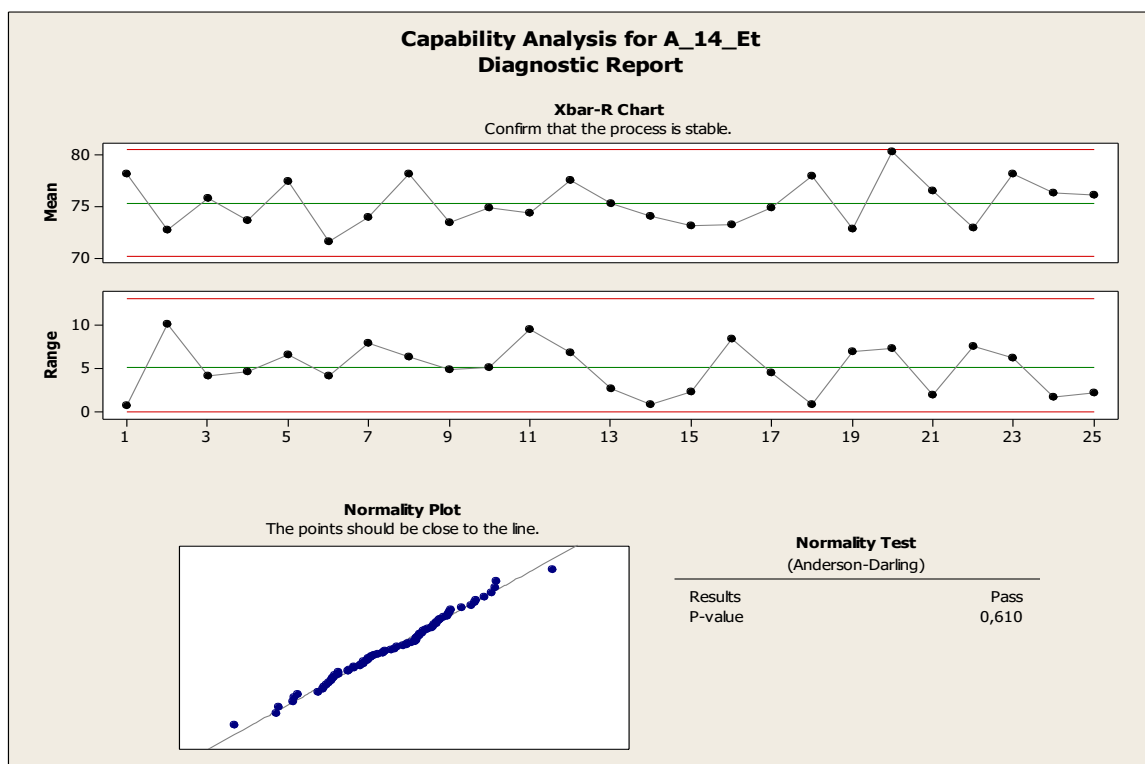
4.3. RESULTADOS DO PRODUTO "A" NO PARÂMETRO ELASTICIDADE NA LARGURA

Fig.85 - Controle da elasticidade na largura do produto A s/monitoramento



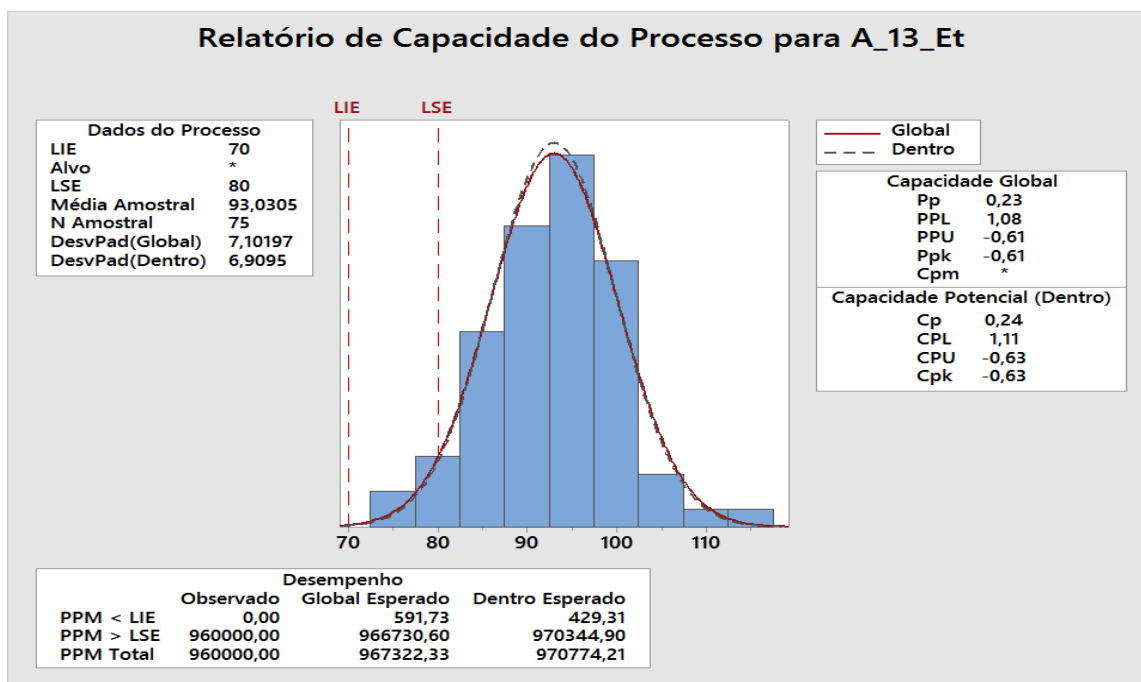
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.86 - Controle da elasticidade na largura do produto A c/monitoramento



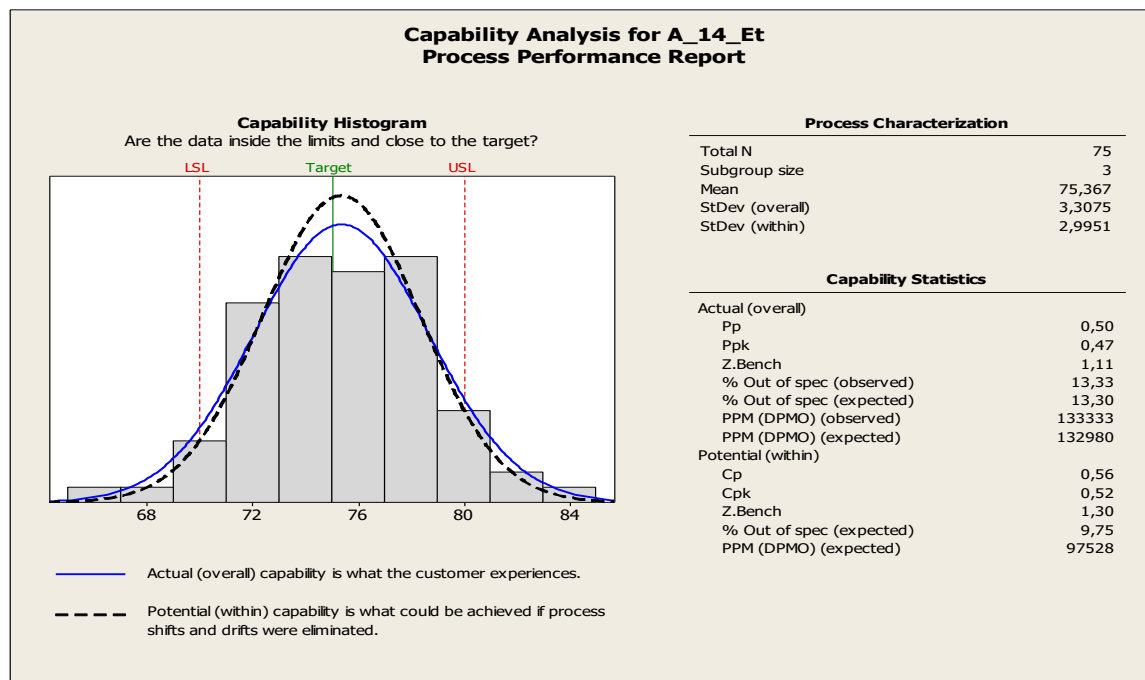
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.87 - Histograma para a elasticidade na largura do produto A s/monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.88 - Histograma da elasticidade na largura do produto A com monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Observando as figuras 85 e 86, pode-se verificar melhor distribuição dos dados em torno da média após monitoramento/controlamento, embora ambos estejam dentro de

seus limites calculados estatisticamente, mostrando que os processos estão estáveis. Observa-se ainda que o gráfico 85 apresenta indícios de tendências de 7 pontos ou mais de um mesmo lado da média, assim como fora observado na análise da gramatura, e da mesma forma pode estar relacionado a mudanças significativas no processo causadas, entre outras, por mudanças na matéria prima. Há também um estreitamento nos limites estatísticos de controle a partir do monitoramento/controle, como segue:

Sem monitoramento/controle = LIC: 80 e LSC: 100 / Range: 0-30

Com monitoramento/controle = LIC: 70 e LSC: 80 / Range: 0-16

As figuras 87 e 88 mostram o histograma e os parâmetros de capacidade de processo da análise feita em MINITAB, para o produto A sem e com o monitoramento/controle respectivamente.

Limites da especificação utilizados na análise de Capacidade de Processo:

Antes: elasticidade 75 ± 5 ; $C_p=0,24$; (sem o monitoramento/controle)

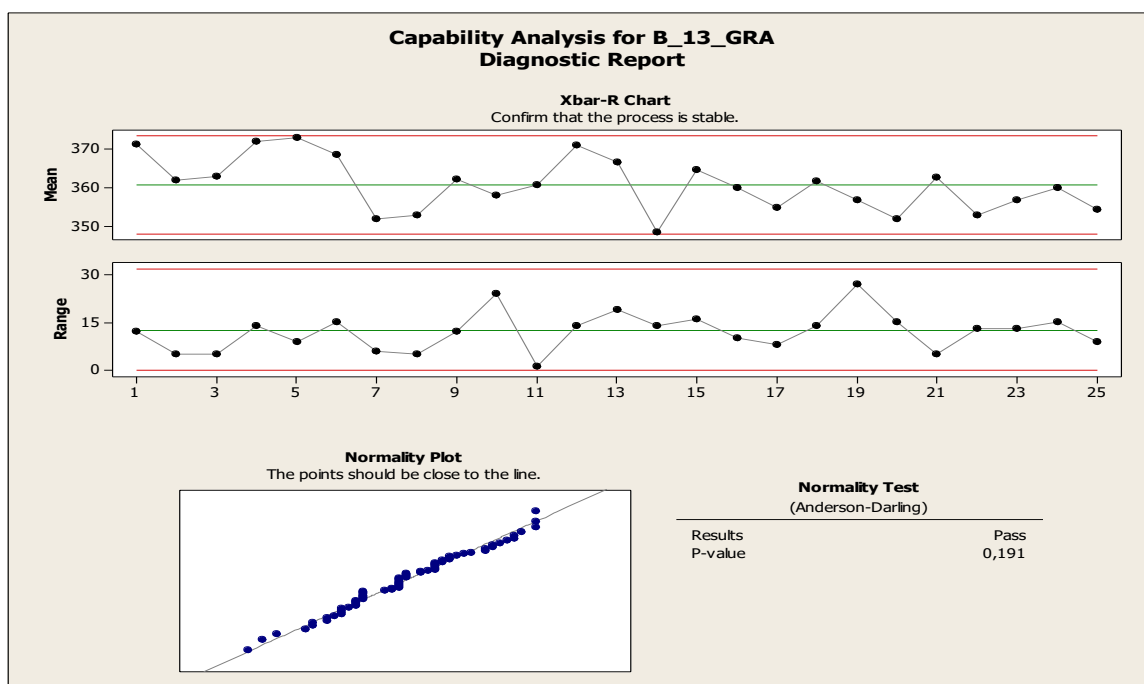
Após: elasticidade 75 ± 5 ; $C_p=0,56$; (com o monitoramento/controle)

Verifica-se também que o índice de capacidade C_p dobrou e a média da elasticidade sofreu um decréscimo considerável em 20 pontos percentuais.

Demuestra desta forma que o monitoramento da tensão influenciou de forma significativa na elasticidade, colocando a média dos dados em condição onde a força do tecido é maior, o que é altamente requerido para o produto, ao mesmo tempo que incrementou razoavelmente o índice de capacidade do processo tornando-o mais confiável.

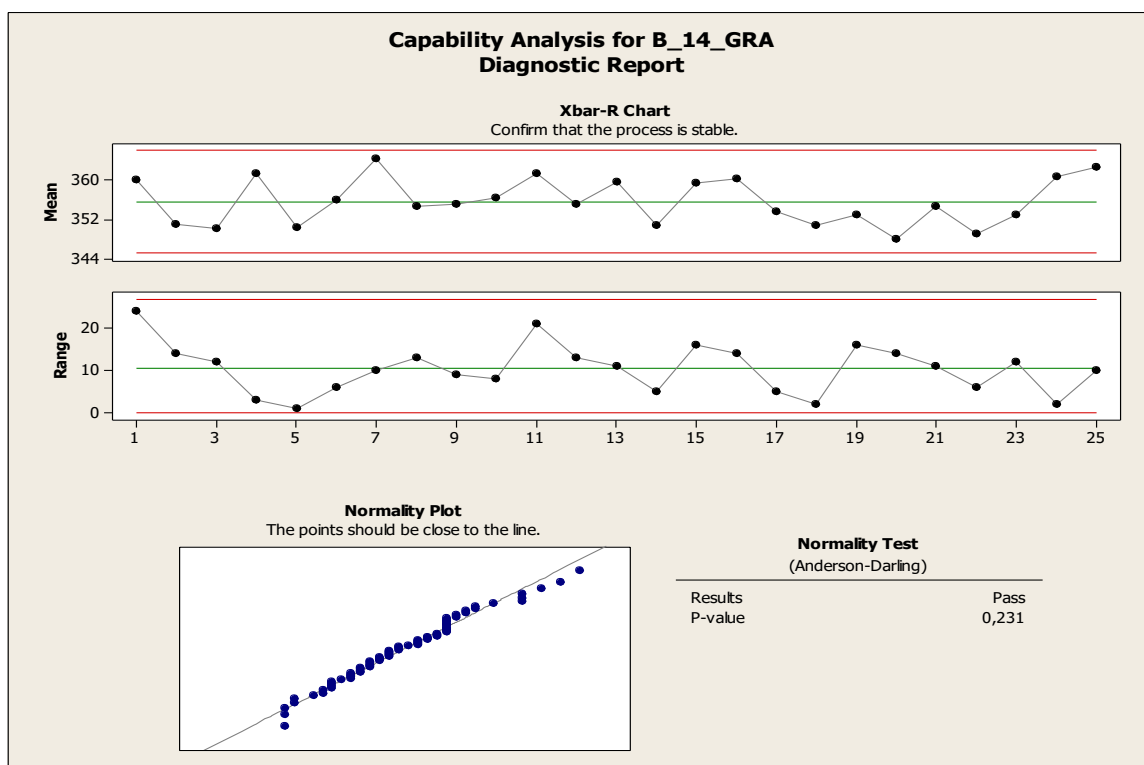
4.4. RESULTADOS DO PRODUTO “B” NO PARÂMETRO GRAMATURA

Fig.89 - Controle da gramatura do produto B s/ monitoramento



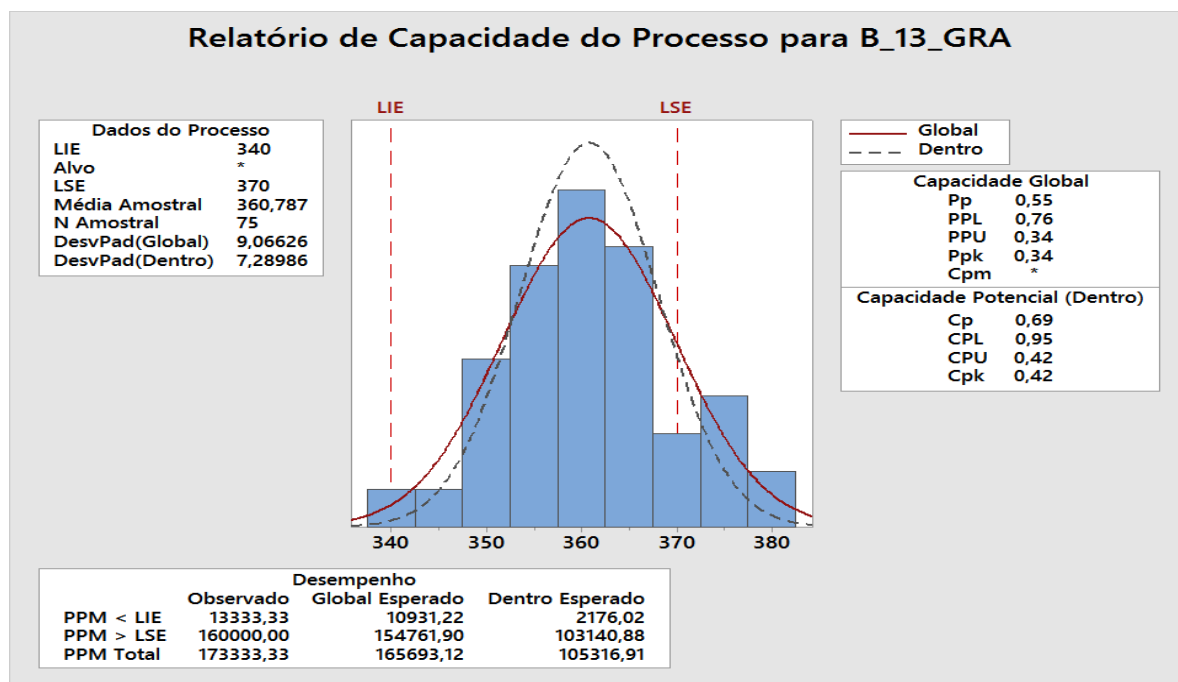
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.90 - Controle da gramatura do produto B c/monitoramento.



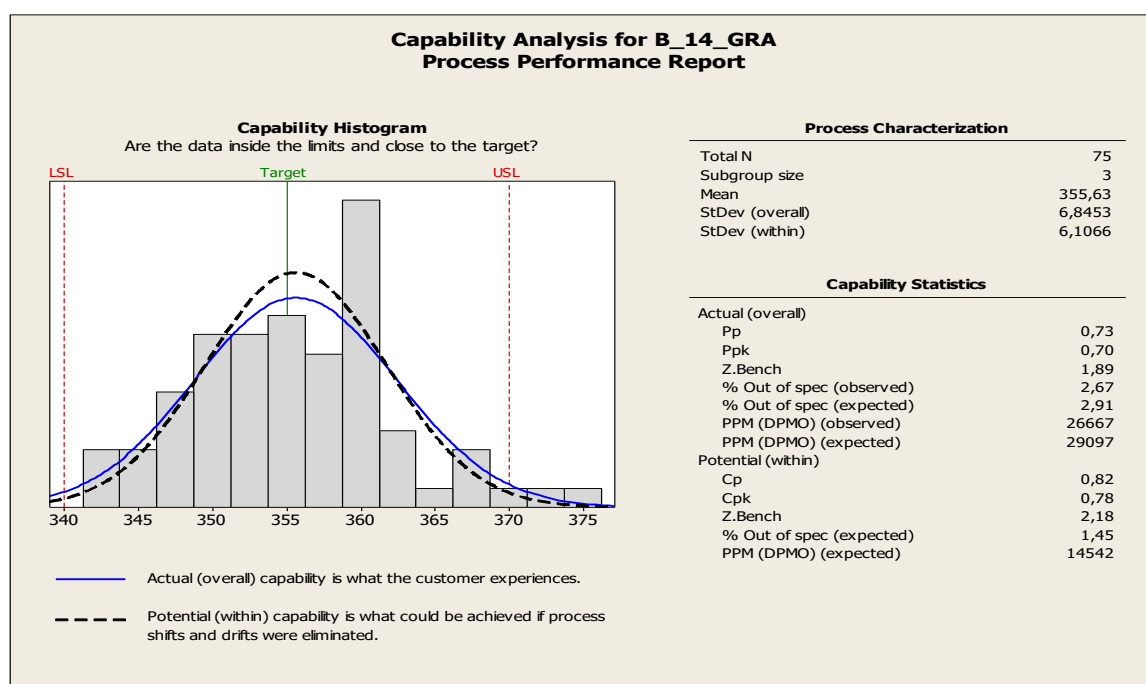
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.91 - Histograma da gramatura do produto B s/monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.92 - Histograma da gramatura do produto B c/monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016).

A partir da análise dos gráficos 89 e 90, observa-se que embora ambos apresentem indícios de tendências pode-se notar uma melhor dispersão dos dados em torno da média na situação monitorada/controlada. Como nos anteriores, apesar

de menor, ainda existe um estreitamento nos limites estatísticos de controle a partir do monitoramento/controle, como segue:

Sem monitoramento/controle = LIC:350 e LSC: 370 / Range: 0-30

Com monitoramento/controle = LIC: 344 e LSC: 360/ Range: 0-20

As figuras 91 e 92 mostram o histograma e os parâmetros de capacidade de processo da análise feita em MINITAB, para o produto B sem e com o monitoramento/controle respectivamente.

Limites da especificação utilizados na análise de Capacidade de Processo:

Antes gramatura 355 ± 15 ; $C_p = 0,69$; (sem o monitoramento/controle)

Após gramatura 355 ± 15 e $C_p = 0,82$; (com o monitoramento/controle)

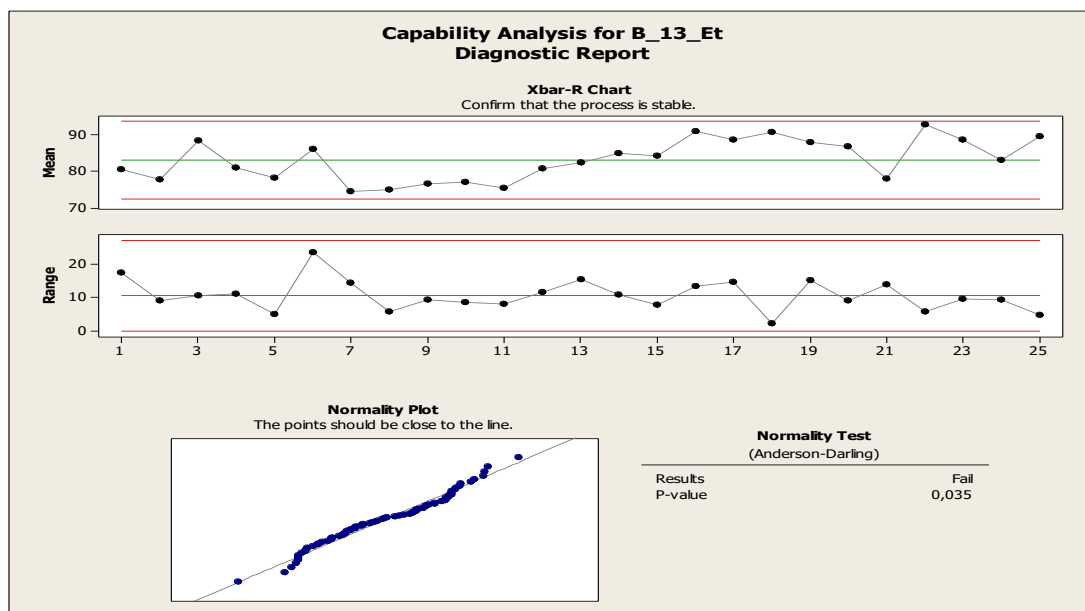
Com a implantação dos controles o índice de capacidade de processo melhorou. Comparado ao produto A o aumento do índice foi menor, com aumento de 19% na capacidade de processo da gramatura e sua média um decréscimo de 5 gramas.

Demonstra desta forma que o monitoramento da tensão não influenciou de forma significativa na gramatura do processo assim como ocorreu no produto A, pois o produto acabado teve, como padrão, sua largura mantida sob controle durante o acabamento da peça. Mas a melhoria do índice de capacidade indica que o processo sofreu um ganho, tornando-se mais confiável do que o mesmo não monitorado.

A mesma consideração feita para gramatura no produto "A", isto é, a forte relação entre a gramatura e o L.F.A. do fio base se mantém válida para este caso.

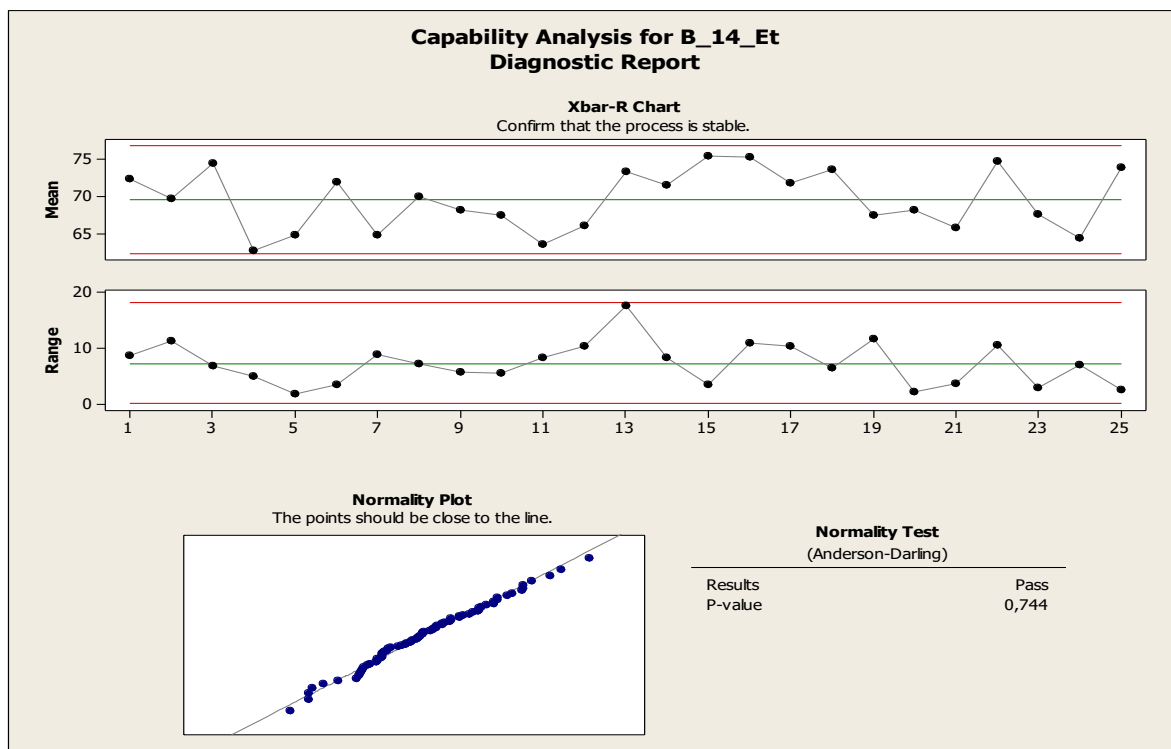
4.5. RESULTADOS DO PRODUTO "B" NO PARÂMETRO ELASTICIDADE NA LARGURA

Fig.93 - Cartas de Controle da elasticidade na largura do produto B s/monitoramento



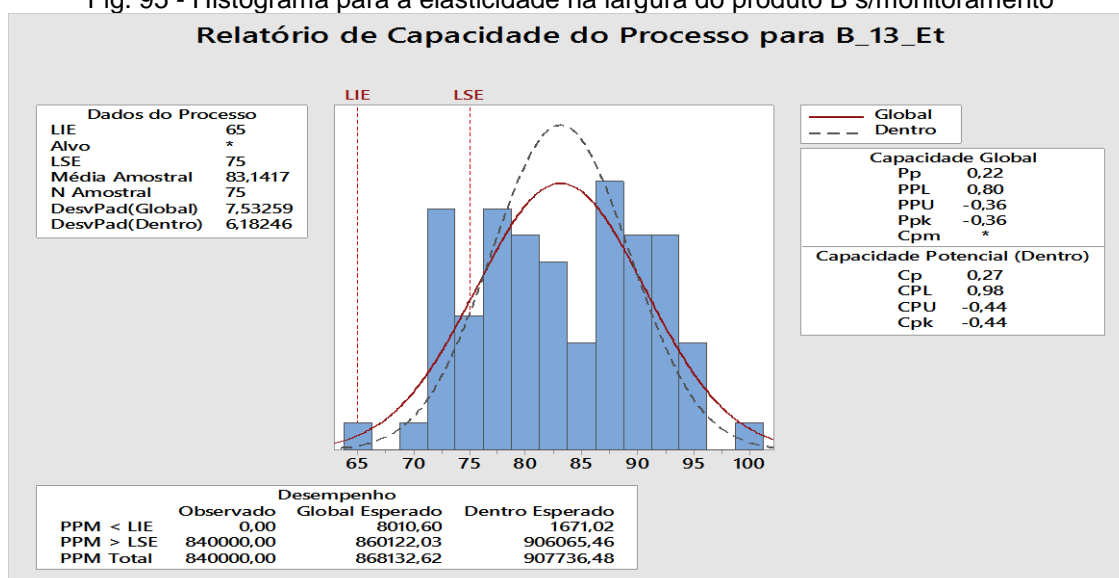
Fonte: Marcelo Romani, (2016).

Fig.94 - Controle da elasticidade na largura do produto B c/monitoramento



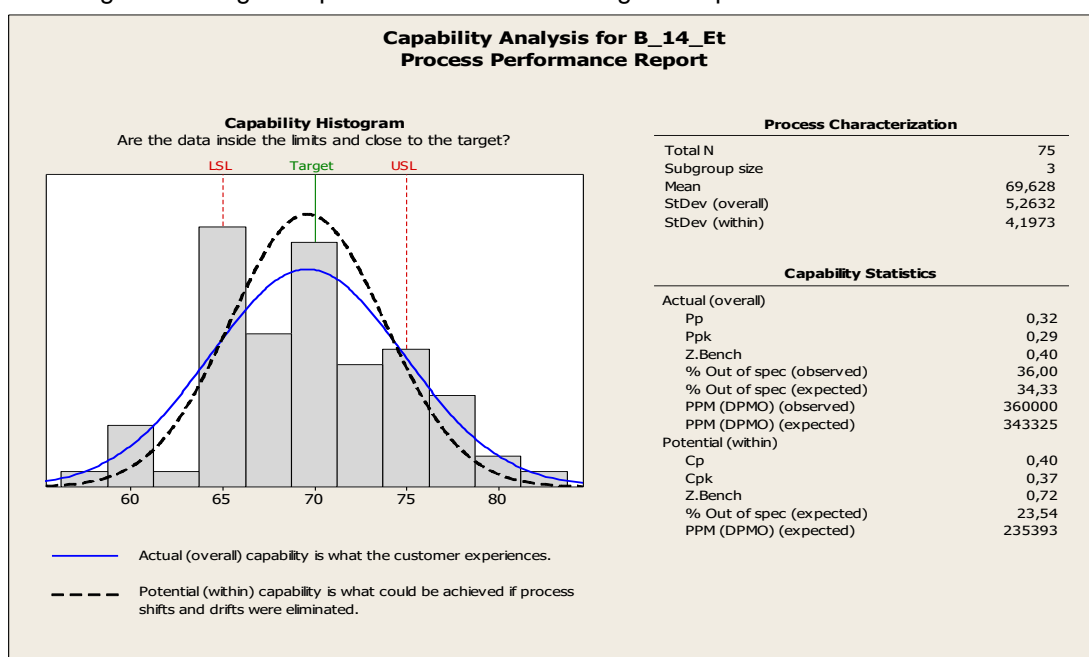
Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig. 95 - Histograma para a elasticidade na largura do produto B s/monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Fig.96 - Histograma para a elasticidade na largura do produto B c/monitoramento



Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Nos gráficos 93 e 94, avaliando-se as tendências dos dados, é possível observar que não houve mudança significativa no comportamento dos pontos, porém, houve redução nos limites estatísticos de controle como nos casos anteriores, como segue:

Sem monitoramento/controle = LIC:70 e LSC: 90 / Range: 0-20

Com monitoramento/controle = LIC: 65 e LSC: 75/ Range: 0-20

As figuras 95 e 96 mostram o histograma e os parâmetros de capacidade de processo da análise feita em MINITAB, para o produto B sem e com o monitoramento/controlado respectivamente.

Limites da especificação utilizados na análise de Capacidade de Processo:

Antes elasticidade 70 ± 5 ; $C_p=0,27$; (sem o monitoramento/controlado)

Após elasticidade 70 ± 5 ; $C_p=0,40$; (com o monitoramento/controlado)

O gráfico da figura 95 mostra que o processo não monitorado/controlado não segue a distribuição normal. Com a implantação dos controles o índice de capacidade de processo melhorou. Comparado ao produto A o aumento do índice foi menor, aumento de 48% na capacidade de processo do alongamento transversal. A média da elasticidade sofreu um decréscimo de 15 pontos percentuais.

Verifica-se que o índice de capacidade C_p obteve melhora significativa com o monitoramento/controlado, ainda que menor do que aquele obtido no produto A, sofrendo também um decréscimo considerável em 20 pontos percentuais na média de sua elasticidade.

Demuestra desta forma que o monitoramento/controlado da tensão influenciou de forma significativa na elasticidade, assim como no produto A, colocando a média dos dados em condição onde a força do tecido é maior, o que é altamente requerido para o produto, ao mesmo tempo que incrementou razoavelmente o índice de capacidade do processo tornando-o mais confiável.

4.6. RESUMO DOS DADOS OBTIDOS

A tabela 13 apresenta em formato resumido os dados obtidos no produto A, que utiliza o elastano 40. Dados comparativos mostrando as diferenças obtidas sobre a gramatura e elasticidade entre do processo atual e o mesmo processo quando submetido ao monitoramento da tensão do elastano, e seus respectivos índices de capacidade de processo.

Tabela 13 - Tabela resumo do produto A

Produto A	Procedimentos		Variação admissível	Resultado
	Atual	Monitorado		
G / m ²	325	330	15	+ 5
Cp	0,65	1,26	≥ 1	94%

Elast.	95	75	5	- 20
Cp	0,24	0,56	≥ 1	133%

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

A tabela 14 apresenta em formato resumido os dados obtidos no produto B, que utiliza o elastano 70. Dados comparativos mostrando as diferenças obtidas sobre a gramatura e elasticidade entre do processo atual e o mesmo processo quando submetido ao monitoramento da tensão do elastano, e seus respectivos índices de capacidade de processo.

Tabela 14 - Tabela resumo do produto B

Produto B	Atual	Monitorado	Variação admissível	Resultado
Cp	0,69	0,82	≥ 1	19%

Elast.	85	70	5	- 14
Cp	0,27	0,4	≥ 1	48%

Fonte: Marcelo Romani, (2016)

Com os valores obtidos nestes acompanhamentos onde fora mantido inalterado o L.F.A. bem como todas as demais regulagens e utilizando o mesmo equipamento, a busca para minimizar as variações de tensão de elastano através de seu monitoramento e ajuste, possibilitou verificar que:

Apesar da melhora do Cp. em ambos os produtos, comparativamente, o produto A obteve melhora significativa de Cp tanto gramatura quanto de elasticidade,

chegando ao dobro como ordem de grandeza geral enquanto o aumento do índice no produto B foi bem menor, aumento de 19% na gramatura e 48% no alongamento transversal, ainda assim um ganho considerável. Pôde ser verificado também que as gramaturas nos dois produtos, em sua média, não sofreram variações significativas confirmando as expectativas com a manutenção do L.F.A.

Foi verificado que as médias das elasticidades na largura caíram numericamente de 95% para 75% no produto A e de 85% para 70% no produto B o que indica ganho de resistência do tecido ao alongamento quando aplicado uma força de 1,1 kgf, ou seja, tecido com mais força de recuperação e uma maior população de peças dentro de uma zona considerada segura quando submetidas às análises táteis.

Pode ser também verificado que o artigo B na situação sem o monitoramento, de processo possui um histograma que não obedece uma distribuição normal e por isso a análise de capacidade com modelo normal não se aplica. Ainda assim não se pode deixar de verificar que o mesmo produto com acompanhamento já possui uma situação sob controle.

5. CONCLUSÕES

A análise experimental inicial mostrou que o aumento da tensão do elastano provoca o aumento da gramatura em todas as tensões avaliadas com diferenças consideradas significativas entre elas. Partindo-se do resultado conclui-se que, sem outras interferências de todo o processo, principalmente quanto à limitação da obrigatoriedade de seguir o padrão de largura definida para o tecido acabado (o que atua como controle direto sobre o adensamento da malha), a tensão do elastano pôde atuar livremente no adensamento da poliamida, influenciando fortemente a gramatura.

Da mesma forma pode-se verificar sua influência sobre a elasticidade, ou seja, quanto maior a tensão aplicada, menor foi o valor encontrado de elasticidade demonstrando força maior de resistência oferecida ao alongamento com carga aplicada de 1,1 cN, quando livre de interferências como o controle da largura. Porém a verificação da elasticidade mostrou também que a diferença significativa verificada entre a tensão de 4,0 cN e as demais não se mostrou significativa quando a comparação é entre as tensões de 6,0 e 8,5 cN.

Assim verificou-se a viabilidade de seguir com o estudo em planta fabril, implantando o monitoramento da tensão no processo, mantendo-a o mais constante possível ao longo de cada carga de elastano, e a cada nova carga, verificando suas influências no produto acabado.

Apesar de não se conseguir que os processos se tornassem capazes com o monitoramento (com exceção da gramatura do produto A), as melhorias obtidas no índice de capacidade de processo em ambos os produtos, associado a uma média que demonstra maior força na elasticidade do tecido, mostrou que com o monitoramento da tensão do elastano é possível colocar o produto em uma zona mais confiável. Melhorando a percepção da sensação de força de retorno ou de compressão do tecido, o que minimiza as divergências entre avaliações subjetivas realizadas pelo toque, pois afasta boa parcela dos resultados da zona de dados onde as avaliações subjetivas ficam sujeitas às condições particulares de cada avaliador, sem com isso influenciar na gramatura do tecido.

A aplicação de monitoramentos semelhantes a este nos processos de preparação, beneficiamento e acabamento do produto, certamente deverão contribuir positivamente em elevar ainda mais o índice de capacidade do processo podendo chegar a valores de capacidade considerados ideais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARAÚJO, M. et al. **Process Control for Total Quality in Circular Knitting**, AUTEX Research Journal Vol.1, no.1, 1999

ARAÚJO, M.; CASTRO, E.M.M. **Manual de Engenharia Têxtil, Vol 1 e 2**, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1986.

AU, K.F. **Advances in knitting technology**, first ed., Woodhead Publishing limited with Textile Institute, Cambridge, England, 2011, 38-39-40. p.

BARBOSA, M.F.; MENDES, F. D. **Malhas detalhes e cuidados que fazem toda a diferença**, segundo congresso científico têxtil e moda Contexmo, São Paulo - Brasil, 2014, 8 p.

CATARINO, A.P.A.W. **Dinâmica da tricotagem**: Estudo da dinâmica da tensão de entrada do fio e sua aplicação em controle de qualidade, dissertação de mestrado, Universidade do Minho, 1998, 1, 3 p.

CÉSAR, F.I.G. **Ferramentas Básicas da Qualidade, Instrumentos para gerenciamento de qualidade**, Biblioteca 24 horas, Seven System International Ltda., São Paulo, SP, 2011

CHAMBER, H. WILEY E. **Clothing selection**, New York, 1967.

CLAIN, G. **The American way of designing**, New York, Fairchild Publications, 1950

DANIEL, M.H. **Guia prático dos tecidos**, nono século, Câmara Brasileira do Livro, São Paulo, Brasil, 2011, 238 p.

DEFINE TÊXTEL, **Fabric Handle**, Disponível em: <www.definetextile.com/2013/04/fabric-handle.html#sthash.gVezfSzF.dpu> Acesso em: 12/07/2016.

DIO, R.A.T. **Estatística**, Editora Pedagógica e Universitária Ltda, São Paulo, 1979, 75 p.

EFRAT, S. **The development of a method of generating patterns for clothing that conform to the shape for the human body**, PhD thesis, School of Textile and Knitwear Technology, Leicester Polytechnic, 1982, 234-235 p.

EICHHORN, S. J. et al. **Handbook of textile fibre structure**, first ed., Woodhead Publishing limited, Textile Institute, Cambridge, England, 2009, 202 p.

INSTRON BRASIL EQUIPAMENTOS CIÊNTIFICOS LTDA. **Manual de apresentação Linha DL**, e.2, EMIC-equipamentos e Sistemas de ensaio, 2000.

- ERWIN, M. D.; KINCHEN, L. A. **Clothing for moderns**, 4th ed., New York, Macmillan, 1969.
- FAN, J.; YU, W.; HUNTER, L. **Clothing appearance and fit: science and technology**, the textile Institute, Woodhead Publishing limited, Cambridge England, 31p. 2004.
- FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. **Curso de Estatística**, 6a. ed., Editora Atlas S.A., 2006, 111 p.
- FOURNÈ, F. **Syntetic Fibers Machines and Equipement Manufacture, Properties**, transl. and ed. by Helmut H.A.Hergeth, Munich, 1999, 128-134 p.
- GORINI, A. P F. **Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo: reestruturação e perspectivas**, Biblioteca digital, BNDES, 2000, 19 p.
- HACKER, N. **What is good fit? Consumer Affairs Committee**, May, 1984,2(1).
- HEARLE, J.W.S.; HOLLICK, L.E.; WILSON, D.K. **Yarn texturing technology**, Woodhead Publishing Limited with The Textile Institute, first ed., 2001, 1-3 p.
- HOEL, P.G **Estatística Elementar**, Editora Fundo de Cultura, 3a ed., 1969, 26 p.
- HONGU, T.; PHILLIPS, G.O.; TKIGAMI, M. **New Millennium Fibers**, first ed., Woodhead Publishing limited with The Textile Institute, Cambridge, England, 2005, 1 p.
- HORROCKS, A.R.; ANAND, S.C. **Handbook of technical textiles, the textile Institute**, Woodhead publishing limited, 2000, 7-55 p.
- INVISTA. **Melhores Práticas para o processamento do fio lycra® em malharia circular**, Boletim informativo, [199?], 1 a 3 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Dados Técnicos da Indústria têxtil**, 1983, 103-104 p.
- IYER, C.; MAMMEL, B.; SCHACH, W., **Máquinas Circulares - Teoría y práctica de la Tecnología del punto**, ed. Meisenbach Bamberg, 1997
- JAIGOBIND, A.G.A.; AMARAL, L.; JAISINGH, S. **Dossiê Técnico confecção de tecidos em malha**, Serviço Brasileiro de Respostas Técnica e tecpar, Instituto de tecnologia do Paraná, 2007, 4 p.
- JUMBERKA, **Manual de operações**, Espanha.
- JURAN, J.M.; GODFREY, A.B. **Juran Quality Handbook**, Fifth edition, McGraw-Hill, 1999
- KAWABATA, S. **Qualidade Tecido de subjectived**, 'Text Ásia, de julho de 2000, 7-30-31-32 p.
- LADCHUMANANANDASIVAM, R. **Apostila de texturização**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de tecnologia de departamento de Engenharia de Produção e têxtil, Natal, Rio Grande do Norte, 2005, 1 p.

LAYCOCK, G., LEUNG, R.S.P.; SINGEWALD, E.T., **Method to make circular-knit elastic fabric comprising spandex and hard yarns**, United States Patent, no. US 6,776,014 B1, Aug. 17, 2004 8 p.

LIAO, X. et al. **A Review on Fabric Smoothness-roughness Sensatio Studies**, Journal of Fiber Bioengineering & Informatic, 4:2, 2011

MALUF, A.; KOLBE, W., **Manual de dados Técnicos para a indústria Têxtil**, IPT, São Paulo, 2003, 154, 156. p.

MEMMINGER - IRO, **Catálogo de peças**, Alemanha

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**, 6th ed., Arizona State University, John Wiley & sons, Inc., 2009, 13 p.

MOODY, W. et al. **Factors Underlying Fabric Perception**,
<<http://www.eurohaptics.vision.ee.ethz.ch/2001/moody.pdf>>, acesso em: 12/07/2016.

MURDEN, F.H.; **Elastomeric thread review (II): Elastomer and fabric test method**, Textile Institute and Industry, 4 ed, 1966, 356 p.

PIERCE, F.T.B.Sc. **The handle of cloth as a measure quantity**, journal of the Textile Institute Transactions, december 1929

PITA, P. **Fibras Têxteis**, SENAI-CETIQT: CNPQ: IBICT: PADCT: TIB vol. 1, Rio de Janeiro, 1996, 13 p.

SAVILLE, B.P., **Physical testing of textiles**, the textile Institute, CRC Pressin North America and published by Woodhead Publishing Limited, Abington hall, Cambrided, England, 1999 156, 279, 257 p.

SHEN, L.; HUCK, J., **Bodice pattern development using mammographic and physical data**, Into J. Cloth Sci Technol, 1993, 5(1) 6-16 p.

SHISHO, R. **Textiles in sport**, Woodhead Publishing limited, The Textile Institute, Cambridge, England, 2005, 2-3 p.

SINDIMALHAS (Sindicato das Indústrias Têxteis de Minas Gerais), **Tecidos de Malhas**, disponível em: <www.sindimalhas.com.br/estudos_conteudo,,5.html> ACESSO EM: 12/07/2016

SLACK, N.; BRANDON, J. A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**, tradução de Operations Management, sétima edição, traduzido por Ailton Bonfim Brandão – 4. Ed – São Paulo: Atlas, 2015

SONG, G. **Improving comfort in clothing**, Woodhead Publishing Series Textiles, Woodhead Publishing limited, first ed., 2011, 252, 253.... 2011 p.

SPENCER, D.J. **Knitting Technology - A comprehensive handbook and practical guide**, 3a. Ed. Woodhead Publishing limited, Londres, 2001, 7-29 p.

SPIEGEL, M.R. **Estatística**, Editora McGraw-Hill do Brasil, 1971, 46 p.

SULAR, V.; OKUR, A. **Sensory evaluation methods for tactile properties of fabrics**, textile Engineering Department, faculty of Engineering, Dokuz Eylul University, Isnir, Turkey, 2006

TERROT, **Manual de instruções, 1993**

THE OXFORD **Dictionary** Oxford, Oxford University Press, 2002

VASCONCELOS F.B., GASI F., **Processos e produtos têxteis - parte 1**, apostila centro Universitário da FEI - 2006, 9 p.

VASCONCELOS, F.B., **Influencia dos Parâmetros de Regulagem de Maquina nas Características Físicas de Malha de Poliamida/Elastano**, USP/EACH, 2012, 20-62 p.

ZIEGERT, B.; KEIL, G.; **Stretch fabric interaction with action wearables: defining a body contouring pattern system**, Clothing and textiles Research Journal, 1988, 56 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Dados obtidos no produto A

Sub - Grupo	Gramatura (g/m ²)		Elasticidades (% a 1,1 kgf)	
	<i>anterior</i> A_13_GRA	<i>proposto</i> A_14_GRA	<i>anterior</i> A_13_Et	<i>proposto</i> A_14_Et
1	318	322	87,22	78,60
1	314	323	91,82	77,91
1	325	327	95,86	78,21
2	329	325	96,95	74,89
2	317	327	88,96	76,76
2	321	333	99,61	66,65
3	312	325	93,86	76,18
3	317	328	94,57	77,77
3	311	329	94,49	73,64
4	305	323	94,27	72,39
4	319	324	94,06	76,64
4	330	330	94,95	71,99
5	325	323	99,35	77,52
5	329	323	97,20	80,81
5	330	327	94,38	74,19
6	311	320	91,36	73,22
6	323	326	90,50	72,39
6	330	327	86,61	69,10
7	326	320	97,94	79,20
7	332	328	94,61	71,57
7	336	329	95,66	71,24
8	317	330	97,32	74,05
8	328	333	91,17	79,98
8	321	334	92,23	80,43
9	314	329	93,31	72,14
9	322	330	91,79	71,72
9	326	330	91,50	76,64
10	320	332	98,31	73,78
10	320	333	99,28	72,90
10	318	335	95,44	77,98
11	310	322	106,00	73,25
11	325	331	100,70	70,11
11	324	331	97,94	79,70
12	325	324	99,02	77,57
12	330	326	99,22	74,15
12	340	327	87,20	81,01
13	322	333	85,97	76,72
13	340	334	87,53	75,25
13	321	337	114,70	74,05
14	335	316	107,60	73,96
14	334	327	86,00	74,56
14	324	332	84,20	73,73
15	324	331	91,31	72,07
15	331	333	98,66	74,37
15	334	333	76,04	72,97
16	328	328	87,11	78,35
16	334	328	78,40	69,88
16	316	329	101,20	71,52
17	329	322	105,50	76,61
17	336	336	93,52	72,11
17	321	337	98,27	75,95
18	333	323	88,13	77,63
18	321	327	95,87	78,42
18	337	335	88,03	77,79
19	329	331	86,12	71,86
19	334	331	81,96	69,93
19	335	336	86,44	76,87
20	333	331	96,61	76,88
20	327	335	98,44	84,18
20	328	335	94,93	79,92
21	323	329	87,59	75,44
21	327	332	87,62	77,30
21	325	338	97,44	77,06
22	340	324	101,10	76,42
22	334	326	82,34	68,91
22	319	333	85,24	73,57
23	339	323	91,03	81,09
23	339	327	93,76	78,50
23	308	329	104,00	74,93
24	338	330	88,08	76,16
24	323	330	97,69	75,58
24	329	337	86,41	77,20
25	336	328	75,69	77,02
25	336	330	81,51	76,67
25	335	330	90,59	74,84

APÊNDICE B - Dados obtidos no produto B

Sub - Grupo	Gramatura (g/m ²)		Elasticidades (% a 1,1 kgf)	
	<i>anterior</i> B_13_GRA	<i>proposto</i> B_14_GRA	<i>anterior</i> B_13_Et	<i>proposto</i> B_14_Et
1	367	360	78,13	68,97
1	368	372	73,08	70,49
1	379	348	90,57	77,70
2	360	357	81,61	64,27
2	361	353	72,62	69,39
2	365	343	79,03	75,58
3	360	352	88,60	71,58
3	364	343	93,68	73,50
3	365	355	83,17	78,41
4	365	360	87,86	59,76
4	372	363	78,06	63,82
4	379	361	76,69	64,66
5	367	351	75,46	64,39
5	376	350	80,46	64,13
5	376	350	78,43	65,84
6	359	354	91,11	70,44
6	373	360	71,81	71,65
6	374	354	95,24	73,91
7	354	363	65,28	60,08
7	354	370	78,59	65,49
7	348	360	79,74	68,92
8	350	355	76,83	66,05
8	354	361	76,65	70,98
8	355	348	71,00	73,16
9	355	354	81,97	64,89
9	365	351	72,67	69,15
9	367	360	75,08	70,54
10	348	357	82,29	65,47
10	354	360	75,01	66,16
10	372	352	73,65	70,92
11	360	374	80,47	58,22
11	361	353	72,33	65,91
11	361	357	73,60	66,62
12	363	358	73,46	59,79
12	373	347	84,96	68,54
12	377	360	83,48	70,12
13	360	354	91,72	65,54
13	361	365	79,08	71,69
13	379	360	76,24	83,20
14	341	351	89,18	68,02
14	350	353	78,27	70,28
14	355	348	87,02	76,38
15	359	368	87,29	74,27
15	360	352	85,49	74,60
15	375	358	79,51	77,71
16	355	359	86,96	69,90
16	360	354	86,14	75,58
16	365	368	99,45	80,84
17	352	354	94,12	66,48
17	353	356	91,91	72,43
17	360	351	79,56	76,79
18	355	350	91,27	71,11
18	361	350	91,38	72,34
18	369	352	89,29	77,57
19	339	355	95,28	62,26
19	366	360	88,08	66,37
19	366	344	80,24	74,02
20	343	357	88,30	67,25
20	355	343	90,52	68,27
20	358	344	81,39	69,36
21	360	359	74,39	63,96
21	363	357	86,50	65,95
21	365	348	72,59	67,60
22	347	352	92,43	69,32
22	352	349	90,06	75,21
22	360	346	95,80	79,95
23	352	359	92,28	65,95
23	354	353	90,94	68,42
23	365	347	82,83	68,79
24	355	362	77,56	60,97
24	355	360	86,92	64,24
24	370	360	84,45	67,93
25	351	368	91,28	72,71
25	352	358	90,63	74,03
25	360	362	86,61	75,28

APÊNDICE C - Dados obtidos no experimento

Tensões aplicadas								
8,5 (cN)			6,0 (cN)			4,0 (cN)		
gr/m ²	el. larg.(%)	larg (m)	gr/m ²	el. larg.(%)	larg (m)	gr/m ²	el. larg.(%)	larg (m)
398	52,37	0,82	380	52,62	0,84	364	56,91	0,85
389	50,97	0,82	385	55,86	0,83	362	59,59	0,85
394	54,23	0,82	377	56,18	0,83	367	59,8	0,85
394	56,96	0,82	383	56,87	0,83	361	60,03	0,85
392	57,12	0,82	375	53,95	0,84	361	63,82	0,85
400	53,81	0,82	377	55,00	0,84	367	62,78	0,85
373	50,56	0,84	370	57,40	0,84	363	64,66	0,85
373	50,30	0,84	371	54,65	0,84	358	64,29	0,86
390	51,96	0,84	388	54,39	0,84	354	64,56	0,86
387	55,60	0,82	377	55,60	0,84	362	62,94	0,86
394	57,43	0,82	375	55,01	0,83	354	62,58	0,86
388	52,35	0,82	380	51,66	0,83	360	62,62	0,86
400	50,07	0,82	375	55,77	0,83	359	62,67	0,86
409	56,43	0,82	381	53,09	0,84	364	62,99	0,86
398	54,75	0,82	383	55,76	0,84	359	62,82	0,86
396	51,93	0,82	375	57,06	0,84	363	62,16	0,86
380	58,11	0,84	385	54,64	0,83	352	64,27	0,86
400	56,09	0,82	380	55,73	0,83	360	62,99	0,86
397	50,66	0,82	376	53,63	0,83	362	63,98	0,86
402	54,04	0,82	378	51,51	0,84	360	63,82	0,86
384	54,30	0,84	378	57,13	0,84	356	61,79	0,85
377	55,45	0,84	370	52,73	0,84	359	61,45	0,85
403	52,19	0,82	383	50,86	0,83	356	62,67	0,85