

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA TÊXTIL
ENGENHARIA TÊXTIL**

LUCIANA SIMÕES RAMOS

**A INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE FIOS 100% ALGODÃO NA
CONSTRUÇÃO DE TECIDO DE MALHAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2018

LUCIANA SIMÕES RAMOS

**A INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE FIOS 100% ALGODÃO NA
CONSTRUÇÃO DE TECIDO DE MALHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Têxtil, da Coordenação de Engenharia Têxtil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dra. Fabia Regina Gomes Ribeiro.

Coorientador: Prof. Dra. Danielle Gonçalves de Oliveira Prado.

APUCARANA

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e por ter me dado o dom do entendimento.

À esta universidade, ao seu corpo docente e colaboradores que me proporcionaram momentos de aprendizado que serão levados por toda a vida profissional.

À minha família pelo apoio emocional e financeiro.

Aos meus amigos e colegas que tornaram meus dias mais cheios de companheirismo.

À minha querida orientadora prof. Dra. Fabia Regina Gomes Ribeiro e a minha coorientadora prof. Dra. Danielle Gonçalves de Oliveira Prado pelos incentivos, correções e conselhos recebidos.

Agradeço a empresa de malharia da cidade de Apucarana (sigiloso) pelo fornecimento das amostras para a elaboração deste trabalho.

Agradeço à professora Dayse Emília Torres da Universidade Estadual de Maringá pela colaboração neste trabalho.

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para a finalização não somente deste trabalho, mas de todo o período acadêmico.

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Apucarana
COENT – Coordenação do curso superior em Engenharia Têxtil

TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:
A influencia da qualidade de fios 100% algodão na construção de tecidos de malha
Por

LUCIANA SIMÕES RAMOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos doze dias do mês de junho do ano de dois mil e dezoito, às oito horas, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Têxtil do curso de Engenharia Têxtil da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinado. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

PROFESSOR(A) FABIA REGINA GOMES RIBEIRO– ORIENTADOR

PROFESSOR (A) LARISSA ESTELA BALAN LEAL – EXAMINADOR(A)

PROFESSOR(A) FERNANDA RODRIGUES CAMARGO – EXAMINADOR(A)

*A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

RESUMO

RAMOS, Luciana Simões Ramos. **A influência da qualidade de fio 100% algodão na construção de tecido de malha**. 2018. 60 páginas. Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Têxtil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2018.

Empresas de malharia atualmente buscam racionar sua base de fornecedores de fios no intuito de manter a uniformidade das características físicas do tecido de malha. Este trabalho buscou analisar e identificar correlações das características físicas de fios, de malhas cruas e tintas confeccionadas com material de diferentes empresas fornecedoras, e o quanto tais características divergem ou não estatisticamente e sua representatividade para as empresas de malharia. O resultado deste estudo mostrou que o material das 3 empresas fornecedoras possuem indicadores semelhantes de qualidade dos fios, e conseqüentemente, das malhas cruas e tintas, sendo portanto, possível em termos gerenciais, ter o melhor processo de fornecimento de matéria prima sem alteração dos indicadores de qualidade e uniformidade da malha. Entretanto, em níveis mundiais considerando a qualidade, as empresas fornecedoras de fios carecem de melhoria em seus processos.

Palavras-chave: Qualidade. Tecido de malha. Características físicas.

ABSTRACT

RAMOS, Luciana Simões Ramos. **The influence of quality 100% cotton yarn in the construction of knitted fabric**. 2018. 60 sheets. Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Têxtil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2018.

Knitwear companies currently seek to decrease their yarn supplier base in order to maintain the uniformity of the physical characteristics of the knit fabric. This work sought to analyze and identify correlations of the physical characteristics of yarns, raw industries, and knits made from material from different suppliers, which differ statistically or not statistically and representatively for knitwear companies. The result of this study showed that the material of the three suppliers have similar indicators of yarn quality and, consequently, of raw knitwear and ink, and it is, therefore, possible in managerial terms to have the best raw material supply process without altering the quality indicators and uniformity of the mesh. However, considering quality at global levels, yarn suppliers need to improve their processes.

Keywords: Quality. Knitted fabric. Physical characteristics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura do tecido de malha	16
Figura 2: Estrutura de meia malha	18
Figura 3: Espectro visível	22
Figura 4: Cores fundamentais	22
Figura 5: Fios da empresa 1.....	28
Figura 6: Fios da empresa 2.....	28
Figura 7: Fios da Empresa 3	28
Figura 8: Logo do software estatístico.....	34
Figura 9: Análise visual da Empresa 1	40
Figura 10: Análise Visual da Empresa 2	41
Figura 11: Análise visual da Empresa 3	41
Figura 12: Análise Uster Estatística da Empresa 1	42
Figura 13: Análise Uster Estatística da Empresa 2	43
Figura 14: Análise Uster Estatística da Empresa 3	43
Figura 15: Resultado de pilling da empresa 1	47
Figura 16: Resultado de pilling da empresa 2	48
Figura 17: Resultado de pilling da empresa 3	48
Figura 18: Densidade da malha	50
Figura 19: Análise de cor das malhas cruas.....	51
Figura 20: Análise de cor das malhas tintas.....	52
Figura 21: Solidez a seco	53
Figura 22: Solidez a úmido.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definição de características dos fios	13
Quadro 2: Análise de qualidade do fio	15
Quadro 3: Tipos de malharia de trama	17
Quadro 4: Análise da qualidade do tecido de malha	19
Quadro 5: Defeitos em malhas	20
Quadro 6: Operacionalização da pesquisa	27
Quadro 7: Condições ambientais para de titulação.....	29
Quadro 8: Informações do tear de malharia	31
Quadro 9: Modelo de lançamento de dados	35
Quadro 10: Resumo da Análise de Variância obtida pelo software.....	36
Quadro 11: Cálculo do fator de cobertura das malhas	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise estatística para parâmetros de massa e dinamometria	37
Tabela 2: Análise estatística para parâmetros de regularidade dos fios	37
Tabela 3 - Uniformidade da pilosidade	39
Tabela 4: Resumo da Análise de variância obtida pelo software – malha cru e tinta	44
Tabela 5: Resultado do software das malhas cruas	45
Tabela 6: Resultado do software das malhas tintas	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 JUSTIFICATIVA.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	8
1.2.1 Objetivo Geral.....	8
1.2.2 Objetivos Específicos.....	9
1.3 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 INDÚSTRIA TÊXTIL E O PANORAMA DO ALGODÃO	10
2.2 FIBRAS DE ALGODÃO E FIAÇÃO DE ALGODÃO	11
2.2.1 Qualidade na fiação	12
2.2.2 O sistema <i>uster</i> Estatística de qualidade	14
2.2.3 Defeitos em fios	14
2.3 MALHARIA.....	16
2.3.1 Qualidade na malharia	18
2.3.2 Defeitos em malhas	19
2.4 TINGIMENTO	21
2.5 ESTATÍSTICA COMO FERRAMENTA DA QUALIDADE.....	24
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	26
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Sendo uma das mais antigas do mundo, a indústria têxtil possui um diferencial por ser multidisciplinar e por envolver diversos setores que compõem a cadeia produtiva têxtil e que possibilitam o processamento e manufatura de todas as etapas produtivas de um artigo, fazendo-o chegar até o cliente final.

A fibra têxtil é o material essencial e primordial que norteará os processos de toda a cadeia produtiva têxtil. Um exemplo é a fibra de algodão que possui destaque no cenário nacional por ser uma comódite abundante no país e por produzir artigos apreciáveis de vestuário. Sendo uma matéria prima natural, as fibras possuem características intrínsecas variáveis, tal como maturidade, comprimento, lustro, entre outras (AGUIAR NETO, 1996).

Por tais características, no início da cadeia produtiva têxtil, a fiação, tem a finalidade de conferir homogeneização para que se possa produzir um fio de característica uniforme, evitando não conformidades nos processos têxteis posteriores (WALSH, 2006).

Um dos processos posteriores à fiação pode ser a malharia que tem a finalidade de produzir tecidos de malhas que são utilizados em diferentes artigos pelo consumidor final.

Para produzir malhas que atendam as necessidades dos consumidores, as empresas de malharias procuram trabalhar com quantidades mínimas de fornecedores de fios, evitando assim, variabilidade no processo, proporcionando artigos de maior qualidade quanto às características físicas do artigo.

Juran (2009) diz que a qualidade pode ser entendida como a ausência de não conformidades nos produtos e que a satisfação do consumidor se dá em decorrência das características apreciadas por ele, um exemplo é a estética do produto têxtil.

A fim de manter a qualidade do tecido de malha, esse estudo teve o objetivo identificar por meio de ferramentas estatísticas a variação das propriedades físicas dos fios que compõem as malhas, além das propriedades físicas das malhas cruas e tintas produzidas a partir de fios 100% algodão proveniente de diferentes fornecedores.

1.1 JUSTIFICATIVA

A qualidade é um requisito crucial de competitividade para as empresas. Uma das maneiras de manter a qualidade é reduzir o número de fornecedores de modo a evitar variações das características do produto final (GURGEL, 2010). Tendo em vista que o algodão possui características intrínsecas não uniformes, é necessário haver controle efetivo dos processos que um tecido de malha sofre, no intuito de quantificar suas variáveis em termos estatísticos e, desta forma, tomar ações gerenciais que promovam o controle e a qualidade do produto acabado.

Empresas de malharias regulam seus equipamentos de acordo com as características e propriedades dos fios de um fornecedor e ao trocar de fornecedor, com os mesmos padrões de configuração do equipamento, o tecido de malha possui características físicas distintas quando comparado com o tecido formado pelo material do fornecedor anterior, por tal motivo este estudo auxiliará empresas de malharias no alcance de um produto uniforme quanto as suas características.

Visando contribuir com o gerenciamento produtivo da malharia esse trabalho buscou apresentar as diferenças das propriedades dos artigos de malhas produzidos a partir de fios 100% algodão, de mesmo título, provenientes de diferentes fornecedores comparando-os estatisticamente de forma a traçar correlações entre suas variáveis.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos gerais e os objetivos específicos que nortearam esta pesquisa estão apresentados a seguir.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a influência das características da matéria prima na qualidade do tecido de malha 100% algodão.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral proposto por essa pesquisa, definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar as características físicas da matéria prima de 3 fiações, tal como título, resistência, torção, entre outros;
- Examinar características físicas dos 3 tecidos de malha cru e tinto, tal como gramatura, resistência e alongamento, densidade, entre outros;
- Comparar os resultados obtidos utilizando conceitos estatísticos.

1.3 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo limita-se a estudar especificamente a influência de três fornecedores de matéria prima na qualidade da malha. Portanto, a configuração do tear circular será o mesmo para todos os testes para que não haja influencia no resultado final.

Também, limita-se a estudar um universo de análise específico de uma empresa de malharia cliente desses três fornecedores de fios. Este estudo considerará apenas a qualidade final do fio.

Futuramente, espera-se realizar comparativo com demais empresas de malharias de porte semelhante.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta o embasamento teórico utilizado para a elaboração deste trabalho, iniciando pelo contexto da indústria têxtil e o panorama do algodão, posteriormente pelas fibras e a fiação de algodão, malharia, enobrecimento têxtil e finalizando a estatística utilizada neste trabalho.

2.1 INDÚSTRIA TÊXTIL E O PANORAMA DO ALGODÃO

Considerada uma das indústrias mais importantes para a economia mundial, a indústria têxtil gera milhões de empregos em todas as suas etapas produtivas, envolvendo desde a produção das fibras até a produção e comercialização do artigo têxtil final e, essa multidisciplinaridade, impulsiona diversos mercados e que por tais motivos dá a esta indústria posição de destaque na economia (BERLIM, 2014).

Segundo Campos e Paula (2006) a multidisciplinaridade que norteia a indústria têxtil engloba fornecedores de insumos, produtos químicos, além de máquinas e equipamentos que proporcionam a manufatura dos processos de fiação, malharia, tecelagem, beneficiamento e tingimento, confecção e a logística da distribuição dos artigos.

Os mesmos autores apresentam que no Brasil, o destaque da competitividade encontra-se no setor de fiação, principalmente no setor de fibras naturais de algodão observando as formas de relacionamento entre as empresas pertencentes da cadeia produtiva têxtil.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Algodão (2017) o algodão é uma das culturas de fibras mais importantes do mundo, tendo sua demanda aumentando gradativamente desde 1950 a um crescimento médio anual de 2% e produzido por mais de 60 países.

A produção da cultura do algodão no Brasil pode ser dividida em duas fases, sendo a primeira até o ano de 1929 utilizado apenas para suprir o mercado têxtil interno e a partir de 1930, com a queda da produção cafeeira do país, a cotonicultura se tornou uma importante fonte de exportação (COELHO, 2004).

Em índices mundiais sobre o panorama nacional, o Brasil é o quinto produtor e o quarto exportador da fibra de algodão e um dos pontos que destaca o país como exportador se dão devido à utilização de instrumentos que medem e atestam a qualidade da fibra, pois garantem aos países importadores padronização, transparência e credibilidade ao Brasil (GOMES, 2017).

Mesmo com grande representatividade na exportação, mundialmente a fibra de algodão vem perdendo participação de mercado para as fibras sintéticas, especialmente o poliéster que obtém mais da metade do mercado. Entretanto, no Brasil no ano de 2013 o consumo da fibra de algodão representou 60% do consumo (BATISTA, 2015).

Nessa sistemática, para o Brasil, o algodão continua sendo uma fibra de elevada representatividade em termos econômicos e de utilização dentro da indústria têxtil nacional.

2.2 FIBRAS DE ALGODÃO E FIAÇÃO DE ALGODÃO

Como dito, o algodão é produzido pela planta do gênero *Gossypim* e suas fibras crescem dentro do capulho que se abre quando maduro. Segundo Pezzolo (2007) é nesta fase que deve ser realizada a colheita dos flocos de algodão para serem manufaturados.

Por ser uma fibra de origem natural, esta possui variadas características. O comprimento das fibras, característica crucial nos processos de comercialização e produção, pode variar de 18 a 25 mm, dependendo da região e da espécie. Outras características intrínsecas que podem influenciar os processos posteriores são: grau de maturidade, grau de limpeza, cor, resistência, finura, lustro, alongamento, elasticidade, resiliência, entre outras (AGUIAR NETO, 1996). Tais características são utilizadas como indicadores de qualidade da fibra e servirão como parâmetros para o início do processo produtivo de manufatura da cadeia têxtil, a fiação.

A fiação é o processo combinado de torção e alongamento das fibras que produz o fio de comprimento contínuo e secção transversal reduzida (WALSH, 2006).

Sob diferentes processos e aspectos da fiação, produzem-se variados tipos de fios que serão utilizados na confecção de inúmeros artigos. Portanto, a escolha da fibra e o processo de fiação influenciam diretamente na qualidade, propriedades e características do artigo final.

Na fiação, a relação entre unidade de comprimento e unidade de massa é chamada de título que pode variar conforme o sistema adotado (SENAI, 2017). Este sistema pode ser direto (comprimento constante e massa variável) e indireto (massa constante e comprimento variável), sendo o indireto padronizado na utilização dos fios de algodão (AGUIAR NETO, 1996).

Dos processos de fiação utilizados atualmente, destacam-se a fiação Open End, que é um processo mais otimizado utilizando-se um rotor para obtenção de um fio mais robusto com diâmetro mais grosso. A fiação cardada possui mais processos de manufatura que a fiação Open End, produzindo-se fios mais macios, limpos e paralelizados que aquele. Já a fiação penteada caracteriza-se por possuir mais processos de manufatura conferindo um produto mais uniforme e, conseqüentemente, de maior qualidade e valor agregado (SENAI, 2017).

Mediante a utilização do produto final é que se faz a escolha do tipo de fio, pois quanto mais processos os fios necessitarem, maior será seu valor agregado e atributos de qualidade apreciados pelos consumidores. Portanto, antes de escolher o tipo de fio, as empresas de malharia devem analisar seu mercado consumidor.

2.2.1 Qualidade na fiação

Segundo Juran (2009) a satisfação de um produto decorre de suas características e é a razão pelo qual os clientes o compram; já a insatisfação decorre de não conformidades e é o motivo das reclamações dos clientes. Ainda segundo o autor, quanto melhores as características do produto mais qualidade o produto terá; isto ocorre também para a ausência de defeitos de um produto, que é percebido como qualidade pelo cliente.

Com a premissa que qualidade pode ser considerada a ausência de defeitos, é possível, dentro do setor de fiação, obter informações precisas sobre os fios durante todo o processo de manufatura, pois os produtos são tangíveis e passíveis de controlar, possibilitando sua padronização (PALADINI, 2010).

O Quadro 1, apresentado a seguir, detalha os testes de qualidade que são feitos no fio têxtil.

Quadro 1: Definição de características dos fios

Testes de qualidade	Descrição
Aparência do fio	O fio é colocado no equipamento seriplano onde é enrolado sobre uma tábua e que se pode visualizar, lado a lado a aparência de fio a fim de identificar irregularidades visíveis ao olho humano, tal como pilosidade e neps.
Título	Número que expressa a relação do peso e comprimento de um fio têxtil. Utilizado para padronizar as relações comerciais e na orientação na manufatura de um artigo.
Torção do fio	Número que expressa a quantidade de torção de um fio em seu próprio eixo por unidade de comprimento. Quanto mais torção, mais resistente e rígido o fio se tornará e, quanto menos torção, menos resistente e mais macio o fio se tornará.
Alongamento e Resistência do fio	Identifica quanto que o fio resiste e se deforma sob a ação de uma força.
Regularidade do fio (U%)	Teste que analisa diversas características do fio, tal como pontos finos, pontos grossos, neps prevendo sua qualidade final.
Pilosidade	Teste que verifica o quanto de fibras que não estão paralelizadas sob um fio têxtil.

Fonte: Autora, 2017

O Quadro 1 apresenta os testes de qualidade que um fio têxtil sofre durante o seu processo produtivo no intuito de garantir níveis aceitáveis de qualidade para a utilização nos demais processos produtivos da cadeia têxtil.

Para isso existe uma ferramenta confiável onde atesta a qualidade de uma fição e compara os resultados com fiações em níveis mundiais, esta ferramenta é chamada de *uster statistics*.

2.2.2 O sistema *uster* Estatística de qualidade

A empresa Uster® é uma empresa global que atua no controle de qualidade têxtil no qual seus instrumentos, sistema de teste e monitoramento estabelecem padrões que garantem a qualidade. Uster® Estatística é uma referência estabelecida para a indústria têxtil que classifica e especifica parâmetros de qualidade da fibra e do fio onde se pode comparar com a qualidade de produção global.

Os valores auxiliam empresas de fiação ao realizar comparação do seu nível de qualidade com outras fiações, em nível mundial.

Através da utilização de aparelhos específicos que medem a regularidade do fio, é possível identificar pontos finos, pontos grossos, neps, variação de massa e outros parâmetros estatísticos que atuam como indicador de qualidade do produto. Grande quantidade de imperfeições no fio ocasionarão problemas nos processos posteriores, sejam estes em malharias ou tingimento, gerando reprocesso, perda de material e diminuição de qualidade.

A referência da Uster® Estatística é frequentemente utilizada para especificar a qualidade do fio em negociações comerciais e uma informação valiosa para aperfeiçoamento em nível de produção para melhorar a qualidade do processo de fiação (USTER® STATISTICS, 2013).

Para a empresa de malharia que comprará os fios é essencial que sejam uniformes e que forneçam padrões de qualidade necessários na aplicação do artigo têxtil, ou seja, mediante ao nível de exigência e aplicação do artigo final é necessário maior ou menor nível de qualidade dos fios. Cabe à gerência da empresa de malharia analisar as características do fio e a sua aplicação para tomar as decisões que melhor se adequar a sua realidade.

2.2.3 Defeitos em fios

Defeito, segundo Bechara (2011) é imperfeição física e moral; deformidade. Nesse sentido, os defeitos em fios são características físicas no qual o produto não

deve possuir, dos quais ocorrem geralmente devido a não conformidade do processo produtivo.

Para auferir a qualidade final do fio é necessário realizar testes de qualidade ao longo das tapas produtivas, analisando desde as fibras até o fio que será comercializado, e são realizados com o auxílio de equipamentos. Os equipamentos utilizados para verificar a qualidade nos processos são listados a seguir, no Quadro 2.

Quadro 2: Análise de qualidade do fio

Testes / equipamentos	Descrição
HVI	Mede as propriedades da fibra de algodão para que no processo de fiação, tenham o máximo de homogeneidade em suas características.
Regularímetro	Analisa a irregularidade do fio, coeficiente de variação da massa, pontos finos, pontos grossos, neps e pilosidade, prevendo a qualidade final do fio.
Dinamômetro	Mede a resistência e alongamento do fio.
Aspa	Retirar a metragem programada do fio que será pesado e calculado o título posteriormente.
Seriplano	Avalia-se a aparência visual do fio.
Torciômetro	Analisa a quantidade de torções por metro do fio.
Coeficiente de atrito	Mede-se o coeficiente de atrito analisando a quantidade de parafina sobre o material.

Fonte: Autora, 2017

A fiação é a etapa inicial do processo produtivo de um artigo têxtil e onde o nível de qualidade deve ser o mais rigoroso. A utilização de equipamentos e a análise criteriosa dos resultados proporcionarão confiabilidade e qualidade aos fios. Nesse sentido, investir em melhoria de processo, equipamentos e padronização é uma atitude positiva para fidelizar os clientes.

Com um fio em níveis confiáveis de exigência, o mesmo será comercializado para as próximas etapas da cadeia produtiva têxtil, podendo ser empresas de tecelagens ou malharias.

2.3 MALHARIA

Desde a antiguidade o homem buscou proteção para seu corpo por meio de materiais que pudessem satisfazer essa necessidade; e com o passar da história o “vestir-se” transformou-se também em meio de comunicação social (CHATAIGNIER, 2006). Ainda hoje a forma de vestir-se se apresenta como uma expressão pessoal, entretanto, a escolha das roupas se baseia em características apreciadas pelo consumidor.

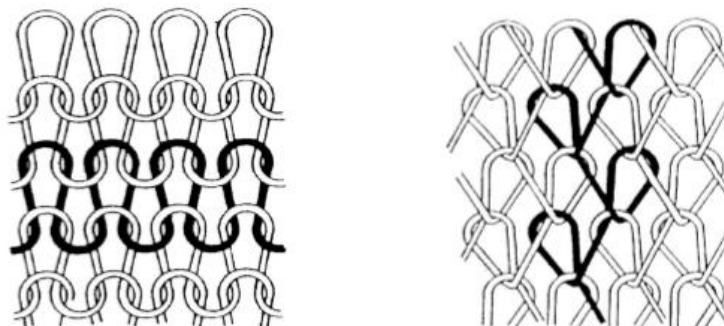
Os tecidos de malhas possuem uma aceitação muito grande perante a população, principalmente devido as suas características de elasticidade e conforto e que, segundo Vasconcelos (2012) variam conforme o tipo de fibra utilizada, tipo e título do fio utilizado, estrutura da malha e o acabamento final.

Existem basicamente 2 tipos de malhas que são classificadas conforme sua estrutura física, ou seja, na direção do movimento que o fio faz na formação da laçada e este movimento determinará se a malha formada será chamada de trama ou de urdume, possuindo determinadas características físicas.

Se a malha é formada com os fios no sentido transversal durante o processo de tecimento o processo é chamado de malharia de trama e se a malha for formada com fios no sentido vertical, ou seja, no sentido da própria malha, então o processo é chamado de malharia de urdume (RAY, 2012).

A Figura 1 apresenta a estrutura de formação básica entre uma malha de trama e urdume.

Figura 1: Estrutura do tecido de malha



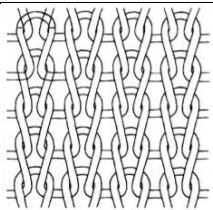
Fonte: Zonda, (2002)

É possível observar na figura 1 que a malha de trama se localiza à esquerda e a de urdume à direita devido à forma de entrelaçamento dos fios em destaque na figura.

Na formação das laçadas as agulhas têm a função de realizar o entrelaçamento dos fios. Segundo Ray (2002) a agulha é a estrutura principal na formação da malha e sua forma de trabalho teve influencia direta no desenvolvimento das atuais tecnologias de fabricação.

A malha de trama ainda pode ser classificada conforme seu maquinário, sendo retilínea, ou seja, de largura aberta ou ainda circular, de maneira tubular. Esta última ainda se subdivide em grande, médio e pequeno diâmetro (VASCONCELOS, 2012).

Quadro 3: Tipos de malharia de trama

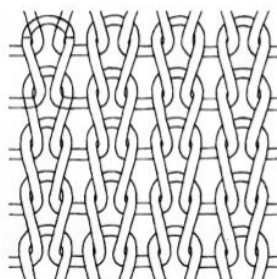
 <p>Malharia de trama</p>	Circular	Grande diâmetro (Ø:16" a 38")
		Seamless (Ø:11" a 16")
		Meias (Ø: 3" a 4")

Fonte: Adaptado de Vasconcelos, 2012

As máquinas de médio diâmetro são chamadas como sem costura ou “seamless” e as de pequeno diâmetro de máquinas de meias.

O tecido de malha mais popular encontrado atualmente formado por malharia de trama circular ou retilínea é a chamada meia-malha. O tecido de malha é comumente utilizado não apenas por ser um item de moda, mas pelas características, em especial a elasticidade, alongamento e textura que acabam em agradar os consumidores (CHEREM, 2004).

A Figura 2 apresenta a estrutura do entrelaçamento meia malha.

Figura 2: Estrutura de meia malha

Fonte: Zonda, 2002

Esta estrutura possui todas as laçadas desenhadas apenas em um lado do tecido, sendo bem definidos os lados direito, com toque liso, e avesso, com toque áspero. Esta estrutura proporciona um desbalanceamento entre os lados e, por consequência dessa diferença de tensão, o tecido tende a se enrolar em suas extremidades (SENAI-SP, 2015).

Assim como o enrolamento é uma característica da formação do artigo têxtil de malha, existem outros aspectos que necessitam ser analisados e observados, tal como a tensão que o fio de algodão sofre durante o tecimento e como o fio se comporta após o processo, que se dá em forma de encolhimento. Tais características estão diretamente ligadas a matéria prima e ao processo de manufatura e merecem atenção a fim de garantir a qualidade dos produtos (CHEREM, 2004).

2.3.1 Qualidade na malharia

Todo processo produtivo necessita de controle. Para analisar o processo produtivo de uma malharia é necessário verificar aspectos físicos das malhas que asseguram os requisitos esperados pelo cliente. Inicia-se pela inspeção visual feita pelo tecelão a fim de encontrar defeitos concomitantemente ao ato de tecer, tornando o processo mais dinâmico, colaborando com a qualidade do artigo.

Abaixo, o Quadro 4 apresenta alguns testes que são realizados na malha.

Quadro 4: Análise da qualidade do tecido de malha

Testes / equipamentos	Descrição
Gramatura	Teste que verifica a relação de massa por unidade de área.
Resistência e alongamento	Teste que analisa o quanto o tecido de malha se alonga e sua resistência sob a ação de uma força de tração.
Densidade de carreira ou colunas por centímetro	Verifica a quantidade de colunas e carreiras existentes em uma área.
Abrasão	Analisa a aparência física do tecido de malha depois de submetido a atrito.





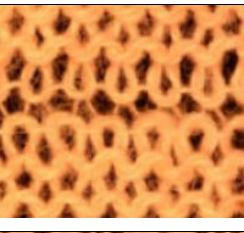
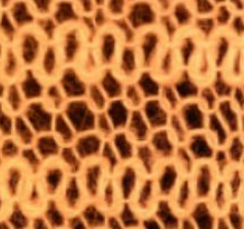
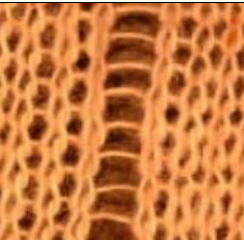
Fonte Autora, 2017

Conforme apresentado no quadro 4 é possível mensurar algumas características físicas do tecido de malha. A análise de tais informações contribui para a identificação de defeitos antes que as malhas sejam encaminhadas para as etapas subsequentes de beneficiamento e tingimento.

2.3.2 Defeitos em malhas

Os defeitos nas malhas podem ocorrer por 2 fatores, por origem de matéria prima ou pelo equipamento. A seguir estão listados os principais tipos de defeitos que são encontrados na malha crua.

Quadro 5: Defeitos em malhas

Defeito	Imagem
Contaminação	
Fio Fraco	
Listras horizontais	
Malha esticada	
Ponto fino	
Fio grosso	
Buracos	

Fonte: Adaptado de Ahmed, 2017

É possível observar no Quadro 5 alguns dos possíveis defeitos encontrados na malha que são provenientes do fio ou do equipamento. Tais defeitos são visíveis ao olho humano, entretanto, existem pequenos defeitos ou irregularidades que não são visíveis durante o processo de tecimento, mas que se tornam visíveis após o processo de tingimento. Esses defeitos podem ocorrer devido à má qualidade do fio de algodão ou por parâmetros do processo de beneficiamento, tal como a não eliminação de óleos dos substratos e impurezas e eventuais parâmetros do tingimento (SALEM; MARCHI; MENEZES, 2005).

2.4 TINGIMENTO

Para conferir maior valor agregado e comercial aos têxteis, os mesmos necessitam passar por um processo chamado tingimento que, em alguns casos, são efetuados por empresas contratadas pela empresa de malharia.

Segundo Lavado (2012) o tingimento pode ser definido como o conjunto de processos químicos que permitem que o artigo têxtil adquira cor mediante sua finalidade. Já Salem (2010) informa que o tingimento é uma alteração físico-química do tecido ou malha fazendo com que a luz refletida provoque no olho humano a percepção da cor.

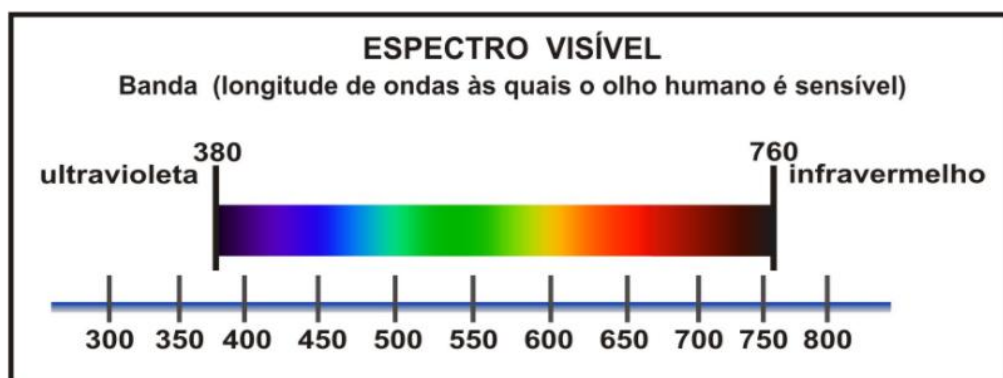
O material utilizado para proporcionar cor ao têxtil é o que se chama de corante ou pigmentos, no caso do tingimento, o corante por possuir afinidade tintorial com a fibra têxtil (ALCÂNTARA; DALTON, 1995). Para que a cor exista são necessários 3 componentes, sendo a fonte de luz, objeto e o olho humano (SALEM, 2010). O mesmo autor ainda afirma que a luz é o nome dado à radiação eletromagnética na faixa em torno de 400 a 700 nanômetros, onde os seres humanos enxergam.

Já a coloração de um substrato têxtil é determinada pela quantidade de luz refletida por ele, assim, um artigo têxtil de cor preta ocorre quando não há nenhuma reflexão de luz (RIBEIRO; 2016). Para saber a quantidade de energia absorvida e/ou refletida por têxteis, e assim, a quantidade de cor, faz-se o uso de equipamentos específicos, como o espectrofotômetro que apresenta a curva de refletância de uma

amostra em função de seu comprimento de onda (SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 2004).

A radiação eletromagnética na região do visível é apresentada na Figura 3.

Figura 3: Espectro visível

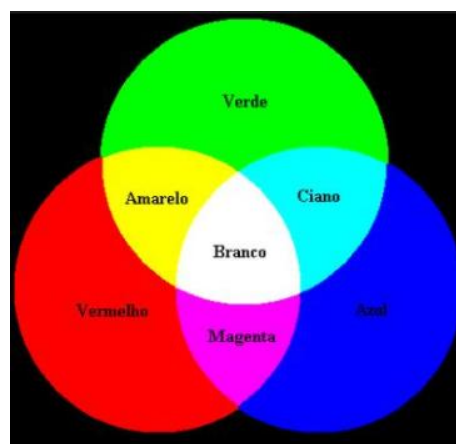


Fonte: Cordella, 2018

Ao enxergar uma cor específica, incide sobre o artigo em questão luz branca e é refletido a cor correspondente aquele comprimento de onda no qual os seres humanos enxergam e absorvido todos os demais comprimentos de onda.

Os fios de algodão, teoricamente são brancos e após a confecção da malha neste estudo, com corante preto, se tornam preto. Fisicamente a compreensão destes fenômenos pode ser entendida baseada na Figura 4.

Figura 4: Cores fundamentais



Fonte: CREF, 2010

O branco que se enxerga é quando os seres humanos recebem todas as faixas de ondas provenientes da luz branca ou quando a luz vermelha, luz verde e luz azul é recebida, em intensidade conveniente, também conhecidas por cores fundamentais (CENTRO DE REFERENCIA PARA ENSINO DE FÍSICA, 2010).

Em contrapartida o preto absorve todos os comprimentos de onda, não refletindo em nenhuma faixa ou reflete alguma pequena onda de luz que os seres humanos não conseguem distinguir.

A refletância de um artigo têxtil, que é a identificação da faixa de comprimento de onda refletido, ou seja, as propriedades óticas para cada comprimento de onda podem ser expressas pela teoria Kubelka-Munck, apresentada abaixo:

$$k|s = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (1)$$

Onde:

K = Medida para absorção da luz (corante);

S = Medida para difusão da luz (Material têxtil);

R =Refletância.

A cor no tingimento pode ser definida com a relação da curva de refletância e a curva de concentração de corante no têxtil, com isso, é possível calcular a intensidade da cor (RIBEIRO; 2016).

Quanto maior o valor de K/S, menor será a refletância de um artigo têxtil, ou seja, maior quantidade de corante absorvido. Além da visualização da energia absorvida e refletida em um artigo têxtil, é importante conhecer outro indicador de qualidade relacionado às cores, a solidez.

Solidez, segundo a Associação brasileira de normas técnicas (2006), é a resistência que um corante ou pigmento tem contra agentes externos visando manter sua coloração. É uma importante característica de qualidade para os artigos têxteis, pois caso não haja uma solidez mínima, os artigos poderão sofrer o fenômeno de desbote, perdendo suas características tintoriais. Tais ensaios de solidez são realizados mediante norma ABNT NBR ISO 105-C06-Ensaio de solidez da cor à lavagem doméstica e comercial.

É necessário antes de todo o processo do tingimento, remover as impurezas que, conseqüentemente, irão melhorar a aparência final do produto. Para isso faz-se o uso de lavagens, branqueamento óptico, mercerização, purga, entre outros processos de beneficiamento, variando conforme o tipo de fibra (VIGO, 1994).

Finalizado o processo de beneficiamento e tingimento, o artigo pode sofrer ou não determinados acabamentos que tem por objetivo melhorar seus aspectos físicos conforme a aplicação final. Cabe a empresa de malharia previamente especificar os parâmetros que deverão ser obedecidos na tinturaria em seus artigos têxteis.

O processo de beneficiamento e tingimento, em alguns casos, são realizados por empresas contratadas. Após a realização de tais processos, as malhas são retornadas para as malharias e se faz necessário realizar um levantamento com relação à análise de cor e solidez comparando malhas e lotes ao previamente especificado. Este controle pode ser efetuado visualmente, com o uso de equipamentos e de ferramentas disponíveis da estatística.

2.5 ESTATÍSTICA COMO FERRAMENTA DA QUALIDADE

Todo produto possui um conjunto de elementos que descrevem para o consumidor o conceito de qualidade. Esse conjunto de elementos, geralmente, é chamado de característica da qualidade e podem ser descritas em físicas, sensoriais e de orientação temporal, tal como a confiabilidade, durabilidade e praticidade (MONTGOMERY, 2009).

Ao se analisar um produto, sempre existirá uma variabilidade de suas características que são inerentes ao processo e quando se apresenta apenas variabilidade natural, diz-se que o mesmo está sob controle ou em estado de controle estatístico (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2011). Werkemena (2006) diz que as variações do processo estão relacionadas com matéria prima, condição dos equipamentos, métodos de trabalho, condições ambientais e as pessoas envolvidas. Portanto, busca-se tanto nos processos de fiação, malharia e tingimento deixar os produtos uniformes para que não haja variabilidade que cause deformação ou aspecto irregular no artigo têxtil.

Segundo Carvalho e Paladini (2012) Walter A. Shewhart ficou conhecido como pai do controle estatístico da qualidade onde desenvolveu várias ferramentas

que até hoje são utilizadas nos mais variados processos e apresentam quantitativamente informações que auxiliam na tomada de decisão.

Os dados adotados neste trabalho são caracterizados entre qualitativo e quantitativo, sendo o último discreto, por serem pontuais estudando-se 3 empresas fornecedoras de fios, e após, analisada a malha crua e a malha tinta e a inter-relação entre ambas. Já os dados qualitativos, foram analisados empiricamente, não sendo necessário o uso de software.

As análises quantitativas feitas nos fios seguiram um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com apenas 6 repetições, devido a quantidade limitada de amostras fornecidas e as análises das malhas foram realizadas apenas 3 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e avaliação de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk.

Para comparação múltipla de médias adotou-se o teste de Tukey (função TukeyHSD, pacote base) a nível de 5% de probabilidade.

Os dados quantitativos dos fios e das malhas foram analisados com o auxílio do software estatístico Rstudio da versão 3.4.3. O software tratou analiticamente os resultados quantitativos obtidos dos fios e malhas, proporcionando uma compreensão refinada de seus valores. Foi possível a utilização dos testes (ANOVA e Tukey).

O estudo da colorimetria foi feito via K/S, não sendo necessário o uso de software para a compilação dos dados e por último, os resultados mostraram se, estatisticamente, as qualidades dos fios, das malhas cruas e tintas são semelhantes ou não, e, se tal relação interfere no gerenciamento de uma empresa de malharia.

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, dividindo-se em duas partes. A primeira caracteriza a pesquisa e, a segunda, relaciona os procedimentos metodológicos utilizados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa é classificada quanto a sua natureza como aplicada, uma vez que utiliza conhecimentos sistematizados para solucionar problemas organizacionais (ALMEIDA, 2011).

Segundo Gil (2009) o presente trabalho é considerado em seus objetivos como uma pesquisa descritiva, pois se busca estabelecer relações entre as variáveis físicas que são estudadas e comparadas entre si.

A abordagem desta pesquisa é considerada em Quali-quantitativa, pois Otani (2011) diz que uma pesquisa quantitativa é tudo que pode ser traduzido em números, classificável e analisável com base em critérios, é o caso das características físicas que foram analisadas utilizando conceitos e técnicas estatísticas. E quanto à sua abordagem qualitativa, é algo mais subjetivo, como é o caso da análise visual dos aspectos dos fios e das malhas.

Com relação ao procedimento, este trabalho se utilizou da pesquisa bibliográfica que fornece a fundamentação teórica ao assunto e também de um estudo de caso, por estudar poucas variáveis de forma a detalhar e a entender como tais fenômenos ocorrem, compreendendo seus porquês (GIL, 2010).

Por fim, esse estudo foi realizado em uma amostra dos fios, malhas cruas e malhas tintas, buscando compreender o comportamento da população analisada.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos da presente pesquisa dividiram-se em três atividades distribuídas em três passos, devidamente detalhados, como ilustra o Quadro 6.

Quadro 6: Operacionalização da pesquisa

Passo 1	Atividades
Seleção da empresa parceira	Contatou-se empresa de malharia na cidade de Apucarana-PR disposta a contribuir com a elaboração deste trabalho.
Estabelecer relações	Empresa forneceu amostras de fios de diferentes fornecedores de mesmo título e mesmo tipo, bem como amostras de malhas cruas e tintas, tecidas no mesmo equipamento com os mesmos parâmetros.
Passo 2	Atividades
Coletar materiais	Coletou-se os cones de fios, malhas cruas e tintas devidamente identificadas os fornecedores.
Realizar testes de controle de qualidade – Fio	Título / torção / resistência e alongamento / regularidade com pilosidade / análise visual.
Realizar testes de controle de qualidade – Malha crua	Resistência e alongamento / gramatura / densidade / análise dimensional / abrasão / Fc / Cp / solidez da cor a fricção / análise de cor.
Realizar testes de controle de qualidade – Malha tinta	Resistência e alongamento / gramatura / densidade / análise dimensional / abrasão / Fc / Cp / solidez da cor a fricção / análise de cor.
Passo 3	Atividades
Análise dos resultados	Utilizou-se conceitos estatísticos e comparou-se os resultados.
Concluir a pesquisa	Utilizou-se conceitos estatísticos e comparou-se os resultados.

Fonte: Autora, 2017

Mediante a operacionalização da pesquisa iniciou-se a coleta dos fios na empresa de malharia como apresenta as Figuras 3, 4 e 5.

Figura 5: Fios da empresa 1



Fonte: Autora, 2017

Figura 6: Fios da empresa 2



Fonte: Autora, 2017

Figura 7: Fios da Empresa 3



Fonte: Autora, 2017

Realizou-se a identificação das empresas mediante a coloração da parte superior dos tubos, como mostrado nas figuras acima.

Posteriormente, iniciaram-se os testes de controle de qualidade nos fios. Os testes foram repetidos seis vezes em decorrência da quantidade limitada da amostra.

Abaixo está detalhado o procedimento realizado para cada teste de qualidade.

Título

O título do fio foi realizado com o auxílio do equipamento Aspa, modelo TC 1000 M da marca Texcontrol, juntamente com uma balança de precisão, marca Shimadzu, modelo AY220 e o psicrômetro digital, modelo POL-31D para aferir as condições ambientais. Os testes de titulação foram realizados no laboratório L007 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Apucarana.

O cálculo do título foi realizado sob a orientação da Norma ASTM D 1907-89 e ABNT NBR 13214-94: Título.

O título foi calculado com amostras de 50 m sob as condições ambientais apresentadas abaixo.

Quadro 7: Condições ambientais para de titulação

Temperatura (°C)	23,8 a 24,0
Temperatura do ar (°C)	20,4
Umidade relativa do ar (%HR)	73,7 a 74,1

Fonte: Autora, 2017

Os resultados quantitativos obtidos foram compilados no software estatístico utilizado neste trabalho e apresentado no tópico resultados e discussão.

Torção

O teste de torção foi realizado no equipamento torciômetro da marca Marte a uma distância de 25,4 cm com contrapeso especificado pelo fabricante conforme o título em análise, orientação pela norma ASTM D 1422-92: Torção sob as condições

de umidade e temperatura especificadas pela norma ISO 139, ASTM D 1776-90 e ABNT NBR 8428-84: Condicionamento dos Têxteis para ensaios.

Os testes de torção foram realizados em parceria com uma empresa verticalizada do segmento têxtil na cidade de Apucarana, Estado do Paraná.

Tenacidade e alongamento

O teste de tenacidade e alongamento foi realizado no equipamento dinamômetro da marca Premier Tensomaxx V3.3 com as condições de operação especificadas pelo fabricante conforme o título, conforme norma orientativa ISO 2062, ASTM D 1578: Tração Resistencia e Alongamento e sob as condições de umidade e temperatura especificadas pela norma ISO 139, ASTM D 1776-90 e ABNT NBR 8428-84: Condicionamento dos Têxteis para ensaios.

Os testes de resistência e alongamento foram realizados em parceria com uma empresa verticalizada do segmento têxtil na cidade de Apucarana, Estado do Paraná.

Regularidade

O teste de regularidade, equipamento que analisa pontos finos, pontos grossos, neps, pilosidade, variação de massa, Cvm, CVm (1m), index e Rel. cnt., foi feito no equipamento da marca Premier com as configurações programadas mediante o título do fio em estudo, sob a orientação da norma ISO 2649, ASTM D 1425-89: Irregularidade de massa e imperfeições e, sob as condições de umidade e temperatura especificadas pela norma ISO 139, ASTM D 1776-90 e ABNT NBR 8428-84: Condicionamento dos Têxteis para ensaios.

Os testes de regularidade foram realizados em parceria com uma empresa verticalizada do segmento têxtil na cidade de Apucarana, Estado do Paraná.

Seriplano

O teste de seriplano é considerado qualitativo. Os fios foram enrolados no suporte do equipamento da marca Marte e após, analisados visualmente.

O teste de seriplano foi realizado no laboratório L007 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Apucarana.

Após a coleta dos dados referente às qualidades dos fios, os mesmos foram manufaturados em um tear de malharia da empresa parceira com as especificações apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8: Informações do tear de malharia

Dados do tear em estudo	
Diâmetro (pol)	30
Finura	28
N° de voltas	1350
Peso do rolo (Kgs)	20,90 a 21,20
Alimentadores	96
Agulhas	2640
Tipo	Monofrontura
Fabricante	Mayer
Ano de fabricação	2007
Modelo	S4-3.2
Gaiola	Paralela
Título do fio em estudo	26/1 cardado
LFA fita 1	705
LFA fita 2	705
Pista utilizada	1 (meia malha)
Largura do tecido cru	1,20m +-2cm
Largura do tecido acabado	0,90m +-2cm
Gramatura cru (gr/m ²)	155-160
Gramatura acabado (gr/m ²)	170-175

Fonte: Autora, 2017

Produziu-se as malhas com os fios fornecidos pela empresa e identificou-se respectivamente como empresa 1, 2 e 3.

Após a malha produzida realizou-se os testes de qualidade na malha crua e, após o processo de beneficiamento realizou-se os testes de qualidade na malha tinta. Os resultados de gramatura, alongamento, resistência, densidade de carreira e colunas por centímetro e comprimento de ponto foram realizados em triplicata utilizando o software de estatística para análise.

O teste de pilling, qualitativo foi analisado empiricamente. Já cálculo de Fator de cobertura (F_c) foi realizado com o auxílio da fórmula e, por fim, os testes de análise de cor e solidez foram realizados via K/S. Determinados os valores de K/S foi possível plotar o gráfico para análise e interpretação.

O detalhamento dos procedimentos realizados para os testes de qualidade das malhas são:

Gramatura

Teste realizado nas malhas cruas e tintas, através do equipamento cortador circular de marca ICEQ e modelo manual, onde se retirou uma amostra de 10 cm² e fez-se a pesagem.

O teste de gramatura foi realizado no laboratório M107 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Apucarana.

Resistência e alongamento

Teste realizado nas malhas cruas e tintas no equipamento dinamômetro Maqtest, adaptado da Norma ABNT NBR 11912.

O teste de resistência e alongamento foi realizado no laboratório têxtil da Universidade Estadual de Maringá, no câmpus Goioerê.

Densidade de carreira/cm e colunas/cm

Teste realizado nas malhas cruas e tintas contando-se, com o auxílio de um conta fio, a quantidade de carreiras por centímetro e de colunas por centímetro em vários pontos da malha.

O teste de densidade foi realizado no laboratório L007 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Apucarana.

Comprimento de ponto (CP)

Teste realizado nas malhas cruas e tintas. Foram retiradas amostra de 30 x 30 cm, contado a quantidade de colunas, desmalhada a construção, retirado o frisado e medido o novo comprimento.

O teste de densidade foi realizado no laboratório L007 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Apucarana.

Pilling

Teste realizado nas malhas cruas e tintas. As malhas foram colocadas na parte externa dos tubetes, aderidas à sua superfície e postas no equipamento Pilling tester da marca texcontrol e modelo TC 180/4 com o tempo de 5h00, ou seja, 1800 ciclos, segundo orientação do manual do fabricante.

O teste de densidade foi realizado no laboratório L007 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Apucarana.

Fator de cobertura (Fc)

Cálculo realizado nas malhas cruas e tintas. Este cálculo possui relação direta com o comprimento do ponto (Cp) e mostra se o tecido terá melhor desempenho em estabilidade dimensional.

Utilizou-se a Equação 2 para o cálculo do fator de cobertura.

$$Fc = \frac{\sqrt{Tex}}{CP} \quad (2)$$

Onde:

Tex: Título do fio, em tex;

CP: Comprimento do ponto, em cm.

A transformação do título de Ne para Tex é apresentado pela Equação 3:

$$Tex = \frac{590,5}{Ne} \quad (3)$$

Análise de cor

Para a análise de cor determinou-se o valor do K/S e o mesmo foi utilizado com base no resultado do teste de refletância das malhas cruas e tintas. A

refletância foi medida no equipamento espectrofotômetro da marca Datacolor 550 TM no laboratório têxtil da Universidade Estadual de Maringá, câmpus Goioerê, e com seus resultados plotou-se o gráfico de comprimento de onda por relação K/S.

Solidez de cor a seco e a úmido

Para a análise de solidez a seco e a úmido foi utilizado o valor do K/S e que foi determinado a partir dos resultados das medidas de refletância das malhas cruas e tintas, secas e úmidas. A refletância foi medida no equipamento espectrofotômetro da marca Datacolor 550 TM no laboratório têxtil da Universidade Estadual de Maringá, câmpus Goioerê, e mediante seus resultados foi possível plotar o gráfico de comprimento de onda por relação K/S.

Após o levantamento dos dados das qualidades em estudo, utilizou-se o software R Studio da versão 3.4.3 para o tratamento dos dados quantitativos. O programa foi escolhido por ser gratuito e conter todas as ferramentas necessárias para análise dos dados.

Figura 8: Logo do software estatístico



Fonte: R-studio, 2018

Para o correto funcionamento do software, os dados quantitativos das qualidades dos fios, de cada uma das três empresas (1, 2 e 3), foram colocados em planilha de Excel, conforme modelo abaixo.

Quadro 9: Modelo de lançamento de dados

Empresa	Qualidade	Resultado
1	Título	A
1	Título	B
1	Título	C
1	Título	D
1	Título	E
1	Título	F
2	Título	G
2	Título	H
2	Título	I
2	Título	J
2	Título	K
2	Título	L
3	Título	M
3	Título	N
3	Título	O
3	Título	P
3	Título	Q
3	Título	R

Fonte: Autora, 2018

Médias seguidas por letras distintas em cada coluna diferem significativamente a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Foram realizados os mesmos procedimentos com cada uma das qualidades para este estudo. Com relação ao estudo das malhas, utilizou-se o mesmo modelo, entretanto em triplicata. Os dados foram compilados no software.

As análises de cor foram realizadas por meio do K/S, apresentados e discutidos nos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos das análises de qualidade das amostras das empresas 1, 2 e 3.

Primeiramente são apresentados os resultados dos fios, iniciando pelos quantitativos, através do software, após a análise de pilosidade pelo sH, a análise da estatística Uster e por fim, o qualitativo, pela análise visual.

Em seguida são apresentados os resultados das malhas cruas a tintas, também iniciando pelo quantitativo, através do software, posteriormente o qualitativo para o teste de pilling. Após, é apresentado o cálculo do Fc e, por fim, os gráficos de cor e solidez realizados nas malhas.

O Quadro abaixo apresenta a primeira análise geral dos índices e as qualidades compiladas e processadas pelo software estatístico, seguidos pela tabela com os resultados de cada qualidade.

Quadro 10: Resumo da Análise de Variância obtida pelo software

	Pr(>F)
Qualidade	$2e^{16}$
Empresa	0,00966

Fonte: Autora, 2018

Tendo como pressuposto a hipótese de igualdade entre as empresas considerando as qualidades já mencionadas, o resultado da Análise de Variância obtido pelo software, mostra através do Valor-P, Pr(>F), definido como uma função que está relacionada à probabilidade de não rejeitarmos a hipótese principal (também chamada de Hipótese Nula), com valores inferiores a 0,05 que há pelo menos uma empresa que difere das demais quanto às qualidades. A análise mostra que tanto a variável Qualidade quanto a variável Empresa apresentam, estatisticamente, diferença entre as qualidades e diferença entre empresas quando se analisa somente os indicadores de qualidade dos fios.

O resultado geral das qualidades dos fios, obtido através do software está apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Análise estatística para parâmetros de massa e dinanômetria

Qualidade	Empresa	Resultado	Grupo*
TÍTULO (Ne)	3	25,85	A
	2	25,06	A
	1	25,03	A
TORÇÃO (t/m)	3	1350,07	A
	1	1330,71	A
	2	1325,85	A
TENACIDADE (cN/Tex)	1	16,19	A
	3	14,32	AB
	2	14,02	B
ALONGAMENTO (%)	1	5,90	A
	3	5,86	A
	2	5,73	A

Fonte: Autora, 2018

Tabela 2: Análise estatística para parâmetros de regularidade dos fios

Qualidade	Empresa	Resultado	Grupo*
REGULARIDADE (%)	1	13,90	A
	2	12,62	B
	3	12,61	B
CVm (%)	1	17,79	A
	3	16,12	B
	2	16,01	B
CV1m (1m) %	3	6,38	A
	1	4,86	A
	2	4,34	A
P. FINOS (-50%)	1	40,00	A
	2	36,67	A
	3	10,00	A
P. GROSSOS (+50%)	1	632,00	A
	3	340,00	B
	2	230,00	B
NEPS (+200%)	1	530,00	A
	3	440,00	AB
	2	180,00	B
PILOSIDADE (valor absoluto)	3	4,30	A
	1	3,36	AB
	2	3,06	B
INDEX (-)	3	2,38	A
	1	2,16	A
	2	1,94	A
REL.CNT (%)	1	100,00	A
	2	100,00	A
	3	83,41	A

Fonte: Autora, 2018

*Médias seguidas por letras distintas em cada coluna diferem significativamente a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Médias seguidas por letras distintas em cada coluna diferem significativamente a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Ao se analisar um produto, sempre existirá uma variabilidade de suas características que são inerentes ao processo e quando se apresenta apenas variabilidade natural, diz-se que o mesmo está sob controle ou em estado de controle estatístico (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2011). Werkemena (2006) diz que as variações do processo estão relacionadas com matéria prima, condição dos equipamentos, métodos de trabalho, condições ambientais e as pessoas envolvidas. Portanto, busca-se nos processos têxteis deixar os produtos uniformes para que não haja variabilidade que cause deformação ou aspecto irregular no artigo têxtil.

Pode-se notar que com relação às qualidades de título, torção, alongamento, CV1m, pontos finos, index e rel. cnt, as empresas 1, 2 e 3 são estatisticamente iguais, ou seja, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre elas.

Com relação às qualidades de regularidade, CVm e pontos grossos, a empresa 1 apresenta a maior média e é diferente das empresas 2 e 3, que, pelo teste, são estatisticamente iguais. A qualidade de tenacidade e neps, das empresas 1 e 2 são estatisticamente diferentes, sendo que a empresa 1 apresenta média superior para ambas as qualidades. Por fim, a qualidade de pilosidade da empresa 3 é estatisticamente diferente da empresa 2, sendo a empresa 2 aquela que apresenta menor média.

Nesta comparação é possível notar que de 13 indicadores analisados, 7 são estatisticamente iguais entre as empresas, ou seja, pouco mais da metade dos indicadores são semelhantes, o que mostra que em patamar de qualidade são similares, considerando os parâmetros avaliados.

As principais diferenças se encontram na empresa 1. Ela apresenta maior índice de pontos grossos, que pode acarretar problemas nos processos de malharia, apresentando irregularidade visual no artigo têxtil e ainda a possibilidade de quebra de agulha. Também apresentou maior indicador de regularidade, em outras palavras, quanto maior o número apresentado, menos regular é o fio. Em suma, a empresa 1 possui menos regularidade e maior indicador de pontos grossos que as demais empresas.

As qualidades de tenacidade e neps das empresas 1 são diferentes da empresa 2 e, a empresa 3 pode ser classificada com o mesmo nível de qualidade da

empresa 1 ou da empresa 2. Para a análise da tenacidade da empresa 1, quanto maior for o resultado, melhor é a tenacidade do fio, sendo assim um fator positivo em seu desempenho. Todavia, o maior indicador de neps da empresa 1, que são pontos grossos acima de 200% do valor normal, se configura como fator negativo, uma vez que podem ocorrer quebras de agulhas no tear, bem como a formação de defeitos físicos no tecido de malha. Já a empresa 2, nesta variável demonstrou melhor indicador que as demais empresas, apresentando a média mais baixa, e, portanto, configurando como ótimo desempenho para o fio.

A qualidade de pontos finos também deve ser analisada com cuidado, mesmo sendo indicado que são estatisticamente iguais. Quanto maior o índice de pontos finos no fio maior probabilidade de ruptura na malharia, barramento visual e tintorial na malha, sendo uma variável muito importante no processo.

Em suma, as empresas possuem bons indicadores de qualidade em alguns requisitos e outros indicadores de qualidade não tão bons. Quanto maior índice de características positivas no fio, melhor será seu desempenho.

Por último, a pilosidade da empresa 3 é estatisticamente diferente da empresa 2, apresentando média superior. Nos fios de malharia, quanto maior indicador de pilosidade tiver no fio, maior será a maciez do tecido de malha formado, entretanto, os mesmos devem ser uniformes. Se a pilosidade não estiver regular poderá ocorrer futuramente na malha a formação de pilling proporcionando aspecto de desgaste. O indicador de regularidade da pilosidade é o SH do teste de regularidade e o resultado da análise de pilosidade está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Uniformidade da pilosidade

Fios	Empresa 1 (-)	Empresa 2 (-)	Empresa 3 (-)
1	2,230	2,100	2,440
2	2,150	2,190	2,390
3	2,210	2,170	2,330
4	2,200	2,150	2,370
5	2,350	2,100	2,560
6	2,370	2,200	2,630
Média	2,252	2,152	2,453
Coefficiente de variação (%)	3,92	2,02	4,79

Fonte: Autora, 2018

A Tabela 3 mostra que a variação da empresa 2 é menor, ou seja a pilosidade tende a ser mais regular enquanto que a empresa 3 a pilosidade tende a ser mais irregular, neste último podendo a malha apresentar futuramente pilling.

Com base nos dados quantitativos, o indicador de pilosidade ainda pode ser observado qualitativamente por meio de uma análise visual com o equipamento seriplano.

Figura 9: Análise visual da Empresa 1



Fonte: Autora, 2017

Figura 10: Análise Visual da Empresa 2



Fonte: Autora, 2017

Figura 11: Análise visual da Empresa 3



Fonte: Autora, 2017

Por ser uma análise visual e cada pessoa possui uma percepção diferenciada, a utilização do seriplano se torna uma análise subjetiva de observador para observador e varia conforme a posição, contraste do fundo, intensidade, tipo de luz e outros fatores.

Entretanto, é possível observar que a Empresa 3 apresenta pilosidade não uniforme, já a empresa 2 apresenta pilosidade mais homogênea. Esta análise foi comprovada pelo teste de pilosidade realizado pelo regularímetro e pela análise de SH apresentados.

Para atestar a qualidade das fiações analisadas, usou-se o indicador *Uster statistics*, que atesta a qualidade das fiações em nível mundial. As Figuras 12,13 e 14 apresentam alguns indicadores analisados pela estatística Uster.

Figura 12: Análise Uster Estatística da Empresa 1

Yarn Quality Tables

Material: 100% Cotton
 Process: ring yarn, carded, bobbins, knitting
 Count: 26.0 Ne

5% and less	6% to 25%	26% to 50%	51% to 75%	76% to 95%	Above 95%
Parameter	Description	USP™	Value	Unit	
Count Variation - USTER® TESTER					
CVcb	Coefficient of variation of count between				%
Mass Variation - USTER® TESTER					
CVm	Coefficient of variation of mass	>95	17.79		%
CVm 1m	Coefficient of variation of mass	74	4.86		%
CVm 3m	Coefficient of variation of mass				%
CVm 10m	Coefficient of variation of mass				%
CVmb	Coefficient of variation of mass between				%
Imperfections - USTER® TESTER					
Thin -40%	Thin places per 1000 m				1/1000m
Thin -50%	Thin places per 1000 m	94	40.0		1/1000m
Thick +35%	Thick places per 1000 m				1/1000m
Thick +50%	Thick places per 1000 m	>95	632.0		1/1000m
Neps +140%	Neps per 1000 m				1/1000m
Neps +200%	Neps per 1000 m	91	530.0		1/1000m
Neps +280%	Neps per 1000 m			N/S	
Hairiness - USTER® TESTER					
H	Hairiness	<5	3.36		

Fonte: Autores, 2018

Figura 13: Análise Uster Estatística da Empresa 2

Yarn Quality Tables

Material: 100% Cotton
 Process: ring yarn, carded, bobbins, knitting
 Count: 26.0 Ne

5% and less	6% to 25%	26% to 50%	51% to 75%	76% to 95%	Above 95%
Parameter	Description	USP™	Value	Unit	
Count Variation - USTER® TESTER					
CVcb	Coefficient of variation of count between				%
Mass Variation - USTER® TESTER					
CVm	Coefficient of variation of mass	73	16.01		%
CVm 1m	Coefficient of variation of mass	52	4.34		%
CVm 3m	Coefficient of variation of mass				%
CVm 10m	Coefficient of variation of mass				%
CVmb	Coefficient of variation of mass between				%
Imperfections - USTER® TESTER					
Thin -40%	Thin places per 1000 m				1/1000m
Thin -50%	Thin places per 1000 m	92	36.67		1/1000m
Thick +35%	Thick places per 1000 m				1/1000m
Thick +50%	Thick places per 1000 m	72	230.0		1/1000m
Neps +140%	Neps per 1000 m				1/1000m
Neps +200%	Neps per 1000 m	39	180.0		1/1000m
Neps +280%	Neps per 1000 m		N/S		
Hairiness - USTER® TESTER					
H	Hairiness	≤5	3.06		

Fonte: Autores, 2018

Figura 14: Análise Uster Estatística da Empresa 3

Yarn Quality Tables

Material: 100% Cotton
 Process: ring yarn, carded, bobbins, knitting
 Count: 26.0 Ne

5% and less	6% to 25%	26% to 50%	51% to 75%	76% to 95%	Above 95%
Parameter	Description	USP™	Value	Unit	
Count Variation - USTER® TESTER					
CVcb	Coefficient of variation of count between				%
Mass Variation - USTER® TESTER					
CVm	Coefficient of variation of mass	75	16.12		%
CVm 1m	Coefficient of variation of mass	>95	6.38		%
CVm 3m	Coefficient of variation of mass				%
CVm 10m	Coefficient of variation of mass				%
CVmb	Coefficient of variation of mass between				%
Imperfections - USTER® TESTER					
Thin -40%	Thin places per 1000 m				1/1000m
Thin -50%	Thin places per 1000 m	51	10.0		1/1000m
Thick +35%	Thick places per 1000 m				1/1000m
Thick +50%	Thick places per 1000 m	87	340.0		1/1000m
Neps +140%	Neps per 1000 m				1/1000m
Neps +200%	Neps per 1000 m	83	440.0		1/1000m
Neps +280%	Neps per 1000 m		N/S		
Hairiness - USTER® TESTER					
H	Hairiness	≤5	4.3		

Fonte: Autores, 2018

Quanto mais próximo do indicador “5%”, representado em azul, significa que apenas 5% ou menos das empresas do mundo possuem esse desempenho de qualidade, e, quanto mais próximo do indicador “Acima de 95%” significa que mais de 95% das empresas do mundo possuem esse desempenho de qualidade. Sendo assim, o ideal são os indicadores ficarem próximos de 5%.

É possível, portanto, afirmar que a empresa 2 possui melhores índices de qualidade que a empresa 3 e, que esta última possui indicadores de qualidade melhor que a empresa 1.

Quase todas as qualidades analisadas encontram-se acima de 51%, ou seja, mais da metade da produção mundial de fios de algodão possuem qualidade superior em comparação com as empresas deste estudo. Nesta sistemática, tais empresas precisam aprimorar seu processo de forma a melhorar seus indicadores para fornecer um fio mais confiável a nível mundial.

Finalizado a interpretação dos resultados dos fios, iniciaram-se os estudos das malhas.

A Tabela 4 apresenta a análise geral dos índices e as qualidades compiladas e processadas pelo software estatístico dos dados quantitativos das malhas cruas e tintas, seguidos pela tabela com os resultados de cada qualidade.

Tabela 4: Resumo da Análise de variância obtida pelo software – malha cru e tinta

Análise	Malha tinta Pr(>F)	Malha tinta Pr(>F)
Qualidade	2e ¹⁶	2e ¹⁶
Empresa	0,0335	0,0335

Fonte: Autora, 2018

Tendo como pressuposto a hipótese de igualdade entre as empresas considerando as qualidades já mencionadas, o resultado da Análise de Variância obtido pelo software, mostra através do Valor-P, Pr(>F), definido como uma função que está relacionada a probabilidade de não rejeitarmos a hipótese principal (também chamada de Hipótese Nula), com valores inferiores a 0,05 que há pelo menos uma empresa que difere das demais quanto às qualidades. A análise mostra que tanto a variável Qualidade quanto a variável Empresa apresentam,

estatisticamente, diferença entre as qualidades e diferença entre empresas quando se analisa somente os indicadores de qualidade das malhas cruas e tintas.

O resultado geral das qualidades das malhas cruas, obtido pelo software está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Resultado do software das malhas cruas

Qualidade	Empresa	Resultado	Grupo
GRAMATURA (gr/m²)	2	183,967	A
	1	183,767	A
	3	174,100	A
DENSIDADE (carreiras/cm)	3	23,333	A
	1	22,667	A
	2	22,667	A
DENSIDADE (colunas/cm)	2	13,000	A
	1	12,667	A
	3	12,667	A
TENACIDADE (Cn/Tex)	1	25,800	A
	3	18,737	A
	2	17,853	A
ALONGAMENTO (%)	3	114,920	A
	1	114,801	A
	2	108,860	A
CP PONTO (cm)	2	0,287	A
	1	0,283	AB
	3	0,272	B

Fonte: Autora, 2018

Analisando as qualidades é possível observar que das 6 qualidades analisadas, 5 são estatisticamente iguais divergindo apenas o indicador de comprimento de ponto.

O teste de comprimento de ponto é realizado com uma amostra previamente definida, desmalhada sua construção, retirado o frisado e medido o novo comprimento. Por ser um teste totalmente feito manual sua confiança não é total e tratando de valores muito baixos, tal diferença não apresenta influência significativa no processo.

Portanto, mesmo com algumas diferenças das qualidades analisadas dos fios, as malhas cruas se mostraram quase totalmente homogêneas estatisticamente, sendo, portanto, um bom indicador de uniformidade e qualidade até esta etapa.

Ao se fazer uma análise visual entre as malhas, não é possível distinguir a matéria prima utilizada para a confecção das malhas.

A Tabela 6 apresenta os resultados das qualidades das malhas tintas, obtida com o auxílio do software.

Tabela 6: Resultado do software das malhas tintas

Qualidade	Empresa	Resultado	Grupo
GRAMATURA (g/m²)	1	185,300	A
	2	184,800	AB
	3	181,433	B
DENSIDADE (carreiras/cm)	1	20,333	A
	3	20,333	A
	2	20,000	A
DENSIDADE (colunas/cm)	1	14,333	A
	3	14,000	A
	2	13,667	A
TENACIDADE (Cn/Tex)	2	29,297	A
	1	25,733	A
	3	20,440	A
ALONGAMENTO (%)	1	98,020	A
	2	89,623	A
	3	85,193	A
CP PONTO (cm)	2	0,283	A
	3	0,278	AB
	1	0,273	B

Fonte: Autora, 2018

Ao analisar os dados quantitativos das malhas tintas nota-se que as qualidades que são divergentes são o comprimento de ponto (Cp) e a gramatura.

Com relação ao comprimento de ponto nota-se que nas malhas tintas as empresas 2 e 1 são diferentes. Esta diferença não possui alteração no processo, visto ser um valor muito pequeno e próximo. Ou seja, visualmente, é imperceptível identificar diferenças nas malhas formadas pelo material dos 3 fornecedores distintos.

Com relação a qualidade de gramatura, a empresa 1 é igual a empresa 2, porém diferente da empresa 3. Isso pode ser ao fato da empresa 1 ter maior

quantidade de pontos grossos nos fios e durante o processo de tingimento e beneficiamento, absorver maior quantidade de corante, aumentando assim sua gramatura.

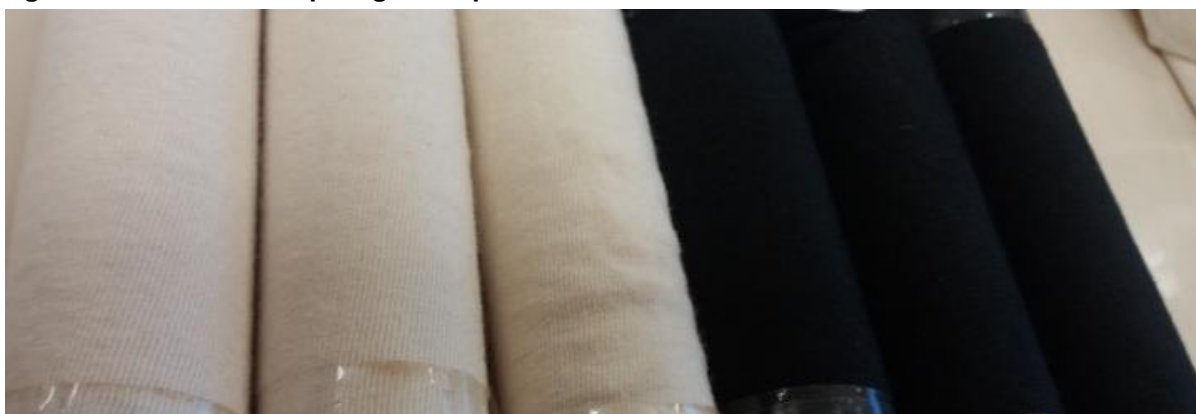
Mesmo com duas qualidades divergindo, ao analisar o processo como um todo, tal diferença se torna pequena para o processo.

Além das análises quantitativas, foi possível realizar uma análise qualitativa de análise de pilling para as malhas.

Após a realização do teste foi possível analisar visualmente o resultado comparando com uma escala do fabricante. A escala se inicia em 1, sendo 1 com maior quantidade de pilling e finaliza em 5, com menor quantidade de pilling, e portanto com maior indicador visual de qualidade.

As imagens a seguir apresentam, respectivamente, as malhas cruas e tintas das empresas 1, 2 e 3 após o teste.

Figura 15: Resultado de pilling da empresa 1



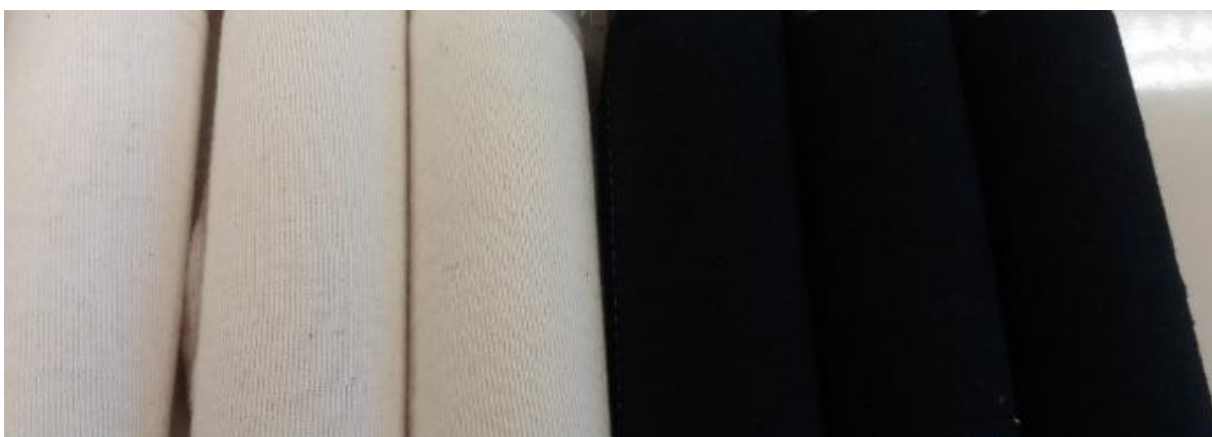
Fonte: Autora, 2017

Figura 16: Resultado de pilling da empresa 2



Fonte: Autora, 2017

Figura 17: Resultado de pilling da empresa 3



Fonte: Autora, 2017

Com base na escala, foi possível afirmar que as malhas apresentaram níveis satisfatórios, sendo todas as malhas, cruas e tintas, se enquadrando no indicador número 5.

Esse bom resultado provavelmente deve-se ao fato de que ambas as malhas, cruas e tintas, apresentaram conjunto de qualidade semelhante.

Após, foi possível realizar o cálculo do fator de cobertura seguindo o procedimento descrito no tópico de metodologia. O quadro 11 apresenta os resultados.

Quadro 11: Cálculo do fator de cobertura das malhas

Empresa	Título (Nm)	Título (Tex)	Cp ponto (cru)	Cp ponto (tinto)	Fator de cobertura (cru)	Fator de cobertura (tinto)	% redução
1	25,65	23,00	0,28	0,27	16,87	17,78	0,90
1	24,91	23,68	0,28	0,27	17,28	17,81	0,53
1	25,30	23,32	0,28	0,27	17,10	17,90	0,80
1	24,22	24,36	0,28	0,27	17,53	18,14	0,61
1	24,51	24,08	0,28	0,27	17,27	17,96	0,69
1	25,61	23,04	0,28	0,27	17,05	17,60	0,55
2	24,54	24,04	0,29	0,28	17,09	17,21	0,12
2	25,65	23,00	0,29	0,29	16,72	16,77	0,05
2	25,17	23,44	0,29	0,28	16,96	16,99	0,04
2	24,79	23,80	0,29	0,29	16,85	17,06	0,20
2	25,47	23,16	0,29	0,28	16,70	17,10	0,40
2	24,75	23,84	0,29	0,28	17,10	17,28	0,18
3	25,97	22,72	0,27	0,29	17,59	16,40	-1,19
3	25,09	23,52	0,27	0,28	17,81	17,38	-0,43
3	24,96	23,64	0,27	0,28	17,89	17,57	-0,32
3	27,26	21,64	0,27	0,28	17,00	16,74	-0,26
3	26,29	22,44	0,27	0,28	17,31	17,05	-0,26
3	25,56	23,08	0,27	0,28	17,55	17,29	-0,27

Fonte: Autora, 2018

É possível observar, nas empresas 1 e 2 que o Cp diminui do processo cru para o tinto e, conseqüentemente o fator de cobertura aumentou, devido aos processos físicos e químicos que ocorrem no beneficiamento e tingimento.

Entretanto, a empresa 3 possuiu comportamento oposto, ou seja, o Cp aumentou do processo cru para o tinto, e conseqüentemente o fator de cobertura decresceu. Esse resultado pode ser justificado pelos processos físicos e químicos que os tecidos de malhas sofrem no setor de beneficiamento e tingimento, bem como algumas variáveis ambientais.

O encolhimento de um tecido se dá, normalmente, devido à relaxação das tensões aplicadas no processo de malharia ou, por exemplo, a secagem realizada para remover água do tecido de malha pelo processo de condução que podem alterar superficialmente os têxteis, provocando encolhimento na direção transversal do tecido (ARAÚJO, CASTRO; 1987).

A umidade do tecido após o encolhimento, ou seja, após o processo da calandragem é essencial no processo. Tecidos antes da calandra ressecados, após, podem alongar-se com o ganho de umidade ambiental.

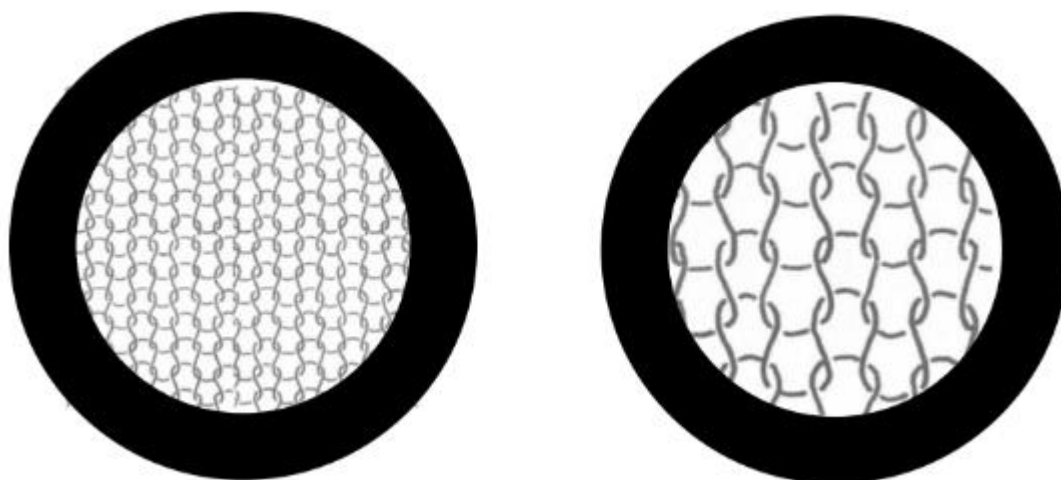
Portanto, existem várias possibilidades que devem ser controladas no beneficiamento e que podem alterar o encolhimento ou não de um artigo.

A norma brasileira NBR 10591 Materiais têxteis – Determinação da gramatura de superfícies têxteis fala que a tolerância de gramatura é de $\pm 5\%$ e ao se analisar a gramatura da malha crua a diferença está acima de 5%, entretanto, após o processo de beneficiamento, a gramatura encontra-se dentro da tolerância estabelecida pela norma.

Mesmo a empresa 3 apresentando uma pequena variação comparada com as empresas 1 e 2, tal diferença não é perceptível visualmente no processo e também nos processos subsequentes.

A Figura 18 apresenta 2 configurações de malha com relação ao comprimento de ponto.

Figura 18: Densidade da malha



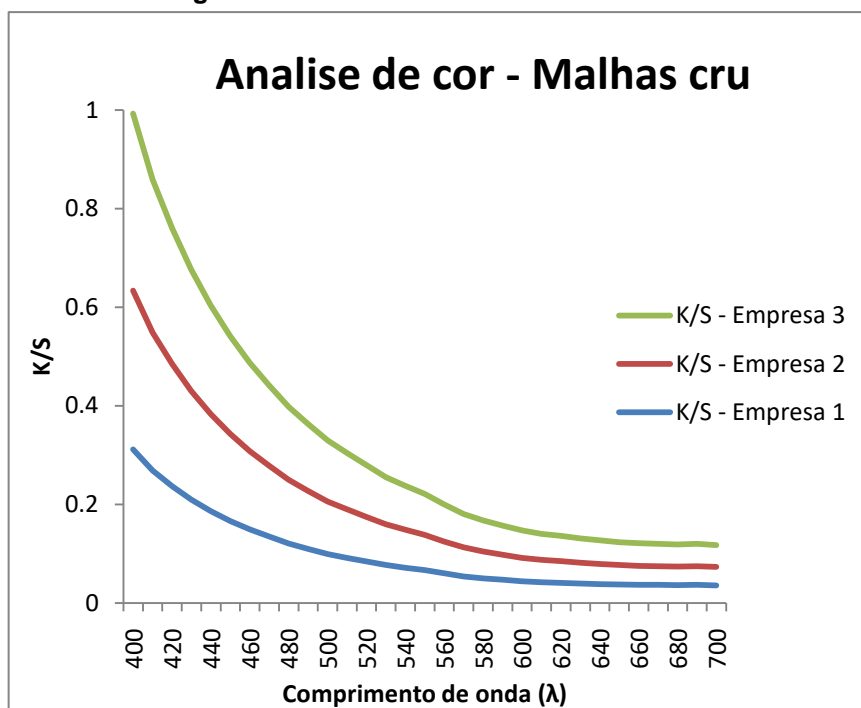
Fonte: Ribeiro, 2018

A esquerda tem-se uma malha com maior densidade, maior o fator de cobertura, maior gramatura e conseqüentemente menor comprimento de ponto. Já a direita, o oposto.

Este comportamento é de grande importância na malharia, pois interfere diretamente nas características físicas da malha. Como foi verificado, tais diferenças nas malhas em estudos estão dentro da norma NBR 10591.

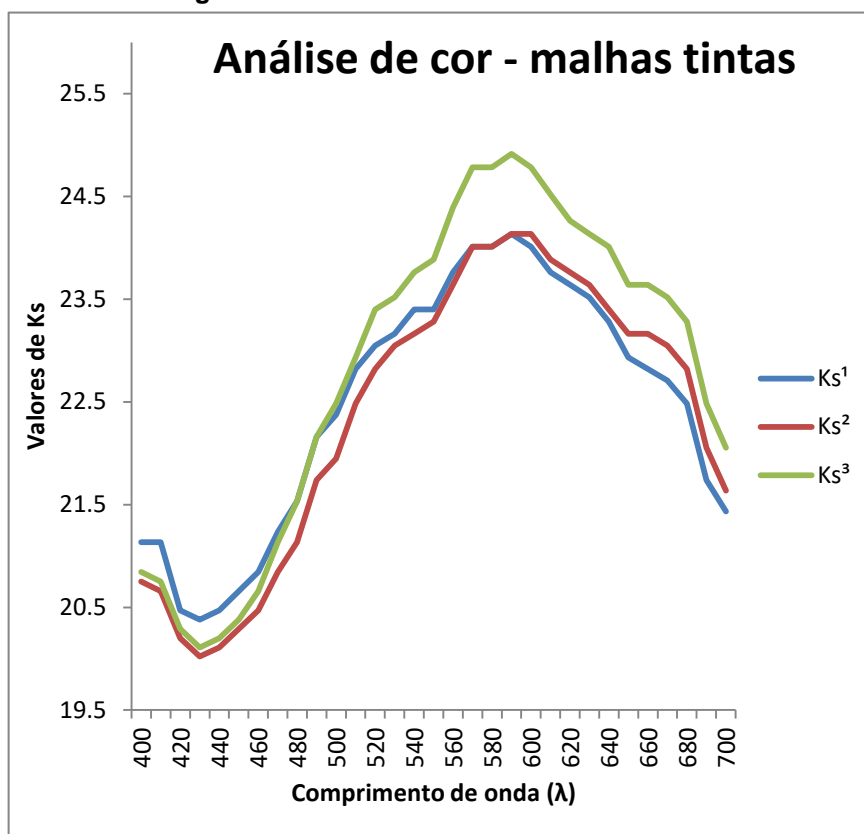
Por fim, são apresentados e interpretados os gráficos de análise de cor das malhas cruas e tintas, seguidos pelos gráficos de solidez à seco e solidez à úmido. Ambos foram calculados através do K/S.

Figura 19: Análise de cor das malhas cruas



Fonte: Autora, 2018

Figura 20: Análise de cor das malhas tintas



Fonte: Autora, 2018

Sabendo que quanto maior o valor de K/S menor é a refletância, pode-se interpretar a análise de cor das malhas cruas que a empresa 3 possuía uma coloração menos branca quanto as demais empresas. Isso se deve ao fato de que o fio de algodão, por ser natural, não possui uma coloração definida de branco, sofrendo então nuances. Portanto a empresa 1 apresentou melhor indicador de cor do fio enquanto a empresa 3 o oposto.

Já ao se realizar a análise de cor nas malhas tintas ocorre um pico decrescente em 440 λ , na região do azul e aumento do valor de K/S até a faixa de aproximadamente 580 λ , na região do amarelo e, depois uma curva decrescente em 700 λ , na região do preto, coloração final do artigo têxtil.

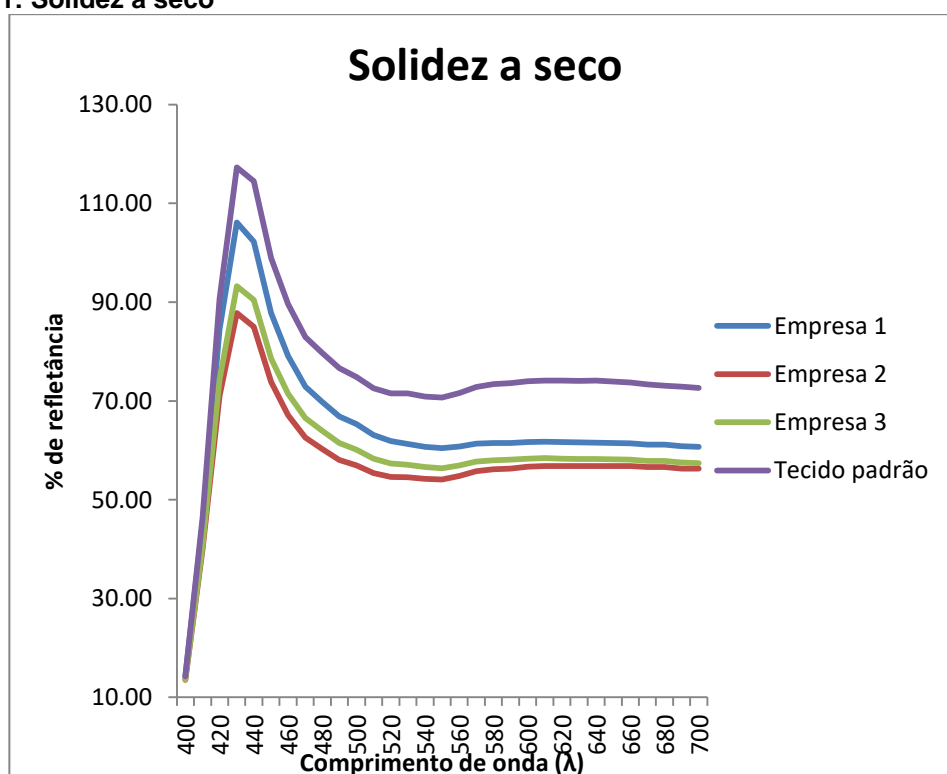
Como se pôde observar, a empresa 3 possui o maior valor de K/S enquanto a empresa 2 o menor, comportando-se semelhante ao gráfico anterior.

No produto final, mesmas as curvas de refletância parecidas, a empresa 3 possuiu intensidade colorista de preto superior a empresa 2 e a empresa 1. Tal análise é imperceptível sem a utilização de equipamentos específicos. Todavia, caso

ocorra mistura de malha no processo de confecção, subsequente à malharia, dependendo do delta de variação da refletância, pode ocorrer nuances diferentes na peça confeccionada, se tornando segunda qualidade ou em caso mais problemático, caso haja mistura de fornecedores ou lotes na confecção da malha, dependendo do delta de refletância, pode-se encontrar partes da malha com nuances variados, se tornando assim, um problema mais complexo a ser evitado. Entretanto, nas amostras desse estudo, visualmente é impossível identificar nuances diferentes entre os tecidos de malhas, podendo as malhas serem classificadas como iguais em intensidade colorística ao se realizar a análise visual.

As Figuras 21 e 22 apresentam os resultados para o teste de solidez a seco e a úmido, respectivamente.

Figura 21: Solidez a seco



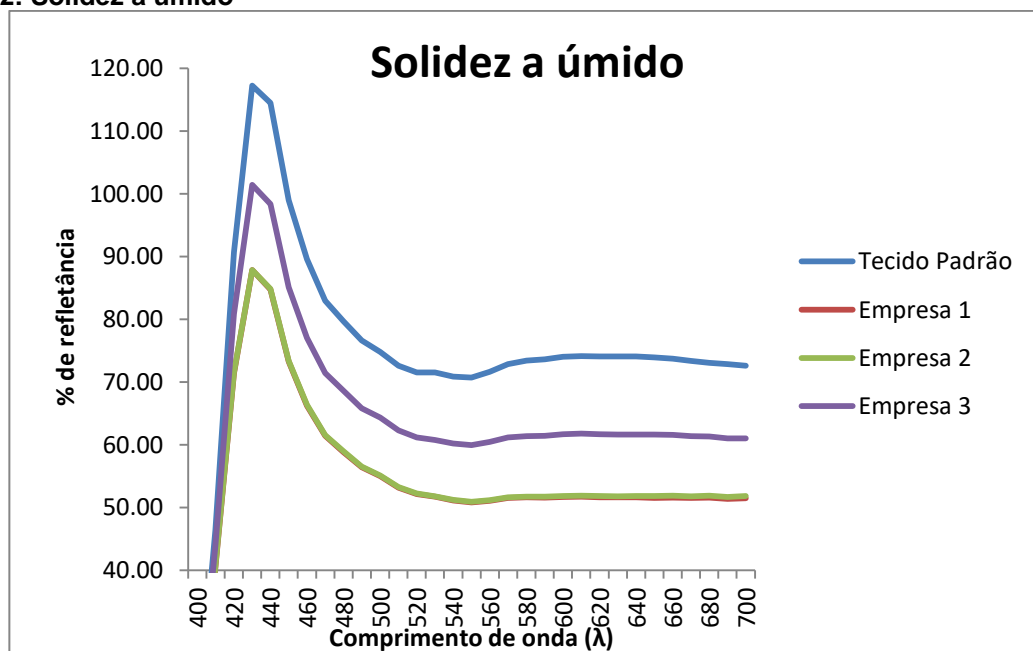
Fonte: Autora, 2018

O gráfico de solidez a seco mostra a resistência que um corante possui contra agentes externos quando analisado o têxtil em condições secas.

Em roxo é possível analisar e observar o comportamento do tecido padrão em diversos comprimentos de ondas (λ). É possível notar que a empresa 1 possui

solidez a seco um pouco inferior as empresas 2 e 3, devido ter um percentual de refletância superior e, que estas últimas se comportam praticamente iguais. Portanto a empresa 2 e 3 possui maior solidez contra agentes externos em situações secas. Todavia, tal variação como vista no gráfico, é muito sutil, sendo praticamente impossível de identificar com análise visual.

Figura 22: Solidez a úmido



Fonte: Autora, 2018

Já o gráfico de solidez a úmido mostra a resistência que um corante possui contra agentes externos quando analisado o têxtil em condições úmidas.

É possível observar que a empresa 3 possui maior índice de refletância, ou seja, possui menos resistência em situações úmidas do tecido de malha manter sua coloração. Já as empresa 1 e 2 se comportam praticamente iguais nas mesmas condições.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como propósito compreender o quanto a qualidade dos fios de diferentes fornecedores variam e qual essa influência para um gerenciamento de uma malharia. Por tal motivo foram realizados os testes de controle de qualidade nos fios, nas malhas cruas e nas malhas tintas e comparados os resultados.

Foi possível observar que em patamares de qualidade, as 3 empresas são majoritariamente semelhantes em alguns aspectos, divergindo, de forma prevista, em outros, pois no processo de produção do fio de algodão é sabido que as características não são semelhantes, nem mesmo quando se compara lote para lote dentro de uma empresa de fiação, quanto mais a comparação entre empresas. Portanto, se pode inferir que em nível de produção de fiação de algodão, as 3 empresas são muito próximas com relação as qualidades de seus produtos, salvo as qualidades mais críticas do processo de fiação que são os pontos finos, pontos grossos e neps.

O mesmo ocorre com a malharia, onde a similaridade fica ainda mais visível no qual as divergências analisadas, em termos de processo, não tendem a ocasionar impactos significativos nos processos posteriores.

Em comparação da qualidade das empresas de fiação deste estudo com a análise Uster Estatística, as três empresas carecem de aprimoramento em seus processos produtivos no intuito de elevar seus padrões de qualidade a nível mundial.

Vale ressaltar que as análises feitas sem o auxílio de um equipamento específico se tornam um tanto quanto subjetivas, por estarem mais suscetíveis ao erro, como é o caso do comprimento do ponto.

Em suma, este trabalho apresentou que as empresas de fiação estão com padrões majoritariamente semelhantes de qualidade, e tendo uma matéria prima de qualidade, e uniforme, os processos subseqüentes tendem ao mesmo. Portanto, fica a cargo das malharias julgar o melhor processo com relação aos seus fornecedores, seja no quesito racional para ter parceria e facilidade, quanto no quesito aumentar, haja vista que em termos de uniformidade as características são majoritariamente semelhantes.

Para os futuros estudos, aconselha-se diversificar a empresa de malharia, bem como os fornecedores e malhas, além da quantidade de ensaios. O mesmo vale para as análises colorísticas para se obter maior conhecimento neste processo.

Aconselha-se a fazer também, o mapeamento do processo de beneficiamento, aqui neste trabalho não considerado para entender a influência deste na malha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETO, Pedro Pita. **Fibras Têxteis**. Rio de Janeiro: Senai/cetiqt, 1996.

AHMED, Aasim. **A catalogue of visual textile defects**. Disponível em: <<https://aasimahmed.files.wordpress.com/2008/05/catalogue-of-visual-textile-defects-aasim-ahmed.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2017.

ALCÂNTARA, M. R.; DALTON, D.. A química do processamento têxtil. **Química Nova**, São Paulo, v. 19, n. 3, p.320-330, 19 out. 1995.

ALMEIDA, Mário de Souza. **Elaboração de projeto, TCC, dissertação e tese: Uma abordagem simples, prática e objetiva**. São Paulo: Atlas, 2011.

ARAÚJO, M. D. De.; CASTRO, E. M. de M. e. **Manual de engenharia têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, V. 2,1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 105-C06: Têxteis – Ensaio de solidez da cor, Parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13214: Materiais Têxteis – Determinação do título de fios. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 139: Têxteis – Atmosferas-padrão para condicionamento e ensaio. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11912: Materiais têxteis – Determinação da resistência à tração e alongamento de tecidos planos (tira) em dinamômetro tipo CRT. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 139: Têxteis – Atmosferas-padrão para condicionamento e ensaio. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO (Brasília). **Algodão no mundo**. 2017. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx>>. Acesso em: 25 set. 2017.

BATISTA, Fabiana. O uso de algodão voltará a cair no Brasil este ano. **Valor Econômico**. São Paulo. 28 jan. 2015.

BECHARA, Evanildo. **Dicionário da Língua Portuguesa Evanildo Bechara: Atualizado pelo novo acordo ortográfico 51.210 entradas (verbetes e locuções)**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2011.

BERLIN, Llyan Guimarães. A indústria têxtil brasileira e suas adequações na implementação do desenvolvimento sustentável. **ModaPalavra**. Florianópolis, v.7, n. 13 p. 15-45, jan./jun.,2014.

CAMPOS, A. C. De; PAULA, N. M. de. A indústria têxtil brasileira em um contexto de transformações mundiais. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 37, n. 4 p. 592-608, out./dez., 2006.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco (Org.). **Gestão da qualidade: Teoria e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CENTRO DE REFERENCIA PARA ENSINO DE FÍSICA (Rio Grande do Sul). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Nem toda cor está no espectro visível! Como pode ser isso?** 2010. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=nem-toda-a-cor-esta-no-espectro-visivel-como-pode-ser-isso>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

CHEREM, Luiz Felipe Cabral. **Um modelo para a predição da alteração dimensional em tecidos de malha em algodão**. 2004. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

COELHO, A. B. A cultura do algodão e a questão de integração entre preços internos e externos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v. 42, n. 1, jan./fev., 2004.

CORDELLA. **Radiação, energia e ondas: Conceitos fundamentais**. 2018. Disponível em: <http://www.profcordella.com.br/unisanta/textos/fqa22_radiacao_energia_onda.htm>. Acesso em: 21 abr. 2018.

COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugenio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CHATAIGNIER, Gilda. **A fio: Tecidos, moda e linguagem**. São Paulo: Estação das Letras, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, Marelene. Colheita de algodão faz Brasil dar salto na exportação: A colheita de algodão no Brasil deverá chegar a 1,5 milhão de toneladas na safra atual. Produção é 20% maior que a última. **Em.com.br**. Belo Horizonte. 24 jul. 2017. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2017/07/24/internas_economia,886038/colheita-de-algodao-faz-brasil-dar-salto-na-exportacao.shtml>. Acesso em: 19 set. 2017.

GURGEL, Floriano do Amaral. **Logística Industrial**. São Paulo: Atlas, 2010.

JURAN, Joseph. M.. **A qualidade desde o projeto: Novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

LAVADO, Fidel Eduardo Lockuán. **V. La Industria textil y su control de calidad: Tintorería.** Manual técnico, 2012. 165 p.

MONTGOMERY, Douglas C.. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

OTANI, Francisco Antonio Pereira Nilo. **TCC: métodos e técnicas.** 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: Teoria e prática.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: História, tramas, tipos e usos.** 3. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

RAY, Sadhan Chandra. **Fundamentals and advances in knitting technology.** New Delhi: Woodhead Publishing India, 2012.

RIBEIRO, Fabia Regina Gomes. **Tingimento de fibra 100% algodão com corante direto, utilizando líquidos iônicos práticos.** 2016. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

R-STUDIO. **R-studio.** Disponível em: <<https://www.rstudio.com/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SALEM, Vidal. **Tingimento textile: Fibras, Conceitos e Tecnologias.** São Paulo: Golden Tecnologia, 2010.

SALEM, Vidal; MARCHI, Alessandro de; MENEZES, Felipe Gonçalves de. **O beneficiamento têxtil na prática.** São Paulo: Golden Química do Brasil, 2005.

SENAI. **Manual técnico: Têxtil e Vestuário, fios têxteis.** https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual2_fios/1?ff=true&e=13219499/34555524. Acesso em: 06 set. 2017.

SENAI-SP. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Malharia: Têxtil.** São Paulo: Senai-SP Editora, 2015. 171 p.

SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 7., 2004, Rio de Janeiro. **Tolerância de cor da indústria têxtil.** Rio de Janeiro: Spolm, 2004. 16 p.

USTER® STATISTICS. **Application Report.** Suíça, 2013. Disponível em: https://www.uster.com/fileadmin/stats_data_2013V1/PDF/Easy%20User%20Guide.pdf

VASCONCELOS, Fernando Barros de. **Influência dos parâmetros de regulação de máquinas nas características físicas de malhas de poliamida/elastano.** 2012. 163 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VIGO, Tryone L. **Textile processing and properties:** Preparation, Dyeing, finishing and Performance. New Orleans: Elsevier, 1994.

WALSH, Penny. **The yarn book:** How to understand, design and use yarn. London: A & C Black Publishers, 2006.

ZONDA, Carmine Mezza Paola. **Knitting:** Reference book of textile technologies. 2. ed. Miliano: Acimid, 2002.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis sigma:** Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Elsevier, 2006.