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

PAULO SÉRGIO SALVI

**A influência dos detergentes em pó comercial na solidez da cor à lavagem
doméstica dos substratos têxteis.**

São Paulo
2018

PAULO SÉRGIO SALVI

**A influência dos detergentes em pó comercial na solidez da cor à lavagem
doméstica dos substratos têxteis.**

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.

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 29 de novembro de 2017. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Área de Concentração:

Materiais e Processos Têxteis.

Orientador:

Prof. Dr. Maurício de Campos Araújo

São Paulo

2018

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)
CRB-8 4625

Salvi, Paulo Sérgio

A influência dos detergentes em pó comercial na solidez da cor à lavagem doméstica dos substratos têxteis / Paulo Sérgio Salvi ; orientador, Maurício de Campos Araújo. – 2018
150 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, em 2017
Versão corrigida

1. Tecidos (Indústria têxtil). 2. Cor – Alteração 3. Fibras têxteis. 4. Detergentes - Uso. I. Araújo, Paulo Sérgio, orient.
II. Título.

CDD 22.ed. – 677.02

Nome: SALVI, Paulo Sérgio

Título: A influência dos detergentes em pó comercial na solidez da cor à lavagem dos substratos têxteis

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:

Materiais e Processos Têxteis.

Aprovado em: 29/11/2017

Banca Examinadora

Prof. Dra. Cátia Rosana Lange
de Aguiar

Instituição: Universidade Federal de
Santa Catarina

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dra. Camilla Borelli

Instituição: Centro Universitário FEI

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dra. Valquíria Aparecida
dos Santos Ribeiro

Instituição: Universidade Tecnológica
Federal do Paraná

Julgamento: _____

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada esposa Luciana, as minhas amadas filhas Mayara e Nicolý. Aos meus pais, Aparecida e Aparecido (*In Memoriam*) que apesar da pouca instrução, foram inovadores, e sempre me apoiaram e incentivaram nos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado as forças necessárias para terminar mais esta etapa da minha vida. Depois à minha família, esposa e filhas, que apesar de sentirem minha falta, não me cobraram esta ausência, pois sabiam tratar-se de um projeto da família, por me entenderem nos momentos de angústia, de fraqueza e por compartilharem os momentos de alegria.

Agradeço aos professores, muitos incansáveis, que sempre souberam animar, encorajar e compartilhar, ferramentas fundamentais na condução do processo ensino-aprendizagem.

Ao meu orientador, Professor Prof. Dr. Maurício de Campos Araújo, pelas horas de leitura, correção, compreensão e pelo relacionamento de amizade.

As Professoras Dra. Silgia Aparecida da Costa e Dra. Cátia Rosana Lange por terem aceitado participarem da minha banca de qualificação, as quais contribuíram, e muito, com suas orientações, para a condução desta pesquisa.

Ao meu Chefe imediato, Prof. Marcelo Costa, Diretor na Escola SENAI “Francisco Matarazzo” e Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf, pelo apoio e encorajamento.

A Prof.^a Dra. Dilara Rúbia Pereira, Professora de Ensino Superior, na Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf, pelas dicas e incentivo.

Ao Departamento Regional do SENAI de São Paulo por aceitar a minha inscrição no Programa Senai-SP de Apoio à Pesquisa, que possibilitou a utilização das suas oficinas de ensino e laboratório de ensaios, para conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jorge Marcos Rosa, no auxílio da definição dos parâmetros para classificação de cores claras, médias e escuras.

Ao Prof. Marcos Aurélio Marques Rodrigues, pelo apoio no tingimento das amostras de tecido e aos técnicos do Laboratório de Ensaios Têxteis e do Vestuário, na realização dos ensaios de solidez da cor a lavagem.

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de turma, pelos trabalhos que juntos fizemos, pelas conversas trocadas, pelos momentos de descontração e pelos momentos de apoio quando das dificuldades no aprendizado.

Meus sinceros agradecimentos a todos, que de forma direta ou indireta contribuíram para este momento.

RESUMO

SALVI, Paulo Sérgio. **A influência dos detergentes em pó comercial na solidez da cor à lavagem doméstica dos substratos têxteis**. 2017. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Versão corrigida.

A presente pesquisa consiste em analisar a solidez da cor dos substratos têxteis à lavagem, perante a utilização de detergentes em pó comerciais, e comparar com a utilização do detergente pó padrão previsto na norma ABNT NBR ISO 105-C06: Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial. Para que as variáveis do substrato têxtil: a) composição; b) preparação para o tingimento; c) processo de tingimento; d) intensidade da cor; e) classe de corante. E as do processo de lavagem: temperaturas não comprometessem a conclusão da pesquisa, contemplou-se o controle de todas elas, de forma que, a única variável foi o tipo de detergente em pó utilizado, para tanto, levou-se em consideração: a) utilizado substratos 100% algodão, 100% poliéster, 100% poliamida e 100% acrílico; b) preparação para garantir a homogeneidade das amostras; c) substratos tintos em cores claras, médias e escuras; d) utilizadas classes de corantes que possuem boa solidez à lavagem; e) lavagem a 40°C e a 60°C. Foi utilizado um ambiente integrado contemplando equipamentos de laboratório para preparação, tingimento das amostras e para os ensaios de solidez da cor à lavagem, segundo a norma técnica específica. Os corpos de prova, após o processo de lavagem, foram submetidos à avaliação da alteração da cor, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 105-A05: Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte A05: Avaliação instrumental da alteração da cor para classificação na escala cinza. Os resultados dos ensaios apontaram que somente os substratos 100% algodão e 100% poliamida, cor clara, lavados com detergentes comerciais apresentam resultados divergentes dos lavados com detergente padrão. Já os demais substratos não apresentaram alterações significativas quando comparados aos resultados obtidos na lavagem com o detergente padrão, o que aponta que o tipo de detergente utilizado no ensaio não influencia no resultado.

Palavras-chave: Têxtil. Solidez da cor. Lavagem. Detergente em pó. Substrato têxtil. Fibra têxtil. Alteração da cor.

ABSTRACT

SALVI, Paulo Sérgio. **The influence of detergents on commercial powder on color fastness to domestic washing of textile substrates**. 2017. 150 p. Dissertation (Master of Science in the Postgraduate Program in Textiles and Fashion) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2018. Revised version.

The present research consists in analyzing the fastness of colors in textile substrates to washing, in relation to the use of commercial powder detergents, and compare it with the use of the standard detergent powder according to ABNT NBR ISO 105-C06: Textiles - color fastness of C06: Color fastness to domestic and commercial washing. So that the variables of the textile substrate: a) composition; b) preparation for dyeing; c) dyeing process; d) color intensity; e) dye class. And the of washing process: temperature, did not compromise the conclusion of the research, it was contemplated the control of them all, so that the only variable was the type of detergent powder used, for that, it was taken into consideration: a) used 100% cotton, 100% polyester, 100% polyamide and 100% acrylic substrates, because they are the most consumed fibers in Brazil; b) preparation to guarantee the homogeneity of the samples; c) red substrates in light, medium and dark colors; d) classes of dyes, which have good wash fastness, were used; e) washing at 40 ° C and at 60 ° C. An integrated environment was used, contemplating laboratory equipment for preparation, dyeing of the samples and the tests of color fastness to the wash, according to the specific technical standard. After the washing process, the specimens were submitted to the color change evaluation according to ABNT NBR ISO 105-A05: Textiles - Color fastness tests part A05: Instrumental evaluation of the color changing for Classification on the gray scale. The results of the tests indicated that only the 100% cotton and 100% polyamide substrates light colored washed with commercial detergents showed divergent results from the standard detergent washings. However, on the other substrates, did not present significant alterations when compared to the substrates obtained in washing with standard detergent, which indicates that the type of Detergent used in the test does not influence the result.

Keywords: Textile. Color fastness. Washing. Powder detergent. Textile substrate. Textile fiber. Change of color.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Cadeia produtiva têxtil e de confecção	32
Figura 2 -	Representação da cadeia molecular da celulose	37
Figura 3 -	Secções transversais das fibras químicas	40
Figura 4 -	Fluxo de obtenção de fibras artificiais	41
Figura 5 -	Fluxo de obtenção de fibras sintéticas	42
Figura 6 -	Representação do grupo amida da poliamida	44
Figura 7 -	Representação da cadeia molecular do poliéster tipo PET	47
Figura 8 -	Representação da cadeia molecular do acrílico	50
Figura 9 -	Tecido plano	56
Figura 10 -	Representação da formação de malha	57
Figura 11 -	Tipos de aplicação no beneficiamento	59
Figura 12 -	Componentes do processo de percepção visual	64
Figura 13 -	Espectro visível	65
Figura 14 -	Representação das cores sob a forma de luz	66
Figura 15 -	Representação das cores sob a forma de partícula	66
Figura 16 -	Sistema CIELab	67
Figura 17 -	Identificação das coordenadas de cor no CIELab	68
Figura 18 -	Olho humano	70
Figura 19 -	Organização espacial de classificação de cores segundo Munsell	71
Figura 20 -	Atlas de Munsell	71
Figura 21 -	Eixo neutro	72
Figura 22 -	Apresentações do Pantone®	73
Figura 23 -	Escala cinza para avaliação da alteração da cor	79
Figura 24 -	Cabine iluminante para avaliação de cor	80
Figura 25 -	Espectrofotômetro Minolta	81
Figura 26 -	Corpos de prova 100% poliéster, após lavagem	115
Figura 27 -	Corpos de prova 100% acrílico, após lavagem	123
Figura 28 -	Corpos de prova 100% poliamida, após lavagem	131
Figura 29 -	Corpos de prova 100% algodão, após lavagem	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das Fibras Têxteis Naturais	35
Quadro 2 – Classificação das Fibras Têxteis Químicas Artificiais	36
Quadro 3 – Classificação das Fibras Têxteis Químicas Sintéticas	36
Quadro 4 – Processos de fiação	53
Quadro 5 – Tipos de fios fiados	54
Quadro 6 – Etapas do processo de beneficiamento têxtil	58
Quadro 7 – Formas de aplicação no beneficiamento têxtil	59
Quadro 8 – Classes de corantes	61
Quadro 9 – Relação entre classes de corantes e fibras	63
Quadro 10 – Relação entre cor absorvida e cor refletida	69
Quadro 11 – Símbolos de cuidados para conservação de artigos têxteis na lavagem	74
Quadro 12 – Relação de normas que versam sobre ensaios de solidez da cor	77
Quadro 13 – Avaliação da escala cinza de alteração da cor	81
Quadro 14 – Condições de ensaio de lavagem	83
Quadro 15 – Detergente padrão de referência WOB AATCC 1993	87
Quadro 16 – Detergente de referência ECE com fosfatos	88
Quadro 17 – Características dos tecidos utilizados	90
Quadro 18 – Detergentes comerciais adquiridos	91
Quadro 19 – Composição dos detergentes em pó comerciais	92
Quadro 20 – Cores extraídas do caderno SENAI Mix Design Primavera/Verão 2016/2017	97
Quadro 21 – Formulações para preparação dos tecidos	100
Quadro 22 – Formulações para tingimento dos tecidos	101
Quadro 23 – Dimensionamento do estudo em relação aos corpos de prova .	105

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo mundial de fibras têxteis	28
Gráfico 2 – Evolução da participação das fibras no consumo mundial	28
Gráfico 3 – Evolução da participação das fibras no consumo brasileiro	31
Gráfico 4 – Significância da distribuição amostral	96
Gráfico 5 – Processo para tingimento de artigos 100% algodão	102
Gráfico 6 – Processo para tingimento de artigos 100% poliéster	102
Gráfico 7 – Processo para tingimento de artigos 100% poliamida	103
Gráfico 8 – Processo para tingimento de artigos 100% acrílico	103
Gráfico 9 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M	109
Gráfico 10 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem C1M	109
Gráfico 11 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem A1M	110
Gráfico 12 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M	111
Gráfico 13 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M	111
Gráfico 14 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M	112
Gráfico 15 – 100% Poliéster – Alteração da cor – t_{testes} obtida frente à t_{teste} estabelecida	115
Gráfico 16 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M	116
Gráfico 17 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem C1M	117
Gráfico 18 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem A1M	118
Gráfico 19 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M	118
Gráfico 20 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M	119
Gráfico 21 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M	120

Gráfico 22 – 100% Acrílico – Alteração da cor – t_{testes} obtida frente à t_{teste} estabelecida	123
Gráfico 23 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M	124
Gráfico 24 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem C1M	125
Gráfico 25 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem A1M	125
Gráfico 26 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M	126
Gráfico 27 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M	127
Gráfico 28 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M	127
Gráfico 29 – 100% Poliamida – Alteração da cor – t_{testes} obtida frente à t_{teste} estabelecida	131
Gráfico 30 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M	132
Gráfico 31 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem C1M	133
Gráfico 32 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem A1M	134
Gráfico 33 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M	134
Gráfico 34 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M	135
Gráfico 35 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M	136
Gráfico 36 – 100% Algodão – Alteração da cor – t_{testes} obtida frente à t_{teste} estabelecida	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Produção Mundial de Têxteis e Confeccionados	25
Tabela 2 –	Produção (R\$) e Ocupação (mão-de-obra) no setor industrial brasileiro	27
Tabela 3 –	Consumo brasileiro de fibras têxteis	30
Tabela 4 –	Composição da fibra de algodão	37
Tabela 5 –	Consumo de Corantes no Brasil	63
Tabela 6 –	Determinação das cores claras, médias e escuras	107
Tabela 7 –	Valores de L^* nos substratos tintos	108
Tabela 8 –	Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da tteste no substrato 100% Poliéster	114
Tabela 9 –	Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da tteste no substrato 100% Acrílico	122
Tabela 10 –	Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da tteste no substrato 100% Poliamida	130
Tabela 11 –	Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da tteste no substrato 100% Algodão	139

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 –	Cálculo do t_{teste}	96
Equação 2 –	Cálculo da média amostral	96
Equação 3 –	Cálculo do desvio padrão	96
Equação 4 –	Cálculo da Intensidade colorística	98
Equação 5 –	Cálculo da Distância Euclidiana	98
Equação 6 –	Cálculo da média aritmética	98
Equação 7 –	Cálculo do desvio padrão	99
Equação 8 –	Cálculo do limite da cor clara	99
Equação 9 –	Cálculo do limite da cor escura	99

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAFAS	Associação Brasileira de Produtores de Fibras Artificiais e Sintéticas
ABRAPA	Associação Brasileira dos Produtores de Algodão
CB	Comitê Brasileiro
CIE	Commision Internationale L'Eclairage
CMYK	Cyan Magenta Yellow Black
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
DMT	Dimetil Tereftalato
GINETX	The International Association for Textile Care Labelling
ICAC	International Corron Advisory Committee
IEMI	Inteligência de Mercado
ISSO	International Organization for Standardization
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MEG	Monoetileno Glicol
NBR	Norma Brasileira
PBT	Polibutilentereftalato
PCHDT	Policicloexilen Dimetil Tereftalato
PET	Polietileno tereftalato
PTA	Ácido Tereftálico puro
RGB	Red Green Blue
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
kg	quilograma
t	tonelada
US\$	Dólar
R\$	Reais
°C	graus Celsius
gf	grama força
tex	sistema de titulação tex
cm ³	centímetros cúbicos
g	Grama
nm	Nanômetro
ΔE_F	alteração de cor
L^*	Luminosidade
σ	desvio padrão
$\bar{x}$	Média aritmética
”	Polegada

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS	21
1.1.1	OBJETIVO GERAL	21
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.2	JUSTIFICATIVA	21
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	CENÁRIO ECONÔMICO DO SETOR TÊXTIL E DE CONFECÇÃO	23
2.1.1	CENÁRIO MUNDIAL	23
2.1.2	CENÁRIO NACIONAL	26
2.1.3	CONSUMO MUNDIAL DE FIBRAS TÊXTEIS	27
2.1.4	CONSUMO DE FIBRAS TÊXTEIS NO BRASIL	29
2.2	CADEIA DE VALOR TÊXTIL E VESTUÁRIO	31
2.3	SUBSTRATO TÊXTIL	33
2.4	FIBRA TÊXTIL	33
2.4.1	CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS TÊXTEIS	34
2.4.2	O ALGODÃO	36
2.4.2.1	PROPRIEDADES ESTRUTURAIS	37
2.4.2.2	PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, DE APLICABILIDADE E USO	38
2.4.3	AS FIBRAS QUÍMICAS	39
2.4.3.1	A POLIAMIDA	43
2.4.3.1.1	A POLIAMIDA 6 E 6.6	44
2.4.3.1.2	PROPRIEDADES ESTRUTURAIS	45
2.4.3.1.3	PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, DE APLICABILIDADE E USO	45
2.4.3.2	O POLIÉSTER	47
2.4.3.2.1	PROPRIEDADES ESTRUTURAIS	48
2.4.3.2.2	PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, DE APLICABILIDADE E USO	48
2.4.3.3	O ACRÍLICO	50

2.4.3.3.1	PROPRIEDADES ESTRUTURAIS	50
2.4.3.3.2	PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, DE APLICABILIDADE E USO	51
2.5	FIAÇÃO	52
2.6	TECELAGEM DE TECIDOS PLANOS	55
2.7	TECELAGEM DE TECIDOS DE MALHA - MALHARIA	56
2.8	BENEFICIAMENTO TÊXTIL	58
2.9	OS CORANTES	59
2.10	AS CORES	64
2.10.1	FONTE DE LUZ	65
2.10.2	OBJETO OBSERVADO	69
2.10.3	OBSERVADOR	70
2.10.4	ESPAÇOS COLORIMÉTRICOS	71
2.11	CUIDADOS COM O TRATAMENTO E CONSERVAÇÃO DOS SUBSTRATOS TÊXTEIS	73
2.12	A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)	75
2.13	ENSAIOS DE SOLIDE DA COR	76
2.13.1	PRINCÍPIOS GERAIS DE ENSAIO	78
2.13.2	ESCALA CINZA PARA AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA COR	78
2.13.3	AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DO GRAU DE ALTERAÇÃO DA COR	80
2.13.4	SOLIDEZ DA COR À LAVAGEM DOMÉSTICA	82
2.13.5	OS DETERGENTES EM PÓ	84
3.	METODOLOGIA E MATERIAIS	89
3.1	OS MATERIAIS	89
3.1.1	ESCOLHA DA COMPOSIÇÃO DOS SUBSTRATOS TÊXTEIS ..	89
3.1.2	ESCOLHA DOS SUBSTRATOS	89
3.1.3	ESCOLHA DAS CLASSES DOS CORANTES	90
3.1.4	ESCOLHA DOS DETERGENTES EM PÓ	91
3.2	OS MÉTODOS	93
3.2.1	A METODOLOGIA	93
3.2.2	A AMOSTRAGEM	94

3.2.3	MODELO MATEMÁTICO UTILIZADO	95
3.2.4	ESCOLHA DAS CORES	97
3.2.5	PREPARAÇÃO E TINGIMENTO DOS CORPOS DE PROVA	99
3.2.6	ENSAIOS DE SOLIDEZ DA COR À LAVAGEM: ESCOLHA DOS PROCESSOS DE LAVAGEM	104
3.2.7	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS	104
3.2.8	DIMENSIONAMENTO DO ESTUDO	104
3.2.9	AVALIAÇÃO DO ESTUDO	106
4.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	107
4.1	RESULTADO DA CLASSIFICAÇÃO DAS CORES	107
4.2	RESULTADO DA LEITURA DO L^* , NOS SUBSTRATOS TINTOS	108
4.3	RESULTADO DA ALTERAÇÃO DA COR NOS SUBSTRATOS 100% POLIÉSTER SUBMETIDOS À LAVAGEM DOMÉSTICA ..	108
4.4	RESULTADO DA ALTERAÇÃO DA COR NOS SUBSTRATOS 100% ACRÍLICO SUBMETIDOS À LAVAGEM DOMÉSTICA	116
4.5	RESULTADO DA ALTERAÇÃO DA COR NOS SUBSTRATOS 100% POLIAMIDA SUBMETIDOS À LAVAGEM DOMÉSTICA ...	124
4.6	RESULTADO DA ALTERAÇÃO DA COR NOS SUBSTRATOS 100% ALGODÃO SUBMETIDOS À LAVAGEM DOMÉSTICA	132
5.	DISCUSÃO	142
6.	CONCLUSÃO	144
6.1	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	145
	REFERÊNCIAS	146

1. INTRODUÇÃO

Constantemente os laboratórios que prestam serviços para ensaios e análises laboratoriais têxteis recebem amostras para avaliar a solidez da cor à lavagem. Em muitos casos, o resultado do ensaio, com utilização de detergente em pó padrão, preconizado na norma ABNT NBR ISO 105-C06 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), não expressa à realidade que ocorre no mercado, ou seja, há divergência do resultado do ensaio com a prática do dia-a-dia. Os consumidores não têm acesso ao detergente padrão prescrito na norma, porém, a uma gama considerável de marcas disponíveis no mercado, com formulações diversas, que contêm, além do detergente, agentes diversificados. Diante do impasse apresentado, diversas vezes questiona-se a validade dos resultados apresentados pelos laboratórios, colocando em dúvida a sua credibilidade, bem como a credibilidade das empresas que fazem os tingimentos.

Partindo desta problemática, justifica-se a necessidade desta pesquisa, onde será estabelecida uma comparação entre o desempenho da cor dos substratos têxteis lavados segundo norma técnica com a utilização do detergente padrão e lavados segundo a mesma norma técnica, porém, com detergentes comerciais.

Algumas variáveis podem gerar uma conclusão errônea neste estudo, tais como: (a) a composição do substrato têxtil: fibras diferentes têm desempenho diferente; (b) a preparação do substrato antes do tingimento: tem que haver uma uniformidade em toda a amostra; (c) a intensidade da cor: cores claras, médias ou escuras podem ter desempenho diferente; (d) a classe do corante utilizado no tingimento: tem classes de corantes que possuem maior solidez a lavagem do que outras; (e) a temperatura da lavagem: temperaturas mais altas podem influenciar na solidez. Objetivando a neutralização destas variáveis, em relação à composição do substrato, optou-se por trabalhar com as quatro fibras mais utilizadas no Brasil; em relação à preparação do substrato, optou-se por trabalhar com tecidos preparados pelo autor, garantindo a uniformidade; em relação à classe de corantes, optou-se por utilizar classes de corantes que possuem boa solidez à lavagem; em relação à temperatura da lavagem, optou-se por submeter os substratos à lavagem em duas temperaturas diferentes: 40°C e 60°C. Tais ações permitiram analisar unicamente a ação dos diversos tipos de detergente utilizados.

Para embasamento da justificativa deste estudo, o mesmo inicia-se com uma apresentação do cenário econômico mundial e nacional do setor têxtil e de confecção, sendo possível identificar a importância destes setores no ambiente econômico. São, também, apresentadas informações pertinentes das etapas dos processos produtivos, com ênfase nas fibras têxteis e suas características, no processo de fiação, responsável pela produção dos fios, nos processos de tecelagem e malharia e no processo de beneficiamento têxtil, setor responsável pela coloração parcial ou total dos substratos têxteis.

É na abordagem do setor de beneficiamentos têxteis que se dá ênfase nos agentes responsáveis pela coloração, tais como: corantes, de acordo com as fibras a serem utilizadas, as cores, fontes de luz e espaços colorimétricos.

Considerando o escopo do estudo, apresentam-se informações sobre os métodos e procedimentos relacionados aos processos de lavagem prescritos nas normas técnicas, suas particularidades, a recomendação do detergente em pó padrão, e os sistemas de leitura de cor, tanto visual como por intermédio de instrumentos.

No tocante a metodologia e métodos, são apresentados argumentos teóricos que justificam a escolha da pesquisa quantitativa, pelo método da estratégia experimental, pois, o estudo busca analisar o desempenho dos substratos têxteis submetidos à ação dos detergentes em pó comerciais via mensuração dos resultados dos ensaios de solidez da cor à lavagem, com a neutralização das variáveis que poderiam vir a interferir no resultado final da pesquisa. Neste capítulo também são apresentadas as metodologias e argumentos para escolha da composição dos substratos têxteis a serem ensaiados, dos corantes empregados, a forma de preparação e tingimento das amostras, a escolha e classificação da intensidade das cores, a escolha dos processos de lavagem prescritos em norma técnica, a escolha dos detergentes comerciais a serem utilizados e a forma de avaliação dos resultados e validação do estudo.

1.1.OBJETIVOS

O estudo em questão apresenta os seguintes objetivos:

1.1.1. Objetivo Geral

Identificar o impacto do uso de detergentes comerciais na alteração da cor, nos resultados de ensaios de solidez da cor à lavagem, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 105-C06: Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte C06: solidez da cor à lavagem doméstica e comercial, através da comparação quando da utilização do detergente padrão prescrito em norma.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Verificar a real necessidade da utilização do detergente padrão prescrito na norma, nos ensaios de lavagem.
- b) Verificar a validade da norma na representatividade da realidade do uso comercial.

1.2.JUSTIFICATIVA

O Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) (2008), usando das suas atribuições, definiu, através da Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008, capítulo II – Das Informações Obrigatórias, letra d), que os substratos têxteis, colocados à disposição do consumidor, deve conter obrigatoriamente informações sobre o tratamento de cuidado para conservação de produto têxtil, havendo destaque para o cuidado na lavagem.

Já em relação à lavagem, a norma técnica que trata sobre o ensaio de solidez da cor à lavagem doméstica é a ABNT ISO 105-C06 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p 3.), e no item 4.4 especifica-se que o detergente a ser utilizado não deve conter alvejante ótico, e nos itens 4.4.2 e 4.4.3, traz as especificações dos possíveis detergentes em pó a serem utilizados, sendo:

Item 4.4.2 Detergente padrão de referência WOB AATCC¹ 1993: O detergente produz pouca espuma; os agentes tensoativos que compõem o detergente são aniônicos, com uma pequena proporção de não iônico, e são biodegradáveis.

Item 4.4.3 Detergente de referência ECE² com fosfatos: Nos países onde são usados perborato na lavagem, detergente de referência ECE para os ensaios de solidez da cor, sem alvejante ótico, pode ser usado.

Esta comparação de desempenho é importante para que as empresas possam orientar de forma adequada os consumidores quanto à conservação dos substratos têxteis, considerando que os consumidores não têm acesso ao detergente padrão prescrito na norma, porém, a uma gama considerável de marcas disponíveis no mercado, com formulações diversas, que contêm, além do detergente, agentes diversificados.

Esse estudo contribuirá, de forma segura, para que seja revisada, ou não, as atuais normas técnicas de ensaios de solidez da cor à lavagem doméstica que preconizam a utilização de detergente padrão. Comprovado que não há divergência de desempenho pode-se questionar a obrigatoriedade da utilização do detergente padrão, pois, só onerará os custos dos ensaios. Comprovado que há divergência de desempenho pode-se, também, questionar a utilização do detergente padrão, pois, o mesmo não está disponível aos consumidores, e não representa a realidade de mercado.

A conclusão do estudo possibilitará o pleito a um adendo à norma, permitindo e/ou sugerindo a utilização de detergentes comerciais.

¹ American Association of Textile Chemists and Colorists (AATC), PO Box 12215, 1 Davis Drive, Research triangle Park, North Carolina 27709 USA.

² European Colourfastness Establishment (ECE), Gartenstrasse 5, D-14169, Berlin, Germany.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cenário econômico do setor têxtil e de confecção

De acordo com Neto B. (2015, *in* Relatório Têxtil, Inteligência de Mercado (IEMI) 2015), o setor têxtil e de confecção é um dos mais tradicionais do mundo tendo um crescimento de 38,5% da produção mundial na última década. Nesse cenário o setor produz 9,8 bilhões de peças ao ano, sendo referência mundial em jeanswear, beachwear e cama, mesa e banho, além de se destacar na moda feminina, masculina, infantil, fitness e íntima. O setor emprega 1,6 milhão de pessoas nas cinco regiões do país, e a maior parte das empresas tem capital 100% nacional, ou seja, seus lucros são reinvestidos no Brasil.

Segundo Cervone (2015, *in* Relatório Têxtil, IEMI, 2015), atualmente o cenário é de muitas incertezas para as indústrias que atuam neste segmento. Com desafios que tendem a se manter, até que se resolvam as problemáticas políticas e econômicas, iniciadas em 2015, possibilitando que, aos poucos, o Brasil volte a crescer, e (2016, *in* Relatório Têxtil, IEMI, 2016) apesar dos indicadores econômicos e políticos de 2016, demonstram um ambiente ainda hostil, parte significativa dos empresários do segmento enxergaram alguns sinais de recuperação, a partir do segundo semestre de 2016.

Jaguaribe (2016, *in* Relatório Têxtil, IEMI, 2016), o setor têxtil e de confecção brasileiro ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo um dos poucos países onde a existe total integração entre a cadeia produtiva, desde a matéria-prima até o produto final. Cadeia produtiva que reúne 33 mil empresas, e gera mais de 1,5 milhões de empregos.

2.1.1. Cenário mundial

As informações doravante apresentadas são frutos da leitura e análise do Relatório Têxtil 2014 (INTELIGÊNCIA DE MERCADO, 2014) e Relatório Têxtil 2016 (INTELIGÊNCIA DE MERCADO, 2016).

O mercado têxtil mundial tem registrado crescimento constante, tanto nos volumes produzidos quanto no comércio exterior. Em 2015, o consumo mundial total foi de 94,3 milhões de toneladas de fibras têxteis, representando um crescimento de 2,6% sobre 2014. Mas, entre os anos de 2000 e 2015, o aumento foi de 57,7%, representando um crescimento médio de 3,1% ao ano.

O consumo mundial de fibras e filamentos têxteis (incluindo naturais e químicas) cresceu a uma taxa média anual de 3,1% nos últimos 16 anos, já a população mundial cresceu a uma taxa média de 1,1% ao ano, representando assim um aumento no consumo mundial per capita de produtos têxteis nesse período.

Considerando os dados do consumo mundial de fibras entre 2000 e 2015, e os dados da população mundial, nesse mesmo período, conclui-se que em 2000 o consumo mundial per capita de fibras foi de 9,8 kg/habitante, já em 2015 este consumo passou para 12,8 kg/habitante, representando um crescimento de 30,6% no consumo per capita, ou seja, um crescimento médio de 1,8% ao ano.

No período de 2000 a 2015, o comércio internacional de têxteis e vestuário cresceu 2,21 vezes, sendo um pouco mais acentuado no setor de vestuário (alta de 2,32 vezes), já no setor têxtil, a alta foi de 2,08 vezes. Neste período, a taxa de crescimento anual foi de 5,4% ao ano.

Os oito maiores produtores mundiais, em 2012, de têxteis e confeccionados, são demonstrados na página seguinte (tabela 1).

Tabela 1 – Produção Mundial de Têxteis e Confeccionados

Principais Países Produtores (1.000T) - 2012											
Têxteis				Confeccionados				Total			
Colo- cação	País	Produ- ção	%	Colo- cação	País	Produ- ção	%	Colo- cação	País	Produ- ção	%
1	China/Hong Kong	43.152	54,0	1	China/Hong Kong	23.696	49,7	1	China/Hong Kong	66.848	52,4
2	Índia	6.299	7,9	2	Índia	3.391	7,1	2	Índia	9.690	7,6
3	Estados Unidos	5.000	6,3	3	Paquistão	1.745	3,7	3	Paquistão	4.975	3,9
4	Paquistão	3.230	4,0	4	Brasil	1.215	2,5	4	Brasil	3.358	2,6
5	Brasil	2.143	2,7	5	Turquia	1.200	2,5	5	Turquia	2.727	2,1
6	Indonésia	1.945	2,4	6	Coreia do Sul	1.021	2,1	6	Taiwan	2.515	2,0
7	Taiwan	1.861	2,3	7	México	1.003	2,1	7	Coréia do Sul	2.466	1,9
8	Turquia	1.527	1,9	8	Itália	803	1,7	8	Indonésia	2.462	1,9
	Outros	13.247	16,5		Outros	12.832	26,9		Outros	30.686	24,0
Total		79.849	100,0	Total		47.652	100,0	Total		127.201	100,0

Fonte: IEMI (2014).

Na tabela 1 percebe-se o domínio da China/Hong Kong na produção mundial de artigos têxteis e de confeccionados, garantindo-lhe a 1ª colocação, no montante com 52,4% da produção mundial destes artigos. O Brasil está na 5ª colocação como produtor mundial de artigos têxteis, com 2,7% do segmento, e na 4ª colocação como produtor mundial de artigos confeccionados com 2,5% do segmento, considerando os dois segmentos, o Brasil está na 4ª colocação com 2,6% do total.

Segundo o IEMI (2016), apesar do Brasil ser o 4º produtor mundial de têxteis e confeccionados, no âmbito do comércio internacional, tem participação modesta, ocupando a 25ª posição entre os maiores exportadores de têxteis e na 86ª entre os maiores exportadores de confeccionados, o que lhe garante a 38ª colocação, com apenas 0,3% das exportações mundiais, com US\$ 2.313 milhões, o que o classifica como país "produtor-consumidor", ou seja, produz para si mesmo, com parcelas insignificantes destinadas à exportação. Já no tocante as importações o Brasil ocupa a 26ª colocação em têxteis e a 27ª em confeccionados, o que lhe garante a 25ª colocação, com 0,8% das importações mundiais, com US\$ 5.544 milhões, valor este, 2,4 vezes superior aos exportados.

2.1.2. Cenário nacional

Através do Relatório Têxtil 2016 (INTELIGÊNCIA DE MERCADO, 2016), é possível identificar a importância do segmento Têxtil e Vestuário na economia brasileira. Na página seguinte (tabela 2) estão os indicadores da produção e pessoal ocupado no segmento frente aos indicadores da indústria nacional de transformação.

Tabela 2 – Produção (R\$) e Ocupação (mão-de-obra) no setor industrial brasileiro

Segmentos	Produção (R\$ Bilhões)	Pessoal Ocupado (1.000 empregados)
Têxteis	42,6	273
Confeccionados	128,1	1.254
Total do setor ³	131,4	1.527
Indústria de transformação ⁴	2.254,0	8.588
Participação (%)	5,8%	17,8%

Fonte: IEMI (2016).

Conforme demonstrado na tabela 4, em termos de produção, em 2015, o segmento têxtil e vestuário, juntos, produziram R\$ 131,4 bilhões, o que equivale a 5,8% do valor total da produção da indústria brasileira de transformação, e em relação aos empregos, estes segmentos, em 2015, totalizaram pouco mais de 1,5 milhão de postos de trabalho, o que equivale a 17,8% do total de trabalhadores alocados na produção industrial.

Os dados demonstram grande relevância econômica do segmento têxtil e confeccionados, bem como, com um forte impacto social.

2.1.3. Consumo mundial de fibras têxteis

De acordo com o Instituto de Estudos e Marketing Industrial (2016), desde a produção da primeira fibra química, o consumo mundial destas fibras vem crescendo consideravelmente. Ao longo dos últimos 64 anos o consumo de fibras têxteis teve um aumento da ordem de 1.179%, sendo que o aumento no consumo de fibras químicas foi de 4.306% e de fibras naturais de 397%.

Os gráficos 1 e 2, na página seguinte, demonstram a evolução do consumo mundial das fibras químicas em relação às fibras naturais.

³ Valor dos confeccionados acrescido dos têxteis básicos destinados ao comércio varejista ou outras aplicações

⁴ Receita líquida e emprego na indústria de transformação. Não inclui indústria extrativa mineral e construção civil. Dados preliminares.

Gráfico 1 – Consumo mundial de fibras têxteis

Fonte: IEMI (2016).

No gráfico 1 nota-se que em 1950 o consumo mundial das fibras químicas foi de 1,6 milhões de toneladas, com aumento constante ao longo dos anos, atingindo a marca de 68,9 milhões de toneladas, em 2015.

No gráfico 2 nota-se que em 1950 o consumo mundial das fibras químicas representava 20% do total, já em 2015 atingiu a marca de 73,1% do total consumido. A evolução da participação das fibras químicas no consumo mundial de fibras têxteis é crescente ano após ano, já a participação das fibras naturais é decrescente. No ano de 1990, praticamente as fibras tiveram a mesma participação de mercado, porém, a partir do ano 2000 o consumo de fibras químicas passa a ser maior que o consumo das fibras naturais.

Gráfico 2 – Evolução da participação das fibras no consumo mundial

Fonte: IEMI (2016).

Muito desta mudança tem a ver com o fato de nos anos 90 a alta-costura ter entrado em crise e o prêt-à-porter ter se firmado cada vez mais, onde as pessoas começaram a recusar o chique, buscando as roupas mais usuais, mais fáceis de serem trabalhadas e com apelo de funcionalidade, o que só foi possível graças as fibras sintéticas (MOUTINHO; VALENÇA; 2005).

2.1.4. Consumo de fibras têxteis no Brasil

Os dados apresentados na tabela 5, demonstram que a fibra de algodão é a mais consumida no Brasil. Ao longo do período de 2009 a 2013, algo próximo a 60% do total consumido, já as fibras químicas apresentam crescimento modesto, ficando próximo aos 40% do total consumido. Dentre as fibras químicas, o destaque é a fibra de poliéster, atingindo 79,3%, em 2015, do total do consumo destas fibras, seguido pela poliamida com 14,4%, acrílico com 2,5%, viscose com 2,4% e acetato com 1,5%.

Em 2005 o consumo brasileiro das fibras químicas foi da ordem de 509,5 mil toneladas contra 925,5 mil toneladas da fibra de algodão, representando, respectivamente, a 35,51% e 64,49% do total. Em 2015, o consumo de fibras químicas passou para 513,1 mil toneladas contra 800,0 mil toneladas da fibra de algodão, correspondendo, respectivamente, a 39,08% e 60,92% do total, conforme demonstrado na tabela 3, na página a seguir.

Tabela 3 – Consumo brasileiro de fibras têxteis (t)

	Ano						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total Geral	1.564.3	1.655.9	1.499.9	1.479.4	1.518.1	1.436.4	1.313.1
Fibras sintéticas							
Acetato	8.4	8.3	8.7	9.4	9.4	8.7	7.6
Viscose	41.5	23.8	24.7	26.2	16.2	10.6	12.1
Acrílico	34.7	31.9	35.1	23.2	13.5	11.0	12.5
Poliamida	71.0	96.6	88.1	91.4	93.0	106.5	74.0
Poliéster	455.9	443.1	443.1	433.8	465.7	479.4	406.7
Total	560.2	616.8	599.9	584.2	597.9	616.4	513.1
%	35,81%	37,25%	40,00%	39,49%	39,39%	42,92%	39,08%
Fibra natural							
Algodão	1.004.1	1.039.1	900.00	895.2	920.2	820.0	800.0
%	64,19%	62,75%	60,00%	60,51%	60,61%	57,08%	60,92%

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) apud Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA, 2016); Associação Brasileira dos Fabricantes de Fibras Artificiais e Sintéticas (ABRAFAS, 2017).

Em termos percentuais, a evolução da participação das fibras químicas no consumo brasileiro de fibras têxteis vem apresentando um crescimento modesto. Já a participação da fibra de algodão, vem apresentando-se como uma leve tendência de queda. Esta mudança vem acompanhando o desempenho mundial, ainda que em uma velocidade bem menor, conforme demonstrado no gráfico 3.

Gráfico 3 – Evolução da participação das fibras no consumo brasileiro

Fonte: CONAB apud ABRAPA (2016); ABRAFAS (2017).

2.2.Cadeia de Valor Têxtil e Vestuário

A essência da definição de cadeia produtiva é comum a vários autores, mas, neste estudo, a concentração será nas informações do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI, 2015d, p. 9).

Entende-se por cadeia produtiva o conglomerado de atividades produtivas, interligadas entre si, que compõem um determinado processo produtivo, contemplando desde a obtenção da matéria-prima até a comercialização do produto acabado e os agentes responsáveis pelo bom funcionamento desta interligação.

Durante cada etapa da cadeia produtiva ocorre a transformação da matéria-prima em subprodutos, até a conclusão do produto final e a sua comercialização, ou seja, passando a etapa da matéria-prima, que é o início da cadeia, o subproduto de uma etapa será a matéria-prima da etapa posterior até concluir o produto acabado para comercialização.

Pode-se afirmar que a cadeia produtiva têxtil/vestuário compreende: os processos de obtenção das fibras (matéria-prima inicial), os processos de obtenção de fios processos de obtenção dos tecidos, os processos de enobrecimento dos substratos têxteis, os processos da confecção até a comercialização do produto acabado, os agentes facilitadores destas operações.

Na representação da cadeia produtiva têxtil e de confecção (figura 1), da página seguinte, é possível observar a interação entre os segmentos fornecedores (equipamentos, produtos químicos, fibras naturais e fibras/filamentos químicos) e os produtores de manufaturas (fios, tecidos e malhas) e bens acabados (confeccionados têxteis).

Figura 1: Cadeia Produtiva Têxtil/Confeção

Fonte: Fonte: ABIT (2016) Adaptado por Maurício de Campos Araújo (2016)

O substrato ou produto têxtil estará em uma das seguintes formas: fibras, fios, filamentos, tecidos planos, tecidos de malha, confeccionados e acessórios, demonstrado na figura 1, desde que atenda a Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008, que versa sobre o Regulamento Técnico Mercosul Etiquetagem de produtos Têxteis, conforme descrito no tópico a seguir.

2.3. Substrato têxtil

As necessidades relacionadas à estética e ornamento da indumentária, que são visíveis, são garantidas pelo estilo, pela cor e pela modelagem das peças confeccionadas. O atendimento as necessidades de funcionalidade, invisíveis, mas perceptíveis, estão relacionadas às fibras, aos fios e aos tecidos utilizados, ou seja, cada substrato têxtil tem a sua importância no conjunto da obra (MOUTINHO; VALENÇA; 2005).

Como o mundo da moda utiliza materiais de diversas origens, têxteis e não têxteis, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), por intermédio do CONMETRO, usando das suas atribuições, definiu, através da Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008, o que vem a ser produto têxtil.

1. Para efeito do presente Regulamento Técnico, define-se como produto têxtil aquele que é composto exclusivamente de fibras têxteis ou filamentos têxteis ou por ambos, em estado bruto, beneficiado ou semibeneficiado, manufaturado ou semimanufaturado, confeccionado ou semiconfeccionado.

1.1 Ademais são considerados como produto têxtil os seguintes:

- a) aqueles com 80%, no mínimo, de sua massa, constituídos por fibras têxteis ou filamentos têxteis ou ambos;
- b) os revestimentos de bens que não são têxteis. Estes revestimentos devem conter produtos têxteis, no mínimo, em 80% de massa. (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008, p. 2).

2.4. Fibra têxtil

Considerando a definição de produto têxtil, há uma gama considerável de produtos, com formas e construções diferentes, que podem se enquadrar nesta definição. Sendo assim, a pesquisa concentrar-se-á nas fibras têxteis.

Entende-se por fibra têxtil:

Fibra têxtil ou filamento têxtil é toda matéria natural, de origem vegetal, animal ou mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que por sua alta relação entre seu comprimento e seu diâmetro, e ainda, por suas características de flexibilidade, suavidade, elasticidade, resistência, tenacidade e finura está apta às aplicações têxteis (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008, p. 2).

Segundo Needles (1986) e Murthy (2015) nos primórdios das civilizações, por milhares de anos, as fibras utilizadas na produção de artigos têxteis eram oriundas

de fontes naturais, ou seja, eram extraídas da natureza. Porém, em meados do século 19, o Homem utilizou polímeros naturais dissolvidos em soluções químicas e forçando a sua passagem através de pequenos orifícios, extrusão, em um banho de coagulação, consegue formar as fibras químicas artificiais, configurando assim a fiação química. O rayon, um composto celulósico regenerado, foi a primeira fibra, de significância comercial, produzida pelo Homem.

Segundo Neto A. (1996a) a grande aceitação das fibras de viscose pelo mercado têxtil foi impactante para a continuidade dos estudos objetivando novas fibras, culminando, na década de 30, com a produção da fibra de poliamida, também conhecida como Nylon.

Needles (1986) e Murthy (2015) destacam que no final de 1930, através da síntese química de unidades monoméricas básicas e baseadas em matérias-primas do petróleo, conseguiu-se a produção do Nylon. Este fato desencadeou uma nova era na produção de fibras, e diversas outras surgiram, tais como: poliéster, acrílico, modacrílicas, poliolefinas e fibras de vinil.

De acordo com Needles (1996), em menos de 40 anos a opção única de fibras naturais ou artificiais passou para uma larga gama de opções de fibras têxteis. A busca por novas fibras e/ou novas características técnicas destas fibras será constante, o foco pela funcionalidade será permanente.

2.4.1 Classificação das fibras têxteis

A classificação das fibras têxteis é comum a vários autores, mas, neste estudo, a concentração será nas informações de Murthy (2015), que salienta duas formas distintas de classificação das fibras: com base na origem das fibras, e com foco na estrutura química das fibras.

Segundo Murthy (2015) com base na origem das fibras, existem as fibras naturais e as man-made fibers (fibras feitas pelo homem), doravante denominadas fibras químicas.

Araújo e Castro (1984) ressaltam que as fibras naturais são provenientes dos reinos animal, vegetal ou mineral, e não necessitam de nenhuma transformação. Já as fibras químicas, obtidas através de regeneração química de polímeros naturais,

são classificadas como fibras químicas artificiais ou regeneradas. E as fibras químicas, cujos polímeros são obtidos pela síntese de dois ou mais produtos químicos, são classificadas como fibras químicas sintéticas.

Segundo Neto A. (1996b) com base na estrutura química das fibras, as mesmas são classificadas em conjunto, sendo assim, todas as fibras que possuem a mesma estrutura química em sua base são inseridas em um mesmo grupo, indiferentemente da sua origem.

Nos Quadros 1 a 3 são demonstrados alguns exemplos da classificação das fibras têxteis, com base na origem, de acordo com a ABNT NBR 12744 - Fibras têxteis - Classificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992 Versão corrigida: 1993).

Quadro 1 – Classificação das Fibras Têxteis Naturais

Classificação	Origem	Procedência	Nome
Fibra Têxtil Natural	Vegetal	Semente	Algodão
			Coco
		Caule	Linho
			Rami
			Juta
		Folhas	Cânhamo
			Sisal
	Animal	Pelo	Caroá
			Lã
			Coelho
			Angorá
			Mohair
			Cashemire
Cabra			
Seda			
Mineral		Amianto	

Fonte: ABNT NBR 12744 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

Quadro 2 – Classificação das Fibras Têxteis Químicas Artificiais

Classificação	Origem	Base	Processo	Nome
Fibra Têxtil Química Artificial	Vegetal	Celulose	Celulose	Viscose
			Regenerada	Cupro
			Éteres de Celulose	Acetato
				Triacetato
	Animal	Caseína		Caseína

Fonte: ABNT NBR 12744 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

Quadro 3 – Classificação das Fibras Têxteis Químicas Sintéticas

Classificação	Processo	Nome
Fibra Têxtil Química Sintética	Policondensação	Poliamida
		Poliéster
		Policarbamida
	Polimerização	Polietileno
		Polipropileno
		Elastodieno
		Acrílica
		Modacrílica
		Poliestireno
	Poliadição	Poliuretano
		Elastana

Fonte: ABNT NBR 12744 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

2.4.2 O algodão

Conforme pôde ser observado no Quadro 1, de acordo com a classificação na ABNT NBR 12744 (1992, versão corrigida em 1993) trata-se de uma fibra natural, de origem vegetal, proveniente da semente da planta do algodão (*Gossypium sp.*).

O algodão é a mais importante das fibras naturais, pois, segundo dados do IEMI (2016), no ano de 2015, o consumo de fibras naturais foi da ordem de 25,4 milhões de toneladas, o que corresponde a 26,9% do consumo mundial de fibras, e segundo dados da ICAC – *International Cotton Advisory Committee* (2015 apud ABRAPA, 2015), em 2015, o consumo de fibras de algodão foi da ordem de 25,03

milhões de toneladas, o que corresponde a 26,54% do consumo mundial de fibras e a 98,54% do total de fibras naturais consumidas mundialmente.

Já no Brasil, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2015 *apud* ABRAPA, 2015), no ano de 2015, o consumo de fibras de algodão foi da ordem de 800 mil toneladas, o que corresponde a 60,92% do consumo total de fibras.

2.4.2.1 Propriedades estruturais

Araújo e Castro (1984) e Murthy (2015) ressaltam que a fibra de algodão é, praticamente, constituída de pura celulose, cuja composição total é demonstrada na página seguinte, (tabela 4).

Tabela 4 – Composição da fibra de algodão

Componente	Participação
Celulose	85,5%
Óleos e ceras	0,5%
Proteínas	5,0%
Minerais	1,0%
Água	8,0%

Fonte: Araújo e Castro (1984)

A cadeia molecular da celulose, principal componente da fibra de algodão, está representada na figura 2.

Figura 2: Representação da cadeia molecular da celulose

Fonte: Murthy (2015).

2.4.2.2 Propriedades físicas, químicas, de aplicabilidade e uso

Propriedades físicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Neto A. (1996a) e Murthy (2015) destacam que a fibra de algodão apresenta tenacidade a seco de 18 a 45gf/tex⁵, e quando molhado, tem sua tenacidade aumenta em cerca de 20%. Para alongamentos de até 10%, apresenta uma recuperação elástica de 75%, acima deste patamar de alongamento, a recuperação chega a apenas 2%. É de densidade específica alta, da ordem de 1,54g/cm³. O regain⁶ varia de 7 a 9%, sob condições padrões, quando submetidas à umidade relativa de 100%, absorverão de 25 a 30% de umidade. O algodão é uma fibra relativamente rígida, porém, quando úmida, torna-se mais macia. Tem baixo poder de recuperação de amarrotamento, sendo necessários alguns tratamentos para melhorar esta característica. Possui alto poder de condutividade térmica e, tem toque frio. O algodão tem características de calor excelente, e suas propriedades físicas podem ser alteradas a 120°C durante períodos moderadas. Artigos produzidos com fibras de algodão, não possuem uma boa resistência à abrasão, sendo necessária à sua mistura com fibras químicas que possuam esta característica, melhorando assim, este quesito.

Propriedades químicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Neto A. (1996a) e Murthy (2015) destacam que a fibra de algodão possui ótima resistência aos álcalis, porém, ácidos minerais fortes o destroem, e ácidos diluídos, a quente o degrada. Em relação aos solventes orgânicos, possui excelente resistência. Devido à celulose, é atacado por agentes biológicos, tais como fungos, mofo e bactérias. Na presença de luz solar, por período prolongado, sofre amarelecimento e gradual degradação. Embora o

⁵ De acordo com a ABNT NBR 8427 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984), Tex: unidade do Sistema Internacional de Unidades para expressar a densidade linear de fibras, filamentos, fios e seus derivados, na relação de gramas/1.000 metros, onde 1 tex significa 1 grama em cada 1.000 metros.

⁶ De acordo com a ABNT NBR 12331 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1991) Capacidade que o material possui, após completamente seco, de absorver a umidade do ar.

algodão tenha excelente resistência ao calor, a degradação, devido à oxidação torna-se perceptível quando o algodão é aquecido a 150°C durante longos períodos.

Propriedades de uso

De acordo com Needles (1986), Neto A. (1996a) e Murthy (2015) embora, algumas propriedades da fibra de algodão, sejam indesejáveis, do ponto de vista do consumidor, tais como amarrotamento e ataque por microrganismos, as demais propriedades superiores, juntamente com o seu baixo custo, o tornam uma fibra valiosa e com muitas aplicações. Needles (1986) destaca que o grau de absorção da umidade, associado ao seu poder de secagem, tornam os produtos, que o tenham em sua composição, mais confortáveis ao uso. Este poder de absorção credencia o algodão para ser usado no segmento cama, mesa e banho. O Algodão tem uma boa sensação de toque. Originalmente têm um brilho baixo, a menos que mercerizado ou acabados com resina e que a manutenção de artigos produzidos com fibras de algodão requer um grau moderado de cuidados, sendo fáceis de serem lavados, e pelo fato de quando molhado, sua resistência aumenta, permite lavagens sucessivas sem danificar o artigo. Neto A. (1996a) destaca que o algodão pode ser tingido com sucesso por uma grande variedade de corantes, e os graus de solidez da cor atingidos são satisfatórios.

2.4.3 As fibras químicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Neto A. (1996b), Mather e Wardman (2015) e SENAI (2015d) classificam as fibras químicas em artificiais e sintéticas.

As fibras têxteis naturais foram à base para o estudo e desenvolvimento das fibras químicas, que deveriam atender as características de flexibilidade, suavidade, elasticidade, resistência, tenacidade e finura tornando-se aptas às aplicações têxteis (MANO; MENDES; 1999).

Mano e Mendes (1999) e Mather e Wardman (2015) enfatizam que a grande responsável pelo sucesso na criação das fibras químicas, é a reação de

polimerização, em que a molécula inicial, monômero⁷, se agrupa sucessivamente com outras moléculas, produzindo o polímero.

Cardoso (2014) destaca que a reação de polimerização, em geral, ocorre entre compostos de dupla ligação que se combinam quimicamente, e que há a distinção de dois tipos de polimerização: por adição e por condensação, a saber:

De acordo com Cardoso (2014) na polimerização por adição, o polímero é formado pela união de monômeros idênticos. Obrigatoriamente o monômetro apresenta, no mínimo, uma ligação dupla entre carbonos. A maior parte dos polímeros produzidos pela indústria mundial se dá pelo processo de adição.

Para Cardoso (2014) na polimerização por condensação, o polímero é formado pela união de dois ou mais monômeros distintos. Neste processo ocorre a eliminação de moléculas mais simples, como, por exemplo, a água, nitrito, ou ácido clorídrico. Aqui os monômeros, necessariamente, não apresentam duplas ligações entre os carbonos, porém, é preciso apresentar dois tipos diferentes de grupos funcionais.

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Guillen (1991), Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) ressaltam que as secções transversais das fibras químicas podem ser de formato redondo ou liso, bilobal, trilobal ou multilobal, conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3: Secções transversais das fibras químicas: (a) redonda; (b) bilobal; (c) trilobal; (d) multilobal.

Fonte: Paulo Sérgio Salvi (2016)

⁷ Os monômeros são pequenas moléculas que conseguem se ligarem com outros monômeros, originando moléculas maiores. A união de duas moléculas de monômero recebe o nome de dímero. A união de três moléculas do monômero recebe o nome de trímero. A união de quatro moléculas do monômero recebe o nome de tetrâmero. E, por fim, a união de um grande número de moléculas do monômero recebe o nome de polímero e suas moléculas são chamadas de macromoléculas (CARDOSO; 2014).

A ABRAFAS (2017), em sua página na internet, resumidamente descreve a forma de obtenção de fibras artificiais e sintéticas, e apresenta os fluxos do processo para uma melhor compreensão, e de modo simplificado demonstra o fluxo de produção das fibras artificiais, conforme demonstrado na página seguinte (figura 4).

Figura 4: Fluxo de obtenção de fibras artificiais

Fonte: ABRAFAS (2017) adaptado por Paulo Sergio Salvi (2017)

O Processo de produção das fibras artificiais consiste na transformação química de matérias-primas naturais. A partir das lâminas de celulose, o raion acetato e o raion viscoso seguem rotas distintas. A viscoso passa por banho de soda cáustica e, em seguida, por subprocessos de moagem, sulfurização e maturação, para finalmente, ser extrudada e assumir a forma de filamento contínuo ou fibra cortada. O acetato passa inicialmente por banho de ácido sulfúrico, diluição em acetona, extrusão e, finalmente, por operação de evaporação da acetona. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FIBRAS ARTIFICIAIS E SINTÉTICAS, 2017, <http://www.abrafas.org.br/fibras/manufaturadas.html>).

Também de modo simplificado demonstra o fluxo de produção das fibras sintéticas, conforme demonstrado na página seguinte (figura 5).

Figura 5: Fluxo de obtenção de fibras sintéticas

Fonte: ABRAFAS (2017) adaptado por Paulo Sergio Salvi (2017)

O processo de produção das fibras sintéticas se inicia com a transformação da nafta petroquímica, um derivado petróleo, em benzeno, eteno, p-xileno e propeno, produtos intermediários da chamada 1ª geração petroquímica e insumos básicos para a produção destas fibras. O benzeno é a matéria-prima básica da poliamida 6, que, por sua vez, é obtida pela polimerização da caprolactama (único monômero), enquanto que a poliamida 6.6 consiste na polimerização de dois monômeros: hexametilendiamina e ácido adípico, que por reação de policondensação formam o "Sal N", e em uma segunda fase a poliamida 6.6. O poliéster cuja matéria-prima básica é o p-xileno pode ser obtido por intermédio de duas rotas de produção: a do DMT (Dimetil Tereftalato + MEG) ou a do PTA (Ácido Tereftálico Puro + MEG: Monoetilenoglicol). As fibras acrílicas e olefinicas (polipropileno), por sua vez, têm como principal insumo básico petroquímico o propeno. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FIBRAS ARTIFICIAIS E SINTÉTICAS, 2017, <http://www.abrafas.org.br/fibras/manufaturadas.html>).

2.4.3.1 A poliamida

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) descrevem que na poliamida, no mínimo, 85% dos grupos funcionais amidas estão ligados a dois anéis aromáticos.

Considerando que o foco do estudo está nos substratos têxteis, adotar-se-á a definição do CONMETRO, através da Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008: “Poliamida: fibra formada de macromoléculas lineares sintéticas que têm em sua cadeia a repetição de grupos funcionais amidas unidos em, no mínimo, 85% a radicais alifáticos, aromáticos ou ambos”.

De acordo com Neto A. (1996b), a terminologia Nylon foi aceita mundialmente para designar as poliamidas sintéticas, sendo inicialmente a marca registrada da Dupont de Menours Inc., que forneceu a denominação atualmente usada.

Needles (1986) ressalta que as poliamidas normalmente são resistentes, duráveis, flexíveis, dentre outras características, o que possibilita uma ampla gama de aplicações têxteis. As poliamidas mais usadas, no campo têxtil, segundo Neto A. (1996b), são a poliamida 6 e a poliamida 6.6.

Needles (1986) e Neto A. (1996b) ressaltam que o número de átomos de carbono em cada unidade do monômero é utilizado para designar o tipo de poliamida.

Dentre os autores consultados, o que melhor explanou sobre a nomenclatura das poliamidas, foi o Neto A. (1996b, p. 13), que destacou:

Quando se tratar da polimerização de um aminoácido, a poliamida será representada por um único número que indicará a quantidade de átomos de carbono do aminoácido. O *Nylon 6*, por exemplo, é proveniente do ácido ε-aminocapróico, um aminoácido de 6 carbonos com amina no extremo oposto da molécula. O *Nylon 6,6*, por sua vez, é proveniente da reação entre a hexametilenodiamina (diamina de 6 carbonos) e o ácido adípico (diácido de 6 átomos de carbono). O *Nylon 6,10* é o resultado da reação entre a hexametilenodiamina e o ácido debácico (diácido de 10 átomos de carbono).

2.4.3.1.1 A poliamida 6 e 6.6

Conforme apontado por Needles (1986) e Neto A. (1996b), as fibras de poliamidas 6 e 6.6 são muito parecidas em suas estruturas e propriedades, sendo assim, serão tratadas conjuntamente.

Needles (1986) destaca que a principal diferença estrutural, entre elas, (Figura 6), está no encadeamento das unidades monoméricas⁸ dos grupos amida: enquanto na poliamida 6 o encadeamento das unidades monomérica seguem o arranjo cabeça-cabeça, na poliamida 6.6 o encadeamento segue o arranjo cabeça-cauda devido as diferenças dos monômeros e técnicas de polimerização utilizadas.

Figura 6: Representação do grupo amida da poliamida: (a) poliamida 6; (b) poliamida 6.6.

Fonte: Mather e Wardman (2015).

Além da diferença estrutural, Needles (1986) e Mather e Wardman (2015) destacam que o tingimento da poliamida 6.6 é mais fácil e que o seu toque é mais áspero que o da poliamida 6. Elas também possuem ponto de fusão diferentes, segundo consta na ABNT NBR 12744 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992), a poliamida 6 funde a 214 +/- 2°C, e a poliamida 6.6 funde a 253 +/- 3°C.

⁸ Em reações de polimerização, tal como ocorre na Química Orgânica em geral, o encadeamento das unidades monoméricas pode ser feito na forma regular cabeça-cauda, ou na forma cabeça-cabeça, cauda-cauda ou mista. Geralmente ocorre o primeiro caso, comprovado por inúmeros cientistas, destacando-se os trabalhos de Marvel (MANO; MENDES; 1999).

2.4.3.1.2 Propriedades estruturais

Needles (1986) e Mather e Wardman (2015) ressaltam que o grau de cristalinidade da fibra de poliamida dependerá do grau de orientação dado à fibra durante a definição do seu formato, ou seja, da sua secção transversal. As fibras de poliamida geralmente são produzidas com secção transversal redonda (lisas) ou trilobal, porém, formato bilobal, multilobal ou outras seções transversais complexas também poderão ser encontrados. Também é possível encontrá-la lado a lado com outro tipo de fibra (bicomponentes), em secção transversal redonda.

2.4.3.1.3 Propriedades físicas, químicas, de aplicabilidade e uso

Propriedades físicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que as poliamidas 6 e 6.6 apresentam tenacidade a seco na ordem de 36 a 81gf/tex e uma tenacidade a úmido de 23 a 72gf/tex, com alongamentos de ruptura de 5 a 50% quando seco, aumentando um pouco na presença de agentes umectantes. A alta resistência à ruptura dificulta enormemente a remoção dos pillings⁹. Possuem boa resiliência (capacidade de recuperação), a recuperação da deformação, para alongamentos de até 10%, chega a 99%. São de densidade específica leve, da ordem de 1,14g/cm³. O regain varia de 4 a 5%, sendo esta a razão ao ser considerada uma das melhores fibras sintéticas para utilização em artigos do vestuário. Possuem moderada capacidade de condutividade de calor e não são afetadas por aquecimentos inferiores a 100°C. Acumulam alta carga eletrostática quando a umidade relativa do ar é inferior a 50%. Possuem ótima resistência à abrasão.

⁹ Emaranhado de fibras, em forma de pelotas, que é formado quando o substrato têxtil está em atrito com outro material ou com ele mesmo (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2015b)

Propriedades químicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que as poliamidas 6 e 6,6, de modo geral, possuem boa resistência ao ataque químico, porém, são totalmente dissolvidas pelos ácidos clorídrico, sulfúrico e fórmico concentrados, e pelos fenóis e cresóis à temperatura ambiente. Álcalis a baixas temperaturas, praticamente, não provocam danos. São insolúveis na maioria dos solventes orgânicos. Agentes biológicos não causam danos às poliamidas, porém, a exposição a temperaturas elevadas e na presença de luz solar sofrem degradação oxidativa com amarelecimento e perda de resistência.

Propriedades de uso

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que devido as poliamidas 6 e 6.6 serem extremamente fortes, com excelente poder de recuperação e ótimas propriedades de resiliência, tecidos produzidos, com estas fibras, apresentam um toque não muito suave, sendo que na poliamida 6, ele será mais suave, que na poliamida 6,6. Os artigos produzidos têm brilho acentuado, a menos que sejam adicionados agentes opacantes na produção das fibras. Possuem de moderada a ótimas propriedades de amarrotamento, dependendo do título da fibra. Apresentam coloração amarelada, a não ser que sejam adicionados branqueadores ou corantes, têm excelente capacidade de tingimento, com excelentes propriedades de solidez da cor.

De acordo com Needles (1984) e Mather e Wardman (2015) possuem boas características de lavabilidade e apresentam boas propriedades para a limpeza a seco, mas podem absorver corantes de outros artigos, quando lavados juntos. Segundo Neto A. (1996b) as fibras de poliamida, na área do vestuário, são utilizadas extensivamente em meias, blusas, fitness wear, vestuário leve, casacos, e outros artigos de malha. Além do vestuário, vem sendo utilizadas também para mobiliário doméstico, tapetes, carpetes, paraquedas, velas, cordas, etc.

2.4.3.2 O Poliéster

Araújo e Castro (1984), Guillen (1991), Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que a fibra de poliéster se trata de uma fibra química formada a partir de um polímero de macromoléculas lineares, onde na sua cadeia encontra-se, no mínimo, 85% de seu peso, um éster de um diol¹⁰ e do ácido tereftálico. Destaca, também, que é possível encontrar poliésteres PET - poli(etilentereftalato), produzido com o diol etilenoglicol, PCHDT – poli(1,4-cicloexilendimetilentereftalato), produzido com o diol 1,4-cicloexanodimetanol e o PBT – poli(butilentereftalato), produzido com o diol 1,4-butanodiol.

A definição acima está de acordo com a definição do CONMETRO através da Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008 (2008, p. 10), e que será adotada neste estudo, sendo: “Poliéster: fibra formada de macromoléculas lineares que apresentam em sua cadeia um éster de um diol ácido tereftálico, pelo menos, em 85% em massa”.

Conforme Needles (1986), Guillen (1991) e Mather e Wardman (2015), o poliéster com maior aplicação na área têxtil e vestuário, é o do tipo PET, cuja cadeia molecular está representada na figura 7.

Figura 7: Representação da cadeia molecular do poliéster tipo PET

Fonte: Mather e Wardman (2015).

¹⁰ Em química, um diol ou glicol é um composto orgânico contendo dois grupos hidroxila (-OH). Exemplos: etilenoglicol e propileno glicol.

2.4.3.2.1 Propriedades estruturais

Needles (1986), Guillen (1991) e Mather e Wardman (2015) ressaltam que a fibra de poliéster tem o seu grau de cristalinidade definido no momento da estiragem, e como ocorre com a poliamida, também dependerá do grau de orientação dado à fibra durante a definição do seu formato, ou seja, da sua secção transversal. Possuem aparência translúcida brilhante a menos que um opacante seja adicionado à fibra. As fibras de poliéster geralmente são produzidas com secção transversal redonda (lisa), mas também sendo possível encontrá-la no formato bilobal ou trilobal. Também é possível encontrá-la lado a lado com outro tipo de fibra (bicomponentes), em secção transversal redonda.

2.4.3.2.2 Propriedades físicas, químicas, de aplicabilidade e uso

Propriedades Físicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986), Guillen (1991), Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que a fibra de poliéster apresenta tenacidade na ordem de 27 a 81gf/tex e alongamento de ruptura de 15 a 50%, dependendo do grau de orientação e natureza da estrutura cristalina no interior da fibra, e apresenta moderado poder de recuperação (80 a 95%) quando submetida a baixas cargas de alongamento da ordem de 2 a 10%. Trata-se de uma fibra rígida com excelente resiliência e recuperação à deformação. Sua densidade específica é da ordem de 1,38g/cm³. Trata-se de uma fibra hidrófoba, cujo regain varia de 0,1% a 0,4% em condições normais de umidade e temperatura, podendo chegar a 1,0% quando submetida a 21°C e 100% de umidade relativa do ar. Possuem moderada capacidade de condutividade de calor e tem alta resistividade. Amolecem quando expostos a temperatura de 210 a 250°C, provocando seu encolhimento, e fundem a 250 a 255°C.

Propriedades Químicas

Araújo e Castro (1984), Guillen (1991), Needles, Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que a fibra de poliéster possui ótima resistência aos agentes químicos, como ácidos, bases, oxidantes e agentes redutores, sendo atacado por ácidos e bases à temperatura de ebulição. Não sofre o ataque por agentes biológicos, e na presença de luz solar sofrem lenta degradação oxidativa, sem mudança de cor, e uma lenta perda de resistência à tração

Propriedades de uso

Araújo e Castro (1984), Guillen (1991), Needles, Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que devido ao baixo custo e suas propriedades, a fibra de poliéster é muito utilizada em uma vasta gama de produtos e aplicações. Apresentam um toque mais áspero, que pode ser amenizado com a utilização de fios texturizados¹¹. Possuem ótimas propriedades de amarrotamento. Por ser uma fibra hidrófoba e não absorvente, proporciona artigos com conforto limitado, que pode ser atenuada através de mistura com fibras naturais. Artigos produzidos a partir do poliéster apresentam boa estabilidade dimensional.

Segundo Guillen (1991) e Mather e Wardman (2015), por ser uma fibra hidrófoba e de alta cristalinidade, é difícil de ser tinta, sendo necessária a utilização de corantes e técnicas especiais. Porém, após o tingimento, apresenta excelentes propriedades de solidez da cor. Possuem boas características de lavabilidade e apresentam boas propriedades para a limpeza a seco, mas tem facilidade em reter sujidades oleosas, a menos que seja tratada com agentes repelentes destas sujidades. Neto A. (1996b) e Mather e Wardman (2015) destacam que a fibra de poliéster tem uma larga gama de aplicações, sendo muito utilizada no segmento do vestuário, cama e mesa, tecidos industriais, enchimento para travesseiros, sacos de dormir sacos, cordas, tecidos para pneu, em velas de barcos e redes, etc.

¹¹ São fios constituídos por filamentos que apresentam algum tipo de deformação formando alças, ondulações, helicoidais, etc. Estes fios são geralmente texturizados por fricção. No fio texturizado por fricção, os filamentos assumem a forma helicoidal irregular.

2.4.3.3 O acrílico

Araújo e Castro (1984), Needles (1986) e Mather e Wardman (2015) destacam que a fibra de acrílico é formada por um conjunto de macromoléculas lineares cuja cadeia apresenta, no mínimo, 85%, do peso, em acrilonitrilo. Definição esta que vai ao encontro à definição do CONMETRO através da Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008 (2008, p. 9), e que será adotada neste estudo, sendo: “Acrílico: Fibra formada de macromoléculas lineares que apresentam em sua cadeia acrilonitrilo, pelo menos, 85% em massa”, cuja cadeia molecular está representada na Figura 8.

Figura 8: Representação da cadeia molecular do acrílico

Fonte: Mather e Wardman (2015) adaptado por Paulo Sergio Salvi (2017)

2.4.3.3.1 Propriedades estruturais

Araújo e Castro (1984), Needles (1986) ressaltam que a fibra de acrílico possui alta cristalinidade, sendo necessária a introdução de agentes químicos para reduzi-la e para tornar a cadeia de polímeros mais paralela, deixando a fibra mais flexível. As fibras de acrílico geralmente são produzidas com secção transversal redonda (lisa), ou no formato bilobal, o que proporciona mais brilho.

2.4.3.3.2 Propriedades físicas, químicas, de aplicabilidade e uso

Propriedades físicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986) e Mather e Wardman (2015) destacam que a fibra de acrílico apresenta tenacidade na ordem de 18 a 36gf/tex. Quando úmida, a tenacidade cai para 13 a 27gf/tex. O alongamento à ruptura varia de 20 a 50%. O poder de recuperação da fibra varia em função da carga de alongamento, a 2% o poder de recuperação é de 99%, porém, a 5% oscila entre 50 a 95%. Trata-se de uma fibra dura com excelente resiliência e recuperação à flexão. Sua densidade específica é da ordem de 1,16 a 1,18g/cm³. Trata-se de uma fibra quase hidrófoba, pois, seu regain varia de 1,0 a 2,5%, em condições normais de umidade e temperatura. Possuem propriedades de isolante térmico. Apresentam um tom amarelado quando exposta a temperaturas de 200°C, e amolecem por volta dos 270 a 300°C, provocando seu encolhimento, e fundem a 250 a 255°C.

Propriedades químicas

Araújo e Castro (1984), Needles (1986) e Mather e Wardman (2015) destacam que a fibra de acrílico possui boa resistência química aos ácidos, sendo atacada, apenas por ácidos concentrados, porém, é sensível a ação das bases, mesmo em fracas concentrações. Não é afetada por oxidantes, desde que não ultrapasse a temperatura de 20 a 30°C. Agentes biológicos e luz solar não degradam a fibra de acrílico.

Propriedades de Uso

Araújo e Castro (1984), Needles (1986) e Mather e Wardman (2015) destacam que os fios de acrílico, normalmente, são texturizados, o que lhe garante volume e brilho. Apresentam bons índices de resistência a abrasão e a formação de pilling. Possui boa resistência à formação de rugas e boa retenção de vincos quando do uso de temperaturas específicas. Apresentam bom desempenho de lavabilidade, tanto a úmido como a seco, e devido a sua baixa afinidade com a umidade, secam rapidamente.

Araújo e Castro (1984) e Mather e Wardman (2015) ressaltam tratar-se de uma fibra de fácil tingimento, possibilitando cores brilhantes. Needles (1986) e Mather e Wardman (2015) salientam que as características da fibra de acrílico lhe garantem a aplicação em artigos anteriormente reservados as fibras de lã ou outras a base de queratina, tais como: blusas, saias, vestidos, ternos, vestuário, cobertores, meias, tapetes, cortinas, estofados, etc.

2.5 Fiação

Araújo e Castro (1984) e SENAI (2015b) e (2015f) ressaltam que o setor de fiação é o responsável pela transformação das fibras flocadas e desordenadas, através de uma série de operações sequenciais em fios têxteis com densidade linear controlada e determinada, denominada de título¹².

Segundo Araújo e Castro (1984) e SENAI (2015b) e (2015f) neste processo, a porção de fibras é submetida a uma série de ações mecânicas, limpando-as, estirando-as, paralelizando-as e ao final garantindo a coesão entre elas, através da torção.

Dentre os processos de fiação conhecidos, é possível distinguir dois tipos de fiações: a fiação fiada e a fiação química, conforme consta no quadro 4.

¹² Título diz respeito à densidade linear, que representa a relação entre uma unidade de comprimento por uma unidade de massa, por exemplo: metros por grama (m/g), ou uma relação entre uma unidade de massa por uma unidade de comprimento, por exemplo: gramas por metro (g/m), sendo o mais utilizado para definir a espessura, o diâmetro ou a grossura de um fio (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2015f).

Quadro 4 – Processos de fiação.

FIAÇÃO	FIADA (Fibra Cortada)	Fibra Curta (Até 50 mm)	Anel (Convencional)	Cardada
				Penteada
			Rotor (Open End)	Cardada
				Penteada
			Ar (Jet Spner)	MJS
				MVS – Vortex
	QUÍMICA (Artificial/Sintética)	Fibra Longa (> que 51 mm)	Anel (Convencional)	Cardada
				Penteada
		Via Fusão Via Seca Via Úmida	Fios	Monofilamentos
				Multifilamentos
			Fibras	Curtas
				Longas
			Tow	

Conforme relatado por Araújo e Castro (1984) e SENAI (2015b), na fiação fiada, o fio é constituído a partir de fibras cortadas/descontínuas (de comprimento previamente definido) que são classificadas de fibra curta ou fibra longa, dependendo do comprimento de seu corte. São alinhadas paralelamente e torcidas entre si a fim de garantir uniformidade, toque, volume e resistência.

O SENAI (2015b) destaca que para a produção dos fios fiados há dois processos distintos, sendo:

- Processo de fiação para fibras curtas: que normalmente trabalha com fibras de algodão, poliéster, viscose, linho, acrílico e poliamida, ou a mistura entre elas, desde que o comprimento, máximo, das fibras atinja até 50 mm;
- Processo de fiação para fibras longas: que normalmente trabalha com fibras de lã, poliéster, acrílico e viscose, ou a mistura entre elas, neste caso as fibras possuem comprimento superior a 50 mm e podem chegar até 150 mm.

No quadro 5, são apresentados os principais fios fiados existentes no mercado, segundo o SENAI (2015b).

Quadro 5 – Tipos de fios fiados.

Fio	Características
Fio a anel ou convencional	Refere-se ao processo de obtenção de um fio fiado, em que o anel é alusivo ao tipo de máquina utilizada.
Fio Open End:	Fio produzido em um processo otimizado, com a utilização de um rotor na obtenção do fio, que, por meio do princípio da força, centrífuga gera um fio de toque menos macio do que o do anel.
Fio Vortex	Trata-se de um novo processo de obtenção de fio, que tem como princípio o turbilhamento de ar na sua formação, gerando um fio mais volumoso e macio.
Fio cardado	Fio obtido pelo processo em que são eliminadas somente as fibras e as impurezas prejudiciais ao processo de fiação e a utilização.
Fio penteado	Fio obtido por um fluxo específico, em que, além da eliminação de fibras e impurezas prejudiciais ao processo, as fibras são selecionadas de acordo com a utilização final do fio, resultando em um produto de maior valor agregado.

Fonte: SENAI (2015b)

De acordo com Araújo e Castro (1984) e SENAI (2015b), os fios fiados, independentemente do processo de produção, em relação ao número de cabos¹³, podem receber a seguinte classificação:

- a) Fio singelo: trata-se de um fio fiado constituído por uma única unidade de fio;
- b) Fio retorcido: fio obtido pela junção de duas ou mais unidades de fios, por meio da torção, a fim de garantir um novo fio, mais uniforme e resistente.

Segundo Araújo e Castro (1984) e SENAI (2015b), a fiação química trata-se de um processo que, por intermédio de pressão e temperatura, transforma polímeros

¹³ Segundo SENAI (2015b) referem-se à quantidade de unidades de fio ou filamento.

(poliéster, polipropileno, poliamida, acrílico, etc.) em filamentos contínuos ou em fibras têxteis. Sua matéria-prima pode ser artificial ou sintética.

Os esquemas de produção da fiação química foram demonstrados e comentados no capítulo 2.4.3 Fibras Químicas. Segundo Araújo e Castro (1984) e SENAI (2015b), os fios obtidos neste processo são denominados filamentos, são de origem predominantemente química, formados por cabos contínuos e de comprimento determinado conforme a necessidade, e podem ser:

- a) Monofilamento: fios formados por um único cabo, com vasta possibilidade de utilização, porém, são mais aplicados para fins técnicos;
- b) Multifilamentos: fios formados por dois ou mais cabos, muito utilizado na indústria têxtil, podendo apresentar a forma lisa: quando o fio não apresenta volume e tem maior brilho, ou a forma texturizado: quando o fio apresenta volume, maior opacidade e maior flexibilidade.

2.6 Tecelagem de tecidos planos

A definição de tecelagem, bem como de tecidos planos, por ser tratar de termos muito técnicos, é comum a diversos autores. Neste estudo, a concentração será nas informações do SENAI (2015h) e (2015i), destacando:

- a) Tecelagem: setor da indústria têxtil que tem a finalidade de construir tecidos planos, a partir de dois conjuntos de fios distintos, fios de urdume¹⁴ e fios de trama¹⁵, que se entrelaçam entre si;
- b) Tecido plano: também chamado de tecido de cala, e resultante do entrelaçamento dos fios de urdume e trama, que se cruzam perpendicularmente, formando um ângulo de 90°, conforme figura 9.

¹⁴ Urdume: conjunto de fios dispostos na direção longitudinal, paralelo ao comprimento do tecido (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2015d).

¹⁵ Trama: fios dispostos na direção transversal, paralelos a largura do tecido (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2015d).

Figura 9: Tecido plano: (a) Cruzamento dos fios de trama e urdume; (b) Representação de tecido plano

Fonte: SENAI (2016h)

Segundo Araújo e Castro (1984), SENAI (2015h) e (2015i) as principais características dos tecidos planos são: baixa elasticidade; boa estabilidade dimensional; maior rigidez, boa uniformidade; alto fator de cobertura e boa resistência à tração.

2.7 Tecelagem de tecidos de malha - Malharia

A definição de malharia, bem como de tecidos malha, por ser tratar de termos muito técnicos, é comum a diversos autores. Neste estudo, a concentração será nas informações do SENAI (2015c) e (2015g).

A malharia é o setor da indústria têxtil que tem a finalidade de construir tecidos de malha, a partir de fios que se entrelaçam consigo mesmos em forma de laçadas. A construção de tecidos de malha pode ocorrer em dois processos distintos, sendo:

- a) Malhas pelo processo trama: os fios se entrelaçam consigo mesmos em forma de espiral e horizontalmente;
- b) Malhas pelo processo urdume: vários fios se entrelaçam entre si em forma linear e verticalmente.

Na figura10 está representada a formação das malhas nos dois processos, onde é possível verificar as diferenças entre eles, ou seja, a formação das malhas no sentido horizontal e no sentido vertical.

Figura 10: Representação da formação das malhas: (a) Processo trama; (b) Processo urdume

Fonte: SENAI (2015g)

Nos dois processos, cada laçada passa por dentro da anterior, sem que haja um ponto de amarração entre elas, o que garante aos tecidos de malha, as seguintes características:

- a) Flexibilidade: considerando que as malhas não possuem um ponto de amarração entre elas, as mesmas se sustentam entre si, e estão livres para, quando submetidas a alguma tensão, se movimentarem e moldarem as formas do corpo humano;
- b) Elasticidade: as malhas, por estarem soltas, quando sob tensão, escorregam umas sobre as outras, e quando cessada a tensão inicial, retornam à posição inicial;
- c) Porosidade: devido as laçadas, os tecidos de malha apresentam orifícios denominados poros, que proporcionam conforto fisiológico. No calor, permitem a absorção do suor e facilitam a transpiração, no frio, esses poros formam um colchão de ar, que atua como isolante térmico, evitando a perda de calor pelo corpo;
- d) Instabilidade dimensional: considerando que durante a construção do tecido, os fios estão tensionados, e as laçadas não possuem ponto de amarração entre si, quando cessada a tensão de construção, os fios tendem a voltar a sua forma original, o que provoca instabilidade dimensional ao tecido;

2.8 Beneficiamento têxtil

A definição de beneficiamento têxtil, bem como de suas etapas de processos, por ser tratar de termos muito técnicos, é comum a diversos autores. Neste estudo, a concentração será definição apresentada pelo SENAI (2015a), destacando que o setor do beneficiamento têxtil é o setor da indústria têxtil, composto por uma série de atividades, que tem por finalidade melhorar as características físico-químicas e estéticas dos substratos têxteis, independentemente da forma em que ele se encontra: fibras, fios, tecidos ou confeccionados, e de acordo com as necessidades do consumidor. Pode-se dizer também, que é responsável pelo enobrecimento dos substratos, pois, sempre estará agregando valor ao mesmo.

No setor de beneficiamento têxtil é nítida a existência de três etapas distintas, demonstradas na página seguinte (quadro 6).

Quadro 6 – Etapas do processo de beneficiamento têxtil.

Etapas	Características
Beneficiamento primário	Nome dado aos processos que têm por finalidade preparar o substrato têxtil, sendo um conjunto de operações realizadas sobre o substrato têxtil, visando colocá-lo em condições de receber tintura (parcial ou total) e acabamento final, em conformidade com sua aplicação.
Beneficiamento secundário	Nome dado ao conjunto de operações aplicadas ao substrato têxtil, visando fornecer-lhe coloração parcial ou total.
Beneficiamento final ou terciário ou acabamento	Nome dado ao conjunto de operações realizadas sobre o substrato têxtil, visando melhorar suas características, como brilho, toque, aspecto físico etc., melhorias estas que levam o consumidor a se sentir atraído pelo produto.

Fonte: Salem (2010) e SENAI (2015a), adaptado por Paulo Sérgio Salvi (2017)

Salem (2010) também destaca a existência das formas de aplicação do benefício, que variam de acordo com o substrato têxtil, do benefício que se pretende e do processo escolhido, as quais são demonstradas no quadro 7.

Quadro 7 – Formas de aplicação no beneficiamento têxtil

Aplicação por	Características
Esgotamento	Consiste na utilização de equipamentos caracterizados como descontínuos, onde o substrato entra em contato com certo volume de banho em tempo determinado até que finalize a operação de beneficiamento. Em geral, os insumos são consumidos e/ou transformados durante o processo de esgotamento, conforme representado na figura 11 (a),
Impregnação	Caracterizado pelo uso do equipamento denominado foulard. Nesse processo o substrato arrasta continuamente banho e insumos, e em seguida, o banho é espremido por cilindros. Há absorção do banho e não apenas consumo dos insumos, como o que ocorre na aplicação por esgotamento, conforme representado na Figura 11 (b).

Figura 11: Tipos de aplicação no beneficiamento: (a) por esgotamento; (b) por impregnação.

Fonte: (a) SENAI (2015a); (b) Paulo Sérgio Salvi (2015).

2.9 Os corantes

“Matérias corantes são compostos orgânicos capazes de colorir substratos têxteis ou não têxteis, de forma que a cor seja relativamente resistente (sólida) à luz e a tratamentos úmidos” (SALEM, 2010).

De acordo com Salem (2010), as matérias corantes são classificadas em: corantes e em pigmentos.

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (ABQCT) (2016, http://www.abiquim.org.br/corantes/cor_classificacao.asp):

Corantes orgânicos podem ser definidos como substâncias intensamente coloridas que, quando aplicadas a um material, lhe conferem cor. Os corantes são retidos no material por adsorção, solução, retenção mecânica ou por ligações químicas iônicas ou covalentes.

Na norma ABNT NBR ISO 105-A08, o corante é definido como uma “substância química que é aplicada a um substrato para a finalidade expressa de alterar a reflectância ou transmitância da luz visual” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007c, p. 2).

De acordo com a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (2016, http://www.abiquim.org.br/corantes/cor_classificacao.asp):

Pigmentos orgânicos podem ser definidos como substâncias intensamente coloridas que, quando aplicadas a um material, lhe conferem cor. Os pigmentos, por serem, geralmente, insolúveis em água, são usualmente aplicados por meio de veículos (excipientes líquidos), que podem ser o próprio substrato.

Segundo Salem (2010, p. 43) “Pigmentos são matérias insolúveis em água. Aplicados na superfície da fibra e fixados mediante resinas sintéticas”.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Química (2016), como os corantes são compostos complexos, muitas vezes é impossível traduzi-los por uma fórmula química, pois, alguns são misturas de vários compostos e outros não possuem estrutura química definida. Por esse motivo, a nomenclatura química usual raramente é usada, preferindo-se utilizar os nomes comerciais.

Os corantes são classificados de acordo com as classes químicas as quais pertencem e/ou de acordo com as aplicações a que se destinam.

Araújo e Castro (1984), Associação Brasileira da Indústria Química (2016), Salem (2016), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2015a) e Shore (2002), considerando a aplicação dos corantes para a coloração de substratos têxteis, identificam as mesmas classes de corantes, demonstradas no quadro 8.

Quadro 8 - Classes de corantes

Classe de Corante	Características
Corantes Diretos	São corantes solúveis em água e de fácil aplicação. São indicados para fibras celulósicas e alguns específicos podem tingir fibras de poliamida. Possuem boa solidez à luz, porém, a solidez a lavagem é menor, o que pode ser melhorado com a adição de fixadores.
Corantes Reativos	São corantes indicados para fibras celulósicas e alguns corantes específicos podem, também, tingir fibras de poliamida. Eles reagem quimicamente com o substrato, o que lhes confere uma boa solidez à lavagem.
Corantes à Tina	São corantes insolúveis em água, que precisam ter esta característica modificada quimicamente no próprio banho de tingimento, para que este possua afinidade para com o substrato celulósico, e uma vez ligado à fibra, é oxidado, voltando a sua forma original, isto é, insolúvel na água. São corantes de difícil igualização, mas segundo Zollinger (1991 <i>apud</i> ROSA, 2008, p. 15), são os corantes que possuem os maiores índices de solidez à luz e aos tratamentos úmidos.
Corantes Sulfurosos	São indicados para fibras celulósicas, sendo insolúveis em água, que são aplicados em banhos contendo redutores em meio alcalino, que depois de aplicados à fibra são oxidados, retornando a sua forma original, isto é, insolúvel em água. Suas cores são opacas e apresentam pouco brilho, no entanto apresentam bons índices de solidez a tratamentos úmidos.
Corantes Azóicos	São indicados para fibras celulósicas. Os corantes azóicos são comercializados em duas partes: Naftol ¹⁶ que é aplicado ao substrato e Base, que é copulada ao naftol, formando assim o corante azóico. Apresenta as cores mais brilhantes e vivas que se pode conseguir sobre fibras celulósicas, porém, sua solidez a fricção deixa a desejar com índices baixos. continua

¹⁶ “Naftol: composto orgânico insolúvel em água e, para sua aplicação, é necessária a conversão, mediante soda cáustica, em sais sódicos solúveis” (SALEM, 2010).

conclusão

Classe de Corante	Características
Corantes Ácidos	São indicados para fibras proteicas e alguns específicos podem tingir, também, fibras de poliamida. Recebem esta denominação por duas razões: a sua solubilidade em água deve-se a grupos sulfônicos, de caráter ácido, e por serem aplicados em banhos ácidos. Produzem cores vivas e brilhantes e apresentam bons índices de solidez.
Corantes Complexos Metálico	São indicados para fibras protéicas e alguns específicos, também, podem tingir fibras de poliamida. São semelhantes aos corantes ácidos, com a diferença de apresentarem em sua estrutura um metal, geralmente o cromo, que aumenta o seu peso molecular, garantindo assim uma melhor solidez a tratamentos molhados. =
Corantes Dispersos	São corantes insolúveis em água, que são aplicados em forma de dispersão, que originalmente foram introduzidos para o tingimento das fibras de Acetato. Hoje é utilizado para o tingimento das fibras de poliéster, apresentando excelente resultado. Apresentam bons índices de solidez, principalmente à lavagem e a luz.
Corantes Catiônicos	São corantes básicos que possuem muita afinidade por fibras aniônicas. Seu uso é sobre as fibras de acrílico, onde se consegue excelentes tingimentos, com cores intensas e de boa solidez. Alguns corantes possuem fluorescência.
Corantes Brancos	Os corantes brancos, conhecidos como branco ótico, são corantes que captam os raios ultravioleta e devolvem em comprimento de onda, situado nas cores azul, o que vem a mascarar o amarelado natural dos têxteis, dando a impressão de ver uma cor mais branca. São aplicados em todas as fibras, respeitando as classes dos corantes.

Fonte: Araújo e Castro (1984), Associação Brasileira da Indústria Química (2016), Salem (2016) Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2015a) e Shore (2002).

Com base nas características de cada classe de corantes, é possível estabelecer uma relação indicativa entre eles e as fibras têxteis, conforme consta no quadro 9.

Quadro 9: Relação entre classes de corantes e fibras

Corantes	Fibras					
	Celulósicas	Lã	Seda	Poliéster	Poliamida	Acrílico
Diretos	X	(X)	X	---	(X)	---
Reativos	X	(X)	X	---	(X)	---
A tina	X	---	---	---	---	---
Sulfurosos	X	---	---	---	---	---
Azóicos	X	---	---	---	---	---
Ácidos	---	X	X	---	X	---
Complexo Metálico	---	X	X	---	X	---
Disperso	---	---	---	X	(X)	(X)
Catiônico	---	---	---	---	---	X

X = indicado; (X) = Sortimento limitado. Aplicado com restrições, quanto à solidez ou afinidade.

Fonte: Salem (2010).

Na tabela 5 são apresentados, segundo a Associação Brasileira da Indústria Química (2016b), os corantes mais consumidos no Brasil.

Tabela 5 – Consumo de Corantes no Brasil

Corantes	Mercado (%)
Reativo	57%
Disperso	35%
Ácido	3%
Catiônico	2%
Outros	3%

Fonte: ABQUIM (2016b).

2.10 As Cores

Segundo Pina (2009), talvez nada diga mais sobre as pessoas, do que as cores que ela escolhe para vestir. Enquanto um terno cinza médio demanda respeito e deferência, uma prudente roupa verde com acentos de vermelho pode transmitir uma sensação de estilo e familiaridade. A cor dá variedade à expressão de estilo das pessoas. Apenas um toque, da cor certa, pode proporcionar inesperados encantos. A escolha da cor certa pode adicionar emoção visual para um produto. Ressaltam também que uma marca de moda cria sua identidade através de elementos de estilos, sendo a cor uma delas. Ter uma cor característica que auxilia na identificação instantânea da marca é uma estratégia de muitas marcas. No mundo da moda, as cores têm um significado que transcende a escolha fashion. Tem a ver com o humor e pode influenciar o bem-estar.

De acordo com Salem (2010), “a cor é uma percepção subjetiva causada no cérebro em consequência de certa energia radiante transmitida aos olhos”.

Salem (2010) e SENAI (2015a) destacam que a percepção da cor só é possível na presença de três agentes, sendo:

- a) Fonte de luz;
- b) Objeto observado;
- c) Observador: o olho humano.

A relação entre os elementos: fonte de luz, objeto observado e observado, está representada na figura 12.

Figura 12: Componentes do processo de percepção visual

Fonte: SENAI-SP (2015a)

2.10.1 Fonte de luz

De acordo com Salem (2010) e SENAI (2015a) os objetos só podem ser vistos se forem luminosos, emitem luz, ou se forem iluminados, refletem a luz incidida sobre eles, de forma total ou parcial. Os substratos têxteis são considerados objetos iluminados.

Salem (2010) e SENAI (2015a) definem como luz, o nome dado à radiação eletromagnética com comprimento de ondas variáveis que abrangem uma larga gama espectral, e dentro deste espectro, existe uma pequena gama que varia de 400 a 700nm, que são perceptíveis ao olho humano, e constituem a luz visível. As radiações eletromagnéticas que estão dentro do limite visível pelo olho humano são os raios violeta, na faixa a partir de 400nm e os infravermelhos, na faixa de até 700nm.

De acordo com Salem (2010, p. 16)

Um feixe de luz atravessa um prisma (experiência de Newton (Figura 13)), ele se decompõe em bandas de luz colorida, cores do arco-íris, com comprimentos de onda diferentes e que vão desde o vermelho, 700nm, até o violeta, 400nm. Aí está o espectro visível.

Figura 13: Espectro visível:

- a) Espectro de energia eletromagnética;
- b) Espectro da luz visível

Fonte: Salem (2010)

Para Salem (2010) e SENAI (2015a) as cores se apresentam de duas formas distintas, sendo: por radiação, na forma de luz, e por partícula, forma de matéria.

Salem (2010) e SENAI (2015a) destacam que na forma de luz, a cor é uma radiação formada a partir de três padrões primários: **Red** (vermelho), **Green** (verde) e o **Blue** (azul). Este sistema é conhecido por RGB, e está representado na figura 14, na página a seguir.

Figura 14: Representação das cores sob a forma de luz.

Fonte: SENAI (2015a)

Salem (2010), SENAI (2015b) e Mortara (2017) destacam que o somatório de todas as luzes resulta no surgimento da cor branca, já a ausência de todas as luzes resulta na cor preta. O conjunto destas cores é denominado mistura aditiva.

De acordo com Salem (2010) e SENAI (2015a) quando a cor se apresenta na forma de partícula, ela também é formada a partir de três padrões primários: **C**yan (ciano), **M**agenta (magenta), **Y**ellow (amarelo), que juntas formam o **Black** (preto). Este sistema é conhecido por CMYK, e está representado na figura 15.

Figura 15: Representação das cores sob a forma de partícula.

Fonte: Adaptado SENAI (2015a)

Segundo Salem (2010), SENAI (2015b) o somatório de todas as partículas resulta no surgimento da cor preta, já a ausência de todas as partículas resulta na cor branca. O conjunto destas cores é denominado mistura subtrativa.

SENAI (2015a) destaca que a formação da cor sobre os substratos têxteis dá-se com a dição de corantes ou pigmentos sobre o mesmo, sendo que a maioria das

cores existentes nos substratos têxteis, normalmente nunca é formada por um único agente colorífico, mas sim, pela combinação de dois ou mais agentes.

De acordo com Minolta (1994), Salem (2010) e SENAI (2015a), no estudo e classificação das cores há também o sistema de cores CIELab. Trata-se de um sistema de cor proposto pela Comissão Internationale L'Eclairage - CIE. É uma proposta de sistema subtrativo de cores, utilizado na definição de cores não emitentes, principalmente para os materiais que definem as cores dos substratos têxteis, plásticos e tintas. Este sistema utiliza um canal de luminância e dois canais de cromaticidade. Mas aqui a luminância é substituída pela luminosidade, ou seja, a medida de como a intensidade luminosa é percebida.

O sistema CIELab estabelece coordenadas uniformes no espaço tridimensional de cor, representado na página seguinte (figura 16).

Fonte: SENAI (2015a).

Ainda segundo Minolta (1994), Salem (2010) e SENAI (2015a), a cor percebida pelo observador é sujeita a percepção e subjetividade do mesmo, ou seja, dois observadores olhando um mesmo objeto podem enxergar cores diferentes, sendo assim, a cor precisa ser expressa de forma objetiva através de números, o que garantirá a conformidade do objeto observado. O espaço de cor CIELab, também conhecido por $L^*a^*b^*$, foi criado através da teoria de cores opostas, onde duas cores não podem ser verdes e vermelhas simultaneamente, ou amarelas e azuis simultaneamente.

O L^* indica a luminosidade e o a^* e b^* , são as coordenadas cromáticas, sendo que:

- a) L^* = Luminosidade;

- b) a^* = coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde);
- c) b^* = coordenada amarelo / azul (+b indica amarelo e -b indica azul).

Salem (2010) e SENAI (2015a) ressaltam que os equipamentos destinados a fazerem a leitura de cores, como espectrofotômetros e colorímetros medem a luz refletida dos objetos em cada comprimento de onda ou em faixas específicas, quantificando os dados espectrais e determinando as coordenadas de cor do objeto no espaço de cor $L^*a^*b^*$, para então apresentar a informação em termos numéricos.

Na figura 17, na página seguinte, está o exemplo da leitura de cor de uma maçã, via instrumento de medição, onde podem ser identificados os valores de $L^*a^*b^*$

Figura 17: Identificação das coordenadas de cor no CIELab

Fonte: Minolta (2017).

De acordo com Minolta (2017) através da comparação numérica entre a amostra e o padrão, identifica-se as diferenças entre as cores. As diferenças, nas coordenadas de cor, entre a entre a^* (Δa) e entre b^* (Δb), diferenças estas que podem ser positivas (+) ou negativas (-). Já a diferença total, Delta E (ΔE), será sempre positiva. Sendo expressas como:

- a) ΔL^* = diferença entre mais claro e escuro (+ = mais claro, - = mais escuro).
- b) Δa^* = diferença entre vermelho e verde (+ = mais vermelho, - = mais verde).
- c) Δb^* = diferença entre amarelo e azul (+ = mais amarelo, - = mais azul).
- d) ΔE^* = diferença total de cor.

Segundo Minolta (2017) através do $L^*a^*b^*$, pode-se correlacionar as diferenças numéricas com a percepção visual. Os valores de tolerância são definidos entre o fornecedor e o cliente e usados no controle de qualidade para identificar se uma amostra será aprovada ou rejeitada durante a inspeção.

2.10.2 Objeto observado

Para Salem (2010) e SENAI (2015a) a cor de um objeto é resultado da luz refletida por ele mesmo. Um objeto é branco quando reflete todas as luzes que incidem sobre ele e, será preto quando houver ausências de reflexão das luzes que incidem sobre ele, ou seja, quando absorve todas as luzes que incidem sobre ele.

Salem (2010) destaca que a cor dos objetos é fruto de dois fenômenos, sendo: cor absorvida ou física e cor refletida ou psicológica, a que vemos. A esses pares de cores denominou de cores complementares, destacando alguns exemplos, no quadro 10.

Quadro 10: Relação entre cor absorvida e cor refletida

Cor Absorvida	Cor Refletida
Violeta	Amarelo esverdeado
Azul anil	Amarelo
Azul	Laranja
Verde	Púrpura
Amarelo	Azul anil
Laranja	Azul
Vermelho	Verde azulado

Fonte: Salem (2010)

Salem (2010) quanto Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2015a) ressaltam que ao tingir um substrato têxtil, objetivando uma cor específica, na realidade está determinando-se as cores que serão absorvidas e quais serão refletidas.

2.10.3 Observador

Salem (2010) e SENAI (2015a) enfatizam que ao se falar sobre o observador, na realidade, o foco está no olho humano (figura 18), e depende do bom funcionamento deste para que as cores do objeto sejam percebidas.

Fonte: Salem (2010)

De acordo com SENAI (2015a, p. 111)

As ondas de luz penetram nos olhos pela córnea, que as transmite à retina. Essas ondas são finamente difusas quando passam através das lentes que se encontram atrás da córnea. A íris atua como um diafragma que expande ou contrai a pupila, controlando a quantidade de luz que é permitida entrar no olho. Eles transformam a imagem óptica recebida de energia radiante em energia química, que estimula milhões de terminais nervosos que transmitem os impulsos selecionados para o cérebro, e este os interpreta, criando-se então a percepção visual.

Salem (2010) destaca que nos terminais do nervo óptico existem dois tipos de células.

- a) Bastonetes: são os responsáveis pela visão em ambientes escuros, com baixa intensidade de luz. Estão ligados a um só terminal nervoso e não têm a capacidade para perceber detalhes. Eles possuem a mesma sensibilidade espectral e não permitem a distinção de cores. Em intensidade normal de luz, deixam de ser usados;
- b) Cones: os cones têm menos sensibilidade espectral que os bastonetes, e possuem três tipos de sensibilidades diferentes, que permitem enxergar as cores. Tem uma série de cones que são responsáveis pela visão da cor vermelha, outra série responsável pela visão da cor verde e outra série responsável pela cor azul.

2.10.4 Espaços colorimétricos

A organização espacial de classificação de cores, segundo Munsell, está representada na figura 19.

Figura 19: Organização espacial de classificação de cores segundo Munsell.

Fonte: SENAI (2015a)

SENAI (2015a) ressalta que os espaços das cores possibilitam a definição das cores por números, o que possibilita um critério de classificação e aprovação das mesmas. Esta possibilidade está fundamentada na teoria de Munsell, que em 1905, propôs que a organização espacial de classificação das cores estivesse baseada em três características: na claridade, na tonalidade e na saturação, figura 19. Na qual cada cor só poderia ocupar um único lugar no espaço. Resultando, em 1915, no atlas de Munsell. Já em 1915, Munsell propõe a organização espacial das cores, resultando no atlas de Munsell (figura 20).

Figura 20: Atlas de Munsell.

Fonte: SENAI (2015a)

SENAI (2015a) destaca que existem aproximadamente 10 milhões de cores que podem ser perceptíveis ao olho humano, e estas estão dispostas na escala das cores de acordo com a sua tonalidade, claridade e saturação, ocupando, assim, um único lugar. No centro do espaço das cores, existe um eixo neutro (figura 21).

Figura 21: Eixo neutro.

Fonte: SENAI (2015a)

De acordo com SENAI (2015a, p. 116)

O eixo neutro é branco na sua extremidade superior, que é a cor mais clara que o olho humano pode ver, e preto, na extremidade inferior, que é a cor mais escura que o olho humano pode observar. Entre esses dois limites, existem diversos graus nos quais se observa apenas uma dimensão, ou seja, de claro ou escuro.

A dimensão da cromaticidade é uma função angular em torno do eixo neutro. Se uma pessoa girar ao redor desse eixo, ela passará pelas diferentes cromaticidades possíveis, iniciando-se no violeta, que tem comprimento de onda de 400nm, passando pelos azuis, verdes, amarelos, laranjas e vermelhos, cujo comprimento de onda é de 700nm.

A cromaticidade em terceira dimensão é uma função de distância do eixo neutro e do ângulo dentro do espaço das cores, ou seja, quanto mais afastado se está do eixo neutro, mais saturada estará a cor e com maior luminosidade.

SENAI (2015a) salienta que no sistema Munsell é utilizada uma nomenclatura alfanumérica para identificar os padrões das dimensões Hue (matiz), Value (luminosidade) e Chroma (saturação), sendo:

- a) Matiz: trata da identificação da cor, tais como: verde, azul, amarelo, vermelho e as respectivas misturas. A cor está associada ao comprimento de onda do espectro visível;
- b) Luminosidade: trata-se da luminosidade da cor, sendo: mais clara ou mais escura. Considera-se a cor na escala do eixo central, indo do zero, preto total, até 10, branco total. Neste ponto define-se o grau de claridade da cor,

podendo ser: cor escura, sensação intensa, cor média, sensação média, e cor clara, sensação fraca;

- c) Saturação: trata-se da pureza da cor. Quanto mais próxima do centro, menos saturada a cor, logo, quanto mais distante do centro, mais saturada será a cor;

Ainda de acordo com SENAI (2015a) a partir do atlas de Munsell, existem catálogos padronizados de classificação de cores, dentre eles destaca-se o Pantone®, na versão tecido, figura 22 (a) ou na versão papel, figura 22 (b).

Figura 22: Apresentações do Pantone®:

- (a) *Book Pantone® Cotton*;
(b) Leque Pantone® TPX.

Fonte: Paulo Sergio Salvi (2016)

2.11 Cuidados com o tratamento e conservação dos substratos têxteis

O CONMETRO (2008), usando das suas atribuições, definiu, através da Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008, capítulo II – Das Informações Obrigatórias, letra d), que os substratos têxteis, colocados à disposição do consumidor, deve conter obrigatoriamente informações sobre o tratamento de cuidado para conservação de produto têxtil. Já no capítulo IV – Tratamentos e Cuidados para a Conservação ressalta que estas informações devem estar de acordo com a norma ISO 3758, podendo ser indicadas por símbolos e/ou textos, sendo alcançados por esta obrigatoriedade, os seguintes processos:

- a) Lavagem;
- b) Alvejamento;
- c) Secagem;
- d) Passadoria;

e) Limpeza profissional;

O sistema de simbologia têxtil foi desenvolvido pela The International Association for Textile Care Labelling (GINETEX), para ser usado independentemente do idioma.

Consta no site da GINETEX (2017) que os símbolos de tratamento são uma marca internacional de sua propriedade e estão registrados junto da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Atualmente a GINETEX é composta por 21 países membros, onde as comissões nacionais a representam, e asseguraram a correta utilização dos símbolos de cuidados em seu território nacional. Os comitês nacionais podem conceder o direito às empresas do seu território para que possam reproduzir e usar os símbolos.

Considerando o escopo do estudo, a ênfase está no processo de lavagem, onde a tina simboliza o tratamento doméstico de lavagem pelo processo manual ou mecânico. Ela é usada para transmitir informações referentes à temperatura máxima de lavagem, bem como os demais processos de lavagem, apresentados na página seguinte (quadro 11).

Quadro 11 - Símbolos de cuidados para conservação de artigos têxteis na lavagem

Símbolos	Significado
A tina sem o traço abaixo: a peça pode ser lavada à máquina no processo norma.
Um traço abaixo da tina: a lavagem à máquina deve ser em processo suave.
Dois traços abaixo da tina: processo muito suave.
Uma mão dentro da tina: a lavagem da peça deve ser apenas manual, e na temperatura máxima de 40°C.
Um "X" sobre a tina: a peça não deve ser lavada na máquina.

Fonte: ABNT NRB NM ISO 3758 Versão Corrigida 2 (2013)

2.12 A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

No Brasil, o organismo responsável pelo processo de normalização é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Segundo Funaro et al. (2016, p. 13)

A ABNT foi fundada em 28 de setembro de 1940 e reconhecida como órgão de utilidade pública através da Lei 4.150, de 21 de novembro de 1962. É reconhecida como Fórum Nacional de Normalização no país, representa a *International Organization on Standardization* (ISO).

A ABNT tem inúmeros objetivos, entre os quais, elaborar normas brasileiras e fomentar seu uso nos campos científico, técnico, industrial, comercial, agrícola, de serviços e outros correlatos, além de mantê-las atualizadas. (KOTAIT, 1998, apud FUNARO, 2016, p. 13).

De acordo com a ABNT (<http://www.abnt.org.br/normalizacao>, 2016)

A pertinência da demanda é analisada pela ABNT e, sendo viável, o tema (ou o assunto) é levado ao Comitê Técnico correspondente para inserção no Programa de Normalização Setorial (PNS) respectivo. Caso não exista Comitê Técnico relacionado ao assunto, a ABNT propõe a criação de um novo Comitê Técnico, que pode ser um Comitê Brasileiro (ABNT/CB), um Organismo de Normalização Setorial (ABNT/ONS) ou uma Comissão de Estudo Especial (ABNT/CEE).

O assunto é discutido amplamente pelas Comissões de Estudo dos Comitês Técnicos, com a participação aberta a qualquer interessado, independentemente de ser associado à ABNT, até atingir um consenso, gerando um Projeto de Norma.

O Projeto de Norma é submetido à Consulta Nacional pela ABNT, com ampla divulgação, dando assim oportunidade a todas as partes interessadas para examiná-lo e emitir suas considerações. A Consulta Nacional é realizada pela *web*. A relação dos Projetos de Norma em Consulta Nacional é publicada também no Diário Oficial da União.

Nesta etapa, qualquer pessoa ou entidade pode enviar comentários e sugestões ou então recomendar a sua desaprovação. Todos os comentários são analisados e respondidos pela Comissão de Estudo autora, que realiza uma reunião para análise das considerações recebidas. Todos os interessados que se manifestaram durante o processo de Consulta Nacional, a fim de deliberarem, por consenso, se este Projeto de Norma deve ser aprovado como Norma Brasileira.

As sugestões aceitas são consolidadas no Projeto de Norma, que é homologado e publicado pela ABNT como Norma Brasileira, recebendo a sigla ABNT NBR e seu respectivo número.

Considerando que vários são os setores que demandam normas, a ABNT criou vários comitês técnicos, de acordo com setores de interesse, para coordenar o processo de normalização.

De acordo com a ABNT (<http://www.abnt.org.br/normalizacao>, 2016)

Os comitês são os responsáveis pela coordenação, planejamento e execução das atividades de normalização técnica relacionadas com o seu

âmbito de atuação, devendo compatibilizar os interesses dos produtores e dos consumidores, contando também com os neutros, que são os representantes de universidades, entidades de pesquisa, governo etc.

Os Comitês Técnicos podem ser classificados, em função de sua estrutura e amplitude do âmbito de atuação, em

- Comitê Brasileiro: órgão técnico da estrutura da ABNT, formado por Comissões de Estudo.
- Organismo de Normalização Setorial: entidade técnica setorial, com experiência em normalização, credenciada pela ABNT para atuar no desenvolvimento de Normas Brasileiras do seu setor, também formada por Comissões de Estudo.
- Comissão de Estudo Especial: órgão técnico da estrutura da ABNT, criado quando o assunto de seu escopo não está contemplado no âmbito de atuação de outro Comitê Brasileiro ou Organismo de Normalização Setorial já existente.

Os Comitês Técnicos possuem um foro específico, denominado Conselho Técnico, onde seus Gestores têm assento e debatem as principais questões relacionadas ao desenvolvimento de Normas Brasileiras e os processos envolvidos neste trâmite.

As normas brasileiras sobre têxteis e vestuário são de responsabilidade do Comitê Brasileiro (ABNT/CB-17) – Têxteis e do Vestuário, cujo âmbito de atuação de normalização enquadra-se no campo da indústria têxtil e do vestuário compreendendo fibras, fios, cabos, cordoalhas, tecidos e outros artigos fabricados em têxteis; artigos confeccionados; matérias-primas; produtos químicos e auxiliares necessários para os diversos tratamentos, no que concerne à terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades. Excluindo-se a normalização de máquinas e equipamentos para indústria têxtil que é de responsabilidade do ABNT/CB-04.

2.13 Ensaaios de solidez da cor

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 105-A01 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011, p. 9)

Entende-se por solidez da cor a resistência da cor de têxteis a diferentes agentes aos quais possam estar expostos durante sua fabricação e uso subsequente. A alteração da cor e a transferência da cor ao tecido-testemunha não tinto são avaliadas como índice de solidez. Outras alterações visíveis no material têxtil a ensaiar, como por exemplo, efeitos superficiais, alteração de brilho ou encolhimento, devem ser consideradas propriedades separadas e reportadas como tal.

A norma ABNT NBR ISO 105 trata dos assuntos inerentes aos ensaios de solidez da cor e, está estruturada em partes, identificadas por letras maiúsculas. No quadro 12, da página seguinte, em destaque as que possuem relação direta e/ou indireta com este estudo.

Quadro 12 – Relação de normas que versam sobre ensaios de solidez da cor.

Norma	Assunto tratado
ABNT NBR ISO 105-A	Normas que tratam dos princípios gerais de ensaio.
ABNT NBR ISO 105-C	Normas que tratam dos ensaios de solidez da cor à lavagem.
ABNT NBR ISO 105-F	Normas que tratam da utilização dos tecidos-testemunhas.
ABNT NBR ISO 105-J	Normas que tratam sobre a medição da cor e diferenças da cor.
ABNT NBR ISO 105-X	Normas que tratam de ensaios diversos sobre solidez da cor.
ABNT NBR ISO 105-Z	Normas que tratam sobre as características de colorantes.

Fonte: ABNT (2017)

Para a realização de qualquer ensaio de solidez da cor, é de fundamental importância a consulta à norma ABNT NBR ISO 105-A08 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. iv).

Trata-se de uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação à ISO 105-A08:2001, que foi elaborada pelo Comitê Técnico *Textiles* (ISO/TC 38), Subcomitê *Testes for coloured textiles and colorants* (SC 1), conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

Dentre os diversos termos, da norma ABNT NBR ISO 105-A08 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 1-4), para este estudo, destacam-se:

- a) Dado do iluminante-padrão CIE: distribuições da potência espectral dos iluminantes que a CIE definiu como padrão. Aqueles importantes à ABNT NBR ISO 105 são designados por A (representados por lâmpada de tungstênio), C (luz do dia médio) e D₆₅ (luz do dia médio incluindo a região ultravioleta). A CIE também define as séries F (F₁ a F₁₂) de iluminantes recomendados representativos de várias lâmpadas de descarga fluorescente.
- b) Alteração da cor: alteração de qualquer espécie, seja em luminosidade, croma ou tonalidade, ou qualquer combinação destas, discernível na comparação de um corpo-de-prova com seu correspondente corpo-de-prova de referência.
- c) Colorímetro: instrumento designado a medir a cor de um objeto diretamente em termos de valores tristímulos CIE.

- d) Espectrofotômetro: instrumento para medir a reflectância ou transmitância de luz (ou outra radiação) por um objeto a um ou mais comprimento de onda no espectro.
- e) Escala cinza: séries de pares de tiras coloridas neutras, um par mostrando zero contraste e outros pares mostrando contrastes crescente, usados na avaliação visual do contraste entre pares de referência e corpo-de-prova de ensaio (isto é, nos ensaios de solidez), com a finalidade de dar uma avaliação numérica. Há, no uso geral, dois tipos de escalas cinza, uma para avaliação de alteração da cor (ver ABNT NBR ISO 105-A02) e outra para avaliação de transferência da cor (ver ABNT NBR ISO 105-A03).
- f) Tonalidade: atributo de uma sensação pela qual a cor de um corpo-de-prova é avaliada como semelhante a uma das cores observadas, vermelha, amarela, verde ou azul, ou a combinação de duas delas.
- g) Luminosidade: atributo de percepção da cor pelo qual um corpo-de-prova não autoluminoso é considerado capaz de refletir mais ou menos luz.
- h) Diferença de cor (ΔE): *distância euclidiana entre os pontos*, representando um corpo-de-prova e seu corpo-de-prova de referência no espaço da cor CIELAB.

2.13.1 Princípios gerais de ensaio

A norma que trata sobre os princípios gerais de ensaio é a ABNT ISO 105-A01 (2010, p. iv).

Trata-se de uma adoção idêntica, em conteúdo, estrutura e redação, à ISO 105-A01:2010, que foi elaborada pelo *Technical Committee Textiles* (ISO/TC 38), *Subcommittee Testes for Coloured Textiles and Colorants* (SC 1), conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

Escopo: fornecer informação geral sobre ensaios de solidez da cor dos têxteis para orientação dos usuários. São mencionados os usos e limitações dos métodos, definidos diversos termos, fornecido um resumo dos métodos e discutido o teor das condições que constituem os métodos.

Na maioria das vezes, os métodos individuais se referem à solidez da cor de um único agente, como os agentes de interesse num caso específico, e a condição de aplicação geralmente irá variar. Admite-se que a experiência e desenvolvimentos futuros possam justificar procedimentos nos quais se combinam dois ou mais agentes.

2.13.2 Escalas cinza para avaliação da alteração da cor

A norma que trata sobre o emprego da escala cinza para avaliação da alteração da cor é a ABNT NBR ISO 105-A02 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006a, p. iv).

Trata-se de uma tradução idêntica da ISO 105-A02:1993 e incorpora o *Technical Corrigendum 2:2005*, que foram elaborados pelo Comitê Técnico *Textiles* (ISO/TC 38), Subcomitê *Testes for coloured textiles and colorants* (SC 1).

Tendo como escopo: descrever a escala cinza para determinação da alteração da cor de têxteis nos ensaios de solidez da cor e o seu uso. Uma especificação colorimétrica precisa da escala é dada como um registro permanente que pode ser preparado em relação aos padrões de trabalho recentemente preparados e padrões que podem ser modificados. De acordo com o descrito no item 2.5 Princípio: para o uso da escala deve-se colocar um pedaço do tecido original e do corpo-de-prova ensaiado lado a lado, no mesmo plano e orientados na mesma direção, colocar a escala cinza próximo, no mesmo plano. A cor do ambiente deve ser de cor cinza neutra, mais ou menos no meio termo entre o grau 1 e grau 2 da escala cinza de alteração da cor (isto corresponde aproximadamente ao valor Munsell N5). Se necessário, para evitar os efeitos da cor de fundo na aparência dos tecidos, usar de duas ou mais camadas do tecido original sob os retângulos originais e os corpos-de-prova ensaiados. Iluminar as superfícies com a luz do céu do Norte, no hemisfério norte e luz do céu do Sul, no hemisfério sul, ou uma fonte equivalente com a iluminância de 600 lux ou mais. A luz deve incidir sobre as superfícies a aproximadamente 45°, e a direção de observação aproximadamente perpendicular ao plano das superfícies. Comparar a diferença entre o material original e o ensaiado, com as diferenças representadas pela escala cinza. O grau de solidez para alteração do corpo-de-prova é igual ao número da escala cinza que apresenta uma diferença da cor perceptível igual, em grandeza, à diferença da cor perceptível entre o retângulo original e os corpos-de-prova tratados. A avaliação 5 só é dada quando não se percebe uma diferença entre os corpos-de-prova ensaiados e o material original.

Para a utilização da escala cinza (figura 23), na avaliação da alteração da cor, os corpos-de-prova e os originais devem estar sob condições de iluminação normalizadas, através da utilização de cabines iluminantes (figura 24), página seguinte.

Figura 23: Escala cinza para avaliação da alteração da cor:
 (a) certificado de atendimento às normas;
 (b) alteração: 1 a 3;
 (c) alteração: notas 3 a 5.

Fonte: Paulo Sérgio Salvi (2016)

Figura 24: Cabine iluminante para avaliação de cor

Fonte: Paulo Sérgio Salvi (2016)

2.13.3 Avaliação instrumental do grau de alteração da cor

A norma que trata sobre a avaliação instrumental da alteração da cor para classificação na escala cinza é a ABNT ISO 105-A05 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007b, p. iv).

Trata-se de uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à ISO 105-A05:1996, Cor 1:1997 e Cor 2:2005, que foram elaboradas pelo Comitê Técnico *Textiles* (ISO/TC 38), Subcomitê *Testes for coloured textiles and colorants* (SC 1), conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

Tendo como escopo: descrever um método instrumental de avaliação da alteração da cor em um corpo-de-prova em comparação a uma referência idêntica não tratada, e os cálculos efetuados para transformar as medições instrumentais numa avaliação da escala cinza. Este método pretende ser uma alternativa aos muitos métodos nacionais para avaliação visual do efeito de uma solidez da cor em qualquer material têxtil.

De acordo com o item 4: Aparelhagem, a norma determina que deve ser utilizado um espectrofotômetro ou colorímetro que atenda qualquer das considerações de iluminante e observação para corpo-de-prova de reflexão como descrito na Publicação CIE 15.2, subseção 1.4.

De acordo com o descrito no item 6, da norma ABNT ISO 105-A05 (2007b), a avaliação da alteração da cor deve ser feita via instrumento específico (figura 25).

Figura 25: Espectrofotômetro Minolta

Fonte: Paulo Sérgio Salvi (2016)

Após a leitura do corpo-de-prova não ensaiado e a leitura do corpo-de-prova ensaiado, o equipamento fornece a leitura da alteração da cor (ΔE_F), comparando-a com os dados do quadro 13, e relata a nota a ser atribuída.

Quadro 13: Avaliação da escala de alteração da cor

(ΔE_F)	Nota
$< 0,40$	5
$0,40 \leq \Delta E_F < 1,25$	4,5
$1,25 \leq \Delta E_F < 2,10$	4
$2,10 \leq \Delta E_F < 2,95$	3,5
$2,95 \leq \Delta E_F < 4,10$	3
$4,10 \leq \Delta E_F < 5,80$	2,5
$5,80 \leq \Delta E_F < 8,20$	2
$8,20 \leq \Delta E_F < 11,6$	1,,5
$\geq 11,6$	1

Fonte: ABNT NBR ISO 105-A05 (2007b).

2.13.4 Solidez da cor à lavagem doméstica

A norma que trata sobre a solidez da cor à lavagem doméstica é a ABNT NBR ISO 105-C06 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. iv).

Trata-se de uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à ISO 105-C06:2010, que foi elaborada pelo *Technical Committee Textiles* (ISO/TC 38), *Subcommittee Testes for Coloured Textiles and Colorants* (SC 1), conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

Tendo como escopo: especificar métodos destinados à determinação da resistência da cor de têxteis de todos os tipos e em todas as formas aos procedimentos de lavagens domésticas ou comerciais usadas para artigos domésticos usando um detergente de referência.

A perda da cor e o manchamento, resultantes da ação de dessorção e/ou abrasão de um ensaio simples (S) se aproximam muito de uma lavagem comercial ou doméstica. Os resultados de um ensaio múltiplo (M) podem, em alguns casos, se aproximar aos resultados de até cinco lavagens domésticas ou comerciais a temperaturas que não excedam 70°C. Os ensaios M são mais severos que os ensaios S devido a um aumento da ação mecânica.

De acordo com o item 3: Princípio, a norma destaca que um corpo de prova têxtil em contato com outros tecidos-testemunha especificados é lavado, enxaguado e seco. Corpos de prova são lavados sob condições apropriadas de temperatura, alcalinidade, alvejamento e ação abrasiva, de modo que o resultado seja obtido num tempo convenientemente curto. A ação abrasiva é obtida pelo uso de baixa relação de água e por um número apropriado de esferas de aço. A alteração da cor do corpo de prova e a transferência da cor ao tecido-testemunha ou aos tecidos-testemunha são avaliadas por comparação com as escalas cinza ou instrumentalmente.

De acordo com o item 4: Aparelhagem, materiais e reagentes, a norma descreve as condições mínimas do equipamento (figura 42) a ser utilizado na realização do ensaio, sendo: dispositivo mecânico adequado, constituído de um banho de água contendo um eixo rotativo que suporta, radialmente, canecas de aço inoxidável com diâmetro de (75 ± 5) mm e uma altura de (125 ± 10) mm, com capacidade de (550 ± 50) mL, com fundo da (45 ± 10) mm distante do centro do eixo. O conjunto eixo/canecas gira a uma frequência de (40 ± 2) min⁻¹. A temperatura do banho de água é controlada termostaticamente para manter a solução de ensaio à temperatura prescrita com variação de $\pm 2^\circ\text{C}$. As esferas de aço devem ser de aço inoxidável não corrosíveis, com diâmetro aproximado de 6.

A norma ABNT ISO 105-C06 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), em seu item 6, procedimentos de ensaio, faz menção a tabela de condições de ensaio. Tal tabela apresenta os tipos de lavagem disponíveis e os seus respectivos parâmetros, conforme pode ser constatado no quadro 14, da página seguinte.

Quadro 14 – Condições de ensaio de lavagem

Ensaio	Temperatura (°C)	Volume de Banho (mL)	Cloro livre (%)	Perborato de Sódio g/L	Tempo (min)	Nº de esferas	pH ajustado
A1S	40	150	Nenhum	Nenhum	30	10 ^a	Não
A1M	40	150	Nenhum	Nenhum	45	10	Não
A2S	40	150	Nenhum	1	30	10 ^a	Não
B1S	50	150	Nenhum	Nenhum	30	25 ^a	Não
B1M	50	150	Nenhum	Nenhum	45	50	Não
B2S	50	150	Nenhum	1	30	25 ^a	Não
C1S	60	50	Nenhum	Nenhum	30	25	10,5 ± 0,1
C1M	60	50	Nenhum	Nenhum	45	50	10,5 ± 0,1
C2S	60	50	Nenhum	1	30	25	10,5 ± 0,1
D1S	70	50	Nenhum	Nenhum	30	25	10,5 ± 0,1
D1M	70	50	Nenhum	Nenhum	45	100	10,5 ± 0,1
D2S	70	50	Nenhum	1	30	25	10,5 ± 0,1
D3S	70	50	0,015	Nenhum	30	25	10,5 ± 0,1
D3M	70	50	0,015	Nenhum	45	100	10,5 ± 0,1
E1S	95	50	Nenhum	Nenhum	30	25	10,5 ± 0,1
E2S	95	50	Nenhum	1	30	25	10,5 ± 0,1
^a Para tecidos delicados e artigos de lã ou seda, ou tecidos mistos contendo estas fibras, não se usam as esferas de aço neste ensaio. Registrar o uso das esferas de aço no relatório de ensaio.							

Fonte: ABNT ISO 105-C06 (2010)

2.13.5 Os detergentes em pó

Segundo Daltin (2011), quando há a necessidade de promover a limpeza de uma superfície, normalmente, o solvente mais utilizado é a água. A água tem a propriedade de remover a maioria das sujidades polares¹⁷, porém, existe uma grande quantidade de sujidades apolares¹⁸, tais como: óleo, gorduras, ceras, etc. que não são removidas pela água, nem por outros solventes polares.

Daltin (2011) ressalta que a remoção das sujidades apolares, por intermédio de solventes apolares, na maioria das vezes não é viável. Sendo assim, deve-se proporcionar condições favoráveis para que estas sujidades sejam removidas com a água, que é um solvente polar. Estas condições são obtidas com a utilização de um tensoativo que interagirá com as sujidades apolares, que permitirá a mistura entre a sujidade apolar e a água em virtude da afinidade desta com as novas substâncias criadas.

Segundo Daltin (2011, p. 33)

O fenômeno da remoção de sujidades apolares, pela água, com adição de um tensoativo de efeito de detergência, ressaltando que o mesmo acontece em qualquer superfície suja durante o processo de lavagem com um tensoativo, seja um tecido, um prato, ou outro qualquer. A sujidade oleosa está situada sobre o substrato e, quando é imerso em solução aquosa de tensoativo que esteja acima de sua concentração micelar¹⁹ crítica, ocorre o mesmo efeito visto na formação de uma emulsão. As moléculas do tensoativo em micelas²⁰ rapidamente ocupam as superfícies do óleo com a água e do substrato com a água. Assim que todas essas superfícies forem ocupadas por moléculas de tensoativo, caso ainda haja micelas em quantidade suficiente, haverá uma tendência para moléculas de tensoativo dessas micelas ainda procurarem se posicionar nessas superfícies. Essa tendência gera uma força (chamada de efeito cunha) que busca aumentar o tamanho das superfícies para permitir que mais moléculas de tensoativos possam se estabilizar. Assim sendo, a sujidade oleosa vai se deformando e sendo expulsa da superfície do substrato pelo efeito cunha, pois isso aumenta a superfície de estabilização de moléculas do tensoativo disponíveis.

¹⁷ Substâncias que são solúveis em solventes polares, tais como a água, o etanol e o ácido acético (LIRA, 2016).

¹⁸ Substâncias não solúveis em solventes polares, sendo necessária a utilização de um solvente apolar (hidrocarbonetos, em geral), sendo estes voláteis (LIRA, 2016).

¹⁹ A concentração micelar crítica (c.m.c.) dos tensoativos pode ser determinada através de mudanças bruscas no comportamento de algumas de suas propriedades físicas em solução, tais como, espalhamento de luz, viscosidade, condutividade elétrica, tensão superficial, pressão osmótica e capacidade de solubilização de solutos (ALVES et al. 2007).

²⁰ Estrutura globular formada por um agregado de moléculas anfipáticas, ou seja, compostos que possuem características polares e apolares simultaneamente, dispersos em um líquido constituindo uma das fases de um coloide (ALVES et al. 2007).

Esse efeito é amplificado pela agitação ou atrito, o que auxilia na retirada da sujidade da superfície. O aquecimento também auxilia nesse efeito, pois reduz a viscosidade da sujidade, tornando-a mais facilmente deformável na superfície.

O processo de lavagem doméstica de roupas é composto por vários atores, porém, três são os atores principais: a roupa, a água e o tensoativo, que pode ser um sabão, um detergente em pó (escopo deste estudo) ou um detergente líquido. Seja o sabão ou o detergente, estes cumprirão o papel do tensoativo.

Fogaça (2016) e Neto, O. e 997) destacam que a produção do sabão é uma atividade que data da antiguidade, pois, registros de materiais semelhantes ao atual sabão, foram encontrados na região da antiga Babilônia, em uma placa de argila de aproximadamente 2800 a.C. Também destacam que o sabão é o resultado de uma reação entre um ácido graxo, gorduras e óleos de origem vegetal ou animal, com uma base (material alcalino). No início, a base utilizada era o hidróxido de sódio, também, conhecida como soda cáustica. Com o passar do tempo, sua produção foi aumentando e em 1791, o químico francês Nicolas Leblanc conseguiu fabricar o carbonato de sódio, que em contato com o cloreto de sódio e a gordura, proporcionaram uma nova forma de obtenção do sabão. Forma mais acessível a todos, pois, o carbonato de sódio possuía custo inferior ao hidróxido de sódio, e o cloreto de sódio existia em grande quantidade.

De acordo com Fogaça (2016), Borsato, Moreira e Galão (2004) e Neto, O. e Pino (1997) os detergentes são substâncias sintéticas, produzidos a partir de derivados do petróleo. A sua criação deu-se em 1890, pelo químico alemão A. Krafft ao descobrir que pequenas cadeias de molécula ligadas ao álcool, tinham propriedades saponáceas. Porém, sua produção em escala deu-se no período da Primeira Guerra Mundial, devido ao embargo, por parte dos países aliados, à Alemanha, pois, esta não conseguia importar as gorduras e óleos naturais necessárias à produção do sabão. Então, em 1916, os químicos alemães, H. Gunther e M. Hetzer continuaram os estudos de A. Krafft, e desenvolveram o primeiro detergente sintético de uso comercial.

Borsato, Moreira e Galão (2004) e Neto, O. e Pino (1997) ressaltam que os sabões e os detergentes possuem semelhanças entre si, e as destacam em três quesitos:

- a) Semelhanças de ordem funcional: ambos pertencem ao mesmo grupo de substâncias químicas, os tensoativos. Os dois produtos são agentes

redutores de tensão superficial e têm a característica de, quando em solução e submetidos à agitação, produzirem espuma. Devido a isto são utilizados em processos de limpeza;

- b) Semelhanças de ordem estrutural da molécula: em relação às características de estrutura molecular, também há semelhanças. Ambos têm, pelo menos, um ponto de polaridade na molécula, o que os coloca em outra classificação química comum, ambos são sais. Eles possuem característica polar e apolar na mesma molécula, têm na estrutura apolar da molécula, grandes cadeias carbonadas. Em ambos os casos, a facilidade de degradação consiste em ambos terem cadeia carbônica linear;
- c) Semelhanças na forma de atuação: considerando que ambos têm várias características comuns, seria incomum, se eles apresentassem formas diferentes de atuação no processo de limpeza, sendo assim, a forma de atuação entre eles é muito comum. Ambos proporcionam condições favoráveis para a remoção das sujidades apolares, através da água. Por esta característica, foram classificados como tensoativos aniônicos.

Segundo Neto, O. e Pino (1997, p. 52).

As principais diferenças entre os sabões e detergentes se situam, principalmente, em sua forma de atuar em águas duras e águas ácidas. Os detergentes, nessas águas, não perdem sua ação tensoativa, enquanto que os sabões, nesses casos, reduzem grandemente e até podem perder seu poder de limpeza. Os sais formados pelas reações dos detergentes com os íons cálcio e magnésio, encontrados em águas duras, não são completamente insolúveis em água, o que permite ao tensoativo sua permanência na solução e sua possibilidade de ação. Em presença de águas ácidas, os detergentes são menos afetados pois possuem também caráter ácido e, novamente, o produto formado não é completamente insolúvel em água, permanecendo, devido ao equilíbrio das reações químicas, em solução e mantendo sua ação de limpeza. Outra diferença destaca pelos autores está no fato dos sabões terem menor poder tensoativo e, conseqüentemente menor poder de limpeza que os detergentes. Em contrapartida os sabões, por possuírem gorduras não saponificáveis, agredem menos a pele. Os detergentes quando utilizados para a lavagem de louças, retiram, inclusive, a gordura natural presente nas mãos de quem o utiliza, causando o ressecamento da pele e a maior suscetibilidade a irritações da mesma.

Atualmente, no mercado, há uma grande quantidade de produtos disponíveis para serem utilizados no processo de lavagem doméstica de roupas. São estes, sabões em pedra, sabões líquidos, detergentes em pó, detergentes líquidos, etc., porém, considerando o escopo deste estudo, o foco estará somente nos detergentes em pó.

Conforme citado no item 2.13.4, deste estudo, a norma que trata sobre a solidez da cor à lavagem doméstica é a ABNT ISO 105-C06 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), que traz no item 4.4 a especificação de que o detergente a ser utilizado não deve conter alvejante ótico. Já nos itens 4.4.2 e 4.4.3, traz as especificações dos possíveis detergentes em pó a serem utilizados, como apresentados nos quadros 15 e 16, respectivamente.

Quadro 15 - Detergente padrão de referência WOB AATCC 1993

Composição	Fração em massa (%)
Sal de alquilbenzeno sulfonato de sódio linear ^a	18
Aluminossilicato de sódio sólido	25
Carbonato de sódio	18
Silicato de sódio sólido ^b	0,50
Sulfato de sódio	22,13
Polietileno glicol ^c	2,76
Poliacrilato de sódio	3,50
Silicone, antiespumante	0,04
Umidade (partículas de agente tensoativos não reagidas)	10
Miscelânea (partículas de agente tensoativos não reagidas)	0,07
Total	100
<p>a C11.8LAS, introduzido como Stepan's Calsoft L-50-12.</p> <p>b $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O} = 1,6$.</p> <p>c 2% introduzido via base de granulados e 0,76% introduzido via mistura de inibidor de espuma.</p>	

Fonte: ABNT ISO 105-C06 (2010).

Quadro 16 - Detergente de referência ECE com fostatos

Composição	Fração em massa (%)
Alquibenzeno sulfonato de sódio linear (comprimento médio da cadeia de alcano, C _{11,5})	8,0 ± 0,02
Álcool de cebo etoxilado (14 EO)	2,9 ± 0,02
Sabão de sódio, tamanho da cadeia: C ₁₂ – C ₁₆ : 13% a 26% C ₁₈ – C ₂₂ : 74% a 87%	3,5 ± 0,02
Tripolifosfato de sódio	43,7 ± 0,02
Silicato de sódio (SiO ₂ :Na ₂ O = 3,3:1)	7,5 ± 0,02
Silicato de magnésio	1,9 ± 0,02
Carboximetilcelulose (CMC)	1,2 ± 0,02
Ácido etileno diamina tetraacético (EDTA), sal sódico	0,2 ± 0,02
Sulfato de sódio	21,2 ± 0,02
Água	9,9 ± 0,02
Total	100

Fonte: ABNT ISO 105-C06 (2010)

Em ambos os casos, a norma de ensaio prescreve a utilização de 4g/L de detergente em pó padrão.

3 MÉTODOS E MATERIAIS

3.1 Os materiais

3.1.1 Escolha da composição dos substratos têxteis

Considerando que, em 2015, a fibra de algodão foi a mais consumida, com 60,92% do total, seguida das fibras de poliéster, poliamida e acrílico, os substratos escolhidos para neste estudo possuem a seguinte composição:

- a) 100% Algodão;
- b) 100% Poliéster;
- c) 100% Poliamida;
- d) 100% Acrílico.

3.1.2 Escolha dos substratos

Para a realização dos ensaios de solidez da cor, os substratos a serem submetidos aos ensaios podem estar na forma de fibra, fios ou tecidos. Neste estudo, optou-se por utilizá-los na forma de tecidos. Foram utilizados os seguintes tecidos:

- a) 100% algodão, tecido plano, em cru, desengomado, adquirido no mercado;
- b) 100% poliéster, tecido plano, em cru, desengomado, adquirido no mercado;
- c) 100% poliamida, tecido de malha, em cru, produzido no tear Santoni, modelo SM8-TOP2, com 8 alimentadores, finura 28 e diâmetro com 15”;
- d) 100% acrílico, tecido de malha, em cru, produzido no tear Avanço Orízio, modelo Jhon/C, com 90 alimentadores, finura 14 e diâmetro com 30”.

As características dos tecidos utilizados encontram-se descrita no quadro 24, da página seguinte.

Quadro 24 – Características dos tecidos utilizados

Composição	Estrutura	Ligamento	Gramatura	Fio(s) Utilizado(s)
100% Algodão	Tecido Plano	Tela	150 g/m ²	Trama: 40/1 Ne Urdume: 80/2 Ne
100% Poliéster	Tecido Plano	Tela	155 g/m ²	Trama: 374/96 dtex Urdume: 374/96 dtex
100% Poliamida	Tecido de Malha	Meia malha	270 g/m ²	2x78/23 dtex
100% Acrílico	Tecido de Malha	Meia malha	280 g/m ²	2/28 Nm

Fonte: Paulo Sérgio Salvi

3.1.3 Escolha das classes dos corantes

Considerando o escopo do estudo, onde não se pode ter nenhuma outra variável se não o detergente em pó utilizado nos ensaios de solidez da cor à lavagem doméstica, a escolha recai sobre corantes que possuem afinidade com as fibras que compõem o substrato a ser ensaiado, que apresentam boa solidez de cor à lavagem doméstica e que possuem representatividade no mercado Brasileiro. Sendo assim, a escolha pelos corantes, de acordo com os substratos, foi:

- Para o substrato composto por 100% algodão: corante reativo, por possuírem boa solidez da cor a tratamentos úmidos, e por, segundo dados da ABIQUIM, no Brasil, corresponder a 57% do total do mercado de corantes. O corante utilizado foi o Drimaren[®], Blue HF-RL, produzido e fornecido pela empresa Clariant S. A.;
- Para o substrato composto por 100% poliéster: corante disperso, por ser a única classe de corantes indicada para a fibra de poliéster, e por, segundo dados da ABIQUIM, no Brasil, corresponder a 35% do total do mercado de corantes. O corante utilizado foi o Foron[®], Azul RD-GLS, produzido e fornecido pela empresa Clariant S. A.;
- Para o substrato composto por 100% poliamida: corante ácido, por apresentar os melhores índices de solidez da cor a tratamentos úmidos, e

por, segundo dados da ABIQUIM, no Brasil, corresponder a 3% do total do mercado de corantes. O corante utilizado foi o Nylosan®, Azul N-BLN, produzido e fornecido pela empresa Clariant S. A.;

- d) Para o substrato composto por 100% acrílico: corante catiônico, por apresentar os melhores índices de solidez da cor a tratamentos úmidos, e por ser, segundo dados da ABIQUIM, no Brasil, corresponder a 2% do total do mercado de corantes. O corante utilizado foi o Sandrocyl® Azul, fornecido pela empresa Clariant S. A.

3.1.4 Escolha dos detergentes em pó

Em relação aos detergentes recomendados pela norma de ensaio, considerando que no Brasil não há utilização de perborato na lavagem, a escolha recaiu sobre o Detergente padrão de referência WOB AATCC 1993, doravante denominado detergente padrão.

Considerando o escopo do estudo, em relação ao detergente comercial, a sistemática foi de escolher 04 (quatro) detergentes de fabricantes diferentes, sendo dois, de preços mais elevados e dois de preços inferiores. Sendo assim, foram adotados os detergentes disponíveis no Hipermercado Carrefour – Jardim Anália Franco, no dia 13 de março de 2016. No quadro 18 é demonstrado, dentre as diversas marcas disponíveis, as que se enquadraram no critério estabelecido.

Quadro 18 – Detergentes comerciais adquiridos

Detergente em pó	Fabricante	Preço
A	W	R\$ 10,31
B	X	R\$ 9,09
C	Y	R\$ 5,79
D	Z	R\$ 5,79

Fonte: Paulo Sérgio Salvi (2016)

Além do detergente padrão, para efeitos comparativos, serão utilizados os detergentes em pó comerciais denominados de detergentes A, B, C e D, e seguindo o prescrito na norma para determinar a solidez da cor à lavagem doméstica, ABNT

ISO 105-C06 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), a dosagem será de 4g/L para cada ensaio.

A composição dos detergentes comerciais escolhidos para o estudo está demonstrada no quadro 19.

Quadro 19 – Composição dos detergentes em pó comerciais.

Detergente A	Detergente B	Detergente C	Detergente D
Tamponantes	---	---	---
Sinergista	---	---	---
---	---	---	Agente antirredepositante
---	---	Alcalinizantes	Alcalinizantes
---	---	Sequestrante	Sequestrante
Coadjuvantes	Coadjuvantes	Coadjuvantes	Coadjuvantes
Corantes	Corantes	Corante	Corante
Enzimas	Enzimas	Enzimas	Enzimas
Branqueador óptico	Branqueador óptico	Branqueador óptico	Branqueador óptico
Fragrâncias	Fragrância	Fragrância	Fragrância
Água	Água	Água	Água
Carga	Carga	Carga	Carga
Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio*	Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio*	Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio*	Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio*

Presente em todos os produtos

Presente em dois produtos

Presente em um produto

Fonte: Paulo Sérgio Salvi

Todos os produtos adquiridos trazem no rótulo de composição, a informação de que o componente ativo é o Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio. No caso do produto A o princípio ativo é o Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio.

3.2 Os métodos

3.2.1 A metodologia

Para Andrade (2001) a pesquisa científica é um conjunto de procedimentos sistemáticos, com base em raciocínio lógico, cujo objetivo é encontrar soluções para os problemas propostos mediante o emprego de métodos científicos.

De acordo com Gomes (2009) as pesquisas em Ciências Sociais podem ser qualitativas ou quantitativas, porém, apesar de alguns autores não fazerem diferenciação entre elas, há, sim, uma diferença marcante em relação à forma de abordar os fatos, dependendo do tipo de estudo. Na pesquisa quantitativa a preocupação está com a mensuração (medir, quantificar) dos fatos, na busca da realidade. Já a pesquisa qualitativa é indicada para o entendimento das particularidades de um fenômeno, quando o mesmo não é possível de ser mensurado, e o seu resultado não é apresentado em forma de números, mas sim, através de uma descrição analítica. Apesar de distintas, ambas buscam criar teorias compreensivas acerca de uma dinâmica visível (quantitativa) e não visível (qualitativa) sobre o tema de estudo.

Considerando que este estudo busca analisar o desempenho dos substratos têxteis submetido à ação dos detergentes comerciais, via mensuração dos resultados dos ensaios de solidez da cor à lavagem, verificou-se que a pesquisa quantitativa é a mais indicada para este estudo, uma vez que não há uma preocupação com a qualificação dos resultados.

De acordo com Gil (2002) a estratégia experimental representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Consistindo em delinear o objeto de estudo, selecionar as variáveis que poderiam influenciá-lo, e definir como controlar estas variáveis para não haver interferência no resultado final.

Após a análise das principais estratégias, concluiu-se que o método da estratégia experimental, com a tentativa de neutralizar todas as variáveis que poderiam vir a interferir no resultado final da pesquisa, é a mais indicada para este estudo.

3.2.2 A amostragem

Em relação à amostragem dos corpos de prova a serem ensaiados, de acordo com as características do estudo e considerando que os produtos ensaiados podem ser produtos terminados ou materiais em processamento, optou-se pela utilização da amostragem prevista na norma NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985).

Esta norma tem, entre outros, define os seguintes campos de atuação:

- a) Produtos terminados: produtos acabados, que estão prontos para a comercialização, e que podem ser inspecionados antes ou após embalagem e expedição para embarque ou estocagem;
- b) Materiais em processamento: são os materiais que já receberam alguma transformação no processo produtivo e que podem ser analisados, para determinar a qualidade dos mesmos, para, caso apresente alguma anomalia, sejam tomadas ações corretivas antes do material continuar até a próxima etapa do processo de produção;

Ainda de acordo com o descrito na norma NBR 5426 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985) o plano de amostragem determina o número de corpos de prova que devem ser submetidos a ensaios e o critério para aceitação do lote. Ressalta também que há três tipos de planos de amostragem: simples, dupla e múltipla.

De acordo com a norma NBR 5426 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985, p. 5)

No plano de amostragem simples a quantidade de unidades de produto inspecionada deve ser igual ao tamanho da amostra dada pelo plano. Se o número de unidades defeituosas encontrado na amostra for igual ou menor do que o número de aceitação, o lote deverá ser considerado aceito. Sendo o número de unidades defeituosas iguais ou maior que o número de rejeição, o lote deve ser rejeitado.

Para o processo de validação do método adotado será utilizado um plano de amostragem simples em triplicata, constituído de prova 1, prova 2 e contraprova. Caso haja divergência entre os resultados das duas provas, novo ensaio será realizado, nas mesmas condições, utilizando-se a amostra de contraprova. Havendo divergência entre os três resultados, as amostras serão reprovadas, sendo

necessária a produção de novas amostras. Caso o ensaio de contraprova seja compatível com os resultados de uma das provas, a prova que apresentou o resultado divergente será descartada, e os resultados obtidos serão validados.

3.2.3 Modelo matemático utilizado

Segundo Stevenson (2001) o teste de significância de médias tem o objetivo de avaliar afirmações feitas a respeito de médias populacionais, exigindo dados quantitativos, ou seja, dados contínuos ou discretos. Destacando que há basicamente três tipos de avaliação:

- a) A afirmação pode dizer respeito à média de uma única população: a avaliação envolve um teste de uma amostra para médias. Afirmação esta pertinente ao estudo em questão;
- b) É possível afirmar que as médias de duas populações são iguais, para isso é necessário um teste de duas amostras para médias. Não aplicável ao estudo em questão;
- c) É possível afirmar que a média de mais de duas populações são todas iguais, ou seja, quando se tem um teste de n amostras, onde $n > 2$, neste caso, deve-se utilizar a Análise da Variância.

De acordo com Stevenson (2001), no teste de uma amostra para médias, há que se cumprir seis etapas.

- a) Etapa1: Estabelecer a hipótese nula e a hipótese alternativa;
 - A hipótese nula, conhecida como H_0 : $\mu =$ nota do detergente padrão;
 - A hipótese alternativa, conhecida como H_1 : $\mu \neq$ nota do detergente padrão.
- b) Etapa 2: Identificar uma distribuição amostral adequada;
 - Utilizar-se-á a distribuição t^{21} , pois, o desvio padrão da população não é conhecido, devendo ser estimado a partir dos dados amostrais, e também devido ao tamanho da amostra ser igual ou inferior a 30, caso contrário utilizar-se-ia a distribuição normal.

²¹ O criador da distribuição t foi W. S. Gossett, empregado de uma cervejaria irlandesa no princípio do século XX. A firma não gostava que seus funcionários publicassem trabalhos em seu próprio nome, de modo que Gossett adotou o pseudônimo de Student em seus trabalhos sobre distribuição t . Daí é que ela ficou conhecida como distribuição de *Student t*.

- c) Etapa 3: Escolher o nível de significância;
- Adotar-se-á o risco de 5% em rejeitar H_0 quando ela é verdadeira. Assim, $\alpha = 0,05$.
- d) Etapa 4: Identificar o valor de t ;
- Em pequenas amostras, inferior ou igual a 30, a população deve ter distribuição normal. Como a amostra tem $n = 5$, o grau de liberdade é igual a 4, e considerando $\alpha = 0,05$, o valor de $t = \pm 2,132$ (valor encontrado na tabela de distribuição t).
- e) Etapa 5: Calcular a estatística teste (t_{teste});
- Antes do cálculo do t_{teste} , torna-se necessário o cálculo do desvio padrão amostral (S_x);
 - Calcular a estatística teste (t_{teste}).
- $$t_{teste} = \frac{\text{média amostral} - \text{média alegada}}{S_x/\sqrt{n}} \quad (\text{eq. 1})$$
- onde:
- $$\text{Média amostral} = \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (\text{eq.2})$$
- Média alegada = nota obtida na lavagem com detergente padrão
- $$\text{Desvio padrão } (S_x) = \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - X_i)^2}{n - 1}} \quad (\text{eq.3})$$
- n = número de corpos de prova = 5
- f) Etapa 6: Comparar a estatística amostral com o valor crítico. Rejeitar H_0 se t_{teste} exceder o valor crítico, para mais ou para menos, conforme gráfico 4.

Gráfico 4 – Significância da distribuição amostral

Fonte: Paulo Sérgio Salvi

Os cálculos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa Excel[®] 2013, da empresa Microsoft[®].

3.2.4 Escolha das cores

Com a possibilidade da intensidade de cor vir a interferir no resultado do estudo, optou-se pela utilização de substratos de cores claras, médias escuras, cuja definição deu-se a partir de experimentos, baseados nas tendências de cores, descritas no Caderno SENAI Mix Design Direções Criativas Primavera/Verão 2016/2017, do qual foram selecionadas 14 cores e seus respectivos números de Pantone®, (quadro 20).

Quadro 20 – Cores extraídas do Caderno SENAI Mix Design Primavera/Verão 2016/2017

Pantone®	Cor	
121404	Suspiro
132807	Poema
141217	Cupcake
143911	Marshmallow
151132	Rapel
153920	Astral
161543	Energia
164402	Urbano
71347	Trilha
180312	Safari
191543	Refúgio
193323	Místico
194027	Cósmico
-	Preto

Fonte: SENAI (2016)

As leituras das cores foram obtidas através de espectrofotometria VIS, Datacolor 650 SF Plus, com auxílio do software Match Wizard®, ambos instalados no laboratório de colorimetria da Escola SENAI “Francisco Matarazzo”, e realizadas na ordem da cor mais escura para a cor mais clara, sob o iluminante D65, 10°, Sistema CIELab.

De acordo com Sharif, Vieira e Zamora (2010), a partir da equação de Klubelka-Munke (equação 2), obtêm-se a intensidade colorística.

$$K/S = (1-R)^2/2R \text{ (eq.4)}$$

onde: K é a absorção de luz pelo agente colorífico, S é a medida da difusão da luz pelo substrato e R é o valor da remissão.

Através da equação 3, calcula-se a distância Euclidiana no espaço de cor CIELab, conhecida como desvio total (ΔE^*). O ΔE^* corresponde à soma do quadrado dos desvios parciais da cor estudada em relação ao padrão, utilizando-se para cálculo os desvios dos eixos a^* (Δa^*), b^* (Δb^*) e L^* (ΔL^*).

$$\Delta E^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2} \text{ (eq.5)}$$

Esta equação foi utilizada para determinar o ΔE^* entre cores, através de espectrofotometria VIS (Konica Minolta CM 3600d).

Para a classificação de cor escura / clara, avaliou-se o resultado somente através da Luminosidade (L^*), sendo que: quanto menor o valor de L^* , mais escura a cor. Após determinado o L^* de todas as cores, calculou-se, inicialmente a média (equação 6) entre elas, posteriormente o desvio padrão (equação 7), adotando-se como limite para cores claras a média menos meia unidade de desvio padrão (equação 8) e, para as cores escuras, a média mais meia unidade de desvio padrão (equação 9). As cores entre os intervalos escura/clara foram classificadas como cores médias.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \text{ (eq.6)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X - X_i)^2}{n - 1}} \quad (\text{eq.7})$$

$$\text{Cor}_{\text{clara}} = \bar{X} - \frac{\sigma}{2} \quad (\text{eq.8})$$

$$\text{Cor}_{\text{escura}} = \bar{X} + \frac{\sigma}{2} \quad (\text{eq.9})$$

3.2.5 Preparação e tingimento dos corpos e prova

Objetivando a eliminação de qualquer outra variável, os tecidos foram preparados e tintos na Escola SENAI “Francisco Matarazzo”, com auxílio de equipamentos que possuem parâmetros de controle do processo, seguindo as formulações indicadas pelos fabricantes dos corantes utilizados.

A preparação e o tingimento dos substratos foram realizadas no equipamento de laboratório para tingimento de cones e tecidos, em autoclave até 135°C, modelo TUB-4²², do fabricante Mathis.

As formulações utilizadas para a preparação, purga e alveamento para o tecido de algodão, e somente purga para os demais tecidos, para cada substrato encontram-se no quadro 21, na página a seguir.

²² Trata-se de uma máquina piloto para tingimentos, tratamentos e lavagens de fios em bobinas industriais, amostras de tecido plano e de malha. Possui um microprocessador Touch Screen para até 99 programas. Permite a visualização, controle e acompanhamento de todos os parâmetros do processo. (MATHIS, 2016)

Quadro 21 – Formulação para preparação dos tecidos

Composição	Preparação
100% Algodão	Relação de Banho: 1:10 1,0 g/L de umectante. 10,0 ml/L de H ₂ O ₂ , 200 volumes. 5,0 ml/L de soda cáustica 50°Bé. 3,0 g/L de estabilizador: 1,0 g/L de detergente: 1,0 g/L de sequestrante de ferro.
100% Poliéster	Relação de Banho: 1:10 1,0 g/L de detergente. 5,0 g/L de carbonato de sódio. 0,5 g/L emulgador.
100% Poliamida	Relação de Banho: 1:10 1,0 g/L de detergente. 5,0 g/L de carbonato de sódio. 0,5 g/L de emulgador.
100% Acrílico	Relação de Banho: 1:10 1,0 g/L de detergente. 3,0 g/L de tripolifosfato de sódio.

Fonte: Paulo Sérgio Salvi (2017)

Para a realização dos tingimentos, adotou-se as formulações básicas de tingimento recomendados por fabricantes de corantes, que são apresentadas na página a seguir, no quadro 22.

Quadro 22 – Formulação para o tingimento dos tecidos

Composição	Clara	Média	Escura
100% algodão	- 0,05% de corante azul DRM HF-RL; - 30g/L de sal; - 5g/L de Barrilha.	- 0,30% de corante azul DRM HF-RL; - 30g/L de sal; - 5g/L de Barrilha.	- 1,60% de corante azul DRM HF-RL; - 30g/L de sal; - 5g/L de Barrilha.
100% Poliéster	- 0,01% de corante azul foron; - 0,5 g/L de Dispersante; - 0,5 g/L de ácido acético.	- 0,20% de corante azul foron; - 0,5 g/L de dispersante; - 0,5 g/L de ácido acético.	- 1,00% de corante azul foron; - 0,5 g/L de dispersante; - 0,5 g/L de ácido acético;
100% Poliamida	- 0,05% de corante azul Nylosan [®] N-BLN; 3% de Sulfato de Amônio; 1% de Igualizante.	- 0,95% de Corante azul Nylosan [®] N-BLN. 3% de Sulfato de Amônio; 1% de Igualizante.	- 3,00% de corante azul Nylosan [®] N-BLN; - 3% de Sulfato de Amônio; - 1% de Igualizante.
100% Acrílico	- 0,02% de corante azul Sandocryl [®] ; 5g/L de Sulfato de Sódio; 1% de ácido acético; 2% de retardante.	- 0,05% de Corante azul Sandocryl [®] ; 5g/L de Sulfato de Sódio; 1% de ácido acético; 1% de retardante.	0,15% de Corante azul Sandocryl [®] ; 5g/L de Sulfato de Sódio; 1% de ácido acético; 0,5% de retardante.

Fonte: Clariant (2003) Adaptado por Paulo Sérgio Salvi (2017)

Para a realização dos tingimentos, adotou-se os gráficos de processos de tingimentos recomendados por fabricantes de corantes (gráficos 5 a 7), demonstrados nas páginas a seguir.

Gráfico 5 – Processo de tingimento para algodão

Conforme demonstrado no gráfico 5, após decorrido o tempo de tingimento do tecido de algodão, o banho é drenado e o substrato receberá 04 lavagens.

Gráfico 6 – Processo de tingimento para poliéster

Conforme demonstrado no gráfico 6, após decorrido 110 minutos de processo, o banho gradativamente é resfriado à 90°C, durante 30 minutos, para posterior drenagem do banho.

Gráfico 7 – Processo de tingimento para poliamida

Fonte: Clariant (2003) Adaptado por Paulo Sérgio Salvi (2017)

Conforme demonstrado no gráfico 7, após decorrido 110 minutos de processo, o banho é drenado e o substrato receberá duas lavagens, sendo que na segunda é adicionado o fixador.

Gráfico 8 – Processo de tingimento para acrílico

Fonte: Clariant (2003) Adaptado por Paulo Sérgio Salvi (2017)

Conforme demonstrado no gráfico 8, após decorrido o tempo de tingimento do tecido de acrílico, o banho é drenado.

3.2.6 Ensaios de solidez da cor à lavagem: escolha dos processos de lavagem

Partindo do princípio que a temperatura da lavagem doméstica pode ou não interferir na solidez da cor do substrato têxtil, optou-se por ensaiar os substratos, de mesma composição, nas cores claras, médias e escuras, em dois processos de lavagem com temperaturas diferentes, que estariam mais próximos a realidade do consumidor. Ao buscar a referência das condições de ensaio de lavagem, previstas na norma ABNT ISO 105-C06, 2010, a escolha recaiu sobre os métodos A1M e C1M. Os ensaios de solidez da cor a lavagem doméstica foram realizados no Laboratório de Ensaios Têxteis, da Escola SENAI “Francisco Matarazzo”, no equipamento Whashtester, modelo WT II B.

3.2.7 Avaliação dos resultados dos ensaios.

Conforme citado nos itens 2.13.2 e 2.13.3, deste estudo, para a avaliação dos resultados de ensaios de solidez da cor, no quesito alteração da cor, pode-se adotar dois métodos, a avaliação através das escalas cinza, ou a avaliação através de instrumento específico.

Devido à grande quantidade de amostras, e procurando evitar a interferência humana, o que poderia levar a conclusões errôneas, avaliar-se-á a alteração da cor através do espectrofotômetro Konica Minolta do laboratório de ensaios têxteis da Escola SENAI “Francisco Matarazzo”.

3.2.8 Dimensionamento do estudo

Considerando que a abrangência do estudo contempla quatro substratos produzidos com fibras diferentes: algodão, poliamida, poliéster e acrílico, tintos em três tonalidades: clara, média e escura, lavados à duas temperaturas diferentes: 40°C e 60°C, por cinco tipos de detergentes em pó: padrão, comercial A, comercial B, comercial C e comercial D, e por duplicata, conforme descrito e justificado em todo o item 3.1, o dimensionamento deste estudo, no tocante ao número de corpos de prova que serão ensaiados, por tipo de fibra utilizada, é da ordem de 240 corpos

de prova, conforme demonstrado no quadro 23, isto, considerando que não será necessário ensaiar nenhum corpo de prova da contraprova.

Quadro 23 – Dimensionamento do estudo em relação aos corpos de prova

Composição	Cores	Lavagem	Detergente em pó
100% Algodão 100% Poliéster 100% Poliamida 100% Acrílico	Clara	A1M (40°C)	Padrão
			Comercial A
			Comercial B
			Comercial C
			Comercial D
		C1M (60°C)	Padrão
			Comercial A
			Comercial B
			Comercial C
			Comercial D
	Média	A1M (40°C)	Padrão
			Comercial A
			Comercial B
			Comercial C
			Comercial D
		C1M (60°C)	Padrão
			Comercial A
			Comercial B
			Comercial C
			Comercial D
			continua

conclusão

Composição	Cores	Lavagem	Detergente em pó
	Escura	A1M (40°C)	Padrão
			Comercial A
			Comercial B
			Comercial C
			Comercial D
		C1M (60°C)	Padrão
			Comercial A
			Comercial B
			Comercial C
			Comercial D

Fonte: Paulo Sérgio Salvi (2006)

3.2.9 Avaliação do estudo.

Considerando que a norma para avaliação do resultado do ensaio de solidez da cor à lavagem doméstica, prevê atribuição de nota de desempenho, no intervalo de 1 a 5, com escala de 0,5 pontos, foi considerado, resultado divergente, quando esta diferença for maior, para mais ou para menos, que 0,5 pontos ou quando a significância obtida for maior que a significância estabelecida, através da t_{teste} .

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1. Resultado da classificação das cores

O resultado do estudo para classificação das cores entre claras, médias e escuras, encontra-se na tabela 6.

Tabela 6 – Determinação das cores claras, médias e escuras.

Cor	Pantone®	L^*	Classificação
Preto		-	Escuras
Cósmico		194027	
Místico		193323	
Refúgio		191543	
Safari		180312	
Trilha		171347	Médias
Energia		161543	
Astral		153920	
Urbano		164402	Claras
Rapel		151132	
Marshmallow		143911	
Cupcake		141217	
Suspiro		121404	
Poema		132807	

Média = 61,94

Desvio Padrão = 8,91

Cores Escuras (média - 1/2 desvio padrão) = < 53,03

Cores Claras (média + 1/2 desvio padrão) = > 70,85

Para o estudo em questão, os substratos têxteis, de todas as composições foram tintos em cores claras (cujo L^* esteja a cima de 70,85), médias (cujo L^* esteja entre 70,85 e 53,03) e escuras (cujo L^* esteja a baixo de 53,03).

4.2. Resultado da leitura do L^* , nos substratos tintos

O resultado da leitura do L^* , após o tingimento dos substratos, com base nos procedimentos orientativos e demonstradas no item 3.2.5 Preparação e Tingimento dos Substratos são apresentados na tabela 7.

Tabela 7 – Valores de L^* nos substratos tintos

Composição	Valor do L^*		
	Cor Clara	Cor Média	Cor Escura
100% Algodão	73,45	59,52	47,48
100% Poliéster	73,63	66,04	39,33
100% Poliamida	83,64	68,82	29,95
100% Acrílico	76,16	66,45	47,43

4.3. Resultado da alteração da cor nos substratos 100% Poliéster submetidos à lavagem doméstica

Nos gráficos 9 a 14 são apresentados os resultados de ensaio obtidos na lavagem do substrato, no tocante a alteração da cor, cuja composição é 100% poliéster. Para facilitar os cálculos as notas 1/2, 2/3, 3/4 e 4/5, serão consideradas como 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5, respectivamente. As linhas vermelhas indicam o limite aceitável de 0,5 pontos de diferença, para mais ou para menos, com base no resultado dos corpos de prova ensaiados com o detergente padrão, conforme definido no método de avaliação.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se na página seguinte (gráfico 9).

Gráfico 9 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão não apresentaram alteração da cor (nota 5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e D apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4/5), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- c) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais B e C apresentaram o mesmo desempenho (nota 5) do ensaiado com o detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 10.

Gráfico 10 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem C1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4/5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B, C e D apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 4/5);
- c) A média das notas dos detergentes comerciais (4,5), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 11.

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão não apresentaram alteração da cor (nota 5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B, C e D apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 5);
- c) A média das notas dos detergentes comerciais (5,0), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se na página seguinte (gráfico 12).

Gráfico 12 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão não apresentaram alteração da cor (nota 5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e B apresentaram o mesmo desempenho (nota 5) do ensaiado com o detergente padrão;
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais C e D apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4/5), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- A média das notas dos detergentes comerciais (4,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 13.

Gráfico 13 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);

- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e B, não apresentaram alteração de cor (nota 5) e ficaram 0,5 pontos acima da amostra ensaiada com detergente padrão;
- c) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais C e D apresentaram o mesmo desempenho (nota 4,5) dos ensaiados com o detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos;

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 14.

Gráfico 14 – 100% Poliéster – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B, C e D apresentaram o mesmo desempenho (nota 4,5) dos ensaiados com detergente padrão;
- c) A média das notas dos detergentes comerciais (4,5), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Com base nos resultados obtidos, de maneira geral constatam-se os seguintes fatos:

- a) Os resultados da prova 1 e da prova 2 foram iguais, não sendo necessária a utilização das contraprovas em nenhum dos tipos de cores ensaiados;
- b) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem, sem levar em consideração o tipo de detergente comercial utilizado, mas sim, as médias dos resultados óbitos, proporcionaram um total de seis processos, e destes, em três processos houve igualdade entre os resultados, e em três processos houve diferença entre os resultados, porém, dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos. Destes, dois processos apresentaram 0,25 pontos abaixo do obtido com o detergente padrão (4,75/5,0) e um processo apresentou 0,25 (4,75/4,5) pontos acima do obtido com o detergente padrão;
- c) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem e associados aos quatro tipos de detergentes comerciais, proporcionaram um total de vinte e quatro corpos de prova a serem ensaiados e comparados com os resultados do detergente padrão. Destes, em dezoito corpos de prova houve igualdade entre os resultados, e em seis corpos de prova houve diferença entre os resultados, sendo 04 resultados abaixo, em 0,5 pontos, ao valor obtido com o detergente padrão e 02 resultados acima, em 0,5 pontos, ao valor obtido com o detergente padrão;
- d) A maior diferença entre a média dos resultados dos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o detergente padrão foi de -0,25 pontos, nos corpos de prova tintos em cor clara, método A1M (40°C) e nos corpos de prova tintos em cor média, método C1M (60°C) e +0,25 pontos, nos corpos de prova tintos em cor escura, método A1M (40°C) respectivamente, nos demais não houve alterações.

Considerando que a avaliação dar-se-á pela diferença entre a média dos resultados obtidos nos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o resultado obtido no corpo de prova ensaiado com o detergente padrão, em cada uma das cores e dos processos de lavagem, na tabela 8, estes valores são demonstrados.

Tabela 8 – Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da t_{teste} no substrato 100% Poliéster

Composição	Cores	Lavagem	Resultado Padrão (a)	Resultado Comercial	Média Comercial (b)	Diferença (b-a)	Desvio Padrão (S)	t_{teste}
100% Poliéster	Clara	A1M	5,0	4,5	4,75	-0,25	0,2887	-1,732
				5,0				
				5,0				
		C1M	4,5	4,5	4,50	0,00	0,0000	0,000
				4,5				
				4,5				
	Média	A1M	5,0	5,0	5,00	0,00	0,0000	0,000
				5,0				
				5,0				
		C1M	5,0	5,0	4,75	-0,25	0,2887	-1,732
				4,5				
				4,5				
	Escura	A1M	4,5	5,0	4,75	0,25	0,2887	1,732
				4,5				
				4,5				
		C1M	4,5	4,5	4,50	0,00	0,0000	0,000
				4,5				
				4,5				

No gráfico 15, é possível identificar que em todos os corpos de prova a t_{teste} obtida (-1,732; 0; 1,732) estão dentro do limite das t_{testes} estabelecidas (-2,132 e 2,132), com a adoção do risco de 5% em rejeitar a significância H_0 quando ela é verdadeira.

Gráfico 15 – 100% Poliéster – Alteração da cor – t_{testes} obtidas frente à t_{teste} estabelecida.

Considerando que os detergentes comerciais, diferentemente do detergente padrão, possuem branqueador ótico em suas composições, os corpos de prova, após lavagem, foram submetidos à incidência de luz ultravioleta, para verificar se houve ou não influência do branqueador ótico sobre os mesmos.

Na figura 26, no campo a), lateral esquerda estão os corpos de prova de cores clara, média e escura, submetidos ao processo de lavagem A1M, na sequência: detergente padrão, detergente A, detergente B, detergente C e detergente D, já na lateral direita estão os corpos de prova submetidos ao processo de lavagem C1M, nas mesmas disposições, todos sob a incidência de luz do dia. No campo b) temos os mesmos corpos de prova do campo a), porém, sob a incidência da luz ultravioleta.

Figura 26: Corpos de prova 100% poliéster, após lavagem: a) incidência luz do dia; b) incidência luz ultravioleta.

Conforme pode ser observado, independentemente da cor e dos métodos de lavagem, a aparência dos corpos de prova lavados com os detergentes comerciais é similar a aparência dos lavados com o detergente padrão, não evidenciado a presença de branqueador ótico.

4.4. Resultado da alteração da cor nos substratos 100% Acrílico submetidos à lavagem doméstica

Nos Gráficos 16 a 21 são apresentados os resultados de ensaio obtidos na lavagem do substrato, no tocante a alteração da cor, cuja composição é 100% Acrílico. Para facilitar os cálculos as notas 1/2, 2/3, 3/4 e 4/5, serão consideradas como 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5, respectivamente.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 16.

Gráfico 16 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão não apresentaram alteração da cor (nota 5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e C apresentaram o mesmo desempenho (nota 5) do ensaiado com o detergente padrão;
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais B e D apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4/5), quando comparados com o lavado com detergente padrão;

- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 17.

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão não apresentaram alteração da cor (nota 5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B, C e D apresentaram o mesmo desempenho (nota 5) do ensaiado com o detergente padrão;
- c) A média das notas dos detergentes comerciais (5,0), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se na página seguinte (gráfico 18).

Gráfico 18 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem A1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B, C e D apresentaram o mesmo desempenho (nota 4,5) dos ensaiados com detergente padrão;
- A média da nota dos detergentes comerciais (4,5) está dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 19.

Gráfico 19 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e B apresentaram o mesmo desempenho (nota 4,5) dos ensaiados com detergente padrão;

- c) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais C e D, não apresentaram alteração de cor (nota 5) e ficaram 0,5 pontos acima da amostra ensaiada com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 20.

Gráfico 20 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão não apresentaram alteração da cor (nota 5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B e C apresentaram o mesmo desempenho (nota 5) do ensaiado com o detergente padrão;
- c) Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial D apresentou uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4/5), quando comparado com o lavado com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,88), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se na página seguinte (gráfico 21).

Gráfico 21 – 100% Acrílico – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão não apresentaram alteração da cor (nota 5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, C e D apresentaram o mesmo desempenho (nota 5) do ensaiado com o detergente padrão;
- Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial B apresentou uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4/5), quando comparado com o lavado com detergente padrão;
- A média das notas dos detergentes comerciais (4,88), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Com base nos resultados obtidos, de maneira geral constatam-se os seguintes fatos:

- No processo de lavagem dos corpos de prova de cor clara, pelo método A1M, foi necessária a utilização da contraprova para os detergentes B e C;
- No processo de lavagem dos corpos de prova de cor média, pelo método A1M, foi necessária a utilização da contraprova para os detergentes A e B;
- No processo de lavagem dos corpos de prova de cor escura, pelo método A1M, foi necessária a utilização da contraprova para o detergente Padrão e D;
- No processo e lavagem dos corpos de prova de cor clara, pelo método C1M, não foi necessária a utilização das contraprovas em nenhum dos tipos de detergentes utilizados;

- e) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor média, pelo método C1M, foi necessária a utilização da contraprova para os detergentes C e D;
- f) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor escura, pelo método C1M, foi necessária a utilização da contraprova para os detergentes B, C e D;
- g) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem, sem levar em consideração o tipo de detergente comercial utilizado, mas sim, as médias dos resultados óbitos, proporcionaram um total de seis processos, e destes, em dois processos houve igualdade entre os resultados, e em quatro processos houve diferença entre os resultados, porém, dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos. Destes, dois processos apresentaram 0,12 pontos abaixo do obtido com o detergente padrão (4,88/5,0), um processo apresentou 0,25 pontos acima do obtido com o detergente padrão (4,75/4,5) e um processo apresentou 0,25 pontos abaixo do padrão (4,75/5,0);
- h) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem e associados aos quatro tipos de detergentes comerciais, proporcionaram um total de vinte e quatro corpos de prova a serem ensaiados e comparados com os resultados do detergente padrão. Destes, em dezessete corpos de prova houve igualdade entre os resultados, e em sete corpos de prova houve diferença entre os resultados, sendo 05 resultados abaixo, em 0,5 pontos, ao valor obtido com o detergente padrão e 02 resultados acima, em 0,5 pontos, ao valor obtido com o detergente padrão;
- i) A maior diferença entre a média dos resultados dos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o detergente padrão foi de -0,25 pontos, nos corpos de prova tintos em cor clara, método A1M (40°C) e +0,25 pontos, nos corpos de prova tintos em cor média, método C1M (60°C);

Considerando que a avaliação dar-se-á pela diferença entre a média dos resultados obtidos nos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o resultado obtido no corpo de prova ensaiado com o detergente padrão, em cada uma das cores e dos processos de lavagem, na tabela 9, da página seguinte, são demonstrados estes valores.

Tabela 9 – Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da t_{teste} no substrato 100% Acrílico

Composição	Cores	Lavagem	Resultado Padrão (a)	Resultado Comercial	Média Comercial (b)	Diferença (b-a)	Desvio Padrão (S)	t_{teste}
100% Acrílico	Clara	A1M	5,0	5,0	4,750	-0,250	0,289	-1,732
				4,5				
				5,0				
				4,5				
				5,0				
				5,0				
		C1M	5,0	5,0	5,000	0,000	0,000	0,000
				5,0				
				5,0				
				4,5				
				4,5				
				4,5				
	Média	A1M	4,5	4,5	4,500	0,000	0,000	0,000
				4,5				
				4,5				
				4,5				
				4,5				
				4,5				
		C1M	4,5	4,5	4,750	0,250	0,289	1,732
				5,0				
				5,0				
				5,0				
				5,0				
				5,0				
	Escura	A1M	5,0	5,0	4,875	-0,125	0,250	-1,000
				5,0				
				4,5				
				5,0				
				4,5				
				5,0				
		C1M	5,0	5,0	4,875	-0,125	0,250	-1,000
				5,0				

No gráfico 22, é possível identificar que em todos os corpos de prova a t_{teste} obtida (-1,732; -1,000; 0; 1,732) estão dentro do limite das t_{testes} estabelecidas (-2,132 e 2,132), com a adoção do risco de 5% em rejeitar a significância H_0 quando ela é verdadeira.

Gráfico 22 – 100% Acrílico – Alteração da cor – t_{testes} obtidas frente à t_{teste} estabelecida.

Considerando que os detergentes comerciais, diferentemente do detergente padrão, possuem branqueador ótico em suas composições, os corpos de prova, após lavagem, foram submetidos à incidência de luz ultravioleta, para verificar se houve ou não, influência do branqueador ótico sobre os mesmos.

Na Figura 27, no campo a), lateral esquerda estão os corpos de prova de cores clara, média e escura, submetidos ao processo de lavagem A1M, na sequência: detergente padrão, detergente A, detergente B, detergente C e detergente D, já na lateral direita estão os corpos de prova submetidos ao processo de lavagem C1M, nas mesmas disposições, todos sob a incidência de luz do dia. No campo b) temos os mesmos corpos de prova do campo a), porém, sob a incidência da luz ultravioleta.

Figura 27: Corpos de prova 100% acrílico, após lavagem: a) incidência luz do dia; b) incidência luz ultravioleta.

Conforme pode ser observado, independentemente da cor e dos métodos de lavagem, a aparência dos corpos de prova lavados com os detergentes comerciais é similar a aparência dos lavados com o detergente padrão, não evidenciado a presença de branqueador ótico.

4.5. Resultado da alteração da cor nos substratos 100% Poliamida submetidos à lavagem doméstica

Nos Gráficos 23 a 28 são apresentados os resultados de ensaio obtidos na lavagem do substrato, no tocante a alteração da cor, cuja composição é 100% Poliamida. Para facilitar os cálculos as notas 1/2, 2/3, 3/4 e 4/5, serão consideradas como 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5, respectivamente.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 23.

Gráfico 23 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B e D apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,0), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial C apresentou o mesmo desempenho (nota 4,5) dos ensaiados com detergente padrão.
- A média das notas dos detergentes comerciais (4,13), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 24.

Gráfico 24 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem C1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 1,5 pontos na avaliação (nota 3,5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e B apresentaram o mesmo desempenho (nota 3,5) dos ensaiados com detergente padrão;
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais C e D, apresentaram uma queda de 1,0 ponto na avaliação (nota 4,0) e ficaram 0,5 pontos acima da amostra ensaiada com detergente padrão;
- A média das notas dos detergentes comerciais (3,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 25.

Gráfico 25 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem A1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4/5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B, C e D apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 4/5);
- c) A média das notas dos detergentes comerciais (4,5), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 26.

Gráfico 26 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 2,0 pontos na avaliação (nota 3,0);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e B apresentaram o mesmo desempenho (nota 3,0) dos ensaiados com detergente padrão;
- c) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais C e D, apresentaram uma queda de 1,5 ponto na avaliação (nota 3,5) e ficaram 0,5 pontos acima da amostra ensaiada com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (3,25), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se na página seguinte (gráfico 27).

Gráfico 27 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 1,0 pontos na avaliação (nota 4,0);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B e C apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 4/0);
- c) Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial D ficou 0,5 pontos acima (nota 4/5), da amostra ensaiada com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,13), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 28.

Gráfico 28 – 100% Poliamida – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 2,5 pontos na avaliação (nota 2,5);

- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B e C apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 2,5);
- c) Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial D ficou 0,5 pontos acima (nota 3,0), da amostra ensaiada com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (2,63), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Com base nos resultados obtidos, de maneira geral constatam-se os seguintes fatos:

- a) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor clara, pelo método A1M, foi necessária a utilização das contraprovas para os detergentes A, B e D;
- b) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor média, pelo método A1M, e cor escura, pelo método C1M, não foram necessárias a utilização das contraprovas em nenhum dos tipos de detergentes utilizados;
- c) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor escura, pelo método A1M, foi necessária a utilização da contraprova para o detergente C;
- d) No processo e lavagem dos corpos de prova de cor clara, pelo método C1M, foi necessária a utilização das contraprovas para os detergentes A, B e D;
- e) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor média, pelo método C1M, foi necessária a utilização da contraprova para os detergentes C e D;
- f) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem, sem levar em consideração o tipo de detergente comercial utilizado, mas sim, as médias dos resultados óbitos, proporcionaram um total de seis processos, e destes, em um processo houve igualdade entre os resultados, e em cinco processos houve diferença entre os resultados, porém, dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos. Destes, três processos apresentaram 0,125 pontos abaixo do obtido com o detergente padrão (3,125/3,0), (4,125/4,0) e (2,625/2,5), um processo apresentou 0,25 pontos acima do obtido com o detergente padrão (3,75/3,5) e um processo apresentou -0,375 pontos abaixo do padrão (4,125/4,5);

- g) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem e associados aos quatro tipos de detergentes comerciais, proporcionaram um total de vinte e quatro corpos de prova a serem ensaiados e comparados com os resultados do detergente padrão. Destes, em dezesseis corpos de prova houve igualdade entre os resultados, e em oito corpos de prova houve diferença entre os resultados, sendo 03 resultados abaixo, em 0,5 pontos, ao valor obtido com o detergente padrão e 05 resultados acima, em 0,5 pontos, ao valor obtido com o detergente padrão;
- h) A maior diferença entre a média dos resultados dos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o detergente padrão foi de - 0,375 pontos, nos corpos de prova tintos em cor clara, método A1M (40°C).

Considerando que a avaliação dar-se-á pela diferença entre a média dos resultados obtidos nos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o resultado obtido no corpo de prova ensaiado com o detergente padrão, em cada uma das cores e dos processos de lavagem, na tabela 10, da página seguinte, são demonstrados estes valores.

Tabela 10 – Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da t_{teste} no substrato 100% Poliamida

Composição	Cores	Lavagem	Resultado Padrão (a)	Resultado Comercial	Média Comercial (b)	Diferença (b-a)	Desvio Padrão (S)	t_{teste}
100% Poliamida	Clara	A1M	4,5	4,0	4,125	-0,375	0,250	-3,000
				4,0				
				4,5				
				4,0				
				3,5				
		C1M	3,5	3,5	3,750	0,250	0,289	1,732
				4,0				
				4,0				
				4,5				
				4,5				
	Escura	A1M	4,5	4,5	4,500	0,000	0,000	0,000
				4,5				
				4,5				
				3,0				
				3,0				
		C1M	3,0	3,0	3,125	0,125	0,250	1,000
				3,0				
				3,5				
				4,0				
				4,0				
	Média	A1M	4,0	4,0	4,125	0,125	0,250	1,000
				4,0				
				4,5				
				2,5				
				2,5				
		C1M	2,5	2,5	2,625	0,125	0,250	1,000
				3,0				
				2,5				

No Gráfico 29, é possível identificar que apenas a t_{teste} obtida (-3,000) nos corpos de prova, de cor clara, lavados pelo método A1M, ficou fora das t_{testes} estabelecidas (-2,132 e 2,132), já as demais estão dentro do estabelecido, com a adoção do risco de 5% em rejeitar a significância H_0 quando ela é verdadeira.

Gráfico 29 – 100% Poliamida – Alteração da cor – t_{testes} obtidas frente à t_{teste} estabelecida.

Considerando que os detergentes comerciais, diferentemente do detergente padrão, possuem branqueador ótico em suas composições, os corpos de prova, após lavagem, foram submetidos à incidência de luz ultravioleta, para verificar se houve ou não, influência do branqueador ótico sobre os mesmos.

Na Figura 28, no campo a), lateral esquerda estão os corpos de prova de cores clara, média e escura, submetidos ao processo de lavagem A1M, na sequência: detergente padrão, detergente A, detergente B, detergente C e detergente D, já na lateral direita estão os corpos de prova submetidos ao processo de lavagem C1M, nas mesmas disposições, todos sob a incidência de luz do dia. No campo b) temos os mesmos corpos de prova do campo a), porém, sob a incidência da luz ultravioleta.

Figura 28: Corpos de prova 100% poliamida, após lavagem: a) incidência luz do dia; b) incidência luz ultravioleta.

Conforme pode ser observado, a aparência da cor clara, no método de lavagem A1M, dos corpos de prova lavados com os detergentes comerciais apresentou evidência significativa da presença do branqueador ótico, os demais, praticamente não sofreram alterações significativas.

4.6. Resultado da alteração da cor nos substratos 100% Algodão submetidos à lavagem doméstica

Nos Gráficos 30 a 35 são apresentados os resultados de ensaio obtidos na lavagem do substrato, no tocante a alteração da cor, cuja composição é 100% Poliamida. Para facilitar os cálculos as notas 1/2, 2/3, 3/4 e 4/5, serão consideradas como 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5, respectivamente.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 30.

Gráfico 30 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem A1M

- Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais B e D apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,0), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial A e C apresentaram uma queda de 1,0 ponto na avaliação (3,5), quando comparados com o lavado com detergente padrão;

- d) A média das notas dos detergentes comerciais (3,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença maior que a tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor clara, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 31.

Gráfico 31 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Clara – Lavagem C1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e D apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,0), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- c) Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial B e C apresentaram uma queda de 1,0 ponto na avaliação (3,5), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (3,75), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença maior que a tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se na página seguinte (gráfico 32).

Gráfico 32 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem A1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais C e D apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 4,5);
- c) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e B apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,0), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,25), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos;

Os resultados dos corpos de prova, de cor média, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 33.

Gráfico 33 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Média – Lavagem C1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais C e D apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 4,5);
- c) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A e B apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,0), quando comparados com o lavado com detergente padrão;
- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,3), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos;

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 40°C (A1M), encontram-se no gráfico 34.

Gráfico 34 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem A1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,5);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais B, C e D apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 4,5);
- c) Os corpos de prova ensaiados com o detergente comercial A apresentou uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,0), quando comparados com o lavado com detergente padrão;

- d) A média das notas dos detergentes comerciais (4,38), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos.

Os resultados dos corpos de prova, de cor escura, ensaiados à temperatura de 60°C (C1M), encontram-se no gráfico 35.

Gráfico 35 – 100% Algodão – Alteração da cor - Cor Escura – Lavagem C1M

- a) Os corpos de prova ensaiados com o detergente padrão apresentaram uma queda de 0,5 pontos na avaliação (nota 4,0);
- b) Os corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais A, B, C e D apresentaram o mesmo desempenho do ensaiado com o detergente padrão (nota 4,0);
- c) A média das notas dos detergentes comerciais (4,0), em comparação com a nota do detergente padrão, está com diferença dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos;

Com base nos resultados obtidos, de maneira geral constata-se os seguintes fatos:

- a) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor clara, pelo método A1M, não foi necessária a utilização das contraprovas em nenhum dos tipos de detergentes utilizados;
- b) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor média, pelo método A1M, foi necessária a utilização das contraprovas para os detergentes Padrão, C e D;

- c) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor escura, pelo método A1M, foi necessária a utilização da contraprova para o detergente D;
- d) No processo e lavagem dos corpos de prova de cor clara, pelo método C1M, foi necessária a utilização da contraprova para o detergente C;
- e) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor média, pelo método C1M, foi necessária a utilização das contraprovas para os detergentes A e B;
- f) No processo de lavagem dos corpos de prova de cor escura, pelo método A1M, foi necessária a utilização da contraprova para o detergente A;
- g) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem, sem levar em consideração o tipo de detergente comercial utilizado, mas sim, as médias dos resultados óbitos, proporcionaram um total de seis processos, e destes, em um processo houve igualdade entre os resultados, e em cinco processos houve diferença entre os resultados, sendo que em três processos a diferença está dentro da tolerância estabelecida de 0,5 pontos, e em dois processos está acima da tolerância. Um processo apresentou 0,125 pontos abaixo do obtido com o detergente padrão (4,375/4,5), dois processos apresentaram 0,250 pontos abaixo do obtido com o detergente padrão (4,25/4,5) e dois processos apresentaram 0,75 pontos abaixo do obtido com o detergente padrão (3,75/4,0);
- h) Os três tipos de cores associados aos dois processos de lavagem e associados aos quatro tipos de detergentes comerciais, proporcionaram um total de vinte e quatro corpos de prova a serem ensaiados e comparados com os resultados do detergente padrão. Destes, em onze corpos de prova houve igualdade entre os resultados, e em treze corpos de prova houve diferença entre os resultados, sendo 09 resultados abaixo, em 0,5 pontos, ao valor obtido com o detergente padrão e 04 resultados abaixo, em 1,0 ponto, ao valor obtido com o detergente padrão;
- i) A maior diferença entre a média dos resultados dos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o detergente padrão foi de -0,75 pontos, nos corpos de prova tintos em cor clara, método A1M (40°C) e método C1M (60°C);

Considerando que a avaliação dar-se-á pela diferença entre a média dos resultados obtidos nos corpos de prova ensaiados com os detergentes comerciais e o resultado obtido no corpo de prova ensaiado com o detergente padrão, em cada uma das cores e dos processos de lavagem, na tabela 11, são demonstrados estes valores.

Tabela 11 – Diferença entre os resultados dos ensaios, na alteração da cor, e apresentação da t_{teste} no substrato 100% Algodão

Composição	Cores	Lavagem	Resultado Padrão (a)	Resultado Comercial	Média Comercial (b)	Diferença (b-a)	Desvio Padrão (S)	t_{teste}
100% Algodão	Clara	A1M	4,5	3,5	3,750	-0,750	0,289	-5,196
				4,0				
				3,5				
		C1M	4,5	4,0	3,750	-0,750	0,289	-5,196
				4,0				
				3,5				
	Média	A1M	4,5	4,0	4,250	-0,250	0,289	-1,732
				4,5				
				4,5				
		C1M	4,5	4,0	4,250	-0,250	0,289	-1,732
				4,5				
				4,5				
	Escura	A1M	4,5	4,0	4,375	-0,125	0,250	-1,000
				4,5				
				4,5				
		C1M	4,0	4,0	4,000	0,000	0,000	0,000
				4,0				
				4,0				

No Gráfico 36, é possível identificar que as t_{teste} obtida (-5,196) nos corpos de prova, de cor clara, lavados pelo método A1M e C1M, ficaram fora das t_{testes} estabelecidas (-2,132 e 2,132), já as demais estão dentro do estabelecido, com a adoção do risco de 5% em rejeitar a significância H_0 quando ela é verdadeira.

Gráfico 36 – 100% Algodão – Alteração da cor – t_{testes} obtidas frente à t_{teste} estabelecida.

Considerando que os detergentes comerciais, diferentemente do detergente padrão, possuem branqueador ótico em suas composições, os corpos de prova, após lavagem, foram submetidos à incidência de luz ultravioleta, para verificar se houve ou não, influência do branqueador ótico sobre os mesmos.

Na Figura 29, no campo a), lateral esquerda estão os corpos de prova de cores clara, média e escura, submetidos ao processo de lavagem A1M, na sequência: detergente padrão, detergente A, detergente B, detergente C e detergente D, já na lateral direita estão os corpos de prova submetidos ao processo de lavagem C1M, nas mesmas disposições, todos sob a incidência de luz do dia. No campo b) temos os mesmos corpos de prova do campo a), porém, sob a incidência da luz ultravioleta.

Figura 29: Corpos de prova 100% algodão, após lavagem: a) incidência luz do dia; b) incidência luz ultravioleta.

Conforme pode ser observado, a aparência da cor clara, nos métodos de lavagem A1M e C1M, dos corpos de prova lavados com os detergentes comerciais apresentou evidência significativa da presença do branqueador ótico, os demais, praticamente não sofreram alterações significativas.

5 DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo geral de identificar o impacto dos detergentes comerciais, na alteração da cor, quando utilizados na lavagem dos substratos têxteis, com desdobramento para os objetivos específicos de comparar os resultados dos ensaios quando da utilização do detergente padrão, prescrito em normas; de verificar a real necessidade da utilização do detergente padrão e verificar a eficácia da norma na representatividade da realidade do mercado.

Para atingir os objetivos propostos foi adotada a estratégia experimental, pois, esta representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Consiste em delinear o objeto de estudo, selecionar as variáveis que poderiam influenciá-lo, e definir como controlar estas variáveis para não haver interferência no resultado final.

Considerando que o critério adotado para aceitar um resultado, como divergente, é o fato da diferença da nota do corpo de prova ensaiado com detergente comercial ser maior, para mais ou para menos, que 0,5 pontos da nota obtida com o detergente padrão, e quando a t_{teste} obtida for superior as t_{teste} determinada, conclui-se que:

- a) Os detergentes em pó comerciais, quando utilizados no ensaio de solidez da cor à lavagem, em substratos de cor média e escura, independentemente da composição e da temperatura de lavagem, apresentaram os mesmos resultados quando da utilização do detergente padrão prescrito em norma;
- b) Os detergentes em pó comerciais, quando utilizados no ensaio de solidez da cor à lavagem, em substratos de cor clara, de composições 100% poliéster e 100% acrílico, independentemente da temperatura de lavagem, e 100% poliamida à 60°C apresentaram os mesmos resultados quando da utilização do detergente padrão prescrito em norma;
- c) Os detergentes em pó comerciais, quando utilizados no ensaio de solidez da cor à lavagem, em substratos de cor clara, de composição 100% algodão, independentemente da temperatura de lavagem, e 100% poliamida à 40°C apresentaram resultados diferentes quando da utilização do detergente padrão prescrito em norma;

- d) É possível afirmar que as divergências apresentadas nas cores claras em substratos de algodão e poliamida foram influenciadas pelo branco ótico presente na composição dos detergentes comerciais.

6 CONCLUSÃO

Em face aos resultados e ao já exposto, em referência aos objetivos propostos, conclui-se que:

- a) **Objetivo Geral:** Identificar o impacto do uso de detergentes comerciais na alteração da cor, nos resultados de ensaios de solidez da cor à lavagem, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 105-C06: Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte C06: solidez da cor à lavagem doméstica e comercial, através da comparação quando da utilização do detergente padrão prescrito em norma;
 - Com exceção dos substratos de cores claras, em substratos de algodão a 40°C e a 60°C e de poliamida à 40°C, os resultados de ensaios de solidez da cor a lavagem doméstica, não sofrerão interferência, caso se utilize detergentes comerciais no lugar do detergente padrão.
- b) **Objetivo Específico:** Verificar a real necessidade da obrigatoriedade da utilização do detergente padrão prescrito na norma, nos ensaios de lavagem.
 - Com exceção dos substratos de cores claras, em substratos de algodão a 40°C e a 60°C e de poliamida à 40°C, não há a necessidade da obrigatoriedade da utilização do detergente padrão, uma vez que, nas demais condições os resultados são similares, o que só vem a encarecer os custos dos ensaios, pois, de acordo com Texcontrol (2017) o preço de 1 kg do detergente padrão é US\$ 700,00.
- c) **Objetivo Específico:** Verificar a validade da norma na representatividade da realidade do uso comercial.
 - Para a maioria dos casos pode-se afirmar que a norma é válida, pois, os resultados são similares, porém, para os substratos de cores claras, em algodão a 40°C e a 60°C e em poliamida à 40°C, deixa a desejar, uma vez que estes, quando lavados, sofrerão a influência do branqueador ótico presente nos detergentes comerciais.

6.1 Sugestões para pesquisas futuras

Esta pesquisa identificou o efeito dos detergentes em pó comerciais na solidez da cor à lavagem dos substratos têxteis tintos, bem como possibilitou traçar uma comparação destes resultados quando da utilização do detergente padrão determinado pela norma em vigor. Assim sendo, sugere-se, para pesquisas futuras, que sejam realizados ensaios e análises dos efeitos dos detergentes em pó comerciais sobre substratos têxteis estampados, e também sobre os ensaios de estabilidade dimensional, pois, as normas vigentes também determinam a utilização do detergente padrão.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. V. A. et al. **Determinação da concentração micelar crítica de tensoativo obtidos a partir de óleos vegetais para uso na recuperação avançada de petróleo.** In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 10. 2007, Campinas. Artigos. Campinas: ABPG, 2007. 9p. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO_2_1_0072-2.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2016.

ANDRADE, M. M de. **Introdução à metodologia do trabalho científico:** elaboração de trabalhos na graduação. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 162 p.

ARAÚJO, M. de; CASTRO E. M. de M. **Manual de engenharia têxtil.** v. I e II. 1. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984. 1648p.

ARCHROMA. **Reactive Dyestuffs for Cellulosic Fibers:** Drimaren® HF/CL Exhaust Dyeing: catálogo. Muttentz: Clariant, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Aplicações dos corantes.** Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/corantes/cor_aplicacoes.asp>. Acesso em 25 mar. 2016.

_____. **Classificação dos corantes.** Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/corantes/cor_classificacao.asp>. Acesso em 25 fev. 2016.

_____. **Corantes Têxteis.** Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/comissão/setorial/corantes-pigmentos/especificade/historico-aplicacao>>. Acesso em 22 abr. 2017.

_____. **Definição de corantes.** Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/corantes/cor.asp>>. Acesso em 25 fev. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5426:** Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro, 1985 versão corrigida 1989.

_____. **ABNT NBR 8427:** Emprego do sistema tex para expressar títulos têxteis - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015. 19p.

_____. **ABNT NBR 12331:** Fibras têxteis – Taxa convencional de condicionamento - Padronização. Rio de Janeiro, 1991. 2p.

_____. **ABNT NBR 12744:** Fibras têxteis – Classificação. Rio de Janeiro, 1992 versão corrigida 1993. 8p.

_____. **ABNT NBR ISO 105-A01:** Têxteis – Ensaios de solidez da cor parte 1: Princípios gerais de ensaio. Rio de Janeiro, 2011. 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 105-A02:** Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor. Rio de Janeiro, 2006. 3p.

_____. **ABNT NBR ISO 105-A05:** Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte A05: Avaliação instrumental da alteração da cor para classificação na escala cinza. Rio de Janeiro, 2007. 4p.

_____. **ABNT NBR ISO 105-C06:** Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 10p.

_____. **ABNT NBR ISO 105-A08:** Têxteis – Ensaio de solidez da cor parte A08: Vocabulário usado na medição da cor. Rio de Janeiro, 2007. 5p.

_____. **ABNT NBR ISO 3758:** Têxteis – Códigos de cuidado usando símbolos. Rio de Janeiro, 2013. 24p.

_____. **Como elaborar normas.** Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normatizacao/elaboracao-e-participacao/como-se-elaboram>>. Acesso em 01 mar. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **Consumo de algodão no Brasil.** Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Brasil.aspx> Acesso em 28 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FIBRAS ARTIFICIAIS E SINTÉTICAS. **Fluxos de produção de fibras artificiais e sintéticas.** Disponível em: <<http://www.abrafas.org.br/fibras/manufaturadas.html>>. Acesso em 10 fev. 2017.

_____. **Consumo de fibras químicas no Brasil.** Disponível em: <<http://www.abrafas.org.br/estatisticas/index.html>>. Acesso em 10 fev. 2017.

BORSATO, D.; MOREIRA, I.; GALÃO O. R. **Detergentes Naturais e Sintéticos. Um Guia Técnico.** 2 ed. Londrina: Edue, 2004. 184p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Resolução nº 02, de 02 de maio de 2008.** Dispõe sobre a aprovação do Regulamento Técnico Mercosul Sobre Etiquetagem de Produtos Têxteis. Disponível em: <http://www.quepia.org.br/site/portaria/2010_1808/Conmetro022008.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

BRASIL TÊXTIL. **Relatório setorial da indústria têxtil brasileira 2014.** São Paulo: IEMI, v.14, n.14, ago. 2014. 182p.

_____. **Relatório setorial da indústria têxtil brasileira 2015.** São Paulo: IEMI, v.15, out. 2015. 191p.

_____. **Relatório setorial da indústria têxtil brasileira 2016.** São Paulo: IEMI, v.16, out. 2015. 191p.

CARDOSO, M. L. **Reação de Polimerização**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/reacao-de-polimerizacao/>>. Acesso em 19 nov. 2015.

CLARIANT. **Corantes dispersos para Poliéster**: Foron: catálogo. São Paulo: Clariant, 2003.

_____. **Corantes para o tingimento de fibras de poliamida**: Nylosan®: catálogo. São Paulo: Clariant, 2006.

CASSEMA. **Corantes Cassacryl®**: Corantes Acrílicos: catálogo. São Paulo: Cassema, 2006.

DALTIN, D. **Tensoativos: química, propriedade e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011. 330 p.

FOGAÇA, J. R. V. **História do sabão**. Brasil Escola. Disponível em <<http://www.brasilestola.uol.com.br/quimica/historia-sabao.htm>>. Acesso em 19 de mar. 2016.

FUNARO, V. M. B. de O. et al. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP**: documento eletrônico e impresso – Parte I (ABNT). 3. ed. ver. ampl. mod. São Paulo: SIBi/USP, 2016. 100p. Disponível em <<http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/111/95/491-1>>. Acesso em 05 de fev. 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GOMES, M. A. J. **Os vários tipos de pesquisa científica e os instrumentos de coleta de dados**. São Paulo: UNIBAN, 2009. 24 p.

GUILLEN, J. G. **Fibras de Poliéster**. Terrassa: UPC Universitat Politècnica de Catalunya, 1991. 325p.

LIRA, J. C. L. **Solventes**. Info Escola. Disponível em <<http://www.infoescola.com/compostos-quimicos/solventes/>>. Acesso em 15 de mar. de 2016.

MANO, E. B. MENDES, L. C., **Introdução a Polímeros**. 2 ed. São Paulo: Blücher, 1999. 191 p.

MATHER, R. R.; WARDMAN, R. H. **The Chemistry of Textile Fibres**. 2 ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2015. 439p.

MATHIS. **Equipamento TUB-4-B**. Disponível em: <<http://www.mathis.com.br/arquivos/PDF/port/WT.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

MINOLTA. **Precise Color Communications. Color control from feeling to instrumentation**. Osaka, Japan. 1994.

MINOLTA. **Entendendo o Espaço de Cor L*a*b***. Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab>>. Acesso em: 29 jul. 2017

MORTARA, B. **Colorimetria Aplicada a Processos Gráficos**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2017. 172p.

MOUTINHO, M. R.; VALENÇA, M. T. **A Moda do Século XX**. 2 ed. Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 2005. 320p.

MURTHY, H. V. S. **Introduction to Textile Fibres**. New Delhi: Taylor & Francis, 2015. 250p.

NEEDLES, H. L. **Textile Fibers, Dyes, Finishes, and Process a Concide Guide**. New Jersey: Noyes Publications, 1986. 227p.

NETO, A. P. P. **Fibras Têxteis – Volume 1**. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1996. 338p.

_____. **Fibras Têxteis – Volume 2**. Rio de Janeiro: SENAI CETIQT, 1996. 293p.

NETO, O. G. Z; PINO, J. C. D. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 72p., Disponível em: <<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

PINA, L. M. G. **A Cor e a Moda – A função da Cor Como Suporte para o Design de Moda e Personalidade dentro de um Público Jovem**. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado em Design de Moda/Opção Vestuário) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2009.

SALEM, V. **Tingimento Têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias**. São Paulo: Blucher, 2010. 297p.

ROSA, J. M. Reativo ou tina? Vantagens e desvantagens no tingimento de fios de algodão 100% acondicionados em bobinas cruzadas. **Revista Química Têxtil**, São Paulo, v. 93, p. 12-28, dez. 2008.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Beneficiamento têxtil**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015. 200p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Fiação**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015. 160p.

_____. **Malharia**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015. 176p.

_____. **Processos Produtivos Têxteis**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015. 180p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **SENAI Mix Design:** Direções Criativas. São Paulo: SENAI-SP Editora, [2016]. 100p.

_____. **SENAI Mix Design:** Manual Técnico Têxtil e Vestuário: Fibras têxteis. São Paulo: SENAI-SP Editora, [2014]. 24p.

_____. **SENAI Mix Design:** Manual Técnico Têxtil e Vestuário: Fios têxteis. São Paulo: SENAI-SP Editora, [2015]. 24p.

_____. **SENAI Mix Design:** Manual Técnico Têxtil e Vestuário: Malharia. São Paulo: SENAI-SP Editora, [2015]. 24p.

_____. **SENAI Mix Design:** Manual Técnico Têxtil e Vestuário: Tecelagem. São Paulo: SENAI-SP Editora, [2016]. 24p.

_____. **Tecelagem.** São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015. 188p.

STEVESON, W. J. **Estatística Aplicada à Administração.** São Paulo: Harbra, 2001. 498p.

TEXCONTROL. **Detergente padrão.** Disponível em: <<http://www.texcontrol.com.br/produto/detergentes-padronizados-e-auxiliares/>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR TEXTILE CARE LABELLING. **Símbolos de tratamento e substratos têxteis.** Disponível em: <<http://www.ginetex.net/ginetex/>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

_____. **Membros da Associação.** Disponível em: <<http://www.ginetex.net/membership/>>. Acesso em: 03 mar. 2016.