

**SENAI – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
BLUMENAU**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO TÊXTIL

PROJETO DE MELHORIA NAS RECEITAS DE TINGIMENTO

GILVANE CUSTÓDIO MACIEL

Trabalho de Conclusão de Curso

Blumenau

2013

GILVANE CUSTÓDIO MACIEL

PROJETO DE MELHORIA NAS RECEITAS DE TINGIMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Superior de Tecnologia em Produção Têxtil do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Blumenau, como requisito parcial para conclusão do curso.

Professor Orientador: Rubens Ferrari

Blumenau

2013



Formulário

Termo de Aprovação do TCC/ artigo*

Estudante:			
Unidade:			
Curso:		Ano:	
Professor Orientador:			
TITULO DO TRABALHO:			
AVALIADORES:			

Descrição		Avaliação
O ESTUDANTE regularmente matriculado no Curso APRESENTOU e ou DEFENDEU seu Trabalho de Conclusão de Curso.		
Assinatura:		
	(Coordenador de TCC)	
	(Professor Orientador)	
QUANDO PREVISTO BANCA EXAMINADORA		
Assinatura:		
	(Membro A) (Nome da Instituição)	
	(Membro B) (Nome da Instituição)	
Data:		

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS pela minha vida, saúde e pelas pessoas maravilhosas que conheço e que confio.

À minha esposa, família e colegas que me deram todo apoio necessário para elaboração desse projeto.

Agradeço ao professor Orientador Rubens Ferrari pela paciência, atenção e orientação. A Coordenadora do curso Silvana Stefanel, á empresa que cedeu espaço e Materiais.

Ao Dirceu de Souza pela compreensão e apoio nas correções, ao Wilson de Souza pelo apoio na elaboração dos custos e ao Irineu pela solicitação dos gráficos de tingimento.

MACIEL, Gilvane Custodio. **Processo de melhoria nas receitas de tingimento**. Blumenau, 2013. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil. Faculdade de Tecnologia do SENAI, Blumenau, 2013.

RESUMO

O mercado consumidor está mais exigente atualmente, dificultando assim a sobrevivência das empresas no mercado. Esse trabalho visa otimizar o processo de tingimento de algodão, diminuindo os custos e tempo de processo, deste modo, aumentando a margem de lucratividade e competitividade da empresa. Serão propostos alterações nos processos tingimentos de malha de algodão. Foram selecionadas algumas cores com maior volume de produção e analisado a hipótese de fazer alguma alteração na receita de tingimento, visando algum tipo de melhoria. As receitas com possibilidades de melhoramento foram selecionadas e submetidas a procedimentos laboratoriais visando alguma alteração que viabilize essa mudança. Foram selecionadas 3 cores: A cor 60236 Marinho, apresentava uma classe de corante a quente (monoclorotriazina) e foi proposto uma mudança para usar uma classe de corante a frio (bifuncional). A cor 40685 Bordô, apresentava uma classe de corante a frio (bifuncional) e foi proposta uma mudança para utilizar corantes á frio (polifuncionais) com custo inferior. A cor 60158 Azul apresentava uma classe de corante a frio (bifuncional) e foi proposta a substituição de um dos corantes da tricomia (receita). As alterações alcançaram resultados positivos e satisfatórios e nas três conseguiu-se redução no custo de tingimento. As cores foram avaliadas visualmente e pode-se comprovar que todas estão com tonalidade aprovada, dentro do aceitável. Foram feitas leituras no espectrofotômetro para aferição da cor e conforme os laudos pode-se afirmar que todas as cores estão aprovadas dentro das tolerâncias aceitáveis. As cores selecionadas foram submetidas á testes de solidez a lavagem juntamente com o padrão, e verificou-se que permaneceu o mesmo índice de qualidade. O estudo feito nas receitas de tingimento de algodão alcançou resultados positivos. A empresa aceitou a metodologia empregada e sugeriu que o trabalho fosse continuado nas demais cores do histórico.

Palavras-chave: Corantes Reativos. Custo de receita. Tingimento. Algodão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Espectro da luz visível	14
Figura 2- Triângulo das cores – Mistura Subtrativa	17
Figura 3 - Triângulo das Cores – Mistura Aditiva.....	17
Figura 4 - Diagrama esquemático do olho Humano.....	20
Figura 5 - Modelo de cor CIELAB.....	22
Figura 6 - Metamerismo	22
Figura 7 - Fórmula para cálculo de diferença de cor no modelo CIE LAB	23
Figura 8 – Espectrofotômetro	31
Figura 9 - Máquina de tingimento de Amostra	31
Figura 10 - Gráfico de tingimento á quente (880 ESP)	45
Figura 11 - Gráfico de tingimento á frio (810 ESP)	45
Figura 12 - Gráfico de tingimento á frio (810 E)	46
Figura 13 - Laudo do Espectrofotômetro da cor Marinho 60236.....	47
Figura 14 - Laudo do Espectrofotômetro da cor Bordô 40685.....	47
Figura 15 - Laudo do Espectrofotômetro da cor Azul 60158.....	49
Figura 16 - Resultados de solidez da cor Azul 60158	50
Figura 17 - Resultado de solidez da cor Bordô 40685	51
Figura 18 - Resultado de solidez da cor Marinho60236.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Faixas do espectro visível em nm:	15
Tabela 2 - Cores Complementares.....	18
Tabela 3 - Composição Química Aproximada do Algodão.	24
Tabela 4 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Quente (100% Algodão).....	34
Tabela 5 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Frio (100% Algodão).....	34
Tabela 6 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Quente (100% Algodão).....	35
Tabela 7 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Frio (100% Algodão).....	35
Tabela 8 - Comparação de Tempo de Processo.....	43
Tabela 9 - Comparação dos resultados de solidez á lavagem.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Receita Original da Cor 60236 Marinho	36
Quadro 2 – Receita Proposta da cor 60236 Marinho	36
Quadro 3 – Receita Original da Cor 40685 Bordô	37
Quadro 4 – Receita Proposta da cor 40685 Bordô	37
Quadro 5 – Receita Original da Cor 60158 Azul	38
Quadro 6 – Receita Proposta da Cor 60158 Azul.....	38
Quadro 7 – Comparação de Concentração de Corantes	40
Quadro 8 – Comparação de Custos da cor Marinho 60236.....	41
Quadro 9 – Comparação de Custos da cor Azul 60158.....	42
Quadro 10 – Comparação de Custos da cor Bordô 40685	42

LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS E SÍMBOLOS

nm	nanômetros
%	Porcentagem
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
L*	(Claridade)
a*	(eixo vermelho/verde)
b*	(eixo Amarelo/Azul)
C*	Saturação da Cor
H*	Tonalidade da Cor
DL*	Desvio de Claridade/Luminosidade
DC*	Desvio de Saturação/Intensidade
DH*	Desvio de Tonalidade
% STR-SUM	Força Colorista
g/L	Gramas por litro
mL	mililitros
g	gramas
Kg	Quilogramas
mm	milímetros
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
ETA	Estação de Tratamento de Afluentes
Δ	Delta
ΔE	Desvio de Cor
FC	Força Colorista
Álcali	Carbonato de Sódio
Eletrólito	Sulfato de Sódio ou Cloreto de Sódio
D65	Iluminante Luz do Dia
G/M ²	Gramatura
Min	Minutos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	11
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
2 DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1.1 Indústria Têxtil	13
2.1.1.1 Indústria Têxtil em Santa Catarina	13
2.1.2 Colorimetria e Aparência	14
2.1.2.1 O que é cor.....	14
2.1.2.2 Fonte de luz	14
2.1.2.3 Iluminantes	15
2.1.2.4 Misturas de cores	16
2.1.2.5 Objeto observado.....	18
2.1.2.6 Efeito da luz sobre o objeto	19
2.1.2.6.1 <i>Brilho, Tonalidade e Saturação</i>	19
2.1.2.7 Percepção da cor – A vista humana.....	19
2.1.2.8 O Cérebro	21
2.1.2.9 Daltonismo	21
2.1.2.10 Sistema CIELAB	21
2.1.2.11 Metameria e Constância de Cor.....	22
2.1.2.12 Instalações para medição colorimétrica.....	23
2.1.2.12.1 <i>Espectrofotômetro</i>	23
2.1.3 Fibra de Algodão	24
2.1.4 Corantes Reativos	25
2.1.4.1 Classe dos Corantes Reativos	25
2.1.4.2 Propriedades dos Corantes Reativos.....	26
2.1.5 Tingimento	26
2.1.5.1 Pontos que influenciam na reprodutibilidade e Igualização	27
2.1.6 Testes de Solidez	27
2.1.6.1 Propriedades de solidez – Normas específicas	28
2.1.6.2 Teste de Solidez á lavagem	28

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
2.2.1 Preparo das Soluções.....	29
2.2.2 Equipamentos utilizados	30
2.2.3 Tingimento das amostras	31
2.2.3.1 Tingimento a frio (60°C)	32
2.2.3.2 Tingimento a quente (85°C)	33
2.2.3.3 Tabelas de Sal e Álcali	34
2.2.4 Alterações da receita da cor Marinho 60236.....	36
2.2.5 Alterações da receita da cor Bordô 40685	36
2.2.6 Alterações da receita da cor Azul 60158.....	37
2.2.7 Relação de Custos das Receitas	38
2.2.8 Análises e correções das Amostras.....	39
2.2.9 Elaboração do teste de Solidez	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
2.3.1 Redução na concentração de corante	40
2.3.2 Redução de Tempo de Processo	43
2.3.3 Alterações nos gráficos de tingimento	44
2.3.4 Laudos do espectrofotômetro	46
2.3.5 Análises de solidez á Lavagem.....	49
3 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O mercado consumidor está mais exigente atualmente, dificultando assim a sobrevivência das empresas no mercado. Podemos dizer que essa exigência é saudável em alguns aspectos. As empresas em geral, devem estar em constante evolução e crescimento, assim se adaptando com as novas tecnologias para estarem cada vez mais competitivas.

A empresa que foi desenvolvida esse projeto trabalha com diferenciação em custo, portanto, deve estar atualizada tecnologicamente e produzir seus serviços com menor custo possível. Partindo deste pensamento, foi desenvolvido esse trabalho com o intuito de substituir alguns produtos ou processos que venha de alguma forma contribuir para um menor custo de produção.

Um dos pontos mais críticos da área de beneficiamento é a tinturaria, no qual exige muito do conhecimento dos técnicos e líderes para que o processo se realize conforme o esperado. Partindo do laboratório, no qual ocorre o desenvolvimento das cores e processos, percebeu-se a possibilidade de estar analisando mais afundo as receitas de tingimento e deste modo de alguma forma reduzir o custo da mesma. Atualmente, estão disponíveis no mercado corantes muito bons, e de excelente qualidade. A classe de corante utilizado no tingimento é que exige o gráfico que será utilizado, deste modo, e de vital importância a escolha ideal dos corantes para o desenvolvimento de cada cor.

Será feita uma análise mais detalhada da classe e tricomia de corantes utilizados nas receitas já desenvolvidas no passado e feito um novo desenvolvimento da mesma, com outra classe de corante que tenha um menor custo e que atenda as exigências de qualidade pré-estabelecidas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Devido à forte competitividade, as empresas devem estar em constante evolução e crescimento para se manterem vivas no mercado. Esse trabalho visa otimizar o processo convencional de tingimento de algodão, diminuindo os custos e tempo de processo, deste modo, aumentando a margem de lucratividade e competitividade da empresa.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é propor alterações nos processos tingimento de malha de algodão visando à redução de custo, tempo de processo e energia, aumentando assim a lucratividade e competitividade.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Alterar receita de tingimento de algodão com a troca de corantes;
- Reduzir tempo de tingimento nas receitas através da otimização de gráficos;
- Garantir a qualidade requerida pelos clientes.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO DA LITERATURA

2.1.1 Indústria Têxtil

A Indústria Têxtil e de confecção representa 5,2% do faturamento da indústria de transformação no Brasil e de 17,3% no número de empregados. (ABIT, 2007). Torna-se assim um setor de extrema importância para economia brasileira.

O Processo de manufatura do algodão na indústria têxtil é composto por uma sequência de processos como: fiação, malharia, beneficiamento, talharia, estamparia, confecção e embalagem.

As atividades produtivas do segmento têxtil são atividades interdependentes, porém com relativa independência dentro do processo produtivo, o que permite a coexistência de empresas especializadas e com diferentes graus de atualização tecnológica. O resultado de cada etapa de produção pode alimentar a etapa seguinte, independentemente de fatores como escala e tecnologia de produção.

2.1.1.1 Indústria Têxtil em Santa Catarina

O Estado de Santa Catarina tem seu polo têxtil localizado principalmente no Vale do Itajaí, no qual apenas na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açú encontram-se 949 indústrias e o Estado de Santa Catarina ocupa a segunda posição no ranking nacional dentro do setor têxtil e tem sua representatividade por meio de 15,50 % na Cadeia Têxtil (ABIT, 2007).

Blumenau é considerada a capital do polo têxtil catarinense, tido como o segundo maior do mundo, com mais de 4.170 empresas (ABIT, 2007). Em Brusque se concentra um grande número de indústrias direcionadas para os tecidos planos. Pode-se afirmar que a história da região se confunde com a própria história da indústria têxtil no Brasil (CARREIRA 2006).

2.1.2 Colorimetria e Aparência

2.1.2.1 O que é cor

Conforme Salem (2010, p. 15) ``Podemos dizer que a cor é uma percepção subjetiva causada no cérebro em consequência de certa energia radiante transmitida aos olhos [...]´´. É o efeito das ondas de luz refletidas ou absorvidas através de vários corpos. As cores só existem se três fenômenos estiverem presentes: um observador, um corpo e uma fonte de luz.

Existem várias experiências no qual comprovam que as cores influenciam diretamente no humor e no comportamento das pessoas. Por exemplo, usar cores frias em ambientes que se trabalham com fornos, cores claras em cabines de barco aparenta ser um ambiente maior. O ambiente de trabalho é mais estimulante se por toda parte as cores estiverem adequadamente distribuídas.

2.1.2.2 Fonte de luz

Qualquer objeto só pode ser visto quando emite luz (fonte luminosa), ou quando reflete total ou parcialmente a luz que incide sobre eles, que é o caso dos materiais têxteis tingidos. A luz é uma forma de radiação eletromagnética numa determinada categoria de frequência que pode ser detectado pelo olho humano, que vão de 400 a 700 nm. As radiações que impedem o espectro de luz visível são os raios ultravioletas (abaixo de 400 nm) e o infravermelho (acima de 700 nm), (Figura 1).

A luz em sua dualidade quântico-ondulatória será definida como uma forma de energia capaz de excitar a retina humana e produzir sensações visuais. (TIANO, 2000)

Figura 1- Espectro da luz visível



Fonte: BOTO (2010)

Certamente não podemos ver qualquer cor ou qualquer objeto sem a presença da luz. A cor que vemos depende das características da luz que incide sobre o objeto, sendo assim a cor do objeto pode parecer diferente quando trocamos o iluminante. A luz de qualquer fonte pode ser descrita em termos da relação da quantidade de luz emitida nos espaços de comprimento da onda, assim nos dando uma curva chamada energia ou força espectral de uma luz.

Os iluminantes se diferenciam na proporção dos componentes de seu espectro, como a luz solar, lâmpadas incandescentes, fluorescentes, etc. A luz incandescente, por exemplo, contém mais radiações longas (vermelho, amarelo) do que a luz solar. A tabela seguinte nos mostra que cada componente do espectro tem um comprimento de onda diferente:

Tabela 1- Faixas do espectro visível em nm:

Cor	Comprimento da Onda (nm)
Vermelho	610-700
Laranja	595-710
Amarelo	570-595
Verde	485-570
Azul	430-485
Violeta	400-430

Fonte: SALEM (2010, p. 17)

2.1.2.3 Iluminantes

Há muitas fontes de luz disponíveis no mercado, portanto apresentando distribuições espectrais de potência diferentes. Sabemos que a fonte luminosa influencia diretamente na aparência da cor dos objetos.

Em 1971 a CIE (Comissão Internacional de Iluminação) adotou iluminantes padrão para a colorimetria.

De acordo com Salem (2010, p. 22) ``em colorimetria fazem-se medições de cor em um espectrofotômetro sob fontes de luz normalizadas. As fontes de luz empregadas são:

D65- Iluminante Padrão para luz do dia (6500° K)

A-Iluminantes que correspondem às lâmpadas incandescentes (2856° K)

TL 84- Iluminante que corresponde à luz fluorescente (4000° K)''

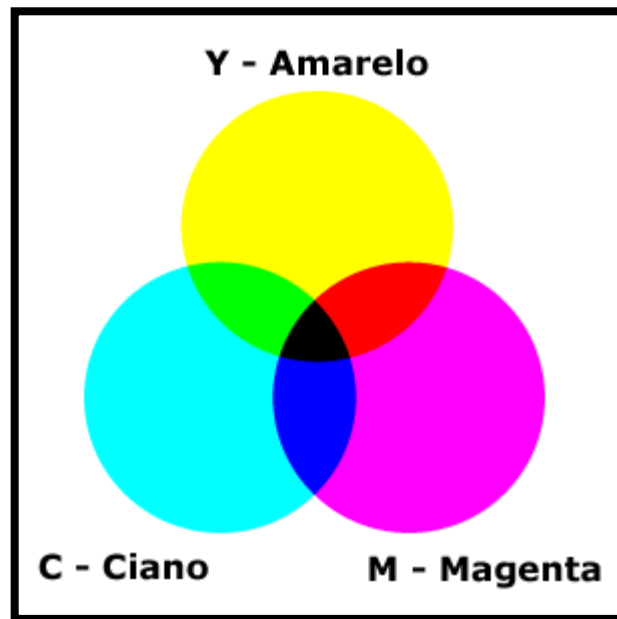
2.1.2.4 Misturas de cores

Dentre as cores do espectro, podemos adotar dois conceitos. Os físicos adotam três cores primárias fundamentais (vermelho verde e azul). Se projetarmos estes três comprimentos de ondas sobre uma superfície, quando ocorre à sobreposição de duas diferentes luzes, produzem as cores secundárias da composição aditiva (ciano, magenta e o amarelo) do espectro, e a sobreposição das três cores, resulta no branco. Esse processo é chamado de composição aditiva de cores, porque ao somarmos duas cores, obtemos outra cor mais luminosa. Se adicionarmos todas as cores, obteremos o branco.

Os raios luminosos também podem ser subtraídos. No caso da composição subtrativa, as cores primárias desse sistema, são as secundárias do sistema anterior. Assim, quando o ciano, o magenta e o amarelo são sobrepostos, eles geram o preto, porque os três tons primários da síntese aditiva serão absorvidos (ao contrário da síntese aditiva em que a soma dos tons primários resultavam no branco). Quando as cores primárias desse sistema são misturadas em diferentes intensidades elas conseguem abranger uma grande quantidade de tons. Por isso, os coloristas trabalham com a base da composição subtrativas das cores.

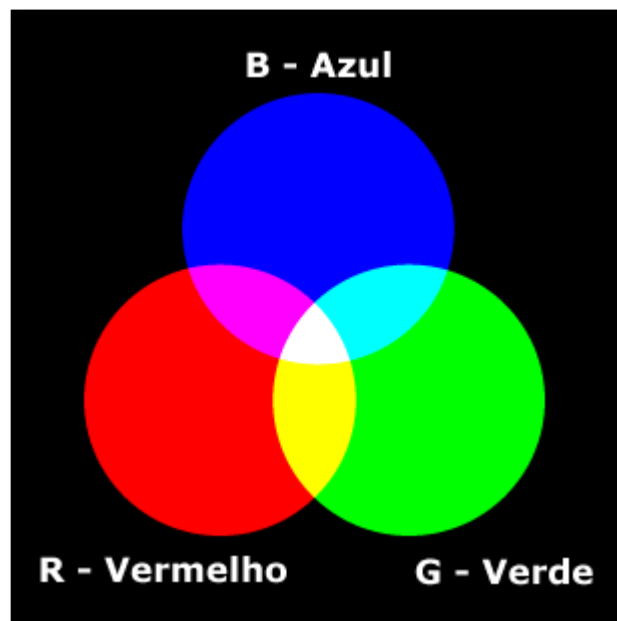
Segundo Salem (2010, p.20) ``os coloristas chamam de cores fundamentais o vermelho, amarelo e azul, pois as demais podem ser obtidas pela combinação dessas. Por intermédio do triângulo das cores, podemos ilustrar as cores fundamentais e suas combinações binárias e ternárias. (figura 2)

Figura 2- Triângulo das cores – Mistura Subtrativa



Fonte: ANGHIONONI (2010)

Figura 3 - Triângulo das Cores – Mistura Aditiva



Fonte: ANGHIONONI (2010)

2.1.2.5 Objeto observado

A cor de qualquer objeto é determinada pela luz refletida por ele. Assim dizemos que um objeto é colorido quando absorve certos raios e reemite o restante. Também podemos dizer que quando o objeto absorve todos os raios ele é da cor preta e quando refletem todos os raios ele é branco.

No caso dos artigos têxteis, trabalhamos com a composição subtrativa das cores, por exemplo, podemos dizer que um artigo têxtil é azul, quando incidimos sobre ele uma luz branca e ele absorve todas as outras cores, menos o azul. Para cada corpo colorido existem dois tipos de cores (absorvida e refletida). Esses pares de cores são chamados de cores complementares, como pode-se ver na tabela 2:

Tabela 2 - Cores Complementares

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, p. 18)

No caso dos substratos têxteis, quando queremos dar cor a certo tecido, precisamos modificar a luz refletida. Para isso, usamos produtos químicos (corantes e pigmentos) que agem no substrato absorvendo todas as faixas de luz, menos a cor desejada.

De acordo com Salem (2010, p. 22) “o grau de remissão ou reflexão espectral de uma determinada superfície corresponde à porcentagem de luz refletida em cada faixa de luz visível (usualmente mede-se em intervalos de 10 nm)”. Portanto a cor de um artigo têxtil é medida mediante a sua curva de remissão.

2.1.2.6 Efeito da luz sobre o objeto

Segundo Farkas (2003, p. 30) Objeto modifica luz. Colorantes (pigmentos e corantes), são grandes causadores deste efeito, pois o objeto seletivamente absorveu alguns comprimentos de onda da luz enquanto refletem (ou transmite) outros [...].

As 4 maiores coisas que podem acontecer para a luz quando ela encontra um objeto são:

- 1) - Reflexão Especular na primeira superfície do objeto (associada com o brilho).
- 2) - Difusão dentro do Material (associado com reflexão difusa e algumas vezes com transmissão difusa).
- 3) - Absorção dentro do Material (largamente responsável pela cor).
- 4) - Transmissão Regular diretamente através do objeto, se ele é mais ou menos transparente (associado com a claridade). (FARKAS, 2003)

2.1.2.6.1 Brilho, Tonalidade e Saturação

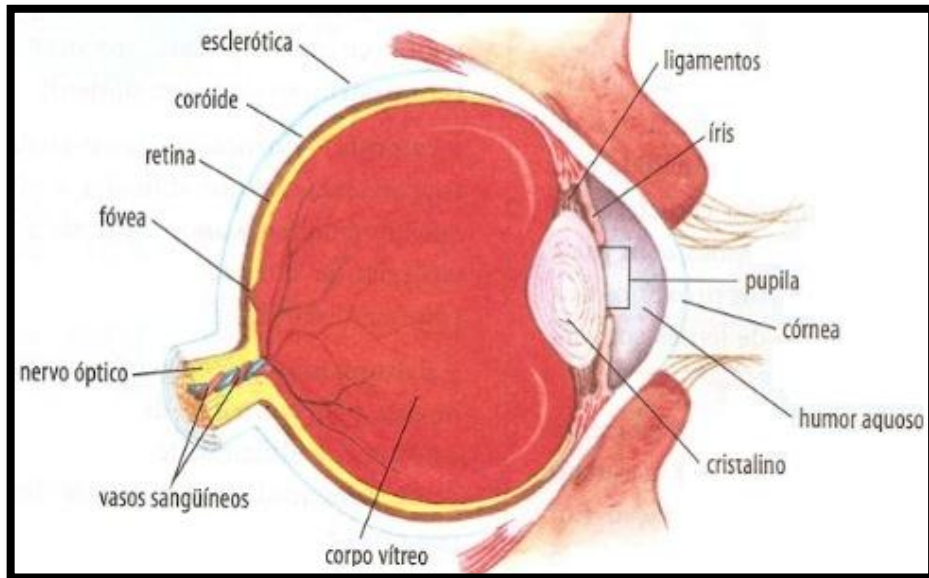
O brilho descreve a quantidade de luz e podem-se detectar variações na sua intensidade até mesmo quando não se tem luz suficiente para ver a cor. A tonalidade, ou seja, “a cor da cor”, é uma cor que possui nome específico, tal como o vermelho, laranja, violeta, azul, amarelo e outros, de acordo com algumas regiões do espectro. Saturação é a pureza da luz proveniente de uma superfície ou fonte de luz. Por definição, luminosidade é o brilho relativo, ou seja, luminosidade é o brilho de um determinado objeto tendo o branco absoluto com referência. A luminosidade varia de escuro a claro tendo como limites definidos o preto e o branco. (CANHA, 2011)

2.1.2.7 Percepção da cor – A vista humana

Seguido do objeto e da fonte de luz, a vista é a terceira condição para que haja cor. O aparelho visual humano é composto de certas partes que permitem a sensação de enxergarmos tons dos mais variados comprimentos de onda temos a possibilidade de ver aproximadamente 16 milhões de cores. (ZINI, 2004)

A vista funciona como um receptor. Vejamos a seguir (figura 4) o diagrama esquemático do olho humano:

Figura 4 - Diagrama esquemático do olho Humano



FONTE: TORRES (2013)

Com a condição de uma fonte de luz sobre uma superfície colorida, os raios refletidos irão sensibilizar a retina do olho humano, no qual estão localizados os cones e os bastões. (SALEM, 2010).

De acordo com Stolfi (2008) ``a retina é uma película constituída de células nervosas interligadas pela sua estrutura e constituição, podemos dizer que é uma extensão do córtex cerebral. ``

Os cones são células sensíveis à intensidade e à cor (sensíveis ao amarelo, verde e azul), as três cores em conjunto são capazes de formar todas as cores do espectro visível. Os cones são responsáveis pela visão Fotópica, ou visão de luz intensa. Dos cerca de 7.000.000 de cones existentes na retina, metade se situa na Fóvea. Os Bastões são responsáveis pela visão escotópica, ou visão em condições de pouca luz (visão noturna). Existe cerca de 75 a 150 milhões de bastonetes na retina. Por serem ligados em grupos às terminações nervosas, formam conjuntos mais sensíveis à luz do que os Cones, porém com menor capacidade de resolução de detalhes. A visão escotópica não proporciona sensação de cor. (STOLFI, 2008)

2.1.2.8 O Cérebro

O cérebro funciona como um receptor. A vista separa os componentes da luz que incide na retina por meio dos cones e retransmite essas faixas separadamente ao cérebro que faz novamente a reintegração da cor irradiada pelo objeto observado. (SALEM, 2010).

2.1.2.9 Daltonismo

O daltonismo é uma deficiência na visão que dificulta a percepção de uma ou de todas as cores.

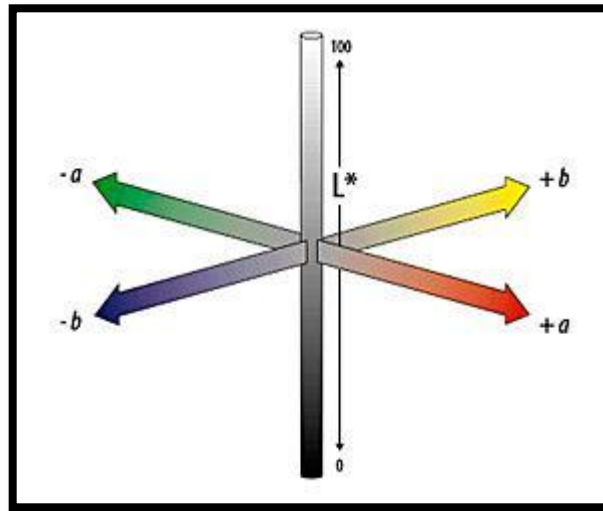
O Daltonismo é um defeito da visão que é transmitido através de características genéticas, ligadas ao sexo. Existem 4 (quatro) tipos de Daltonismo (ou Discromatopsia): Protanopsia, que provoca a insensibilidade à cor vermelha, levando consequentemente à confusão com o amarelo e o verde. O tipo Deuteranopsia, é o verde que deixa de ser visto, sendo confundida com o vermelho e o amarelo, a Tritanopsia, que é a cegueira para o azul, captada tal qual o verde e o amarelo e o Acromatopsia, a mais raríssima e pouco estudada, pois nesta condição a pessoa vê tudo em preto e branco, com matizes cinza (TIANO, 2009).

2.1.2.10 Sistema CIELAB

Conforme Canha (2011) “o modelo de cor uniforme CIELAB foi definido pela CIE na tentativa de aumentar a uniformidade das cores percebidas pelo sistema visual humano. ”

Atualmente na Indústria Têxtil, é adotado o sistema CIELAB. Trata-se de um sistema de coordenadas retangular, cujos eixos são designados por: L^* (Claridade), eixo vertical cuja base é o preto e o topo o branco. a^* (eixo vermelho/verde) e b^* (eixo Amarelo/Azul). (SALEM, 2010)

Figura 5 - Modelo de cor CIELAB



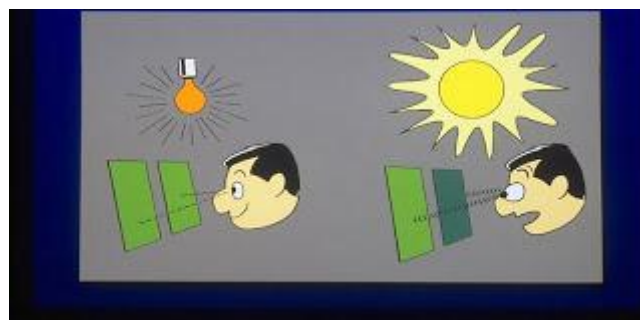
Fonte: CANHA (2011)

Conforme Minolta (2007, p. 18) coloca que o modelo de cor CIE LAB é um modelo de cor muito utilizado para medição de cores de um objeto e está presente em todos os campos de aplicação.

2.1.2.11 Metameria e Constância de Cor

Quando duas amostras iguais sob determinado iluminante e divergem quando submetidas à outra fonte de luz, dizemos que esse par de cores é metamérico ou condicionalmente igual. A esse fenômeno domina-se metameria. (SALEM, 2010)

Figura 6 - Metamerismo



Fonte: BORGES (2008)

2.1.2.12 Instalações para medição colorimétrica

Desde os tempos antigos as pessoas utilizavam os olhos para determinar a diferença entre as cores de algum material ou objeto. Com o desenvolvimento de técnicas de medição óptica e os vários padrões definidos pelas CIE, os olhos foram substituídos por aparelhos e funções matemáticas para calcularem as cores e suas diferenças (SCHANDA, 2007, p. 79).

Conforme Schanda (2007, p. 87) um dos métodos mais utilizados para cálculo de diferenças de cor é Delta E (CIE 1976), que usa os valores numéricos do modelo CIE LAB, conforme a fórmula apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Fórmula para cálculo de diferença de cor no modelo CIE LAB

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L^*_1 - L^*_0 \\ \Delta a^* &= a^*_1 - a^*_0 \\ \Delta b^* &= b^*_1 - b^*_0 \\ \Delta E^*_{ab} &= \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}\end{aligned}$$

Fonte: SCHANDA (2007, p. 87).

2.1.2.12.1 Espectrofotômetro

A espectrofotometria é uma ciência que estuda a análise quantitativa das radiações com relação à sua composição espectral, ela baseia-se na relação entre a intensidade de luz sobre uma superfície e sobre a curva espectral resultante da mesma luz refletida de volta ao detector do aparelho de medição utilizado (LEÃO, 2005, p. 49).

Conforme Salem (2010) No espectrofotômetro faz-se a medição do grau de remissão espectral da amostra colorida em 16 comprimentos de onda, entre 400 e 700 nm.

Os sensores que são usados nestes aparelhos são simplesmente contadores de fótons com filtros de valores espectrais conhecidos, e a diferença entre eles é a quantidade de filtros que utilizam e a sensibilidade de seus sensores (LEÃO, 2005, p. 46).

A luz policromática e difusa, inicialmente, ilumina a amostra. Essa luz refletida passa pelo prisma, grade ou outro dispositivo apropriado, e sofre uma difração, e os componentes monocromáticos chegam nos detectores espectrais, cada um no lugar correspondente ao seu comprimento de onda (λ). Cada um dos detectores manda um sinal correspondente à energia relativa recebida naquele comprimento de onda (λ) e finalmente o fator de refletância, em porcentagem, fica registrado. (RÉGULA, 2004, p. 28).

2.1.3 Fibra de Algodão

Segundo Salem (2010), esta fibra existe na natureza envolvendo sementes das várias plantas do gênero *Gossypium*.

As fibras são uma pelugem que se originam na superfície das sementes e pode ser extraída a mão ou com máquinas. A colheita manual garante um produto mais limpo. Portanto a mais utilizada atualmente é a colheita mecânica, que tem como principais vantagens, economia na mão de obra e rapidez nas colheitas. Porém o processo mecânico não impede que sujeiras sejam sugadas juntamente com as fibras.

Após a colheita, o algodão segue para as usinas de descaroçamento, a fibra é separada das sementes e matérias estranhas maiores como cascas, folhas e pedaços de caule. Já no processo de fiação existe uma sequência de máquinas para a remoção de sujeiras e preparação da fibra para se transformar em fios, quanto maior a extração das impurezas maior é a agressão às fibras, não é possível a total remoção das sujeiras neste processo, o restante das impurezas pode ser removido no processo de beneficiamento. (AGUIAR NETO, 1996)

A tabela 3 mostra a composição química do algodão, que é quase inteiramente composta por celulose. Além disso, ela contém pequenas porções de proteína, pectina, cera, cinzas, ácidos orgânicos e pigmentos.

Tabela 3 - Composição Química Aproximada do Algodão.

Composição	Conteúdo (%)
Celulose	94,0
Proteínas	1,3
Cinzas	1,2
Pectinas	0,9
Ácidos Orgânicos	0,8
Ceras	0,6
Açúcares totais	0,3

Fonte: SILVA (2003)

Conforme Ferrari (2007, p. 35 apud TWARDOKUS, 2004) [Entre as propriedades químicas do algodão, pode-se afirmar que os ácidos orgânicos diluídos a frio não atacam o algodão, porém, se após a impregnação com estes ácidos, secarmos o substrato, este será

danificado fortemente. O ácido sulfúrico concentrado e em ação prolongada transforma o algodão em compostos solúveis como a dextrina. O algodão pode ser fervido em soluções alcalinas sem ser prejudicado, sendo, porém, recomendável à eliminação do ar, pois a presença do mesmo pode enfraquecer a fibra pela formação de oxi-celulose].

2.1.4 Corantes Reativos

Os corantes reativos são amplamente utilizados na indústria têxtil devido sua boa estabilidade durante a lavagem e por apresentarem procedimentos simples de tingimento, sendo a principal classe de corantes utilizada para tingir o algodão.

Conforme Trotman (1975) são compostos que contém um ou mais grupos reativos capazes de formarem ligações covalentes com um átomo de oxigênio, nitrogênio ou enxofre, de substratos como fibras celulósicas, fibras proteicas e poliamidas.

Os corantes reativos apresentam como característica uma alta solubilidade em água e formam uma ligação covalente com a fibra, que confere maior solidez da cor do tecido tingido à lavagem quando comparados a outros tipos de corantes que estabelecem apenas ligações fracas com a fibra (FERRARI, p.46, 2007).

A estrutura de um corante reativo contém 3 tipos de grupos funcionais:

- Grupo cromóforo - responsável pela cor
- Grupos solubilizantes - são grupos sulfônicos, responsáveis pela solubilidade e respondem também pelo grau de migração, substantividade e lavabilidade.
- Grupo reativo - são os que caracterizam os corantes reativos. A reatividade do corante.

2.1.4.1 Classe dos Corantes Reativos

Os corantes são classificados por ordem crescente de reatividade, isto é, baseado na velocidade das ligações com a oxidrila da celulose. Essa reação, sendo muito estável, proporciona alta solidez a úmido e a pureza do tom e brilho, que são características fundamentais para essa classe de corantes (FERRANTE, 2011).

Os grupos mais importantes em ordem crescente de reatividade são:

- Tri-cloro-pirimidina;
- Monoclorotriazina;
- Vinil-sulfônico;

De acordo com Ferrante (2011) Pelo grupo reativo identifica-se qual o emprego dos corantes, em base a afinidade com a fibra celulósica e a reatividade, em função da velocidade da formação do radical reativo com a celulose. Deriva-se assim, o fato de alguns corantes reativos serem mais adequados para processos de tingimento descontínuo ao esgotamento e outros mais especialmente adequados para processos semi-contínuos, contínuos e estamparia.

Outra classificação prática é feita baseada na temperatura na qual se atinge a máxima afinidade (A Quente e a Frio). São denominados corantes a frio, os de maior reatividade, cujas temperaturas do tingimento por esgotamento variam de 30 a 80°C. São chamados corantes reativos a quente, os de menor reatividade e que são tingidos por esgotamento em temperaturas acima de 80°C.

2.1.4.2 Propriedades dos Corantes Reativos

De acordo com Dolby (1980), os corantes reativos são muito versáteis nos seus processos de aplicação, podendo trabalhar desde a temperatura ambiente até os métodos de vaporização. Eles não se tornam insolúveis ou possuem um nível de substantividade tão elevado como os corantes diretos. Dessa forma, podem-se ter corantes com pequenas moléculas com propriedades de difusão rápida. Isso permite que o tingimento tenha boa equalização e processe-se rapidamente, comparado com os corantes convencionais. Somente os corantes muito reativos podem ser aplicados a frio, usando banho levemente alcalino.

O tingimento com corantes reativos proporcionam ao substrato cores vivas e fortes, e não desbotam com facilidade. A partir de 4 cores primárias (Ciano, Magenta, Amarelo e Preto) pode-se criar praticamente qualquer cor que você quiser sem muita dificuldade;

2.1.5 Tingimento

Há muitos anos o homem usa de corantes tanto animal como vegetal e mineral para decoração de objetos, utensílios, em pinturas e principalmente para o tingimento de tecidos fios e fibras têxteis. O primeiro registro escrito conhecido que faz referências aos corantes naturais e à sua utilização na China data de 2600 a.C. (PEZZOLO, 2007).

O processo de tingimento é um processo químico que visa conferir a cor e o aspecto final aos artigos têxteis. Além da padronização da cor, o consumidor exige algumas características básicas ao produto, como, elevado grau de solidez em relação à luz, lavagem e

transpiração. Para garantir essas propriedades, as substâncias que conferem coloração à fibra devem apresentar alta afinidade, uniformidade na coloração, resistência aos agentes desencadeadores do desbotamento e ainda serem economicamente viáveis (TWARDOKUS, 2004).

2.1.5.1 Pontos que influenciam na reprodutibilidade e Igualização

- Quanto maior a velocidade de circulação do banho de tingimento e do substrato no tingimento, melhor a igualização.
- Os corantes possuem sensibilidade reduzida aos álcalis e, portanto uma boa reprodutibilidade.
- Na pratica nos defrontamos com variação significativa de relação de banho, não somente do laboratório para produção, como também de máquina para máquina. Faz-se necessário um controle rigoroso para garantir uma boa reprodutibilidade alternando-se quando necessário às condições do tingimento e a quantidade de sal adicionado.
- Diferentes substratos podem apresentar diferentes afinidades tintoriais.
- Alguns produtos auxiliares podem influenciar no grau de esgotamento e prejudicar o rendimento da cor.

2.1.6 Testes de Solidez

Na busca de suprir as necessidades e desejos dos clientes, pretende-se buscar opções que viabilizem o processo de beneficiamento através dos recursos utilizados de maneira satisfatória e confiável.

Os consumidores esperam cada vez mais altos padrões de conforto e funcionalidade das roupas: eles exigem peças de roupas que proporcionem uma melhor respiração e que afastem a transpiração do corpo. Ao mesmo tempo esperam roupas que repelem a água e que sejam resistentes à água, à luz UV e com propriedades bactericidas (RUCHSER, 2004).

Foram criadas normas regulamentadoras, que através destas são dispostas padrões de qualidade, que deveram ser seguidas como base para o processo produtivo. A seguir algumas normas relacionadas à solidez:

2.1.6.1 Propriedades de solidez – Normas específicas

Luz xenon – ISO 105 B02

Lavagem á 60°C – ISO 105 C03

Suor Alcalino – ISO 105 E04

Suor ácido – ISO 105 E04

Água clorada – ISO 105 E03

2.1.6.2 Teste de Solidez á lavagem

A norma brasileira- NBR 10187, de fev./88, define solidez de cor como: “a resistência da cor dos materiais têxteis aos diferentes agentes, aos quais possam ser expostos durante sua fabricação e uso subsequente”. A solidez de cor pode ser avaliada pela alteração da cor da amostra, ou pela capacidade de transferir a cor a um tecido testemunho que não possui corante (MIZOGUCHI, 2000).

A solidez à lavagem é avaliada em termos de escala numérica, de 1 a 5 no qual esta escala corresponde as seguintes graduações de acordo com as normas NBR-ISO105-A02 e A03:

- Alteração de cor do substrato Grau 5 – Muito boa (cor inalterada);
- Alteração de cor do substrato Grau 4 – Boa (fraca perda de intensidade ou alteração);
- Alteração de cor do substrato Grau 3 – Suficiente (apreciável perda ou alteração);
- Alteração de cor do substrato Grau 2 – Moderada (distinta perda ou alteração);
- Alteração de cor do substrato Grau 1 – Fraca (grande perda ou muita alteração);
- Manchamento do substrato branco Grau 5 – Nenhum;
- Manchamento do substrato branco Grau 4 – Muito fraco;
- Manchamento do substrato branco Grau 3 – Apreciável;
- Manchamento do substrato branco Grau 2 – Profundo;
- Manchamento do substrato branco Grau 1 – Profundo tingimento do substrato branco.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com base no histórico de vendas, foram selecionadas algumas cores com maior volume de produção e analisado a hipótese de fazer alguma alteração na receita de tingimento, visando algum tipo de melhoria e redução de custos. As receitas com possibilidades de melhoramento foram selecionadas e submetidas a procedimentos laboratoriais visando alguma alteração que viabilize essa mudança.

Os procedimentos para testes e ensaios foram realizados em laboratório até a aprovação da cor e seus respectivos parâmetros de qualidade. Após o desenvolvimento da cor já existente com outra classe ou tricomia de corante, é feito o cadastramento no sistema dessa cor com as alterações feitas, portando permanecendo o mesmo código de identificação.

Foram selecionadas três cores e apresentada às respectivas alterações:

- 60236 Marinho – Apresentava uma classe de corante a quente (monoclorotriazina) e foi proposto uma mudança para usar uma classe de corante a frio (bifuncional).
- 40685 Bordô – Apresentava uma classe de corante a frio (bifuncional) e foi proposta uma mudança para utilizar corantes polifuncionais com custo inferior.
- 60158 Azul – Apresentava uma classe de corante a frio (bifuncional) e foi proposto a substituição de um dos corantes da tricomia (receita).

A empresa trabalha basicamente com dois fornecedores de corantes e em alguns processos diferenciados utiliza corantes de outros fornecedores.

2.2.1 Preparo das Soluções

O preparo das soluções foi feito com o auxílio de uma balança analítica, Becker de 200 mL e 500 mL, balão volumétrico de 200 e 1000 mL, erlemeyer de 200 mL, pipetas de 1, 2, 5, 10 e 20 mL e espátulas para manuseio dos corantes, bastões e uma piceta, com água já tratada para utilização em tinturaria.

Para o preparo das soluções dos corantes foi usado 2 gramas de corante e dissolvido em aproximadamente 50 mL de água morna em um Becker de 200 mL e transferido para um balão volumétrico de 200 mL, completando com água até 200 mL, transferido para um erlemeyer de 200 mL, formando assim uma solução de 1/100. Pipetado 20 mL da solução de

corante 1/100 em um balão volumétrico de 200 mL, para fazer 200 mL de solução 1/1000. E pipetado 2 mL de solução 1/100 em um balão volumétrico de 200 mL, para fazer 200 mL de solução 1/10000.

Solução de Sal e carbonato de sódio (barrilha), pesado 200 g de produto e dissolvido em um Becker de 500 mL em aproximadamente 300 mL de água e transferido para um balão volumétrico de 1000 mL até completar 1 litro. Formando uma solução de 1/5.

Solução de soda, pesado 10 g de produto e dissolvido em um Becker com aproximadamente 100 mL de água e transferido para um balão volumétrico até completar 200 mL. Formando uma solução de 1/20.

Solução de auxiliares (umectante, detergente e sequestrante), pesado 10 g de produto e dissolvido em um Becker com aproximadamente 100 mL de água e transferido para um balão volumétrico até completar 200 mL. Formando uma solução de 1/20.

Solução de ácido acético, pesado 0,5 g de produto e dissolvido em um Becker com aproximadamente 100 mL de água e transferido para um balão volumétrico até completar 1000 mL. Formando uma solução 0,5 g/L.

Solução para lavação, pesado 2 gramas de (detergente) em um Becker de 200 mL, diluído para 1000 mL de água, tendo uma solução de 1 grama por litro.

2.2.2 Equipamentos utilizados

As amostras foram desenvolvidas no laboratório químico da empresa, no qual foram utilizados máquinas e equipamentos para a elaboração dos tingimentos necessários para o projeto. O laboratório conta com um espectrofotômetro (conforme a figura 8), 3 máquinas de tingimento de amostras com capacidade de 24 canecos cada, uma máquina de lavação com capacidade de 8 canecos. Para a fase de secagem o laboratório conta com uma centrífuga e uma secadora elétrica de capacidade de cinco quilogramas.

Foram utilizados canecos de 200 mL para os tingimentos, sendo que, para tingimentos a quente e lavação foram utilizados canecos de metal e para tingimento a frio foram utilizados canecos de plástico.

A seguir na figura 8, vejamos a figura de um espectrofotômetro de marca Data Collor.

Figura 8– Espectrofotômetro



Fonte: O autor (2013)

A seguir na figura 9, vejamos um modelo das máquinas de tingimento utilizada de marca Kimak.

Figura 9 - Máquina de tingimento de Amostra



Fonte: O Autor (2013)

2.2.3 Tingimento das amostras

Para os tingimentos em laboratório foi usado uma relação de banho 1/10 (1 grama de malha em 10 mL de solução), com amostras de 5 gramas de meia malha penteada 100% algodão, gramatura de 160 g/m². Na malha utilizada nos ensaios foi feito tratamento de preparação (pré-alveijamento) anteriormente.

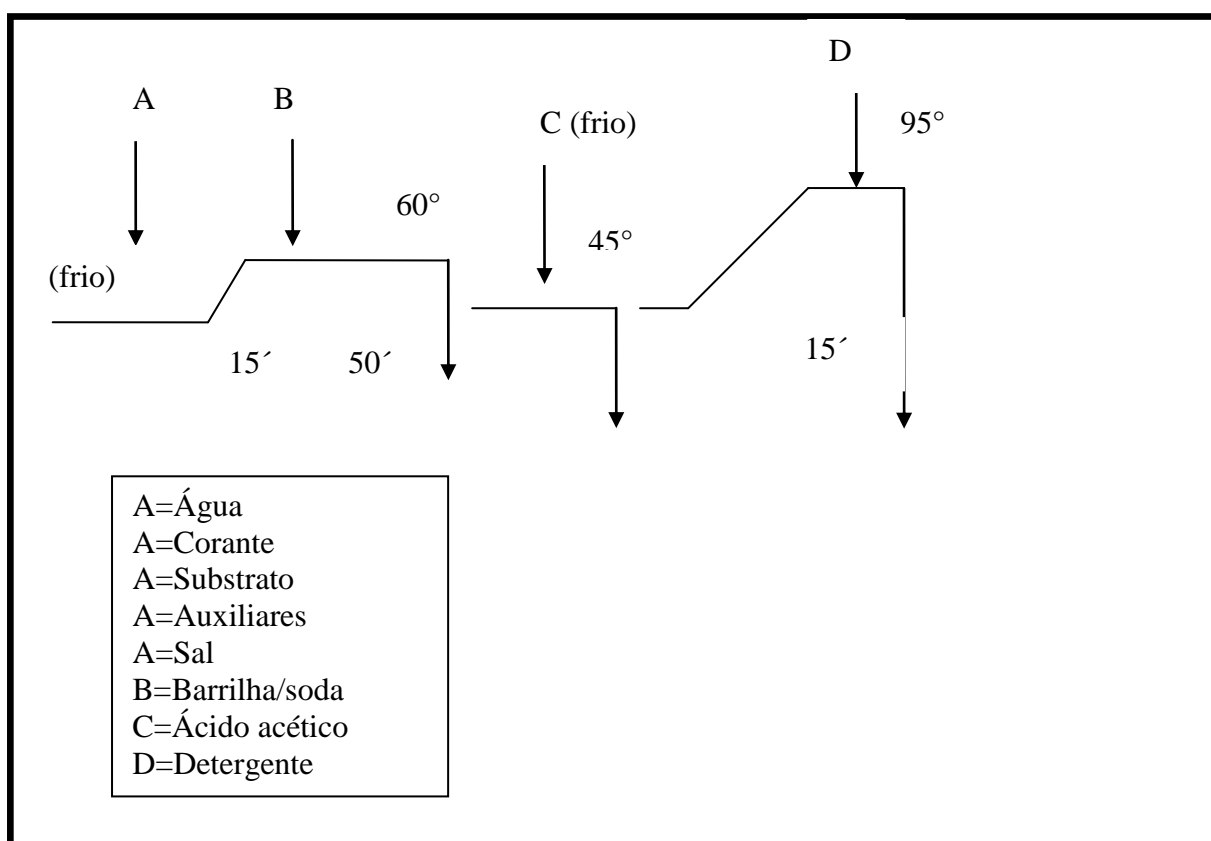
2.2.3.1 Tingimento a frio (60°C)

Na fase de preparação, foram pipetados em canecos de plástico os corantes descritos nas receitas (conforme os quadros 2, 3, 4, 5,6, os auxiliares, bicabornato de sódio, água, sal e acrescentado a amostra da malha).

Processo de tingimento: tingir na máquina de amostra conforme programa para aquecer e manter a temperatura constante á 60°C. Rodar 15 minutos e dosar o álcali (barrilha e soda), e rodar mais 50 minutos. Tirar as amostras da máquina e neutralizar numa solução de ácido acético de 0,5 g/L.

Processo de lavação: Colocar as amostras em canecos de metal com uma solução de 1 g/L de detergente e rodar por 15 minutos á 95 °C, (conforme o gráfico 1). Tirar as amostras e enxaguar em água limpa e neutra, centrifugar e secar.

Gráfico 1 - Gráfico de tingimento á frio (60°C)



Fonte: O Autor (2013)

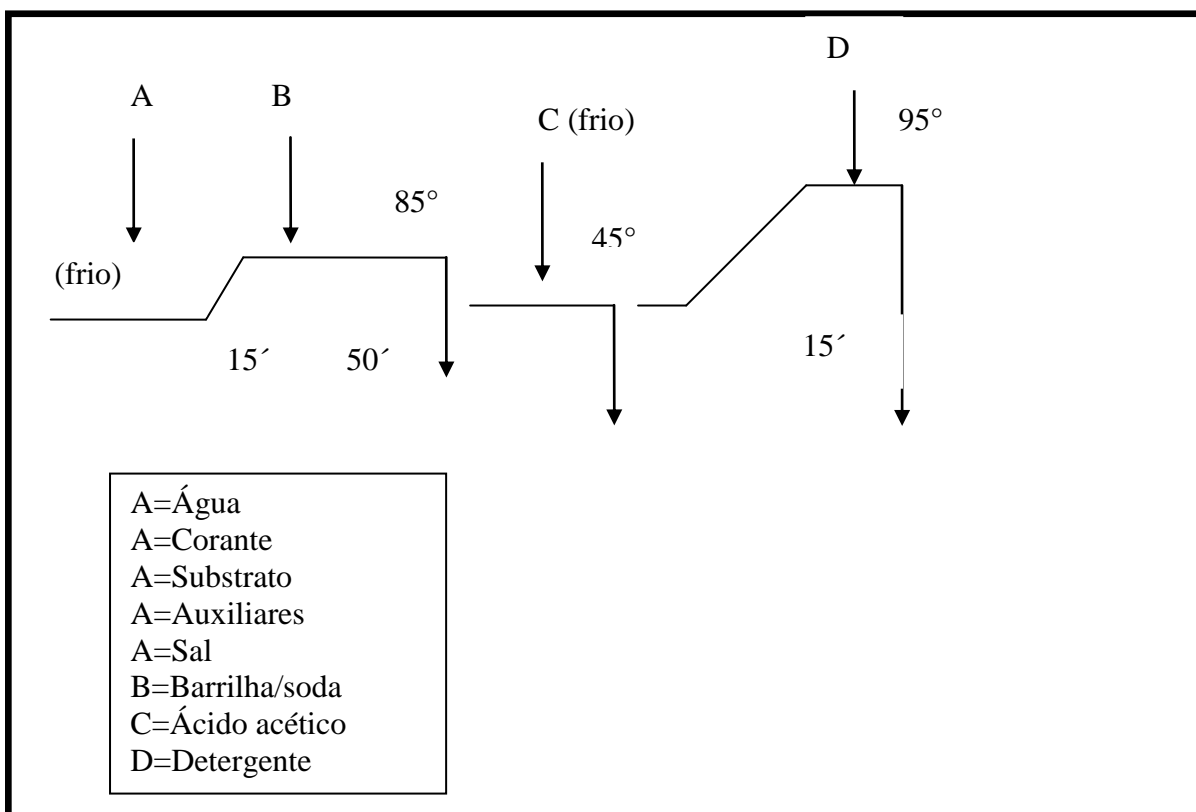
2.2.3.2 Tingimento a quente (85°C)

Na fase de preparação, foram pipetados em canecos de metal os corantes descritos nas receitas (conforme o quadro 1, os auxiliares, água, sal e acrescentado a amostra da malha).

Processo de tingimento: tingir na máquina de amostra conforme programa para aquecer e manter a temperatura constante á 85°C. Rodar 15 minutos e dosar o álcali (barrilha) e rodar mais 50 minutos. Tirar as amostras da máquina e lavar em agua industrial.

Processo de lavação: Colocar as amostras em canecos de metal com uma solução de 1 g/L de detergente e rodar por 15 minutos á 95 °C, (conforme o gráfico 2). Tirar as amostras e enxaguar em água limpa e neutra, centrifugar e secar.

Gráfico 2 – Tingimento á quente (85°C)



Fonte: O autor (2013)

2.2.3.3 Tabelas de Sal e Álcali

A quantidade de sal e álcali é dosado conforme tabela proposta pelo fornecedor 1, variando conforme a classe e concentração dos corantes.

Tabela 4 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Quente (100% Algodão)

Relação de Banho 1:8 ou acima		
% de Corante	Qtde de Sal (g/L)	Qtde de Barrilha (g/L)
Até 0,10	10	10
0,11 a 0,30	20	10
0,31 a 0,50	30	10
0,51 a 1,00	45	15
1,01 a 2,00	60	15
2,01 a 4,00	70	20
Acima de 4,01	90	20

Fonte: O autor (2013)

Tabela 5 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Frio (100% Algodão)

Relação de Banho 1:8 ou acima			
% de Corante	Qtde de Sal (g/L)	Qtde de Barrilha (g/L)	Qtde de Soda (g/L)
Até 0,25%	10	8,00	0,00
0,26% a 0,50%	30	8,00	0,00
0,51% a 1,00%	40	10,0	0,00
1,01% a 2,00%	50	5,00	1,00
2,01% a 3,00%	60	5,00	1,50
3,01% a 4,00%	70	5,00	2,00
4,01% a 5,00%	80	5,00	2,50
Acima de 5,01%	90	5,00	3,00

Fonte: O autor (2013)

As tabelas de sal e álcali a seguir, mostram a quantidade indicada pelo fornecedor 2.

Tabela 6 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Quente (100% Algodão)

Relação de Banho 1:8 ou acima		
% de Corante	Qtde de Sal (g/L)	Qtde de Barrilha (g/L)
Até 0,30	30	10
0,31 a 0,40	35	10
0,41 a 0,50	40	10
0,51 a 1,00	50	15
1,01 a 1,50	65	15
1,5 a 2,00	75	15
2,01 a 3,0	80	20
3,1 a 4,0	85	20
Acima de 4,01	90	20

Fonte: O autor (2013)

Tabela 7 - Tabela de sal e Álcali para Tingimento a Frio (100% Algodão)

Relação de Banho 1:8 ou acima			
% de Corante	Qtde de Sal (g/L)	Qtde de Barrilha (g/L)	Qtde de Soda (g/L)
Até 0,5%	30	10,00	0,00
0,51% a 0,10%	40	5,00	1,00
1,1% a 1,50%	50	5,00	1,20
1,51% a 2,00%	60	5,00	1,50
2,01% a 3,00%	70	5,00	2,00
3,01% a 4,00%	80	5,00	2,50
4,01% a 5,00%	90	5,00	3,00
Acima de 5,01%	90	5,00	3,00

Fonte: O autor (2013)

2.2.4 Alterações da receita da cor Marinho 60236

Ao fazer uma análise da classe de corante desta cor, percebeu-se que apresentava uma classe de corante á quente (monoclorotriazina) e foi visto a possibilidade de alterar para classe de corante a frio (bifuncional), no qual reduz a energia utilizada, o tempo de processo, o custo dos corantes e a quantidade de sal e barrilha utilizado, portanto adicionando soda cáustica.

Quadro 1 – Receita Original da Cor 60236 Marinho

Corantes	Solução	Concentração (%)	mL
Amarelo MF2	1/100	0,51	2,55
Vermelho MF2	1/100	0,67	3,35
Azul MF2	1/100	2,23	1,15
Sal	85g/L	-	21,25
Barrilha	20 g/L	-	5,0
Umectante	1,0 g/L	-	1,0
Igualizante	1,0 g/L	-	1,0
Água	-	-	13

Fonte: O autor (2013)

Quadro 2 – Receita Proposta da cor 60236 Marinho

Corantes	Solução	Concentração (%)	mL
Amarelo BF1	1/1000	0,08	4,0
Vermelho BF1	1/100	0,34	1,7
Preto BF1	1/100	1,86	9,3
Sal	60 g/L		15
Barrilha	5 g/L		1,25
Soda Cáustica	1,5 g/L		1,5
Bicarbonato sódico	0,5g/L		0,5
Umectante	1,0 g/L		1,0
Igualizante	1,0 g/L		1,0
Água	-		15

Fonte: O autor (2013)

2.2.5 Alterações da receita da cor Bordô 40685

Ao fazer uma análise da classe de corante desta cor, percebeu-se que apresentava uma classe de corante á frio (bifuncional), portanto, com uma tricomia com alto custo e foi visto a possibilidade de alterar para corantes polifuncionais com custo inferior ao atual.

Quadro 3 – Receita Original da Cor 40685 Bordô

Corantes	Solução	Concentração (%)	mL
Amarelo BF1	1/100	1,08	5,2
Vermelho BF1	1/100	2,2	11,0
Azul BF1	1/100	0,45	2,25
Sal	70 g/L	-	17,5
Barrilha	5 g/L	-	1,25
Soda Cáustica	2 g/L		2,0
Bicabornato sódio	0,5g/L	-	0,5
Umectante	1,0 g/L	-	1,0
Igualizante	1,0 g/L	-	1,0
Água	-	-	8

Fonte: O autor (2013)

Quadro 4 – Receita Proposta da cor 40685 Bordô

Corantes	Solução	Concentração (%)	mL
Amarelo PF2	1/100	0,94	4,7
Vermelho PF2	1/100	1,38	6,9
Azul PF2	1/100	0,4	2,0
Sal	70 g/L		17,5
Barrilha	5 g/L		1,25
Soda Cáustica	2,0 g/L		2,0
Bicabornato sódio	0,5 g/L		0,5
Umectante	1,0 g/L		1,0
Igualizante	1,0 g/L		1,0
Água	-		13

Fonte: O autor (2013)

2.2.6 Alterações da receita da cor Azul 60158

Ao fazer uma análise da classe de corante desta cor, percebeu-se que apresentava uma classe de corante á frio (bifuncional), portanto com uma concentração elevada de azul e foi visto a possibilidade de estar substituindo para preto-B, no qual possibilita usar uma concentração menor de corantes com custo inferior.

Quadro 5 – Receita Original da Cor 60158 Azul

Corantes	Solução	Concentração (%)	mL
Amarelo BF1	1/100	0,15	0,75
Vermelho BF1	1/100	0,55	2,75
Azul BF1	1/100	2,98	14,9
Sal	70g/L	-	17,5
Barrilha	5,0g/L	-	1,25
Bicarbonato sódio	0,5 g/L	-	0,5
Soda Cáustica	2,0g/L		2
Umectante	1,0 g/L	-	1,0
Igualizante	1,0 g/L	-	1,0
Água	-	-	8

Fonte: O autor (2013)

Quadro 6 – Receita Proposta da Cor 60158 Azul

Corantes	Solução	Concentração (%)	mL
Amarelo BF1	1/1000	0,038	1,9
Vermelho BF1	1/100	0,15	0,75
Preto BF1	1/100	3,42	17,1
Sal	80 g/L		20
Barrilha	5,0 g/L		1,25
Soda Cáustica	1,5 g/L		1,5
Bicarbonato sódio	0,5 g/L		0,5
Umectante	1,0 g/L		1,0
Igualizante	1,0 g/L		1,0
Água	-		5

Fonte: O autor (2013)

2.2.7 Relação de Custos das Receitas

Após os testes e análises foi realizada uma comparação de custos das receitas originais com as receitas propostas. Os custos citados a seguir são somente custo químico e do setor da tinturaria, apresentando assim o valor Presente líquido, livre de impostos, PIS e COFINS.

Vejamos a seguir na tabela 6 o custo dos corantes analisados:

Tabela 6 – Custo dos Corantes Utilizados

Corantes	Valor Bruto	Valor Líquido	ICMS	PIS/COFINS	Custo/Kg
Amarelo BF1	R\$ 23,020	R\$ 21,425	10,0%	9,3%	R\$ 17,301
Vermelho BF1	R\$ 20,210	R\$ 18,810	10,0%	9,3%	R\$ 15,189
Azul BF1	R\$ 23,280	R\$ 21,667	10,0%	9,3%	R\$ 17,496
Preto BF1	R\$ 11,240	R\$ 10,461	10,0%	9,3%	R\$ 8,447
Amarelo PF2	R\$ 13,170	R\$ 12,708	4,0%	9,3%	R\$ 11,024
Vermelho PF2	R\$ 20,790	R\$ 20,061	4,0%	9,3%	R\$ 17,403
Marinho PF2	R\$ 16,300	R\$ 15,728	4,0%	9,3%	R\$ 13,644
Amarelo MF2	R\$ 12,620	R\$ 12,177	4,0%	9,3%	R\$ 10,564
Vermelho MF2	R\$ 21,000	R\$ 20,263	4,0%	9,3%	R\$ 17,578
Royal mf2	R\$ 41,000	R\$ 39,561	4,0%	9,3%	R\$ 34,320

Fonte: O autor (2013)

2.2.8 Análises e correções das Amostras

As Correções são feitas manualmente a olho nu e alguns casos utilizado o espectrofotômetro. Portanto a aprovação das amostras é liberada somente com o laudo do espectrofotômetro e laudos de qualidade. As tolerâncias estabelecidas nos laudos são: (Delta E< 1,0 e Concentração entre 95% a 105% e as notas de solidez a lavagem devem ficar igual ou superiores ao padrão original).

2.2.9 Elaboração do teste de Solidez

O teste de Solidez à Lavagem foi realizado conforme o método elaborado pela própria empresa segundo procedimentos: Recortou-se a amostra de tecido tingido (100 x 40 mm) e costurou-se os tecidos testemunhos (poliéster e algodão) nos dois lados da amostra. Em seguida colocou-se o tecido em um recipiente contendo solução de sabão neutro (5 g/L de sabão comercial). O recipiente é aquecido a 60°C e a amostra é tratada por 20 minutos nesta temperatura.

Após o processo de lavagem a amostra é enxaguada com água industrial a temperatura ambiente, a amostra foi centrifugada para remover o excesso de água, abriu-se a costura nos dois lados maiores e um dos lados menores e secaram-se as amostras em secadora elétrica. Após a amostra seca, foi realizada a avaliação de transferência de cor da amostra para os tecidos testemunhos com o auxílio de uma escala cinza e dadas às respectivas notas conforme NBR-ISO 105 –A03.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise deste trabalho consiste na comparação dos resultados, avaliando assim a viabilidade econômica da receita original e da receita proposta. Vejamos a seguir as comparações em termos de custo, concentração, tempo de processo e energia e índices de qualidade.

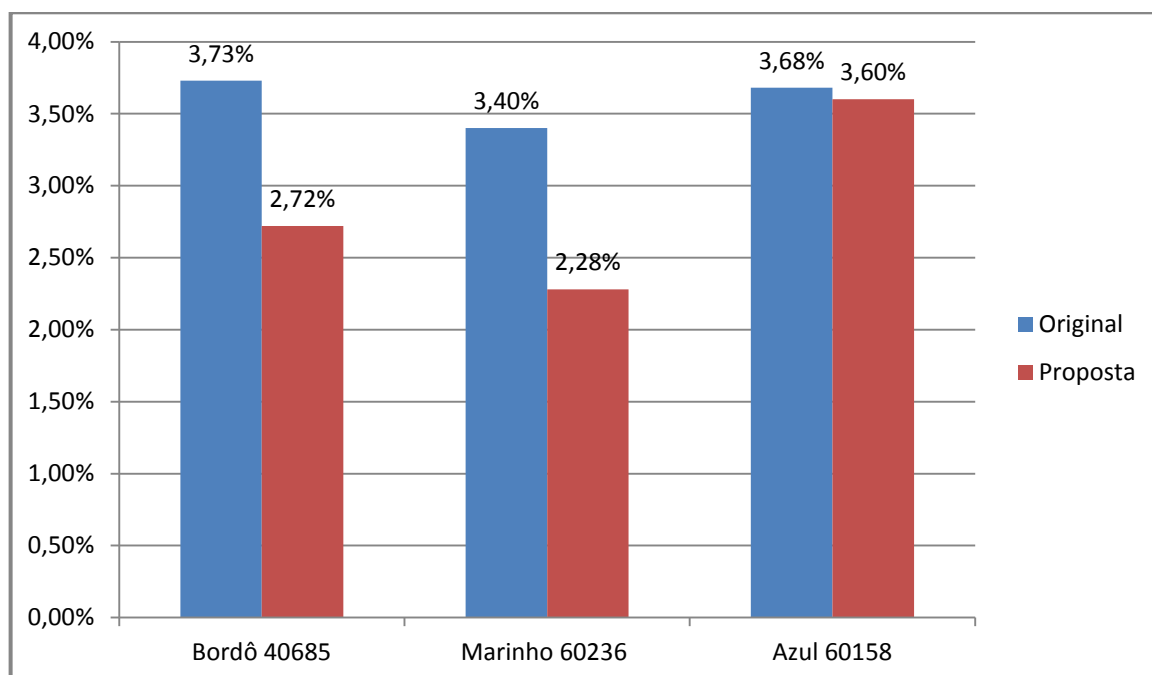
2.3.1 Redução na concentração de corante

As alterações realizadas reduziram significativamente a concentração de corante, como podemos ver no quadro 7 e no gráfico 2.

Quadro 7 – Comparação de Concentração de Corantes

Cor	Receita Original	Receita Proposta	Redução (%)
Marinho 60236	3,4 %	2,28 %	32,94
Bordô 40685	3,73 %	2,72 %	27,08
Azul 60158	3,68 %	3,6 %	2,17

Fonte: O autor

Gráfico 2 - Comparação da Concentração de Corante

Fonte: O autor (2013)

Com as alterações propostas para cada respectiva receita, percebe-se que houve uma significativa redução no custo de tingimento das receitas, devido às alterações realizadas nas classes e tricomia dos corantes, na concentração de sal, barrilha e soda e na alteração de gráfico de tingimento. Vejamos a seguir nos quadros as comparações de custos das respectivas cores.

Quadro 8 – Comparação de Custos da cor Marinho 60236

Custos/Kg de Malha	Receita Original	Receita Proposta	Redução (%)
Custo Químico	R\$ 1,3817	R\$ 0,6804	40
Custo Total de Tingimento	R\$ 2,1238	R\$ 1,2729	50

Fonte: O autor (2013)

Como podemos ver no quadro 8, houve uma significativa redução no custo químico e no custo total. A receita original estava com gráfico de 85°(á quente), com corantes monocloro e foi possível desenvolver com gráfico de 60° (á frio) com corantes polifuncionais com custo inferior.

Quadro 9 – Comparação de Custos da cor Azul 60158

Custos/Kg de Malha	Receita Original	Receita Proposta	Redução (%)
Custo Químico	R\$ 0,9317	R\$ 0,8521	8,54
Custo Total de Tingimento	R\$ 1,5242	R\$ 1,4446	5,22

Fonte: O autor (2013)

A receita Original do quadro 9, apresentava uma alta concentração de corante azul PF2 conforme o quadro 5, sendo assim houve a possibilidade de estar substituindo o azul PF2 por Preto PF2, no qual possui um custo bem inferior ao azul, conforme podemos observar na tabela 6. Deste modo consequentemente reduziu o custo total da receita.

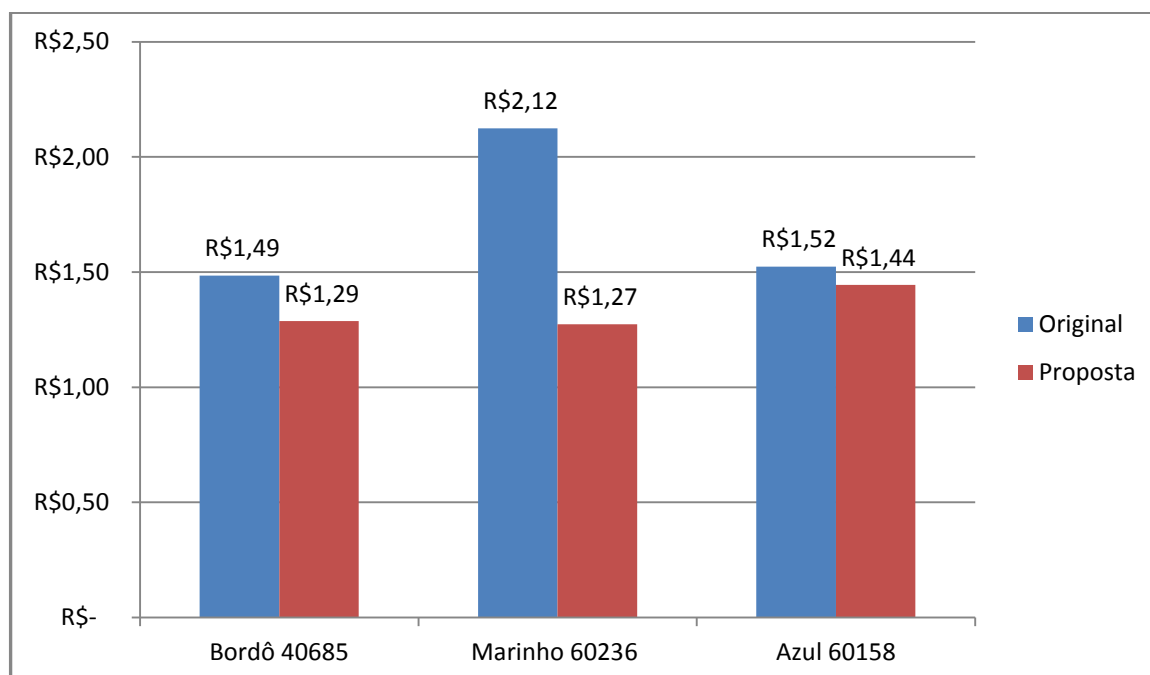
Quadro 10 – Comparação de Custos da cor Bordô 40685

Custos/Kg de Malha	Receita Original	Receita Proposta	Redução (%)
Custo Químico	R\$ 0,8925	R\$ 0,6942	22,22
Custo Total de Tingimento	R\$ 1,4851	R\$ 1,2867	13,35

Fonte: O autor (2013)

A receita da cor Bordô 40685 do quadro 10, apresentava uma classe de corante bifuncional com gráfico de 60° (á frio), foi proposto continuar como mesmo gráfico, portanto trocando para uma classe de corante polifuncional, com custo de corante inferior aos bifuncionais, como podemos ver na tabela 10.

O gráfico a seguir mostra a comparação nos custos das receitas originais e das propostas.

Gráfico 3 - Comparação de Custo das Receitas R\$/Kg

Fonte: O autor (2013)

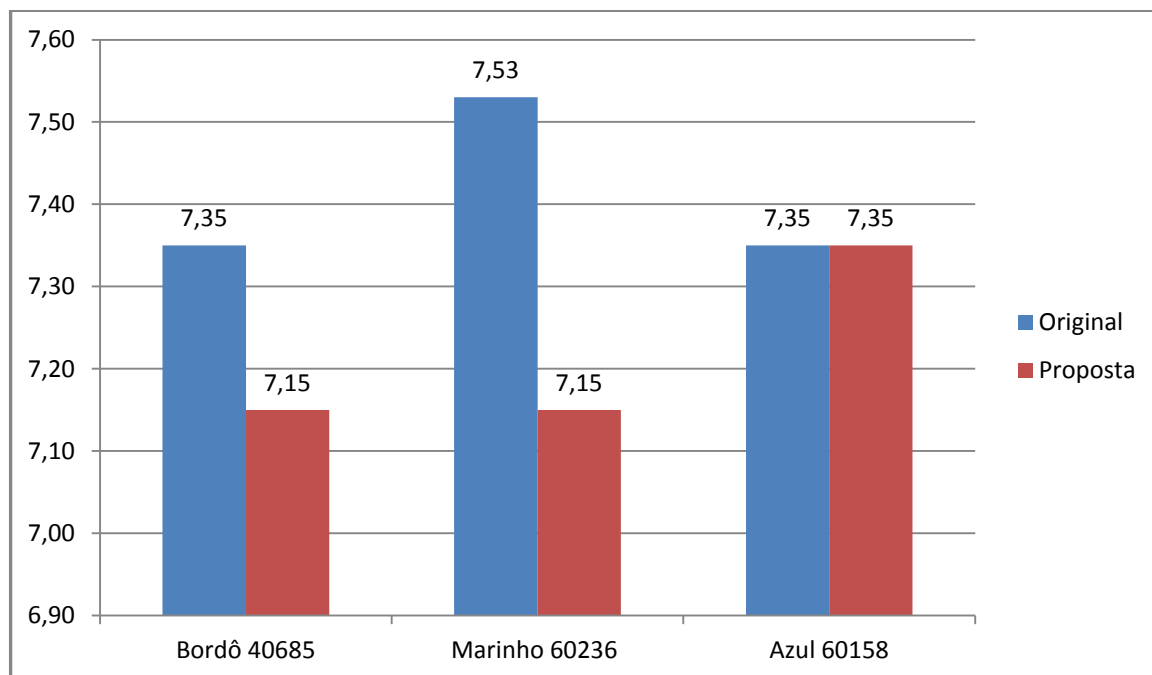
2.3.2 Redução de Tempo de Processo

Com a redução na concentração e alteração da tricomia dos corantes da cor Bordô 40685, conseguiu-se reduzir uma lavagem no final do processo, assim diminuindo o tempo total de tingimento. A cor marinho 60236, conseguiu-se reduzir a concentração e alterar da classe de corante á quente para frio, desse modo usando outro gráfico com menor tempo de processo. A cor azul 60158, não foi possível fazer alteração no gráfico, assim permanecendo o mesmo original. Vejamos na tabela 8 e no gráfico 4, as comparações de tempo de processo.

Tabela 8 - Comparação de Tempo de Processo

Cor	Tempo de Processo Original	Tempo de Processo Proposto	Total Redução
Azul 60158	7 h 35 min	7 h 35 min	0 min
Bordô 40685	7 h 35 min	7 h 15 min	20 min
Marinho 60236	7 h 53 min	7 h 15 min	38 min

Fonte: O autor (2013)

Gráfico 4 - Comparação de tempo de Processo

Fonte: O autor (2013)

2.3.3 Alterações nos gráficos de tingimento

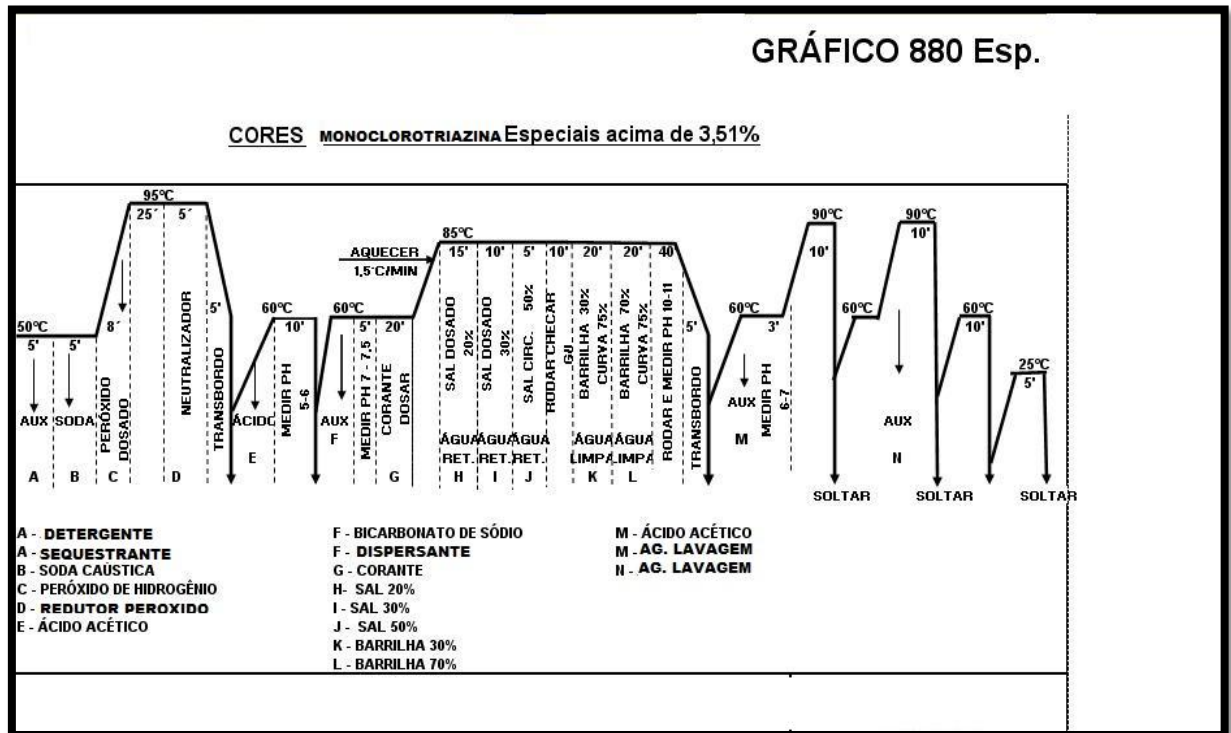
Os gráficos de tingimento são adotados conforme a classe e concentração de corante especificados nas receitas e conforme a composição do artigo que será tinto.

Os gráficos de tingimento á frio (60°) tem menor custo em relação aos gráficos á quente (85°), devido ao fator de não precisar elevar a temperatura até 85°C, deste modo economizando tempo, vapor e energia no processo.

A cor marinho 60236, possui em seu processo original gráfico á quente, conforme na figura 10 (880 ESP.), com corantes monoclorotriazina, com a mudança proposta de alterar para corantes bifuncionais seria possível utilizar um gráfico á frio, conforme a figura 12 (810 E), com menor custo. A cor Bordô 40685 possui em seu processo original gráfico á frio, conforme a figura 11 (810 ESP), com a troca de tricomia e redução na concentração, foi possível utilizar o gráfico da figura 12, (810 E), que utiliza uma lavação a menos. A cor Azul 60158 apresentava em seu processo original gráfico de tingimento á frio (60°) conforme a figura 11, (810 ESP) então foi possível fazer alteração no gráfico de tingimento. Portanto reduziu somente o custo químico da receita.

Na figura 10, vejamos o gráfico á quente (880 ESP) usado para tingimento de malha 100 %, na produção.

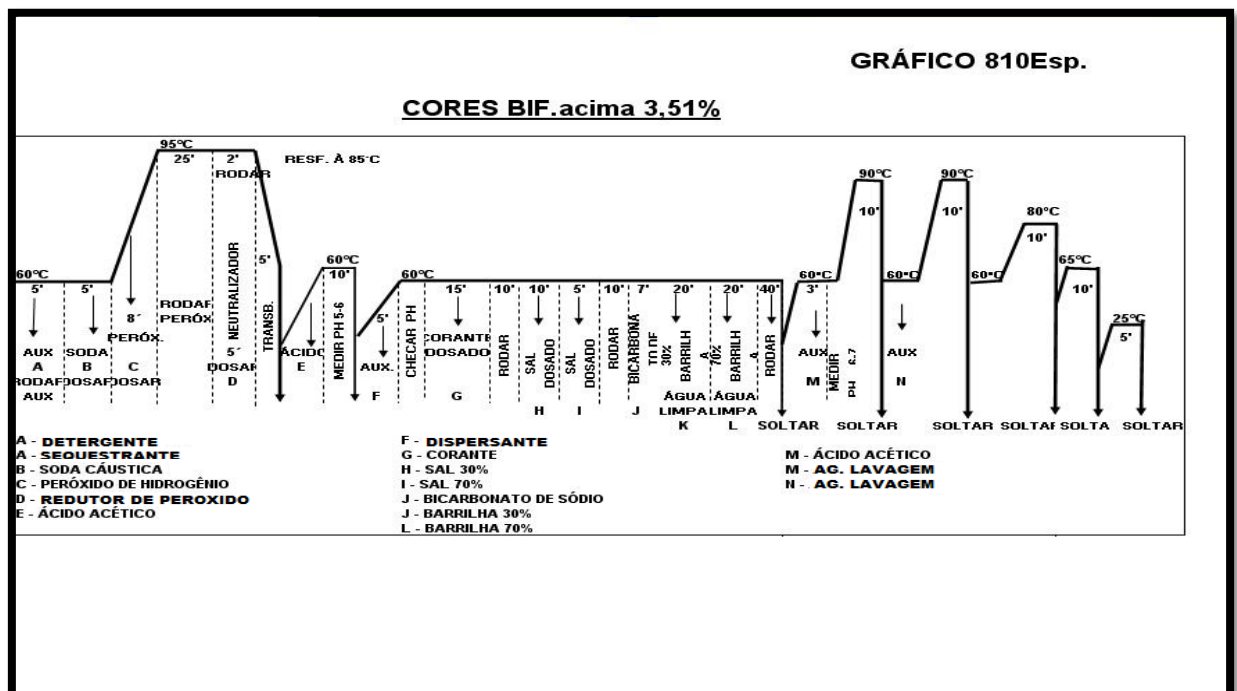
Figura 10 - Gráfico de tingimento á quente (880 ESP)



Fonte: O autor (2013)

Vejamos a seguir na figura 11, gráfico de tingimento á frio (810 ESP) utilizado para tingimento de 100% algodão em produção.

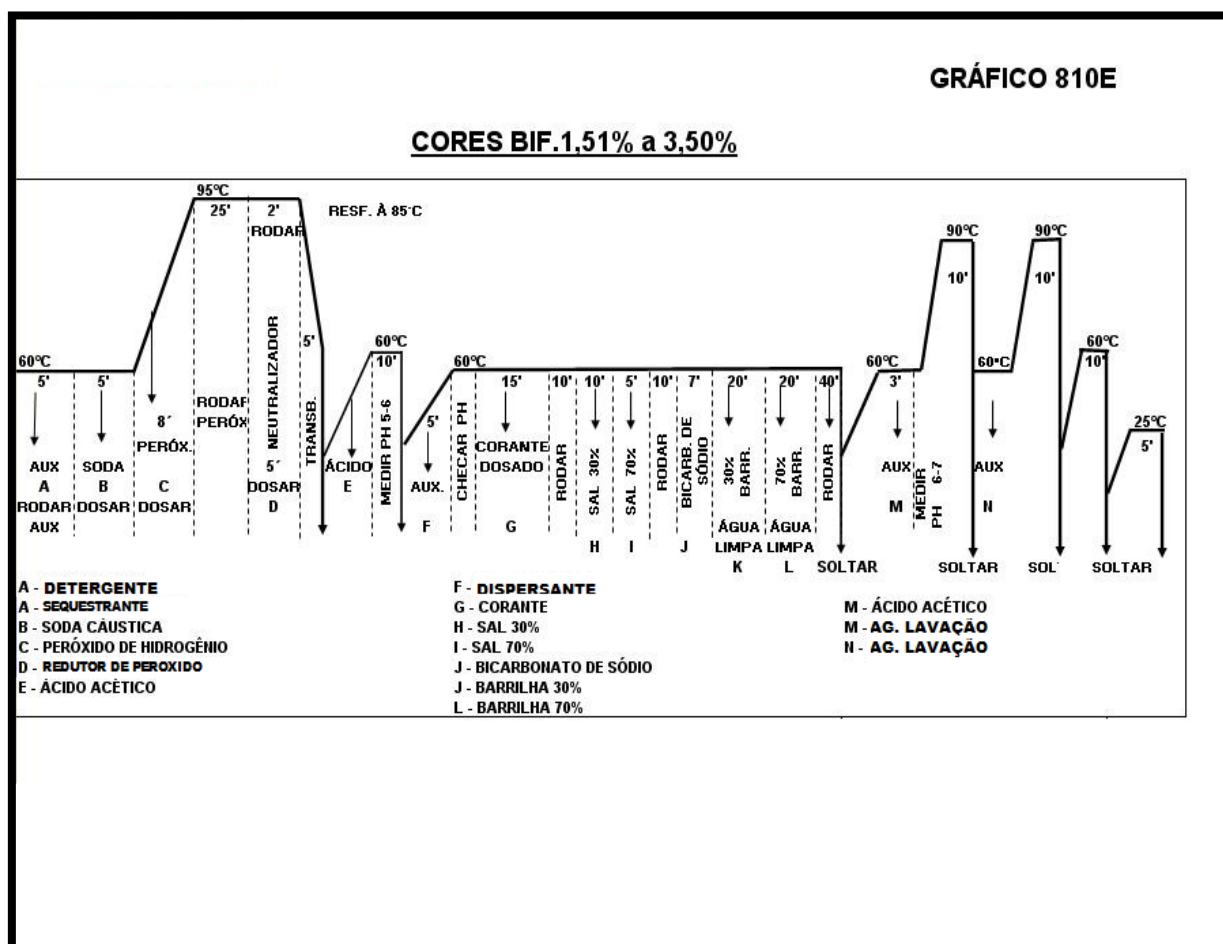
Figura 11 - Gráfico de tingimento á frio (810 ESP)



Fonte: O autor (2013)

Vejamos a seguir na figura 12, gráfico de tingimento á frio (810 E) utilizado para o tingimento de 100% algodão em produção.

Figura 12 - Gráfico de tingimento á frio (810 E)



Fonte: O autor (2013)

2.3.4 Laudos do espectrofotômetro

A tonalidade das 3 cores que foram propostas alterações só foram liberadas perante laudos do espectrofotômetro com Delta E <1 e concentração entre 95% a 105%. Foram feitas várias correções até chegar a um resultado satisfatório e aprovável conforme os laudos a seguir:

Figura 13 - Laudo do Espectrofotômetro da cor Marinho 60236

Controle da Qualidade de Corantes
Datacolor TOOLS

Data: 05-Jun-13
Hora: 13:57

Padrão: COR 60236 PADRÃO

Fornecedor:

Amostra: OPÇÃO 4

Quantidade:

Concentração: **104.66 %**

Aprovação:

Tolerância:

dE CMC: 0.57

P/F CMC:

Tolerância dE:

Ilum/Obs	Decisão	dL	da	db	dC	dH	dE	Descrição:			
								dL*	da*	db*	dH*
D65 10 Deg		-0.05	0.45	0.46	-0.48	0.42	0.64	escuro	+ vermelho	+ amarelo	+ vermelho

Responsável:

Observações:

Responsável Ting.:

S

CC.

EST.

CONT.

Padrão

Amostra

Fonte: O autor (2013)

Figura 14 - Laudo do Espectrofotômetro da cor Bordô 40685

Data: 28-May-13
 Hora: 15:11

Controle da Qualidade de Corantes

Datacolor TOOLS

Padrão: COR 40685 BORDÔ

Amostra: OPÇÃO 1

Fornecedor:

Quantidade:

Concentração: 98.48 %	Aprovação:	Tolerância:
dE CMC: 0.56	P/F CMC:	Tolerância dE:

Illum/Obs	Decisão	dL	da	db	dC	dH	dE	Descrição:			
								dL*	da*	db*	dH*
D65 10 Deg		-0.36	-0.75	-0.35	-0.80	-0.21	0.90	escuro	+ verde	+ azul	+ azul



Responsável:

Responsável Ting.:

Observações:

Padrão

Amostra

S

CC.

EST.

CONT.

Fonte: O autor (2013)

Figura 16 - Resultados de solidez da cor Azul 60158



Fonte: O autor (2013)

Como podemos ver na figura 16, não houve migração de cor das amostras para os testemunhos de algodão e poliéster. Conforme as normas NBR-ISO105-A02 e A03, as amostras receberam nota 5, na escala cinza.

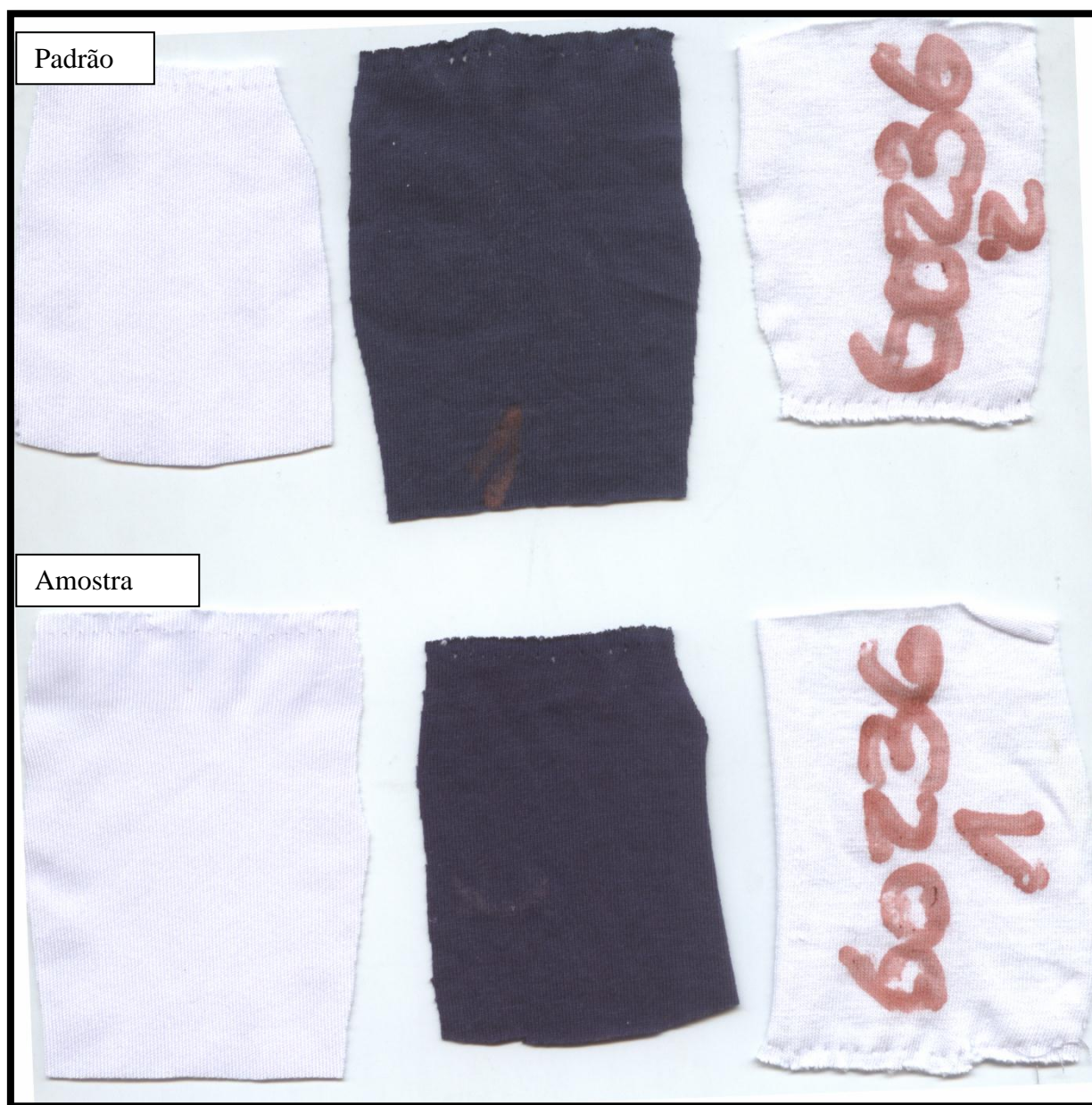
Figura 17 - Resultado de solidez da cor Bordô 40685



Fonte: O autor (2013)

Como podemos ver na figura 17, não houve migração de cor das amostras para os testemunhos de algodão e poliéster. Conforme as normas NBR-ISO105-A02 e A03, as amostras receberam nota 5, na escala cinza.

Figura 18 - Resultado de solidez da cor Marinho60236



Fonte: O autor (2013)

Como podemos ver na figura 18, não houve migração de cor das amostras para os testemunhos de algodão e poliéster. Conforme as normas NBR-ISO105-A02 e A03, as amostras receberam nota 5, na escala cinza.

Tabela 9 - Comparação dos resultados de solidez á lavagem

Cor	Nota Receita Original	Nota Receita Proposta
Marinho 60236	5	5
Bordô 40685	5	5
Azul 60158	5	5

Fonte: O autor (2013)

Foram feitas as devidas alterações para beneficio do custo de produção e percebe-se que com a troca da classe corante e tricomia, não houve alteração no índice de qualidade em relação á solidez á lavagem.

3 CONCLUSÃO

A forte concorrência da área têxtil obriga as empresas produzir com qualidade e com o menor custo de produção possível. As empresas devem estar sempre atualizadas com as inovações que surgem em benefício de seu crescimento. É de extrema importância para a organização que tenha profissionais qualificados que desenvolvam em suas equipes programas de inovação e motivação, com o intuito de produzir mais, de forma correta e com o menor custo possível.

O estudo feito nas receitas de tingimento de algodão alcançou resultados positivos e satisfatórios. É de vital importância a escolha correta da classe de corante no desenvolvimento de cores, no entanto, é a classe de corante que determina o qual gráfico de tingimento será usado. Como foi visto, com a troca de algumas tricomias e classe de corantes foi possível fazer algumas alterações de gráfico de tingimento. Deste modo, conseguiu-se reduzir o tempo de processo, a energia e vapor utilizado, concentração de Corante de algumas receitas diminuindo assim o custo total da receita e aumentando a margem de lucratividade da empresa sem interferir no índice de qualidade.

Com as alterações propostas para cada cor, como vimos anteriormente, foi possível reduzir o custo de produção. A Cor Marinho 60236, reduziu 32,94 % na concentração, 50% no custo total de tingimento e 38 minutos no tempo de processo. A cor Azul 60158 conseguiu-se reduzir 2,17% na concentração, 5,22% no custo total de tingimento e não foi possível reduzir o tempo de processo. A cor Bordo 40685, conseguiu-se reduzir 27,08% na concentração, 13,35% no custo total de tingimento e 20 minutos no tempo de processo.

De modo geral, analisando os resultados percebe-se que muitos processos que são adotados pelas empresas merecem certa atenção, no qual é dever dos técnicos e líderes de estar em constante revisão desses processos, para que possam estar usufruindo o máximo de eficiência dos mesmos.

Como vimos, o estudo feito nas receitas de tingimento de algodão alcançou resultados positivos. A empresa aceitou a metodologia empregada e sugeriu que o trabalho fosse continuado nas demais cores do histórico.

REFERÊNCIAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil – **Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira** – Brasil Têxtil 2007. São Paulo, v. 7. Agosto de 2007, p. 164.

AGUIAR NETO, Pedro Pita. **Fibras têxteis**, 1. Rio de Janeiro: CETIQT, 1996. 341 p.

ANGHIONONI, Marcos; HARMONIA DAS CORES. **As três dimensões das cores**. Disponível em: <<http://sellerink.com.br/blog/tag/cores-frias/>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. **Manual de Engenharia Têxtil**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1986.

BORGES, Sandra; **METAMERISMO**. A Alquimia da Cor. Disponível em: <http://aalquimiadacor.blogspot.com.br/2011_01_01_archive.html> Acesso em 24 abr. 2013.

BOTO, Patrícia; LUZ E COR. **Comprimento de onda do Espectro visível**. Disponível em: <<http://luzecorisec.blogspot.com.br/2010/10/comprimento-de-onda-do-espectro-visivel.html>>. Acesso em 19 de abr. 2013.

CANHA, Ricardo. RICARDO CANHA. **Modelos de Cor**. Disponível em: <http://ricardocanha.blogspot.com.br/2011_02_01_archive.html>. Acesso em 22 de abr. 2013.

CARREIRA, M. F. **Sistemas de Tratamento de Efluentes Têxteis** – uma análise comparativa entre Tecnologias usadas no Brasil e na península Ibérica. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

Campus Regional de Goioerê, Curso de Engenharia Têxtil. Goioerê, 2000. 17 p.

CONSELHO REGIONAL DE QUIMICA; **Cor e Colorimetria**. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila_cor_site.pdf>. Acesso em 11 de abr. 2013.

DOLBY, P. J. Dyeing with reactive dyes. AATCC, v. 12, n. 9, p. 246, 1980

EM ASTRAL CROMOTERAPIA; **Radiações e o espectro visível**. Disponível em: <http://www.astral.oxygenio.com/cromoterapia/radiacoes_e_espectro_luminoso.htm>. Acesso em 21 de mar. 2013.

FARKAS, Celso; **Colorimetria e aparência na Indústria**. Tecnocor Serviços, 2003. 144 p.

FERRARI, Rubens. **Reuso do Efluente do Processo de Mercerização no Tingimento de Malha de Algodão**. Universidade Regional de Blumenau, 123 p. 2007.

FERRANTE, Elisângela; **ndústriaTêxtil e do Vestuário**. Corantes Reativos. Disponível em: <<http://textileindustry.ning.com/profiles/blogs/corantes-reativos>>. Acesso em 06 de mai. 2013.

LEÃO, Alexandre C. **Gerenciamento de cores para imagens digitais**. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) - Curso de Mestrado em Artes Visuais, Escola de Belas Artes, Belo Horizonte.

MATERIAIS E PROCESSO I; **Como Vemos a Cor** Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/46631078/Como-Vemos-a-Cor>>. Acesso em 12 de abr. 2013.

MIZOGUCHI, Edson Tetsuji. **Solidez de cor**. Universidade Estadual de Maringá Campus Regional de Goioerê, Curso de Engenharia Têxtil. Goioerê, 2000.17 p.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to Instrumentation. Japan: Minolta Co. Ltd., 2007. 59 p.

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

RÉGULA, Luiz M. **Padrões virtuais e tolerâncias colorimétricas no controle instrumental das cores**. 2004. 135 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Curso de Pós-graduação em Metrologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RUCHSER, Thomas. Poliamida: fibra versátil utilizada para diversas aplicações. **Revista Química Têxtil**, mar. 2004. ed. 74. p. 60-62

SALEM, Vidal. **Tingimento Têxtil**: fibras, conceitos e tecnologias. São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010.

SCHANDA, János. **Colorimetry**: Understand the CIE system. Hoboken: Wiley, 2007.

SILVA, S. da.**Fibras Têxteis**. SENAI/CTV, Blumenau, 19 p., 2003.

STOLFI, Guido; PERSEPÇÃO VISUAL HUMANA. **Estruturado olho humano** Disponível em: <http://www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi/mack/Ap2_PercepVisual_M8.pdf>.Acessoem 17 de abr. 2013.

TROTMAN, E. R.; **Dyeing and chemical technology of textile fibres**.5 ed., Charles Griffin & Company Ltda, London, (1975).

TORRES, Paulo Magno da Costa;**O Olho Humano**. Cola da Web. Disponível em:<<http://www.coladaweb.com/fisica/optica/o-olho-humano>>.Acesso em 15 mai. 2013.

TWARDOKUS, R. G. **Reuso de Água no Processo de Tingimento da Indústria Têxtil.** Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

UM POUCO SOBRE COR- **Síntese subtrativa de cor;**

Disponível em: <<http://umpoucosobrecor.wordpress.com/2007/07/06/sintese-subtrativa-de-cor/>>. Acesso em 20 de mar. 2013.

VISÃO COMPUTACIONAL. **A Percepção das Cores;**

Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~cabm/visao/Aula04_PercepcaoCores.pdf>. Acesso em 14 de abri. 20113.