



## Redução do índice de reprovação de nuança da cor de tecidos acabados

Débora Esteves Rodrigues<sup>1</sup>

Gilson Marques Pinheiro<sup>2</sup>

Jeferson Laporais da Silva<sup>3</sup>

Geraldo Nilton de Oliveira<sup>4</sup>

**Resumo:** A cor é uma característica determinante da qualidade do tecido, uma vez que o consumidor exige padronização das cores e resistência das mesmas ao uso. Para o mercado não é aceitável variação de cor dentro de um lote de tecido. A ocorrência de diferenças no padrão da cor dificulta o processo de fechamento de pedidos, gera reclamações de clientes e possíveis indenizações, além de afetar o processo produtivo, com atividades de reprocesso, retrabalho e geração de retalhos. Buscando resolver o problema de reprovação de nuança dos tecidos acabados, numa indústria têxtil de grande porte, foi realizado um trabalho de melhoria para levantar causas relativas às possíveis irregularidades no processo de tingimento, tais como erros nas receitas dos banhos de corantes e na pesagem dos mesmos, ineficiência no controle de temperatura do processo de tingimento e falta de informação. Para bloqueio destas causas foram implementadas ações de melhoria quanto a procedimentos operacionais, produto e processo, possibilitando a redução do índice de reprovação de nuança em 45% e, conseqüentemente, a produção de tecidos acabados com características uniformes no que diz respeito à cor.

**Palavras-chave:** Nuança. Tecidos. Qualidade. Tingimento.

1. Engenheira de Produção, Universidade de Itaúna, deboraer@msn.com.

2. Mestre em Engenharia de Produção, Universidade de Itaúna, gilsonmarques1@gmail.com.

3. Engenheiro Industrial Mecânico, Universidade de Itaúna, jeferson.laporais@gmail.com.

4. Mestre em Engenharia de Produção, Universidade de Itaúna, professor@geraldonilton.com.

### 1. Introdução

Conhecer a cor e avaliá-la é de suma importância para que a empresa conquiste clientes e se torne competitiva no mercado. A cor é um requisito do produto que exige qualidade, por isso é importante adotar um sistema de avaliação capaz de controlar suas características, atendendo às normas de qualidade e às especificações dos consumidores.

A cor é uma característica do produto com um alto índice de exigência por parte do consumidor. Não é aceitável a variação de cor dentro de um lote de tecido, uma vez que o tecido de qualidade é aquele que é isento de defeitos e que apresenta uniformidade em toda a sua estrutura. A variabilidade da nuança da cor é considerada um ponto crítico para a produção de tecidos, pois a sua ocorrência gera vários prejuízos, tanto ao processo de produção quanto ao atendimento ao cliente. No processo de produção há perdas de qualidade e produtividade através da geração de retalhos e necessidade de reprocesso. O atendimento ao



**SICIT**  
Semana de Iniciação  
Científica e Tecnológica

25 a 29 de setembro de 2017  
Engenharias e Computação

 Universidade de Itaúna

cliente também é prejudicado, pois a variação de cor no tecido dificulta o fechamento de pedidos, além de elevar o risco de envio de produtos incompatíveis às especificações dos clientes, gerando reclamações e até mesmo indenizações a serem pagas ao consumidor.

Para mitigar as causas do problema de dispersão de nuance é realizado um projeto de melhoria, onde são levantadas várias hipóteses, como possíveis irregularidades no processo de tingimento, ineficiência no processo de medição e avaliação da cor, erros nas receitas dos banhos de corantes e na pesagem dos mesmos.

Atuando a partir de cada hipótese levantada é possível evidenciar as falhas existentes em todas as etapas que envolvem, direta e indiretamente, o processo de tingimento, o principal processo relacionado à cor do tecido. O objetivo é identificar as causas de cada falha, e prover recursos capazes de eliminar cada uma delas. Ao eximir cada ponto crítico identificado minimiza-se a possibilidade de ocorrência do problema de variabilidade de nuance.

## 2. Metodologia

Foi realizada pesquisa aplicada no processo de tingimento de tecidos. Através do conhecimento de conceitos relacionados ao processo estudado, levantamento de dados históricos, adoção de técnicas e ferramentas estatísticas e também da atuação direta no processo, buscou-se eliminar as causas da reprovação de nuance da cor.

É uma pesquisa explicativa que buscou, através do levantamento de hipóteses e atuação em cada uma delas, identificar as causas de cada falha evidenciada para nortear as ações de melhoria para o processo estudado.

O procedimento técnico adotado para a execução do trabalho foi o estudo de caso. Houve levantamento das características e parâmetros de funcionamento e operação dos processos envolvidos, para geração de conhecimento. Procurou-se solucionar um problema coletivo, ou seja, de interesse comum a vários setores da organização, pois afeta os resultados tanto de produtividade como de vendas, afetando diretamente a imagem da empresa no mercado. Para isso estruturou-se uma equipe multifuncional, capaz de atuar diretamente no processo, com o objetivo comum de melhorar os resultados através da eliminação das causas de reprovação de nuance.

Para tanto, foi realizado *brainstorming* buscando evidenciar as causas potenciais e organizar possíveis ações de melhoria. Foi estruturado também o modo de atuação, através de planos de ação, seguindo os passos do ciclo PDCA (*plan, do, check, action*).

Os dados foram coletados no sistema de gestão da empresa, a partir das informações mantidas como histórico do processo. A análise foi realizada através da elaboração de gráficos, facilitando a tomada de decisão e orientando o início do estudo e também da atuação direta no processo.

## 3. A cor como fator determinante da qualidade do tingimento do tecido

### 3.1 Características das cores

As cores quando classificadas podem ser divididas em três elementos primários: tonalidade (*hue*), luminosidade (*value*) e saturação (*chroma*).

A tonalidade é o atributo pelo qual se identificam as cores, ou seja, o vermelho, azul,



verde, amarelo e suas respectivas misturas. A luminosidade diferencia a cor entre clara e escura. A saturação é o atributo que define a intensidade, distinguindo as cores por cores “vivas” ou cores “foscas” (TECNOCOR, 2003).

Os três elementos – tonalidade, luminosidade e saturação – são as três características da cor, e podem ser visualizados em três dimensões como é mostrado na FIGURA 1. As tonalidades das cores encontram-se na parte exterior ao redor do eixo central, com a luminosidade formando o eixo vertical e a saturação o eixo horizontal a partir do centro. Se os três atributos fossem realmente combinados em um sistema tridimensional, eles apareceriam como um sólido de cor.

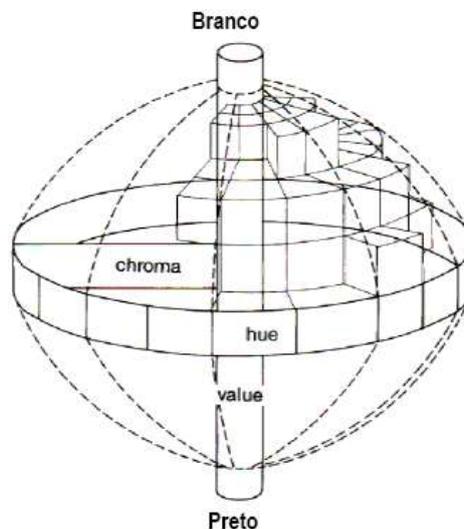


FIGURA 1 – Sistema 3D das cores. Fonte: Ladchumananandasivam (2004).

### 3.2 Sistema de medição de cores

No decorrer dos anos foram desenvolvidas maneiras para identificar as cores de modo a facilitar a identificação das diferenças existentes entre elas. Foram desenvolvidas numerosas equações matemáticas no sentido de criar sistemas de coordenadas, procurando definir espaços colorimétricos equidistantes (SALEM, 200-?). Através das coordenadas colorimétricas qualquer cor pode ser localizada em um espaço de cor.

O espaço CIELCH é um espaço de coordenadas polares, composto pela coordenada luminosidade (L), a coordenada C, definida como saturação e o  $H^\circ$ , que é o ângulo que define a tonalidade (TECNOCOR, 2003). A luminosidade, representada pela coordenada L, é uma medida subjetiva, de percepção visual, onde uma área pode ser vista com variações de brilho em relação a um padrão, podendo dizer que ocorre a emissão de mais ou menos luz.

Para a definição da coordenada de tonalidade, pode-se descrever o espaço graficamente. Considerando o ângulo  $0^\circ$  tem-se a cor vermelha. No ângulo de  $90^\circ$  encontra-se o amarelo, no ângulo de  $180^\circ$  encontra-se o verde e o ângulo de  $270^\circ$  corresponde à cor azul. Através da especificação angular do tom é possível realizar a comparação entre padrão e amostra, verificando se as duas partes possuem a mesma tonalidade (TECNOCOLOR, 2003).

A saturação, indicada pela coordenada C, é definida como a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor. “No centro do espaço LCH, estão os valores mínimos de saturação, e à medida que se caminha para as extremidades aumenta-se o valor de saturação”



(TECNOCOR, 2003). A característica que influencia a saturação é a concentração do elemento corante.

### 3.3 Padronização do sistema de medição

A reprodução ou igualação de uma cor deve ser realizada em conformidade com padrões estabelecidos, para que uma melhor e mais eficaz avaliação possa ser efetuada. Para que ocorra a reprodução da cor é necessário que o acerto de cor seja feito sob idênticas fontes de luz (TECNOCOR, 2003).

Uma fonte utilizada para a avaliação de cores são os padrões de cores, criados para efeito de comparação com a cor desenvolvida. Para a área têxtil, a forma de apresentação desses padrões é a coleção pantone, especificamente chamada de selecionador têxtil de cores/algodão, contendo cerca de 1000 cores tingidas em pedaços de tecidos de algodão de 2,0 cm por 4,5 cm (RÉGULA, 2004).

A criação de padrões para a avaliação das cores é uma etapa importante que se inicia a partir do desenvolvimento da cor. Esses padrões devem representar a cor consistentemente e com precisão em todos os estágios de criação da cor, desde o seu desenvolvimento, produção, até a comercialização.

### 3.4 Instrumentos para a medição de cores

A avaliação de cor constitui um fator importante para a manutenção da qualidade de produtos já fabricados e para o desenvolvimento de novos. Esse aspecto é determinante na aceitação dos consumidores, que estão cada vez mais exigentes.

Sendo assim, criou-se um instrumento que permite a expressão precisa das cores e a comparação entre elas, o colorímetro (TECNOCOR, 2003). Os colorímetros usam sensores que simulam o modo como o olho humano vê a cor e quantificam as diferenças de cor entre um padrão e a amostra. Para isso, são utilizadas as mesmas fontes de luz, para que as condições de mensuração nunca mudem. Quando uma cor é classificada ela é expressa em termos de nuance, brilho e saturação. Ao se criar escala para esses três fatores torna-se possível medir a cor numericamente (TECNOCOR, 2003).

O espectrofotômetro, um tipo de colorímetro utilizado na indústria têxtil, é um equipamento que mede a transmitância e refletância de uma superfície ou amostra em função do comprimento de onda (RÉGULA, 2004, p. 28). Ele fornece o comprimento de onda de cada unidade da energia radiante de todo espectro visível e os dados da energia espectral são usados, através dos princípios de sistemas de medição de cores, como o LCH, para calcular os valores de nuance, brilho e saturação de uma cor (TECNOCOR, 2003).

### 3.5 Indicações para um melhor controle de cor

Para que os resultados positivos da avaliação de cor sejam alcançados, é preciso – conforme descrito no manual de colorimetria da Tecnocor (2003) – que se tomem os seguintes cuidados durante as atividades relacionadas à avaliação de cor:

a) Estabelecer um padrão de cor confiável, uniforme e representativo, de modo a não permitir inconsistências na especificação da cor.

b) Conhecer os desvios de cor do processo produtivo, e a partir dessas informações, discutir com todos os envolvidos sobre suas limitações e como melhorar o range de



aprovação.

c) Fazer avaliações visuais sempre com iluminação padronizada, adotando a utilização de cabines apropriadas, ou pelo menos lâmpadas com vida útil controlada.

d) Atentar aos cuidados que devem ser tomados em relação à manipulação dos padrões, guardando-os em lugares secos, escuros e frios, para que não sejam danificados.

e) Garantir que as medições instrumentais sejam bem avaliadas e compreendidas, realizadas por operadores e/ou técnicos que conheçam os conceitos das linguagens colorimétricas e saibam interpretá-las.

f) Criar tolerância real para cada cor, representando o que pode ser produzido consistentemente em grandes quantidades e evitando rigidez maior nos limites de tolerância do que os estabelecidos pelo cliente.

g) Calibrar os instrumentos de medição diariamente e mantê-los em perfeitas condições.

h) Distinguir o que é cor (aspecto da aparência de um produto) e o que é aparência (também inclui brilho, textura e fundo).

i) Treinar e avaliar as equipes, melhorando as habilidades no gerenciamento de cores.

j) Padronizar o método de coleta de amostras e a maneira de utilização e apresentação das mesmas.

### **3.6 Controle de qualidade nos tingimentos**

“Tingimentos são considerados desiguais ou não uniformes quando o substrato não apresenta mesma tonalidade e intensidade em toda sua extensão” (SALEM, 200-?, p. 53). Os defeitos que podem surgir são:

a) Manchas.

b) Desigualização entre ourelas e centro (entre a largura do tecido).

c) Barras.

d) Depósitos devido à má dispersão.

e) Tingimentos inquietos (variações de cor).

f) Diferenças entre início e fim de rolo (“tailing/degradé”).

g) Aspecto escorrido, etc.

Diversas variáveis contribuem para a ocorrência de desigualdades de cor no tingimento. A preparação de tecidos inadequada, envolvendo tanto processo como produtos de preparação, gera problemas no tingimento. Na etapa do beneficiamento têxtil denominada preparação, elimina-se a impureza das fibras e melhora-se a estrutura do tecido para facilitar as etapas posteriores, como o tingimento. Portanto, se não houver um controle minucioso nessa etapa pode gerar grande influência nos resultados das etapas subsequentes, como defeitos de tingimento (SALEM, 200-?, p. 54).

Processos de tingimentos inadequados também influenciam negativamente no resultado. Condições não corretas de composição da água, pH, velocidade de aquecimento,



temperatura e produtos utilizados também são variáveis críticas para o aparecimento de defeitos no tecido. Tricomas, ou seja, conjunto de corantes para a formação da cor, devem estar com componentes compatíveis; caso contrário, também gera problemas na obtenção da cor. Deve-se também realizar manutenções preventivas nas máquinas de tingimento, a fim de se evitar deficiências nos componentes das instalações (SALEM, 200-?, p. 54).

Para evitar o aparecimento de defeitos, três parâmetros devem ser observados no controle de qualidade do tingimento: a reprodutibilidade, a igualização e a solidez da cor. A reprodutibilidade da cor deve ser controlada por técnicas colorimétricas, avaliando-se a intensidade, tonalidade e pureza. A igualização dos tingimentos é de primordial importância, pois não é aceitável variação de cor ao longo do tecido. A solidez é o grau de tolerância do tingimento contra diversas formas de influência a que são expostos os substratos têxteis durante o processo de beneficiamento ou o uso. Os artigos têxteis após o tingimento passam por processos posteriores e é evidente que as cores não podem sofrer alterações durante estes processos. É importante que o tecido tenha solidez ao uso, para que a cor não sofra alterações à exposição à luz, a diversas lavagens, ao contato com o suor, etc. (SALEM, 200-?, p. 62).

#### 4. Reduzindo a reprovação de nuança da cor do tecido

##### 4.1 Contextualizando o problema

Através dos resultados de medições realizadas no espectrofotômetro foi possível estabelecer classificações para a nuança da cor medida. Baseado em padrões pré-definidos o espectrofotômetro forneceu vários valores depois de efetuada a medição no tecido, como os deltas LCH, por exemplo. Estabelecendo um limite entre os valores apresentados para cada delta foi possível atribuir uma classificação específica para auxiliar na avaliação da cor.

O tipo de classificação de nuanças adotado neste estudo pode ser visualizado na FIGURA 2, onde estão delimitados os valores correspondentes a cada número da classificação de nuanças. A melhor classificação é a representada pelo número 5 e quanto mais se caminha para os extremos – 1 e 9 – pior é o resultado da medição. Essa classificação depende do resultado de cada delta – LCH. Nesta figura observam-se os limites definidos para a classificação de nuança a partir dos valores de cada delta.

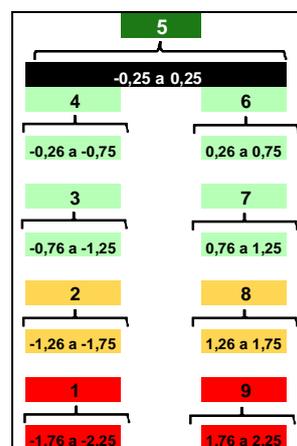


FIGURA 2 – Definição da classificação de nuanças a partir dos valores de delta do sistema CIELCH.

A partir deste conceito de classificação de nuanças adota-se um limite para aprovação das nuanças medidas nos tecidos. A cor é considerada aprovada quando recebe a classificação



4, 5 ou 6. A classificação 2, 3, 7 ou 8 se refere a uma cor fora de faixa, ou seja, não possui os padrões desejados de qualidade, mas os tecidos podem ser faturados de forma direcionada. Se a classificação obtida for 1 ou 9 considera-se como fora de tabela, ou seja, a cor do tecido é reprovada.

O problema se refere ao índice de nuança fora de tabela das linhas de tecido profissional e vestuário. Esse índice encontrava-se acima da meta estabelecida pela empresa. Ocorria ainda a dispersão dos resultados aprovados e fora de faixa, ocasionando também problemas relacionados a não atendimento a clientes, dificuldades para se fechar pedidos, retalho, reprocesso, reclamações de clientes, devoluções e indenizações.

A principal hipótese que foi testada era que a nuança do tecido tinto seria a mesma medida no tecido acabado. Isso quer dizer que todos os testes e trabalhos feitos durante o processo de tingimento resultariam em uma nuança que deveria ser mantida após todos os processos de acabamento do tecido. Isto é, o resultado de nuança do tecido acabado deve ser igual ao obtido no tingimento.

Através da análise de dados históricos percebeu-se que a variabilidade ocorrida no tingimento determinava o resultado obtido no tecido acabado conforme pode ser observado nos GRÁFICOS 1 e 2. Então, concluiu-se que o principal ponto de interferência nos resultados de nuança é o processo de tingimento. Com isso, as ações executadas inicialmente para a redução do índice de reprovação de nuança foram voltadas para avaliações e aplicações de melhoria no processo de tingimento e nas atividades relacionadas a ele.

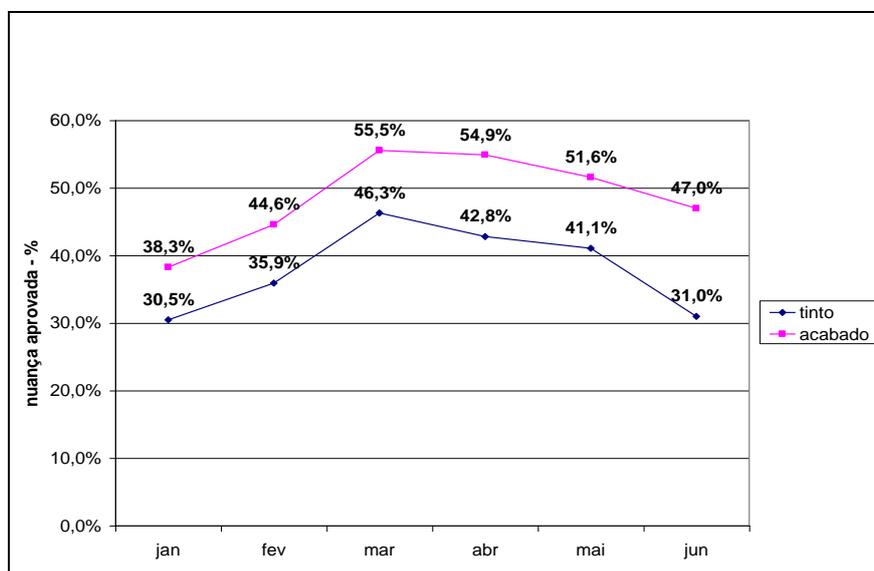


GRÁFICO 1 – Resultados de nuança aprovada da linha profissional. Fonte: Dados históricos da empresa.

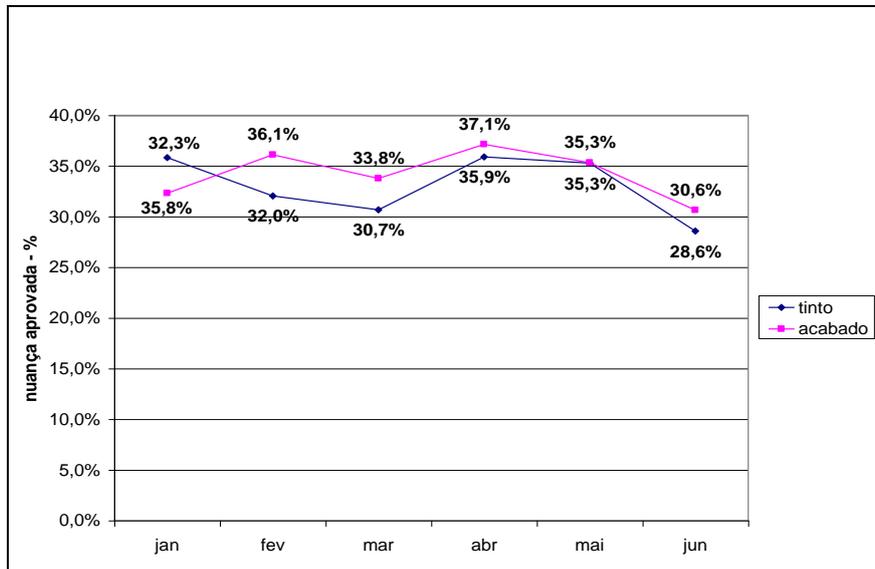


GRÁFICO 2 – Resultados de nuança aprovada da linha vestuário. Fonte: Dados históricos da empresa.

#### 4.2 Histórico do problema

A variação de nuança dos tecidos, como dito anteriormente, gera vários problemas e dificuldades para a empresa. Acontecem situações de não atendimento ao cliente devido à dificuldade de organizar o fechamento de pedidos; e o envio ao cliente de tecidos com classificações de nuança diferentes, gerando reclamações e até mesmo indenizações a serem pagas pela empresa. Além disso, ocorrem também perdas na produção, como redução dos níveis de qualidade e produtividade, através da geração de retalhos e reprocessos.

Ao se fazer o levantamento dos resultados de nuança dos tecidos produzidos na empresa, obteve-se o índice de aprovação de nuança dos tecidos das duas linhas de produtos – profissional e vestuário. Este índice pode ser observado nos GRÁFICOS 1 e 2 para os tecidos tintos e acabados das linhas profissional e vestuário, respectivamente.

Observa-se, no GRÁFICO 1, que em média 48,6% dos resultados de nuanças dos tecidos avaliados foram aprovados, o que significa que em média 51,4% dos resultados encontravam-se fora de faixa e reprovados. Já no GRÁFICO 2 percebe-se que o índice de aprovação da nuança dos tecidos da linha vestuário se encontravam na média de 34,2%, o que indica que em média 65,8% dos resultados de nuança encontravam-se fora de faixa e reprovados.

Portanto, verificou-se que os resultados dos tecidos da linha vestuário encontravam-se piores do que os da linha profissional. Neste sentido o foco desta pesquisa foi direcionado para a melhoria dos resultados de nuança reprovados dos tecidos da linha vestuário, cujo índice, no mês de junho, foi de 13,0%.

#### 4.3 Análise do processo de tingimento e ações de melhoria

Através da análise do problema, conclui-se que o processo de tingimento constitui o fator principal para atuação imediata da equipe do trabalho de redução do índice de reprovação de nuança. Inicialmente foram feitas análise e avaliação de todas as etapas do processo de tingimento, incluindo avaliação do tecido, análise das cores, análise dos álcalis,



manutenção do equipamento de tingimento, gestão à vista e pesagem dos corantes.

#### **4.3.1 Avaliação do tecido**

A primeira etapa do trabalho foi a avaliação do tecido utilizado na produção. Nesta etapa foi feito o acompanhamento de tecidos de diferentes origens, ou seja, tecidos advindos de diversas unidades fabris da empresa estudada. Neste caso avaliou-se se a diferença entre unidades fabris do tecido interfere nos resultados de qualidade do mesmo. Foi escolhido um tecido comum às unidades, sendo acompanhada a produção de amostras nas possíveis combinações de unidade fabril e máquina do processo de preparação do tecido.

O tecido da linha vestuário foi processado no fluxo normal de produção, passando pelo processo de tingimento até o acabamento final. Avaliando os resultados obtidos, concluiu-se que a diferença entre unidades não é fator de interferência nos resultados de qualidade do tecido.

#### **4.3.2 Análise das cores**

Um ponto importante analisado foi em relação às cores utilizadas no processo de tingimento. Foi realizado o levantamento das cores e os respectivos resultados na produção para priorizar as cores críticas.

Com os dados relativos à luminosidade, saturação e tonalidade levantados, cada cor foi avaliada através de gráficos, definindo quais são as cores que necessitavam de ações imediatas. Deste ponto em diante, foram realizadas avaliações nas receitas, nos produtos utilizados e no tingimento de determinada cor, buscando definir as causas da reprovação de nuance nestas cores críticas.

As cores críticas, em função da necessidade de ação imediata, foram direcionadas ao laboratório de colorimetria para que as variações nos resultados das nuances medidas fossem acertadas. Assim os técnicos coloristas fizeram alterações nas receitas das cores, modificando as quantidades de corantes, além de utilizar corantes menos sensíveis às variações do processo, buscando-se obter a nuance da cor de acordo com o padrão estabelecido.

#### **4.3.3 Análise dos álcalis**

Um fator preponderante no processo de tingimento são os chamados álcalis – produtos auxiliares do banho de tingimento (soda e silicato de sódio). A concentração do álcali utilizada no banho de tingimento depende da característica da cor utilizada. Quanto mais escura é a cor, maior é a concentração de álcali utilizada no banho de tingimento. Essa concentração de álcali, proporcional à característica da cor, deve ser cumprida, uma vez que sua utilização incorreta modifica a cor.

Foi realizado um teste no laboratório para simular o efeito da variação da concentração de álcali em uma determinada cor. Os experimentos de variação da concentração de álcali foram realizados em uma cor clara, para a qual foi definida a utilização de um álcali de concentração mais fraca (4,5 ml/l). Neste caso foram produzidas amostras de tecido em uma cor específica, sendo utilizado para cada amostra um álcali com concentração diferenciada.

Notou-se que após utilizar um álcali mais concentrado, alterou-se significativamente o resultado da luminosidade da cor, concluindo, portanto, que a concentração do álcali interfere no resultado da cor. Com isso, foi confirmada a importância de se cumprir rigorosamente o



padrão de concentração de álcali para cores determinadas.

Com base nessa conclusão, fez-se necessário um acompanhamento direto no processo de tingimento para verificar se a concentração de álcali estava sendo utilizada da maneira correta. Percebeu-se que não havia um controle rígido sobre a utilização do álcali. As receitas de cores que são passadas aos operadores de tingimento contêm especificações da concentração do álcali a ser utilizado. Entretanto, para economizar tempo, o operador não trocava o álcali se o volume necessário para atender à programação vigente fosse pequeno. Então, cores que deveriam utilizar concentração maior de álcali eram processadas com concentração inferior para aproveitar a solução de álcali que já estava pronta.

A partir de tais observações, foi implementada uma ação corretiva para evitar o erro na utilização do álcali. Essa ação consistiu em trocar a programação atual que é baseada nas cores a serem processadas – realizada a partir do gradiente da cor – pela programação em função do álcali. A programação, a partir de então, deve ser feita seguindo-se a ordem de cores que utilizam álcali de concentração maior para cores que utilizam álcali de concentração menor. Com essa ação foi eliminada uma das causas que contribui para a variação de nuança.

#### **4.3.4 Gestão à vista**

Verificou-se a necessidade de se realizar melhorias no sistema de gestão à vista utilizado no setor de tingimento, como meio informativo, buscando-se evitar erros operacionais. Para isso todas as normas foram revisadas e os parâmetros de processo foram modificados quando necessário. As alterações foram disponibilizadas no sistema computacional utilizado pela empresa e também em meio físico, em tabelas localizadas próximo aos equipamentos do processo de tingimento.

Os limites de especificação de cada característica da cor definida no sistema de medição – LCH – necessários à liberação de cor também foram formalizados. Os limites foram informados aos responsáveis pelo processo de tingimento para utilização e controle.

Com estas ações foi possível melhorar o acesso dos operadores aos parâmetros de processo do tecido no tingimento e à regulagem correta dos equipamentos e garantir a eficiência na correção de receitas ou na avaliação das nuanças de tingimento.

#### **4.3.5 Pesagem de corantes**

Foi realizado um acompanhamento da pesagem de corantes no setor de cozinha de tinta com o objetivo de evidenciar todas as atividades relativas à pesagem. Neste setor é realizada a preparação do banho de tingimento utilizado no processo que constitui numa atividade de precisão e que exige muita disciplina e atenção por parte dos operadores uma vez que, se houver quantidades superiores ou inferiores de quaisquer produtos, a cor torna-se diferente em relação ao padrão.

O acompanhamento desta atividade foi realizado em diversos momentos, sendo verificado que a maioria das receitas eram preparadas de maneira manual devido à baixa disponibilidade do sistema automático, por falta de manutenção; e à falta de comprometimento dos operadores, que realizavam a pesagem de maneira manual para diminuir o tempo da atividade.

O modo automático utilizado na pesagem consiste num dispositivo acoplado à balança que não permite a pesagem de quantidade de corantes diferente da especificada na receita



cadastrada no sistema. O sistema impede que nova pesagem seja efetuada até que o valor pesado coincida com o valor da receita cadastrada. Este dispositivo evita a ocorrência de divergências entre o valor real e o valor especificado das quantidades de corantes.

Para solucionar o problema da baixa disponibilidade do sistema automático foi realizada a atualização do *software* de controle de pesagem, de forma a evitar erros de comunicação entre balança e software. Também foi criado um plano de manutenção específico para evitar futuras falhas. Foi realizado ainda um trabalho de conscientização e treinamento dos operadores, ratificando a importância da pesagem automática para a garantia da eficácia da atividade de pesagem dos corantes, como fator primordial para a obtenção da nuance ideal da cor produzida. Com isso, reduziu-se o percentual de pesagem manual de 62% para 7%, eliminando assim um modo de falha que contribui para a reprovação de cores.

#### 4.3.6 Manutenção do equipamento de tingimento

Um ponto importante no desenvolvimento do trabalho foi verificar as condições de operação do equipamento de tingimento com o objetivo de identificar possíveis deficiências. Juntamente com membros da equipe de manutenção da empresa, realizou-se uma inspeção em cada componente do equipamento de tingimento. Foi verificado que a haste do termômetro não possuía dimensão adequada para identificar precisamente a temperatura utilizada no processo. Com isso, a temperatura não estava sendo controlada corretamente, gerando riscos de variações no processo, e conseqüentemente, variação nos resultados das cores. A solução foi substituir o termômetro por outro com dimensões adequadas.

Posteriormente foi realizado um acompanhamento para verificar a eficácia da alteração efetuada no componente buscando garantir a correta medição da temperatura e o controle eficiente deste parâmetro que é fundamental para os resultados do processo.

### 5. Demonstração dos resultados obtidos

Todas as atividades desenvolvidas contribuíram para a eliminação de problemas ligados ao processo de tingimento. As melhorias implementadas possibilitaram redução significativa do índice de nuance reprovada conforme indicado no GRÁFICO 3.

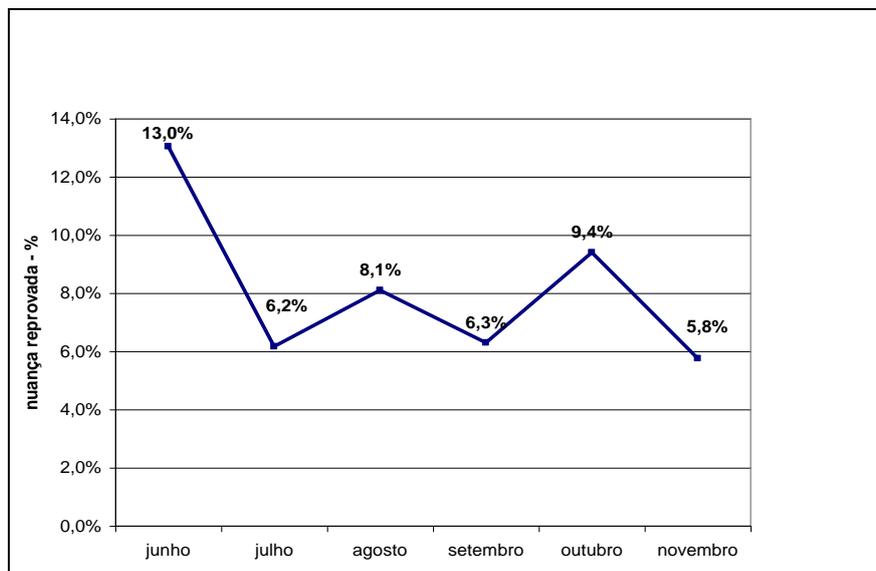


GRÁFICO 3 – Resultados de nuance reprovada da linha vestuário.



Observa-se neste gráfico redução de 45% no índice de reprovação de nuance quando se compara o valor do obtido antes da realização do trabalho (junho) e o valor médio obtido após a realização do trabalho (julho a outubro).

## 6. Conclusão

Todas as ações de melhoria executadas relativas a procedimentos operacionais, produto e processo foram essenciais para o alcance de resultados positivos, melhoria da eficiência e qualidade do processo de tingimento e garantia de produção de tecidos com características uniformes, no que diz respeito à cor.

Neste sentido destacam-se alguns resultados provenientes da implementação das melhorias propostas no trabalho como:

- a) Maior estabilidade das características do tecido acabado, uma vez que a variação das nuances das cores é minimizada.
- b) Menor risco de troca de álcalis, garantindo a correta aplicação dos produtos e a integridade da característica da cor.
- c) Maior controle na elaboração das receitas.
- d) Maior precisão na pesagem de corantes.
- e) Maior estabilidade das características do processo.
- f) Melhor acesso às informações para regulação dos equipamentos.

## Referências

- LADCHUMANANANDASIVAM, R. Ciência da cor. In: *Série Processos Químicos Têxteis*, vol. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Têxtil. Natal, 2004. Disponível em: <<http://clovisbezerra.tripod.com/materiais-didaticos/proqui-ii/ciencia-da-cor.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2009.
- RÉGULA, L. M. *Padrões Virtuais e Tolerâncias Colorimétricas no Controle Instrumental das Cores*. 2004. 223 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia)-Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <[http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/Busca\\_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=4944@1](http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=4944@1)>. Acesso em: 09 set. 2009.
- SALEM, V. *Curso de tingimento têxtil*. Golden Química do Brasil. Elaboração de VS Produção e Treinamento. [s.l.]: Módulo 1, [200-?].
- TECNOCOR SERVIÇOS. *Curso sobre aplicações em colorimetria e aparência na indústria*. Elaboração de Celso Farkas. [s.l.], 2003.