

Análise da repetibilidade e reprodutibilidade dos resultados de ensaio de cores de tecidos tintos

Leigiane Mara de Sousa Santos¹

Gilson Marques Pinheiro²

Jeferson Laporais da Silva³

Resumo: Este artigo descreve sobre a importância da utilização de ferramentas estatísticas para analisar e avaliar a capacidade do sistema de medição e a confiabilidade dos resultados obtidos nos ensaios de cores em tecidos tintos. O estudo objetivou comprovar a hipótese de que o elevado índice de reprovação de cor dos tecidos tintos é devido à baixa confiabilidade dos resultados obtidos em laboratório. Estes não representando a realidade dos fatos podem fazer com que tecidos a princípio aprovados sejam reprovados. Percebeu-se que as causas da baixa confiabilidade do sistema de medição são constituídas principalmente pela falta de padronização dos procedimentos e falta de conhecimento técnico dos analistas resultando numa relação P/T muito acima do valor desejado que é de 30%. Para tratamento destas causas foram implementadas ações de melhorias como análise e revisão dos procedimentos, treinamento dos analistas e inclusão de nova máquina no processo.

Palavras-chave: Análise de medição. Repetibilidade e reprodutibilidade. Indústria têxtil.

1. Engenheira de Produção, Universidade de Itaúna, leigianems@gmail.com.

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

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

1. Introdução

Para uma empresa se manter competitiva no mercado é necessário disponibilizar produtos de qualidade que atendam as expectativas dos clientes. No caso da indústria têxtil, como vários outros fatores, a cor do tecido é um requisito que influencia na qualidade do produto, portanto esta deve ser controlada e avaliada de forma adequada.

Neste sentido, este artigo descreve sobre a necessidade e importância de melhoria da confiabilidade dos resultados obtidos em ensaios de cores de tecidos realizados no laboratório químico de uma indústria têxtil para aumentar a assertividade das ações no processo de tingimento.

Para tanto, como forma de melhoria daquela confiabilidade, foi realizada análise do sistema de medição de cores através do estudo de repetibilidade e reprodutibilidade (R&R), utilizando ferramentas estatísticas e da qualidade.

2. Metodologia

O método utilizado nesta pesquisa foi o estudo de R&R, uma vez que “para se tomar decisão no gerenciamento dos processos produtivos de uma empresa é necessário se basear em dados, que muitas vezes são resultantes da realização de medições” (WERKEMA, 2000,



p. 9). Um sistema de medição é o processo completo para se obter as medidas, sendo constituído pelo conjunto de operações, instrumentos de medição, dispositivos, *software* e pessoas, usados para atribuir um valor ao que está sendo medido (MONTGOMERY, 2004).

Para que haja controle efetivo das características de qualidade é preciso garantir que o sistema de medição seja confiável. Além de se ter um instrumento de medição perfeitamente calibrado é necessário também determinar a capacidade do sistema de medição (SM) e diferenciar a variabilidade da medida originada no objeto de medição daquela causada pelo sistema de medição (MONTGOMERY, 2004).

Segundo Werkema (2006) os principais fatores responsáveis pela variabilidade dos processos de medição são: instrumento de medição com desgaste; procedimentos de medição inadequados; avaliadores não treinados; aparelho de medição não calibrado e condições ambientais inadequadas como temperatura, umidade e iluminação.

“Quando a medição passa a ser visualizada como um processo sujeito à variabilidade e, portanto, há incertezas, é imediato perceber a necessidade da quantificação das fontes de variações associadas à medição” (WERKEMA, 2006, p. 15).

A variabilidade observada em mensurações será devida à soma da variabilidade do próprio produto e parte decorrerá da variabilidade do medidor, como indicado na Equação (1), “onde σ_{total}^2 é a variabilidade total observada, $\sigma_{\text{processo}}^2$ é a componente da variabilidade devida ao produto e $\sigma_{\text{medidor}}^2$ é a variabilidade devida ao erro de mensuração” (MONTGOMERY, 2004, p. 237). Considera-se medidor ou sistema de medição o conjunto analista e instrumento / método de medição (MONTGOMERY, 2004).

$$\sigma_{\text{total}}^2 = \sigma_{\text{processo}}^2 + \sigma_{\text{medidor}}^2 \quad (1)$$

Considerando a variabilidade do medidor é possível fazer a avaliação dos dois componentes envolvidos na medição chamados de repetibilidade e reprodutibilidade ou estudo R&R, conforme demonstrado na Equação (2) (MONTGOMERY, 2004).

$$\sigma_{\text{medidor}}^2 = \sigma_{\text{repetibilidade}}^2 + \sigma_{\text{reprodutibilidade}}^2 \quad (2)$$

“A variabilidade, ou, a precisão do medidor, pode ser estimada através da Equação (3), onde d_2 é um fator de correção, tabelado em função do número de vezes em que um mesmo item resultante do processo produtivo é medido e \bar{R} é a média das amplitudes” (WERKEMA, 2000, p. 26).

$$\sigma_{\text{repetibilidade}} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (3)$$

Sendo assim, um método de análise de sistemas de medição comumente utilizado na indústria é estudo de repetibilidade e reprodutibilidade (R&R).

Werkema (2000, p. 16) afirma que “repetibilidade de um instrumento de medição é a variação nas medidas obtidas quando um mesmo operador ou laboratório utiliza o instrumento para medir repetidas vezes a característica de interesse dos mesmos itens.” Pode se dizer então que repetibilidade é a variação dentro do sistema, pois as condições são as mesmas. A repetibilidade caracteriza o erro aleatório, devido a causas comuns, com distribuição normal dos resultados do SM como representado na FIGURA 1.

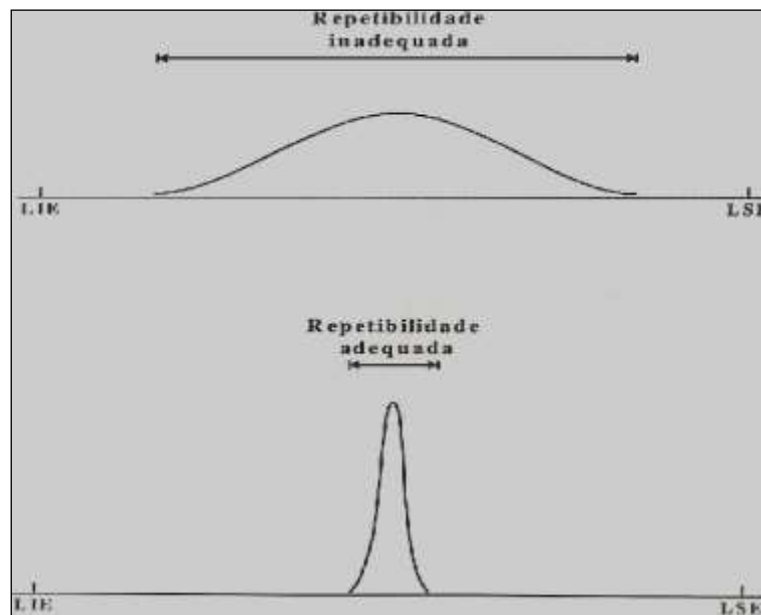


FIGURA 1: Repetibilidade. Fonte: Werkema (2000, p. 17).

“A reprodutibilidade de um sistema de medição é a variação na média das medidas obtidas quando diferentes operadores utilizam o mesmo instrumento para medir repetidas vezes a característica de interesse dos mesmos itens” (WERKEMA, 2000, p. 19). A reprodutibilidade tem a finalidade de estudar a variação das médias entre sistemas ou entre condições de medição, conforme mostra a FIGURA 2.

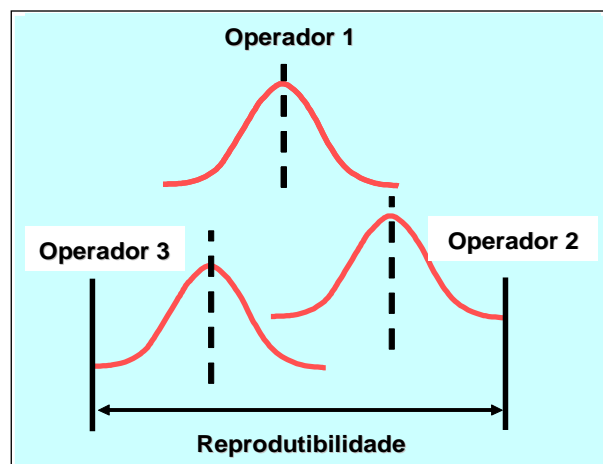


FIGURA 2: Reprodutibilidade. Fonte: Albertazzi & Sousa (2010, p.18).

Segundo Albertazzi & Sousa (2010), o estudo de repetibilidade possui as seguintes características:

- Tem condições de avaliar a variabilidade natural do processo de medição realizado nas mesmas condições.
- Se refere a medições repetidas da mesma amostra, realizadas pelo mesmo operador, e em um curto período de tempo.
- A amostra é retirada e reposicionada no sistema de medição entre as medições



repetidas.

d) A repetibilidade pode ser estimada a partir do desvio padrão das medições repetidas.

Já o estudo de reprodutibilidade, segundo Albertazzi & Sousa (2010), apresenta as seguintes características:

a) Tem condições de avaliar a variabilidade natural do processo de medição quando realizada em condições variadas que espelham a realidade do processo de medição.

b) É referente a medições com distintos operadores e pode envolver períodos de tempo mais longos e variações ambientais típicas do processo de medição.

c) As médias globais das medições feitas por cada operador serão significativamente diferentes quando há influência significativa do operador.

d) A carta de controle das médias é usada.

e) A reprodutibilidade pode ser estimada a partir do desvio padrão da mistura das medições repetidas de todos os operadores.

O cálculo da repetibilidade do medidor ($\hat{\sigma}_{\text{repetibilidade}}$) é feito a partir das amplitudes médias, sendo relacionado à quantidade de operadores e suas medições conforme indicado na Equação (4), onde d_2 é um fator de correção, tabelado em função do número de vezes em que um mesmo item resultante do processo produtivo é medido e \bar{R} é a média das amplitudes (MONTGOMERY, 2004).

$$\hat{\sigma}_{\text{repetibilidade}} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (4)$$

A reprodutibilidade do medidor quantifica a variabilidade resultante quando diferentes operadores realizam a medição. Quando todos os operadores medem as mesmas peças e os valores obtidos referentes à média das médias (\bar{X}_i) diferem entre si, a explicação para este fato é a existência de diferença entre os operadores. Portanto, para estimar a reprodutibilidade do medidor são dadas as Equações (5), (6), (7) e (8), onde $\bar{X}_{\text{máx}}$ é o maior valor da média das médias, $\bar{X}_{\text{mín}}$ é o menor valor da média das médias, $R_{\bar{x}}$ é a amplitude da amostra e $\hat{\sigma}_{\text{reprodutibilidade}}$ é a componente da variância devido à reprodutibilidade (MONTGOMERY, 2004).

$$\bar{X}_{\text{máx}} = \text{máx} (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots) \quad (5)$$

$$\bar{X}_{\text{mín}} = \text{mín} (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots) \quad (6)$$

$$R_{\bar{x}} = \bar{X}_{\text{máx}} - \bar{X}_{\text{mín}} \quad (7)$$

Logo:

$$\hat{\sigma}_{\text{reprodutibilidade}} = \frac{R_{\bar{x}}}{d_2} \quad (8)$$

Para análise dos resultados, é frequente a utilização da comparação da capacidade do medidor com a faixa de especificação do objeto a ser medido. A porcentagem da tolerância ou relação P/T é a razão entre seis desvios padrão do erro do medidor ($6\hat{\sigma}_{\text{medidor}}$) e o intervalo entre o limite superior de especificação (LSE) e o limite inferior de especificação (LIE), como



demonstra a Equação (9). Quanto menor o valor, mais adequada está a capacidade do medidor (MONTGOMERY, 2004).

$$\frac{P}{T} = \frac{6 \hat{\sigma}_{\text{medidor}}}{LSE-LIE} \quad (9)$$

Considerando a regra geralmente utilizada que o instrumento de medição deve ser calibrado em unidades de um décimo da tolerância, o valor P/T deve ser próximo a 10%. Esta é uma regra prática, mas é mais coerente buscar valores que permitam ao analista tomar a decisão correta (MONTGOMERY, 2004).

O IQA (1997) considera os seguintes resultados para a relação P/T:

- a) Abaixo de 10%: sistema de medição considerado aceitável.
- b) De 10% a 30%: pode ser aceitável dependendo da importância da aplicação, levando em consideração custo do dispositivo de medição, custo dos reparos, etc.
- c) Acima de 30%: o sistema de medição precisa ser melhorado.

O estudo de R&R pode ser aplicado para diversas finalidades, como por exemplo, verificar a confiabilidade das medições nas condições de produção, ser utilizado como critério de aceitação de novos sistemas de medição (SM) ou para comparar diferentes SM nas condições de uso, investigar um SM sob suspeita de mau funcionamento e para comparar o desempenho de um mesmo SM antes e após regulagem (ALBERTAZZI & SOUSA, 2010).

2.1 Contexto do estudo e diagnóstico da situação atual

O estudo foi realizado no processo de tingimento de tecidos de uma indústria têxtil. Tingimento, uma das etapas do fluxo produtivo desta indústria, é uma modificação físico-química do substrato, por meio de matérias corantes, de forma que a luz refletida provoque percepção de cor. É considerado um fator de grande relevância para atender as expectativas do consumidor final quanto à padronização e solidez da cor em relação à luz, lavagens e transpiração (SALEM, 2010).

O processo de tingimento utilizado na empresa estudada é o *pad-dry-steam* - processo contínuo - que consiste na passagem contínua do tecido por um banho, seguida por espremedura uniforme em um *foulard* e depois por secagem, vaporização e por fim lavagem/ensaboamento.

No processo de tingimento contínuo, demonstrado na FIGURA 3, o banho de impregnação permanece estacionado enquanto o substrato passa continuamente por ele. O tecido é impregnado em um *foulard*, máquina utilizada no tingimento, constituída por um reservatório - onde o banho de tingimento fica estacionado - e por 2 ou 3 rolos espremedores responsáveis por retirar o excesso de banho. Posteriormente é realizada secagem seguida de vaporização (SALEM; MARCHI & MENEZES, 2005). “Neste ponto já ocorreram todas as reações químicas ou difusão dos corantes para o interior da fibra. O processo é finalizado com uma lavagem em lavadora contínua” (SALEM; MARCHI & MENEZES, 2005, p. 79).

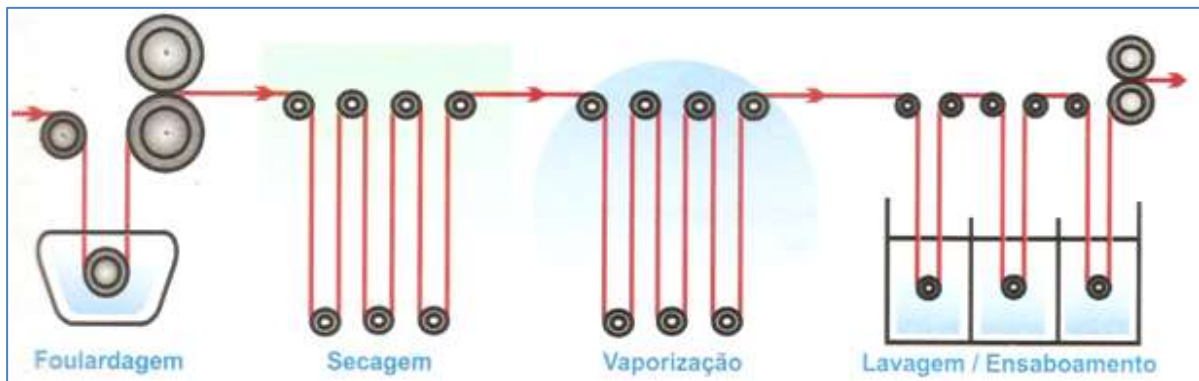


FIGURA 3 – Processo de tingimento contínuo. Fonte: Salem; Marchi & Menezes (2005, p. 79).

Para que o resultado final do processo de tingimento seja satisfatório é de fundamental importância o controle de parâmetros como: temperatura, tempo, pH (ácidos ou álcalis), sais (eletrólitos), relação de banho e adição correta de produtos e corante (SALEM; MARCHI & MENEZES, 2005).

Assim, para o controle das cores dos produtos, é essencial quantificar como o sistema visual humano percebe a cor, na tentativa de especificá-la numericamente (TECNOCOR, 2003).

Para a percepção da cor é necessária a presença de três elementos: iluminação, que seria a fonte de luz; objeto que interage com a luz; e observador, como por exemplo a vista humana, ou um aparelho (SALEM, 2010).

“Especificamente, podemos encontrar para um observador de visão de cor normal, três cores primárias necessárias para matizar cada uma das cores do espectro [...]: o vermelho, o verde e o azul que consideraremos como as três cores primárias” (RÉGULA, 2004, p. 33).

“Raios luminosos destes três comprimentos de onda (vermelho, verde e azul) quando projetados sobre uma superfície branca produzem as demais cores do espectro” (SALEM, 2010, p. 17).

Segundo Coralís (2012), em 1905 Albert Munsell criou o primeiro sistema numérico para explicar a cor, baseado em módulos coloridos. Este sistema foi a base para o desenvolvimento dos sistemas atuais. Munsell, como demonstrado na FIGURA 4, separou a cor nos seguintes componentes básicos:

a) Tonalidade: é o nome atribuído à cor. As cores básicas são vermelha, amarela, verde e azul e suas misturas geram outras cores.

b) Saturação: é o grau de distanciamento da cor do ponto neutro (cinza) da cor pura. Quanto maior o grau de saturação da cor, mais pura ela é. É comum chamar uma cor pouco saturada de suja e uma cor muito saturada de limpa.

c) Luminosidade: é a variação de claro para escuro dentro de um mesmo tom.

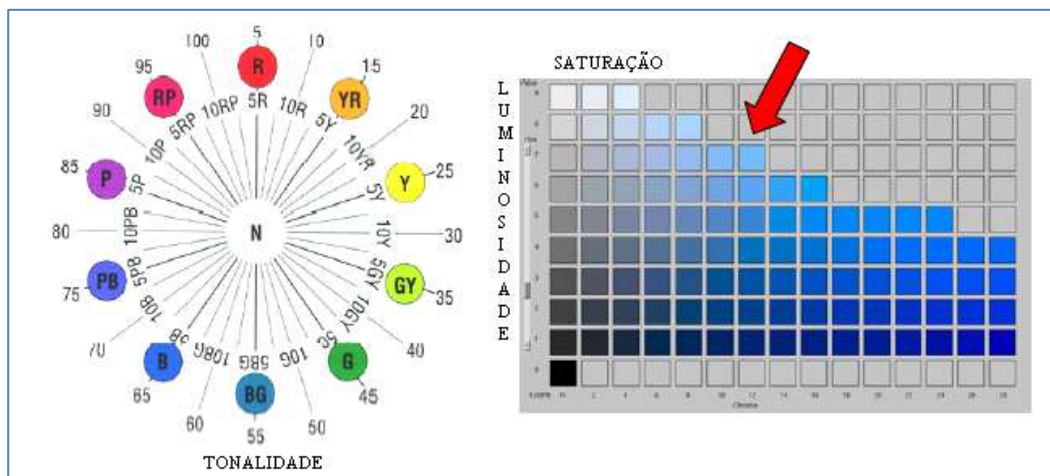


FIGURA 4 – Os três elementos da cor. Fonte: Régula (2004, p. 44).

Segundo Coralís (2012) no espaço CIELCh, demonstrado na FIGURA 5, a cor é especificada pelas seguintes coordenadas:

a) L^* : refere-se à percepção da quantidade de luz refletida, representa a luminosidade. Varia de 0 (preto) a 100 (branco).

b) c^* : significa croma ou saturação. É a distância da cor ao centro podendo convencionalmente variar de zero a 85. Valores menores indicam uma cor pouco saturada ou suja e valores maiores uma cor mais saturada ou limpa.

c) h^* : significa hue ou tonalidade e indica o tom da cor. É medida em graus variando de 0° a 360° .

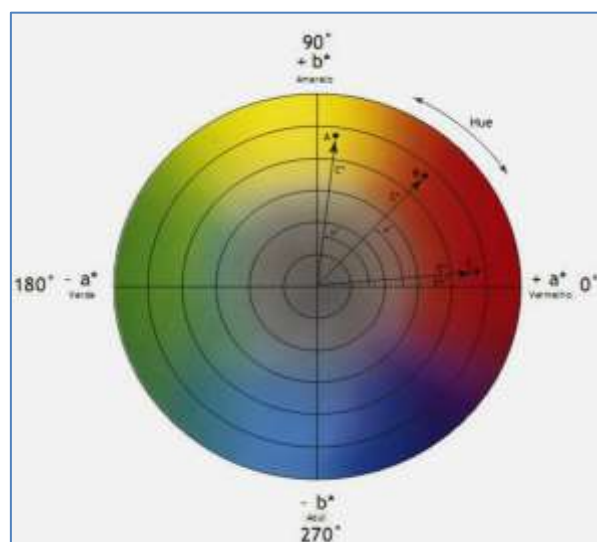


FIGURA 5 – Espaço CIELCh. Fonte: TECNOCOR (2003, p. 52).

Portanto, na empresa pesquisada, para que o banho de corante seja liberado para a produção é realizado um ensaio no laboratório químico que simula o fluxo do tingimento na máquina e somente após a análise e aprovação da nuança do tecido, o processo pode ser iniciado na produção.



Esta análise é realizada através dos resultados obtidos nas medições feitas em espectrofotômetro onde é possível estabelecer classificações para a nuance da cor medida. Baseado em padrões pré-estabelecidos o espectrofotômetro fornece vários valores de medição no tecido, como por exemplo os deltas L^* , c^* , h^* . Estabelecido um limite entre os valores apresentados para cada delta é possível atribuir um valor específico para auxiliar na avaliação de cor. Na FIGURA 6 pode ser visualizada a classificação adotada pela empresa.

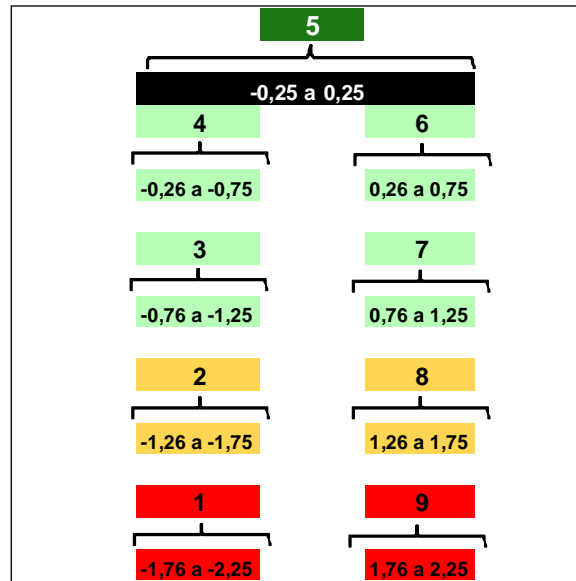


FIGURA 6 – Definição da classificação de nuanças

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. Com base neste conceito de classificação, a empresa utiliza um limite de 4 a 6 para aprovação das nuanças medidas nos tecidos da linha profissional.

Devido ao elevado índice de reprocesso e tecidos reprovados quanto à nuance, foi detectado que mesmo com o ensaio de cor aprovado pelo laboratório e consequente liberação do banho de corante, ao realizar o processo de tingimento na produção a cor do tecido era reprovada. Ocorria também o contrário, cores reprovadas no laboratório quando processadas na produção eram aprovadas nos ensaios de qualidade.

Analisando-se os resultados foi possível perceber que os valores de nuance obtidos nos ensaios de tingimento realizados no laboratório não condiziam com os valores obtidos em testes realizados em tecidos tintos na produção. Os valores de nuance obtidos nos ensaios realizados no laboratório e na produção deveriam ser bem próximos, pois ambos os casos utilizam o mesmo banho de corante. No entanto 58,8% dos banhos testados no laboratório estavam aprovados, mas quando utilizados na produção apenas 23,5% ficaram dentro da faixa de especificação, sendo necessário fazer ajustes nos demais.

2.2 Caracterização do problema

A principal hipótese a ser testada é que a baixa confiabilidade dos resultados dos ensaios de nuance realizados no laboratório químico da empresa esteja impactando no elevado índice de reprovação de cor dos tecidos tintos na produção. Como consequências do problema tem-se um acréscimo na quantidade de reprocessos, perda de produtividade e aumento do



número de reclamações de clientes.

Uma vez a hipótese sendo confirmada, ações de melhoria devem ser implementadas para que os resultados obtidos na análise do sistema de medição não indiquem valor da relação P/T superior a 30%.

Para verificar a confiabilidade dos resultados obtidos nos ensaios de tingimento realizados no laboratório foi feita análise do sistema de medição através do estudo de R&R.

Os ensaios foram realizados por três analistas, chamados de A, B e C. Foram selecionadas aleatoriamente 5 cores para tingimento em laboratório. Cada cor foi tinta duas vezes por cada analista. O tecido tinto em cada cor foi retirado de uma amostra contínua para garantir a regularidade, e cada banho também foi retirado de uma amostra de três litros, suficiente para ser utilizado pelos três analistas, também com o mesmo objetivo.

Foi utilizado um *software* para manipulação dos dados e geração dos gráficos. A avaliação foi realizada através da observação dos gráficos R e da relação P/T.

Os gráficos R, das amplitudes, mostram a diferença entre a primeira e a segunda medição realizada pelo analista e indicam a variabilidade do instrumento ou método de medição. Neste gráfico espera-se que todos os pontos estejam dentro dos limites de controle, indicando que os analistas não têm dificuldades em utilizar o método.

3. Resultados e discussão

Analisando o gráfico de amplitude do delta L, que representa a luminosidade, no GRÁFICO 1, e do delta C, que significa croma ou saturação, no GRÁFICO 2, é possível verificar que houveram pontos sobre o limite superior, ocorrendo também dois pontos acima do limite superior na GRÁFICO 3 do delta H referente à tonalidade. Isto indica que existem dificuldades entre os analistas para utilizar o método.

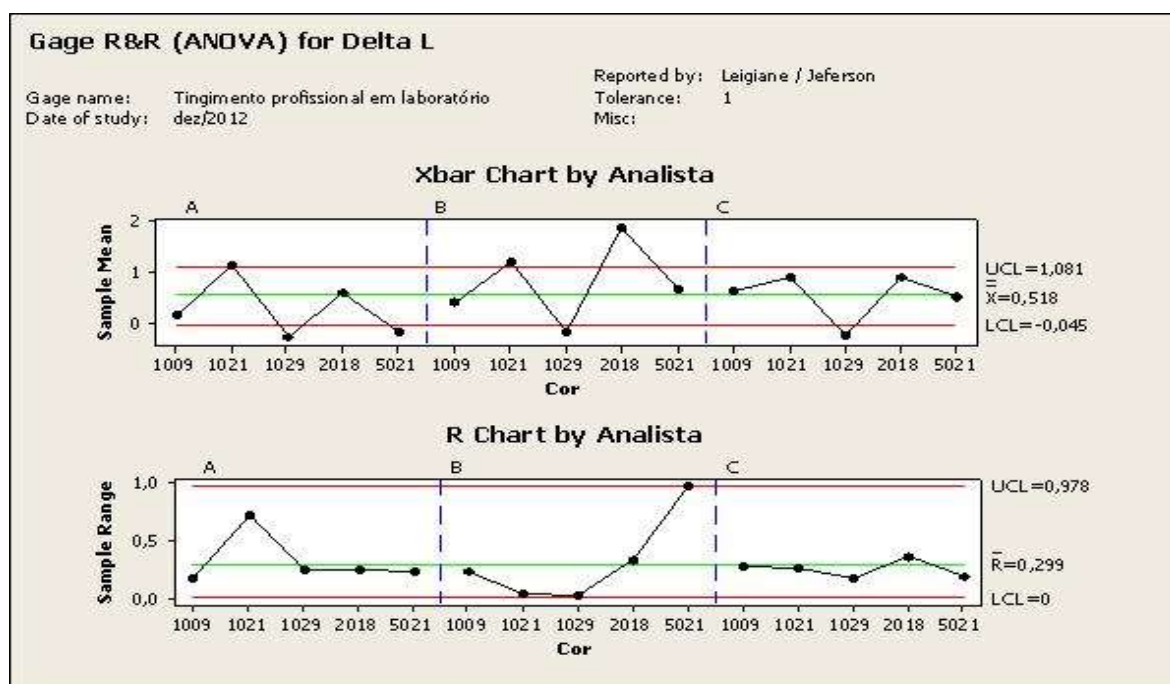


GRÁFICO 1: Gráfico do delta L

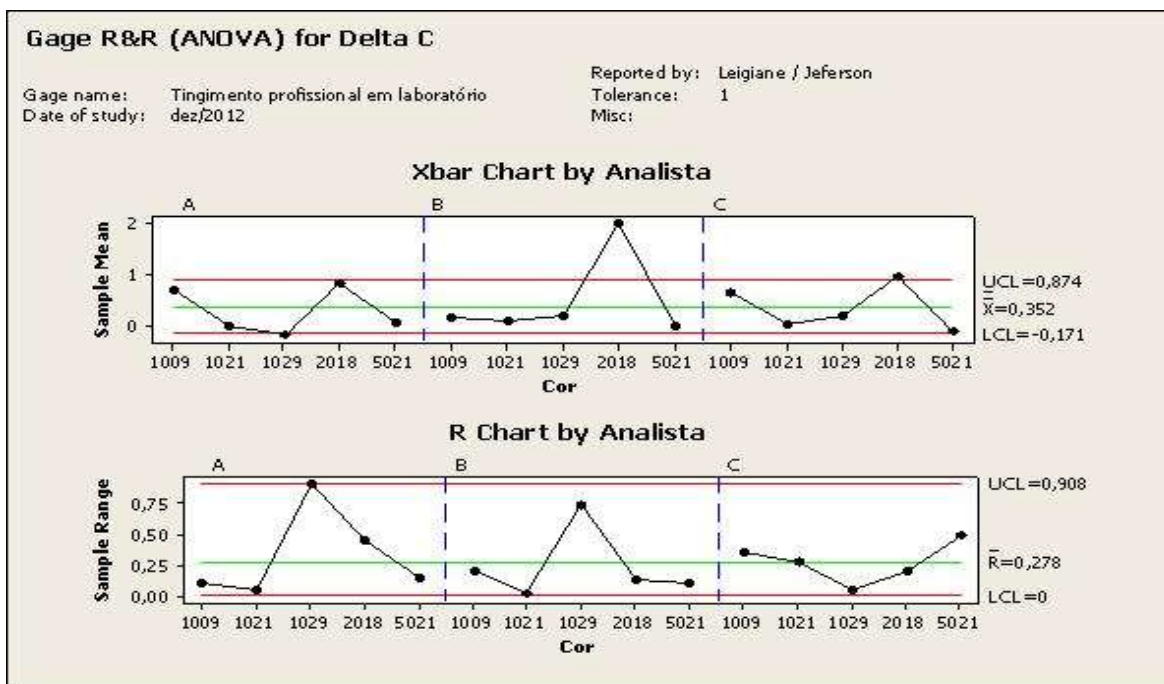


GRÁFICO 2: Gráfico do delta C

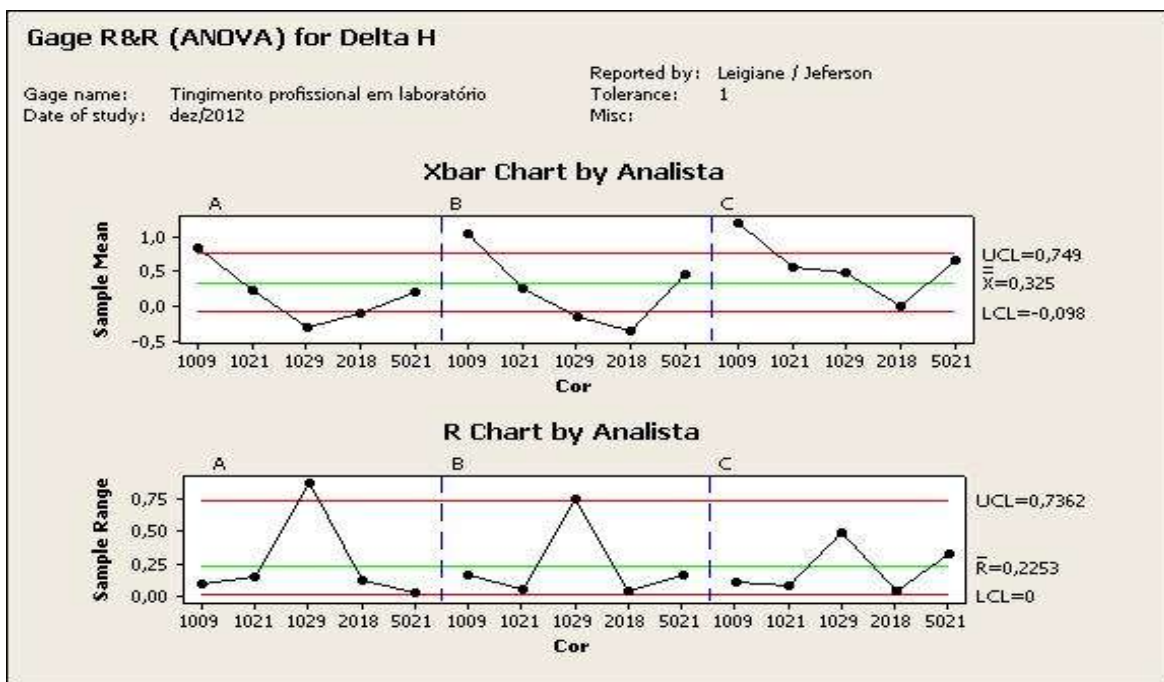


GRÁFICO 3: Gráfico do delta H

O gráfico X_{barra} indica a precisão do instrumento de medição ou a capacidade em distinguir diferentes amostras. Esta análise sofre grande interferência das amostras escolhidas para o estudo e como foram analisadas somente 5 amostras decidiu-se utilizar a relação P/T.

Observa-se na TABELA 1 que todos os resultados estão bem acima de 30%, indicando grande interferência do sistema de medição nos resultados, de acordo com os limites de especificação escolhidos.



TABELA 1: Relação P/T

Componente	P/T delta L	P/T delta C	P/T delta H
Sistema de medição	172,4 %	162,10 %	125,18 %
Repetibilidade	108,9 %	106,56 %	94,15 %
Reprodutibilidade	134,31 %	122,16 %	82,50 %

Os limites de tolerância escolhidos foram relativos às nuances aprovadas 4 e 6, com valores de delta de $-0,75$ e $0,75$, respectivamente, o que totaliza um range de 1,5.

Analisando todos os resultados obtidos é possível afirmar que o sistema de medição não está aprovado. Os analistas apresentam dificuldades em utilizar o método e a variabilidade do sistema de medição está alta se comparada com os limites de tolerância.

Neste sentido, foram levantadas as principais causas que podem interferir na confiabilidade dos resultados dos ensaios realizados no laboratório, utilizando diagrama de causa e efeito como apresentado na FIGURA 7.

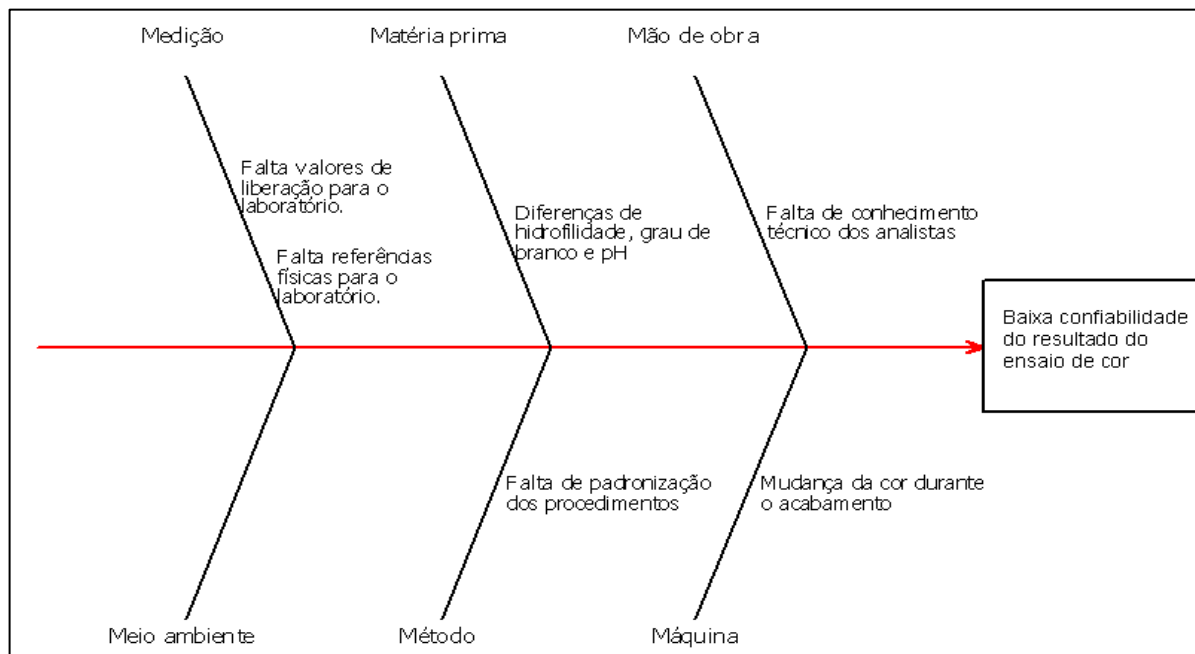


FIGURA 7 – Diagrama de causas e efeito da baixa confiabilidade dos ensaios de cor

Entre as causas levantadas destacam-se duas como sendo as principais:

- Falta de padronização dos procedimentos.
- Falta de conhecimento técnico dos analistas.

4. Conclusão

Para que os resultados sejam melhorados é necessário que as diferenças entre medições de uma mesma cor sejam reduzidas. Na observação do ensaio de cor feita em laboratório percebeu-se diferenças de procedimentos entre operadores que, mesmo aparentemente insignificantes, podem interferir no resultado final.

Para a melhoria do sistema de medição algumas recomendações devem ser observadas, como:



- a) Atenção na coleta de banho.
- b) Conferência dos ajustes dos equipamentos.
- c) Respeito às quantidades utilizadas nas pesagens e à seqüência de preparo das receitas.
- d) Atenção no momento da realização da costura no guia para se evitar manchas.
- e) Cuidado com a contaminação dos equipamentos por resíduo de banhos anteriores ou guia sujo.
- f) Definição de método para climatização das amostras.
- g) Calibração do espectrofotômetro.

Os procedimentos devem ser rigorosamente cumpridos e todas as etapas do ensaio serem realizadas de modo objetivo, com definição clara de tempos, quantidades, concentrações e temperaturas.

Após a implementação dessas recomendações novo estudo de repetibilidade e reprodutibilidade (R&R) deve ser realizado para se verificar a efetividade das ações de melhoria. Além disso, periodicamente deve se realizar análise do sistema de medição.

O estudo de R&R mostrou que esta é uma metodologia suficientemente útil para a avaliação da confiabilidade de sistemas de medição. Essa avaliação, quando corretamente executada, gera maior confiabilidade dos resultados obtidos e conseqüentemente detecta possibilidades de melhorias nos procedimentos e maior produtividade para a empresa.

Referências

- ALBERTAZZI, A.; SOUSA, A. R. *Fundamentos de metrologia científica e industrial*. São Paulo: Editora Manole, 2010. Disponível em: <www.Labmetro.ufsc.br/livroFMCI/Slides/FMCI_Cap%2011.ppt>. Acesso em: 24 Dezembro 2012.
- CORALIS. *Curso de colorimetria Coralis*. Elaboração de Pedro Gargalaca Filho. [s.l.], 2012.
- IQA - INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA. *Análise dos sistemas de medição*. São Paulo: 1997.
- MONTGOMERY, C. D. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. 4. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2004. 237p.
- 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>. Acesso em: 24 Janeiro 2013.
- SALEM, V. *Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias*. 1 ed. São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010. p. 17-43.
- SALEM, V.; MARCHI, A. de; MENEZES, F. G. *O beneficiamento têxtil na prática*. 1ed. São Paulo: Golden Química do Brasil, 2005.
- TECNOCOR Serviços. *Curso sobre aplicações em colorimetria e aparência na indústria*. Elaboração de Celso Farkas. [s.l.], 2003. p. 1-52.
- WERKEMA, M. C. C. *Avaliação da Qualidade de Medidas*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 2000. p. 9-26.
- WERKEMA, M. C. C. *Avaliação de Sistemas de Medição*. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006. 15 p.