# AVALIAÇÃO DE REALCE DA COR DOS CABELOS UTILIZANDO A COMBINAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REFLEXÃO ESPECULAR E COLORIMETRIA DA FIBRA CAPILAR.

Alzira Xavier Pinto Dini[1*], Nathana Cindy Barros Silva Ramos[1], Adriano Pinheiro[1], Caroline Vieira Hercolino[1], Victoria Pinheiro Gonçalves[1], Jussarah Viana da Silva[1], David Santos Azevedo[1], Wanderson Andenberg de Lima[1],

[1]Grupo Kosmoscience, Valinhos/SP – Brasil.
*Autor para correspondência: alzira@kosmoscience.com. Rua Itália, 274, Valinhos, 13270-180, Valinhos/SP, Brasil.

**RESUMO**
O brilho e a cor dos cabelos estão entre os atributos mais importantes de eficiência de produtos cosméticos percebidos pelo consumidor.
Foram avaliados três tipos de mechas de cabelos: caucasianos naturais, duplamente descoloridas e mechas tingidas e submetidas a 30 lavagens. Mediu-se a reflexão especular e a espectrometria de cor basal e após dois tipos diferentes de tratamento com produtos cosméticos: linha completa (shampoo, condicionador e máscara) e produtos sem enxague (creme para pentear e óleo).
Para as medidas de cor utiliza-se o espectrofotômetro Byk-Gardner Spectro-Guide Sphere Gloss spectrophotometer e sistema de cor CIE-L*a*b* (CIE94) e para as medidas de brilho é utilizado o equipamento Glossmeter (BYK Gardner®) com ângulo de incidência fixo de 85°.
Após análise estatística dos valores de brilho Basais e Finais, calculou-se o Fator de Realce da cor dos cabelos através da interpolação dos valores médios de brilho e o parâmetro de cor, pôde-se comprovar a melhora proporcionada pela aplicação de todos os tratamentos cosméticos em todos os tipos de cabelos testados. Sendo observado a maior variação significativa do Fator de Realce dos cabelos principalmente em cabelos que sofreram agressões (duplamente descoloridos e os tingidos e submetidos a 30 lavagens sucessivas com shampoo sem agente condicionantes) quando tratados com produtos não rinsáveis.
Quanto maior o valor obtido para o Fator de realce da cor dos cabelos, mais radiante/ intensa a cor dos cabelos após o tratamento cosmético. Um aumento significativo nesses atributos indica uma intensificação da cor e do brilho, deixando-os esteticamente mais bonitos.

**Palavras-chave:** Realce da Cor, Cabelos, Reflexão Especular, Colorimetria

## INTRODUÇÃO

Ao incidir sobre a fibra capilar, a luz sofre um espalhamento na superfície irregular e reflete-se em diversos ângulos. Ocorre também a absorção de alguns comprimentos de onda e emissão dos respectivos complementos. O conjunto destes fenômenos, genericamente conhecido como reflexão difusa, dá origem à luminosidade e cor do material.
No entanto, parte da luz refletida atinge o observador sob um mesmo ângulo proporcionando uma maior intensidade luminosa. Este fenômeno é conhecido como reflexão especular ou brilho e se intensifica com a diminuição da reflexão difusa, ou seja, com o aumento da regularidade da superfície.
Neste estudo foi utilizado o equipamento Glossmeter (BYK Gardner®) com ângulo de incidência fixo de 85°.
O glossmeter mede a reflexão especular. A intensidade de luz é registrada através de uma pequena extensão do ângulo de reflexão.
As leituras obtidas de um glossmeter estão relacionadas à intensidade de luz refletida de um vidro preto padrão com índice de refração definido, e não a intensidade de luz incidente. O valor de intensidade para este padrão estabelecido é menor que 100 GU (unidade de brilho).
O olho humano possui três estímulos de cores, vermelho, verde e azul, que correspondem a valores espectrais padrões.
O sistema internacional de cor CIE-L*a*b* é um dos mais conhecidos e utilizados pela indústria. Diferenças de cor são determinadas não pela diferença entre valores de E, mas sim através do cálculo do vetor resultante, $\Delta E$, por meio de $\Delta L$, $\Delta a$ e $\Delta b$, que são as diferenças entre os valores de L*, a* e b*.
Dentro desse espaço de cor desenvolveu-se outros termos chamados CIEL*C*h*, que contempla os parâmetros angulares de cor C* ou Chroma (pureza, saturação ou intensidade da cor) e o h* ou hue

(tonalidade). O Chroma, C*, é calculado a partir dos parâmetros a* e b*, segundo a Equação 1 (Berns, R. 2000; Lee, Y.-K.,et al. 2010, CIE, 1995).

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$$

**Equação 1**. Cálculo do parâmetro de cor, C*, Chroma.

**OBJETIVOS**

O estudo teve por objetivo avaliar o efeito de realce da cor dos cabelos submetidos ao tratamento com produtos cosméticos utilizando a combinação das técnicas de reflexão especular da superfície da fibra capilar (Brilho) e Espectrometria de Cor ou Colorimetria da fibra capilar.

**MATERIAIS E MÉTODOS**

**Mechas de cabelos**

Foram avaliados 5 replicatas de 3 diferentes tipos de mechas de cabelos: Caucasianos Naturais, Caucasianas Duplamente Descoloridas e Caucasianas tingidas de vermelho (tonalidade 6.66) submetidas a 30 lavagens sucessivas com solução a 10% de lauril éter sulfato de sódio.

**Tratamento das mechas**

As mechas foram submetidas a dois tipos diferentes de tratamento com produtos cosméticos: linha completa (shampoo, condicionador e máscara) e produtos sem enxague (creme para pentear e óleo). Os produtos foram aplicados nas mechas úmidas e massageou-se por 60 segundos. Não houve tempo de pausa para o shampoo. O condicionador e máscara tiveram tempo de pausa de 2 e 3 minutos, respectivamente. As mechas tratadas com os produtos rinsáveis (shampoo, condicionador e máscara) foram enxaguadas por 30 segundos e retirou-se o excesso de água. Enquanto os produtos sem enxágue (creme de pentear e óleo) foram deixados no cabelo.

**Medidas de reflexão especular**

Mediu-se a reflexão especular Basal (mechas sem tratamento) e após os tratamentos (Final) no equipamento Glossmeter (BYK Gardner®) utilizando um ângulo de incidência fixo de 85°em relação à normal de uma superfície lisa padrão é tomada como zero ou referência para uma escala adimensional de valores relativos de brilho.
Foram realizadas 5 leituras sucessivas em diferentes posições no centro de cada mecha, obtendo-se o valor médio de brilho de cada mecha, para cada grupo

**Medidas de Colorimetria**

Para as medidas de cor utilizou-se o espectrofotômetro Byk-Gardner Spectro-Guide Sphere Gloss spectrophotometer e sistema de cor CIE-L*a*b* ($CIE_{94}$). Para cada mecha são realizadas 10 leituras de cor e obtém-se os parâmetros de cor L*, a* e b*, a fim de obter o cálculo de C* (chroma).

**Análise estátistica e cálculo do Fator de Realce (F)**

Toda a análise estátistica foi realizada no software GraphPad™ Prism® 8.4.3.
1) Comparação entre os valores de reflexão especular das condições Inicial e Final: análise Teste-t de Student, pareado, considerando um intervalo de confiança de 95%.
2) Havendo diferenças estatísticas entre os valores de reflexão especular, é realizada a análise interpolada dos valores de reflexão especular e Cor (Chroma, C*) dos tratamentos e obtém-se o slope da curva dos dois parâmetros e por fim, obtém-se o fator de realce da cor (F) dos cabelos (Caulcutt, R. et al, 1989).
3) Realizou-se a comparação dos fatores de realce da cor Iniciais e Finais utilizando o método de análise Teste-t de Student, não pareado, considerando um intervalo de confiança de 95%.

**Cálculo de Porcentagem de Realce da cor dos cabelos**

O “Realce da cor dos cabelos, RC”, em porcentagem dos tratamentos em relação aos cabelos sem tratamento, foi calculada segundo as Equação 2.

$$RC = 100 * \left(\frac{F_{Final} - F_{Inicial}}{F_{Inicial}}\right)$$

**Equação 2**. Realce da cor dos cabelos (%) das mechas tratadas em relação às mechas sem tratamento. *F*: valores do Fator da cor calculados a partir dos parâmetros brilho e cor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Mechas de cabelos Naturais

Os resultados Inicial e Final de Reflexão especular (Brilho) e fatores de realce da Cor (F) para as mechas de cabelos naturais tratadas com linha completa (Shampoo e Condiconador), creme de pentear (Leave in) e óleo capilar estão representados na Figura 1.

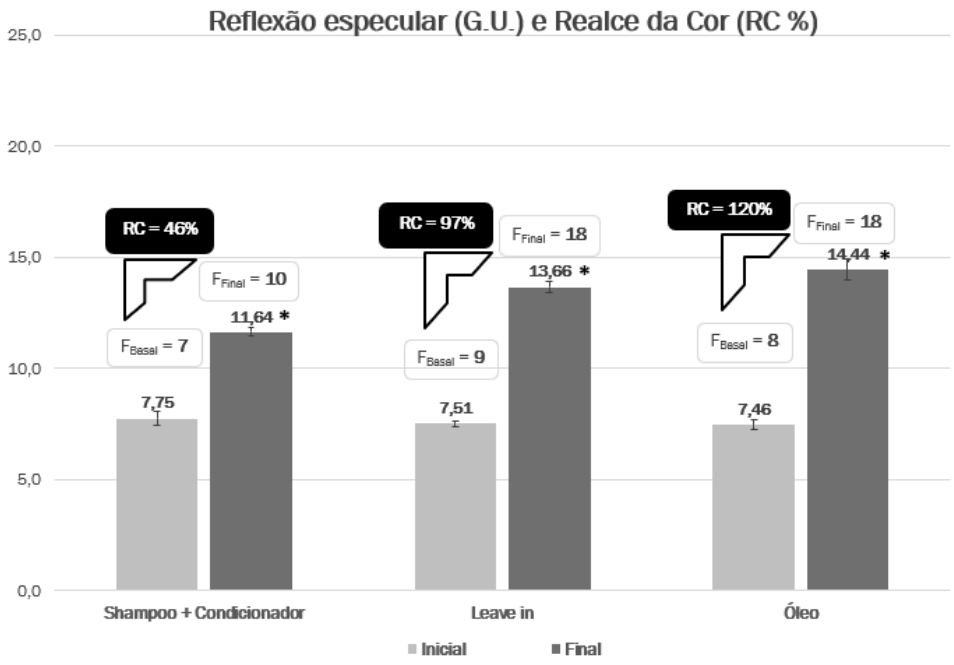



**Figura 1**. Resultados de Brilho em função dos tratamentos. Média ± sd.
*"*": Apresentou diferenças estatísticas significativas em relação à condição Inicial (mechas sem tratamento).*

A **Tabela 1** ilustra os resultados obtidos da análise estatística entre as condições Inicial e Final de reflexão especular e os valores de Fator de Realce da cor (F) para as duas condições. Além do valor de Realce da Cor, em porcentagem, entre as duas condições analisadas.

**Tabela 1.** Resultados da análise estatística. I.C. 95%. Inicial vs. Final (Fator de Realce da cor).

| **Comparação** (Inicial vs. Final) | **Apresentou diferenças significativas?** | **$F_{Inicial}$** | **$F_{Final}$** | **Realce da cor (%)** |
|---|---|---|---|---|
| **Linha completa** | Sim | 7 | 10 | **46** |
| **Leave in** | Sim | 9 | 18 | **97** |
| **Óleo** | Sim | 8 | 18 | **120** |

Segundo os resultados obtidos, as mechas submetidas a uma aplicação dos tratamentos Linha completa (Shampoo e Condicionador, Leave in e Óleo apresentaram Brilho significativamente superior em relação à respectiva condição Inicial (mechas sem tratamento). Portanto, o aumento do brilho dos

cabelos indica uma maior luminosidade dos fios e a partir disso, pôde-se calcular o fator da cor dos cabelos interpolando os parâmetros de brilho e cor obtidos.
A linha completa, Leave in e o Óleo apresentaram aumento significativo de 46%, 97% e 120% de Realce da Cor, respectivamente, em relação aos cabelos sem tratamento.

**Mechas de cabelos Tingidas e submetidas a 30 lavagens sucessivas**
Os resultados Inicial e Final de Reflexão especular (Brilho) e fatores de realce da Cor (F) para as mechas de cabelos naturais tratadas com linha completa (Shampoo e Condiconador), creme de pentear (Leave in) e óleo capilar estão representados na Figura 2.

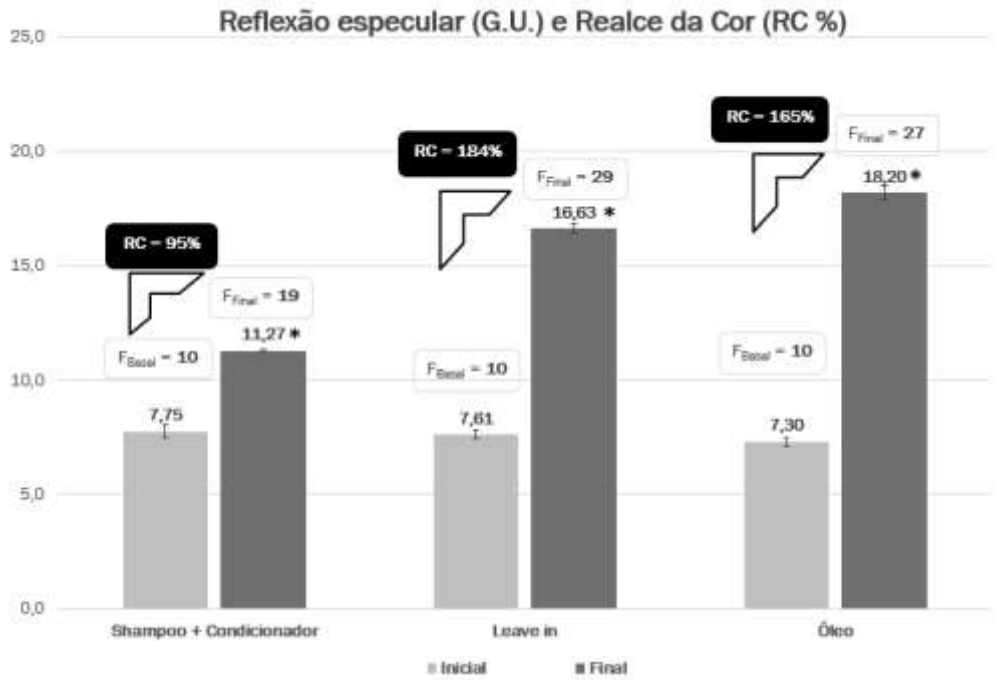



**Figura 2**. Resultados de Brilho em função dos tratamentos. Média ± sd.
*"*": Apresentou diferenças estatísticas significativas em relação à condição Inicial (mechas sem tratamento).*

A **Tabela 2** ilustra os resultados obtidos da análise estatística entre as condições Inicial e Final de reflexão especular e os valores de Fator de Realce da cor (F) para as duas condições. Além do valor de Realce da Cor, em porcentagem, entre as duas condições analisadas.

**Tabela 2.** Resultados da análise estatística. I.C. 95%. Inicial vs. Final (Fator de Realce da cor).

| **Comparação** (Inicial vs. Final) | **Apresentou diferenças significativas?** | **$F_{Inicial}$** | **$F_{Final}$** | **Realce da cor (%)** |
|---|---|---|---|---|
| **Linha completa** | Sim | 10 | 19 | **95** |
| **Leave in** | Sim | 10 | 29 | **184** |
| **Óleo** | Sim | 10 | 27 | **165** |

Segundo os resultados obtidos, as mechas submetidas a uma aplicação dos tratamentos Linha completa (Shampoo e Condicionador, Leave in e Óleo apresentaram Brilho significativamente superior em relação à respectiva condição Inicial (mechas sem tratamento). Portanto, o aumento do brilho dos cabelos indica uma maior luminosidade dos fios e a partir disso, pôde-se calcular o fator da cor dos cabelos interpolando os parâmetros de brilho e cor obtidos.
A linha completa, Leave in e o Óleo apresentaram aumento significativo de 95%, 184% e 165% de Realce da Cor, respectivamente, em relação aos cabelos sem tratamento.

**Mechas de cabelos Duplamente Descoloridas**
Os resultados Inicial e Final de Reflexão especular (Brilho) e fatores de realce da Cor (F) para as mechas de cabelos naturais tratadas com linha completa (Shampoo e Condiconador), creme de pentear (Leave in) e óleo capilar estão representados na Figura 3.

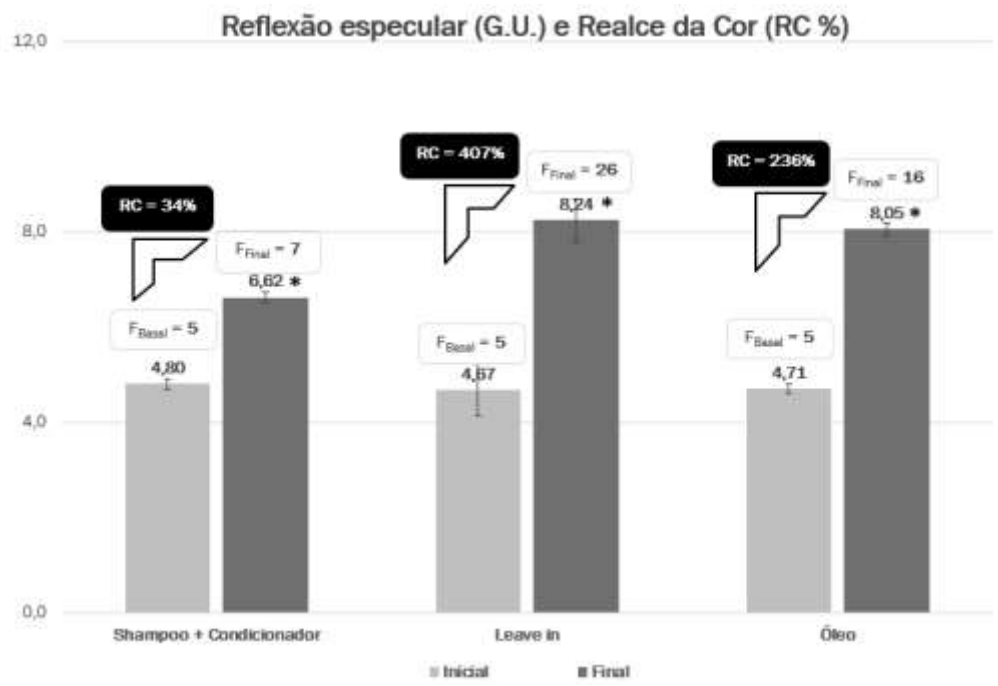



**Figura 3**. Resultados de Brilho em função dos tratamentos. Média ± sd.
*"*": Apresentou diferenças estatísticas significativas em relação à condição Inicial (mechas sem tratamento).*

A **Tabela 3** ilustra os resultados obtidos da análise estatística entre as condições Inicial e Final de reflexão especular e os valores de Fator de Realce da cor (F) para as duas condições. Além do valor de Realce da Cor, em porcentagem, entre as duas condições analisadas.

**Tabela 3.** Resultados da análise estatística. I.C. 95%. Inicial vs. Final (Fator de Realce da cor).

| **Comparação** (Inicial vs. Final) | **Apresentou diferenças significativas?** | **$F_{Inicial}$** | **$F_{Final}$** | **Realce da cor (%)** |
|---|---|---|---|---|
| **Linha completa** | Sim | 5 | 7 | **34** |
| **Leave in** | Sim | 5 | 26 | **407** |
| **Óleo** | Sim | 5 | 16 | **236** |

Segundo os resultados obtidos, as mechas submetidas a uma aplicação dos tratamentos Linha completa (Shampoo e Condicionador, Leave in e Óleo apresentaram Brilho significativamente superior em relação à respectiva condição Inicial (mechas sem tratamento). Portanto, o aumento do brilho dos cabelos indica uma maior luminosidade dos fios e a partir disso, pôde-se calcular o fator da cor dos cabelos interpolando os parâmetros de brilho e cor obtidos.
A linha completa, Leave in e o Óleo apresentaram aumento significativo de 34%, 407% e 236% de Realce da Cor, respectivamente, em relação aos cabelos sem tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, todos os tipos de mechas avaliados apresentaram variações significativas nos valores de fator de Realce da cor após os tratamentos, isso se deve ao aumento dos valores de brilho e dos parâmetros de cor a* e b*, que são diretamente proporcionais no aumento do valor do Chroma (C*). Isso permite que quando calculado o cruzamento entre as curvas de reflexão especular e Chroma, o valor obtido (slope) seja maior que o valor basal, otendo-se assim um maior fator final de realce de Cor para todos os tratamentos (Figura 4).

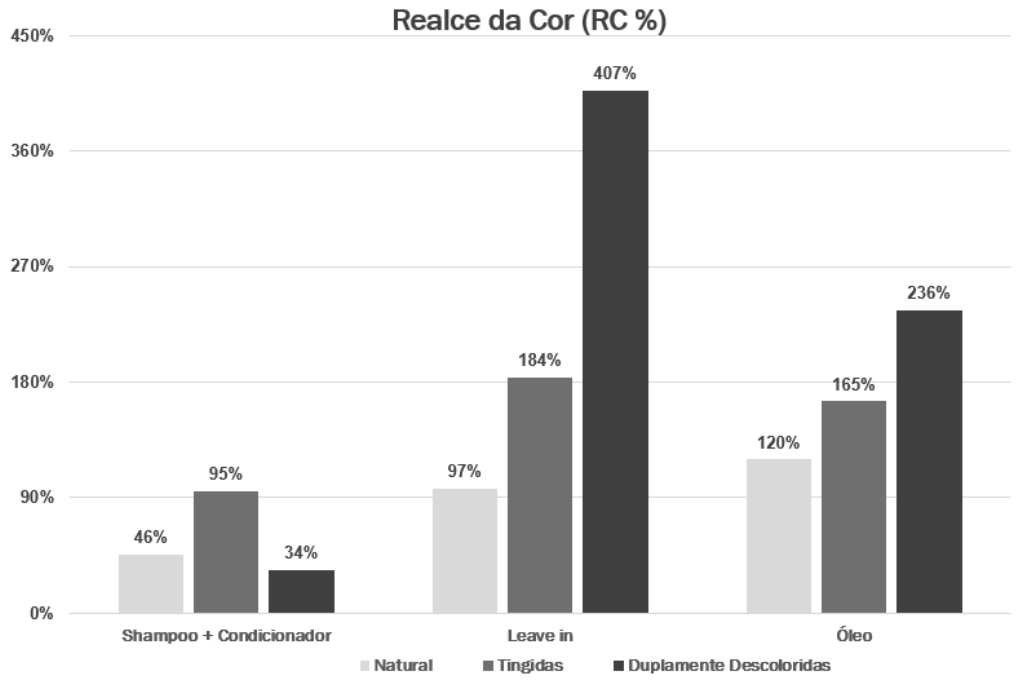



**Figura 4**. Resultados de Realce de Cor (em %) em função dos tratamentos.

As mechas duplamente descoloridas apresentaram maior variação de Realce da Cor, em porcentagem, para os tratamentos não enxaguáveis, seguidas pelas mechas tingidas e por fim para as mechas naturais.

Quando o cabelo sofre processos que agridem a camada cuticular, como descoloração ou exposição à radiação solar, a fibra perde parte de sua composição lipídica natural e as ligações entre a queratina e cistina são oxidadas a ácido cisteíco, deixando a fibra capilar mais negativa e hidrofílica, portanto mais suscetível a ligação e deposição de ingredientes como polímeros catiônicos, silicones e ceramidas presentes nos produtos não rinsáveis.

Esses produtos promovem uma “lubrificação” da fibra capilar, permitindo um aumento da reflexão especular e dos parâmetros de cor em relação às mechas antes do tratamento (Luengo, G, et. Al, 2014). Fato esse observado no aumento do realce da cor observado nas mechas duplamente descoloridas tratadas com leave in e óleo.

As mechas tingidas e submetidas a 30 lavagens sucessivas também apresentaram uma significativa variação nos valores de Realce da cor, pois o processo de várias lavagens com shampoo sem agentes condicionantes permitiu a lixiviação da superfície cuticular da fibra capilar e a modificação lipídica dela, permitindo maior interação dos produtos não rinsáveis com o cabelo.

As mechas naturais, como tem sua morfologia íntegra, apresenta a menor de todas as variações em relação aos outros tipos de cabelos, pois no caso desse tipo de mecha, as interações com os ingredientes das formulações permitem a lubrificação da superfície e o aumento do brilho e parâmetros de cor e consequente aumento do fator de realce, mas no mesmo nível de resposta que cabelos mais agredidos.

No caso da linha completa, observou-se um padrão diferente do observado para os produtos sem enxague. Nesse caso, a ordem crescente de variação do Fator de Realce se deu para as mechas duplamente descoloridas, seguidas das naturais e por fim as tingidas. O sistema shampoo e condicionador precisa ser muito bem pensado para que promova a limpeza da superfície capilar com os ativos aniônicos do shampoo e condicionamento pelos polímeros catiônicos formadores de filme dos

condicionadores. Esses últimos devem formar uma camada fina e homogênea na superfície da fibra que resultará em um aumento na reflexão especular dela, por muitas vezes a formulação dos condicionadores podem levar ao acumulo de resíduos e não fomação de um filme homogêneo, privilegiando mais a reflexão difusa da luz refletida em relação a reflexão especular em alguns tipos de cabelos (Luengo, G, et. Al, 2014).

**CONCLUSÃO**

O desenvolvimento do Fator de Realce da Cor foi pensado para mensurar a intensificação da Cor dos cabelos após os tratamentos cosméticos, combinando dois atributos – Brilho e Cor - muito utilizados para referir-se à saúde dos fios capilares.

Quanto maior o valor obtido para o Fator de realce da cor dos cabelos, mais radiante/ intensa a cor dos cabelos após o tratamento cosmético.

No estudo foi possível observar que produtos rinsáveis aplicados em mechas que sofreram agressão da sua camada cuticular, como as mechas submetidas a dupla descoloração e as mechas tingidas submetidas a 30 lavagens sucessivas com shampoo sem agentes condicionantes, apresentaram maior variação, em porcentagem, do fator de Realce da Cor.

Esses produtos promovem uma “lubrificação” da fibra capilar, permitindo um aumento da reflexão especular e dos parâmetros de cor em relação às mechas antes do tratamento

As mechas naturais, por possuir sua estrutura mais íntegra, apresenta a menor de todas as variações em relação aos outros tipos de cabelos mais agredidos.

No caso do tratamento com produtos rinsáveis, observou-se um padrão diferente do observado para os produtos sem enxague, pois o sistema shampoo e condicionador precisa promover a limpeza da superfície capilar e o condicionamento formando um filme dos condicionadores. Esses últimos devem formar uma camada fina e homogênea na superfície da fibra que resultará em um aumento na reflexão especular dela, por muitas vezes a formulação dos condicionadores podem levar ao acumulo de resíduos e não fomação de um filme homogêneo

**REFERÊNCIAS**


Berns, R. (2000). Principles of Color Technology (3rd Edition). New York: Wiley.

CIE (1995). Industrial colour difference evaluation. Publication No. 116.

Caulcutt, R., & Boddy, R. (1989). Statistics for Analytical Chemists. Chapman and Hall Ltd.

Hunt, W. G. (1987). Measuring Color. England: Wiley.

Lee, Y.-K., Yu, B., & Lim, H.-N. (2010). Lightness, chroma, and hue distributions of a shade guide as measured by a spectroradiometer. The Journal of prosthetic dentistry, 104, 173-181. https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60116-3

Luengo, G., Galliano, A., & Dubief, C. (2014). Aqueous Lubrication in Cosmetics. https://doi.org/10.1142/9789814313773_0004

Neto, B. B., Scarminio, I. S., & Bruns, R. E. (2002). Como Fazer Experimentos: Pesquisa e Desenvolvimento na Ciência e na Indústria (2nd Edition). Editora da Unicamp.

Ohno, Y. (2000). CIE Fundamentals for Color Measurements. IS&T NIP16 Conference, Vancouver.

Robbins, C. R. (1979). Chemical and Physical Behavior of Human Hair (3rd Edition). New York: Springer-Verlag.

Strauss, J., & Pochi, P. (1963). The Sebaceous Glands. In Advances in Biology of Skin, Vol. 4, p. 220-254. Pergamon Press.