

Desenvolvimento de método de avaliação de cor para quantificar eritema: modelo estatístico utilizando equação matricial de regressão linear múltipla

Autores: Júlia Casanova Durante¹, Monica Maruno¹

Colaborador: César Augusto Sangaletti Terçariol¹

1,1,1 Centro Universitário Barão de Mauá

¹juliacasanova1@hotmail.com, ¹monica.maruno@baraodemaua.br

Resumo

A colorimetria estuda e quantifica a forma como a visão humana percebe a cor. O método em desenvolvimento poderá ser utilizado como um método de análise de cor da pele. O objetivo do trabalho foi obter um modelo estatístico que possibilite estimar os valores padrão de cores RGB a partir de fotografias. A aproximação da matriz identidade demonstrou uma possibilidade inovadora de um método para avaliar cor.

Introdução

A cor é um fenômeno primitivo presente em toda parte. Sua percepção é indissociável de várias esferas desde a ciência à arte. As teorias da cor possuem como base fatores que se associam à forma como esta é percebida e distinguida. Atualmente, emprega-se termos como cor, cor pura, cor saturada, luminosidade e brilho de forma bastante vasta. A distinção entre amarelo, verde, azul entre outras é empregada ao termo "cor". A pureza da cor, também denominada de "saturação", aponta o distanciamento da cor observada em relação a uma cor cinza de mesma intensidade luminosa. A intensidade da luz refletida é a "luminosidade", já o "brilho" retrata sobre a quantidade de luz emitida através de objetos luminosos como lâmpadas (LOPES, 2013).

A percepção da cor deve ser considerada pela conformação do olho humano, que possui visão tri crômica, baseando-se apenas nas cores azul, verde e vermelho. Na retina, há dois sensores: os bastonetes e os cones. Os cones relacionam-se com a percepção das cores e os bastonetes com a percepção de tons de cinza. Também deve-se levar em consideração a luz visível, que corresponde a um conjunto de vibrações eletromagnéticas percebidas pelos seres humanos. Quanto menor o comprimento de onda, maior a frequência de oscilação, liberando assim os fótons dos elétrons, dando

origem à luz visível, cujo comprimento de onda se encontra na faixa de 380 nm a 740 nm e cuja frequência está entre 405 THz e 790 THz. A luz branca, por sua vez, é formada por todas as cores visíveis, do vermelho ao violeta (ROCHA, 2010).

O olho humano funciona de forma parecida a dos equipamentos de registro de imagem de acordo com a detecção e recepção da luz, focando a luz recebida e fazendo-a convergir na retina, formando uma imagem invertida. Os cones e bastonetes (sensíveis à luz) presentes na retina, convertem os fótons absorvidos em impulsos nervosos que comunicam ao cérebro através do nervo óptico, de onde vem a interpretação em imagem através do cérebro ao processá-los (LOPES, 2013).

Segundo Guimarães (2000, p. 54), a cor é definida por três características: a matiz ou tonalidade, o brilho ou luminosidade e a saturação ou croma. A matiz é a cor definida pelo comprimento de onda. O brilho é a luminosidade da cor, referente à proximidade do branco ou preto. A croma é definida como sendo o grau de pureza da cor.

O presente projeto integrado necessita de um método para avaliar coloração de pele.

A classificação de cor de pele tanto por Fitzpatrick & Moshier quanto por Wilkinson & Moore determina que a cor natural da pele é facultativa ou constitutiva. A cor de pele classificada como facultativa depende do meio ambiente, ou seja, da exposição solar, processo de envelhecimento e influências hormonais, e a classificada como constitutiva é controlada por fatores genéticos (GONCHOROSKI; CÔRREA, 2005).

A coloração da pele se dá através da combinação de vários fatores, como vasos sanguíneos, células dérmicas e epidérmicas, carotenoides e melanina. Os vasos sanguíneos podem contribuir com a coloração de acordo com sua quantidade, proximidade com a superfície da pele, estado de dilatação e grau de oxigenação, onde fornece tom roxo a

azulado por conta da hemoglobina; as células epidérmicas e dérmicas trazem tom natural branco ou amarelo de acordo com sua espessura; os carotenoides amarelos presentes na hipoderme contribuem também para a coloração da pele, mas dependem da melanina sintetizada.

A melanina é constituída de polímero proteico que se origina da oxidação da tirosina pela enzima tirosinase para a diidroxifenilalanina (DOPA) dentro dos melanócitos. São formados dois tipos de melanina a partir desse processo: as eumelaninas e as feomelaninas. As eumelaninas são resultados da polimerização oxidativa de compostos indólicos derivados da DOPA e compostas de grupo homogêneo de pigmentos pardos e insolúveis; as feomelaninas são constituídas por benzoatiazidas e benzotiozóis, e compostas por grupo heterogêneo de pigmentos pardos avermelhados e solúveis em meio alcalino. Ou seja, a pigmentação da pele depende da atividade da tirosinase nos melanócitos, da transferência da melanina aos queratinócitos e da natureza química da melanina (GONCHORSKI; CÔRREA, 2005).

Para se fazer a medida da cor da pele, podem ser utilizados aparelhos colorimétricos.

A colorimetria estuda e quantifica a forma como a visão humana percebe a cor através da medida de cores, onde essas são expressadas numericamente.

A fotometria trata-se de uma avaliação colorimétrica onde a câmera fotográfica representa o olho humano, pois, na realidade o que chegam aos nossos olhos não são as imagens dos objetos, mas sim a luz refletida destes, então, a luz que passa pela lente da câmera é a luz refletida pelos objetos. A fotometria é a medida exata de luz necessária para formar a imagem no sensor ou filme fotográfico (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Câmeras digitais comuns não se destinam à medição fotométrica como instrumento, porém, calibradas adequadamente e com auxílio de um software e análises de imagens digitais, podem fazer registro de imagens onde é possível a obtenção de informações quantitativas da luz incidente (VERTCHENKO; VERTCHENKO, 2015).

Objetivos

Objetivo geral

Padronizar um método de avaliação de cor com vistas à avaliação de eritema pós-*peeling*

Objetivos Específicos

Obter um modelo estatístico que possibilite estimar os valores padrão de cores vermelho (R), verde (G) e azul (B) a partir de fotografias do livro Colour Index XL: More than 1,100 New Palettes with CMYK and RGB Formulas for Designers and Artists (KRAUSE, 2017).

Método

O livro foi iluminado exclusivamente com luz branca e foram fotografados 283 padrões de cores (amostra aleatória) com máquina fotográfica Nikon D3100. Foi desenvolvida uma rotina em Python para realizar a leitura dos arquivos obtidos a partir das fotografias. Essa rotina calculou, para cada arquivo, as médias dos valores de vermelho (R), verde (G) e azul (B) de todos os seus pixels e gravou esses resultados num arquivo de planilha do Excel. Juntamente com esses dados advindos da rotina, foram digitados os valores padrão RGB (presentes no livro) de cada cor. Foi aplicado o método dos mínimos quadrados para obter a equação matricial de regressão linear múltipla a partir dos valores RGB registrados na planilha. A qualidade da estimativa realizada pelo modelo foi medida pelo coeficiente de determinação ajustado r^2 , que pode variar de 0 (ausência de predição) a 1 (predição perfeita).

Resultados e Discussão

Existem dois tipos de sistemas para lidar com as cores, um para corpos opacos que refletem a luz e outro para corpos que emitem luz. O sistema regulador de corpos emissores de luz é denominado de “RGB” (Red, Green and Blue, ou seja, vermelho, verde e azul) ou de “Cor Luz”, e este se compõe por adição, que combina as três cores básicas nas proporções corretas obtendo a cor branca. O sistema que regula os corpos opacos que refletem luz é conhecido como CMY (Cyan, Magenta and yellow, ou seja, ciano, magenta e amarelo) ou como “Cor Pigmento”, e tem como base a subtração, pois, combinando as três cores na proporção correta, obtém-se o preto (ROCHA, 2010). Para esta pesquisa, foi utilizado o sistema RGB.

A equação matricial resultante foi a seguinte:

$$\begin{bmatrix} \hat{R} \\ \hat{G} \\ \hat{B} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1,697 & -0,126 & -0,042 \\ -0,255 & 1,505 & 0,142 \\ -0,125 & -0,094 & 1,179 \end{bmatrix}}_{\text{matriz de correção angular}} \times \underbrace{\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix}}_{\text{sem correção}} + \underbrace{\begin{bmatrix} 39,04 \\ 41,41 \\ 42,76 \end{bmatrix}}_{\text{matriz de deslocamento}}$$

com correção

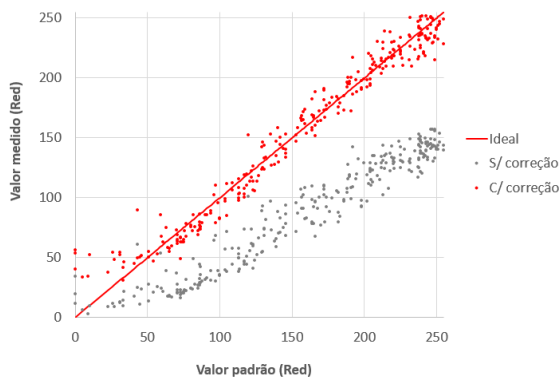
Equação matricial 1: Correção angular e de deslocamento.

onde r, g e b são, respectivamente, os valores de vermelho, verde e azul registrados pela

câmera (ainda sem a correção do modelo) e \hat{R} , \hat{G} e \hat{B} são as estimativas, obtidas pelo modelo, dos valores-padrão R, G e B presentes no livro. A matriz de correção angular apresentou valores próximos de 1 em sua diagonal principal e valores próximos de 0 nas demais entradas, ou seja, ligeiramente distante da

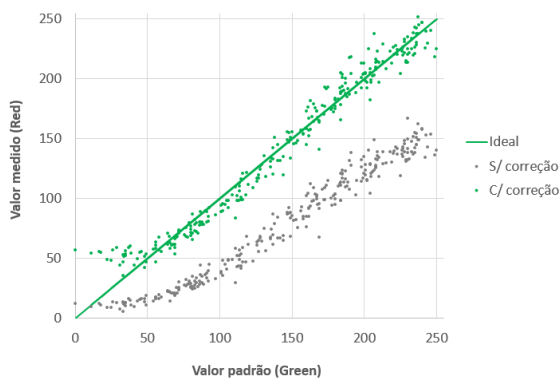
matriz identidade $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, indicando que houve uma pequena correção nas matizes das cores. A matriz de deslocamento apresentou valores não-desprezíveis (se comparados ao intervalo total de 0 a 255), indicando uma possível insuficiência na iluminação durante a realização das fotografias.

Gráfico 1. Diagrama de dispersão entre o valor padrão para a cor vermelha e o valor medido sem correção e com correção da equação matricial.



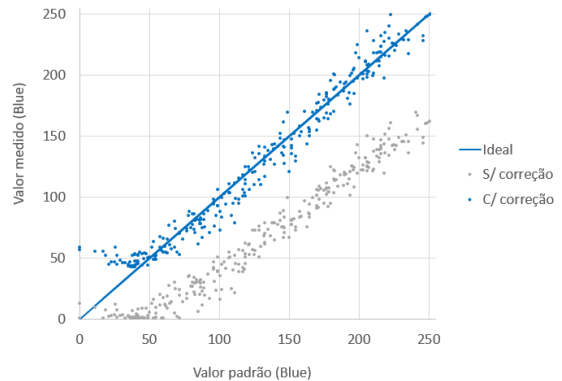
$$r^2 = 0,9621$$

Gráfico 2. Diagrama de dispersão entre o valor padrão para a cor verde e o valor medido sem correção e com correção da equação matricial.



$$r^2 = 0,9647$$

Gráfico 3. Diagrama de dispersão entre o valor padrão para a cor azul e o valor medido sem correção e com correção da equação matricial.



$$r^2 = 0,9608$$

Pode-se observar um mesmo padrão nos 3 gráficos:

- o deslocamento angular dos valores sem correção e com correção se deu pela matriz de correção angular na matriz de identidade;
- a dispersão dos valores sem correção e com correção pela equação matricial apresenta um afastamento demonstrado na equação obtida pela matriz de deslocamento;
- o modelo apresentou altos índices ajustados de determinação (r^2).

Conclusão

O modelo estatístico obtido não reproduz, de forma exata, os valores-padrão RGB, porém é capaz de realizar uma estimativa com alto índice de determinação.

Perspectivas:

- * Utilizar outros espaços de cores em vez do RGB, tais como CMYK, Lab, HSB, HSV etc.
- * Desenvolver um aplicativo, para *smartphone*, capaz de obter fotografias sem alteração automática de brilho ou cores.

Referências

GUIMARÃES, Luciano. **A cor como informação. A construção biofísica, lingüística e cultural da simbologia das cores.** São Paulo: Editora Annablume, 2000

GONCHOROSKI, Danieli DÜrks; CÔRREA, Giane Márcia. Tratamento de hiper Cromia pós - inflamatória com diferentes formulações clareadoras. **Infarma**, Ijuí, v. 17, n. 3/4, 2005. Disponível em: <http://cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/17/tratamento_de_hiper Cromia.pdf>. Acesso em: 03 maio 2018.

KRAUSE, Jim. **Colour Index XL: More than 1,100 New Palettes with CMYK and RGB Formulas for Designers and Artists**. New York City: Watson-guptill, 2017. 304 p

LOPES, João Manuel Brisson, *Cor e Luz*. 2013. 47f. Dissertação para Disciplina de Computação Gráfica – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <<http://disciplinas.ist.utl.pt/leic-cg/textos/livro/Cor.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

MUKAKA, Mavaka. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Med J**. v. 2, n. 3, p. 69-71, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3576830/>>. Acesso em 26 de outubro de 2018.

OLIVEIRA, E. M; et al. Comparação do colorímetro Minolta e máquina digital para

avaliação da cor do café beneficiado. **Embrapa Café**, Viçosa, 2010. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4454/F11n21_36-CBPC-2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 jun. 2018.

ROCHA, João Carlos. Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB E CMY: The additive color model RGB, and subtractive color model CMY. **Revista Belas Artes**, São Paulo, v. 2, n. 3, p.1-19, mai-ago 2010. Disponível em: <<http://www.belasartes.br/revistabelasartes/downloads/artigos/3/cor-luz-cor-pigmento-e-os-sistemas-rgb-e-cmy.pdf>>. Acesso em: 23 out.2018.

VERTCHENKO, Larissa; VERTCHENKO, Lev. Fotometria usando câmera fotográfica digital. **Abakós**, Belo Horizonte, v.3, n. 2, p. 108-117, maio 2015. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/abakos/article/view/8052/7917>>. Acesso em: 03 maio 2018.