

## Sumário

Introdução .....	3
O que é cor?.....	5
O Modelo de Cores RGB .....	7
O modelo de cores CMYK.....	9
O Modelo de Cores HSB .....	11
O modelo de cores Lab .....	12
Modelo XYZ.....	13
Bibliografia.....	17

## Introdução

A cor evoca um estado de espírito: ela cria contraste e destaca a beleza em uma imagem. Ela pode tornar vibrante uma cena melancólica e uma imagem esmaecida pode imediatamente adquirir vida. As cores certas podem transformar um site Web sem brilho em uma faiscante porta de entrada.

Para o artista gráfico, pintor ou produtor de vídeo, a criação da cor perfeita é essencial. Quando as cores não estão corretas, o conceito se torna incompleto; a imagem talvez não consiga transmitir a informação, e a experiência artística pode ser perdida. Se o verde-brilhante que deve irradiar de uma floresta estiver muito amarelado e fraco, o esplendor da natureza deixa de ser retratado e a aparência "sadia" da paisagem é perdida. Se os vermelhos da floresta que deveriam ser resplandecentes e vibrantes tornarem-se fracos, será transmitida uma imagem apática e deprimente ao invés de excitante.

Produzir a cor perfeita não é uma tarefa fácil. Um pintor tem que misturar e remisturar a tinta, fazendo combinações para obter tons perfeitos, que correspondam às imagens visitadas ou imaginadas. Os fotógrafos e os cinegrafistas gastam horas testando, refocalizando e acrescentando luzes até que a cena perfeita seja criada. Em muitos aspectos, trabalhar com cores no computador não é muito diferente. O computador cria seu próprio conjunto de problemas e dificuldades técnicas. Como você pode garantir que as cores que você vê na tela correspondem às cores da natureza ou de sua visão artística? E, a seguir, como fazer para que as mesmas cores vistas na tela apareçam na imagem impressa?

Os modelos de cores foram criados para permitir a conversão de cores em dados numéricos, de modo que possam ser descritos de forma consistente em várias mídias. Por exemplo, quando dizemos que a cor é "azul-esverdeada", estamos dando margem à interpretação baseada principalmente na percepção

pessoal. Por outro lado, ao atribuir valores específicos àquela cor em um modelo de cores - no modelo CMYK, seria 100% ciano, 3% magenta, 30% amarelo e 15% preto -, torna possível reproduzir aquela cor sempre que necessário.

Existem vários modelos de cores, entre eles os mais usados são: RGB, CMYK, HSB, Lab. Os modelos de cores RGB e CMYK são uma lembrança constante de que as cores da natureza, as cores no seu monitor e as cores da página impressa são criadas de maneiras completamente diferentes. Seu monitor cria cores emitindo feixes de luz nas cores vermelho, verde e azul; ele usa o modelo de cores RGB (vermelho/verde/azul). Para reproduzir o efeito de tom contínuo das fotografias coloridas, a tecnologia de impressão utiliza uma combinação de tintas ciano, magenta, amarelo e preto, que reflete e absorve vários comprimentos de luz. As cores criadas pela impressão composta dessas quatro cores fazem parte do modelo CMYK (cian/magenta/amarelo/preto). O modelo de cores HSB (matriz/saturação/brilho) fornece uma maneira intuitiva de traduzir as cores da natureza em cores que seu computador cria, pois esse modelo baseia-se na maneira pela qual os seres humanos percebem as cores. O modelo de cores Lab fornece um meio de criar cor independentemente do dispositivo, isto é, cores Lab não deverão variar, independente do monitor ou impressora.

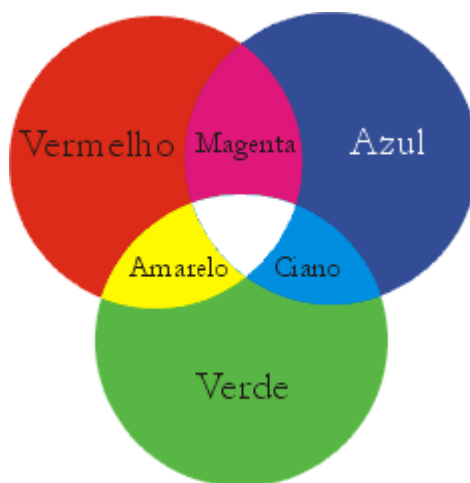
## O que é cor?

A cor existe por causa de três entidades: a luz, o objeto visualizado e o observador. Os físicos já provaram que a luz branca é composta pelos comprimentos de onda vermelho, verde e azul. O olho humano percebe as cores como sendo vários comprimentos de onda do vermelho, do verde e do azul que são absorvidas ou refletidas pelos objetos. Por exemplo, suponha que você esteja fazendo um piquenique em um dia ensolarado, prestes a apanhar uma maçã vermelha. A luz do sol brilha na maçã e o comprimento de onda de vermelho da luz reflete-se da maçã para seus olhos. Os comprimentos de onda do azul e do verde são absorvidos pela maçã. Sensores em seus olhos reagem à luz refletida, enviando uma mensagem que é interpretada pelo seu cérebro como sendo a cor vermelha.

Sua percepção da cor vermelha depende da maçã, da luz e de você. Uma maçã absorverá mais verde e azul do que outra, assim a sua cor aparecerá avermelhada. Se nuvens encobrirem o sol, o vermelho da maçã aparecerá mais escuro. Sua interpretação da maçã também será afetada por sua própria fisiologia, por sua experiência em consumir essa fruta ou pelo fato de você não ter comido nada naquele dia.

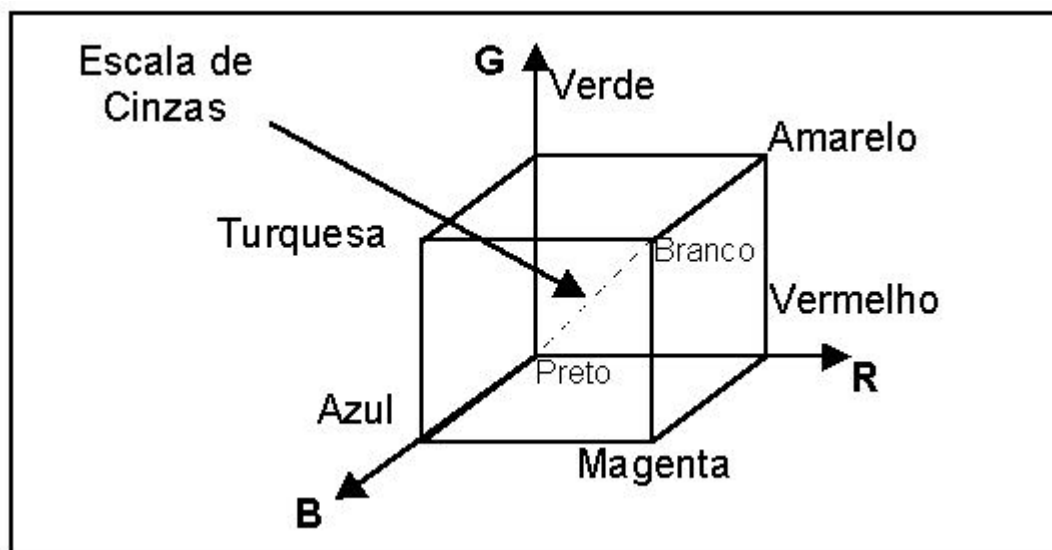
Os comprimentos de onda do vermelho, do verde e do azul que lhe permitem enxergar a maçã são a base para todas as cores da natureza. É por isso que o vermelho, o verde e o azul são freqüentemente chamados de *cores primárias*. Todas as cores do espectro são criadas por diferentes intensidades desses comprimentos de onda da luz. Quando as três cores primárias se sobrepõe, elas criam as cores secundárias: ciana, magenta e amarelo. As

primárias e secundárias são complementos umas das outras. As *cores complementares* são as cores que mais diferem umas das outras. Na figura abaixo, pode-se ver que o amarelo é formado por vermelho e verde. O azul é a cor primária ausente; portanto, azul e amarelo são complementares. O complemento do verde é o magenta; e o complemento do vermelho, o ciano. Isso explica porque vemos outras cores além de vermelho, verde e azul. Em um girasol, vê-se o amarelo porquê os comprimentos de onda de luz vermelho e verde são refletidos de volta para você, enquanto o azul é absorvido pela planta.



A figura também mostra que todas as cores primárias se combinam para criar o branco. Você poderia achar que adicionar todas essas cores produziria uma cor mais escura, mas lembre-se de que você está acrescentando luz. Quando os comprimentos de onda da luz são somados, obtemos cores mais claras. É por isso que as cores primárias da luz frequentemente são chamadas de *cores aditivas*. Juntando todas as cores da luz, obtemos a luz mais clara: a luz branca. Assim quando você vê um pedaço de papel branco, todos os comprimentos de onda do vermelho, do verde e do azul da luz estão sendo refletidos para você. Quando você vê preto, todos os comprimentos de onda de vermelho, de verde e de azul da luz estão sendo completamente absorvidos pelo objeto: dessa forma, nenhuma luz é refletida de volta para você.

## O Modelo de Cores RGB



O sistema usado para a criação de cores em seu monitor baseia-se nas mesmas propriedades fundamentais da luz que ocorrem na natureza: essas cores podem ser criadas a partir do vermelho, do verde e do azul. Essa é a base do modelo de cores RGB.

Seu monitor colorido cria cores emitindo três feixes de luz com diferentes intensidades, iluminando o material fosforescente vermelho, verde e azul que reveste a parte interna da tela do monitor. Quando você vê o vermelho, isso significa que o monitor ativou o feixe vermelho, que excita os fósforos vermelhos, acendendo um pixel vermelho na tela. Portanto, ver uma imagem escaneada de uma maçã na tela é diferente de ver uma maçã em cima do computador, esperando para ser comida. Se você apaga as luzes de seu quarto-sala, não verá mais a sua sobremesa, mas continuará vendo a maçã escaneada, pois seu monitor emite luz.

No modelo de cores RGB, as cores dos pixels podem ser mudadas combinando-se vários valores de vermelho, verde e azul. Cada uma das três cores primárias tem um intervalo de valores de 0 até 255. Quando você combina os 256 possíveis valores de cada cor, o número total de cores fica em aproximadamente 16,7 milhões ( $256 \times 256 \times 256$ ). Isso pode parecer uma quantidade imensa de cores, mas lembre-se de que elas constituem apenas uma parte visível das cores da natureza. Contudo, 16,7 milhões de cores é suficiente para reproduzir imagens digitalizadas cristalinas em um monitor capaz de exibir cores 24 bits.

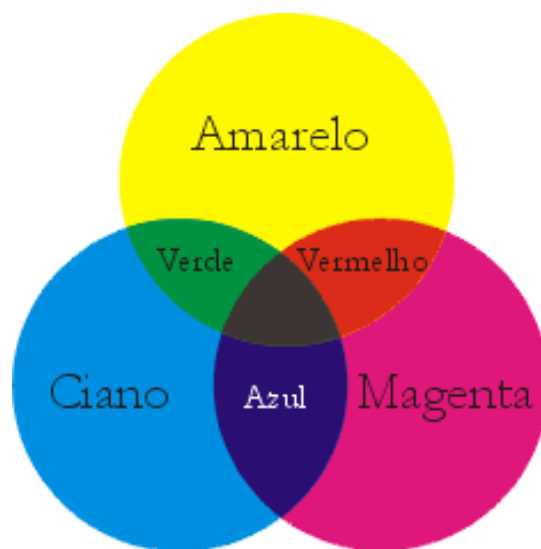
## O modelo de cores CMYK

O modelo de cores CMYK baseia-se não na adição de luz, mas em sua subtração. No modelo RGB, as cores são criadas acrescentando-se luz, o monitor (ou a televisão) é uma fonte de luz que pode produzir cores. Mas uma página impressa não emite luz; ela absorve e reflete luz. Então, quando você quiser transportar as cores do monitor para o papel, terá de usar outro modelo, o CMYK. O modelo de cores CMYK é a base do processo de *impressão em quatro cores* (quadricomia), que é usado principalmente para imprimir imagens de tons contínuos (como as fotografias digitalizadas) em uma gráfica. Na quadricomia as cores são reproduzidas em uma impressora usando quatro chapas: *C* (ciano), *M* (magenta), *Y* (amarelo) e *K* (preto - que é representado pela letra *K* porque a nomenclatura baseia-se no inglês, e o *B* de “black” poderia ser confundido com *B* de “blue”).

Como uma página impressa não consegue emitir luz, uma impressora não pode usar as cores RGB para imprimir; em vez disso, ela utiliza tintas que podem absorver comprimentos de onda de luz específicos e refletir outros comprimentos de onda. Combinando tintas de cor ciano, magenta e amarelo, uma impressora comercial pode reproduzir uma parte significativa do espectro visível de cores. Na teoria, 100% ciano, 100% magenta e 100% amarelo devem ser combinados para produzir o preto. No entanto devido a impureza das tintas, a misturas das cores ciano, magenta e amarelo produz um marrom turvo em vez de preto. Portanto as impressoras geralmente adicionam o preto, às outras três cores para produzir as partes mais escuras e cinzas das imagens.



A figura abaixo mostra as cores secundárias *subtrativas* sobrepondo-se para criar um marrom turvo. Observe que cada par de cores subtrativas cria uma cor primária.



## O Modelo de Cores HSB

Embora os modelos de cores RGB e CMYK sejam essenciais à computação gráfica e à impressão, muitos desenhistas e artistas gráficos acham desnecessariamente complicado tentar misturar cores usando valores ou porcentagens de outras cores. O uso de um disco de cores ajuda, mas nem o modelo RGB nem o CMYK são muito intuitivos. A mente humana não separa as cores em modelos de vermelho/verde/azul ou ciano/magenta/amarelo/preto. Para facilitar essas escolhas, foi criado um terceiro modelo de cores: modelo HSB - Hue/Saturation/Brightness (matiz/saturação/brilho).

O HSB baseia-se na percepção humana das cores e não nos valores RGB do computador ou nas porcentagens de CMYK das impressoras. O olho humano vê cores como componentes de matiz, saturação e brilho.

Pense nos matizes como sendo as cores que você pode ver em um disco de cores. Em termos técnicos, *matiz* baseia-se no comprimento de onda de luz refletida de um objeto, ou transmitida por ele. A *saturação*, também chamada de *chroma*, é a quantidade de cinza em uma cor. Quanto mais alta a saturação, mais baixo é o conteúdo e mais intensa é a cor. O *brilho* é uma medida de intensidade da luz em uma cor.

## O modelo de cores Lab

Falta ainda explorar mais um modelo de cores. Embora não seja usado com tanta frequência quanto os outros modelos, o modelo de cores Lab merece ser investigado, particularmente porque pode-se mostrar útil em certas situações de edição de cores.

Embora talvez você nunca precise usar o modelo Lab, esse modelo é vital para alguns programas. No Photoshop, por exemplo, é utilizado para converter de um modo de cor para outro. Quando o Photoshop converte de RGB para CMYK, primeiro ele converte para Lab e, a seguir, de Lab para CMYK. Uma razão para isso é que a gama de cor Lab abrange as gamas de cor RGB e CMYK.

O modelo de cor Lab baseia-se no trabalho da Commission Internationale de l'Éclairage, formada no início do século XX, para tentar padronizar a medida de cores. A comissão idealizou um modelo de cores baseado na maneira pela qual a cor é percebida pelo olho humano. Em 1976, o modelo de cores original foi refinado e chamado de CIE Lab. Ele foi criado para proporcionar cores consistentes, independentemente do tipo de monitor ou impressora utilizado; isso chama-se *independente de dispositivo* (device-independent-color). A cor independente de dispositivo não é afetada pelas características ou peculiaridades de qualquer componente de hardware.

## Modelo XYZ

O sistema XYZ de cores primárias da CIE (Comissão Internacional de Iluminação) é um sistema aditivo que descreve as cores através de 3 cores primárias virtuais X, Y e Z. Esse sistema foi criado devido à inexistência de um conjunto finito de cores primárias que produza todas as cores visíveis possíveis. Nesse sistema, as cores CI podem ser expressas pela seguinte equação:

$$CI = xX + yY + zZ$$

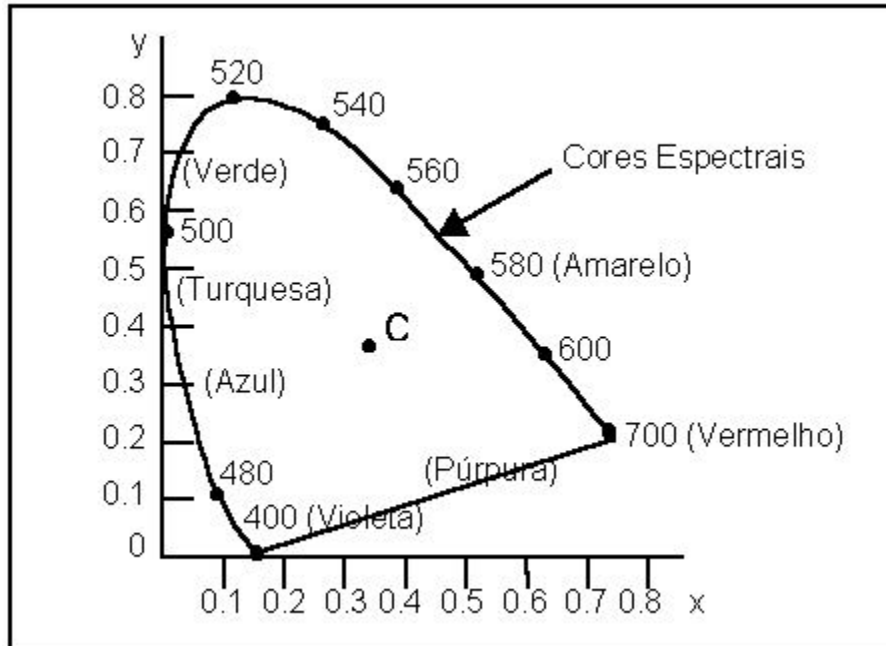
em que x, y e z especificam as quantidades das primárias padrão necessárias para descrever uma cor espectral. A normalização dessa quantidade em relação à luminância (X + Y + Z) possibilita a caracterização de qualquer cor. As cores desse sistema podem ser expressas pelas quantidades normalizadas abaixo:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

com  $x + y + z = 1$ . Assim, qualquer cor pode ser definida através de X e Y que, por dependerem apenas do matiz e da saturação, são chamadas de coordenadas de cromaticidade. Essas coordenadas descrevem a direção do raio produzido por uma fonte de luz real e podem ser aplicadas a qualquer sistema de 3 estímulos. Esse raio deve estar contido no cone de cores reais e, por isso, deve intersectar o plano unitário  $X + Y + Z = 1$ . A descrição completa de uma cor é dada pelas coordenadas de cromaticidade e pelo valor de um dos 3 estímulos originais, normalmente do Y, que contém a informação de luminância. Essa descrição possibilita a obtenção das quantidades de X e Z através das equações abaixo:

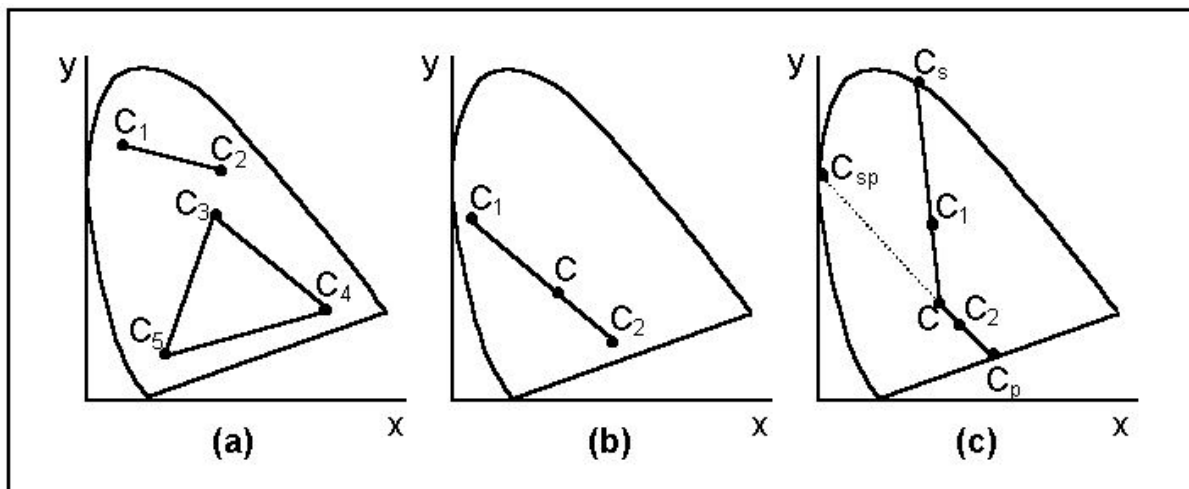
$$X = \frac{x}{y}Y \quad Z = \frac{z}{y}Y, \text{ onde } z = 1 - x - y.$$

O sistema XYZ é formado por cores imaginárias que são definidas matematicamente. Nesse sistema, as combinações de valores negativos e outros problemas relacionados à seleção de um conjunto de primárias reais são eliminados. Através das coordenadas de cromaticidade X e Y é possível representar todas as cores num gráfico bidimensional. O traçado das quantidades de X e Y normalizadas para as cores no espectro visível resulta na curva ilustrada na figura abaixo:



Os pontos que representam as cores puras no espectro eletromagnético são rotulados de acordo com os seus comprimentos de onda e estão localizados ao longo da curva que vai da extremidade correspondente à cor vermelha até a extremidade correspondente à cor violeta. A linha reta que une os pontos espectrais vermelho e violeta é chamada linha púrpura, e não faz parte do espectro. Os pontos internos correspondem a todas as combinações possíveis de cores visíveis, e o ponto C corresponde à posição da luz branca.

Devido à normalização, o diagrama de cromaticidade não representa os valores de luminância. Por isso, as cores com luminâncias diferentes e cromaticidades iguais são mapeadas no mesmo ponto. Através desse diagrama, é possível determinar e comparar os espaços de cores dos diferentes conjuntos de primárias, identificar as cores complementares (2 cores que, somadas, produzem a cor branca) e determinar o comprimento de onda dominante e a saturação de uma cor.



Os espaços de cor são representados no diagrama, ilustrado na figura 6a, através de linhas retas ou de polígonos. Todas as cores ao longo da linha que une os pontos  $C_1$  e  $C_2$  na figura a podem ser obtidas através da mistura de quantidades apropriadas das cores correspondentes a esses pontos. A escala de cores para 3 pontos (por exemplo,  $C_3$ ,  $C_4$  e  $C_5$  na a) é representada por um triângulo cujos vértices são definidos pelas cores correspondentes às 3 posições e inclui cores contidas no interior e nas margens fronteiriças desse triângulo.

Através do diagrama é possível perceber que nenhum conjunto formado por 3 primárias pode gerar todas as cores, pois nenhum triângulo contido no diagrama abrange todas as cores possíveis. As cores complementares são identificadas por 2 pontos localizados em lados opostos do ponto  $C$  e conectados por uma linha reta. Por exemplo, misturando quantidades apropriadas de 2 cores  $C_1$  e  $C_2$  (figura b), obtém-se a luz branca.

A determinação do comprimento de onda dominante de uma cor pode ser feita interpretando-se a escala de cores entre 2 primárias. O comprimento de onda

dominante da cor  $C_1$ , representada na figura c, é determinado traçando-se uma linha reta que parte do ponto C passando pelo ponto  $C_1$  e intersectando a curva espectral no ponto  $C_s$ . A cor  $C_1$ , corresponde então, à combinação da luz branca com a cor espectral  $C_s$ , pois  $C_s$  é o comprimento de onda dominante de  $C_1$ . O comprimento de onda dominante das cores que estão entre o ponto C e a linha púrpura é determinado de outra forma. Traça-se uma linha a partir do ponto C (figura c) passando pelo ponto  $C_2$  e intersectando a linha púrpura no ponto  $C_p$ . Como esse ponto não pertence ao espectro visível, o ponto  $C_2$  é referenciado como sendo uma cor não espectral e o seu comprimento de onda dominante é obtido através do prolongamento da reta até que ela intercepte a curva espectral, no ponto  $C_{sp}$ . As cores não espectrais estão entre púrpura e magenta, e são geradas através da subtração do comprimento da onda dominante (como, por exemplo, o  $C_{sp}$ ) da luz branca.

A pureza de uma cor (por exemplo, de  $C_1$  na figura c) é determinada através da distância relativa do ponto  $C_1$ , que corresponde à linha reta que vai do ponto C até o ponto  $C_s$ . Pode-se calcular a pureza do ponto  $C_1$  através da relação  $d_{c1}/d_{cs}$ , onde  $d_{c1}$  representa a distância entre C e  $C_1$  e  $d_{cs}$  representa a distância entre C e  $C_s$ . A cor  $C_1$  é cerca de 25% pura porque está situada a aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da distância total entre C e  $C_s$ .

## **Bibliografia**

Computação Gráfica – Cores e Sistemas de Cores

<http://tapioca.icmsec.sc.usp.br/~cursos/sce201/ap11.html>

Design Mostra Teoria das Cores

<http://www.geocities.com/SunsetStrip/Disco/8958/teocor.htm>

Estudo das Cores

<http://www.geocities.com/SoHo/Exhibit/3318/framecor.htm>

Teoria da Cor

<http://www.eletronica.com/arte/cor/>