REVISTA DESIGN & TECNOLOGIA
ISSN: 2178-1974
2022, Vol. 12, No. 25
DOI 10.23972/det2022iss25pp98-110

PGDESIGN
www.pgdesign.ufrgs.br

Cores digitais no ensino superior de design gráfico: um estudo em instituições públicas no Brasil

Hugo G. P. Silva[1]; Carla P. A. Pereira[1]

1 *Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil*

RESUMO

Na era digital, o avanço tecnológico ampliou os recursos visuais e modificou a natureza do processo de design. Ao mesmo tempo, as novas técnicas demandaram novas habilidades e conhecimentos, para permitir explorar os recursos disponíveis visando à qualidade dos produtos finais. Ao sair da materialidade dos suportes analógicos e assumir formatos digitais, o design gráfico adquiriu necessidades específicas de manipulação e controle de cores. Nesse contexto, este trabalho investigou os conteúdos sobre cores digitais abordados em cursos de formação superior em design, sob a perspectiva de sua adequação às atuais necessidades de uso de ferramentas digitais. Este artigo relata uma pesquisa de natureza mista (qualitativa e quantitativa) e caráter exploratório-descritivo, realizada em duas etapas: (i) análise das matrizes curriculares e projetos pedagógicos de doze cursos de design gráfico oferecidos por instituições de ensino públicas brasileiras; e (ii) *survey* junto ao corpo discente, utilizando questionário eletrônico estruturado, totalizando 283 respondentes. A análise documental identificou escassez de conteúdo sobre cores digitais nos currículos. Os dados obtidos no *survey* sugerem insuficiência de conteúdos específicos sobre gerenciamento de cores, fechamento de arquivos, espaços de cores e calibração de monitores. Dentre os conteúdos questionados, os sistemas aditivo e subtrativo de cores apresentaram alto índice de assertividade. Conclui-se que os conteúdos abordados sobre cores digitais nos cursos de formação superior pública em design gráfico no Brasil estão parcialmente alinhados às atuais necessidades de uso de ferramentas digitais na prática profissional. Por fim, recomenda-se a atualização dos conteúdos curriculares relacionados às cores digitais no ensino superior em design gráfico.

PALAVRAS-CHAVE

Cores digitais;
Design gráfico;
Ensino do design;

Digital colors in graphic design higher education: a study in Brazilian public institutions

ABSTRACT

In digital age, technological advancement has expanded visual resources and changed the nature of design process. At same time, the new techniques required new skills and knowledge, to allow for exploitation of qualified resources and the quality of final products. When leaving the materiality of analog supports and assuming digital formats, graphic design acquired a specific need for color manipulation. In this sense, this work investigated the contents of digital colors in higher education courses in design, from the perspective of its adequacy to the current needs of using digital tools. This article reports a research of mixed nature (qualitative and quantitative) and exploratory-descriptive character, carried out in two stages: (i) analysis of the curricular matrices and pedagogical projects of twelve graphic design courses offered by Brazilian public education institutions; and (ii) a survey with the student body, a structured electronic questionnaire, totaling 283 respondents. The document analysis identified a scarcity of content about digital colors in the curricula. The data obtained in the survey suggest insufficient specific content on color management, file closing, color spaces and monitor calibration. Among the contents questioned, the color additive and subtractive systems presented a high assertiveness index. In conclusion, the contents covered about digital colors in public higher education courses in graphic design in Brazil are partially aligned with the current needs for the use of digital tools in professional practice. Finally, it is recommended to update the curriculum content related to digital colors in higher education in graphic design.

KEYWORDS

Digital colors;
Graphic design;
Design education

CONTATO: Hugo G. P. Silva – *hugoguilherme@gmail.com*

© 2022 – Revista Design & Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

A partir da revolução digital iniciada no final do século XX, o modo de vida das pessoas passou por mudanças importantes, assim como diversas profissões e processos produtivos. Para se realizar um projeto gráfico na década de 1960, além do designer, seriam necessários diferentes profissionais para operacionalizar máquinas e etapas em estágios manuais (MEGGS; PURVIS, 2009). Na década de 1980, sistemas operacionais interativos e ferramentas digitais permitiram ao designer realizar tarefas que antes exigiam uma equipe inteira.

No processo de consolidação dos aparatos digitais, houve a substituição dos trabalhos manuais (quase artesanais) por processos de escala computacional, possibilitando agilidade nas etapas, pré-visualizações instantâneas, nova gama de possibilidades visuais e facilidade de correções. Nos anos 1990, os computadores já́ estavam equipados com telas coloridas e *softwares* de edição. O design gráfico se reinventava com ferramentas para criação de tipografias, editoração de jornais, manipulação de fotografias e imagens (MEGGS; PURVIS, 2009).

Com o tempo, as tecnologias se aperfeiçoaram e as ferramentas se multiplicaram, mudando de forma definitiva rotinas e processos de criação no design. Com o advento da internet, diferentes demandas passaram a ser executadas e consumidas *online*, a exemplo de livros e revistas, agora disponíveis em versões digitais, com opções de visualização em celulares, *tablets* ou dispositivos próprios para leitura.

Nos dias atuais, como consequência da democratização do *hardware*, *softwares* fáceis de utilizar e tecnologias de distribuição aberta, a educação em design tem passado por mudanças significativas (ROSNER, 2019). De acordo com a base de dados do Ministério da Educação (2020), existem atualmente 1.645 cursos de design em atividade no país. As formações superiores – bacharelado e tecnólogo – consistem em cursos com duração de dois a quatro anos, contemplando desde uma formação generalista (design) até́ habilitações específicas, direcionadas ao design gráfico, design de interiores, design de produto e design de moda. Apesar das diferentes áreas do design ocuparem setores e fazerem uso de habilidades distintas, o uso amplo de ferramentas digitais é comum a todas.

O design gráfico é uma grande área da indústria visual e se divide em diferentes subáreas de atuação: o desenvolvimento de projetos voltados para comunicação visual produz resultados físicos e/ou digitais para aplicativos, jogos, brochuras, jornais, revistas, vídeo grafismo, desenhos e ilustrações, entre outros. Para Meron (2021), no mercado de trabalho pós-digital, diversos novos papéis e requisitos se apresentam como desafios para designers e educadores. No campo gráfico, conforme explica Melo (2014, p. 612), a partir da revolução digital "o designer distancia-se do papel de produtor de imagens e fortalece seu perfil de operador de imagens". Nesse contexto, ao mesmo tempo em que tecnologia digital foi adotada "como ferramenta inovadora capaz de expandir as possibilidades e a própria natureza do processo do design" (MEGGS; PURVIS, 2009, p. 629), as novas técnicas demandaram novas habilidades e conhecimentos.

Flusser (2007) ressalta que as superfícies digitais recebem hoje a importância que tinham os impressos em nosso passado recente. Os projetos não necessariamente geram um objeto material, de modo que todo o processo de criação e produção pode ocorrer no meio digital. Se, por um lado, a tecnologia digital proporcionou maior autonomia aos designers, ela trouxe a necessidade de constante atualização técnica para permitir explorar os recursos disponíveis visando à qualidade dos produtos finais. Ao sair da materialidade dos suportes analógicos e assumir formatos digitais, o design gráfico também adquiriu necessidades específicas de manipulação e controle de cores.

Conforme Menezes e Pereira (2017, p. 322), as cores são elementos essenciais das imagens que participam da organização gráfica e da interpretação das mensagens visuais: "De um lado, atuam nos mecanismos da percepção para diferenciar, destacar e unificar outros elementos plásticos. De outro, por meio de associações mentais, as cores podem representar objetos concretos ou ideias abstratas, funcionando como signos". Nesse contexto, destaca-se a importância do controle de cores em projetos gráficos voltados ao meio digital, visando correspondência entre as cores projetadas pelo designer e as cores visualizadas pelos usuários.

Durante o processo de projeto utilizando-se ferramentas digitais, os monitores de computadores intermediam a relação homem-máquina, possibilitando o retorno visual e checagem de comandos, progressão e resultados finais. Os monitores evoluíram em paralelo, acompanhando as necessidades profissionais com amplas resoluções e dimensões das telas (área de trabalho). Também houve avanço significativo na qualidade das cores exibidas. Com a elevada capacidade de exibição de cores pelos monitores e o surgimento de padrões internacionais, erros de visualização e aplicação das cores podem ser reduzidos significativamente. Entender os aspectos envolvidos na exibição e reprodução das cores digitais tornou-se necessário em todas as áreas do design gráfico.

Na demanda pela necessidade de visualizar as cores com maior precisão, calibradores de tela são recursos técnicos disponíveis para a verificação e checagem da cor. A partir do reconhecimento das cores emitidas, esses equipamentos são capazes de definir uma correção ideal para suprir as perdas exibidas pelos monitores. Outro recurso disponível são os colorímetros, dispositivos que simulam o comportamento da visão humana e medem a quantidade de luz que foi refletida por uma amostra de cor.

Na atividade projetual, as cores têm sido selecionadas através de amostras de referência ou paletas de cores *spot*. Isso funciona com certa limitação, diante de uma margem comum de erro que é medida na constante entre o ambiente de visualização, o tempo de fabricação da amostra e a relação de aplicação do pigmento com a superfície escolhida. Outra dificuldade enfrentada pelos designers gráficos é obter correspondência entre as cores exibidas nas telas (cores-luz) e os sistemas de impressão (cores-pigmento). O acerto cromático costuma ser feito via prova de cor diretamente na gráfica, onde uma gravação piloto nas retículas gera uma prévia do impresso, com os quantitativos extraídos do arquivo de origem.

A despeito da existência de uma formação superior em design consolidada no país, e apesar dos recursos tecnológicos estarem disponíveis para a verificação da cor, na prática profissional, observam-se duas situações frequentes: (i) escassez no apuro técnico sobre os procedimentos de checagem de cores; (ii) desconhecimento parcial ou total dos equipamentos e métodos utilizados na aferição e controle das cores digitais. Nesse sentido, um estudo exploratório preliminar – realizado com 64 profissionais de design e edição de imagens – constatou que a maioria desconhecia a capacidade de exibição de cores do monitor utilizado nos projetos e mais da metade deles não realizava procedimentos de verificação e/ou checagem da cor (SILVA; PEREIRA, 2021), sugerindo desconhecimento acerca dos recursos para que as cores projetadas fossem reproduzidas do modo adequado.

Diante do exposto, a presente pesquisa investigou a oferta de conteúdos relativos a cores digitais na formação acadêmica em design gráfico no Brasil, sob a perspectiva de sua adequação às necessidades de uso em ferramentas digitais de projeto.

2. FUNDAMENTOS DA COR

Para além de um recurso visual inerente ao design, a cor é essencial à própria visão humana. Segundo Arnheim (2005), a aparência visual se deve à capacidade de identificar texturas, formas e objetos por meio dos olhos, através das diferentes claridades e cores. Nesse sentido, a cor é um dos elementos necessários para a efetividade da identificação de superfícies e formas.

O olho humano possui características orgânicas capazes de controlar e captar luz através de musculaturas, lentes e terminais fotossensíveis. Como explica Arnheim (2005, p. 35), os olhos captam a luz emitida ou refletida pelos objetos do ambiente, projetando suas imagens nas retinas que transmitem a informação ao cérebro. Em outras palavras, as cores não se formam dentro dos olhos. As imagens são interpretações cerebrais posteriores ao que foi de fato captado por intermédio dos olhos (CSILLAG, 2015).

Os receptores iniciais da informação visual são células agrupadas na estrutura interna do olho (retina), denominadas *bastonetes* e *cones*: os bastonetes são responsáveis pela distinção dos níveis de luminosidade, principalmente quando há pouca emissão de luz na origem; enquanto os cones capturam o as curvas do espectro visível e os detalhes dos elementos com alta intensidade luminosa (ARNHEIM, 2005; FRASER; BANKS, 2012; HOLTZSCHUE, 2017). De acordo com a teoria tricromática da visão (SHEVELL, 2003), os cones são responsáveis por captar os matizes fundamentais (vermelho, verde e azul), e, a partir da mistura de intensidades geradas por esses terminais, podem-se visualizar todas as cores do espectro visível.

2.1 Espectro visível

As cores são vistas devido a determinados feixes de radiação eletromagnética com comprimentos de ondas variáveis, capazes de sensibilizar as células visuais. O comprimento de onda (Figura 1) é uma escala de medida da emissão de frequência do feixe luminoso que percorre o espaço com frequência variável, medido em nanômetros ou micrômetros (CSILLAG, 2015; FRASER et al, 2005).

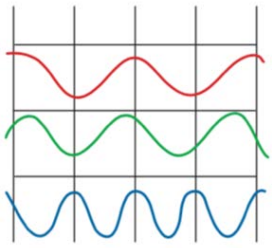


Figura 1 Comprimentos de onda longos (vermelho), médios (verde) curtos (azul). Fonte: Holtzschue (2017, p. 16).

Os receptores visuais do olho humano não conseguem captar todas as ondas eletromagnéticas que a ciência conhece, eles são sensíveis aos comprimentos de onda contidos numa escala específica, denominada de *espectro visível* (ARNHEIM, 2005; HOLTZSCHUE, 2017) (Figura 2). O alcance da visão humana limita-se às frequências que oscilam entre o que conhecemos por vermelho e o que denominamos violeta. De acordo com Gonzalez e Woods (2010, p. 28), o espectro visível (Figura 9) "cobre a faixa de 0,43µm (violeta) até 0,79µm (vermelho) aproximadamente". O espectro visível de cores é continuo, sem delimitações entre uma cor e outra (FRASER; BANKS, 2012).

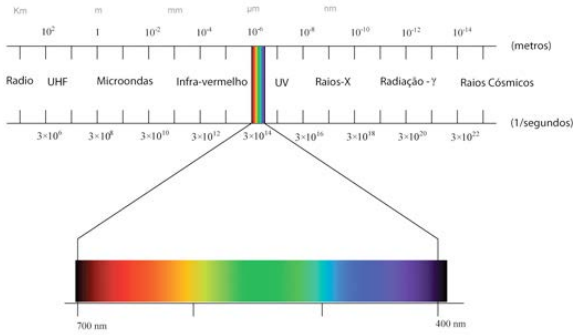


Figura 2 Localização do espectro visível dentre as faixas eletromagnéticas conhecidas. Fonte: Adaptado pelos autores, com base em Hunter et al (2021, p. 16).

Na Tabela 1, relaciona-se a frequência das cores exibidas em terahertz (THz) com os comprimentos de onda em nanômetros (nm). Vale salientar que os valores exibidos são aproximações das medições conhecidas, já que grande parte dos autores apresentam números divergentes, mas concordam que o alcance das cores está relacionado à fonte luminosa e ao ambiente onde está inserida.

Tabela 1 Relação das cores, comprimento de onda e frequência. Fonte: Desenvolvido pelos autores, com base em Holtzschue (2017, p. 17).

Cor	Frequência	Comprimento de onda
Vermelho	400-484 THz	620-750 nm
Alaranjado	484-508 THz	590-620 nm
Amarelo	508-526 THz	570-590 nm
Verde	526-606 THz	495-570 nm
Azul	606-668 THz	450-495 nm
Violeta	668-789 THz	380-450 nm

2.2 Características da cor

A percepção das cores depende da luz. Mesmo as cores formadas por pigmentos necessitam – para visualização final – da incidência de luz emitida, gerando luz refletida. Como explica Holtzshue (2017), nos monitores vemos as cores pela luz direta, enquanto páginas impressas e objetos físicos são vistos como luz refletida.

As três características que nos permitem identificar e diferenciar as cores são: o *matiz*, a *saturação* e a *claridade* (PEREIRA, 2021). De acordo com Pereira (2011, p. 98), "[...] o que diferencia um matiz do outro é a variação de comprimento de onda da luz, cada faixa de comprimento de onda normalmente causa no observador uma sensação de matiz diferente". O matiz é a sensação de cor propriamente dita. Em diferentes sistemas cromáticos, os matizes são organizados em forma de círculo, identificados por meio de ângulos numéricos, onde o grau zero comumente inicia-se no matiz vermelho primário e a cada ângulo dentro dos 360 graus e suas frações, situa-se um matiz diferente.

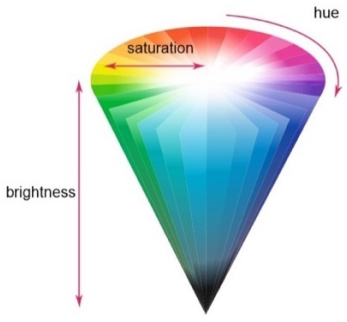


Figura 3 Cone HSB. Fonte: Poetic Mind (2021).

As três características de cor podem ser visualizadas no cone tridimensional HSB *(Hue, Saturation, Brightness)* (Figura 3). Seleciona-se o matiz ao girar o eixo, a saturação percorre o centro a borda do matiz, e a claridade situa-se no eixo vertical (quanto mais próximo à base mais escura, e quanto mais próximo do topo, mais clara é a cor).

As cores saturadas podem ser descritas como cores vívidas, inclusive cores primárias, secundárias, terciárias e demais variações (FRASER; BANKS, 2012). Alguns autores utilizam o termo intensidade para definir o nível de saturação. Na prática, a saturação pode de uma cor pode ser diminuída pela adição homogênea de preto e branco (cinza) aos matizes, deixando-os mais acinzentados, com intensidades reduzidas de vibração (FRASER; BANKS, 2012; PETERSON, 2017).

A claridade ou valor está ligada ao clareamento ou escurecimento da cor. Quanto mais níveis de branco (ou luz adicionada) são inseridos a uma determinada cor, mais clara ela se torna. Quanto mais preto for adicionado (ou intensidade de luz for subtraída), mais escura. Peterson (2017) explica que, ao de escurecer ou clarear um matiz, ele se torna também menos saturado, menos intenso.

2.3 Síntese aditiva e subtrativa

Como já mencionado, as cores são vistas de duas maneiras distintas: através da luz direta de uma fonte emissora (como a tela de um monitor) ou pela luz refletida de uma superfície (por exemplo, uma página impressa).

Quando as cores são obtidas diretamente da origem luminosa, estas são denominadas *cor luz* e sua tríade primária de composição é o vermelho, verde e azul ou *RGB* (ARNHEIM, 2005; FRASER; BANKS, 2012) (Figura 4). O resultado da soma dessa tríade é a cor branca e, a partir desse mesmo conjunto de cores, de acordo com intensidade adicionada de cada uma, é possível reproduzir grande parte das cores do espectro visível.

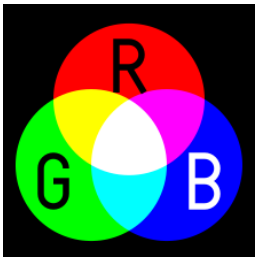


Figura 4 Visualização do sistema de cores aditivas. Fonte: Cesar (2006, p. 182).

Nas ferramentas digitais de edição, existe a possibilidade de modificar cada uma das cores da tríade por meios de *canais*, que podem ser editados (individualmente ou em grupo) por escalas de 256 níveis, que vão do 0 ao 255. Para clarear as cores, por exemplo, é preciso elevar os canais vermelho (R), verde (G) e azul (B) aos níveis mais altos; para escurecer, reduz-se os valores nos canais RGB (FRASER; BANKS, 2012).

O primeiro estudo sobre cores aditivas advém do físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879), que desenvolveu um diagrama em forma de triângulo, baseado na combinação das propriedades das cores (BEST, 2012; FEISNER; REED, 2014). O conceito de síntese aditiva é fundamental para realizar as misturas de cores nas principais ferramentas digitais. Também é utilizado para exibição adequada das imagens em telas de monitores e demais equipamentos digitais.

Diferente da síntese aditiva, as cores que fazem síntese subtrativa são derivadas de pigmento e sua tríade primária de composição são os matizes ciano, magenta e amarelo, conhecidos pela sigla CMY *(Cyan, Magenta, Yellow)* (Figura 5). Outra tricromia subtrativa conhecida é o conjunto formado pelos matizes vermelho, amarelo e azul (RYB).



Figura 5 Visualização do sistema de cores subtrativas. Fonte: Cesar (2006, p. 183).

As cores subtrativas necessitam de superfícies (papéis, tecidos, plásticos e outros substratos) para revelarem suas intensidades que, quando somadas em intensidade integral, resultam na cor preta. Nas ferramentas digitais de edição, a tríade CMY é dividida em canais, que são editáveis individualmente ou em grupo, numa escala que vai do 0% ao 100%. Quanto maior o percentual em cada cor, mais próximo da cor preta, e na redução delas, o branco (ou cor base do substrato).

A tríade de cores CMY está presente nos sistemas impressos, tais como *offset* e jato de tinta, que utilizam substratos (papéis, plásticos, adesivos, tecidos, cartonados, e outras superfícies) como base para composição final das cores. O padrão industrial mais conhecido dessa síntese de cores é a quadricromia CMYK. Além da tríade CMY, adicionou-se um canal de cor preta (K), que trabalha com redução de cargas nos três canais iniciais. Para um arquivo impresso receber a carga de tinta adequada, o uso do canal preto reduzi a probabilidade de vazamentos, borrões e excessos de tinta no substrato.

3. CORES DIGITAIS

No início da década de 1980, as telas de computadores passaram a exibir cores com o lançamento do CGA *(Color Graphics Adapter)* da pioneira IBM (PEDDIE, 2013). Tratava-se de uma experiência cromática sem precedentes, exibições em policromia com duas opções de paletas: a) preto, magenta, ciano e branco; ou b) preto, marrom, vermelho e verde.

Esses dispositivos marcaram o início das cores digitais, ou seja, uma reprodução de cor formada por informações binárias, sem a obrigatoriedade de uma referência analógica. A cor digital é gerada a partir de um código ou comando que o sistema operacional interpreta para ativar um percentual em cada canal de cor do monitor de referência: vermelho, verde e azul (RGB). Antes do fim da década de 80, a IBM lançou placas gráficas com suporte a 256 cores em resolução de 1024x768 (PEDDIE, 2013).

Além da possibilidade de criar elementos gráficos em cores diretamente dos sistemas operacionais, também já era possível transformar documentos ou frames analógicos em mapas digitais, através de capturas por *scanners* e câmeras digitais. O processo consiste na transformação das informações analógicas capturadas em *bits*. Os dados de cores digitais são gerados pelos sensores dos dispositivos, que ao serem expostos, interpretam os comprimentos de onda de cada parte da referência, transformando numa reprodução digital alinhando todos os dados com valores em RGB num mapa de *pixels* (SHARMA, 2018).

Com a escalada no crescimento de fabricantes e marcas de telas, fez-se necessária uma padronização internacional a ser utilizada nessas superfícies digitais como referência para se controlar a exibição das cores nos dispositivos. Esta tarefa foi realizada por um comitê técnico da CIE, resultando numa diretriz de padrões a serem seguidos para colorimetria, desde o padrão de iluminantes até as especificações padrão de observação (LEÃO, 2005).

3.1 Padronização CIE

A *Commission Internationale de l'Éclairage – CIE*, fundada em 1913, é um grupo internacional independente, formado por pesquisadores e técnicos responsáveis por catalogar e aperfeiçoar o entendimento das cores-luz no que diz respeito a ciência, arte, iluminação, cor, visão, fotobiologia e tecnologia da imagem.

A CIE padronizou as cores-luz a partir da medição dos comprimentos de onda das cores do espectro visível pelo olho humano normal (ARNKIL, 2013). Com essas medições, chegou-se a uma resposta espectral comum, ou seja, uma média de como o olho humano responde aos estímulos luminosos (VILLEGAS, 2009). O processo de padronização gerou um diagrama de cor tridimensional e formato triangular, com a representação das cores em escala de espectro do comprimento de onda em nanômetros (FEISNER; REED, 2014). Baseado em cálculos matemáticos, o sistema CIE é referência para a indústria pela sua consistência e precisão na reprodução das cores (ARNKIL, 2013; FEISNER; REED, 2014).

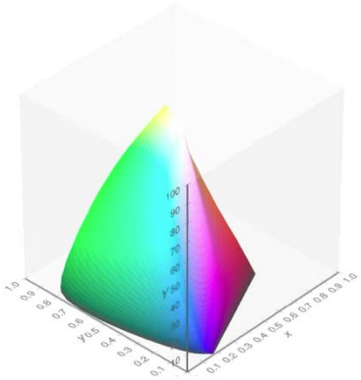


Figura 6 Representação visual tridimensional do espaço de cor CIExyY em D65. Fonte: Isometric Land (2021).

No aspecto científico, os resultados mais importantes obtidos pela CIE são os sistemas padrão de colorimetria, observadores CIE (1931 e 1964) e os espaços de core CIE XYZ, CIE xyY (Figura 6), CIE L*a*b* (Figura 7) e CIE L*u*v* (ARNKIL, 2013).

A CIE também definiu padrões para descrever a distribuição espectral de diferentes tipos de iluminação, denominados *iluminantes D*. Estes são atributos utilizados para descrever as propriedades das temperaturas de cor da luz do dia, para padronização de lâmpadas. Os padrões de iluminantes da CIE foram desenvolvidos com finalidades específicas, alguns para serem usados na iluminação, checagem das cores, e outros no uso de luminárias comerciais (HURKMAN, 2014).

3.2 Espaços de cor

Os dispositivos digitais são capazes de exibir ou captar um número limitado de cores. Esta fração quantificável é denominada *espaço de cor*. Cada monitor, televisor, sensor de câmera digital, *scanner* e demais dispositivos capazes de capturar, intermediar e/ou reproduz imagens utilizam determinado espaço de cor. Os mais conhecidos no campo do design gráfico são os espaços CIE L*a*b*, Adobe RGB, sRGB, ProPhoto e CMYK.

O espaço de cor *CIE L*a*b** (Figura 7) apoia-se no padrão ICC *(International Color Consortium)* definido pela CIE em 1976 e baseia em três conjuntos de coordenadas em cada um dos eixos tridimensionais (SHARMA, 2018). Este diagrama busca aproximação com a visão humana, compreendendo uma maior gama de cores. É indicado para edições em que se pode visualizar as mais altas nuances de cor, disponíveis numa faixa restrita de monitores e impressoras (FRASER et al, 2005).

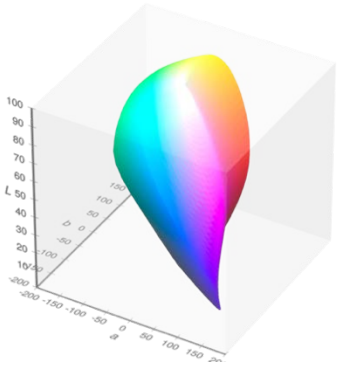


Figura 7 Representação tridimensional do espaço de cor CIE L*a*b*. Fonte: Pngio (2019).

O espaço de cor *Adobe RGB* foi desenvolvido em 1998 para compreender grande parte das cores disponíveis em impressoras coloridas CMYK, utilizando apenas cores primárias RGB em monitores e similares. Ele consegue exibir aproximadamente 50% das cores visíveis do CIE L*a*b*, variando de acordo com a capacidade do ecrã (Figura 8).

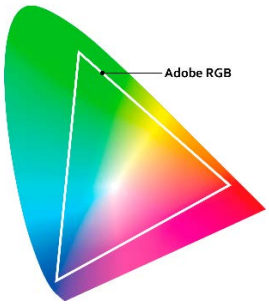


Figura 8 Destaque para proporção do espaço de cor Adobe RGB com o CIE L*a*b*. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

É considerado um espaço de cores amplo, exibindo em torno de 60% das cores do espectro visível e sendo um dos mais utilizados em câmeras digitais (SHARMA, 2018). Este espaço de cor é recomendado para preparar documentos para impressão compatíveis com o padrão *fineart*, visualização de imagens em monitores de uso profissional, capturas de imagens em câmeras digitais compatíveis, dentre outros usos.

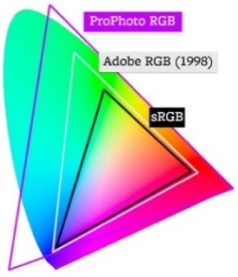


Figura 9 Comparativo espaços de cor ProPhoto RGB, Adobe RGB e sRGB. Fonte: Cavalcanti (2020).

O *sRGB* (*Standard Red Green Blue*) é conhecido no Brasil por *padrão RGB*. Este espaço de cor foi criado em 1996 para utilização em monitores, impressoras e padrões de exibição de cores em sites para internet (FRASER et al., 2005). Sua principal característica de mistura de cores são os 255 níveis em cada um dos três canais de cores RGB. Apresenta alto número de cores, porém é mais restrito que o Adobe RGB (Figura 9), principalmente na gama dos verdes e azuis (FRASER et al., 2005). Tem sido adotado como um espaço de cores seguro para trabalhar com arquivos de imagens em sites, já que os navegadores conseguiam reproduzir suas cores. É recomendado para uso em imagens que serão visualizadas por

meio da internet, desde *sites*, redes sociais, portfólios e envio de fotos por aplicativos de *chat*.

O *ProPhoto* foi projetado para trabalhos com grande alcance cromático em fotografia digital, edição de imagens *fineart* e similares, cobrindo aproximadamente 90% do espaço de cor CIE L*a*b*. Foi desenvolvido para englobar a capacidade de captura de todas as câmeras digitais e dispositivos de impressão existentes na época (VILLEGAS, 2009). É recomendado para edição, impressões *fineart*, tratamento de imagens com alto volume de informações e profundidade de cores.

Dentre os citados, o único baseado no sistema cores subtrativas é o *CMYK* (*Cian, Magenta, Yellow and Black*). Apesar de não se tratar de um espaço de cor nativamente digital, é utilizado em aplicativos e ferramentas digitais pelos designers gráficos para adaptação dos projetos gráficos aos processos de impressões *offset* e digital (ARNKIL, 2013; FRASER et al, 2005; SHARMA, 2018). A escala deste espectro cromático é a mais restrita dentre todos os apresentados (Figura 10), o que significa que grande parte das cores visíveis ou reproduzíveis nos sistemas anteriores não são alcançadas neste espaço de cor.

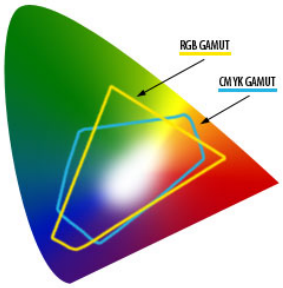


Figura 10 Comparativo espaços sRGB (amarelo) e CMYK (azul). Fonte: Tipógrafos (2020).

Devido à escalabilidade reduzida, é no sistema de impressões que se encontram as maiores divergências nas correspondências cromáticas, tomando como referência a visualização no arquivo de origem. Diferente do sistema RGB que possui 256 níveis em cada canal, o CMYK trabalha as sínteses por meio de percentuais (de 0 a 100%) em cada um dos quatro canais, formando uma cor resultante (FEISNER; REED, 2014). Apesar de possuir um canal a mais, sua capacidade cromática ainda é inferior ao sRGB. Este espaço de cor é recomendado para todas as necessidades que fazem parte dos artefatos gráficos existentes, inclusive as mídias exteriores como *outdoor*, fachada, *busdoor*, dentre outros.

Ao compreender as limitações dos espaços de cor, o designer gráfico pode controlar divergências de cores dos arquivos visualizados na tela com as reproduções em sistemas de impressão ou visualização em outros dispositivos digitais. Grande parte dessas correções pode ser resolvida por meio do gerenciamento das cores digitais.

3.3 Gerenciamento de cores digitais

Nos processos de captura, exibição e impressão de imagens, a informação cromática é processada por vários dispositivos, e os princípios e meios desses equipamentos para reprodução de cores são diferentes, causando distorções de cor tanto na exibição quanto na impressão (SHAN, 2021). Para se obter previsibilidade e consistência na reprodução das cores, surgiu um sistema de gerenciamento proposto pelo ICC.

O gerenciamento de cores ou CMS (*Color Management System)* trata dos ajustes de perfilamento entre um dispositivo e outro (FRASER et al., 2005). Um perfil ICC é um arquivo de extensão *.icc ou *.icm que descreve a melhor maneira como um periférico deve reproduzir as cores, seja uma tela, monitor, projetor ou impressora (ANG, 2010). Para cada dispositivo incluído no sistema, um perfil ICC específico deve ser adicionado. O perfil ICC detém coordenadas que permitem a um determinado dispositivo ajustar-se à exibição recomendada das cores, seja entre dispositivos de entrada (ou saída) e ajustes de exibição. De acordo com Villegas (2009, p. 107), um perfil ICC contém uma descrição do comportamento do dispositivo e também identifica o modo de codificação das imagens. Em cada sistema de produção em design gráfico existe uma hierarquia de uso dos recursos com melhor aproveitamento. Alguns funcionam corretamente com a instalação básica dos *drivers* ou sistemas compatíveis *plug and play*. Os demais necessitam de ajustes e adaptação ao espaço onde estão inseridos. O CMS decodifica a informação recebida de um perfil ICC e repassa para o dispositivo final com a nova codificação (novo perfil) (VILLEGAS, 2009).

O CMS também é fundamental no processo de impressão, evitando-se distorções nas cores devido à falta de alinhamento de gerenciamento de cores entre o arquivo gerado pelo designer e o computador que gerencia o maquinário na gráfica. De modo geral, quanto maior o parque gráfico, melhor o controle de qualidade, de modo que equívocos cromáticos podem ser mais rotineiros em gráficas rápidas e de pequeno porte.

É papel do designer gráfico entender e gerir os perfis dos diferentes dispositivos utilizados, já que cada equipamento possui um alcance cromático próprio (Figura 11), que pode não ser identificado integralmente pelos demais (FRASER et al, 2005; SAFFIR, 2006). Contudo, segundo Henry e Westland (2020, p. 255), "o gerenciamento de cores baseado em ICC é tipicamente desafiador para artistas e designers que não são especialistas em ciência da cor e/ou tecnologia digital."

Na transferência de um equipamento para outro, em geral é necessário realizar uma conversão de cores prévia para que o próximo dispositivo atinja o potencial adequado.

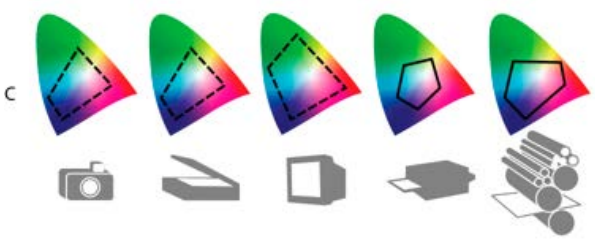


Figura 11 Exemplos de espaços de cores em diferentes dispositivos. Fonte: Adobe (2020).

Há reduções importantes entre o intervalo de cores que o olho humano consegue captar e a gama de cores contida em arquivos digitais, exibida por telas e reproduzida numa possível impressão. Essas diferenças precisam ser convertidas e gerenciadas para que se tenha a melhor reprodução de cores dentro das mídias escolhidas.

3.4 Calibração de cores em monitores e impressoras

O computador é uma ferramenta de trabalho frequente para os designers e os projetos são visualizados a partir de monitores, projetores, *tablets*, *smartphones* ou outra tela digital. As telas são interfaces para criação, correção e finalização de soluções visuais a serem consumidas em ambientes digitais ou transformadas em mídias analógicas.

Atualmente são produzidos monitores específicos para usos profissionais em design gráfico, capazes de exibir espaços de cores mais amplos, ajustes de brilho, contraste, altura, rotação, ângulos de visualização superiores a 120º e tecnologia LED. Acompanhando as evoluções dos sistemas operacionais e

aplicativos, existem monitores profissionais com telas de dimensões superiores a 30 polegadas, resolução de 4K e cobertura cromática de 100% do espaço de cor Adobe RGB. Estes monitores específicos são fabricados para exibir respostas precisas nos espaços de cores indicados pelo fabricante e recebem certificados internacionais específicos para cada uso.

As cores e imagens digitais são formadas pelo resultado do empilhamento de pequenos feixes eletrônicos luminosos, emitidos simultaneamente em superfícies RGB. Tecnicamente, um monitor exibe imagens quando a luz emitida gera a matriz de pixels. Cada pixel é capaz de exibir a totalidade dos canais vermelho, verde e azul, resultando na exibição da imagem processada pelo computador (HOLTZSCHUE, 2017).

Os ambientes em que estão inseridos afetam a capacidade de visualização das informações projetadas (VILLEGAS, 2009). Não só pela luminosidade divergente em cada ambiente, mas pela refração das cores existentes naquele meio, tais como cortinas, paredes, quadros, objetos e outros. A recomendação é que os monitores de conferência estejam em espaços mais neutros, livres de luzes diretas sobre as telas e incidências cromáticas no espaço alocado para essa finalidade.

Os monitores possuem ajustes e exibição de cores que não permanecem da mesma forma por toda a vida útil do aparelho. Como o passar dos anos, os feixes luminosos emitidos pelos monitores tendem a perder eficácia, reforçando a necessidade de manutenção da fidelidade de cores emitidas por meio de calibração.

A inadequação ou desequilíbrio na exibição de cores dos monitores não significa que estejam necessariamente com mau funcionamento ou danificados. A falha pode ocorrer em detrimento da exibição incorreta de um ou mais canais de cor. Esses problemas podem ser corrigidos com o auxílio de equipamento específico, denominado calibrador de monitor. Os calibradores são dispositivos óticos, munidos de filtros que aferem cores emitidas pelos monitores e comparam com os padrões internacionais. Em caso de divergência ou desalinho em uma ou mais cores exibidas pelas amostras, ajustes serão adicionados ao novo perfil ICC, reajustando o monitor para exibição adequada das cores, reproduzindo-as o mais próximo possível dos padrões internacionais (VILLEGAS, 2009).

Em geral o procedimento inicia-se com a checagem e ajuste de luminância (brilho). Após realizar ajuste de brilho e contraste, a aplicação realiza a checagem individual das cores. A partir do comparativo com as cores emitidas, o dispositivo sugere correção ideal para perdas identificadas. Se o monitor não consegue exibir uma determinada cor adequadamente, o equipamento tentará resolver a falha com novos comandos e parâmetros que serão gerados após perfilamento. Ao final dos processos e conclusão das etapas de aferição, o aplicativo conduz o usuário para a criação de um novo perfil ICC, contendo as sugestões para correções identificadas nos processos de checagem, favorecendo uma exibição mais adequada pelo monitor calibrado. Alguns modelos mais sofisticados realizam a leitura da iluminação incidente no ambiente para realizar uma compensação de luminosidade da tela.

Ao se instalar uma impressora com os *drivers* fornecidos pelo fabricante, além de explicar ao computador os protocolos e formas de comunicação, em geral o processo inclui um ou mais perfis ICC (VILLEGAS, 2009). Isso permite que ele transfira as informações que serão impressas de acordo com as propriedades estabelecidas pela fabricante, inclusive o quantitativo de pigmentos a serem lançados no papel para cada impressão enviada.

Porém, é possível realizar um ajuste fino e realizar a calibração personalizada da impressora por meio de um equipamento, o espectrofotômetro, que envia os resultados das leituras para que possíveis divergências cromáticas sejam corrigidas. Ao final do processo, é gerado um novo perfil ICC associado à impressora, conferindo maior precisão nas impressões (VILLEGAS, 2009; GONZALEZ; WOODS, 2010).

3.5 Fechamento de arquivos

No meio digital, a correspondência entre as cores também está relacionada ao fechamento dos arquivos digitais. Para cada necessidade de uso, existe um formato de arquivo recomendado. Além disso, há arquivos que são configurados para serem executados ou lidos em determinados dispositivos.

Em geral, o fechamento dos arquivos é realizado por intermédio da ferramenta de edição digital que, na maioria dos casos, possui uma ou mais extensões próprias de arquivos. Para habilitar edição posterior, grava-se o arquivo nas extensões próprias de cada *software*, mas não é recomendado o envio dos arquivos nessas extensões para reprodução final em outros dispositivos. Esta recomendação visa principalmente: a) evitar alterações não autorizadas do conteúdo projetado; b) determinar o espaço cromático de destino, evitando inconsistências na reprodução das cores.

É possível realizar o fechamento de arquivos diversas vezes a partir de um único arquivo matriz, gerando novos arquivos em formatos distintos, a serem utilizados com finalidades específicas. Na Figura 12, usa-se como exemplo um arquivo criado no *software Adobe Photoshop 2020*, salvo em primeiro momento na extensão nativa do aplicativo (PSD), com três fechamentos de arquivo consecutivos: o primeiro em PDF para impressão *offset*, o segundo em JPEG para exibição em dispositivo digital e o terceiro em GIF animado para compartilhamento em redes sociais. Cada arquivo final terá informações específicas para adequada reprodução de cores na finalidade escolhida.



Figura 12 Relação de um arquivo matriz com opções de fechamento de arquivo. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Trata-se da escolha consciente do formato ideal e ajustes adequados no processo de conversão para uso final do arquivo desejado, seja digital ou impresso. Pelo exposto, entende-se que tais aspectos técnicos que envolvem as cores digitais fazem parte das competências e habilidades necessárias para o pleno exercício da profissão de designer gráfico.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizado um estudo exploratório-descritivo de abordagem mista (qualitativa e quantitativa), em duas etapas principais: análise documental e *survey*.

4.1 Pesquisa documental

Esta etapa iniciou-se com o levantamento e classificação das instituições que oferecem cursos regulares de formação superior em design gráfico no Brasil, junto à plataforma Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior – e-MEC (2020), fonte de dados oficial.

Foram selecionadas as instituições que ofertam gratuitamente o curso superior em design gráfico, totalizando

doze cursos para obtenção e análise das matrizes curriculares oficiais e Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) dos cursos selecionados. A busca foi realizada nos sites oficiais das instituições, banco de dados do MEC (2021) e Diário Oficial da União (2021). Nesta etapa, foram observadas as disciplinas ofertadas, os termos contidos nos documentos relacionados ao objeto desta pesquisa e a bibliografia recomendada.

Algumas restrições foram enfrentadas durante esta fase, a saber: a inacessibilidade às instituições investigadas, devido às restrições sanitárias impostas pela pandemia do Corona vírus; a impossibilidade de contatos telefônicos devido ao sistema de trabalho remoto nas IES; a ausência de respostas via *e-mail* e/ou indisponibilidade pela maioria dos coordenadores das instituições pesquisadas; *sites* oficiais com informações desatualizadas.

4.2 Levantamento junto ao corpo discente

Para investigar a abordagem percebida e absorção sobre conteúdos de cores digitais pelos graduandos, foram coletados dados junto aos discentes dos cursos investigados, com o uso de método *survey*, de natureza qualitativa.

Neste ponto, cabe destacar que, diante da chegada da pandemia do coronavírus (COVID-19/Sars-CoV-2) no Brasil, e a consequente necessidade de quarentena e isolamento social, foram descartadas todas as possibilidades de contatos presenciais e visitas às instituições. Desse modo, o presente estudo foi desenhado para obtenção de dados exclusivamente à distância. A ferramenta de coleta de dados utilizada foi um questionário eletrônico estruturado, utilizando a plataforma gratuita *Google™ Forms (https://forms.google.com),* com 16 perguntas objetivas, de múltipla escolha, sendo 12 de opção única e 4 de múltiplas opções.

Foi enviado convite aos discentes com *link* para acesso ao questionário eletrônico, contendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, com botão de aceite para acessar as perguntas específicas do questionário. O recrutamento dos participantes se deu por dois métodos distintos: inicialmente foram enviados *e-mails* aos coordenadores de cada curso, solicitando o encaminhamento do convite individual à totalidade dos alunos regulares. Devido à ausência de respostas aos pedidos de encaminhamento por alguns coordenadores, consequentemente, ao baixo número de respondentes, foi utilizada uma rede social como meio de contato individual com os discentes através dos perfis das instituições e cursos. Desse modo, o levantamento totalizou 283 graduandos em design gráfico, distribuídos entre os 12 cursos ofertados por instituições públicas no Brasil.

O questionário continha sequência de perguntas curtas, diretas, em linguagem simplificada, separadas por blocos de questões de múltipla escolha (PRODANOV; FREITAS, 2013; CARLOMAGNO, 2018), considerando um público composto por universitários, com idade estimada entre 18 e 28 anos. Após a elaboração da ferramenta, foi realizado um estudo piloto com discentes de um curso de design gráfico que está fora do escopo desta pesquisa, para testar o funcionamento e adequação do formulário aos objetivos traçados.

A técnica utilizada foi a amostragem intencional *(purposeful sampling)*. Trata-se de uma estratégia de abrangência calculada, capaz de identificar e selecionar os indivíduos com maior probabilidade de resposta e que possuam especial conhecimento do assunto pesquisado (CARLOMAGNO, 2018), neste caso, os graduandos de cursos de design gráfico selecionados. O formulário *online* seguiu a seguinte estrutura: (1) aceite de TCLE; (2) identificação do semestre de ingresso no curso; (3) percepções da abordagem do conteúdo sobre cores digitais no curso; (4) aptidão com áreas específicas do design gráfico; (5) grau de importância atribuído à temática 'cores digitais'; (6) atuação profissional em design gráfico; (7) perguntas específicas sobre cores digitais; (8) agradecimento pela participação e envio.

A análise e interpretação dos dados obtidos na etapa *survey* foi realizada via método estatístico (SANTOS, 2018). Para a elaboração dos resultados e conclusões finais, foram desenvolvidas tabelas, gráficos e figuras, contendo os valores estatísticos encontrados.

5. RESULTADOS

As informações coletadas na análise dos PPCs e matrizes curriculares, bem como os dados obtidos por meio do questionário são descritos a seguir.

5.1 Análise dos currículos

As doze instituições que integraram o recorte deste estudo foram identificadas como 'Instituição A', em sequência alfabética, até a 'Instituição L'. Os documentos aos quais foi obtido acesso e dados gerais estão em tabela gerada no *Microsoft Excel 2020* (Figura 13).

	INSTITUIÇÃO											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
LOCALIZADO VIA SITE OFICIAL	PPC MC	MC	PPC RES MC	PPC MC	MC RES EME	PPC MC EME	PPC MC EME	PPC MC	PPC MC	PPC MC	PPC MC	EME MC
RECEBIDO VIA E-MAIL	-	PPC	-	-	-	-	-	-	EME RES	-	-	-
DISCIPLINAS COM CORES DIGITAIS	3	-	-	-	2	-	-	1	1	1	2	2
SEMESTRES LETIVOS	8	8	8	8	8	8	8	8	6	4	6	6
CARGA HORÁRIA TOTAL DO CURSO	3510h	2400h	2770h	2400h	3263h	3210h	3240h	2679h	2077h	2160h	2540h	2584h
GRAU	BCH	BCH	BCH	BCH	BCH	BCH	BCH	BCH	TEC	TEC	TEC	TEC

Legenda: Matrizes Curriculares (MC) / Projeto Pedagógico de Curso (PPC) / Ementas (EME)
Resolução (RES) / Bacharelado (BCH) / Tecnólogo (TEC)

Figura 13 Tabela contendo a relação dos documentos analisados por instituição, disciplinas, semestres, carga horária e grau acadêmico. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Como apresentado na Figura 14, em um percentual importante (41,7%) dos cursos analisados não foram identificados conteúdos relacionados a cores digitais nas matrizes curriculares e PPCs. Em três instituições (25%) tal conteúdo é referido em uma única disciplina. Outras três instituições (25%) indicam conteúdo em duas disciplinas, compreendendo uma média. Por fim, apenas uma instituição (8,3%) remete a cores digitais em três disciplinas ofertadas.

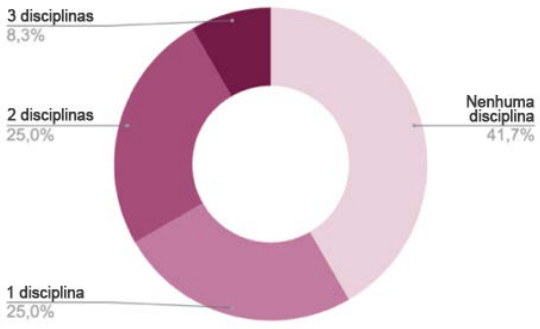


Figura 14 Indicação de conteúdos sobre cores digitais nos currículos por número de disciplinas. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Verifica-se que em mais da metade (58,3%) dos cursos analisados há indicação de conteúdos relacionados a cores digitais em ao menos uma das disciplinas do currículo. É importante considerar que, ainda que citadas nas matrizes curriculares, tais referências não fornecem detalhes quanto aos conteúdos programáticos elaborados e efetivamente ministrados pelos docentes, nem o tempo dispensado à

abordagem do tema. Portanto, os percentuais referidos no gráfico apresentado não representam um quantitativo do conteúdo efetivamente ministrado, e sim a totalidade das disciplinas em que tais conteúdos são mencionados.

5.2 Levantamento junto ao corpo discente

A amostra foi composta por 283 graduandos em design gráfico que responderam ao questionário por adesão espontânea, distribuídos entre as 12 Instituições de Ensino Superior públicas conforme listado na Figura 15.

IES	RESPONDENTES	AMOSTRA
Instituição A	27	9,54%
Instituição B	31	10,95%
Instituição C	40	14,13%
Instituição D	34	12,01%
Instituição E	11	3,89%
Instituição F	25	8,83%
Instituição G	11	3,89%
Instituição H	12	4,24%
Instituição I	33	11,66%
Instituição J	19	6,71%
Instituição K	25	8,83%
Instituição L	15	5,30%
Total	**283**	**100%**

Figura 15 Quantitativo de respondentes por IES. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Os resultados apresentados a seguir consideram o total de 283 respondentes.

5.2.1 Perfil dos respondentes

Do total de participantes, 56 (19,8%) ingressaram no curso de graduação no semestre letivo 2019.1, seguidos de 44 estudantes (15,5%) no semestre 2018.1, 41 (14,5%) em 2020.1, e 36 respondentes (12,7%) em 2017.1. Os 106 restantes (37,5%) ingressaram em períodos distintos. Com base nos dados acima, e levando em consideração o desempenho regular previsto nos currículos, quase metade dos respondentes (48%) estão cursando o quarto período do curso ou superior.

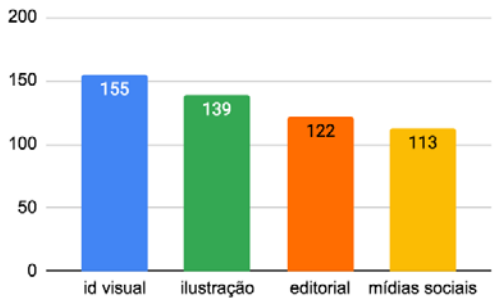


Figura 16 Áreas de interesse mais frequentes dos graduandos para atuação profissional em design gráfico. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Entre os alunos, 155 (54,77%) informaram interesse em atuar profissionalmente em projetos de identidade visual, 139 (49,12%) em desenho/ilustração, 122 (43,11%) em design editorial e 113 (39,93%) pretendem desenvolver projetos para mídias sociais (Figura 16). Para as demais áreas, foram obtidos os seguintes percentuais: *web*/usabilidade (33,57%), edição de vídeo (29,33%), design de embalagens (28,62%), fotografia (28,27%) e produção gráfica (27,21%). As opções que obtiveram as menores taxas de respostas foram: design de jogos (19,43%), computação gráfica (18,02%) e sinalização (7,42%). Por fim, 24 (8,48%) respondentes selecionaram a opção 'outro' e inseriram respostas personalizadas.

Cabe ressaltar que em todas as áreas selecionadas envolvem ou podem envolver cores digitais para execução plena dos projetos. Além disso, determinadas áreas (como identidade visual e design editorial) envolvem alternância de mídias (digitais e impressos), o que torna necessário o conhecimento adequado sobre gerenciamento de cores e fechamento de arquivos.

Quanto à importância atribuída à temática 'cores digitais' no curso de design gráfico (Figura 17), 216 (76,33%) respondentes atribuíram a opção máxima da escala (5 – muito importante), seguidos por 56 (19,79%) que selecionaram a opção 4. Outros 11 (3,89%) selecionaram a opção 3. Não foi identificada nenhuma resposta para as opções 1 e 2 da escala. Verifica-se que a quase totalidade dos participantes (96,11%) considera importante (4) ou muito importante (5) que haja abordagem sobre cores digitais no curso de graduação.

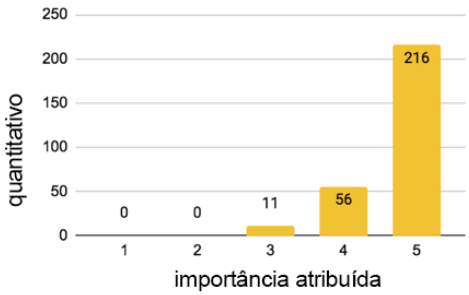


Figura 17 Importância atribuída pelos estudantes à temática 'cores digitais' na graduação em design gráfico. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Da totalidade da amostra, 98 estudantes (34,63%) informaram já atuar profissionalmente como designer gráfico entre um há três anos; 74 (26,15%) afirmaram não estar atuando, mas buscando oportunidades; 67 deles (23,67%) afirmou exercer a profissão há menos de um ano; e 25 (8,83%) já atuam há mais de 3 anos. Apenas 19 dos estudantes (6,71%) informaram que não pretendem exercer a profissão antes da conclusão da graduação. De acordo com os dados obtidos, a maioria (67,14%) dos participantes já exerce a profissão.

5.2.2 Abordagem sobre cores digitas na graduação

Quanto à oferta de disciplina específica sobre cores digitais no curso em que estão matriculados, 149 participantes (52,65%) afirmaram não haver, 84 deles (29,68%) confirmaram que existe a oferta e os outros 50 (17,67%) não tinham certeza, confirmando os dados obtidos na análise dos currículos.

Sobre o número de disciplinas já cursadas em que houve abordagens relacionadas a cores em suportes ou ferramentas digitais (Figura 18), 91 estudantes (31,16%) informaram ter tido abordagem em duas disciplinas; seguidos por 65 (22,97%) em três disciplinas.

Outros 48 alunos (16,96%) indicaram abordagem em quatro disciplinas ou mais. Os que recordam da temática em apenas uma disciplina foram 47 (16,61% do total). Por fim, 32 respondentes (11,31%) assinalaram que não lembravam ou não tinham certeza de ter visto o conteúdo nas disciplinas cursadas até então.

Apesar da inexistência de disciplina específica em quase metade dos currículos, os dados mostram que a maioria dos graduandos teve acesso a algum conteúdo sobre cores digitais no curso. Por outro lado, os dados levantados não permitem mensurar a carga horária dedicada ao tema.

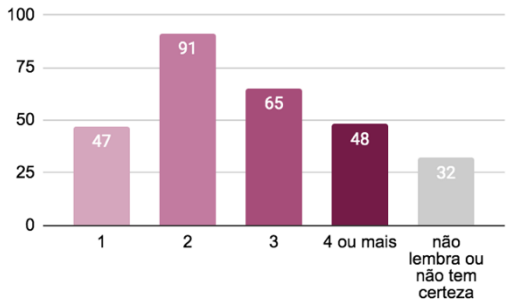


Figura 18 Número de disciplinas já cursadas relacionadas a cores digitais. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Para a identificação de conteúdos específicos abordados nos cursos de graduação, foram listados 15 temas relacionados a cores digitais e foi solicitado aos respondentes que marcassem quais assuntos haviam sido tratados no curso até então. Nesta questão, 251 graduandos (88,69%) informaram ter tido contato com o sistema CMYK, 205 (72,44%) com o sistema RGB, 188 (66,43%) com fechamento de arquivos e 179 (63,25%) com o tema *pixels* (Figura 19).

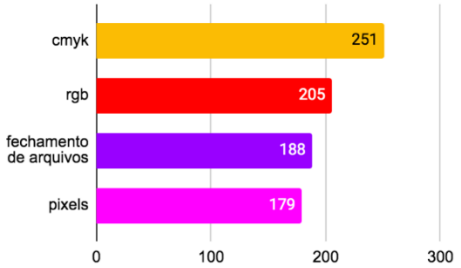


Figura 19 Conteúdos mais frequentes relacionados a cores digitais abordados nos cursos de design gráfico. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Para os demais conteúdos, foram obtidos seguintes percentuais: gerenciamento de cores (50,53%), cores digitais (44,17%) e Adobe RGB (39,93%). As opções que obtiveram as menores taxas de resposta foram: calibração de cores (24,38%), *bits* de cores (21,55%), iluminantes (9,54%), CIE Lab (3,89%), CIE xyz (2,12%) e Prophoto (1,77%). Por fim, 14 respondentes (4,95%) assinalaram 'nenhuma das opções listadas' e outros nove (3,18%) responderam 'não tenho certeza'.

Apesar de fazer parte do cotidiano da maioria dos estudantes que utilizam de telas para desenvolver projetos gráficos, o sistema RGB ficou posicionado como o segundo conteúdo mais visto. É possível inferir que o destaque dado ao sistema subtrativo de cores (cor-pigmento) decorre da tradição do uso de mídias impressas na produção gráfica. Contudo, o atual crescimento dos recursos e mídias digitais torna cada vez mais necessário o domínio do sistema aditivo (cor-luz) no desenvolvimento de projetos. Chama a atenção que somente metade da amostra informou ter recebido conteúdo sobre gerenciamento de cores, embora seja um conhecimento essencial na produção gráfica, tanto para mídias impressas quanto para mídias digitais. Destaca-se ainda que a calibração de cores foi assinalada por apenas um quarto dos estudantes. Por fim, os baixos índices obtidos pelos espaços de cor indicados para edição de imagens apontam para a necessidade de adequação dos conteúdos abordados nos cursos de design gráfico a esta atividade.

Para conhecer a ocorrência e/ou recorrência de situações já enfrentadas pelos graduandos envolvendo imprecisão e distorção nas cores, foi apresentada lista contendo seis situações comuns à rotina de projeto e foi solicitado que os respondentes marcassem as opções que já tinham presenciado. Para esta questão, 220 participantes (77,74%) já identificaram imagens contendo cores diferentes do original em celulares e *tablets*, 210 (74,20%) verificaram que imagens estavam com cores diferentes em outro monitor, e 196 (69,26%) obtiveram impressos com cores divergentes das que foram projetadas (Figura 20). Do total, 161 (56,89%) já verificaram impressos com saturação das cores inferior à utilizada nos projetos e 141 (49,82%) verificaram que as cores projetadas apareciam diferentes em projetores ou televisores. Apenas 24 (8,48%) dos respondentes não relataram experiências anteriores com as opções apresentadas.

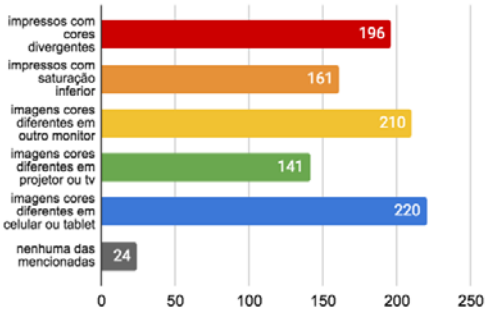


Figura 20 Situações já vivenciadas pelos graduandos de distorção e/ou divergência nas cores. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Os dados obtidos mostram uma pluralidade de situações envolvendo falhas cromáticas relatadas pelos respondentes e todas podem ser solucionadas ou minimizadas pelo conhecimento prévio e procedimentos de controle que envolvem cores digitais.

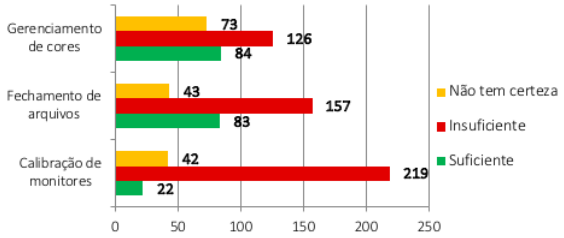


Figura 21 Suficiência de conteúdos abordados sobre gerenciamento de cores, fechamento de arquivos e calibração de monitores para execução de projetos. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Também foi questionado aos alunos se os conteúdos vistos até então no curso de graduação sobre gerenciamento de cores, fechamento de arquivos e calibração de monitores foram suficientes para a execução de seus projetos acadêmicos e/ou profissionais. Da amostra total, 126 (44,52%) não consideram suficientes os conteúdos sobre gerenciamento de cores, 84 (29,68%) os consideram suficientes e outros 73 (25,80%) escolheram a opção 'não tenho certeza' (Figura 21).

Sobre fechamento de arquivos (Figura 21), 157 estudantes (55,48%) não consideram os conteúdos abordados suficientes para execução dos projetos, 83 (29,33%) entendem ser suficientes e outros 43 (15,19%) escolheram a opção 'não tenho certeza'. Em relação à calibração de monitores, o conteúdo visto até então não foi considerado suficiente para a execução dos projetos por 219 estudantes (77,39%). Do total, apenas 22 (7,77%) os consideraram suficientes e os demais 42 (14,84%) escolheram a opção 'não tenho certeza'.

Os dados mostram que percentuais importantes da amostra consideram os conteúdos vistos sobre gerenciamento de cores, fechamento de arquivos e calibração de monitores

aquém das suas necessidades acadêmicas e/ou profissionais: 44,52%, 55,48% e 77,39% respectivamente. Estes resultados vão ao encontro dos dados obtidos nos PPCs e matrizes curriculares analisados, nos quais apenas dois cursos fazem referência ao assunto gerenciamento de cores em seus currículos, apenas três mencionam fechamento de arquivos e nenhum deles faz referência ao assunto calibração de monitores.

A última pergunta deste bloco investigou se os respondentes recorreram a fontes de aprendizagem externas ao curso sobre cores digitais (Figura 22). Nesta questão, 221 alunos (78,09%) afirmaram ter recorrido a vídeos e tutoriais, 117 (41,34%) buscaram ajuda com colegas, 104 (36,75%) recorreram a livros e textos, 73 (25,80%) buscaram cursos *online*, e outros 18 (6,36%) optaram por cursos presenciais. Apenas 19 (6,71%) respondentes não buscaram conteúdos relacionados a cores digitais em outras fontes de aprendizagem e que o conteúdo visto no curso superior foi suficiente.

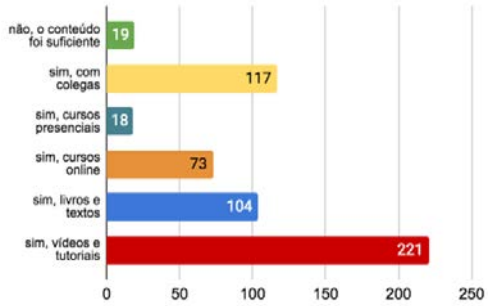


Figura 22 Fontes de aprendizado externas ao curso de graduação. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Pelos dados obtidos, verifica-se a maioria (78,09%) dos alunos participantes recorreu a vídeos e tutoriais como forma de ampliação da aprendizagem acadêmica. É preciso salientar neste ponto específico que, além das facilidades decorrentes do avanço tecnológico, existe um aumento de buscas por conhecimento em vídeos e/ou *streaming*, pela interrupção de atividades presenciais e restrições sanitárias motivadas pela pandemia do coronavírus.

O último bloco do questionário eletrônico continha quatro perguntas de conhecimento específico, relacionadas a cores digitais. Foram listadas cinco opções de resposta, sendo apenas uma correta. A primeira apresentava duas imagens que fazem referência aos sistemas aditivos e subtrativos e foi solicitado aos respondentes assinalar a alternativa correta (Figura 23). Para esta questão, 202 respondentes (71,4%) selecionaram a alternativa correta e os 81 (28,6%) restantes marcaram opções incorretas. Dentre os documentos analisados na primeira etapa, cinco instituições fazem referência ao assunto nos PPCs e/ou matrizes curriculares.

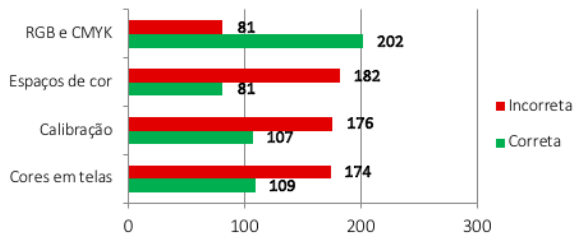


Figura 23 Respostas sobre conhecimento de: (1) sistema aditivo e subtrativo, (2) espaços de cor, (3) calibração de monitores, (4) correspondência cromática entre telas. Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Na questão seguinte foram apresentadas três imagens representando três espaços de cores distintos (Figura 23). Da amostra total, 182 graduandos (64,3%) selecionaram alternativas incorretas e 81 deles (35,7%) escolheu a alternativa correta. Na análise dos documentos feira na primeira etapa, apenas uma instituição faz referência ao assunto.

Na terceira questão de conhecimento específico foi apresentada uma imagem de calibrador posicionado ao centro de um monitor, solicitando-se dos respondentes a alternativa correta (Figura 23). Da amostra total, 176 (62,2%) respondentes selecionaram alternativas incorretas e 107 (37,8%) assinalaram a alternativa correta. Desta maneira, entende-se que não houve contato prévio da maioria dos respondentes com o referido recurso tecnológico. Nos PPCs e matrizes curriculares investigados na primeira etapa, nenhuma instituição faz referência ao assunto.

A última pergunta do questionário apresentava uma imagem sendo reproduzida em duas fontes (monitor e celular) com falha de correspondência cromática. Foi questionado qual seria a possível falha e solicitava-se dos respondentes a alternativa correta (Figura 23). Nesta questão, 174 estudantes (61,5%) selecionaram alternativas incorretas e 109 (38,5%) marcaram a alternativa correta.

Excetuando-se a primeira resposta deste último bloco, aproximadamente dois terços dos estudantes responderam incorretamente à maior parte das perguntas específicas. Ao relacionar os dados obtidos nos questionários à análise dos currículos, pode-se inferir que o baixo número de acertos pelos respondentes está relacionado à baixa oferta de conteúdos específicos nas grades curriculares.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme já mencionado, o uso da tecnologia digital nos projetos de design requer constante atualização técnica visando à qualidade dos produtos finais. Nas últimas décadas, ao assumir formatos digitais, o design gráfico adquiriu necessidades específicas de manipulação e controle de cores. Nesse contexto, a presente pesquisa investigou a oferta de conteúdos relativos a cores digitais na formação acadêmica em design gráfico no Brasil, sob a perspectiva de sua adequação às necessidades de uso nas ferramentas digitais.

Para tanto, na revisão de literatura, foram sintetizados conteúdos sobre uso e percepção das cores nos meios digitais, apresentando-se fundamentos da percepção da cor e informações fundamentais sobre cores digitais e gerenciamento de cores. Por meio de pesquisa documental, foram identificados os conteúdos sobre cores digitais previstos nos projetos pedagógicos e matrizes curriculares dos doze cursos de graduação em design gráfico oferecidos por IES públicas no Brasil. Por fim, por meio de *survey online* com 283 voluntários, foi investigada a abordagem percebida e absorção de conteúdos específicos referentes a cores digitais pelos graduandos.

Cabe destacar que as estratégias e instrumentos desta pesquisa sofreram restrições impostas pela pandemia do coronavírus, de onde a obtenção de dados deu-se exclusivamente à distância, inviabilizando visitas às instituições, contatos presenciais e acesso a documentos importantes, a exemplo dos planos de ensino das disciplinas, tornando impossível afirmar e/ou mensurar se determinado conteúdo foi ou não abordado nos cursos investigados. Feitas estas considerações, a análise documental indica escassez de conteúdo sobre cores digitais nos PPCs e matrizes curriculares dos cursos investigados. Também foi identificado que metade das instituições não oferta disciplina específica sobre cores para os cursos de design gráfico. Dentre os dozes cursos investigados, dois não indicam conteúdos relacionado a cores

(sejam digitais ou analógicas) em nenhuma ementa de disciplina da grade curricular.

Quanto aos estudantes, quase metade da amostra está cursando o quarto período do curso (ou superior) e pretende atuar principalmente em projetos de identidade visual, desenho/ilustração, design editorial e projetos para mídias sociais, além de *web*/usabilidade, edição de vídeo, design de embalagens, fotografia e produção gráfica – atividades que envolvem cores digitais e algumas exigem alternância de mídias, demandando controle de cores. A maioria já exerce a profissão e está consciente da necessidade de entendimento das cores digitais para realização dos projetos.

Os dados mostram que mais da metade dos participantes desconhece a oferta de disciplina específica sobre cores digitais no curso em que está matriculado, contudo a maioria teve acesso conteúdos sobre cores digitais no curso, com destaque para o sistema subtrativo de cores, seguido pelo sistema aditivo. Chama a atenção que somente metade da amostra recebeu conteúdo sobre gerenciamento de cores, e apenas um quarto sobre calibração de cores, que são conhecimentos essenciais na produção gráfica em mídias impressas e digitais. Embora os dados obtidos não possam ser generalizados, os baixos índices de referência a espaços de cor indicados para edição de imagens sugerem uma possível inadequação dos conteúdos abordados nos cursos de design gráfico a esta atividade.

Foi verificado que a grande maioria dos graduandos já vivenciou problemas de imprecisão e distorção nas cores em seus projetos, principalmente de exibição entre telas diferentes, e na produção de impressos – problemas que podem ser evitados ou minimizados pelo conhecimento prévio e procedimentos de controle. Nesse sentido, a grande maioria informou recorrer a fontes de aprendizagem externas ao curso.

Os dados mostram que percentuais importantes da amostra consideram os conteúdos vistos sobre gerenciamento de cores, fechamento de arquivos e calibração de monitores aquém das suas necessidades acadêmicas e/ou profissionais. A despeito da falta de acesso aos planos de ensino, estes resultados vão ao encontro dos dados obtidos nos PPCs e matrizes curriculares analisados, nos quais apenas dois cursos fazem referência ao assunto gerenciamento de cores em seus currículos, apenas três mencionam fechamento de arquivos e nenhum deles faz referência ao assunto calibração de monitores.

Nas questões de conhecimento específico, foi identificada correspondência proporcional nas respostas dos grupos de participantes de cada instituição, de modo que os conteúdos sobre gerenciamento de cores, fechamento de arquivos, espaços de cores e calibração de monitores obtiveram baixos índices de acerto em todas as instituições analisadas. Apenas as respostas sobre os sistemas aditivo e subtrativo de cores apresentaram alto índice de acertos na maioria das instituições.

Conclui-se que os conteúdos abordados sobre cores digitais nos cursos de formação superior pública em design gráfico no Brasil estão parcialmente alinhados às atuais necessidades de uso de ferramentas digitais pelos designers. Considerando-se os limites e restrições da presente pesquisa, os dados apontam insuficiência na indicação de conteúdos referentes a cores digitais nos PPCs e matrizes curriculares das instituições analisadas, que são os documentos oficiais norteadores do ensino nos respectivos cursos, nos quais, em tese, baseiam-se os planos de ensino.

Por fim, os dados levantados no presente estudo contribuem para a discussão dos conteúdos relacionados a cores digitais na formação superior em design gráfico no Brasil, visando sua atualização e adequação às necessidades atuais de uso nas ferramentas digitais pelos futuros profissionais da área.

Além do exposto, convém destacar a importância do ensino dos recursos analógicos de checagem de cores, uma vez que certos procedimentos de controle de cores envolvem equipamentos profissionais de custo elevado, que podem não ser acessíveis a estudantes e profissionais em início de carreira. Nesse sentido, é recomendável que a democratização de tais recursos tecnológicos se dê no âmbito das instituições públicas de ensino superior, por meio do investimento em laboratórios de apoio ao ensino.

REFERÊNCIAS

1. ADOBE. Sobre gerenciamento de cores. Disponível em: https://helpx.adobe.com/br/photoshop/using/understanding color-management.html. Acesso em: 21 jan. 2021.
2. ANG, Tom. Fotografia digital masterclass. Alta Books, Rio de Janeiro, 2010.
3. ARNHEIM, Rudolf. Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora. Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2005.
4. ARNKIL, Harald. Colours in the visual world. Aalto Arts Books, Helsinki, 2013.
5. BEST, Janet. Colour design: theories and applications. Woodhead Publishing, Cambridge, 2012.
6. CARLOMAGNO, Márcio Cunha. Conduzindo pesquisas com questionários online: uma introdução às questões metodológicas. In: SILVA, Tarcízio; BUSCKSTEGGE, Jaqueline; ROGGEDO, Pedro. Estudando cultura e comunicação com mídias sociais. IBPAD, Brasília, 2018.
7. CAVALCANTI, Marcello. Desvendando o mistério: sRGB , Adobe RGB , ProPhoto RGB. Disponível em: http://marcellocavalcanti.com.br/desvendando-o-misterio-srgb-adobe-rgb-prophoto-rgb-quarentenatalks/. Acesso em: 18 dez. 2020.
8. CESAR, Newton. Direção de arte em propaganda. Senac, Brasília, 2006.
9. CSILLAG, Paula. Comunicação com cores: uma abordagem científica pela percepção visual. SENAI-SP Editora / ESPM, São Paulo, 2015.
10. DOU. Diário Oficial da União. Disponível em: https://www.in.gov.br/servicos/diario-oficial-da-uniao. Acesso em: 9 mar. 2021.
11. E-MEC. Sistema de Regulação do Ensino Superior. Disponível em: https://emec.mec.gov.br. Acesso em: 19 ago. 2020.
12. FEISNER, Edith Anderson; REED, Ron. Color studies. Bloomsbury, New York, 2014.
13. FLUSSER, Vilém. O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação. Cosac Naify , São Paulo, 2007.
14. FRASER, Bruce; MURPHY, Chris; BUNTING, Fred. Real world color management, second edition. Peachpit Press, Berkeley, 2005.
15. FRASER, Tom; BANKS, Adam. O essencial da cor no design. Senac, São Paulo, 2012.
16. GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. Processamento digital de imagens. 3. ed. Pearson, São Paulo, 2010.
17. HENRY, Phil; WESTLAND, Stephen. The role of gamut, intuition and engagement in colour management in a

design context. Coloration Technology, v. 136, n. 3, p. 255–262, jun. 2020.

18. HOLTZSCHUE, Linda. Understanding color: an introduction for designers. Wiley, Hoboken, 2017.
19. HUNTER, Fil; BIVER, Steven; FUQUA, Paul; REID, Robin. Light: science & magic: an introduction to photographic lighting. 6. ed. Focal Press, Burlington, 2021.
20. HURKMAN, Alexis Van. Color correction handbook: professional techniques for video and cinema, second edition. Peachpit Press, Berkeley, 2014.
21. ISOMETRIC LAND. Color space plots. Disponível em: https://isometricland.net/blog/2017/01/color-space-plots/. Acesso em: 25 jan. 2021.
22. LEÃO, Alexandre Cruz. Gerenciamento de cores para imagens digitais. 2005. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Escola de Belas Artes, UFMG, Belo Horizonte, 2005.
23. MEC. Ministério da Educação. Disponível em: http://portal.mec.gov.br. Acesso em: 10 fev. 2021.
24. MEGGS, Philip B.; PURVIS, Alston W. História do design gráfico. Cosac Naify, São Paulo, 2009.
25. MELO, Chico H. de. 1990-1999. In: MELO, Chico H. de; COIMBRA, Elaine R. (orgs.). Linha do tempo do design gráfico no Brasil. Cosac Naify, São Paulo, 2014.
26. MENEZES, Hanna França; PEREIRA, Carla Patrícia de Araújo. Funções da cor na infografia: uma proposta de categorização aplicada à análise de infográficos jornalísticos. InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação, 14(3), pp 321–339, 2017.
27. MERON, Yaron. Terminology and design capital: examining the pedagogic status of graphic design through its practitioners' perceptions of their job titles. The International Journal of Art & Design Education, v. 40, n. 2, p. 374-388, may 2021.
28. PEDDIE, Jon. The history of visual magic in computers: how beautiful images are made in cad, 3d, vr and ar. Springer, New York, 2013.
29. PEREIRA, Carla. A cor como espelho da sociedade e da cultura: um estudo do sistema cromático do design de embalagens de alimentos. 2011. 376 p. Tese (Doutorado em Design e Arquitetura) - FAU, USP, São Paulo, 2011.
30. PEREIRA, Carla. The meaning of colors in food packaging: a study of industrialized products sold in Brazil. Color Research and Application, v. 46, n. 3, p. 566–574, jun. 2021.
31. PETERSON, Bryan; SCHELLENBERG, Susana Heide. Understanding color in photography: using color, composition, and exposure to create vivid photos. Watson-Guptill, New York, 2017.
32. PNGIO. Color Space PNG. Disponível em: https://pngio.com/images/png-a1267693.html. Acesso em: 9 out. 2019.
33. POETIC MIND. Hue, saturation and brightness (HSB). Disponível em: https://www.poeticmind.co.uk/research/hue-saturation-brightness-hsb/. Acesso em: 20 mai. 2021.
34. PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Feevale, Novo Hamburgo, 2013.
35. ROSNER, Terre Layng. Design curricula in higher education. In: HICKMAN, Richard (Ed.) Encyclopedia of Art and Design Education, v. II. London: John Wiley & Sons, 2019, p. 745-758.
36. SAFFIR, David. Mastering digital color: a photographer's and artist's guide to controlling color. 1. ed. Thomson Course Technology PTR, Boston, 2006.
37. SANTOS, Aguinaldo dos. Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduando em design e áreas afins. Insight, Curitiba, 2018.
38. SHAN, Ning. Research on color management of printing images on Bazhong specialty paper packaging. Journal of Optics, v. 50, n. 4, p. 637–643, dec. 2021.
39. SHARMA, Abhay. Understanding color management. 2. ed. Wiley, New Jersey, 2018.
40. SHEVELL, Steven K. (Ed.). The science of color. 2. ed. Elsevier and Optical Society of America, Oxford, 2003.
41. SILVA, Hugo Guilherme P.; PEREIRA, Carla P. A. Conhecimento e uso de tecnologias de verificação e controle de cores por editores de imagens digitais. In: Anais do 10º CIDI | Congresso Internacional de Design da Informação, edição 2021 e do 10º CONGIC | Congresso Nacional de Iniciação Científica em Design da Informação, p. 1252-1260. São Paulo: Blucher, 2021.
42. TIPÓGRAFOS. Cores RGB. Disponível em: http://www.tipografos.net/glossario/cores- rgb.html. Acesso em: 21 dez. 2020.
43. VILLEGAS, Alex. O controle da cor: gerenciamento de cores para fotógrafos. Editora Photos, Santa Catarina, 2009.