

CMF DESIGN: A ESTÉTICA E A ANÁLISE PERCEPTIVA PARA A ORGANIZAÇÃO DE UMA MATERIOTECA

Giovanna Bartelli do Carmo ¹; Marcia Cristina Gonçalves de Oliveira Holland ²

¹ Aluna de Iniciação Científica do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT);

² Professora do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT).

Resumo. *As materiotecas representam recursos valiosos para profissionais e estudantes atuantes nas áreas de design, arquitetura e engenharia. Elas reúnem uma ampla variedade de materiais e amostras utilizados nessas disciplinas, com o propósito de oferecer uma ferramenta prática para a seleção de insumos adequados aos projetos. Esses espaços proporcionam a liberdade de explorar e comparar diferentes texturas e cores, facilitando assim o processo decisório.*

Com uma extensa gama de opções disponíveis, as materiotecas também simplificam a busca por inspiração e contribuem para a elaboração de projetos criativos. A pesquisa se concentra no CMF Design (Color Material Finishing), uma designação internacional que orienta os conceitos de cores, materiais e acabamentos no design de produtos. A integração do CMF com a colorimetria científica permite compreender a base cromática de materiais com tonalidades neutras, explorar combinações estéticas, visualizar a interação entre materiais e cores, e expressar a identidade e intenção do projeto. As amostras são analisadas sob a perspectiva da colorimetria para identificar as cores e facilitar futuros parâmetros de harmonização estética.

Introdução

As cores têm o poder de evocar diversas emoções e transmitir mensagens sutis. No caso das cores consideradas neutras, há uma confusão perceptual entre matiz, saturação e luminosidade para o observador. Esses equívocos podem resultar em interpretações incorretas da cor original dos materiais. Assim, a pesquisa adota princípios de colorimetria para identificar corretamente as cores. Conforme apontado por Holland (1999), a fisiologia sensorial destaca que os produtos não são entidades materiais de existência física e autônoma; eles se tornam mais concretos na percepção do usuário do que no objeto em si. A percepção visual do produto e do espaço constitui o predomínio explícito no mundo físico, e a verdade do objeto não está apenas na sua existência física e estática, mas também nos aspectos interpretativos formais e cromáticos, nas texturas e nos padrões selecionados para o produto.

Portanto, a pesquisa busca responder à hipótese de como a colorimetria científica pode contribuir para a identificação precisa das cores da madeira, dos laminados e do vidro, especialmente quando este último possui uma superfície posterior pintada industrialmente. Os dados obtidos podem sugerir paletas harmônicas, superando distorções causadas pela percepção visual humana.

Material e Métodos

Como a materioteca da Mauá ainda não existe, as amostras utilizadas nesse trabalho foram disponibilizadas pela xiloteca e materioteca do Portal de Tendências¹, uma empresa focalizada em pesquisa e inovação de materiais e cores. A xiloteca mantém as peças de madeira seguindo rigorosos sistemas de controle para a conservação. As amostras de madeira estão perfeitamente estáveis e são conservadas em temperaturas de 18° a 20° e 60% a 65% de umidade para a manutenção de equilíbrio dos materiais orgânicos.

¹ O Portal de Tendências foi fundado em 08/08/1988. Atende empresas brasileiras e multinacionais, por meio de consultorias especializadas em materiais, cores e padrões, além de serviços de re-design, criação e posicionamento de novos produtos. A empresa possui uma materioteca privada com aproximadamente 20.000 amostras, guardadas seguindo especificações internacionais de manutenção. Isso garante credibilidade na manipulação e medição colorimétrica precisa. O site da empresa é www.portaldetendencias.com.br.

As medições foram realizadas no FabLab Mauá – sala E04, em condições de iluminação controlada e equipamentos aferidos.

Madeiras

A madeira é um tecido lenhoso provido das árvores e é o principal produto florestal comercializado. A madeira é um material muito utilizado no design. De um total de 480 amostras de madeira, foram selecionadas 20, as mais comuns e utilizadas em design de mobiliário e objetos e ainda, algumas texturas que são aplicadas em laminados. As amostras medem 100mm x 50mm x 5mm.

Vidros

O vidro é um material atrelado às diretrizes de sustentabilidade porque é 100% reciclável. As amostras de vidros selecionadas são planos, tipo *float*, transparentes e pintadas com pigmentos na superfície posterior com diversas cores e requemadas à 120°C. As amostras medem 100mm x 100mm e 4mm de espessura. Os quatro lados são lapidados para garantir a segurança no seu manuseio. Foram selecionadas 6 amostras com cores neutras, as mais utilizadas. Os procedimentos adotados referem-se aos consagrados pela CIE - Commission Internationale de l'Eclairage, órgão que disciplina a ciência da luz e das cores. As peças foram limpas com álcool isopropílico para garantir a leitura cromática com qualidade, evitando-se distorções. Para os vidros pintados, os procedimentos da CIE seguiram o mesmo método, porém com dupla medição: na superfície brilhante e na superfície posterior cromática.

Laminados

O Laminado melamínico é um material compósito laminado e pré-moldado criado por John Frederick Hosler e Theodore Russell Clarke, onde apresenta propriedades da resina melamínica. O laminado é composto por uma série de camadas que combinam resinas melamínicas e fenólicas, papel kraft, cobertura de lâminas decorativas em papel e submetido à prensas de alta pressão e temperaturas elevadas. Este material é muito utilizado no design de mobiliário, interiores e objetos. As amostras são tonalizadas em um lado das superfícies permitindo variedade de cores e acabamentos. As medições e procedimentos seguiram as orientações da CIE.

Metodologia

Seguindo o proposto por Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa foi dividida em fases. Inicialmente, foram realizados fichamentos e leituras dirigidas para a fundamentação teórica. Como material de referência bibliográfica, foram selecionados artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros específicos sobre CMF Design, Colorimetria e Teoria das Cores. Após a análise dos fichamentos, a partir do conhecimento dos conceitos aplicáveis à pesquisa, o recorte do objeto de estudo tornou-se mais claro considerando-se as características do tema. Na sequência, analisando o objetivo, foi delineado o universo de materiais para esta pesquisa a qual acredita-se que uma mesma cor aplicada em diferentes superfícies apresenta resultados perceptivos diferentes e também a leitura de madeiras passa uma falsa realidade cromática. Considerando a complexidade e extensão das variáveis presentes numa materioteca, o vidro, madeira e os laminados são materiais utilizados comumente no design de produto, na arquitetura e na engenharia.

A partir destas categorias, foram realizadas as seleções de amostras por grupos de análise. Sob o ponto de vista dos métodos instrumentais, foi selecionado para a medição das amostras o Colorímetro X-Rite – Pantone© e a identificação da cor por meio dos sistemas digitais e aplicados na indústria tais como: RGB, CMYK, CIE L*a*b* e Pantone©-Solid (Colted e Uncoltd). A escolha do equipamento recaiu pela tecnologia avançada da X-Rite que possibilita tanto a seleção do iluminante quanto ao

ângulo de observação. Tais variáveis permitem leituras de amostra de forma pontual ou difusa e ainda, respeitando-se as geometrias determinadas pela CIE.

Os procedimentos de medição das amostras seguiram os padrões consagrados da colorimetria: CIELAB 1976. O iluminante utilizado foi o D65 e o ângulo de observação 2° (geometria difusa). Os parâmetros colorimétricos obtidos foram L* (luminosidade), a* (coordenada do eixo vermelho-verde), b* (coordenada do eixo azul-amarelo). A medição de cor foi feita na região do espectro visível, no intervalo de 400nm a 700nm.

Para a elaboração das harmonias e combinações de cores, foi utilizado o software Adobe Color Wheel© e Adobe Illustrator©, como softwares auxiliares e referência de combinações de paletas já existentes.

Resultados e Discussão

Grupo de análise: madeiras

Os grupos de análise foram organizados de forma a permitir acesso às informações dos materiais selecionados e informações técnicas confiáveis para consulta profissional e acadêmica.

A seguir, é apresentado o sistema de organização de indicadores e descritores das amostras em estudo.

Tabela 1 - Ficha Técnica da Materioteca - Grupo de Análise: Madeira

Tauari amarelo
<p>Nome: Tauari amarelo (<i>Couratari</i>)</p> <p>Descrição: Nativa da Amazônia: Brasil, Colômbia, Guiana, Suriname e Venezuela.</p> <p>Dados: Aparente a 12% de umidade ($r_{ap, 12}$): 610 kg/m³; Madeira verde (r_{verde}): 1100 kg/m³; Básica ($r_{básica}$): 500 kg/m³</p> <p>Tipo de árvore: O termo "Tauari amarelo" é uma designação genérica utilizada para mencionar distintas espécies que pertencem ao gênero <i>Couratari</i>, as quais fazem parte da família <i>Lecythidaceae</i>.</p> <p>Dureza e aplicação: A dureza é média- alta. É utilizada para a fabricação de portas, janelas, venezianas, ripas, rodapés, móveis, instrumentos musicais, lápis etc.</p> <p>Características cromáticas: A distinção entre o cerne e o alburno não é muito evidente em relação à cor, que pode variar de branco-amarelado a bege-amarelado-claro. Essa madeira é classificada como não durável.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Resultados das medições

As amostras de madeira foram divididas em quatro grupos:

- madeiras claras e amareladas (cerejeira, tauari amarelo, abeto norueguês, marfim e marupá);
- madeiras avermelhadas (eucalipto, macacaúba, sebastião de arruda, muirapiranga e roxinho);
- madeiras escuras (nogueira, caviúna – pau ferro, ipê, pau-ferro – jucá, wenge) e
- madeiras texturizadas (sucupira preta, cedrinho, coqueiro jerivá, abeto alemão, jacarandá violeta).

As madeiras texturizadas foram reconhecidas pelo colorímetro com duas cores predominantes as quais foram listadas nas imagens a seguir.

Figura 1 - Madeiras classificadas: à esquerda as claras e amareladas e à direita avermelhadas.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2 – Madeiras classificadas: à esquerda, madeiras escuras e à direita, as texturizadas



Fonte: Elaborado pela autora

Grupo de análise: vidros

Os grupos de análise foram organizados de forma a permitir acesso às informações dos materiais selecionados e informações técnicas confiáveis para consulta profissional e acadêmica. A seguir, é apresentado o sistema de organização de indicadores e descritores das amostras de vidro coloridos em estudo.

Tabela 2- Ficha Técnica da Materioteca - Grupo de Análise: Vidro

<p>Vidro Plano – Ref. 024</p> <p>Nome: Vidro flotado</p> <p>Dados sobre o material: Os primeiros indícios remontam a 5000 a.C. Conforme a espessura e o processo de fabricação, o comportamento estático é variável.</p> <p>Aplicação: O vidro tem uma variedade de aplicações na arquitetura, design e engenharia, devido às suas propriedades distintas e únicas. Algumas das principais aplicações na arquitetura são: fachadas de prédios, trazendo luz natural, janelas, portas, coberturas, escadas e passarelas. No design observa-se a presença em objetos e acessórios, móveis, espelhos e luminárias. Na engenharia e arquitetura são frequentemente utilizados em coberturas, painéis solares, piscinas e pisos de vidro, que proporcionam experiências visuais e sensoriais diferenciadas.</p> <p>Características cromáticas: o vidro aceita milhares de tonalidades para aplicação em camada e também por processo de tingimento da pasta vítrea por meio de óxidos.</p>
--

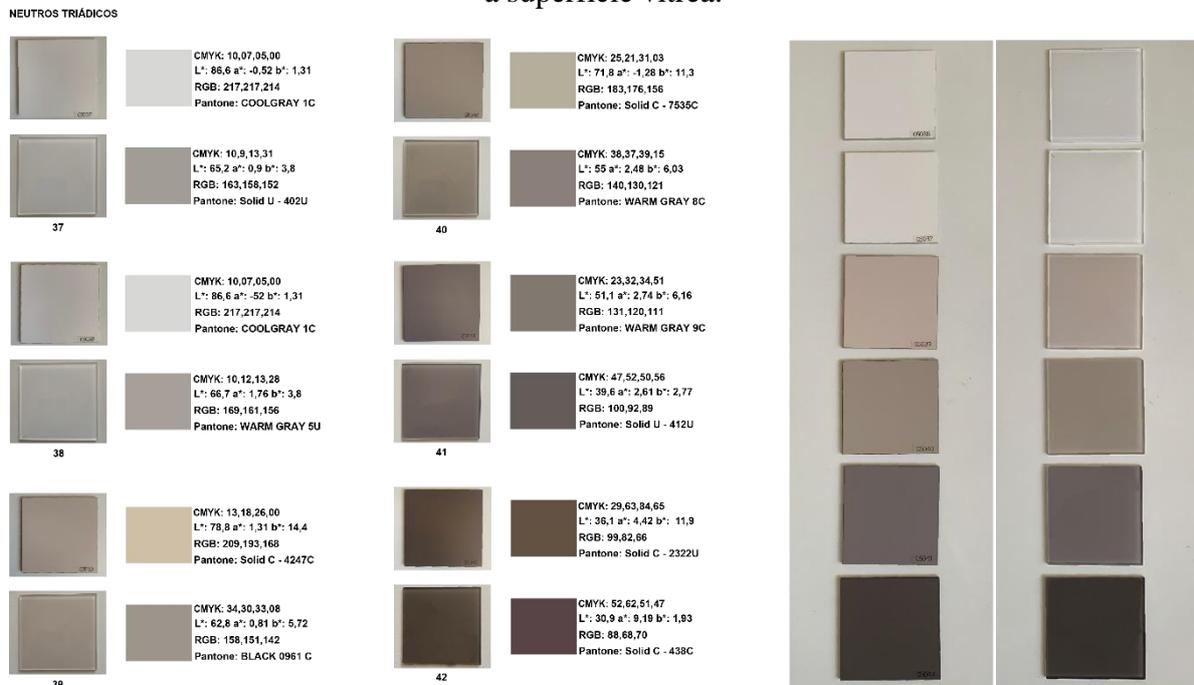
Fonte: Elaborado pela autora

No caso das amostras vítreas selecionadas, observa-se grande dificuldade em reconhecer raízes cromáticas quando as cores neutras advêm de misturas triádicas do matiz. Com as leituras do colorímetro, houve a possibilidade de identificar neutros quentes (raiz cromática amarela, laranja e vermelha) e frios (violeta, azul e verde), algo sutil e imperceptível a olho nu.

Resultados das medições

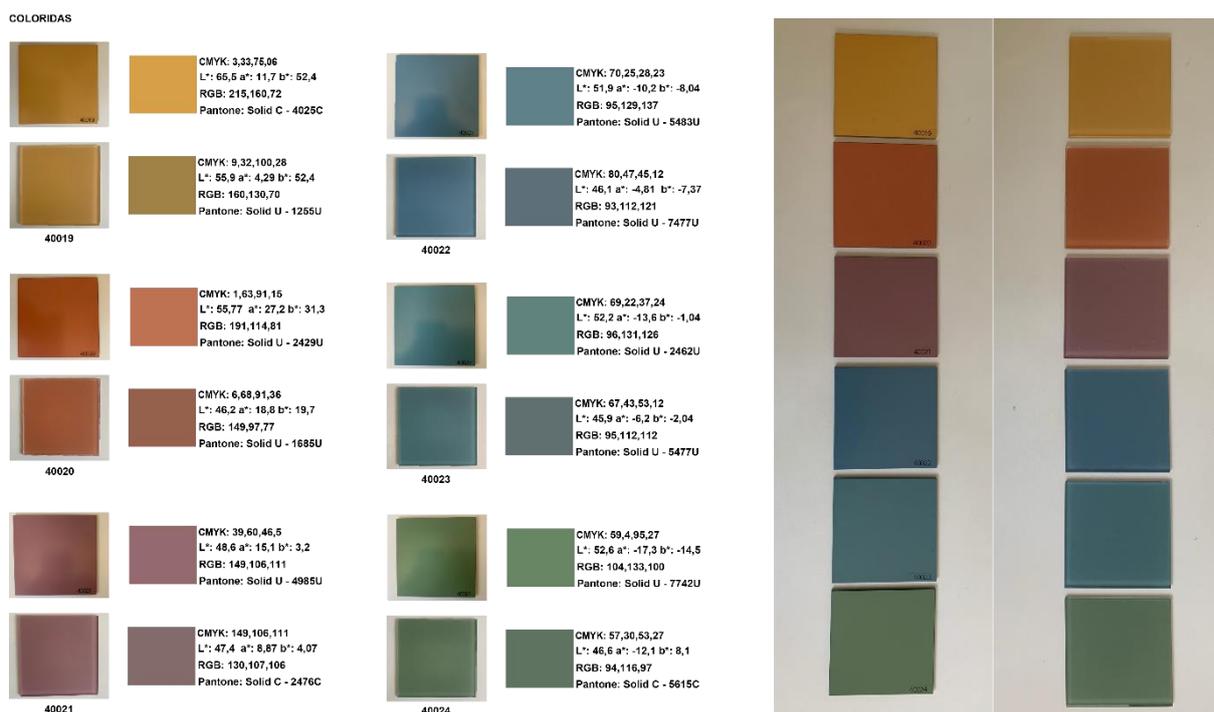
Foi observado que a medição com CIE L*a*b* é muito precisa permitindo verificar a raiz da cor e por conseguinte, facilitar os processos de harmonização de cores.

Figura 3- Grupo vidros com cores neutras: acima o verso da amostra pintado e abaixo a frente com a superfície vítrea.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4 - Grupo vidros coloridos: acima o verso da amostra pintado e abaixo a frente com a superfície vítrea.



Fonte: Elaborado pela autora

A seguir, demonstramos o procedimento realizado com as doze amostras. Seleccionamos a amostra 024.

Tabela 3- Comparação das cores na superfície vítrea e na posterior pintada.

	L*	a*	b*
Vidro 024			
Verso (superfície pintada)	52,6	-17,3	-14,5
Frente (superfície vítrea)	46,6	-12,1	-8,1

Considerando CIE L*a*b* e as leituras realizadas com o colorímetro, a cor perde luminosidade (L) em todas as amostras com a superfície vítrea. No caso da amostra 024, a perda foi de 6,0 pontos. Sob o ponto de vista do eixo “a”, vermelho-verde, a tonalidade caminhou 5,2 pontos a menos do verde original. No eixo “b”, amarelo-azul, a amostra apresentou maior distorção: 6,4 pontos. Segundo a literatura colorimétrica, aplicando a fórmula para o cálculo de distorção ΔE, temos:

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

$$\Delta E = (36,00 + 27,04 + 40,96)^{1/2}$$

$$\Delta E = (108,96)^{1/2}$$

$$\Delta E = 10,44$$

[
O resultado ΔE = 10,44, é muito acima do aceitável, conforme os padrões de qualidade propostos pela colorimetria científica.

Grupo de análise: laminados

Os grupos de análise foram organizados de forma a permitir acesso às informações dos materiais selecionados e informações técnicas confiáveis para consulta profissional e acadêmica. A seguir, é apresentado o sistema de organização de indicadores e descritores das amostras de laminados.

Figura 5 - Grupo Laminados: à esquerda padrão madeira e à direita neutros.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 6 - Grupo Laminados: À esquerda, coloridos e a direita, neutros com raiz cromática.



Fonte: Elaborado pela autora

Resultados das medições

Após a medição de todas as amostras, notou-se a dificuldade de leitura colorimétrica de algumas tonalidades na cor branca, por serem semelhantes em luminosidade, porém com as raízes cromáticas

distintas. As amostras foram submetidas por outros instrumentos de leitura tais como espectrofotômetros.

Harmonias

Figura 7 – Harmonização: à esquerda, as cores análogas e à direita, as cores tríades.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 8 – Harmonização: acima à esquerda, as cores complementares e à direita, cores com divisão complementar e abaixo harmonização por luminosidade.



Fonte: Elaborado pela autora

Resultados Consolidados

Ressalta-se que o ponto constatado mais importante é que apesar da transparência conhecida do vidro, o colorímetro apontou distorções entre a cor original pintada no verso e a outra com a camada vítrea. Esta visualização ficou mais evidente nas amostras com luminosidade alta, ou seja, “L” acima de 50. Holland (1999) aponta que as disparidades em planos de cor com luminosidade elevada e maior saturação são mais perceptíveis pelo aparato visual humano do que aquelas com “L” abaixo de 50. Nesta análise, as amostras 41 e 42 apresentam menos distorções perceptivas do que as demais, apesar dos valores ΔE apresentarem resultados próximos das demais. No caso apresentado,

$\Delta E = 10,44$ é muito acima do aceitável, conforme os padrões de qualidade propostos pela colorimetria científica. A transparência do vidro está ligada ao tipo de matéria prima empregada na flotagem da pasta vítrea e daí, maior ou menor distorção. Foram realizados cálculos com o resultado da medição colorimétrica de outras amostras de vidro e conclui-se que no critério de escolha deste material, é necessário medir as duas superfícies: frente (com a massa vítrea) e a posterior com a tinta aplicada. Segundo Stiles (2000), se o desvio ΔE estiver entre 1,0 até 2,0 poderá ser aceito. Caso contrário, o óxido aplicado deverá apresentar compensações e ajustes colorimétricos para a aparência final (superfície vítrea). Também foi notado, após todas as medições nas amostras de vidro, laminado e madeira, que o valor de L^* aponta o quanto a percepção visual confunde o matiz com a luminosidade “frente” (superfície vítrea) 46,6 -12,1 -8,1 das cores (claro-escuro). Por exemplo, a madeira Sebastião de Arruda é mais clara que o Tauari Amarelo, porém como é avermelhada, passa a impressão de ser mais escura. O mesmo fato ocorreu com a Nogueira que é muito mais clara que o Roxinho.

Conclusões

Reconhecer a cor fundamental de madeiras, vidros e laminados coloridos por meio da colorimetria revelou que a aplicação generalizada de uma tonalidade previamente selecionada em um catálogo industrial não garante sua aparência final, principalmente considerando a organização de uma materioteca. Abordar a essência da cor em diversos materiais, considerando escalas de proximidade, variações entre tons vibrantes e suaves, claros e escuros, e nuances entre diferentes matizes, é uma tarefa delicada que requer respeito ao material, à percepção humana, à fonte de luz e às diretrizes da CIE (Comissão Internacional de Iluminação).

A escolha adequada de um sistema de medição e ordenamento de cores de materiais auxiliam os critérios metodológicos do designer. A aplicação incorreta da cor no design pode implicar em desvios funcionais, além de promover dificuldades na leitura de produtos tais como equipamentos, utensílios e sistemas gráficos.

Também foi observado que em termos de ambiente, a organização de uma materioteca depende de condições corretas de iluminação de forma a não provocar distorções cromáticas e conseqüentemente, fragilizar os critérios de escolha de cores, padrões e texturas. Todas as experimentações foram realizadas no FabLab Mauá – sala E04 – em condições de iluminação controlada com fonte luminosa D65 mediante *Pantone © Lighting Indicator Stickers D65*.

Ao longo dos encontros semanais com a orientadora, a autora teve oportunidade de ampliar a sua percepção sobre materiais e desenvolver uma análise crítica aprofundada sobre a cor e o design e suas implicações numa materioteca. Com as experimentações, houve a superação de aspectos subjetivos nos critérios de escolha de cor. A aplicação de metodologias consagradas e os procedimentos corretos na manipulação de materiais proporcionaram segurança nos critérios de harmonia. Nesse sentido, a análise colorimétrica destacou conceitos essenciais para compreender o material e ofereceu orientações seguras para a harmonização cromática.

Referências Bibliográficas

- ASHBY, M. JOHNSON, K. *Materiais e Design. Arte e Ciência da Seleção de Materiais no Design de Produto*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BECERRA, L. *CMF Design: The Fundamental Principles of Colour, Material and Finish*. Londres: Frame, 2016.
- DANTAS, D.; BERTOLDI, C. A.; TARALLI, C. H. *Materiais e criação em design e arquitetura: compartilhando experiências para a economia criativa*. Pós FAUUSP, [S. l.], v. 24, n. 42, p. 110-126, 2017. DOI: 10.11606/issn.2317-2762.v24i42p110-126. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/123072>. Acesso em: 29 set. 2023.
- GAMITO, M. *A cor na formação do Designer*. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

- GONÇALVES, M. Dissertação *A Cor e o Espaço*. 2011 Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- HOLLAND, M. *A cor na arquitetura: a cor e a luz na poética arquitetônica, criando formas em espaços urbanos, edifícios e Interiores*. 1999. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – FAU Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LAKATOS E.M.; MARCINI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2010.
- LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. *Sistema de classificação e seleção dos materiais: leitura integrada de amostras físicas e catálogos virtuais em materioteca com ênfase na aplicação da ferramenta FEM e análise da sustentabilidade*. *Revista de Design, Tecnologia e Sociedade, [S. l.]*, v. 3, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/design-tecnologia-sociedade/article/view/13657>. Acesso em: 29 nov. 2023.
- LIMA, M. A. M. *Introdução aos Materiais e Processos para Designers*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Instituto Florestal. *Identificação macroscópica de madeiras Comerciais do Estado de São Paulo / Sandra Monteiro Borges Florsheim ...[et al]* – São Paulo: Instituto Florestal, 2020.
- SILVA, R. A. F. da; SETTER, C.; MAZETTE, S. S.; MELO, R. R. de; STANGERLIN, M. D. *Colorimetria da madeira de trinta espécies tropicais*. *Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)*, v. 8, n. 1, p. 36-41, 2017.
- STILES, W. S. *Color Science: Concepts and Methods*. N. York Wiley, 2000.