

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – UFSC**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PPGE**  
**GESTÃO DO DESIGN E PRODUTO**

**ESQUEMAS CROMÁTICOS APLICADOS EM  
AMBIENTES INTERNOS  
- UMA ENFASE NA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL -**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina  
para obtenção do grau de Mestre em Engenharia

**PATRÍCIA SILVEIRA NEVES**

Orientadora:

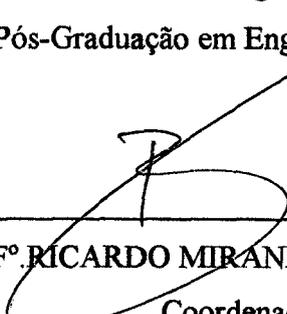
Alice T. Cybis Pereira

Florianópolis (SC), Abril de 2000.

**ESQUEMAS CROMÁTICOS APLICADOS EM  
AMBIENTES INTERNOS  
- UMA ENFASE NA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL -**

**PATRÍCIA SILVEIRA NEVES**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, especialidade em Engenharia de Produção, área de Design e Produto e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.



---

**PROF.º RICARDO MIRANDA BARCIA. Ph.D.**

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



---

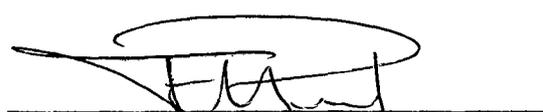
**PROF.ª ALICE T. CYBIS PEREIRA Ph.D.**

Orientadora



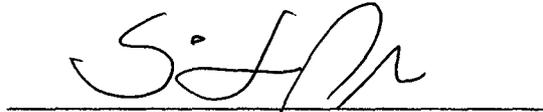
---

**PROF.ª ALICE T. CYBIS PEREIRA Ph.D.**



---

**PROF.ª ELSON MANOEL PEREIRA Dr.**



---

**PROF.ª SILVANA BERNARDES ROSA Dr.ª**

*Ofereço este trabalho,*

*Aos meus  
Queridos pais,*

*Guilherme, Mayara*

*e*

*Marina*

*Aos quais muito amo*

## Agradecimentos

A Deus por permitir que eu alcançasse essa etapa.

A Prof<sup>ª</sup>. Alice T. Cybis Pereira pela orientação e apoio no decorrer deste trabalho.

A Prof<sup>ª</sup> Berenice Gonçalves por toda colaboração e atenção dedicada.

Ao amigo Éder Ferreira por toda sua ajuda.

Ao Diretor das Tintas Kresil por toda sua atenção e ajuda.

Ao Paulo Sérgio de Souza por toda sua ajuda e paciência

Aos Professores do Curso de Especialização em Informática no Projeto & Desenho por toda atenção.

A Direção, Iracema Dal Castel e Luiz Henrique de Souza, do Colégio Estadual Simão José Hess pela sua gentil permissão de usar o laboratório da escola.

A todos colegas que direta e indiretamente contribuíram para a concretização de mais essa etapa.

E por fim aos meus pais, não tenho palavras. Mas, agradeço com toda a imensidão do mundo. Obrigado !

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>LISTAS DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>LISTAS DE TABELAS</b> .....	xiii
<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 QUESTÃO DA PESQUISA.....	13
1.3 HIPÓTESE GERAL.....	14
1.4 OBJETIVO .....	15
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	15
1.5 METODOLOGIA.....	15
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
<b>2 – FUNDAMENTOS DA COR</b> .....	17
2.1 A COR AO LONGO DO TEMPO.....	17
2.2 ASPECTOS FÍSICOS.....	19
2.2.1 PERCEPÇÃO DA COR.....	20
2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS CORES.....	20
23.1 COR- LUZ.....	21
23.2 COR- PIGMENTO.....	21
2.4 ASPECTOS PSICOLÓGICOS.....	27
2.4.1 ASSOCIAÇÕES PSICOLÓGICAS DAS CORES.....	27
<b>3 - A RELAÇÃO COR – FUNÇÃO EM AMBIENTES INTERNOS</b> .....	31
3.1 CONTRASTE ENTRE CORES QUENTES E FRIAS.....	32
3.2 ANÁLISE DO USO DAS CORES EM ESQUEMAS ESPACIAIS.....	36
3.3 CARACTERÍSTICAS DAS CORES EM RELAÇÕES A CADA AMBIENTE INTERNO.....	39
3.4 RECOMENDAÇÕES DAS CORES EM RELAÇÕES A AMBIENTES NÃO RESIDENCIAIS.....	41

<b>4 - CONCEITOS DE HARMONIZAÇÃO CROMÁTICA APLICADOS A AMBIENTES INTERNOS.....</b>	<b>45</b>
<b>5 - LUMINAÇÃO.....</b>	<b>53</b>
5.1 TIPOS DE LÂMPADAS.....	55
5.2 CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES INTERNOS.....	56
<b>6 -SIMULAÇÃO DA COR ATRAVÉS DE MEIOS COMPUTACIONAIS.....</b>	<b>61</b>
6.1 TIPOS DE ARQUIVOS.....	64
6.2 PRINCIPAIS PROGRAMAS GRÁFICOS PARA SIMULAÇÃO EM AMBIENTES INTERNOS.....	67
6.3 MODELOS CROMÁTICOS .....	73
6.4 DIFICULDADES DA SIMULAÇÃO.....	81
<b>7 – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO.....</b>	<b>83</b>
7.1 EXEMPLICAÇÃO DO QUARTO DE BEBE.....	84
7.2 SALA DA ESTAR.....	91
<b>8 –CONCLUSÃO.....</b>	<b>98</b>
8.1 INTRODUÇÃO.....	98
8.2 CONCLUSÃO QUANTO A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	99
8.3 CONCLUSÕES QUANTO AO PROJETO CROMÁTICO DE AMBIENTES INTERNOS.....	101
8.4 TRABALHOS FUTUROS.....	101
<b>ANEXOS.....</b>	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>104</b>
<b>SITES INTERNET.....</b>	<b>108</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Síntese Aditiva e Subtrativa.....	25
Figura 2 - Escala de Cores Frias e Quentes.....	34
Figura 3 - Cores Claras.....	34
Figura 4 - As cores situadas sobre o fundo.....	35
Figura 5 - Cores Neutras.....	35
Figura 6 - Cores que se situam sobre fundos de tons a elas semelhantes.....	36
Figura 7 - Cores que se situam sobre o fundo semelhantes perdem a saturação.....	36
Figura 8 - Cores escuras e situadas sobre o fundo branco.....	36
Figura 9 - Disco de Cores.....	46
Figura 10 - Harmonia Complementar.....	46
Figura 11 - Harmonia Análoga.....	47
Figura 12 - Harmonia Monocromática azul.....	47
Figura 13 - Harmonia Monocromática amarela.....	47
Figura 14 - Harmonia Monocromática vermelha.....	47
Figura 15 - Harmonia Complementar dividida (Simples) .....	49
Figura 16 - Harmonia Duplamente dividida.....	50
Figura 17 – Harmonia Tripla.....	50
Figura 18 – Harmonia Alternada 60.....	51
Figura 19 – Monotom.....	51
Figura 20 - Estudo de cores feitos de técnicas manuais.....	62
Figura 21 - Estudo de cores feitos de técnicas manuais.....	62
Figura 22 - Estudo de cores feitos de técnicas manuais.....	62
Figura 23 - Interface da Paleta de Cores do Programa Auto Cad. ....	68
Figura 24 - Interface da Paleta de Cores do Programa Corel Draw.....	70
Figura 24 .1 - Interface da Paleta de Cores do Programa Corel Draw.....	70
Figura 25 - Interface da Paleta de Cores do Programa 3D Studio Max.....	72
Figura 26 - Interface da Paleta de Cores do Programa Adobe PhotoShop.....	73
Figura 27 - Modelos de Cores RGB.....	75
Figura 28 - Variação de Tonalidade, Saturação e Brilho do sólido de cores. ....	77
Figura 29 - Planta Baixa do Quarto do bebê.....	84
Figura 30 - Simulação Chapada do Quarto 1.....	85
Figura 31 - Simulação Chapada do Quarto 2.....	86
Figura 32 - Simulação Chapada do Quarto 3.....	87

Figura 33 - Simulação Chapada do Quarto 4.....	87
Figura 34 - Simulação Chapada do Quarto 5.....	87
Figura 35 - Simulação Chapada do Quarto 6.....	88
Figura 36 - Simulação com Iluminação do Quarto 7.....	89
Figura 37 - Simulação com Iluminação do Quarto 8.....	89
Figura 38 - Simulação com Iluminação do Quarto 9.....	90
Figura 39 - Simulação com Iluminação do Quarto 10.....	90
Figura 40 - Simulação com Iluminação do Quarto 11.....	90
Figura 41 - Simulação com Iluminação do Quarto 12.....	90
Figura 42 - Planta Baixa da Sala de Estar.....	91
Figura 43 - Simulação Chapada da Sala 1.....	92
Figura 44 - Simulação Chapada da Sala 2.....	92
Figura 45 - Simulação Chapada da Sala 3 .....	94
Figura 46 - Simulação Chapada da sala 4.....	94
Figura 47 - Simulação Chapada da Sala 5 .....	94
Figura 48 - Simulação Chapada da Sala 6 .....	94
Figura 49 - Simulação Chapada da Sala 7 .....	94
Figura 50 – Simulação com Iluminação da Sala 8.....	95
Figura 51 – Simulação com Iluminação da Sala 9.....	95
Figura 52 – Simulação com Iluminação da Sala 10.....	96
Figura 53 – Simulação com Iluminação da Sala 11.....	96
Figura 54 – Simulação com Iluminação da Sala 12.....	96
Figura 55 – Simulação com Iluminação da Sala 13.....	96
Figura 56 – Simulação com Iluminação da Sala 14.....	97

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Diferenças entre cores frias e quentes.....	28
Tabela 2 - Relações Colorísticas do Espaço.....	31
Tabela 3 - Sensação Visual quanto a Prevenção de Acidentes.....	43
Tabela 4 - Requisitos necessários para a ocorrência tranqüila do Processo Visual.....	55
Tabela 5 - Classificação Básica de Iluminação Interna.....	59
Tabela 6 – Valores de cores como se estivesse percorrendo o perímetro de um disco de cores.....	77

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o uso da cor em ambientes internos, através da simulação computacional. Busca verificar as possibilidades de utilização da computação gráfica como meio simulador, como meio de estudo e como importante meio de pesquisa dos princípios cromáticos aplicados em ambientes internos. Este estudo pretende contribuir para a manipulação de soluções cromáticas espaciais, configurando uma ferramenta de apoio ao designer de ambientes. Para tanto, são abordadas as qualidades próprias estruturais da luz e tons e as características que propiciam a sensação, percepção e construção do espaço cromático. São destacadas as relações de organização da cor no campo visual bidimensional e tridimensional e os fenômenos de contraste cromático nas relações tonais cor/iluminação. Além disso são abordados condições físicas, psíquicas e influências culturais características da linguagem cromática. As relações colorísticas podem ser avaliadas através da manipulação virtual das características do ambiente e dos objetivos do projeto. Ao final são apresentados exemplos, simulados através de softwares gráficos, em que são aplicados estudos cromáticos de dois ambientes de interiores.

## **ABSTRACT**

This work aims to analyse the use of colour in internal environments through computer simulation. Verifies the possibilities of using computer graphics as a simulation method, as a form of studying, and as important means of researching chromatic principles applied to internal environments. This study intends to contribute for the manipulation of spatial chromatic solutions, configuring an assistance tool to interior designers. In such a way, the proper qualities of light structure and the characteristics that provide sensations, perceptions, and the construction of chromatic space are investigated. The relations of colour organisation are highlighted in the second and third dimension of the visual field, as well as the chromatic contrast phenomenon of the colour/illumination hue relation. Besides that, the physical and psychological conditions and cultural influences of the chromatic language characteristics are also discussed. The colour relations can be evaluated through virtual manipulation of the space characteristics and the design objective. At the end, examples of two interior spaces simulated through graphic computer software are presented

## 1 - INTRODUÇÃO

A cor sempre foi objeto de fascínio do homem nos mais variados campos da ciência. Estuda-se cor nas Artes, na Psicologia, na Antropologia, na Medicina, entre outras.

(Lammens, apud Pereira, 1994)

As cores fazem parte da nossa vida desde muito cedo. Quando crianças, costumamos comparar nossa cor preferida com a de nossos colegas. Ao comprar uma roupa, pintar as paredes do quarto, olhar para o mar, expressamos nossas preferências nesse assunto. Porém, como se determina a coloração? Para entendermos essa questão, devemos aprofundar nossa discussão sobre as cores e diferenciar as duas principais formas com que as acessamos no dia-a-dia: os pigmentos, ou tintas, e a coloração da luz.

Quem pinta o mundo? Certamente essa deveria ser a primeira pergunta a nos fazer; como um único céu pode ser negro a noite, azul de dia e avermelhado na fronteira dos dois períodos? Uma pista muito importante nós temos: estes fenômenos só acontecem na presença de luzes. E mais: quando muda a cor da luz, o colorido de determinados objetos também muda. - Que tal responsabilizarmos a luz por esses espetáculos? Certamente todo o colorido presente no mundo que nos cerca já causo-lhe interrogação algum dia. Que bom se pudéssemos admirar espetáculos como esse, entendendo o que se passa por trás daquelas misteriosas cores! Fernando Pessoa discorda veementemente e diz: "...pensar é estar doente dos olhos..." Ele escolheu a linguagem da poesia para se comunicar com a natureza. Mas, não somos tão bons poetas, poderíamos trabalhar uma outra linguagem para essa natureza, que a linguagem poética traduz.

A cor é uma linguagem que se manifesta a partir de características individuais e coletivas. O homem reage a ela subordinado às suas condições físicas e às suas influências culturais. O seu valor de expressividade a torna um elemento importante na transmissão de idéias. A reação do indivíduo a ela não tem fronteiras espaciais ou temporais. O impacto produzido pela cor não sofre as barreiras impostas pela língua. A cor é uma experiência temporal e subjetiva, interpretada diferentemente por cada indivíduo. Apesar de toda a subjetividade intrínseca, o homem sempre tentou transmitir tal sensação aos diversos objetos que o rodeiam.

Sobre o indivíduo que recebe a comunicação visual, a cor exerce um *ação triplíce*: A cor é *vista*: impressiona a retina. É *sentida*: provoca emoção. E é *construtiva*, pois, tendo um significado próprio, tem valor de símbolo e capacidade, portanto, de construir uma linguagem que comunique um idéia.

Mais recentemente a cor vem sendo reabilitada tanto para o uso em interiores quanto em exteriores. Usada em ambientes internos, as cores possibilitam uma outra forma de ver, de sentir as coisas. Mas já é quase consenso que os ambientes de trabalho ou lazer, doméstico ou público, não devem ser neutros. Em qualquer um deles deve-se levar em conta o efeito que a cor deve ter sobre as pessoas de forma que as pessoas interajam satisfatoriamente com o ambiente. Ela tem a capacidade de interferir em nosso estado de espírito. No uso da cor em ambientes externos, existe uma tendência mundial em abandonar definitivamente o branco das fachadas e impulsionar a ousadia de tons e cores.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

No contexto cultural contemporâneo, a arquitetura e o projeto urbano tem sido foco de um considerável debate polêmico sobre as maneiras pelas quais os juízos estéticos e sociais podem ou devem ser incorporados a uma forma espacial com efeitos na vida diária. Temas como: ecletismo, citação, individualidade, personalização e subjetividade estão presentes nas reflexões e nas práticas de projeto. Evidentemente, outros campos da cultura como literatura, psicologia e arte, compartilham de pensamentos semelhantes. Esses temas questionam nossas maneiras de perceber forma e espaço, e na verdade, aproximam-se do conceito de pós-modernismo<sup>1</sup>.

Os pós-modernistas se afastam de modo radical das concepções modernistas sobre como considerar o espaço. Os modernistas viam o espaço como algo a ser moldado para propósito sociais e, portanto, ligados a construção de um projeto social, já os pós-modernistas vêem o espaço como forma independente e autonôma a ser moldada segundo princípios estéticos e conceituais que não têm necessariamente nenhuma relação com um objetivo social abrangente, criando possibilidades para a constituição de espaços individuais e particulares.

---

<sup>1</sup> Pós-Modernismo – “ Mais positivamente, os editores da revista de arquitetura PRECIS 6 (1987,7-24) vêem o pós-modernismo como legítima reação à “monotonia” da visão de mundo do modernismo universal. “Geralmente percebido como positivista, tecnocêntrico e racionalista, o modernismo universal tem sido identificado com a crença no progresso linear, nas verdades absolutas, no planejamento racional de ordens sociais ideais”. (HARVEY, D. p.19, 1994).

*“ O arquiteto e projetista pós-moderno, podem em consequência aceitar o desafio de se comunicar com grupos distintos de clientes de maneira personalizada, ao mesmo tempo que trabalham produtos para diferentes situações, funções e ‘culturas de gosto’ “. (HARVEY, p. 78, 1989)*

Inicialmente, parece que o pós-modernismo<sup>2</sup> procura justamente descobrir maneiras de exprimir essa estética da diversidade. É bem verdade, que também pode-se abrir espaço para o exagero, a saturação e a falta de consistência no uso de determinados “efeitos”.

Na última década, observa-se o crescimento do uso da cor na arquitetura. Em fachadas, e/ou em ambientes internos, de caráter residencial ou comercial, as relações cromáticas vêm sendo utilizadas em maiores proporções. Esse aspecto revela grande interesse por parte dos indivíduos no uso dos códigos cromáticos, bem como, uma evolução técnica no que se refere a fabricação de tintas e complementos. Além disso, a evolução nas técnicas de projeto, as possibilidades de manipulação de informações através de imagens, permite ao designer e ao projetista visualizar, absorver e transmitir um número muito maior de informações.

Na tentativa de proporcionar a otimização de projetos para ambientes internos de uma forma mais rápida e precisa, busca-se na computação gráfica o uso de ferramentas específicas, que facilitem o planejamento e a visualização dos elementos cromáticos a serem representados, tanto no espaço bidimensional como também no tridimensional. A simulação computacional da cor, é importante para o estudo prévio do espaço cromático em ambientes internos. Além disso, pode-se planejar a iluminação de um ambiente.

As práticas de projeto no âmbito acadêmico e profissional consideram pouco a especificidade do espaço conseguido através das organizações cromáticas. O uso da cor geralmente é tratado como o reflexo da herança que dicotomiza desenho e cor, essência e aparência. Assim, o estudo aqui proposto pretende resgatar a importância da linguagem cromática no planejamento de ambientes internos, destacar parâmetros sobre o uso da cor em interiores e estimular o planejamento cromático em ambientes internos através dos meios gráficos computacionais. Ao longo do trabalho, procurou-se integrar fundamentação bibliográfica, tratamento e análise de imagens, evitando um excesso de formalismo estetizante e um juízo simplesmente técnico.

---

<sup>2</sup> Pós-Modernismo assinala a morte dessas “metanarrativas”, cuja função terrorista era fundamentar e legitimar a ilusão de uma história humana “universal”. Estamos agora no processo de despertar do pesadelo da modernidade, com sua razão manipuladora e seu fetiche da totalidade, para o pluralismo reforçado do pós-moderno, essa gama heterogênea de estilos de vida e jogos de linguagem que renunciou ao impulso nostálgico de totalizar e legitimar a si mesmo. (HARVEY, p.19, 1994)

## 1.2 QUESTÃO DA PESQUISA

- “ Como a teoria da cor pode ser aplicada no estudo de projetos colorísticos de ambientes internos ?”

## 1.3 HIPÓTESE GERAL

- Através da simulação computacional de ambientes virtuais pode-se estudar projetos colorísticos aplicando a teoria da cor.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar o uso da cor em ambientes internos, através dos pressupostos psicológicos, físicos e perceptivos e verificar as possibilidades de utilização da computação gráfica como meio simulador e de auxílio na escolha de cores para o design de ambientes.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fundamentar as relações de organização cor - fundo no campo visual cromático e os fenômeno de contraste cromático nas relações tonais cor/iluminação;
- Evidenciar características que propiciam a percepção do espaço em relação a cor; bem como as qualidades próprias estruturais de luz e tons;
- Verificar a relação cor - função - ambientes internos;
- Destacar que a simulação computacional auxilia no planejamento cromático de ambientes internos;
- Eleger esquemas cromáticos aplicados ao tratamento colorístico de ambientes internos – dois estudos de caso.

## 1.5 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido através de uma metodologia teórica empírica. Foram levantados aspectos teóricos relativos a percepção, sensação e psicologia da cor. Sendo aplicados empiricamente em simulações computacionais de ambientes internos.

Visou-se trabalhar as especificidades da simulação computacional relativos a cor incluindo suas principais ferramentas na distinção de modelos cromáticos. Posteriormente, a aplicação de conceitos cromáticos e de iluminação em variados tipos de ambientes foram explorados. Em seguida selecionou-se ambientes internos para a simulação de cor no computador, objetivando a análise final dos efeitos espaciais gerados.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho procura, em oito capítulos, compreender a relação da simulação computacional no auxílio da percepção das cores em ambientes internos. A estrutura é composta da seguinte forma:

O Capítulo 1, nesse capítulo é apresentado a Introdução, contendo o tema de pesquisa, justificativa, hipótese geral, objetivos (geral e específico), metodologia e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2, descreve os principais conceitos a respeito da história da cor ao longo do tempo, através de teoria, percepção, sensação, harmonização.

O Capítulo 3 cita sobre a função da cor para ambientes internos específicos, ou seja residencial ou comercial. Mostra as características das cores em relação ambientes internos distintos.

O Capítulo 4 é reservado para a abordagem dos princípios de harmonizações aplicados a ambiente internos.

O capítulo 5 trata da importância da iluminação e condições de iluminação dos ambientes internos relacionados a cor.

O capítulo 6 aborda as possibilidades da informática envolvidas na simulação da cor. Destacam-se os conceitos de simulação de ambientes cromáticos, programas básicos para simulação, e os tipos de modelos cromáticos empregados no meio digital.

O capítulo 7 faz o estudo de caso de dois ambientes: o quarto do bebê e a sala de estar, nesses ambientes revelando que a sensação espacial de um mesmo ambiente pode ser modificada pelo uso de relações cromáticas específicas.

E por último, no capítulo 8 são mencionados as conclusões deste trabalho, assim como as recomendações para estudos futuros.

## 2 – FUNDAMENTOS DA COR

“...Se um pingüinho de tinta cai num pedacinho azul do papel; num instante imagino uma linda gaivota voar no céu...”

(Moraes, 1980)

O estudo aprofundado da cor deve ser abordado de forma interdisciplinar. Neste sentido, a teoria da cor engloba os aspectos físicos, fisiológicos, psicológicos e culturais.

### 2.1 A COR AO LONGO DO TEMPO

“ COR “

Palavra tão pequena, mas que produz grandes resultados; ela é um dos recursos mais poderosos que um projetista pode usar. A cor direciona o olhar, atrai a atenção e conota significados. Desde os primórdios, a cor foi utilizada nas representações gráficas acompanhadas de seu grafismo e geometria. Desde a era pré-histórica os homens adornavam suas cavernas com pinturas policromáticas dominadas pelos tons fortes de vermelho, ocre e outras cores terrosas, além do branco, preto e mais raramente o verde e o azul. As cores tinham um caráter simbólico e mágico. O vermelho (sangue), como em quase todas as culturas primitivas ou antigas, representava duplamente o sentido vital: a disposição para enfrentar os obstáculos representados pelos perigos naturais ou pelos inimigos humanos.

Assim como grande parte da história ocidental, a gênese da teoria organizada das cores encontra-se nos gregos. Embora os gregos tenham sido com frequência brilhantes filósofos, eles preferiam reflexões teóricas a observações experimentais e geralmente não

fundamentavam suas teorias com evidências concretas. Como consequência, suas teorias em geral tinham pouca relação com realidade. Mas elas permaneceram à testa da linha principal do pensamento europeu até o primeiro milênio depois de Cristo. (GOLDING, Mordy. 1997, p.2)

Leon Battista Alberti, arquiteto e pintor, precursor da arte como objeto de teoria e doutrina sistematizada, em seu *Da Pintura* conceitua a operação compositiva centrada na subdivisão desenho e cor. Propõe a formulação pictórica a partir das etapas de circunscrição (desenho), composição, recepção de luzes e cor. Neste período, a pintura era concebida como representação das coisas em suas “corretas” relações espaciais, “janela para o mundo, onde o espectador olha a cena que se apresenta a partir do esquema pirâmide visual que se estende do olho as coisas vistas. Resultado da integração de ciência e arte, de óptica e pintura, tais postulados do período disseminaram-se e marcaram toda a formação artística ocidental. Desenho e cor imbricavam em estado de subordinação mútua, mas a normal prevalecia: “desenha-se e depois colore-se. A postura Alberti revela com clareza tais pressupostos: “Prefiro um bom desenho com uma boa composição para ser bem colorida” ou “os pintores devem saber que com suas linhas circunscrevem as superfícies. Dentro dessa concepção, contorno subordina cor. Desenho, claro-escuro e cor hierarquizam na pintura. “Tal ilusionismo também é referido à perspectiva que aprofunda o olhar. Redefine-se a pintura valorativamente: reunião de um bom desenho e de boa composição para ser bem colorida; com a construção perspectiva e o uso judicioso do branco e do preto, o pintor eleva-se enquanto a cor se subordina ao desenho e ao claro-escuro”(Alberti, 1992).

Condenada pelo seu poder de ilusão e pelo brilho de suas cores a pintura é debatida pelos efeitos retóricos de suas imagens: seu poder de persuasão; de brilho; encanto; e atração. Nesse sentido, como considerar um bom uso da pintura? O pintor não é, antes de tudo, como diz Platão, “pulverizador e misturador de drogas multicoloridas?” (Lichtenstein, 1994). A rigor para quem diz amar exclusivamente a verdade, a única pintura digna de ser reconhecida deveria ser incolor, isto é, sem cor?

Na alta Renascença, a cor passa a ser elemento individualizador da obra artística – com Massacio, Michelangelo, Ticiano, etc. O Barroco lhe conferiu um caráter dinâmico, enquanto que o Romantismo procurava as cores nas paisagens. No impressionismo, ocorreu uma verdadeira revolução cromática na pintura.

Há mais ou menos cem anos é que a humanidade começou a usar a cor com a intensidade com que o faz hoje. O número de corantes e pigmentos conhecidos antes do século XIX era muito reduzido. Tinham origem orgânica e custavam muito. Só os indivíduos com mais recursos podiam usá-los. A síntese dos corantes de anilina, os derivados do alcatrão

de hulha e os óxidos metálicos alteraram bastante os processos de elaboração de cores. A cor sempre fez parte da vida do homem: sempre houve o azul do céu, o verde das árvores, o vermelho do pôr do sol. Mas há, também a cor feita pelo homem: tintas, papéis de parede, tecidos, embalagens, cinema e TV.

A reação do indivíduo à cor é uma maneira particular e subjetiva que relaciona-se a vários fatores. A cor é uma sensação e, como tal, uma característica do estilo de vida de uma época – integra uma determinada maneira de ver as coisas. É inegável que toda cor tem um espaço que lhe é próprio, mas é também inegável que esse espaço faz parte da cor, de acordo com as concepções culturais que o fundamentam. A cor esteve presente em todas as etapas da história da arquitetura. Entretanto, durante boa parte deste século o repúdio aos artificialismos decorativos, reduziu a expressão cromática da arquitetura àquela ditada pela natureza dos materiais empregados. Mais recentemente a cor vem sendo reabilitada tanto para o uso em interiores quanto em exteriores. O uso da cor na arquitetura começa através do histórico dos significados que lhe foram atribuídos ao longo do tempo. O Pós-Moderno procura resgatar o valor comunicativo da arquitetura a partir de valores extraídos de sua própria história e da incorporação de referências à natureza a aos tecidos cultural e social. Ao subverter as conotações tradicionais das cores, alarga certos limites sedimentados pelo Movimento Moderno, em múltiplas versões que transitam entre o neo-historicismo compenetrado e a apropriação lúdica e irônica do vernacular. Na maioria das civilizações, as *cores* não foram usadas simplesmente como fatores de embelezamento estético. Eram adoradas, porque se lhes atribuíam valores esotéricos, além de representarem símbolos das superstições sociais e religiosas. Derivando de hábitos sociais estabelecidos durante longo espaço de tempo, fixam-se atitudes psicológicas que orientam inconscientemente inclinações individuais. Esses significados ficam de tal forma enraizados na cultura de um povo que estamos hoje em condições de ver, na cultura de nosso país, o emprego, na linguagem corrente, de sensações visuais para definir estados emocionais ou situações vividas pelo indivíduo.

## 2.2 ASPECTOS FÍSICOS

A teoria da cor começa a ser delineada a partir da figura de Issac Newton, nascido em Wolsthorpe, Lincolnshire, Inglaterra. Newton, grande matemático, físico, astrônomo e filósofo, descobriu como a luz se decompõe e, graças a ele, o fenômeno cromático do arco-íris pôde ser explicado. Até a época em que deu início às suas pesquisas, imaginava-se que as

cores eram conseqüências do efeito que os objetos coloridos produziam ao se chocarem com a luz branca Newton realizou uma experiência que derrubou essa teoria: o físico inglês fez com que a luz branca passasse através de um prisma de cristal e comprovou, então, que o instrumento decompunha a luz branca em uma série de cores chamadas fundamentais (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta). A esse feixe colorido Newton deu o nome de “espectro da luz branca solar”. Em outra experiência, Newton verificou que, quando esse feixe colorido atravessava um outro prisma, colocado em posição invertida em relação ao primeiro, restaurava-se o feixe de luz branca original. O efeito do arco-íris é resultante por que cada gota de chuva age como um prisma ao decompor a luz solar. (Toledo, p.14, 1991)

O fenômeno que nos permite ver os objetos não-luminosos que nos cercam é reflexão da luz. Assim, quando a luz ”bate” num objeto e volta chegando aos nossos olhos, está ocorrendo a reflexão. Os objetos apresentam superfícies que podem refletir, absorver, e/ou transmitir, de forma completa ou parcial, a luz que recebe como a maior parte dos objetos apresenta superfície irregular e, pôr isso, reflete a luz em todas as direções. Dizemos, nesse caso, que ocorre uma reflexão difusa ou difusão da luz. Então, quando vemos um corpo, estamos recebendo a luz que ele reflete difusamente para o ambiente. Ao enxergamos um objeto com a cor vermelha é por que estamos recebendo dele a luz vermelha e não os demais componentes da luz branca. Igualmente, um objeto azul está refletindo a luz azul para nossos olhos e um objeto que é visto com a cor amarela está nos enviando a luz amarela. Um objeto é branco porque reflete todos os componentes da luz branca. Já um objeto preto absorve todos os componentes da luz (por isso costuma-se dizer que o preto é a ausência de cor).

Porém, se a superfície do corpo que reflete a luz for bem lisa e polida ocorre a reflexão regular, na qual a direção da luz refletida é muito bem definida. Esse fenômeno ocorre nos espelhos, na superfície em repouso da água de um lago ou na superfície de uma placa de vidro liso. A simetria com que a luz se reflete numa superfície lisa e plana resulta na formação de imagens que são réplicas dos objetos colocados diante dela. Pôr isso, “dentro” de um espelho plano, praticamente se reproduz o mundo do “lado de fora”. Em interiores é muito comum a utilização de espelhos nas paredes para dar a impressão de que o ambiente é mais amplo. (Pietrocolo, 1999)

Ainda não está perfeitamente estabelecido de que modo nosso olho codifica as cores. A teoria mais aceita admite que, na retina do olho humano, há três tipos de células sensíveis às cores: as sensíveis à luz vermelha, as sensíveis à luz verde e as sensíveis à luz azul. Portanto haveria células receptoras apenas para as luzes correspondentes às cores primárias. Conforme as luzes recebidas, seriam excitadas apenas as células receptoras correspondentes a

elas. Os sinais seriam então enviados ao cérebro, que se incumbiria de “misturá-las”, produzindo a sensação da cor do objeto.

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS CORES

Cor é produzida em uma parte do espectro de ondas eletromagnéticas que, ao estimular o olho humano, permite a distinção de diferenças na qualidade da sensação visual. A cor é a resposta a um estímulo luminoso captado pelo olho e interpretado no cérebro. Quando duas cores ou mais cores são superpostas, gera-se uma cor diferente das que lhe deram origem. Existem dois processos através dos quais é possível misturar as cores:

- \* superposição de luzes coloridas (cor luz, síntese aditiva);
- \* mescla de pigmentos (cor pigmento, síntese subtrativa).

### 2.3.1 *Cor - Luz* é a radiação luminosa visível.

No processo de superposição de luzes coloridas, ocorre o somatório dos comprimentos de ondas, razão pela qual denomina-se de mistura aditiva (Figura 1). É possível, desta forma, obter-se todas as cores do espectro partindo-se das chamadas cores fundamentais: vermelho, verde e azul. Mistura aditiva sempre produz uma cor mais clara.

As luzes vermelha, verde e azul são denominadas cores primárias aditivas, porque, uma vez combinadas diferentes intensidades, podem originar qualquer outra cor. Se utilizarmos três lanternas que emitem feixes de luz colorida de igual intensidade, um vermelho, um verde e um azul, para iluminar uma tela branca, de modo tal que os três focos se superponham parcialmente, descobriremos que:

As Cores ditas terciárias são intermediária entre uma cor secundária e qualquer das duas primárias que lhe dão origem.

vermelho + verde = amarelo;



vermelho + azul = magenta;



verde + azul = ciano;



vermelho + verde + azul = branco



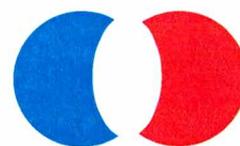
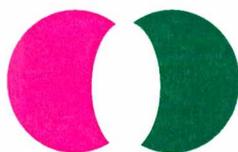
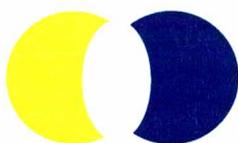
As luzes primárias vermelha, verde e azul (RGB) ao se superporem, duas a duas, em igual intensidade, produzem as secundárias magenta, ciano e amarelo, as quais também podem sofrer processos aditivos.

Diz-se que cada secundária é a cor formada em equilíbrio óptico por duas cores luzes primárias ou seja, é complementar da cor-luz primária que não entrou na sua formação, porque a soma das duas resulta o branco. Assim, o amarelo é complementar do azul, o magenta é complementar do verde e o ciano é complementar do vermelho e observa-se que cada cor-luz secundária, combinada com sua cor-luz primária complementar, produz o branco.

amarelo + azul = branco;

magenta + verde = branco

ciano + vermelho = branco



2.3.2 *Cor - Pigmento* - é a substância material que conforme sua natureza, absorve, transmite ou reflete a coloração dos corpos, denominado cores permanentes dos corpos. No caso de mescla de pigmentos, ocorre um processo de absorção de parte da luz incidente produzindo uma diminuição dos comprimentos de onda refletidos. Este processo é chamado de subtrativo e as cores básicas são: vermelho, azul e amarelo. O processo de subtração cromática também ocorre com as cores pigmento transparentes (ciano, magenta e amarelo). A mistura subtrativa sempre produz uma cor mais escura que as originais podendo resultar o preto. A tríade magenta/amarelo/ciano encontra maior rendimento em precisão cromática nas emulsões transparentes (películas fotográficas, impressões gráficas, aquarelas) daí termos escolhido para elas a denominação de cores pigmento transparentes, em oposição a outra tríade de cores pigmento que chamamos de opacas (encáustica, óleo, têmpera).

Com esse tipo de diferenciação, graduando-se os vários tons em torno de uma cor dominante, estabelecem-se certas relações que são as ‘Tonalidades’. A Escala Tonal semelhante, começa com os tons mais claros e termina com os escuros. Escala cromática, funciona como um dos pólos terminais o tom mais intenso, o mais saturado de cada gama. A saturação cromática tem como ponto de referência o fenômeno natural do espectro solar; a intensidade das cores que aparecem no arco-íris: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, violeta.

A tríade das cores pigmento primárias, que permitem a obtenção de todas as demais, são exatamente as secundárias das luzes coloridas. A mistura das cores resulta em um efeito subtrativo, finalizando com um cinza neutro. Ex.: C + M + Y = cinza neutro. O que ocorre é uma diminuição no comprimento de onda refletido uma vez que cada uma das cores absorve parte da luz.

A classificação universalmente aceita é o Sistema de Munsell, cuja notação é feita em três partes: tom-valor-saturação. A aparência de cor das fontes de luz deve estar de acordo com o nível de iluminação. A cor da superfície a ser percebida é influenciada pelo espectro de cores da fonte luminosa – este efeito é chamado de reprodução da cor. A maior ou menor capacidade de uma fonte de luz de reproduzir adequadamente as cores é quantificada através do índice da reprodução de cor.

A sensação da cor é descrita e medida seguindo o conceito de Munsell, e em termos fundamentados nos três aspectos visuais: tinta, valor e croma (Base tridimensional de uma cor). (Pedrosa, 1982)

*Tinta ou Matiz*: é a qualidade que distingue uma cor da outra; em termos comuns das cores, é o vermelho, amarelo, azul, etc., tendo cores de transição e outras subdivisões;

*Valor*: é a medida subjetiva de refletância, aparência clara ou escura de acordo com uma escala de 0 (preto) a 10 (branco).

*Croma*: Uma cor pode ser tornar saturada quando não estiver contaminada com preto, branco ou cinza. No momento em que qualquer destas cores neutras se infiltra em uma cor pura, a cor se torna diluída. A saturação é dada pela intensidade ou pureza da cor, uma escala mínima de 10 é usada para correlacionar as diferenças entre a cor pura e o cinza neutro. (Pereira, 1997).

## 2.4 ASPECTOS PSICOLÓGICOS

“O fenômeno da percepção da cor é bastante mais complexo que o da sensação. Se neste entram apenas os elementos físicos (luz) e fisiológico (o olho), naquele entram, além dos elementos citados, os dados psicológicos que alteram substancialmente a qualidade do que se vê. Exemplificando, podemos citar o fato de um lençol branco nos parecer sempre branco, tanto sob a luz incandescente amarela como sob a luz violácea de mercúrio, quando em realidade ele é tão amarelo quanto a luz incandescente, quando iluminado por ela, como tão violáceo quanto a luz de mercúrio que o ilumina.” (Pedrosa, p.18, 1982)

A sensação da cor é produzida por organizações nervosas do homem sob a ação da luz que incide sobre os objetos e o mundo que nos rodeia. De forma mais precisa, a sensação de cor se dá quando a luz branca incide nos materiais e estes refletem, absorvem e transmitem seletivamente os diferentes comprimentos de onda da energia luminosa. O olho tem habilidade de perceber aquela porção do espectro de radiação que é definido como a luz.

Na maioria das vezes não atentamos para a diferença de coloração e continuamos a considerar branco o lençol, por uma codificação do cérebro, que incorpora aos objetos, como uma de suas características físicas, a cor apresentada por eles quando iluminados pela luz solar, transformando em valor subjetivo as cores permanentes dos corpos naturais.

Assim, um objeto de cor magenta excita - simultânea mas separadamente - as células receptoras do vermelho e do azul, resultando na sensação dessa cor. Mesmo que a cor seja pura, isto é, que não resulte da soma de cores, se ela não for uma das primárias (verde, azul, vermelha), tudo ocorrerá como se fosse uma cor resultante da adição. Então uma luz amarela excita do mesmo modo os receptores vermelhos e verdes. Esse aspecto será melhor especificado no próximo item que trata da cor-luz.



FIGURA 1 – Síntese Aditiva e Síntese Subtrativa

A organização perceptiva no campo visual, obedece à ação do tipo comparativa. Esta ação origina a sensação do contraste e, conseqüentemente, a definição dos elementos visuais que por este fenômeno se sobressaem e passam a ter seu desempenho no campo de observação.

Para um julgamento das unidades visuais coordenadas num todo, em estruturas mais ou menos dinâmicas, é necessário considerarmos o fenômeno do contraste, sem o qual não haveria condição de percepção da relação figura-fundo.

O primeiro conceito de contraste é dado pela oposição entre dois tipos de estímulos, que compõe as duas grandes categorias na sensação e percepção do espaço visual, ou seja: a projeção de luz (cor) e a projeção de qualidades geométricas (formas). Os contrastes são determinados por qualidades não geométricas (luz e cores), em oposição à qualidades geométricas (configurações). Mas a oposição se dá, não somente entre estas duas categorias de estímulos essenciais, mas particularizada em cada uma delas, por exemplo: o contraste luminoso como o obscuro. Pela oposição da luz e da não-luz, ou ainda, o contraste da figura-fundo, pela oposição geométrica do limitado e ilimitado.

A partir desses dois tipos de oposições básicas outras se manifestam em níveis e estágios de percepção, originando a estrutura visual diferenciada do espaço.

O espaço visual é estruturado por um sistema de oposições, de contrastes, que abrangem as mais diferentes modalidades perceptivas e na estruturação da imagem se reúnem segundo afinidades de estímulos, ou ainda, relativas à organização estrutural figura-fundo. Portanto, abrangendo-se condições sensoriais e de percepção, o contraste age na formação do todo, acompanhando a estrutura natural da formação da imagem do espaço visual.

É nesse sentido que se formam as imagens do espaço real que nos contorna: conjunto de pontos, linhas, superfícies, volumes, tons, texturas, profundidades, distâncias, posições, direções, dimensões, extensões, etc. Elementos estes que são visualizados por ações comparativas que lhes confere de contraste suficientes para as definições visuais.

A analogia olho-câmera fotográfica, que pode ser usada para explicar o processo de controle de admissão de luz, foco e criação da imagem visual, se desfaz quando os impulsos nervosos chegam ao cérebro. Enquanto a câmera enxerga a cena e a registra, o cérebro percebe a cena e a interpreta. Esta interpretação da cena pelo cérebro lança mão de memória, experiência e inteligência.

Concluindo, uma pesquisa realizada por um autor brasileiro, Israel Pedrosa, que adotando a linguagem do contraste, desenvolveu estudos sobre o que chamou de 'Da Cor à Cor Inexistente', evidenciando as peculiaridades da cor em sistemas de contrastes, harmonias e a relatividade constante da linguagem cromática. A cor inexistente, é apresentada em 1967 em trabalhos desenvolvidos por Pedrosa a partir do efeito da percepção visual de cores denominadas 'cores fisiológicas', ele apresenta a possibilidade de controlar tecnicamente o fenômeno do contraste por complementar.

“Todos os fenômenos visuais estão ligados a determinados níveis de adaptações quando elas apresentam índices de intensidade acima do normal.” (Pedrosa, 1989, p.69)

A apropriação, o uso deste conhecimento se vem difundindo em vários setores da atividade humana, não sendo exclusividade do meio artístico. Por exemplo: nas salas de cirurgias onde o campo de trabalho é saturado pelo vermelho vinho de sangue, o uso da cor verde azulado, seu complementar, é aplicado em várias áreas (vestuário, lençóis de mesa, ou seja, campo circular operatório) de forma a reduzir o stress provocado pela intensa saturação, auxiliando desta maneira a reconstituição do equilíbrio ótico.

As cores constituem estímulos psicológicos para a sensibilidade humana, influenciando no indivíduo, para gostar ou não de algo, para negar ou afirmar, para se abster ou agir. Muitas preferências sobre as cores se baseiam em associações ou experiências agradáveis obtidas no passado e, portanto, torna-se difícil mudar as preferências sobre as mesmas.

A cor exerce influência sobre a saúde, o humor e sobre o rendimento das tarefas. A partir da articulação de um determinado conjunto de cores pode se obter :

- \* reações psicológicas positivas;
- \* interesse visual;
- \* aumento de produtividade;
- \* melhoria no padrão de qualidade;
- \* menor fadiga visual;
- \* redução do índice de acidentes.

Todos nós emitimos opiniões a respeito de determinadas cores. No campo psicológico, as experiências baseiam-se antes em razões emotivas do que em conclusões puramente científicas. Embora as interpretações sejam mais de ordem individual - muitas vezes características pessoais

combinam no aspecto das sensações coletivas de grupos, na simbologia universal, isto é, no que diz respeito a associações inconscientes que se fazem com cores.

Será correto associar o azul à tranqüilidade? E o vermelho ao cansaço? E o bege ou amarelo ao estímulo da fome? Os princípios da colorimetria, aliados a conhecimentos históricos, psicológicos, perceptivos, funcionais e ergonômicos, levam a uma conclusão inesperada pela maioria das pessoas: as associações genéricas a comportamentos são ferramentas superadas na escolha de cores.

“Quem tem uma pré-indisposição ao azul não vai se sentir tranqüilo em um ambiente dessa cor. Cada pessoa tem suas próprias predisposições cromáticas, que só podem ser percebidas por meio de testes”. (Goldmann, 1966, p. 27)

#### 2.4.1 ASSOCIAÇÕES PSICOLÓGICAS DAS CORES

*“ A cor não é uma abstração. A forma como usamos em nossas casas depende de uma série de fatores, incluindo espaço, proporção, luz e textura.”*

(Tricia Guild, Designer)

O termo psicologia é, freqüentemente, usado de modo incorreto neste caso. Muitas vezes ele significa o efeito fisiológico da cor ou associações inerentes de cor. Entretanto, há muitas afinidades entre cor e personalidade, pois a cor afeta a mente humana. As afinidades que existem entre a personalidade e a preferência de cor são muitas e fascinantes. Muitos psiquiatras e psicólogos perceberam que uma resposta à forma desperta processos intelectuais, enquanto que as reações à cor são mais impulsivas e emocionais. O efeito da cor nos indivíduos é marcante e vale a pena ser estudado. Entretanto, os psicólogos estão de comum acordo quando atribuem certos significados a determinadas cores que são básicas para qualquer indivíduo que viva dentro da nossa cultura. O homem se adapta à natureza circundante e sente as cores que o seu cérebro aceita e que chegaram a ele numa determinada dimensão de onda desde o seu nascimento.

Na realidade, os estudos e as pesquisas realizados por eminentes psicólogos e especialistas em cores propiciaram um claro esquema de significação das cores. Este trabalho se referencia às investigações destes últimos cinquenta anos, mas, desde a Antigüidade, o homem tem dado um significado psicológico as cores e, a rigor, não tem havido diferença

interpretativa no decorrer dos tempos; esse processo foi seguido de modo natural pelo nosso pensamento. Relata René Rousseau:

*... o fato essencial aos nossos olhos é que partindo sem idéias preconcebidas do exame comparado das cores, fomos conduzidos, em virtude exclusiva da lógica, a redescobrir, para cada um dos valores do prisma, os valores simbólicos consagrados pelas tradições, tais como nos foram transmitidos através dos séculos pelas civilizações e pelas religiões. Quando iniciamos pesquisas, logo após a Primeira Guerra Mundial, o significado atribuído à maioria desses símbolos era ignorado. Os símbolos foram o ponto de chegada, e não o ponto de partida. Ao reencontrar os símbolos levamos a eles a mais inesperada confirmação. Assim, aparecia o alcance, ao mesmo tempo, “uma certa filosofia eterna” (Perennis quaedam philosophia), da qual fala Leibnitz”, é uma das chaves das correspondências universais....tornou-se possível dar um sentido preciso à cada um desses signos. O benefício que retiramos de nosso método, partindo da observação do mundo natural, para chegar até o mundo moral e divino, foi precisamente o de dar a cada cor um único sentido com tríplice significado: físico, psíquico e espiritual.” (Rousseau, 1980, p.11)*

Germany e Fabris propõem em seu livro, “Color, Proyecto y Estética em Las Artes Gráficas”, alguns adjetivos que fazem ressaltar as diferenças entre cores (tons) quentes e frios. (Quadro 1)

<b>Cores Quentes (adjetivos aplicados)</b>	<b>Cores Frias (adjetivos aplicados)</b>
Ensolarado Opaco Estimulante Denso Terreno Perto	Sombrio Transparente Calmante Diluído Aéreo Longe

Tabela 1 – Diferenças entre cores quentes e frias

Existem estudos de acordo com as características culturais, específicas. Segundo Goldman (1964), há associação das cores com o significado psicológico das cores que podem ser classificados em *sensações acromáticas* – Branco, Preto e Cinza e *sensações cromáticas* – Vermelho, Laranja, Amarelo, Verde, Azul, Roxo ou Violeta e Marrom. (Anexo 1)

#### *Sensações Acromáticas:*

Branco: A palavra branco nos vem do germânico *blank* (brilhante). Simboliza a luz, e nunca é considerado cor, pois de fato não é. Se para os ocidentais simboliza a vida e o bem, para os orientais é a morte, e o fim, o nada. Representa também, para nós, ocidentais, o vestibulo do fim, isto é o medo ou representa um espaço.

- Associação física (material): batismo, casamento, cisne, lírio, primeira comunhão, neve, nuvens em tempo claro, areia clara.
- Associação psíquica (afetiva): ordem, simplicidade, limpeza, bem, pensamento, juventude, otimismo, piedade, paz, pureza, inocência, dignidade, afirmação, modéstia, deleite, despertar, infância, alma, harmonia, estabilidade, divindade.
- Associação espiritual: No ocidente simboliza a paz e a pureza. No oriente, o luto.

#### *Sensações Cromáticas*

Vermelho: Vem do latim *vermiculus* [verme, inseto (a cochonilha)]. Desta se extrai uma substância escarlate, o carmim, e chamamos a cor de carmesim [do árabe: qirmezi (vermelho bem vivo ou escarlate)]. Simboliza uma cor de aproximação, de encontro.

- Associação física (material): rubi, cereja, guerra, lugar, sinal de parada, perigo, vida, Sol, fogo, chama, sangue, combate, lábios, mulher, feridas, rochas vermelhas, conquista, masculinidade.
- Associação psíquica (afetiva): dinamismo, força, baixeza, energia, revolta, movimento, barbarismo, coragem, furor, esplendor, intensidade, paixão, vulgaridade, poderio, vigor, glória, calor, violência, dureza, excitação, ira, interdição, emoção, ação, agressividade, alegria comunicativa, extroversão.

Concluindo parcialmente, esse capítulo tratou dos fundamentos físicos, perceptivos e psicológicos da cor.

Conceituou cor-luz, cor-pigmento e destacou a classificação entre primárias, secundárias e terciárias. Esses conteúdos são subsídios básicos indispensáveis para esse estudo que trata da simulação de estruturas cromáticas em ambientes internos.

### 3 - A RELAÇÃO COR – FUNÇÃO EM AMBIENTES INTERNOS

Toda cor possui uma ação móvel. As distâncias visuais tornam-se relativas. O campo torna-se elástico. Uma parede escura parece aproximar-se. Em interiores usa-se, por exemplo, pintar de escuro o forro da sala. Ele parece mais baixo e a sala mais acolhedora. Paredes pintadas de cores claras, parecem recuar e tornar o ambiente mais amplo. Portanto, a cor também é dimensão porque aumenta ou diminui, aparentemente, as dimensões de um ambiente, afastando ou aproximando objetos.

O próprio volume de um objeto pode ser alterado pelo uso da cor. Uma superfície branca parece sempre maior, pois a luz que reflete lhe confere amplitude. As cores escuras, ao contrário diminuem o espaço. A cor pode ser um elemento de peso. Uma composição pode ser equilibrada ou desequilibrada, dentro de um espaço bidimensional e tridimensional, pelo jogo das cores que nele atuam. Esse equilíbrio pode ser proporcionado pelas sensações suscitadas pela cor, adequando cada uma ao espaço que deve ocupar. As cores quentes podem ser usadas em pequenas partes do espaço, pois se expandem mais e as cores frias quando usadas em áreas pequenas reduzem a sensação espacial.

O vermelho, por exemplo, tem, uma representação estática, o amarelo de expansão e o azul de fechamento.

Modos em que o espaço está sendo organizado pelas relações colorísticas:

RELAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO
Tonalidades	linear – contínuo
Cores primárias – secundárias	Superfície e planos
Cores frias	profundidade
Cores quentes	Expansão – vibração
Cores complementares	tensão espacial – fusão retiniana

TABELA 2 – Relações Colorísticas do espaço

O quadro anterior mostra que percebemos através das tonalidades uma movimentação linear que caracteriza a forma do espaço. Mas, por exemplo quando dentro dos azuis, se introduzem manchas vermelhas, já a relação se modifica para a de cores primárias - secundárias e o espaço se torna plano. Os vários tons de azul se unem, como uma família, e funcionam unidos, azuis contra vermelhos, os azuis ao lado de vermelhos. De acordo com o valor cromático (quentes e frios), a referência visual sempre é feita às cores do arco-íris (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta). O azul, verde e violeta criam a ilusão de profundidade. O princípio que ordena as relações complementares parte da seguinte noção: as cores se originam, visualmente, da decomposição do feixe de luz.

### 3.1 CONTRASTES ENTRE CORES QUENTES E FRIAS

O contraste entre tons quentes e frios dá-se em princípio pela oposição de cores quentes à cores frias. O calor ou frio de uma cor também estão sujeitos às relações em que as cores se situam dentro de uma composição qualquer, ou seja, o calor de um tom é relativo. Por exemplo: o magenta parecerá frio se comparado a um alaranjado, porém, parecerá quente se comparado com um azul qualquer.

As cores quentes possuem uma capacidade de expansão e um força diferente das cores frias. Para que se obtenha um justo equilíbrio entre estas, especialmente em massas de grande extensão, temos que ter presentes sua diversidade, como também o conhecimento do contraste de superfície, ou seja, o expoente de proporcionalidade destas cores.

*O “olho humano não focaliza as cores de igual maneira. As cores quentes projetam-se atrás da retina. A lente ocular torna-se mais convexa, o que dá a sensação de ver uma cor quente em maior extensão do que na realidade possui. Já as cores frias, focadas diante da retina, obrigando a lente ocular a tomar uma forma menos convexa, fazem com que as vejamos em menor superfície.”*

(Goldmann, 1992, Vol. I, p. 97)

O azul é considerado cor fria, ao passo que o vermelho e o amarelo são considerados quentes (o vermelho ligeiramente mais quente do que o amarelo, pôr ser mais escuro e parecer mais denso). O vermelho e o amarelo são espontaneamente associados ao calor,

fogo, sol enquanto que o azul se associa a céus, gelo e frio. As cores quentes avançam. Amarelo, laranja e vermelho parecem sair dos seus planos, aproximar-se de nossos olhos. São salientes, agressivas. Por outro lado azul, verde e violeta criam a ilusão de profundidade. Temos a impressão de que se situam atrás dos planos que as contém. As cores em tonalidades escuras parecem mais pesadas que as claras, enquanto que as cores frias recuam, retraindo-se. O espaço é caracterizado como sendo um espaço de profundidade, sensual e altamente dinâmico, constituído de vibrações rítmicas no simultâneo avanço e recuo das cores.

Segundo Pedrosa, uma cor tanto poderá parecer fria como quente, dependendo da relação estabelecida entre ela e as demais cores de determinada gama cromática. Um verde médio, numa escala de amarelos e vermelhos, parecerá frio. O mesmo verde, frente a vários azuis, parecerá quente (Figura 2). (Pedrosa, 1982, p.18)

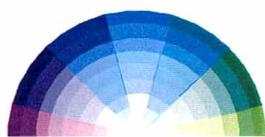
A cor das sombras, por exemplo, são influenciadas pela cor refletida do objeto que gerou a sombra. A mesma sombra, também pode ser influenciada pelas cores refletidas pelo entorno. Nossos olhos não diferenciam isso e captam somente a luz do objeto focalizado.

A causa deste fenômeno não é decorrência direta e exclusiva da reação de cones e bastonetes à luz, e sim de um vasto campo, ainda em pesquisa, minado de novas descobertas. Mesmo assim é possível afirmamos que as cores quentes parecem sair de seus planos, aproximando-se dos nossos olhos, diminuindo aparentemente as dimensões do ambiente, aumentando e aproximando os objetos. Enquanto que as cores frias dão a impressão de que situam-se atrás do plano que as contém; aumentando-se aparentemente as dimensões do ambiente e diminuindo e afastando os objetos. A cor que apresenta maior dimensão é o amarelo, seguindo-se vermelhos amarelados.

Enquanto o espaço de formas geométricas é perceptível por vários órgãos dos sentidos, a cor é perceptível, somente pelo órgão da visão. Este fato reafirma a importância da consideração de “espaço visual”, pois enquanto as sensações produzidas por outros órgãos são relativas só a distâncias e formas geométricas, aquelas produzidas pela visão, acrescentam a estes as sensações de luz e cor.

Em ambientes internos, mesmo que empiricamente, se considerada no século passado, a arquitetura faz uso deste contraste de superfícies para valorizar harmonicamente o espaço interno. Na observação do disco de cores destaca-se a divisão de dois grupos opostos, frio (azul) e quente (vermelho e amarelo). Contudo deve-se notar que o verde será sempre mais quente ao lado de um azul (pelo componente amarelo que tem) e mais frio ao lado do amarelo (pelo componente azul). O roxo ou violeta será mais quente do que um azul (pelo

componente vermelho) e mais frio do que o vermelho (pelo componente azul). Formado pelas as duas cores quentes - amarelo e vermelho, o laranja será mais quente do que ambas.



Escala de Cores Frias



Escala de Cores Quentes

Figura 2 – Escala de Cores frias e Quentes

Citado por Goldmann (1964), Maitland Graves, autor do livro “Color Fundamentals”, ordena o contraste cromático em seis princípios perceptivos, que podem ser assim descritos:

1. Cores claras ampliam a dimensão do espaço, enquanto que, cores escuras a diminuem;



Figura 3 – Cores Claras

2. As cores, quando situadas sobre um fundo claro, parecem mais escuras e vice-versa;

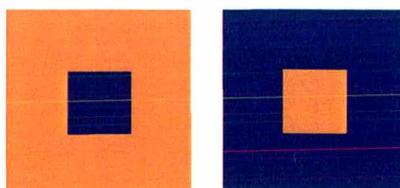


Figura 4 – As cores situadas sobre um fundo

3. Cores neutras adquirem tonalidades opostas aquela do fundo em que estão situadas;

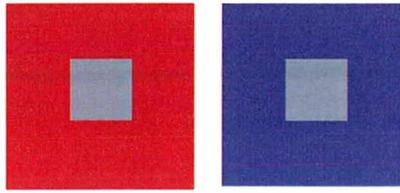


Figura 5 – Cores Neutras

4. Cores que se situam sobre fundos de tons a elas semelhantes, modificam o matiz, tendendo para o tom oposto ao do fundo;

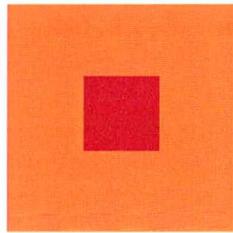


Figura 6 – Cores que se situam sobre fundos de tons a elas semelhantes

5. Cores que se situam sobre fundos semelhantes perdem a saturação e cores que se situam sobre fundos opostos ganham saturação;

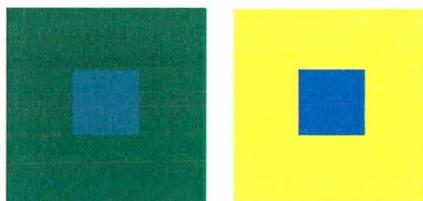


Figura 7 – Cores que se situam sobre fundos semelhantes perdem saturação

6. Cores escuras situadas sobre o fundo branco, perdem saturação, se situadas sobre fundo preto, ganham saturação; o contrário acontece com cores claras sobre os mesmos fundos branco e preto.

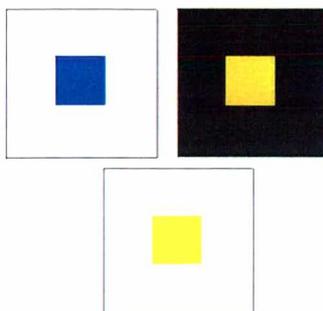


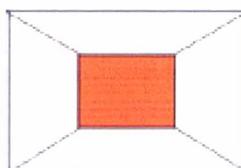
Figura 8 - Cores escuras e situadas sobre o fundo branco

### 3.2 ANÁLISES DO USO DAS CORES EM ESQUEMAS ESPACIAIS

A cor permite inúmeras possibilidades para tratamento de ambientes internos. Cada alternativa resulta numa sensação espacial. A seguir apresenta-se alguns exemplos:

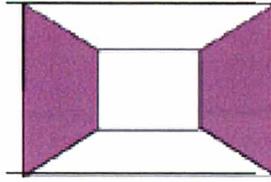
#### 1. *Encurtando o Ambiente*

Para uma sala retangular muito comprida, por exemplo, as paredes menores pintadas com uma cor mais escura traz a sensação de encurtamento do ambiente.



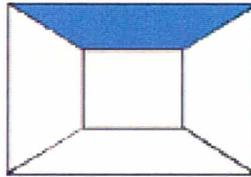
#### 2. *Alongando Ambiente Quadrado*

Cores mais escuras aplicadas em duas paredes, uma de frente para outra traz a sensação de alongamento do ambiente. Ex.: corredor



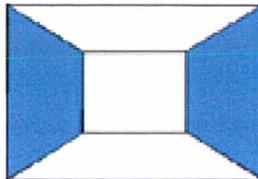
### 3. *Rebaixando o teto*

O teto com uma cor mais escura do que a das paredes traz a sensação de rebaixamento do ambiente.



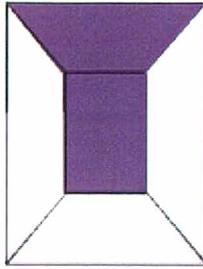
### 4. *Elevando o teto*

O teto pintado com uma cor mais clara que as das paredes gera a sensação de teto elevado.



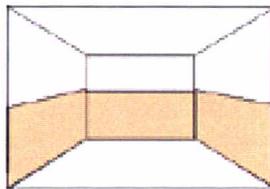
### 5. *Alargando o Corredor*

As extremidades de um corredor (paredes menores) e o teto pintadas com uma cor mais escura do que a das paredes que acompanham o sentido do corredor traz a sensação de alargamento do ambiente.



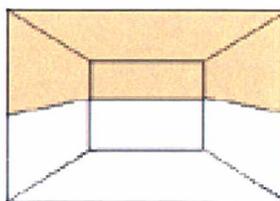
### 6. *Alongando a Parede*

Paredes bicolores, com a divisa entre as duas cores a meia altura, com a parte de cima em tom mais claro. Trazem a sensação de alongamento das paredes.



### 7. *Encurtando a Parede*

Exatamente a situação inversa do item acima. A parte de cima da parede em um tom mais escuro que a cor da parte de baixo traz a sensação de encurtamento da parede.



### 3.3 CARACTERÍSTICAS DAS CORES EM RELAÇÃO A CADA AMBIENTE INTERNO

Segundo Pedrosa (1982), Modesto Farina (1990) e Goldman (1964), para cada ambiente a cor teria uma função como:

*Branco* - Um ambiente pintado de branco cria uma atmosfera tranqüila, porém, torna-se monótono e hostil, levando à dispersão. Os espaços em que o branco é mais utilizado de forma sempre satisfatória é o banheiro. A composição com outras cores é aconselhável senão o resultado será um ambiente frio e hostil. A mescla do branco na cozinha produz sensação de limpeza, esterilidade e claridade.

*Preto* - Pintar um ambiente na cor preta pode ser perigoso, pois significa depressão e escuridão. Expressa um sentido universal de agressividade, sinalizando sensações de distância e isolamento. Por sobriedade, não é raro encontrá-lo em ambientes masculinos. Alguns toques de negro pela casa podem tornar o ambiente agradável. De forma geral o preto modifica o efeito das cores, realçando seus tons. Intensifica os valores altos e reduz a intensidade dos baixos. É a cor que reflete menos luz.

*Cinza* - A cor cinza é indicada somente para detalhes ou acabamentos. Muito usado como efeito por designers de interiores.

*Vermelho* - A cor vermelha pode ser usada em ambientes que requeiram um clima de excitação, o vermelho deve aparecer em áreas de pequena extensão. Deve ser usado, como detalhes em interiores como nos móveis da salas de estar e de jantar, em objetos, ou até mesmo em uma única parede. Em exagero pode estimular reações agressivas e irritantes.

*Laranja* - A cor laranja é cor quente, mas ao mesmo tempo é aconchegante. Pode ser associada a alegria e conforto; estimula o otimismo, a generosidade e o entusiasmo, ajudando a levantar o astral. Age sobre o sistema digestivo, despertando o apetite. Deve ser usada em ambientes como área de lazer, sala de jantar, corredores, halls de entrada. É uma cor bem relacionada com o ardor e o entusiasmo, o que torna popular. É fartamente empregada nas sinalizações das indústrias, identificando peças perigosas em maquinaria.

*Amarelo* - A cor amarela é alegre, espontâneo e divertido. É indicada para todos os ambientes em que o objetivo é comunicação e a reflexão. Como em sala de estudos, escritórios,

bibliotecas (o amarelo propicia a criatividade, ativa o raciocínio e estimula a memória). Em pisos dá a sensação de avanço. Também dá a sensação de mais iluminação e claridade no ambiente tem sido usada para estimular a fome, principalmente em galeterias.

*Verde* - A cor verde é a cor do equilíbrio. É a cor que menos fadiga a vista, é o equilíbrio entre o calor e o movimento do amarelo e a estática e a frieza do azul. Estimula o silêncio e pode ajudar a amenizar o stress. É muito usado em sala de operações, clínicas médicas, hospitais.

*Azul* - O tom de azul em ambientes pode ser usado em grandes superfícies sem se tornar cansativo. Entretanto deve ser equilibrar harmonicamente com outras cores para evitar um clima de tristeza e monotonia. O azul tem uma ação terapêutica extremamente equilibradora. Por isso muito indicado para quartos de crianças e adultos hiperativos, além de banheiros e lavados, escritórios, salas de tratamento e tensão.

*Roxo* - A cor roxa ou violeta pode ser utilizada de preferência em ambientes muito luminosos. Cautela na sua utilização, pois ela tem também o dom da dispersão. O melhor é diluí-la com branco, até chegar a um tom quase azulado, É próprio para locais de meditação e em quartos, estimula a intuição e a espiritualidade. É uma das cores que mais tem influência nas emoções e humores.

*Marrom* - O tom de marrom nos ambientes é usado para criar um ambiente clássico, harmonizando os objetos com o marrom da parede. Com a cor marrom é possível obter um tom sóbrio sem necessariamente usar as cores branco ou bege.

Os costumes sociais são fatores que intervêm nas escolhas das cores. Por exemplo, em determinadas culturas, é hábito diferenciar, através da cor, as vestes das mulheres mais idosas das vestes usadas pelas mais jovens. O mesmo se pode observar quanto as mudanças havidas nos últimos anos e chegar a conclusão de que, na atual cultura ocidental, a diferença entre os sexos tende a desaparecer dos hábitos sociais. Estas mudanças é a invasão de cores na roupa masculina, o que até há bem pouco tempo se reservava as roupas femininas.

Já para os arquitetos José Eduardo Tibiriçá e Myriam Araújo Tibiriçá as cores são mais que uma preferência estética. “Escolhemos as cores para reforçar e destacar os aspectos mais significativos de forma, espaço e volume. As cores cumprem a função de acentuar as intenções de projeto. Por exemplo na área de serviço usamos a cor cinza, na social usamos amarelo; e nos dormitórios, usamos azul e branco”. (Revista Cerâmica Técnica e Arte, 1999).

### 3.4 RECOMENDAÇÕES DAS CORES EM RELAÇÃO A AMBIENTES NÃO RESIDENCIAIS

Segundo, Goldman (1969) o uso da cor deve respeitar as características de cada ambiente comercial . Assim, para projetos de escolas pode-se levar em conta as teorias de Davidoff, psicólogo e pesquisador da cor e do processo cognitivo. Quanto mais uma criança é estimulada a descobrir cores, maior será o desenvolvimento de outros sentidos, inclusive com aumento de vocabulário e do universo de referências. “A escola deve ser um espaço policrômico. Isso dá sintonia fina à percepção da criança. As cores do arco-íris são apenas sete, mas há diversas outras tonalidades para serem usadas. Por isso, o ideal é que cada sala de aula apresente possibilidade de exploração”. (Revista Projeto Design, 1998, p..96).

Em escritórios, os aspectos principais são a fonte luminosa e a temperatura da cor da luz. “Lâmpadas que distorcem as cores devem ser evitadas. As fontes luminosas não podem brigar entre si para não causar fadiga visual”. (Goldmann, 1966, p.202)

Para restaurantes e lanchonetes, as cores e a luz deverão ser suave e quente. Cada ambiente precisa ser projetado em função de seu sistema de serviços. Trabalhar de forma a valorizar a comida e criar o clima pretendido, mas tomando-se cuidado de não haver distorções. “Ninguém vai voltar a uma pizzaria onde as cores e a luz fazem com que a muzzarella pareça esverdeada”. (Goldmann, 1966, p. 202)

Nos Hotéis, começando pelo hall, devem ser dotados de iluminação suave, indireta. Quanto as cores os tons de verde e azuis são indicados para as peças quentes e iluminadas, ou seja peças voltadas para sol. Os rosas, beges, laranjas devem ser utilizadas para ambientes frios, ou seja ambientes que não recebem sol, as quais deverão ser usados em tonalidades claras e, se possível, acizentadas. As habitações de hotéis modernos, geralmente pequenas, devem ser pintadas de uma mesma cor, tanto em paredes como esquadrias de janelas e porta dos armários.

Os projetos de hospitais são os que requerem a maior cautela na escolha de cores. Quando se planejam esquemas de cores, para ambientes hospitalares, os estudos devem ser elaborados com todo o cuidado. Os esquemas harmônicos de cores para um hospital devem ser

planejados em função das características psicológicas de cada ambiente. Mas, de qualquer forma, as cores em hospitais sempre estarão intrinsecamente relacionadas com as suas propriedades terapêuticas. Conforme o tipo de paciente, as predisposições quanto a cada cor podem ter diferenças significativas, prejudiciais a alguns e benéficas para outros. Cores localizadas em faixas elevadas do espectro podem estimular áreas do cérebro que não poderiam ser excitadas em alguns tipos de doentes mentais. E isso inclui as cores chamadas neutras, mas que tem raízes cromáticas que passam a sensação de dinamismo.

Sala de visitas de hospitais podem ser pintadas numa variedade de cores, porem sem exageros. Estética do conjunto são fatores de primeira grandeza. É interessante que o jogo entre as cores frias e quentes não se resume somente as paredes, mas também aos móveis e cortinados. Corredores Escuros de hospitais antigos necessitariam ser repintados em cores claras e luminosas. Em apartamentos dos hospitais as cores devem ser suaves como marfim, cremes, rosas, verdes, azuis-claros, por serem estas mais alegres e tranqüilizantes que as cores intensas. Um ambiente refrescante pode ser obtido por tons verde ou verde-azuis, que ajudam a dissipar angústias e nervosismo. Azul, é tranqüilizante, é a cor propícia para acalmar dores.

Os tons claros e quentes devem ser usados em lugares de pouca luz. E as tonalidades frias nos ambientes orientados para o sol. É claro que os primeiros servirão aos pacientes de curta permanência, ao passo que os últimos para os enfermos crônicos. Os tetos dos quartos dos enfermos não devem ser brancos. Embora esta cor seja ótima como refletora de luz, não é entretanto aconselhável, nem para peças de pouca iluminação natural. O branco deprime, além de deslumbrar. A cor dos forros deve ser idêntica à das paredes, porem em tonalidades mais claras. Convém lembrar, que é para todos os tetos que os enfermos mais olham.

As salas de fisioterapia, massagens e radioterapia serão pintadas com cores frias, tranqüilas e refrescantes. Entretanto, as de recuperação de membros e ortopedia necessitarão de cores estimulantes. Tratamento especial terão os apartamentos pediátricos, com cores brilhantes e alegres, deverão completar desenhos atrativos das paredes; formas alegres também serão pintadas nos tetos para estimular a imaginação infantil. (Goldman, 1964, p.202)

Nas indústrias a cor deve ser estudada de uma maneira especial, porque dela dependem fatores fundamentais, como o conforto no trabalho, índices de rendimento e a própria moral do trabalhador. Se estuda principalmente em áreas industriais problemas de ordem psíquica e fisiológica. A cor eficiente precisa ser estudada em função da luz ambiental. A iluminação por sua vez não deve criar nem sombras nem brilhos. Os tetos por sua vez precisam ser pintados em cores claras, para que reflitam uma boa percentagem de luz. Os pisos não podem ser pretos nem escuros, pois ao absorverem muita luz, criam uma resposta psicológica negativa.

Na indústria a utilização do verde é indispensável. O verde funciona como um complemento restaurador dos esforços dispendidos no trabalho, que são psicologicamente vermelhos. Verde é envoltório da superfície terrestre, dos campos, dos bosques, das florestas. Cor que serve de equilíbrio entre a estática do azul e a dinâmica do amarelo. É cor repousante, e portanto restauradora do equilíbrio.

O uso da cor no campo da prevenção de acidentes pode demonstrar uma tomada de consciência do valor das cores na realidade diária. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT emitiu, por exemplo, normas sobre o uso da cor na segurança do trabalho e o uso das cores no campo industrial. Essas normas estão sendo observadas por várias indústrias, pois se apoiam na linguagem da psicologia das cores trazendo em si toda a carga de um longo processo educacional, que inclina o indivíduo a reações automáticas e instantâneas. Vejamos uma síntese dessas normas:

<b>Sensação Visual</b>	<b>Utilização</b>
Azul	Controles de equipamentos elétricos
Laranja	Partes móveis e mais perigosas máquinas e equipamentos, faces externas de polias e engrenagens.
Vermelho	Equipamento de proteção contra incêndio ou combate de incêndios.
Verde	Caixa de socorros de urgência, avisos, boletins, etc.
Branco	Faixas indicativas de sentido de circulação.
Preto	Coletores de resíduos.

TABELA 3– Sensação Visual quanto a Prevenção de Acidentes.

Para não haver confusão no emprego das cores, foram estabelecidos nomes básicos oficiais às cores. (Goldman, 1964)

Os sinais de trânsito, por exemplo, usam cores com conotações facilmente verificáveis:

vermelho → alarme, perigo;

verde → segurança

amarelo → atenção

Esses signos visuais só possuem valor real quando podem ser facilmente decodificados por aqueles a quem se dirigem. Por isso são estudados seus componentes psíquicos, sociais e fisiológicos. Eles visam atingir o indivíduo e impeli-lo à ação rápida, seja esta a obediência às regras sociais estabelecidas seja à aquisição de algo, encontram-se na categoria de códigos cromáticos.

Neste Capítulo foi evidenciada a importância dos princípios de contraste na percepção da cor. A cor atua em conjunto, portanto, figura-fundo e entorno influenciam diretamente a percepção cromática. Buscou-se através de esquemas espaciais relacionar cor e espacialidade analisando as diferenças perceptivas e dimensionais.

Este capítulo dá uma visão ampla sobre o uso da cor em ambientes.

## 4 - CONCEITOS DE HARMONIZAÇÃO CROMÁTICA APLICADOS A AMBIENTES INTERNOS

A harmonia cromática expressa o equilíbrio dos elementos de escala de tons. Nas escala as cores puras (tons) substituem as funções dos valores de luz e sombra (claro-escuro). Comumente a harmonia é confundida com a combinação ou acorde de cores. A dificuldade para a harmonização das cores puras é bem maior do que para a harmonização de valores coloridos e incolores. Enquanto nesta última os conflitos são eliminados pela adição do branco e do preto, na primeira o conflito terminara através do equilíbrio harmônico e não pela extinção da vibração das cores conflitantes.

Desde o Renascimento, a harmonia cromática vem sendo definida como o resultado do equilíbrio entre *a cor dominante, a cor tônica e a cor intermediária*.

*Cor Dominante* – a que ocupa maior extensão no conjunto,

*Cor Tônica* – coloração vibrante que, por ação de contraste complementar, dá o tom ao conjunto, e

*Cor Intermediária* – coloração que forma passagem, meio-termo entre a dominante e a tônica.

Os grandes coloristas modernos, principalmente Robert Delaunay – demonstraram que a bela harmonia cromática é exatamente a que indicara Goethe: formada pelas cores puras do espectro solar, ou ainda a variante que tende para a harmonia mista, feita por Mondrian em sua série *Broadway Boogie-Woogie*, em que se equilibram as três cores pigmentos opacas, com a degradação de apenas uma delas, servindo como cor dominante, outra funcionando como tônica e a terceira no papel de intermediária entre as duas primeiras. (Golding, 1997)

Segundo Goldman (1969), os efeitos decorativos e estéticos das combinações de cores são obtidos através de uma série de diferentes agrupamentos harmônicos. As cores, assim como as notas musicais, necessitam de uma ordenação, para se tornarem agradáveis. As cores devem ser harmonizadas dentro de um conjunto. Assim apresentamos os principais tipos de

harmonização aplicados em ambientes internos, partindo da estrutura sugerida pelo disco de cores de doze partes completo, modelo apresentado por Pedrosa (1982):

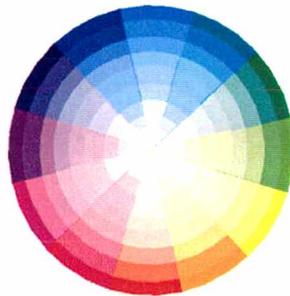


Figura 9 – Disco de Cores baseado no modelo de cor pigmento

**1. Harmonia Complementar ou Oposta** – Consiste de duas cores que estejam diretamente opostas no disco de cores. Em qualquer esquema deve haver uma cor dominante, ocupa maior extensão dentro de um conjunto, como se fosse o principal ator de uma peça teatral. Quando se combinam duas cores complementares elas produzem o branco (se aditiva), ou o preto (se subtrativa). Isto porque as cores diretamente opostas tem proporções inversas das três cores primárias. (o complemento aditivo do vermelho, por exemplo, é o ciano, que é uma mistura de azul total e verde).

A principal vantagem das escalas de cores complementares é que elas são extremamente atraentes e vibrantes.

Os acentos, fatores decorativos que imprimem as notas características a um ambiente, servem também de ligações nos agrupamentos decorativos. São constituídos por molduras, espelhos, almofadas, etc.

FIGURA 10



Neste ambiente (Figura nº 10), foi usada a harmonização complementar, nas cores amarelo e lilás, criando uma dinamização do espaço. Temos a sensação de rebaixamento do teto devido a utilização da cor lilás. O amarelo criou uma área de maior reflexão da luz. A melhor forma de utilização da cor lilás é diluí-la com branco, até chegar a um tom quase azulado. É importante notar a proporção entre a cor tônica (lilás) e a cor dominante (amarela). O conjunto é contrastante.

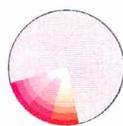
HIASCHMAN, Jessica,  
Paint & Color – Little,  
Brown and Company, Boston

**2. Harmonia Análoga** – Também chamada de Adjacente ou Aparentada, como o nome sugere, consiste na combinação de três cores que se encontram uma ao lado da outra no Disco das Cores e que basicamente possuem a mesma origem. O incrível número de combinações possíveis torna esta escala bem versátil. Embora seja possível expandir uma escala de cores análogas para incluir quatro ou até mesmo cinco cores adjacentes, se isto acontecer, a faixa de cores será tão grande que as cores nos extremos do espectro terão pouca relação umas com as outras, o que tende a diluir o efeito geral de uma escala de cores análogas. Os fatores decorativos são formados pela cor complementar, de preferência a que está no centro do arranjo. A escala de cores análogas esta baseada em um arco de 45°.

FIGURA 11



LEVINE, Melinda.  
LIVING ROOMS,  
Colors for Living, 1997.



Neste ambiente (Figura nº 11), observa-se o uso da harmonia análoga , na cor magenta. Criando uma integração de espaço. É importante frisar que neste caso ela se encontra como uma cor dominante no espaço.

**3. Monocromática** – É a harmonia que emprega uma só cor, porém, em tonalidades diferentes. A cor pode iniciar no croma e percorrer todas as tonalidades.

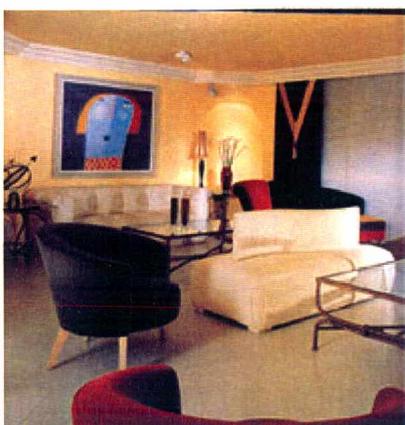
A harmonia monocromática é muito interessante para pequenos ambientes. A variação de materiais e de texturas superficiais evita a homogeneidade do espaço. Depois da harmonia complementar, a harmonia monocromática é uma das composições mais usadas.

FIGURA 12



Neste ambiente (Figura nº 12), foi usada a harmonização monocromática no tom azul. Observa-se o tom mais claro usado no teto, dando a sensação de ampliação do pé direito da sala. O azul tem uma ação extremamente equilibradora.

REVISTA, MAC  
Format, Issue 67 –  
september 1998. n.º.30.



Neste ambiente (Figura nº 13), foi usada a harmonização monocromática do matiz amarelo. A cor amarela nesta sala dá a sensação a de avanço ampliação espacial, valorizando a iluminação e claridade do espaço. A cor amarela é indicada para todos os ambientes que o objetivo é comunicação e a reflexão.

HIASCHMAN, Jessica,  
Paint & Color – Little,  
Brown and Company. Boston



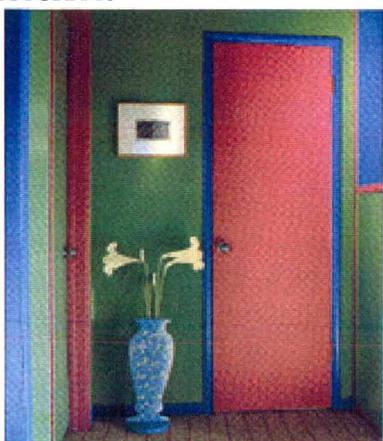
Neste ambiente (Figura nº 14) foi usada a harmonização monocromática do matiz vermelho. O uso da cor vermelha nesta sala dá a sensação de peso e agressividade. A cor vermelha é indicada para todos os ambientes mas sendo usada como detalhes em decoração ou até mesmo numa única parede.

HIASCHMAN, Jessica,  
Paint & Color – Little,  
Brown and Company, Boston

**4. Harmonia Complementar Dividida (Simples)** – Uma variação da escala de cores complementares é a escala de cores complementares divididas, em que um dos complementos é quebrado nas duas cores adjacentes a ela. Uma escala de cores complementares vermelho e ciano, por exemplo, pode se transformar em uma escala de cores complementares divididas que usa vermelho, azul claro e verde-mar.

A vantagem desta escala é que possui maior variedade que uma escala de cores complementares simples. Esta variedade, entretanto, também torna as escalas de cores complementares divididas menos vibrantes e atraentes. Esta harmonia é muito usada para efeitos de grandes cenários.

FIGURA 15



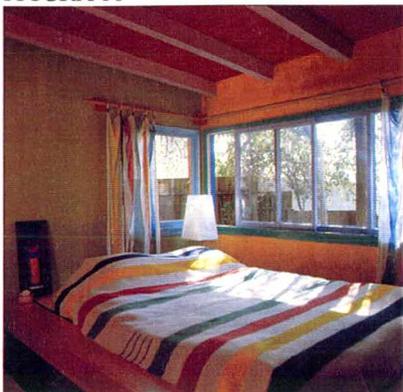
Neste espaço, (Figura 15), onde se revela a entrada de um ambiente foi aplicado o princípio de harmonização complementar dividida simples, nas cores verde, azul, e rosa. Esta variedade, torna as escalas de cores complementares divididas menos vibrantes e atraentes, gerando maior integração espacial. Deve-se observar entretanto, o equilíbrio entre a cor dominante verde, a cor tônica (vermelho) e a intermediária (azul). Percebe-se uma fusão entre o espaço verde e azul, criando o contraste com o vermelho dessaturado (utilizado com maior cautela por ser vibrante).

HIASCHMAN, Jessica,  
Paint & Color – Little,  
Brown and Company,  
Boston

**5. Harmonia Complementar Duplamente Dividida** – Ela é mais uma variação da escala de cores complementares. Em lugar de simplesmente dividir um dos complementos nas duas cores vizinhas, ambos os complementos são divididos. A grande vantagem deste tipo de escala é que ela se torna ainda mais variada que a escala de cores complementares. Isto também é uma desvantagem porque é menos vibrante ainda que a escala de cores complementar divididas e ainda mais difícil de harmonizar. Esta composição só pode ser aplicada em ambientes amplos. Um acentuado contraste, muitas vezes criado por cores complementares, pode ser atenuado pelo uso de harmonia complementar dividida. Também nesta composição deverá dominar uma das cores do esquema que, em tom mais claro ou acizentado, será aplicada na maior extensão. A cor seguinte será mais intensa, porém também neutralizada.

A terceira seguirá a mesma ordem, porém a que estiver em menor área aparecerá com a maior intensidade, como acento. Como exemplo de harmonia completar temos a tríade abaixo.

FIGURA 16



HIASCHMAN, Jessica,  
Paint & Color – Little,  
Brown and Company, Boston

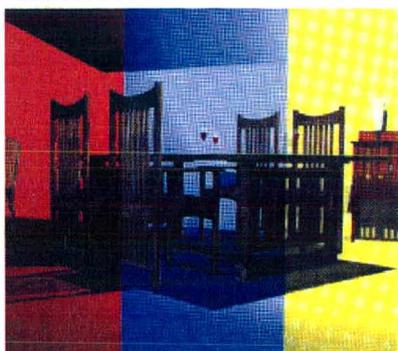


Neste ambiente (Figura 16), foi usada a harmonização complementar duplamente dividida no matiz vermelho, laranja, verde e azul. Sendo a cor dominante o laranja e vermelho no forro, dando a sensação de rebaixamento.

**6. Harmonia Tripla ou Tríade** - Emprega três cores diferentes que estejam eventualmente igualmente espaçadas ao longo do disco de cores. A escala deste tipo mais eficiente consiste das três cores primárias. O contraste extremo entre estas três cores possui um imenso impacto visual. Outras escalas de cores triádicas podem ser criadas com cores secundárias ou terciárias, embora seja muito mais difícil trabalhar com este trio de cores do que com as primárias porque o contraste entre as cores tende a ser mais fraco.

As escalas de cores triádicas tem a vantagem de serem extremamente estáveis, porque cada cor se equilibra perfeitamente com as outras duas. A “ Tríade” é preferencialmente usada em arquitetura de interiores modernas pelo aspecto dinâmico que imprime ao ambiente.

FIGURA 17



Neste espaço (Figura nº 17), (uma sala de jantar), mostra-se um espaço usando as cores primárias amarelo, azul e vermelho. Pode-se notar um impacto visual muito grande. Mostramos como exemplo ao lado tríades de cores primárias, secundárias e terciárias.

REVISTA, MAC Format,  
Issue 67 – september 1998,  
pág.30.

**7. Harmonia Alternadas de 60°** - Consiste na utilização de cores que apresentam no disco um afastamento de 60° ou 90° entre si. Os acentos são escolhidos na complementar da cor que esta no centro do arranjo.

FIGURA 18



Neste ambiente (Figura nº 18), foi usado a harmonia alternadas 60 graus, nas cores magenta e verde nas paredes e no teto também a cor magenta. Percebe-se uma fusão entre o espaço verde e magental. Criando o contraste com o a cor verde e magenta.

HIASCHMAN, Jessica,  
Paint & Color – Little,  
Brown and Company, Boston

**8. Monotom** – Consiste na combinação de duas, três ou mais cores de famílias diferentes, porém situadas na mesma órbita de tonalidades. Os acentos são formados pela complementar da que esta em maior área ou pela complementar da que se encontra no centro do arranjo. O acento será tonalidade escura se a complementar for clara e vice-versa.



FIGURA 19 - Monoton

Em qualquer ambiente interno, a escolha de uma das composições harmônicas ou esquema de cores deverá ser feita em função da dimensão da escala, finalidade (tipo de trabalho ou objetivo do ambiente). Além do que será necessário levar em conta os tipos, sensações psicológicas das pessoas que ocuparão o referido ambiente.

As harmonias que combinam cores quentes e frias são atraentes. Satisfazem, psicologicamente, porque se equilibram emotivamente.

Esse capítulo abordou princípios básicos de harmonização cromática aplicados a ambientes internos residenciais. São muitas as possibilidades de harmonia, contudo deve-se ter em mente os princípios de cor dominante, cor tônica e cor intermediária.

## 5 - ILUMINAÇÃO

A iluminação é uma importante consideração no projeto cromático de um ambiente. A maioria das superfícies mostram propriedades de reflexão seletivas. Elas absorvem certos comprimentos de onda da luz incidente e, conseqüentemente, a composição espectral da luz refletida é diferente da luz incidente. Esta luz refletida determina a percepção da cor da superfície.

A luz revela formas, planos, espaços tridimensionais, detalhes arquitetônicos, esculturas, mobiliários. Ela afeta profundamente nossa sensação de bem estar, de admiração e surpresa, de conforto, e de motivação. Isto influencia nossa percepção de todos os outros elementos; evoca diversas sensações, principalmente psicológicas a que dependem e variam de pessoa para pessoa de acordo com emoção particular de cada um, cultura, experiências individuais, etc. Com a iluminação pode ser criado um clima de magia, dramaticidade, escuridão, mistério, agradabilidade, repugnância, etc.

“Na sociedade moderna as pessoas passam a maior parte do tempo em ambientes iluminados parcialmente por aberturas mas predominantemente iluminados artificialmente. Nas estradas, à noite estamos totalmente dependentes dos faróis dos veículos e das luminárias das ruas para nossa segurança. Desta forma, a maior parte do ambiente que vemos, seja de trabalho ou não, é iluminado artificialmente.”(Pereira, 1997)

“Iluminação inadequada pode causar desconforto e fadiga visual, dor de cabeça, ofuscamento, redução da eficiência visual ou mesmo acidentes. Iluminação artificial é também um dos sistemas que mais consome energia no ambiente construído. Boa iluminação aumenta a produtividade, gera um ambiente mais prazeroso e pode também salvar vidas. Portanto, garantir uma iluminação adequada é uma das principais responsabilidades não só dos projetistas, mas também de administradores e autoridades locais.”(Pereira, 1997)

O projeto de iluminação é um processo de tomada de decisão, uma seqüência de criações e escolhas práticas que influenciam a maneira como se percebe o ambiente. Portanto o projeto de

iluminação é um processo criativo que desenvolve soluções para segurança, produtividade e satisfação no uso de um ambiente. Conforme o *The Lighting Design Process – IES (1993)*, as Impressões subjetivas específicas podem ser trabalhadas de acordo com os objetivos do projeto, como é descrito abaixo:

Impressão de Clareza Visual – Luz uniforme, destaque periféricos nas paredes com alta refletância. Impressões de clareza de percepção. São fatores subjetivos importantes a serem consideradas no projeto de espaços de trabalho. Tais impressões parecem ser reforçadas com quatro fatores de iluminação:

1. Luminância – Clareza é reforçada por alta luminância no plano horizontal.
2. Localização da fonte– Clareza é reforçada através de alta luminância na parte central do ambiente.
3. Cor – Clareza é reforçada por tons claros criados por luminárias com um amplo poder de distribuição do espectro.
4. Distribuição – Clareza é reforçada por brilho de parede periférico.

Impressão de Espaço Amplo – Impressões de espaço amplo são importantes no projeto de circulação e de espaço para grandes grupos de pessoas, como corredores, salões de entrada e locais para assembléia. Luz uniforme e periférica, onde o brilho e superfícies de alta reflectância são fatores de reforço. Utiliza-se luz indireta ou ambiental clareando e iluminando igualmente forro, paredes e superfícies do piso. A fonte de luz pode ser de difusa, pontual ou linear. Possibilita diferentes efeitos visuais – aparente aumento das dimensões do ambiente, iluminação mais uniforme, pouco drama, pouco contraste, e cores menos vibrantes. Como também efeitos nas pessoas, objetos e tarefas – contraste e sombra diminuídos; objetos ficam menos proeminentes que as superfícies; brilho de jóias, cristais, acabamentos brilhantes, é reduzido; forma arquitetônica do espaço é mais visível; qualidade da luz para tarefa de leituras pode ser excelente, dependendo do nível de iluminação e da colocação das luminárias.

Impressão de Relaxamento - modo Iluminação não-uniforme, com destaque periférico e penumbra, ao invés de iluminação no teto. É um fator subjetivo importante a ser considerado no projeto de áreas mais casuais, como sala de espera, lugares de descanso e alguns restaurantes. Tais impressões são reforçadas pelos seguintes fatores de iluminação:

1. Uniformidade e distribuição – Relaxamento é reforçado através de iluminação não-uniforme.

## 2. Cor – Relaxamento é reforçado através de luz quente e branca.

Impressão de Privacidade ou Intimidade - Luz não uniforme, penumbra, brilho longe do usuário, destaque periférico como reforço. Com luz direta, escondendo luminárias em nichos no forro, ou em paredes falsas no forro ou parede. As fontes de luz – fontes pontuais, concentradas, espalhadas em pontos; normalmente incandescente. Apresenta diferentes efeitos visuais – Dimensões do ambiente aparentemente pequeno. Alto contraste. Cores vibrantes. Também efeitos nas pessoas, objetos e tarefas como criação de atmosfera dramática e estimulante; atmosfera de intimidade. Maior atenção para o brilho dos objetos. Sombras proeminentes podem aumentar as texturas, reprodução das faces é grosseira.

Impressão de Prazer e Preferência - Luz não uniforme, destaque periférico e penumbra. Com estreito fecho de luz descendente e suspenso ou seqüência de luminárias montadas. Direcionamento ajustável. As fontes são pontuais e de alta intensidade. Apresentam efeitos visuais como foco de luz sobre objeto com pequeno desvio ou vazamento de luz para o entorno. Criação de alto contraste. Também efeitos nas pessoas, objetos e tarefas como efeito dramático para o objeto ou superfície iluminada. Criação de sombras ressaltando as formas nas esculturas. Adição de interesse visual para o espaço.

Impressão Periférica – Para proporcionar ambiente claro, excluindo sombras, iluminação geral e não direcional, fontes difusas, pontuais ou lineares. Como por exemplo em sancas c/ iluminação embutida, que clareiam todo o espaço, aliadas a um foco dirigido. Com luminárias direcionadas escondidas, em nichos, superfícies, paredes ou forros falsos. As fontes são fontes pontuais ou lineares, de alta ou baixa intensidade; incandescente e/ou fluorescente. Como efeito visual proporciona uma iluminação nivelada através das superfícies das paredes ou do forro. Sombras suavizadas. Extensão do espaço. Também com efeitos nas pessoas, objetos e tarefas chama a atenção para as superfícies iluminadas. Suavidade, luz refletida nas faces. O brilho das superfícies produz no espaço uma sensação de alegria. Aumenta a luz no ambiente.

### 5.1 - TIPOS DE LÂMPADAS

Iluminar, além de efeitos fisiológicos e psicológicos, compreende também o espaço, volume, forma, textura, cor, impressões e pessoas mais que tudo.

*Não somente nossos olhos que nos dizem o que e como nós gostamos de ver, nossa mente tem uma grande influência em nossa percepção visual, o que significa que o ser humano todo, com sua experiência, seus desejos, interesses e aversões, influencia o modo como vemos. Nós seremos capazes de projetar ambientes visualmente confortáveis dependendo do modo pelos quais nós estudamos esses problemas.*

(KALFF, apud Romeu, 1998.)

A seleção das luminárias requer um entendimento das informações e características fotométricas das fontes de luz, e em muitos casos isto requer uma avaliação de uma amostra da luminária. Para termos um ambiente confortável e sensação de bem estar; um dos fatores importantes é o tipo de lâmpada que deve-se usar no ambiente. Os tipos de lâmpadas encontradas comercialmente são:

- Incandescente – é o tipo mais difundido e utilizados nas residências. Dos 100% da energia consumida por uma incandescente, aproximadamente 10% se transformam em luz- o restante produz somente calor. As incandescentes duram pouco,  $\pm 1000$  horas. Seu uso é predominantemente residencial, pois apresenta uma reprodução de cor muito boa.
- Halógena - são incandescentes, com um excelente IRC (índice de reprodução de cor). Elas não escurecem e duram mais. Usada na iluminação comercial ou residencial de forma decorativa para produzir de destaque. Quando dotadas de um refletor são chamadas de Dicroicas – Seu refletor reduz substancialmente o calor projetado. Seu fecho de luz é concentrado, o que as torna ideais para destacar obras de arte e objetos.
- Fluorescente – É apenas um tipo de lâmpadas de descarga. Em gases a durabilidade dessas lâmpadas é de 10.000 horas, e o consumo de energia é 80% menor que o das incandescentes. Usada em ambientes residenciais e comerciais. Porém seu IRC não é bom quanto as incandescentes e hálógenas.

## 5.2 CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES INTERNOS

Ao focalizar um ambiente interno, o olho se adapta a luminância média deste. Existem duas considerações importantes de projeto que são uma consequência da habilidade de adaptação do olho:

\* margem de adaptação: ao adaptar-se a luminância média da cena a margem de visibilidade para ambos os lados é grande mas não infinita. Diferenças muito grandes podem gerar perda de visibilidade e ocorrência de ofuscamento;

\* velocidade de adaptação: Como a velocidade de adaptação é muito lenta comparada com os movimentos humanos normais, pode haver ofuscamento se ocorrer um aumento muito rápido nos níveis de luz e pode haver perda de visibilidade se for decréscimo muito rápido

Os ambientes internos são iluminados para permitir o *desenvolvimento de tarefas visuais (leitura, manufatura, consertos, etc.)*.

De acordo com Pereira é muito importante que se saiba o que influencia a habilidade das pessoas de desempenhar estas tarefas. Existem quatro aspectos fundamentais a serem considerados:

- LUZ suficiente – quanto maior for o nível de iluminação, mais contraída estará a pupila, melhorando a nitidez da imagem “vista” pelo olho.
- CONTRASTE suficiente – é definido como a diferença entre a luminância (brilho) de um objeto e a luminância do entorno imediato deste objeto.
- TAMANHO suficiente do objeto a ser visualizado - Dado o tempo suficiente a maioria da pessoas serão capazes de perceber um objeto mesmo se o contraste e a luz visual forem fracos. Eficiência precisa ser medida em relação a tarefas visuais. O tamanho é quantificado tanto pelo tempo necessário para se perceber um objeto, como pelo número de objetos percebidos por unidade de tempo.
- TEMPO suficiente – O processo (tempo) de adaptação da visão não transcorre normalmente devido a uma variação muito grande da iluminação e/ou a uma velocidade de adaptação muito lenta, conseqüentemente podemos ter uma perturbação por ofuscamento.

A consideração dos aspectos fundamentais da luz é a medida mais efetiva no controle das qualidades visuais dos ambientes. Chega-se assim, ao conceito de conforto visual: é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com o menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes. (Pereira, 1997)

A quantidade de luz necessária para qualquer espaço em particular depende, primeiramente, da atividade a ser desenvolvida. Os iluminamentos recomendados dependem

das características das tarefas visuais e nos requerimentos de execução, sendo mais elevados para aquelas tarefas que envolvem muitos detalhes, precisão e baixos contrastes. Utilizam-se valores mais baixos para tarefas intermitentes. É importante que considere a quantidade de luz no ponto e no plano onde a tarefa for executada, seja horizontal, vertical ou em qualquer outro ângulo.

A comparação visual de cores pode ser muito eficiente e satisfatória se for sob iluminação padronizada. A cor de um objeto, percebida por um observador, depende muito do tipo de luz usado para iluminá-lo.

Uma lâmpada incandescente, do tipo usado na maioria das residências, torna os tons mais quentes, enquanto alguns tipos de tubos fluorescentes fazem com que as cores observadas fiquem mais azuladas.

No entanto, o maior problema está no fenômeno conhecido como metameria. Algumas cores parecem iguais entre si quando vistas sob certos iluminamentos, e muito diferentes quando observadas sob outros. Na prática, isso pode significar, por exemplo que na iluminação ambiente de um escritório a amostra do cliente e a prova da gráfica podem parecer iguais e, quando vistas a luz do sol, muito diferentes.

Para se evitar esse tipo de problema, o ideal é dispor de uma fonte de luz padrão para observação de amostras coloridas. Existem normas internacionais que especificam as características que tais fontes devem ter para reduzir ao mínimo o problema da metameria. Vários fabricantes produzem cabines de visualização e luminárias segundo essas especificações.

A tabela abaixo traz dados importantes a serem considerados no projeto de ambientes internos:

CLASSIFICAÇÃO DA ILUMINAÇÃO	NÍVEL DE ILUMINAÇÃO (a ser obtido no plano de tarefa)	TAREFA
Baixa	100 a 200 lx (Lux)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulação</li> <li>• Reconhecimento facial</li> <li>• Leitura Casual</li> <li>• Armazenamento</li> <li>• Refeição</li> <li>• Terminais de vídeo</li> </ul>
Média	300 a 500 lx	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura/escrita com alto contraste</li> <li>• Participação conferências</li> <li>• Desenho técnicos</li> </ul>
Alta	500 a 1000 lx	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura/escrita com baixo contraste</li> <li>• Desenho técnicos</li> </ul>

TABELA 5 - Classificação básica de iluminação interna, baseada (NB 57 / ABNT, 1991)

Segundo o efeito Kruithof, a iluminância mais alta proporciona maior satisfação quando a temperatura de cor é mais alta, em graus Kelvin ou com cores psicologicamente frias (próximo dos tons azuis e verdes) e, iluminâncias mais baixas são mais satisfatórias quando a temperatura de cor é mais baixa, em graus Kelvin, ou com cores psicologicamente mais quentes (próximo dos tons vermelhos e alaranjados).

Também destaca-se o efeito em que, quando o Índice de Reprodução de Cor – IRC – for mais baixo, há a necessidade de iluminância mais alta e, quando o IRC<sup>3</sup> for mais alto, pode haver uma iluminância mais baixa. Tal informação é muito importante na decisão de projeto, que envolve quantidade de luminárias, reprodução de cores, potência instalada e correspondente fiação e consumo de energia. Por exemplo, se num ambiente iluminado com lâmpadas fluorescentes de fabricação mais antiga, com IRC 60 ou 70, existe uma necessidade maior de iluminância do que se o mesmo ambiente fosse iluminado com lâmpadas com IRC de 85, atualmente disponibilizados pelos fabricantes, embora as de menor IRC ainda sejam comercializadas. O modelo mais interessante, a nosso ver e para o objetivo do presente trabalho, é a correlação entre os efeitos psicológicos com três dimensões do projeto de iluminação:

- Uniformidade na distribuição da luz;

<sup>3</sup> IRC é a capacidade de reprodução das cores de uma fonte de luz quando comparada a luz natural. Na tabela de cores, quanto mais próxima da luz natural maior o IRC.

- posicionamento das fontes, centralizada ou no contorno do teto;
- Iluminação brilhante ou penumbra.

Concluindo, este capítulo chama a atenção de que além das características intrínsecas da cor, as impressões subjetivas, o tipo de iluminação, e as condições de iluminação interfere na constituição e percepção do espaço.

## 6 – SIMULAÇÃO DA COR ATRAVÉS DE MEIOS COMPUTACIONAIS

Nesse capítulo, será abordado inicialmente o conceito de simulação utilizado nesse estudo. Posteriormente tratar-se-á da importância da computação gráfica e dos principais softwares gráficos para tratamentos cromáticos em ambientes internos.

*A simulação virtual pode servir para testar fenômenos ou situações em todas suas variações imagináveis, para pensar no conjunto de conseqüências e de implicações de uma hipótese, para conhecer melhor objetos ou sistemas complexos ou ainda para explorar universos fictícios de forma lúdica. O fenômeno simulado é visualizado, podemos atuar em tempo real sobre as variáveis do modelo e observar imediatamente na tela as transformações resultantes.*

(Lévy, 1999, p. 67)

Para esse trabalho, o sentido de simulação delimita-se em testar e visualizar as diferenças espaciais e perceptivas geradas pelo uso de diferentes cores em um mesmo ambiente interno.

Levy avança nas conceituações e explicita que a realidade virtual, no sentido mais forte do termo, especifica um tipo particular de simulação interativa. Mas no uso corrente, a palavra virtual<sup>4</sup> é muitas vezes empregada para significar a irrealidade – enquanto a realidade pressupõe uma efetivação material, uma presença tangível. É importante dizer que esse trabalho não fez uso da simulação interativa.

---

<sup>4</sup> Virtual – toda entidade desterritorializada, capaz de gerar diversas manifestações concretas em diferentes momentos e locais determinados, sem contudo estar ela mesma presa a um lugar ou tempo em particular. É virtual aquilo que existe em potência e não em ato.

No campo da arquitetura e design a simulação cromática de ambientes e de produtos foi por muito tempo desenvolvida por meios artesanais. Utilizava-se técnicas manuais como nanquim, aquarela, lápis de cor e etc.

As figuras 20, 21 e 22 exemplifica os estudos de cores para um mesmo ambiente interno.



Figura 20 – Hidrocor sobre papel vegetal.



Figura 21 – Hidrocor sobre papel vegetal.



Figura 22 – Hidrocor sobre papel vegetal.

A partir da segunda metade do século XX as transformações tecnológicas abrem novas possibilidades para a utilização da informática, mais especificamente, da computação gráfica na arte, na arquitetura e no design.

O desenvolvimento da informática nos últimos anos tem propiciado a utilização cada vez mais intensa de recursos computacionais nas atividades do homem. Dentre as inúmeras aplicações da computação, podemos ressaltar a simulação computacional como uma das mais importantes e polêmicas. O computador não é mais um simples instrumento, inicialmente, utilizado para trabalhos com números e informações processadas em alta velocidade, o computador vem sendo tornando mais pessoal. As pessoas começaram a usá-lo como eficiente meio para comunicação com textos, cores, músicas, gráficos, etc. Entendendo o meio em que a cor é trabalhada neste universo, estaremos aptos para criar uma interação consistente e compreensiva.

*O uso do computador nas profissões de desenho e projeto é o mais significativo desenvolvimento que ocorreu na engenharia. Atingiu o mundo técnico como uma onda de choque(...)*

*(VOISINET, Donald, p.18, 1998)*

Tal como ocorreu com outras inovações tecnológicas, inicialmente a computação foi considerada como objeto de uma revolução nos métodos tradicionais de ensino. Sem dúvida essa avaliação ainda hoje é válida, mesmo, passados mais de 40 anos do aparecimento dos

primeiros computadores e cerca de 15 anos de sua popularização através dos micros computadores.

É interessante registrar que através da utilização do computador nas mais diferentes áreas do conhecimento humano estamos voltando a empregar ícones formas pictográficas como meio mais conveniente de nos expressarmos do que a linguagem escrita. Diz o velho provérbio chinês:

*“Uma imagem vale mil palavras e ... uma imagem feita no computador economiza 10 noites de pesadelo”*

(adaptação de VENETIANER, 1998)

A Expressão “ Computação Gráfica” costuma ser genericamente usada para designar qualquer atividade que utilize computador na geração de imagens, seja em tela de vídeo ou em papel, através de equipamentos como impressoras e plotters. Dentro da computação gráfica, é possível identificar subáreas, dentre as quais podemos destacar, por exemplo: processamento de imagem, animação e CAD.

De maneira simplificada, o termo CAD (“Computer Aided Design” – Projeto Auxiliado por Computador) pode ser definido como uma sub área da computação gráfica voltada para criação e manipulação de projetos.

A computação gráfica engloba todos os métodos e técnicas relacionados com a conversão de dados para os dispositivos de representação gráfica, através do computador, portanto qualquer aplicação na área da informática que envolva a utilização de imagens.

A utilização da computação gráfica está presente no dia a dia de todos, mesmo que nem sempre as pessoas se dêem conta disso, através de vinhetas utilizadas pelas televisões, nos efeitos especiais em filmes de TV e cinema, nos videogames, simuladores de vôo, desenhos animados, projetos de automóveis e aviões e embarcações, na medicina para exames e cirurgias de todo o tipo, na moda através de lançamentos de padrões de tecido, novos modelos de vestuário e até mesmo em visualizações de cortes de cabelo, na ilustração editorial em revistas, jornais, etc..., na polícia para confecção de retrato falado, controle de tráfego, etc...

A área da Computação Gráfica é abrangente e no campo da engenharia e arquitetura está bem desenvolvido de forma que já é possível ver o trabalho de uma peça em uma máquina prever a melhor maneira de executá-la, ou passear por dentro de um prédio que só existe na memória do computador. Os programas voltados para a simulação apresentam ferramentas para criação de modelos tridimensionais de sombreados, iluminação e

perspectivas. Tais ferramentas possibilitam expressar de maneira mais completa a forma e detalhes dos objetos a serem representados, facilitando a sua interpretação.

A possibilidade de visualizar modelos a partir de diferentes pontos de vista permite evitar erros de visualização e interpretação. Modificações podem ser feitas quando necessário e a obtenção dos resultados é imediato na tela.

## 6.1 TIPOS DE ARQUIVOS

A mudança de desempenho, tamanho e custo dos computadores determinou a possibilidade do surgimento dos micros computadores (computadores de uso pessoal).

Os arquivos são grupos de informações relacionadas e armazenadas em uma parte de um disco, semelhante a se ter informações registradas em folha de papel. Estas informações podem ser um texto, um gráfico, uma lista de materiais, uma simulação virtual ou até mesmo um programa. Nem todos os arquivos são criados pelo usuário. Muitos acompanham o próprio sistema operacional enquanto outros acompanham os programas que são instalados no computador. Cada arquivo que acompanha um software contém informações sobre o assunto específico, como textos, e códigos para comandos de software de base (DOS – Windows).

Todo o trabalho realizado em um computador é armazenado em forma de arquivos e o sistema operacional, possibilita o gerenciamento destes. Ele possibilita copiar, apagar, exibir na tela do monitor e imprimir na impressora, dar nome aos arquivos, enfim, organizá-los de forma coerente e racional. Já quem trabalha com formato de arquivos na computação gráfica utiliza entre outros recursos, fotos e imagens capturadas com um scanner, ou por uma câmera digital, ou cria as imagens ou desenhos em aplicativos específicos. Em quaisquer destas situações o usuário acaba encontrando uma enorme variedade de formatos usados para armazenar as imagens no computador. Há mais de quarenta padrões em uso. Tais formatos criados com objetivos diversos tem características diferentes entre si. Conhecer os princípios básicos dessa tecnologia pode facilitar bastante a escolha do padrão mais adequado para cada aplicação.

Os formatos de codificação de imagens podem ser agrupados em três grandes categorias: representações ponto a ponto (também conhecidas como de varredura, raster ou bitmap), gráficos vetoriais e metaarquivos.

Nos arquivos ponto a ponto, as imagens são descritas na forma de uma matriz de pontos, ou pixels. Nos vetoriais, a ilustração é dividida em figuras geométricas, que por sua

vez, são representadas por equações matemáticas. Os metaarquivos combinam essas duas tecnologias - podem conter figuras vetoriais, imagens de varredura e textos.

Os formatos mais conhecidos de ponto a ponto, raster ou bitmap, são os BMP, empregado nos papéis de parede do Windows; TIFF, popular na área da editoração; GIF e JPEG muito utilizados nas imagens da Internet. Um parâmetro importante relacionado com arquivos ponto a ponto é a profundidade de cor. Trata-se do número de bits que especifica a cor de cada um dos pontos que formam a imagem. Quanto mais bits são usados, maior é a riqueza de cores e maior é o tamanho do arquivo resultante.

Com um único bit, podem-se representar duas cores: preto e branco. A palavra bitmap (mapa de bits) referia-se originalmente a este tipo de representação. Com 2 bits podem ser usadas quatro cores. Com 4, 16 cores e assim por diante. Com 24 bits (ou 32, dependendo da forma de codificação), chega-se a 16 milhões de cores. Essa profundidade de cor oferece a melhor fidelidade possível num computador ou num documento impresso. (Apud, Romeu, 1998)

Quem comparar a mesma imagem em duas codificações ponto a ponto – BMP e JPEG, por exemplo – vai notar que os dois arquivos tem tamanhos diferentes. O motivo é que cada formato emprega uma tecnologia diferente de compactação de dados. Quando um arquivo BMP é convertido em JPEG, por exemplo, ele se torna dezenas de vezes menor do que o original. Quanto maior a compactação, menor o arquivo resultante e pior é a qualidade da imagem representada.

Quando o objetivo da imagem é de transmissão (internet), a necessidade de velocidade de transmissão torna necessária a utilização de arquivos que tenham grande compressão de dados, como os JPEG e os GIF. Quando o objetivo da imagem é a impressão numa gráfica ocorre o oposto, utiliza-se métodos de compressão suave, que não prejudiquem muito a qualidade da imagem, como os arquivos de formato TIFF.

Os padrões GIF e JPEG permitem a codificação progressiva da imagem, imagens entrelaçadas o que possibilita que as imagens possam aparecer na tela do navegador da internet antes mesmo do arquivo ser inteiramente recebido pela rede. O GIF permite ainda especificar áreas transparentes e criar animações simples. No caso das fotos, o JPEG funciona melhor por oferecer vários níveis de qualidade e compressão. Em geral uma foto codificada em JPEG resulta num arquivo mais compacto e com melhor fidelidade de cores do que se ela for registrada em GIF.

Os formatos vetoriais, em sua maioria são específicos de determinados aplicativos como o COREL DRAW e o AutoCAD entre outros. Essa forma de representação, baseada em equações matemáticas, produz imagens que podem ser exibidas em qualquer tamanho sem que

haja perda de qualidade. Uma imagem ponto a ponto, ao contrário, perde qualidade quando é impressa ou visualizada em tamanho maior do que aquele em que foi criada. Essa característica torna a codificação vetorial mais adequada, por exemplo, para representação de desenhos técnicos e fontes de caracteres. As fontes True Type e PostScript usadas no Macintosh e no Windows, são gráficos vetoriais. Os arquivos vetoriais são menores do que os criados pelos processos ponto a ponto e permitem que cada um dos objetos que compõe uma ilustração possa ser movido ou editado separadamente sem que isso afete os demais, o que não acontece nas imagens raster. Para visualização de um arquivo vetorial exige-se um aplicativo compatível com ele.

Os metaarquivos são aqueles que contém tanto imagens raster como figuras vetoriais, são os WMF (Windows Metafile) do Windows e o PDF do Adobe Acrobat. Os arquivos PDF permitem a indexação e busca de informações, mas só podem ser gerados com o Acrobat. Observa-se que muitos dos arquivos chamados vetoriais são na verdade metaarquivos, uma vez que também permitem incluir textos e imagens juntos com a ilustração.

#### Padrões Mais Usados

BMP	Padrão bitmap usado nos ambientes DOS e Windows. Gera arquivos volumosos e imagens de boa qualidade.
GIF	O Graphic Interchange Format, da CompuServe, produz arquivos muito compactos e permite criar animações. É um dos mais usados na Internet.
TGA	Formato mais comum. Gera arquivos com cores em 24 – bits ( 16,7 Mcores).
TIF	O Tagged- Image File Format é muito usado no intercâmbio entre as plataformas diferentes. O seu processo de compactação não causa deformações nas imagens é confiável, fidelidade e portabilidade muito boas. Apresenta pouca compactação.
DXF	Criado pelo AutoDesk para o AutoCad, é um padrão para o intercâmbio de desenhos técnicos.
EPS	O Encapsulated, da PostScript Adobe, é empregado em artes gráficas.
DWG	Arquivo vetorial criado pelo Auto CAD.
CDR	Arquivo vetorial criado pelo Corel Draw.
3DS	Arquivo vetorial criado pelo o 3D STUDIO.
PSD	Arquivo vetorial criado para o Photoshop, fidelidade boa(true-color)
DOC	Arquivo de texto criado pelo MicroSoft Word.
PLT	Arquivo vetorial criado para plotagem.



Existe uma infinidade de produtos AEC (produtos para Construção, Arquitetura e Engenharia) desenvolvidos para utilização no Auto CAD. Esses produtos oferecem funções adicionais ao AutoCad que facilitam e agilizam o trabalho do usuário. Nesses aplicativos pode-se por exemplo, encontrar representações parametrizadas de formas utilizadas no dia-a dia pelos projetistas, como paredes, portas, janelas, parafusos, engrenagens , etc. Para utilização destes elementos paramentizados, basta escolhe-los em um menu apresentado na tela e informar suas dimensões e posição, que estes são imediatamente representados no projeto.

Algumas características importantes do AutoCad no que se refere a este trabalho são:

- Modelo em 3 Dimensões - O pacote de AutoCad permite também o desenho em 3 dimensões. Ele contém uma série de comandos necessários para criação, visualização e edição de um desenho em representação espacial (tridimensional).
- Visualização de Objetos Tridimensionais - É possível visualizar objeto tridimensionais a partir de qualquer ponto de vista no espaço. Também é possível, obter-se simultaneamente na tela várias janelas (até 16) para observação de partes objeto ou vários ponto de vista.
- Paleta de Cores - A paleta de cores do Auto CAD ajuda um pouco quando o desenho em 3D esta pronto, possibilitando o processo de harmonização do ambiente. Entretanto, sua paleta de cores é limitada. Tendo cores básicas, tipo chapadas e com uma iluminação falsa.

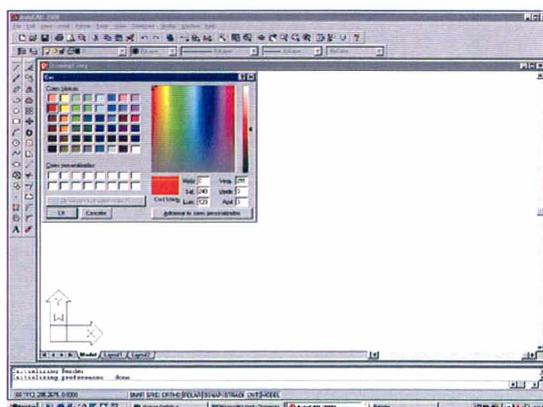


Figura 23 - Interface da paleta de cores do programa Auto Cad

## *Corel Draw*

É um software vetorial de representação gráfica, que foi utilizado para construção de alguns desenhos em 2D e 3D. O Corel também trabalha com imagens digitalizadas em bitmaps.

A utilização deste programa apresenta boas qualidades na conclusão de layouts em 2D e na complementação de Maquetes Eletrônicas. Com a implementação de textos e saída via impressora de imagens de alta qualidade.

Paleta de Cores - A paleta de cores do Corel Draw é uma paleta bem diversificada, usada para tratamento de imagens. Apresenta vários tipos de modelos cromáticos (RGB, CMYK, HSL, Pantone, Trumatch). Também obtêm um Sistema de Correspondência Cromática muito amplo, onde cada tipo muda na tonalidade da cor do monitor como também na impressão. A importância deste software para o presente estudo diz respeito a grande variedade de escalas e tons disponíveis ao projetista. Contudo, apesar da possibilidade de criar degradês os planos de cores simulados no “Corel” são chapados. Apresentamos logo abaixo, variados sistemas de cores disponíveis no corel:

- AMPA COLOR – cores usadas para impressão em papel jornal,
- FOLCOTONE – esse sistema, popular na Inglaterra, contém 763 cores CMYK,
- PANTONE COATED – consiste em cores spot (densas) impressas em papel revestido,
- PANTONE UNCOATED – consiste em cores spot (densas) impressas em papel não revestido, as cores não revestidas são mais esmaecidas do que as cores revestidas,
- PANTONE PROCESS – apresenta 3.006 combinações em CMYK,
- PANTONE PROSIM – refere-se ao processo das cores spot (densas), impressas em papel revestido.
- TOYO COLOR FINDER – sistema proveniente do Japão possui 1.050 cores,
- TRUMATCH – Este sistema usa estritamente cores de processo CMYK. Ele tem aproximadamente 2.000 cores de processo organizadas de acordo com o matiz, saturação e brilho.

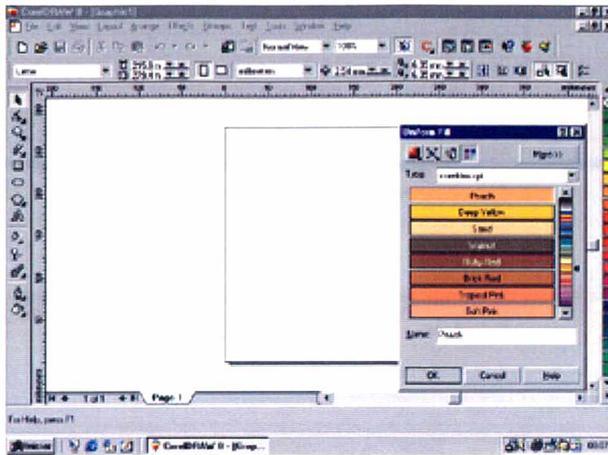
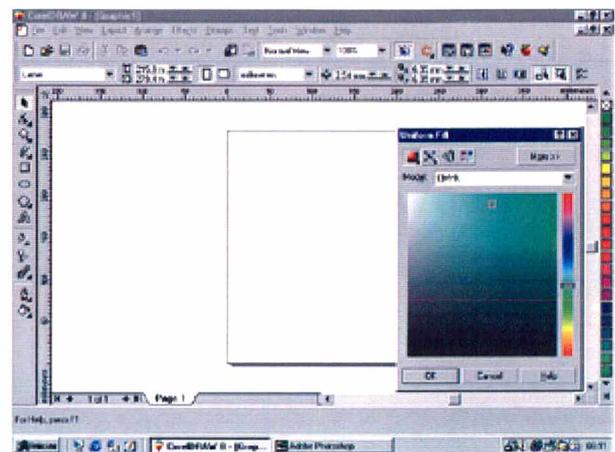


Figura 24 - Interface da paleta de cores do programa Corel Draw

Figura 24.1 - Interface da paleta de cores do programa Corel Draw



### 3D Studio Max

O 3D Studio, é um software vetorial que permite criar desde o modelo tridimensional de um objeto, até sua cena final com textura, material, cores e animação. O 3D Studio permite trabalhar com outros programas principalmente da Autodesk, como o Autocad, cuja a relação é bem maior, a começar pela facilidade de importar e exportar arquivos, (3DS, DXF). Este intercâmbio foi utilizado para a confecção da simulação virtual de ambientes internos pois esse software apresenta maior qualidade na exploração de tons e luzes.

Dentre as características principais deste software importantes para essa dissertação, estão:

- Aplicação de Luzes e Câmeras - Antes das cores e os materiais serem aplicados é aconselhável utilizar uma cor qualquer em todo o modelo, para podermos definir as posições das luzes e câmeras. Após estas definições são estudadas as sombras, a

focalização em detalhes de objetos específicos, de modo a podermos determinar a aparência final da cena.

- Luzes - A iluminação pode ser ambiente, infinita ou direcionada. E é geralmente a combinação destas que produz uma boa cena. Luz Ambiente – é uma luz geral, que ilumina todas as faces existentes na cena com a mesma intensidade, criando uma iluminação sem contraste, não produz sombras. Luzes (OMNI) – são luzes não direcionadas. Poderíamos fazer uma analogia com a luz difusa linear (fluorescente) ou com a luz difusa pontual (Incandescente). Luzes Direcionadas (SPOT) – nunca colocá-las a 45 graus ideal a 30 ou 60 graus. Poderíamos fazer uma analogia com as lâmpadas decrónica.
- Câmeras - A melhor cena para proporcionar uma imagem virtual é a renderização da vista de uma câmara, esta mostra os objetos em uma visão com pontos de fuga, e em terceira dimensão real. A principal dica sobre câmeras é que elas não devem ser colocadas na mesma direção das luzes, de forma a aproveitar o efeito das sombras.
- Paleta de Materiais – No 3D Studio não há paleta de cores, e sim um quadro de materiais onde usamos para tratamento de imagens, com luzes e sombras. No sistema de cores conhecemos as cores pigmentadas, cujas cores primárias são o vermelho, amarelo e azul. As cores pigmentadas se caracterizam por não serem luminosas, são cores iluminadas. As cores ditas luminosas são as cores emitidas por fontes de luz, como é o caso de um monitor de vídeo. No monitor, as cores apresentadas não são iluminadas, mas sim luminosas. Neste caso as cores primárias são vermelho, verde e azul = RGB.  
RGB X HLS – Existem dois sistemas de cores que podem ser utilizados para determinar um a cor luminosa: RGB e HLS. No sistema RGB para determinar uma cor é necessário especificar a quantidade de cada componente (vermelho, verde e azul), que serão combinados e formarão a cor final. No sistema HLS, o mesmo sistema de Munsell citado na página 25 o ajuste da cor é diferente. O item H (Hue = Tonalidade) determina o tom da cor. O item L (Luminance = luminosidade), determina a luminosidade da cor. O item S (Saturation = Saturação) determina a pureza da cor.
- Sliders de Cores – Para ajustar a cor desejada utiliza qualquer um dos sliders, RGB ou HLS.

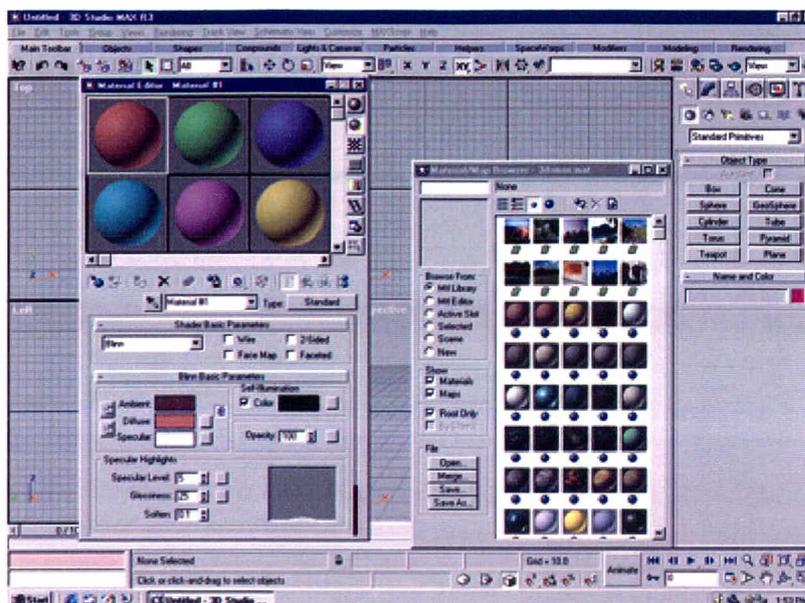


Figura 25 - Interface da paleta de materiais do programa 3D Studio Max

### *Adobe Photoshop*

Photoshop é um software de varredura para tratamento de imagens, que permite criar imagens de alta qualidade. O programa combina uma ampla variedade de ferramentas para seleção, para pintura e edição, para correção de cores, permitindo editar imagens em vários modos de cores, incluindo RGB e CMYK. O Adobe Photoshop trabalha com imagens digitalizadas em bitmaps, ou seja, ponto a ponto, cuja unidade são os pixels. Nesse programa é possível realizar a conversão de cores. Esse ajuste ocorre somente na primeira vez que o arquivo é aberto e salvo, garantindo que as cores desse arquivo continuarão com a aparência correta com a utilização da nova configuração de cores padrão do Photoshop. Essa conversão não danificara seus arquivos.

O Photoshop traz recursos de gerenciamento de cores que garantem a obtenção de uma reprodução precisa de cores, desde a digitalização até a impressão, e também ao compartilhar arquivos entre plataformas e sistemas. Ao instalar pela primeira vez o Photoshop, será usado como padrão o espaço de cores RGB para todas as imagens. Se preferir usar configurações diferentes de espaço de cor, ou se não desejar executar uma conversão automática ao abrir arquivos de versões, isto deve ser configurado. Entre as características principais que interessam a esta dissertação estão:

- Conversão de Imagens RGB - Ao converter imagens, os canais originais são convertidos para canais de cores spot, se aplicável. Quando os arquivos são convertidos para

Multicanal, os canais vermelho, verde e azul são tratados como canais de spot ciano, magenta e amarelo. Os valores reais em pixel em cada um dos canais não são alterados. Tratar as cores aditivas de RGB como cores subtrativas de CMY permite que a aparência na tela e a impressa se aproximem ligeiramente a aparência vista antes da conversão.

- Paleta de Cores - A paleta de cores do Adobe Photoshop é uma paleta bem diversificada, muita usada para tratamento de imagens. O Photoshop assume uma luz não definida mas uniformemente distribuída sobre todas as superfícies.

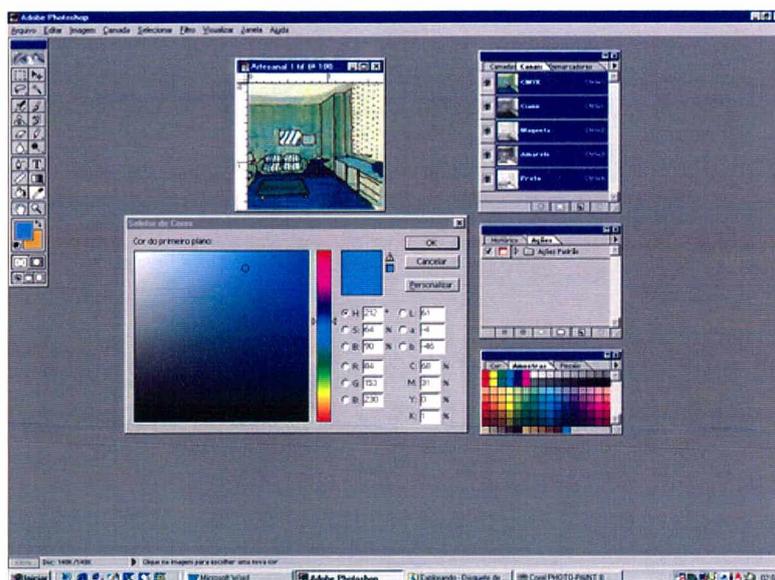


Figura 26 - Interface da paleta de cores do programa Adobe Photoshop.

### 6.3 MODELOS CROMÁTICOS

A escolha da cor a ser utilizada em um projeto de ambientes internos realizado no meio computacional deve ocorrer de forma criteriosa. A escolha do modelo cromático deve partir do objetivo final do trabalho, das características e da escala cromática disponível no software. Algumas cores apresentadas em RGB (como determinados verdes e azuis brilhantes) não podem ser reproduzido em CMYK, portanto, não podem ser impressas. A gama cromática RGB é mais ampla e luminosa que a gama do modelo CMYK.

Os modelos de cores foram criados para proporcionar uma maneira de traduzir cores em dados numéricos para que possam ser descritas de maneira consistente.

Por exemplo: quando dizemos que uma cor é “azul-esverdeada”, estamos dando margem à interpretação baseada na percepção pessoal. Por outro lado, atribuindo-se valores específicos

através de um modelo de cores – no modelo CMYK, seria 100% ciano, 3% magenta, 30% amarelo e 15% preto. É possível reproduzir uma mesma cor repetida vezes.

### *Modelo de cores RGB*

O sistema usado para a criação de cores no monitor baseia-se nas mesmas propriedades fundamentais da luz que ocorre na natureza. Portanto é natural procurarmos uma representação tridimensional do espaço de cor cuja base de cores primárias é constituída por três cores nas faixas, a partir do vermelho, verde e azul do espectro visível. Essa é a base do modelo RGB. Esse sistema de representação foi adotado pela *Comissão Internacional de Iluminação* (CIE) em 1931. É o órgão responsável pela padronização na área de fotometria e colorimetria.

O monitor cria cores emitindo três raios de luz com diferentes intensidades, iluminando o material fosforescente vermelho, verde e azul que reveste a parte interna da tela do monitor. Quando vemos o vermelho, é porque os fósforos vermelhos, foram excitados, acendendo pixel vermelho na tela. No modelo RGB as cores dos pixels podem ser mudadas combinando-se vários valores do vermelho, do verde e do azul. Cada uma dessas três cores primárias tem um intervalo de valores de 0 – 255. Quando se combinam os 256 possíveis valores de vermelho, os 256 do verde e do azul, o número total de cores possíveis é de aproximadamente 16,7 milhões de cores (256x256x256). Portanto, cada cor primária tem um intervalo de 0 a 255, para produzir 256 possibilidades cromáticas. Algumas dicas:

- Para definir a cor saturada (pura) o controle deve estar no valor máximo, ou seja, 255.
- Para criar o branco todos os controles das primárias RGB devem corresponder ao máximo, isto é 255. Estamos somando luz.
- Para criar o preto todas as cores primárias devem corresponder a zero.
- Se o vermelho, o verde e o azul forem iguais em valor, mas não forem zero nem 255, será criado um tom cinza.

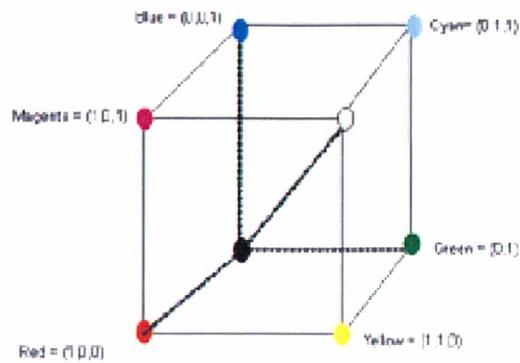


Figura 27 – Modelos de cores RGB

Em RGB, a quantidade de cada cor geralmente é representada pelos números de 0 a 255, onde 0 representa a ausência da cor e 255 a sua máxima saturação.

O sistema RGB (vermelho, verde e azul) foi desenvolvido para as cores aditivas e divide as cores nas porcentagens das primárias aditivas que as formam. Este sistema deve ser selecionado quando o resultado final do trabalho ou do projeto será apresentado no monitor do computador.

Nos projetos cromáticos computacionais permanecem válidos os conceitos e princípios de organização e composição cromática. Contudo alguns aspectos devem ser salientados:

- No uso do sistema CMYK ao se projetar em uma escala de cores, devemos considerar as diferenças significativas entre as cores projetadas em um monitor de computador e as cores refletidas em uma página impressa.
- No sistema RGB acentua o brilho da cor e portanto pode causar problema de legibilidade e fadiga visual. Para a configuração de páginas esse dado é fundamental. As complementares em alto nível de saturação devem ser evitadas.

### *Modelo de cores CMYK*

O modelo CMYK baseia-se não na adição de luz, mas, sim na subtração. Este modelo é baseado no processo de impressão em quatro cores, que é usado principalmente para imprimir imagens em tom contínuo. Nesse processo as cores são separadas em quatro chapas de impressão diferentes C (ciano), M (magenta), Y (amarelo), e K (preto), que é representado pela letra K. O sistema cromático CMYK divide as cores nas porcentagens das primárias subtrativas que as formam e adiciona o preto como medida de estabilidade. A cor CMYK é

usada em gráficas para a impressão por quadricromia e em impressoras pessoais. Algumas dicas:

- 100% de ciano, 100% magenta e 100% de amarelo produzem um marrom turvo que em tese representa o preto.
- Para obter uma cor primária saturada selecione 100% na cor de interesse e 0% nas demais cores.
- Para criar as cores secundárias em CMYK (vermelho, azul-violetado e verde) selecione 100% das de cada uma das primárias que forma a secundária desejada:  
Vermelho – 100% de magenta + 100% de amarelo  
Azul – 100% de ciano + 100% magenta  
Verde – 100% de amarelo + 100% de ciano  
Preto – 100% de todas as primárias e também do preto

*Modelo de cores HSB* -(matiz, saturação, brilho)

Os modelos de especificação de cor baseados no modelo de espaço vetorial, como o modelo RGB, apesar de práticos do ponto de vista computacional, são inadequados do ponto de vista de comunicação com o usuário, com relação a especificação simples e intuitiva de uma determinada cor. Uma dificuldade de se especificar cor no sistema RGB ocorre quando desejamos determinar uma cor de tonalidade e luminância conhecidas e precisamos apenas a saturação, diminuir ou aumentar a quantidade de branco na cor. Para realizar essa mudança devemos alterar três componentes de cor e essa alteração não tem qualquer relação intuitiva com os parâmetros percentuais de tonalidades, luminância e saturação.

O HSB baseia-se no modo natural e mais rápido na percepção das cores e não nos valores RGB do computador ou nas porcentagens de CMYK. O olho humano vê cores como componentes de matiz, saturação e brilho, como já foi abordado no item de classificação das cores.



Figura 28 - Variação da tonalidade, saturação e brilho do sólido de cores.

As *cores* são mostradas como se estivéssemos percorrendo o perímetro de um disco de cores. Quando chegar aos 360° verá o mesmo vermelho que era exibido quando estava em 0°. Pois estamos caminhando ao longo de uma circunferência.

COR	VALOR DE MATIZ
Vermelho	0 ou 360°
Amarelo	60°
Verde	120°
Ciano	180°
Azul	240°
Magenta	300°

Tabela 6 – Valores das *cores* como se estivesse percorrendo o perímetro de um disco de cores.

## *O Modelo de cores Lab*

O modelo Lab baseia-se no trabalho da *Comission Internationale de l'Eclairage*, formada no início do século XX, para padronizar a medida de cores. Esta comissão idealizou um modelo de cores baseado na maneira como a cor é detectada pelo olho humano.

Em 1976 esse modelo foi aperfeiçoado e chamado de CIE Lab. Proporciona cores consistentes, não importando o tipo de monitor ou impressora utilizados, isso chama “independência de dispositivo”. A cor independente de dispositivo não é afetada pelas características ou particularidades de qualquer componente de hardware.

O modelo Lab é composto por um fator de luminosidade ou luminância e dois eixos de cores. O Lab é útil se você quiser apenas mudar a luminosidade de uma cor. Ele é conveniente quando é preciso mudar componentes vermelho e verde de uma cor, ou os componentes azul e amarelo.

Controles deslizantes:

**L** – modifica a luminosidade da cor de 0 a 100,

**A** – representa um eixo de cores que varia desde o verde até o magenta

**B** – é o eixo de cores que varia do azul ao amarelo. Os valores de ambos os eixos vão de -120 a 120.

⇒ O branco é criado com **L** em 100, **A** em zero e **B** em zero.

## *Sistemas de Correspondência de cores*

A escolha pobre em cores pode arruinar um projeto do ponto de vista cromático, mas a mera inclusão da cor não pode compensar um projeto pobre. Como a impressão colorida é uma proposição dispendiosa, a ocasião para experiências com cores certamente não é a impressão de documentos.

O sistema de correspondência de cores pantone é o mais comumente usado. Este sistema tem sido tradicionalmente aplicado para a impressão de cores spot (não para trabalhos com separação a quatro cores).

A cor spot é similar a impressão em revestimento (overlay), separado de qualquer outra cor; isso é muito diferente da separação em quatro cores, em que ciano, magenta, amarelo e preto se combinam para criar uma cor.

Na cor spot a impressora mistura tinta para criar uma cor correspondente e imprime aquela cor numa chapa individual. Esse método é ótimo para impressão de uma ou duas cores mas é muito dispendioso para múltiplas cores. Portanto a cor spot, ou cor especial, impressa

com chapa ou matriz separada, é geralmente usada em pantone e em impressão de filetes ou detalhes de ouro e prata.

As cores spot podem ser usadas como uma quinta cor. Esse termo é usado quando um trabalho é impresso com o padrão em quatro cores e requer uma quinta cor específica. A quinta cor é usada para criar prateados, cobreados azuis carregados, e certos verdes que não podem ser criados com tintas de processo em quatro cores.

### *Processo de Impressão*

Como observou-se nos itens anteriores o computador emprega modelo de cores RGB, mas a impressão convencional usa CMYK. Estes dois modelos de cores não compartilham a mesma escala. Algumas cores que são apresentadas em RGB (como verdes brilhantes, laranjas e azuis elétricos) não podem fisicamente ser reproduzidos em CMYK porque a escala do CMYK é muito menor que a RGB. Uma tela de computador projeta luz, enquanto os meios impressos refletem a luz.

Portanto, a cor é descrita de duas formas, dependendo do meio. A impressão colorida envolve a colocação de camadas de tinta parcialmente transparentes sobre o papel opaco. A amostra impressa a seguir é um exemplo de *cor subtrativa*, que subtrai comprimentos de onda (tintas coloridas) da luz branca (superfície impressa). Quando se trabalha com tela de vídeo ou produzindo slides de 35mm, a cor projetada significa, necessariamente, uma *cor aditiva*. Quando você cria uma arte destinada a um prensa de impressão, usa-se dois métodos diferentes para especificar as cores: cores spot e/ou cores process. Isto se refere aos dois métodos básicos de reproduzir imagens coloridas em um meio de impressão. A cor spot é utilizada quando duas ou mais cores específicas são necessárias para um trabalho de impressão. As cores process são utilizadas para dar uma ilusão de impressão colorida. Para aqueles que estão simplesmente entrando no mundo da impressão a cores, o ponto inicia é a cor Spot, em vez das cores Process. A única maneira de se obter uma experiência real com cores é através da experimentação.

As impressoras são dispositivos de saída destinados a copiar em papel. Elas foram inicialmente produzidas para trabalhar basicamente com textos. As impressoras são fabricadas em diferentes tecnologias das quais as mais comuns para a área gráfica:

- Impressoras à Jato de Tinta - Utilizam um dispositivo que lança sobre o papel minúsculas gotas de tinta que formam as letras e os desenhos. Um reservatório de tinta líquida faz parte do cabeçote de impressão ou fica conectado a ele por um tubo através de vibração e

aquecimento, a tinta é transformada em vapor e aspergida por pequenos orifícios obedecendo aos padrões correspondentes aos caracteres ou elementos gráficos devem ser gerados no papel. A resolução das impressoras à jato de tinta é bastante superior a resolução das impressoras matriciais mas fica abaixo da qualidade obtida com as impressoras à laser.

- Impressoras à Laser - Apresentam uma melhor qualidade de impressão e usam um processo semelhante ao utilizado nas fotocopiadoras. Um raio laser finamente focalizado e um espelho rotativo são usados para traçar uma imagem da página desejada em um tambor fotossensível. Essa imagem é convertida, no tambor, em carga eletrostática que atrai e mantém preso o toner (tinta). Uma folha de papel eletrostaticamente carregado passa pelo tambor que retira o toner do tambor fixando-o ao papel. Em seguida, é feita uma aplicação de calor para fundir o toner ao papel. A velocidade e a qualidade de impressão são os pontos de maior importância nas impressoras. A velocidade das impressoras matriciais é medida em quantidade de caracteres por segundo. (CPS) e das impressoras a jato de tinta e a laser em quantidade de páginas por minuto – ppm.
- Impressoras à base de cera quente colorida - Produz imagens nítidas e sem borrões, usa três ou quatro fitas do tamanho da página cobertas com cera colorida. O cabeçote de impressão aquecido derrete a cera e a coloca num papel com revestimento especial e sensível ao calor. A maioria das impressoras a base de cera quente oferece 300 dpi, algumas oferecem 600 dpi. A impressora à base de cera quente é ideal para fazer trabalhos de pré-impressão e para produzir transparências coloridas para retroprojeter.
- Impressoras de sublimação de tinta colorida. - Produz imagens que parecem fotos coloridas. Essa impressora usa o calor para transformar a tinta de fitas coloridas em gás, o qual se solidifica na página. A impressora de sublimação de tinta colorida é ideal para produzir documentos coloridos de alta qualidade.
- Plotter – traçador gráfico - Qualquer dispositivo usado para desenhar gráficos, diagramas e outras figuras, baseadas em linhas contínuas. Os plotters usam penas (canetas), grafite ou cargas eletrostáticas e toner para marcar o papel. As plotadoras de canetas desenharam sobre papel ou transparências usando uma ou mais canetas coloridas. As plotadoras eletrostáticas desenharam padrões de pontos carregados eletrostaticamente sobre o papel, depois aplicam e fundem o toner, do mesmo modo que as impressoras a laser. Quanto ao formato e ao

manuseio de papel, as plotadoras podem ser classificadas em três tipos: Plotadoras de mesa; Plotadoras de tambor e Plotadoras com roletes de tração.

#### 6.4 DIFICULDADES DA SIMULAÇÃO

O processo para criação de um ambiente interno está dividido em várias etapas. Após a definição do projeto parte-se para caracterização do ambiente onde cor, forma, espaço, ritmo, textura, produzem sensações e efeitos espaciais. Através da realização de vários estudos as imagens revelam que a sensação espacial de um mesmo ambiente pode ser modificada pelo uso de relações cromáticas específicas. Observa-se que o planejamento cromático de um ambiente interno, realizado a partir dos conceitos de harmonização, exige do projetista o domínio dos fundamentos psicofísicos e funcionais da cor, e conhecimento de software.

Após essa primeira etapa do projeto e definição cromática para um determinado ambiente, o arquiteto enfrenta o problema da visualização da imagem e da conversão do que foi planejado na tela do computador para o sistema cromático de pigmentos. Logo em seguida é feita a impressão que pode normalmente não sair igual a tela.

Quando uma determinada cor é alcançada, esta é relacionada a leituras espectrais, fornecida por um espectrofotômetro que é um instrumento de medição realmente testado em campo que trouxe uma mudança no enfoque entre os produtores de instrumentos. Colorflash Uv – é um exemplo de espectrofotômetro combinado o alto padrão de qualidade, tecnologia de campo e operação amigável para o usuário. É um projeto desenvolvido especialmente para medição em laboratório e linha de produção. Dentre os dados colorísticos fornecidos pelo espectrofotômetro, está a representação da cor em escala Lab. Logo em seguida, observar-se os princípios de medição – O mais recente espectrofotômetro possui geometria de medição, equipado com monocromador de medição e de referências. A refletância espectral é determinada através da relação entre canais de medição e de referência na faixa visível de 400 a 700 nm. A amostra é iluminada por dois flashes, sendo um com UV de lâmpada de quartzo xenônio, e outro sem UV de lâmpada de xenônio revestida de camada que absorve a radiação UV. Os projetos podem ser exibidos no monitor ou serem impressos.

Quando tudo está projetado resta fazer a conversão da cor planejada, para um sistema disponível no mercado de cores pigmento (cor tinta). As lojas de tinta usam um sistema através do espectrofotômetro e conseguem obter o valor do coeficiente de reflectância da cor da simulação, que veio impressa no papel. Portanto, feita esta relação a loja achará o tom da

cor da simulação. Entretanto esta cor pode ser mais clara dependendo da impressão da amostra.

Este capítulo procurou destacar o conceito de simulação empregado nesse trabalho, bem como os principais softwares gráficos adequados a simulação cromática de ambientes. Viu-se que os modelos cromáticos computacionais devem ser selecionados a partir da forma como o projeto final do ambiente será apresentado e que, após a fase do projeto o arquiteto deverá realizar a conversão da cor para um sistema comercial, visando a implementação real do projeto colorístico no espaço construído.

## **7 – APLICAÇÕES DE ESQUEMAS CROMÁTICOS EM AMBIENTES INTERNOS: EXEMPLOS DE APLICAÇÃO**

Neste capítulo serão apresentados estudos cromáticos para dois ambientes internos, a saber: quarto de bebê e sala de estar. Os projetos originais dos dois ambientes foram cedidos pelas Arquitetas Luciana dos Santos (quarto de bebê) e Ana Teixeira<sup>5</sup> (sala de estar).

A partir dos projetos originais (figuras 13 e 25), buscou-se explorar a aplicação de diferentes conjuntos de cores para um mesmo ambiente. Assim, realizou-se dois tipos de simulação: com iluminação uniformemente distribuída e com iluminação específica. Estas duas formas de simulação, possibilitam a comparação entre as soluções onde a cor é tratada de maneira plana e homogênea e entre as soluções onde a cor é tratada considerando o projeto de iluminação do ambiente.

Importante ressaltar que a escolha destas dois tipos de simulação se deve as diferenças intrínsecas das ferramentas computacionais. O primeiro tipo de simulação é feito através de softwares gráficos que só trabalham a imagem bi-dimensional e a escolha de cores e texturas. Estes softwares exige um padrão de aprendizado mais simples e por isso são mais populares entre os designers e arquitetos. O segundo tipo de simulação é feito com softwares gráficos que trabalham com o espaço tridimensional e conseqüentemente escolha de materiais e tipos de iluminação. Estes softwares exige um padrão de aprendizado mais complexo e produzem uma apresentação de melhor qualidade.

A metodologia utilizada no primeiro tipo de simulação consistiu em utilizar o Auto Cad (AutoDesktec) para a modelagem do ambiente e a captura da imagem a ser tratada posteriormente no Photoshop. Onde realizou-se as soluções de cores planas (chapadas). Já no segundo tipo de simulação importamos a imagem do Auto Cad para o 3D STUDIO onde trabalhamos os ambientes com a iluminação específica.

---

<sup>5</sup> Arquitetas Ana Teixeira e Luciana dos Santos desenvolveram esses projetos na disciplina “Projeto Assistido por Computador”, do Curso de Especialização “Informática no Projeto & Desenho”, do Deptº de Expressão Gráfica da UFSC em 1997.

Antes de escolher a cor para cada ambiente observou-se os seguintes aspectos:

- Características do ambiente: dimensões espaciais, orientação solar e aberturas,
- Funções do ambiente: atividades a serem desenvolvidas nesse espaço;
- Perfil do usuário: quem e quanto tempo permanecerá naquele espaço, que tipos de tarefas serão desempenhadas nesse ambiente.

## 7.1 – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO 1 - QUARTO DE BEBÊ

O primeiro exemplo a ser estudado apresenta diferentes relações cromáticas para um quarto de bebê. Este ocupado por um bebê tanto no período noturno com a finalidade de dormir no quarto e no período diurno com a finalidade de brincar. Muito provavelmente no período diurno o bebê será acompanhado por um adulto.

O projeto inicial e as primeiras simulações de cor foram realizadas no AutoCad. Posteriormente, o projeto foi transportado para o Adobe Photoshop (onde realizou-se as soluções de cores planas (chapadas) ). O segundo grupo de simulações foi transportado do AutoCad para o 3D STUDIO onde usou-se a variável iluminação e os mesmos matizes aplicados nas primeiras imagens.

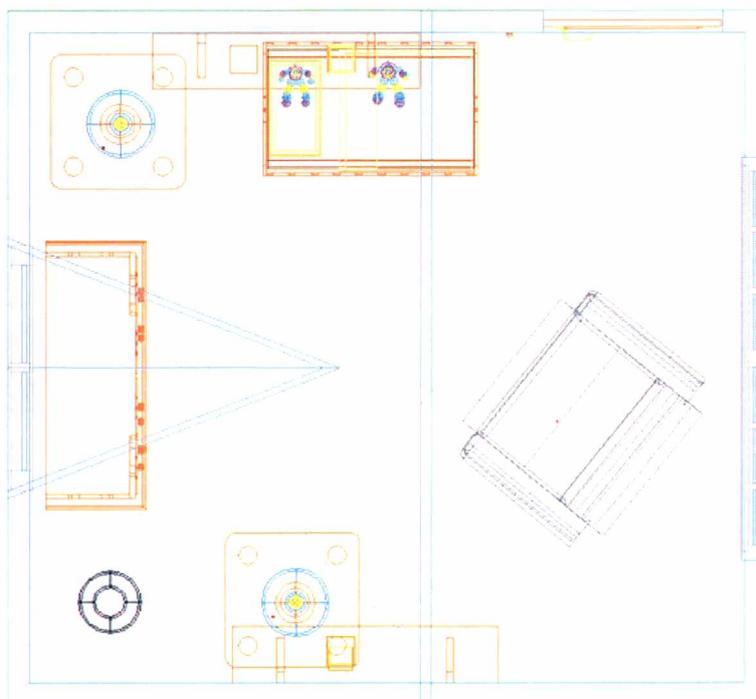


Figura 29 - Planta Baixa do Quarto do Bebê

Na simulação 1 (figura30) ,foi escolhida o tom amarelo para este ambiente por ser uma cor alegre, espontânea e divertida. Já o tom de azul ajuda o ambiente não se tornar cansativo. O azul tem uma ação terapêutica extremamente equilibradora. Por isso muito indicado para quarto de crianças. Utilizou-se a cor amarelo dessaturado nas paredes laterais como cor dominante, dando ilusão de ampliação e a alargamento do ambiente, o azul no fundo como cor intermediária e o tom claro no teto, dando a sensação de ampliação do pé direito. O contraste quente e frio equilibra harmonicamente o espaço. Já na simulação 2 (figura 31) também foi usado as duas tonalidades. O tom de azul nas laterais dão a sensação de alongamento do espaço acentuando sua profundidade. O amarelo dessaturado na parede de fundo e no teto ajuda a harmonizar o ambiente. Neste caso, o azul e a cor dominante e o amarelo como cor intermediária.

Nos estudos de cores foram apenas considerados as paredes, o piso e o teto. Portanto não foram considerados as aberturas, e a mobília.



Figura 30 – Simulação 1

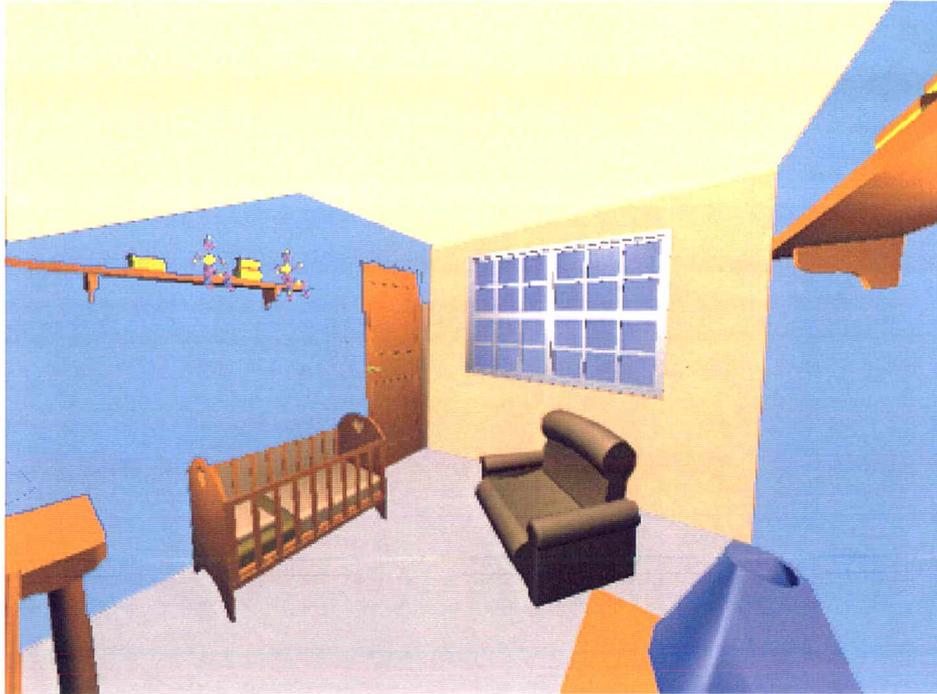


Figura 31 - Simulação 2

Na simulação 3 (figura 32) foram usados tons claros gerando a sensação de homogeneidade e ampliação do espaço interno. Foi empregado o princípio de harmonização monocromática nos tons bege (cor sóbria e neutra) na parede e teto. Comparando-se a simulação 3 (figura 32) com a simulação 4 (figura 33), observa-se a sensação de rebaixamento do teto devido à utilização do bege escuro na parte superior da imagem onde se colocaria como a cor dominante. As demais paredes permanecem em tons claros, como cores intermediárias. Na simulação 5 (figura 34) temos a percepção de diminuição do ambiente devido a aplicação marrom no piso harmonizando com os tons de bege nas paredes e gerando efeito de “fechamento” do ambiente.

A simulação 6 (figura 35) emprega a cor verde em escala tonal. O matiz verde (cor principal), associado a tons dessaturados cria um efeito unificador. O uso da cor verde nesta simulação da a sensação de equilíbrio estimulando a calma. Ou seja, integra o espaço devido a aplicação do princípio de monocromia na cor dominante verde.



Figura 32 - Simulação 3

Figura 33 - Simulação 4



Figura 34 - Simulação 5



Figura 35 - Simulação 6

Nas imagens a seguir exibe-se, então, as mesmas simulações do quarto do bebê, acrescidas da variável “iluminação”. O projeto do quarto de bebê foi utilizada uma luz tipo Omni - ponto localizado atrás da camera, luz branca intensa produzindo sombra que prevê a aplicação de um ponto de luz.

Observa-se como o mesmo ambiente torna-se mais realista com jogo de luz e sombras, aprimorando as possibilidades de visualização do uso da cor nos ambientes. As simulações 7, 8, 9, 10, 11 e 12 foram desenvolvidas no software 3D STUDIO<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Este programa emprega o tipo de iluminação “Omni”. – Luz normal, um ponto de luz, não direcionada.



Figura 36 - Simulação 7



Figura 37 - Simulação 8



Figura 38 - Simulação 9

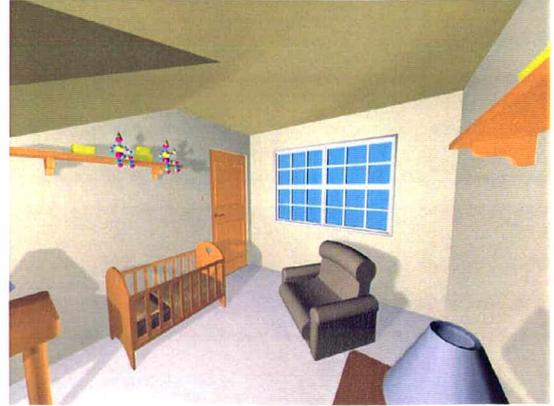


Figura 39 - Simulação 10



Figura 40 - Simulação 11



Figura 41 - Simulação 12

## 7.2 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO 2 – SALA DE ESTAR

Este ocupado por uma pessoa ou varias pessoas tanto no período noturno com a finalidade de conversar, diversão, distração ou reuniões. Muito provavelmente no período diurno para descanso e relaxamento.

Nos estudos de cores foram apenas considerados apenas as paredes e o teto. Portanto não foram considerados as aberturas e a mobilia.

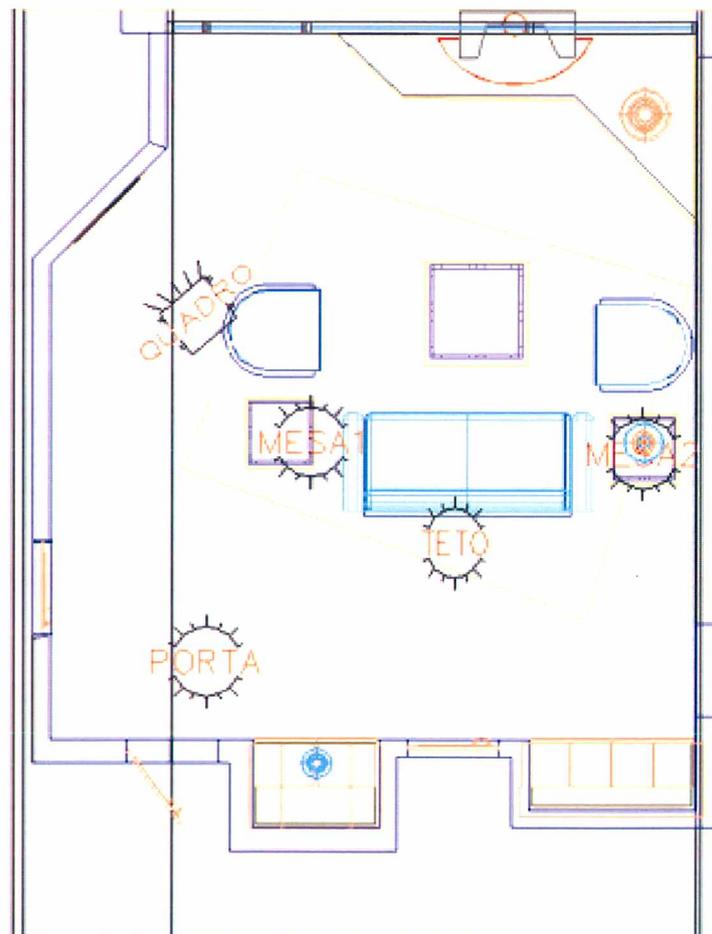


Figura 42 - Planta Baixa da Sala de Estar

Na simulação 1 (figura 43) foi escolhida a cor lilás por ser utilizada de preferência em ambientes muito luminosos, estimulando a intuição e espiritualidade. Utilizou-se a cor dominante lilás escuro no teto para dar a sensação de diminuição do ambiente. A cor lilás clara

seria a intermediária. Já na simulação 2 (figura 44) emprega a harmonia da cor lilás, porem em tonalidades diferentes. Tal estrutura ocasiona a sensação espacial. Nestes dois casos (simulação 1 e 2), observa-se o quanto a cor lilás cria peso visual. Mesmo na simulação 2, onde o lilás está dessaturado nas paredes e no teto temos a sensação de fechamento do ambiente.

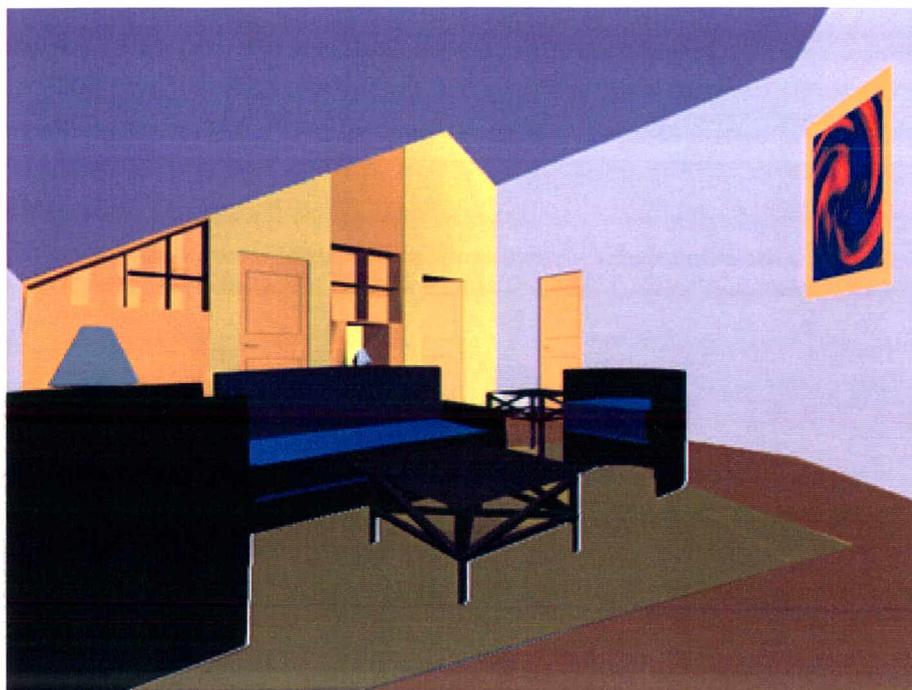


Figura 43 - Simulação 1



Figura 44 - Simulação 2

Na simulação 3 (figura 45), utilizou-se a cor dominante azul escuro no teto criando a sensação de rebaixamento do ambiente. Nas paredes laterais foi aplicado azul claro em contraste com a parede de fundo na cor tônica amarelo dessaturado. Este conjunto de cores cria maior dinamização espacial pois existe contraste. Temos a cor dominante azul em contraste com o amarelo. O contraste do quente (amarelo) e frio ( azul) equilibra harmonicamente o espaço. Observa-se um equilíbrio espacial pois uma menor parte de amarelo compensa uma ocupação maior de azul.

Comparando a simulação 3 (figura 45), com a simulação 4 (figura 46), observa-se que foram usadas também as cores frias dominantes nos tons de azul. O azul claro do teto integra-se com o mesmo azul claro da parede de fundo, essa integração resulta na sensação de altura do pé direito da sala de estar. A parede lateral azul cria um contraste de valor. Sendo como cor intermediária o cinza, indicado somente para detalhes ou acabamentos.

Na simulação 5 (figura 47), e empregado o tom azul claro em escala tonal no ambiente. O matiz azul dessaturado conseqüentemente da sensação de ampliação do espaço, se compararmos com as simulações 2, 3 e 4. O azul tem uma sensação tranqüilizante extremamente equilibradora, por isso indicado também para sala de estar. Um ambiente azul acalma e tranqüiliza.

Na Simulação 6 (figura 48), foi empregado o princípio de harmonia análoga dividida com a cor verde e azul. Nos tons menos vibrantes e atraentes. No teto utilizamos o tom azul quase branco e na parede de fundo utilizamos o verde claro, dando a sensação de ampliação do espaço e verde escuro nas paredes laterais. No piso usamos verde claro, para o ambiente não ficar tão pequeno. Já simulação 7 (figura 49), foi empregado o princípio de harmonia complementar, também foi usado o tom de verde dominante. No teto utilizamos a verde dominante, dando a sensação de diminuição do espaço e também a cor tônica vermelho numa das paredes laterais, também dando a sensação de fechamento do ambiente. Essa relação de cores gera uma sensação de dinamismo pelo alto contraste do vermelho e do verde.



Figura 45 - Simulação 3

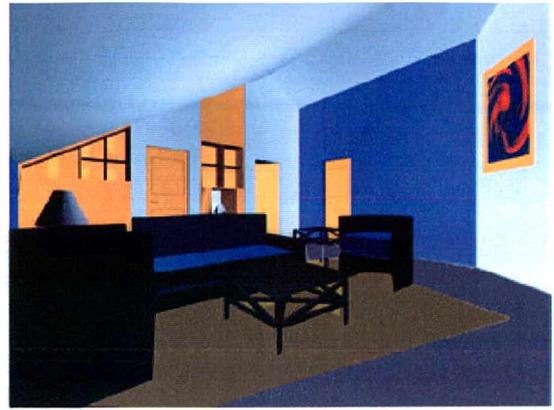


Figura 46 - Simulação 4

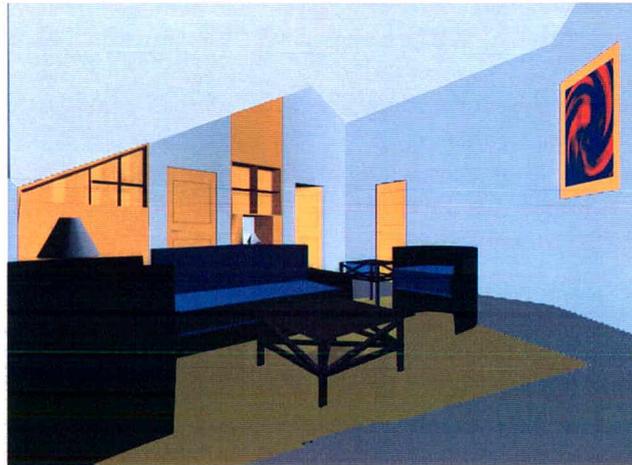


Figura 47 - Simulação 5



Figura 48 - Simulação 6

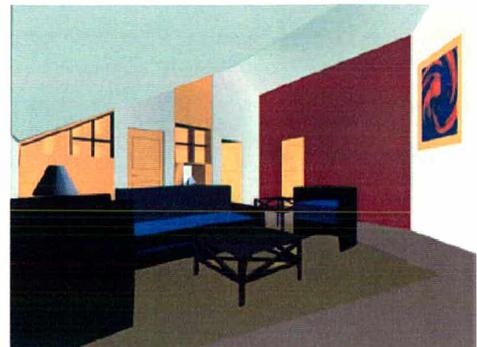


Figura 49 - Simulação 7

Nas figuras a seguir, mostramos então as mesmas simulações da sala, acrescidas da variável “iluminação”. Observa-se que o mesmo ambiente torna-se com o resultado realista e com sombras por causa da iluminação. O projeto da sala de estar prevê o uso de dois pontos de luz: uma luz tipo Omni - ponto central, luz branca intensa produzindo sombra.

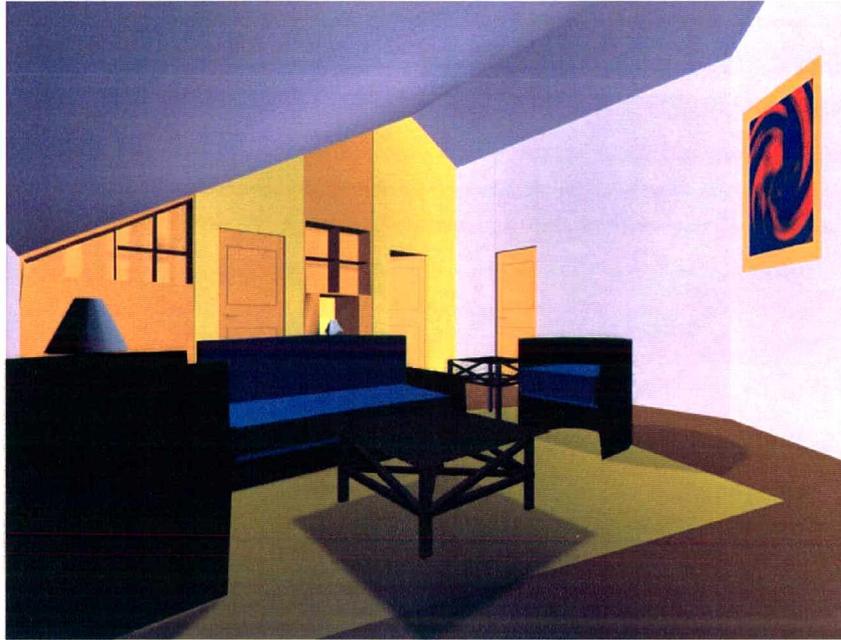


Figura 50 - Simulação 8

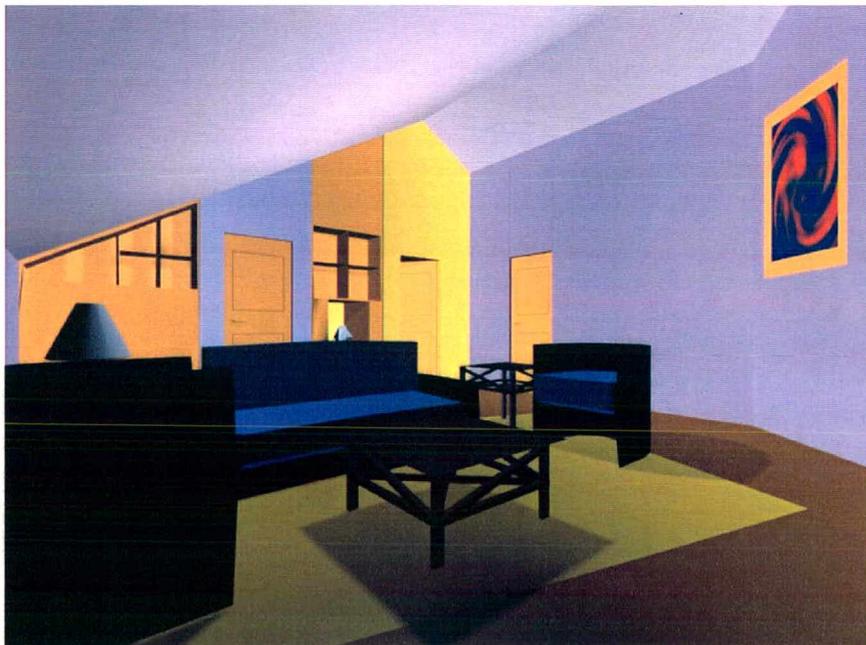


Figura 51 - Simulação 9



Figura 52 - Simulação 10



Figura 53 - Simulação 11



Figura 54 - Simulação 12



Figura 55 - Simulação 13



Figura 56 - Simulação 14

As imagens realizadas revelam que a sensação espacial de um mesmo ambiente pode ser modificada pelo uso de relações cromáticas específicas. Um dos fatores importantes é a proporção. Depois de escolher a cor dominante para um ambiente deve-se agregar outras cores em proporções desiguais.

Observação:

O 3D Studio Max calcula iluminação local, onde a troca de luz entre superfícies (radiosidade) não faz parte.

Para comparar isso foram acrescentados em cada ambiente mais três luzes tipo omni para simular uma iluminação ambiente.

## 8 – CONCLUSÃO

### 8.1. INTRODUÇÃO

O estudo aqui apresentado fundamentou-se nas teorias da cor em termos físicos, psíquicos, perceptivos e sensitivos direcionando a aplicações cromáticas para ambientes internos. Destaca inicialmente os princípios físicos da luz e cor. Explora dois processos através dos quais é possível misturar as cores: superposição de luzes coloridas (cor luz é a radiação luminosa, síntese aditiva) e mescla de pigmentos (cor pigmento é a substância material que conforme sua natureza, absorve, transmite ou reflete a coloração dos corpos, síntese subtrativa).

Verifica-se que o significado psicológico das cores podem ser classificados em sensações acromáticas e cromáticas. O contraste cromático pode ser ordenado em alguns princípios perceptivos como por exemplo cores claras ampliam a dimensão do ambiente enquanto as cores escuras a diminuem; as cores, quando situadas sobre um fundo claro, parecem mais escuras e vice-versa; cores neutras adquirem tonalidades opostas aquela do fundo em que estão situadas; cores que se situam sobre fundos de tons a elas semelhantes, modificam o matiz, tendendo para o tom oposto ao do fundo; cores que se situam sobre fundos semelhantes perdem a saturação e cores que se situam sobre fundos opostos ganham saturação e as cores escuras situadas sobre o fundo branco, perdem saturação, se situadas sobre fundo preto, ganham saturação; o contrário acontece com cores claras sobre os mesmos fundos branco e preto.

O uso da cor em ambientes residenciais e comerciais pode trazer efeitos de encurtar o ambiente, rebaixar o teto, elevar o teto, alargar o corredor, alongar a parede e encurtar a parede.

Conceituou-se contrastes e princípios de harmonização cromática a partir do estudo de esquemas e imagens, tendo em vista analisar a atuação espacial da cor em ambientes internos. Quanto ao uso da harmonização a arquitetura faz uso do contraste de superfícies para valorizar o espaço interno, o importante é manter o equilíbrio entre *a cor dominante* – a que se ocupa maior parte no conjunto, *a cor tônica* – coloração vibrante, que dá o tom ao conjunto e *a cor intermediária* – coloração que forma passagem, meio termo entre a dominante e a tônica.

Através do estudo de diferentes relações cromáticas para um mesmo ambiente, o profissional dispõe de elementos visuais para fundamentação de suas escolhas. O processo de tomada de decisão torna-se mais claro na medida em que temos a possibilidade de simular nossas idéias de harmonização cromática. Assim apresentamos os principais tipos de harmonização aplicados em ambientes internos: Harmonia complementar ou Oposta, harmonia análoga, harmonia monocromática, harmonia complementar dividida (simples), harmonia complementar duplamente dividida, harmonia tripla ou tríade e a harmonia alternadas de 60°. Nessa medida, a simulação é a melhor forma de avaliar o uso da cor em seu contexto, no ambiente interno.

Foram ainda abordadas a importância da iluminação no planejamento de ambientes. A característica intrínseca da cor, o tipo de iluminação interfere na constituição e percepção do ambiente.

Procurou-se destacar o conceito da simulação, bem como os principais softwares gráficos adequados a simulação cromática de ambientes.

Por fim foram aplicados esquemas cromáticos em dois estudo de casos de ambientes: o quarto de bebê e a sala de estar. Foram analisados segundo efeitos espaciais e de harmonizações suscitados pelo jogo de cores, revelando que a sensação espacial de um mesmo ambiente pode ser modificada pelo uso de relações cromáticas específicas e mostrando o quanto a simulação computacional auxilia na percepção do espaço.

## 8.2.CONCLUSÃO QUANTO A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Ao longo desse trabalho explorou-se as possibilidades da utilização da computação gráfica como meio simulador e de auxílio a escolha de cores no design de ambientes internos.

Os modelos cromáticos computacionais devem sempre ser feitos de acordo com a forma como o projeto final do ambiente será apresentado.

Primeiramente, a modelagem em um software de CAD do ambiente e seu mobiliário torna-se fundamental. Entretanto, notou-se que conforme as perspectivas a serem utilizadas

para a apresentação final, o trabalho de modelagem deve ser dirigido somente as partes do ambiente (paredes, mobiliário, etc...)

Isto é importante, pois existem na maioria dos casos um investimento de tempo e trabalho em detalhes que não aparecerão no final.

Os modelos cromáticos computacionais devem sempre ser feitos conforme a forma como o projeto final do ambiente será apresentado.

Estes softwares são do mais fácil utilização do que um softwar de renderização (ex.: 3D Studio) e agiliza o trabalho do projetista. Entretanto, o resultado final é mais simples e não tão realista.

Para atingirmos um resultado mais realista na apresentação de ambientes internos, devemos utilizar softwares de renderização com definição de luzes, materiais, e câmeras. Existem variados tipos destes softwares no mercado como 3D Studio ®(da Dircreet Logic) Art Lantis® (da Render), Lightscape ®, da Lightscape Technolgies). 3D Studio é o software mais utilizado no mercado de trabalho.

Entretanto, existe diferentes quanto ao tipo de cálculo de iluminação global ou local que influem no realismo atingindo. Softwares como 3D Studio e Art Lantis calcula iluminação local, onde a troca de luz entre superfícies (radiosidade) faz parte. Portanto, estes softwares apresentam um realismo menor comparado ao

Entretanto, existe diferentes quanto ao tipo de cálculo de iluminação global ou local que influem no realismo atingindo. Softwares como 3D Studio e Art Lantis calcula iluminação local, onde a troca de luz entre superfícies (radiosidade) faz parte. Portanto, estes softwares apresentam um realismo menor comparado ao Lightscape que calcula globalmente a iluminação (radiosidade e Ray-tracing).

O trabalho limitou-se em estudar a simulação da cor em ambientes internos através de softwares de renderização para que possamos imaginar um ambiente real . Cabe salientar que a simulação computacional bem sucedida, pressupõe, além do conhecimento do conteúdo e as especificações do projeto, também o domínio de *software*, que disponibilize uma paleta de cores ampla e diversificada. Assim, pode-se realizar uma simulação que contenha, além dos elementos cromáticos, as possibilidades de manipulação de luz e características físicas do espaço. Portanto, um mesmo ambiente pode ser visto e sentido de formas diferentes e determinadas.

Destacamos que a melhor forma de avaliar a cor antes de sua utilização em seu contexto no ambiente interno ou até mesmo urbano é a simulação, seja virtual ou por maquete.

### 8.3 CONCLUSÕES QUANTO AO PROJETO CROÁTICO DE AMBIENTES INTERNOS

Conclui-se com este trabalho a necessidade do projetista ter domínio sobre a teoria das cores, psicologia, dos conceitos de harmonização cromática, dos conceitos de iluminação e de meios computacionais de modelagem e simulação para poder efetuar um bom projeto cromático.

### 8.4 TRABALHOS FUTUROS

Finalmente, embora os recursos da realidade virtual não estejam ainda muito acessíveis a realidade brasileira, pelo seus custos elevados, é fundamental o acompanhamento da evolução da tecnologia e a especulação teórica do tema.

Quanto a continuidade de trabalho, pode-se indicar a realização de pesquisas que abordem

- as possibilidades da realidade virtual interativas para o projeto cromático de ambientes internos, fachadas;
- a importância da cor no ambiente urbano,
- diferenças técnicas entre a cor impressa e a cor digital, e
- simulações utilizando a variável iluminação para conceder impressões virtuais específicas aos ambientes.

## **ANEXO 1**

*Sensações acromáticas* – Branco, Preto e Cinza e *sensações cromáticas* – Vermelho, Laranja, Amarelo, Verde, Azul, Roxo ou Violeta e Marrom.

### *Sensações acromáticas*

**Preto:** Deriva do latim Níger (escuro, preto, negro). Utiliza-se o vocábulo “preto”, cuja etimologia é controvertida. É expressivo e angustiante ao mesmo tempo. É alegre quando combinado com certas cores. Às vezes tem conotação de nobreza, seriedade.

- Associação física (material): sujeira, sombra, enterro, noite, carvão, fumaça, condolência, morte, fim, coisas escondidas.
- Associação psíquica (afetiva): mal, miséria, pessimismo, sordidez, tristeza, friquidez, desgraça, dor, temor, negação, melancolia, opressão, angústia, renúncia, intriga.

**Cinza:** Do latim cinicia (cinza) ou do germânico gris (gris, cinza); nós utilizamos o termo de origem latina. Simboliza a posição intermediária entre a luz e a sombra. Não interfere junto às cores em geral.

- Associação física (material): pó, chuva, ratos, neblina, máquinas, mar sob tempestade.
- Associação psíquica (afetiva): tédio, tristeza, decadência, velhice, desânimo, seriedade, sabedoria, passado, finura, pena, aborrecimento, carência vital.

### *Sensações Cromáticas*

**Laranja:** Origina-se do persa *narag*, através do árabe *naranja*. Simboliza o flamejar do fogo.

- Associação física (material): outono, laranja, fogo, por do sol, luz, chama, calor, festa, perigo, aurora, raios solares, robustez.
- Associação psíquica (afetiva): força, luminosidade, dureza, euforia, energia, alegria, advertência, tentação, prazer, senso de humor.

**Amarelo:** Deriva do latim *amaryllis*. Simboliza a cor da luz irradiante em todas as direções.

- Associação física (material): flores grandes, terra argilosa, palha, luz, topázio, verão, limão chinês, calor de luz solar.

- Associação psíquica (afetiva): iluminação, conforto, alerta, gozo, ciúme, orgulho, esperança, idealismo, egoísmo, inveja, ódio, adolescência, espontaneidade, variabilidade, euforia, originalidade, expectativa.

Verde: Vem do latim *viridis*. Simboliza a faixa harmoniosa que se interpõe entre o céu e o Sol. Cor reservada e de paz repousante. Cor que favorece o desencadeamento de paixões. Associação física (material): umidade, frescor, diafanidade, primavera, bosque, águas claras, folhagem, tapete de jogos, mar, verão, planície, natureza.

- Associação psíquica (afetiva): adolescência, bem-estar, paz, saúde, ideal, abundância, tranqüilidade, segurança, natureza, equilíbrio, esperança, serenidade, juventude, suavidade, crença, firmeza, coragem, desejo, descanso, liberalidade, tolerância, ciúme.

Azul: Tem origem no árabe e no persa *lazúrd*, por *lazaward* (azul). É a cor do céu sem nuvens. Dá a sensação do movimento para o infinito.

- Associação física (material): montanhas longínquas, frio, mar, céu, gelo, feminilidade, águas tranqüilas.
- Associação psíquica (afetiva): espaço, viagem, verdade, sentido, afeto, intelectualidade, paz, advertência, precaução, serenidade, infinito, meditação, confiança, amizade, amor, fidelidade, sentimento profundo.

Roxo ou Violeta: Vem do latim *russeus* (vermelho - carregado). Cor que possui um forte poder microbicida.

- Associação física (material): noite, janela, igreja, aurora, sonho, mar profundo.
- Associação psíquica (afetiva): fantasia, mistério, profundidade, eletricidade, dignidade, justiça, egoísmo, grandeza, misticismo, espiritualidade, delicadeza, calma.

Marrom: Vem do francês *marrom* (castanho).

- Associação física (material): terra, águas lamacentas, outono, doença, sensualidade, desconforto.
- Associação psíquica (afetiva): pesar, melancolia, resistência.

## **Referências Bibliográficas**

ADOBE PHOTOSHOP 5.0 – **Guia do usuário no próprio programa**, 1997.

ALBERS, Josef. **La intracion del color**. Madrid: Alianza, 1996

ALBERTI, Leon Batista. **Da Pintura**. Campinas – Unicamp, 1992.

ANAIS GRÁFICA, Artigos: **A Gráfica Computacional como Ação Didática e Projetual, Modelamento Geométrico Tridimensional: A Gráfica Computacional no Projeto de Engenharia**. Recife. 1994.

CRAIG, James. **Produção Gráfica**. São Paulo, Nobel. 1987.

CARRAMILLO, Mário Neto. **Produção Gráfica II**. São Paulo - SP 1997

CASA CLÁUDIA - **Curso de Decoração**, Editora Abril -dezembro, 1999.

CESCO, Terezinha. **Tese “ Otimização de projeto arquitetônico e seus complementares através da informática.”** (agosto, 1999)

COLE, Alison. **Cor. Galeria Nacional de Arte**. Editora Manole, 1994.

DANGER, Eric. **A Cor na Comunicação**. Editora Forum  
Rio de Janeiro, junho 1973.

FARINA, Modesto. **Psicodiâmica das Cores em Comunicação**. 4ª edição.1990

FIGUEREDO, Anibal e Maurício Pietrocola - **Luz e Cores – Física um outro lado**

FRANCKOWICK, Irene T. Tiski. **Homem, Comunicação e Cor**. Rditora Icone

- FOLEY, James D., Andries Van Dam, Steven K. Feiner, John F. Highes. **Computer Grapfics – Principles and Practice**. Publishing Company, Inc – 2<sup>nd</sup> ed. 1990
- GOETHE, J.W. **Doutrina das cores**. Apresentação, seleção e tradução de Marco Gianoti. São Paulo: Nova Alexandria, 1993.
- GOLDING, Mordy. **Guia de cores para Web Designers - Pantone Web Color**. Resource Kit. Quark Editora. 1997
- GOLDMANN, Simão. **Psicodinâmica das Cores**, 1966
- GOMES, Jonas Luis Velho. **Computação Gráfica**. Ed. Impa.
- HARVEY, David. **Condição Pós- Moderna**. Ed. Loyola. 1989.
- KUPPERS, Harald. *Color. Origem, metodologia, sistematização e aplicação*. Barcelona: Lectura, 1973.
- KOSSOVITCH, Leon. **A emancipação da cor**. In: Novaes, Aduino. O Olhar. São Paulo Companhia das Letras, 1988.
- LEVINE, Melinda. **LIVING ROOMS, Colors for Living**, 1997.
- LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo, Editora 34. 1999.
- LICHTENSTEIN, Jaqueline. **A Cor Eloqüente**, São Paulo, Editora Seciliano, 1994
- MORAES, Vinícius, e Toquinho. **Aquarela**, Polygram, 1980.
- OSTROWER, Fayga. **Universo da Arte**. Editora Campus, 5 Repressão Rio de Janeiro, 1989.
- PEDROSA, Israel. **Da cor à cor inexistente**. Rio de Janeiro, Léo christiano Editorial, 1982.

PEGAS, Helida Helena Neves. **Tese “Cor e Memória – Proposta Revitalização de um Centro Histórico”**, 1999.

PIETROCOLO, Maurício e Aníbal Figueiredo. **Física - Um outro lado**, São Paulo, 1997.

PEREIRA, Fernando Oscar Rutkay. **Iluminação Natural no Ambiente Construído** UFSC, 1997.

PHILIPS, **Iluminação** – catálogos diversos

REVISTA, **MAC Format**, Issue 67 – september, pág.30, 1998

REVISTA, **CASA & JARDIM**. Nº 527 – Arquiteto Ledy V. LeaL. 1999.

REVISTA, **CERÂMICA – Técnica e Arte** – Ano 1 - Fev/março 1999.

REVISTA, **Projeto Design**, 1998.

RAUTENBERG, Sandro. **Tese “ Predição de receitas de cores na estamparia têxtil através de redes neurais com função de base radial.”** (dezembro, 1998)

ROMEU, Marco Vinicius Rigola. **Tese “ A utilização da informática na apresentação de projetos arquitetônicos.”** (agosto, 1998)

ROSSEAU René, apud **Romeu**, p.11, 1980.

SPECK, Henderson e Júlio César da Silva. **Manual Básico de 3D Studio** – DEG/UFSC - 1996

TRICIA, Guild, apud **Casa Claudia** , 1999.

THE LIGHTING DESIGN PROCESS – IES, **Illuminating Engineering Society of North America** – Excerpted from the IESNA – LIGHTING Handbook, 8th Edition, 1993.

TOLEDO, Paulo Soares. **O Mundo das Cores**. São Paulo, Editora Moderna. 1991.

VOISINET, Donald D. CADD – **Projeto e Desenho Auxiliado Por Computador.**  
Introdução Conceitos e Aplicações. São Paulo. McGraw-Hill.1998.

VENETIANER, Tomas. **Desmistificando a Computação Gráfica.** McGraw-Hill  
Ltda, São Paulo, 1998.

XAVIER, Edite S. Tese “ **Estudo sobre imagem corporal virtual do professor em cursos mediados por videoconferência**”. (julho, 1999)

**Sites na Internet:**

<http://www.teoria da cor com.br>

<http://www.coral.com.br>

<http://www.suvinil.com.br>

[http://www.alba.com.ar/uso\\_c.html](http://www.alba.com.ar/uso_c.html)

<http://www.tintas coral.com.br/efeitoshtm>

<http://exchange.coa.edu/Hejourney/polcom/colort.html>