

esdi

tese

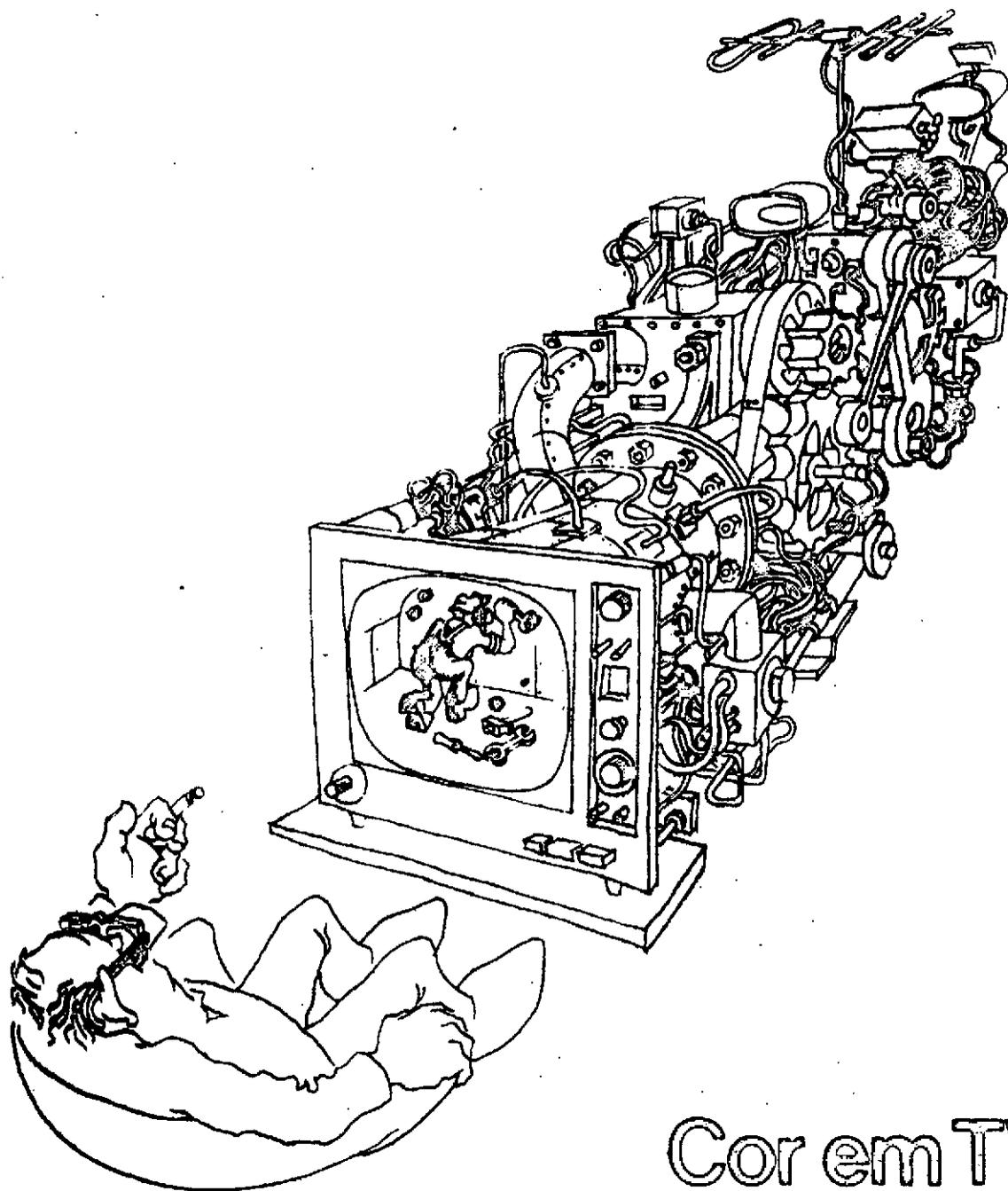
JONAS
FEDERMAN

SONIA
HARUMI
OTA

T 112

1976

1.16
Companhia Saneamento de São Paulo



Cor em TV

Jonas Federman
Sonia Harumi Ota



PRINCÍPIO BÁSICO PARA SISTEMATIZAÇÃO DO USO DAS CORES
EM TELEVISÃO

Jonas Federman
Sonia Harumi Ota

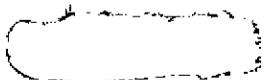
Trabalho de Formatura do Ano de 1976
para a Escola Superior de Desenho Industrial

Rio de Janeiro - Brasil

P112
1976
1900004135



N. de Registro



Aug. 4135/90

Agradecimentos

Arísio Rabin

professores orientadores

Oswaldo Nakazato

Wilson de Freitas Aquino

operadores de vídeo

José Sérvulo de Lima

Cyro del Nero

artista gráfico

Israel Pedrosa

artista plástico

Rebeca Muller

revisores

Iossef Sirotsky

Gilson Lobo Restier Gonçalves

Alberto Dias Netto

datilógrafo

Resumo

A cenografia, a iluminação e a operação de vídeo compõem em televisão o que poderíamos chamar de direção de fotografia. É neste triângulo de operações que se determinam todos os componentes da imagem a ser gerada.

No relacionamento destas três partes foram sendo encontradas as determinantes que direcionaram este trabalho.

Com o objetivo de sistematizar o uso das cores em televisão, foi desenvolvida uma escala cromática, baseada no conceito ótico de luminosidade.

Partindo da escala de cinzas pré determinada pelos fabricantes de câmeras, que contém contrastes estabelecidos para recepção em preto e branco, propomos uma escala cromática com a intenção de proporcionar aos técnicos de TV uma previsão do relacionamento das cores produzidas no vídeo, mediante o uso de diversos esquemas de iluminação, que variam de acordo com a intenção da cena. Por outro lado, tomando como princípio a luminosidade foi possível estabelecer os graus de contraste que as cores teriam quando na sua recepção em P/B.

Índice

- 1 Introdução
- 2 Histórico
- 3 Elementos básicos da teoria da luz
 - 3.1 Radiação eletromagnética
 - 3.2 Espectro visível
 - 3.3 Decomposição da luz branca
- 4 Luz
 - 4.1 Luminosidade
 - 4.2 Medidas de luz
- 5 Cor
 - 5.1 Objetos coloridos
 - 5.2 Mistura Subtrativa
 - 5.3 Mistura Aditiva
 - 5.4 Lei de Grassman
 - 5.5 Matiz e Saturação
 - 5.6 Reprodução a cores
- 6 Visão
 - 6.1 Olho Humano
 - 6.2 Visão a cores e mistura de cores
- 7 Formação da imagem em TV
 - 7.1 Elementos de imagem
 - 7.2 Detalhes
 - 7.3 Relação de aspecto
 - 7.4 Padrão adotado no Brasil
 - 7.5 Tipos de exploração
 - 7.6 Válvulas captadoras: Iconoscópio / Orthicon / Vidicon / Plumbicon
 - 7.7 Formas de onda e sinal de vídeo composto
 - 7.8 Impulsos horizontais, verticais e equalizadores

- 8 Transmissões a cores
 - 8.1 Compatibilidade
 - 8.2 Sinal de Luminância
 - 8.3 Sinal de Crominância
 - 8.4 Processos técnicos para reprodução a cores
 - 8.5 Ajuste de câmeras
 - 8.6 Câmeras eletrônica a cores

- 9 Operação de vídeo
 - 9.1 Valor de iluminação
 - 9.2 Contraste admissível
 - 9.3 Limitação de contraste / Código de cores

- 10 Proposta
 - 10.1 Desenvolvimento
 - 10.2 Escala cromática

- 11 Conclusão

Introdução

A televisão ainda é um meio de comunicação recente no Brasil. A transmissão do sistema preto & branco começou utilizando as experiências adquiridas em rádio e cinema. Foi aos poucos se desenvolvendo, e após vinte e dois anos, mesmo sem que este sistema tivesse sido praticamente dominado, deu-se a introdução do sistema a cores.

Sendo uma tecnologia totalmente importada, sua implantação foi acompanhada de uma série de dificuldades, principalmente quanto a falta de técnicos especializados no setor. No tocante ao resultado final da imagem a mudança foi grande. De um vídeo composto apenas por uma gama de cinza, surge uma imagem excessivamente colorida, que a princípio causou certa surpresa, mas que com o tempo foi se tornando repetitiva. Como ponto de vista de um telespectador ligado a comunicação visual foi esta a primeira impressão causada pela televisão a cores.

Tendo já estagiado numa emissora de televisão como ilustradores, observamos uma falta de conhecimento quanto ao resultado final no vídeo dos trabalhos gráficos desenvolvidos. Problemas quanto a cor, espessura de linhas, áreas de relêvo e diferentes texturas, foram abordados, mediante a este novo meio, cujo processo, totalmente diverso ao processo da impressão gráfica, exigiu uma pesquisa em função do sistema eletrônico: a cena, a iluminação a leitura da câmera e por último o resultado no vídeo. Uma variação em qualquer parte deste sistema implica num resultado distinto na recepção.

O trabalho aqui proposto é a elaboração de um princípio para a sistematização e previsão da harmonia cromática da imagem. Este princípio foi observado com o objetivo

de sugerir o desenvolvimento de um completo atlas cromático para uso específico em televisão. Esta ferramenta (atlas cromático) vem interferir diretamente no esquema de produção da imagem em televisão. Desta forma, os setores que produzem a imagem estarão interligados através de um referencial em comum.

Através do curso de formação de profissionais para TV do CEP-UERJ/TV Globo/ TV Educativa, foi possível se integrar dos problemas e operações de um estúdio de televisão. O texto que se segue vem encadear conceitos básicos sobre a teoria da luz e, formação da imagem em TV. Com a intenção de esclarecer o enfoque que foi dado ao problema da cor em televisão, o conceito de luminosidade foi utilizado como diretriz do trabalho. Concluindo, a luminosidade dos matizes foi estudada em função da elaboração de um atlas cromático para televisão.

2 Histórico

A partida para o invento da TV deu-se em 1817. O químico sueco Jacob Berzelius descobre o "Selênio", metalóide capaz de sofrer alterações sob a influência de fortes raios solares. Esta descoberta haveria de ser, como veremos mais tarde, a base do mosaico do "iconoscópio", fundamento da TV eletrônica de nossos dias. May, ao observar as variações de intensidade que se produziam segundo a maior ou menor incidência dos raios solares sobre uma resistência de Selênio, abriu caminho para a descoberta da célula fotoelétrica, que Geitel e Elster haveriam de conseguir em 1892.

Mas é em 1884 que o alemão Paul Nipkow consegue realizar um sistema de decomposição de imagem. Seu instrumento constava de um disco com furos ordenados segundo um espiral. A medida em que o disco girava, frente a um objeto, a imagem deste era decomposta em elementos; a luminosidade de cada ponto de cena era transformada, através de uma fotocélula, em sinal elétrico. Quanto mais intensa a luminosidade do ponto, maior a corrente produzida.

Este disco de Nipkow, cujo processo ainda hoje permanece válido, foi abandonado em favor de um sistema eletrônico mais eficiente que foi o iconoscópio. Este aparelho, patenteado por Wladimir Kosma Zworykin em 1923, consistia num tipo especial de tubo que permitia eliminar o processo mecânico da transmissão de imagem de Nipkow. A partir daí então, a televisão poderia converter-se em um produto industrial.

Foi em 1928 que se realizou a primeira transmissão de televisão transatlântica entre a Inglaterra e os Estados Unidos, conseguida com os esforços do escocês John Logie Baird que vinha pesquisando há três anos o aperfeiçoamento de seu sistema de transmissão de

fotografias e desenhos por rádio, descobrindo, por fim a televisão. E nesse mesmo ano ensaia a exploração da imagem com luzes vermelha, verde e azul.

Em 1930 se transmite a primeira película falada pela televisão. Nesse mesmo ano a BBC de Londres transmite, após experiências iniciais satisfatórias, um programa de TV sonoro utilizando as frequências de ondas médias ou normais.

Na América do Sul a introdução da TV pública se dá no Brasil. Assim, em Setembro de 1950, inaugura-se o primeiro canal - o da rede Tupi, controlada pelas empresas Chateaubriand - em São Paulo.

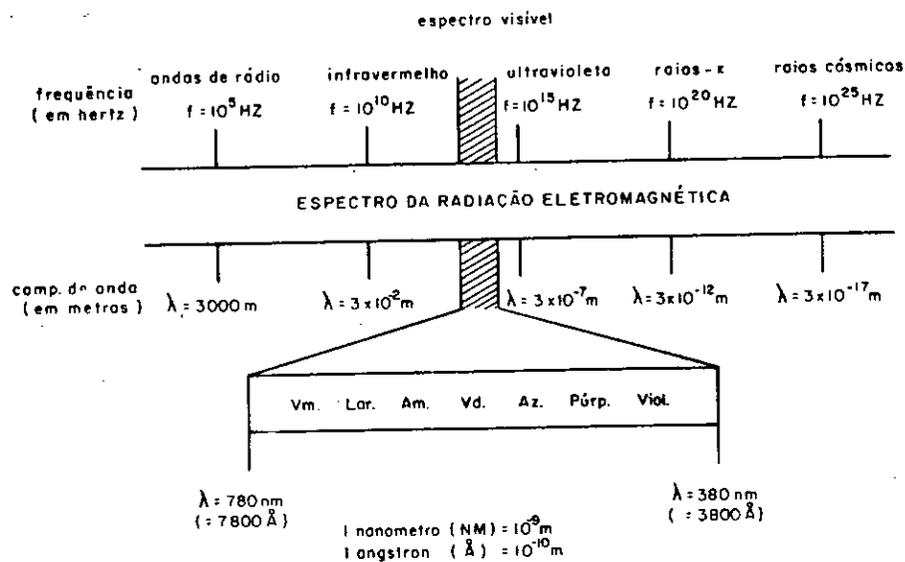
3 Elementos básicos da teoria da luz

3.1 Radiação eletromagnética

Para melhor compreensão da televisão a cores, existem qualidades fundamentais da luz que devem ser consideradas.

A energia se propaga no espaço em forma de radiação eletromagnética. Raios de luz formam uma parte da ampla faixa das ondas eletromagnéticas que, no total, abrange uma extensão desde o limite inferior 10^5 até o superior de 10^{25} Hz. As propriedades das ondas eletromagnéticas são determinadas por seus comprimentos e por conveniência todo o espectro é dividido em seções: Raios Cósmicos, Ondas de rádio, Raios Ultravioleta, Raios X, etc. Estas seções não possuem limites definidos visto que o procedimento das ondas não mudam nitidamente.

fig 1 - família das ondas eletromagnéticas

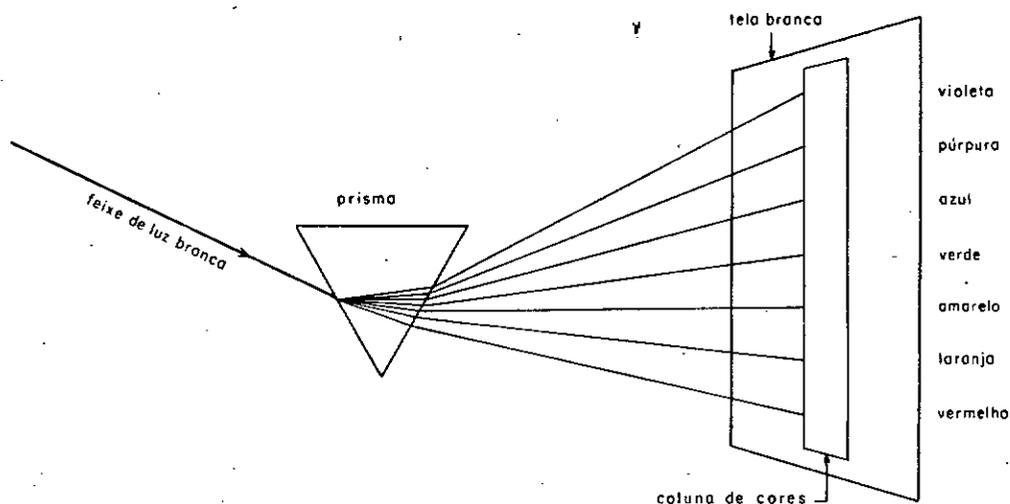


3.2 Espectro visível

A pequena extensão de frequências a qual o olho humano reage é conhecida como espectro visível. Ele está localizado sobre uma frequência na ordem de 5×10^{14} Hz. Quando todas as frequências do espectro visível alcançam o olho simultaneamente, vemos luz branca. Se, de outro modo, parte desta extensão é filtrada e somente o restante do espectro visível alcança a olho, então vemos uma cor. Sete áreas são distinguíveis no espectro visível: Vermelho/ Laranja/ Amarelo/ Verde/ Azul/ Púrpura/ Violeta.

3.3 Decomposição da luz branca

fig 2 - decomposição da luz branca



Quando uma onda eletromagnética passa de um para outro, sua direção muda. Quanto menor for o comprimento de onda, maior será a refração.

Se um feixe estreito de luz branca é direcionado a um prisma, ele será desviado tanto na entrada quanto na saída do prisma. Tendo que a luz branca possui comprimento de onda variando de 380 a 780 milimicrons, todas as ondas compreendidas são desviadas por diferentes refrações e, ao invés de um só feixe, surgem

várias cores que são separadas de tal modo que o espectro visível pode ser visto como uma coluna de cores numa tela branca disposta em frente ao prisma.

4 Luz

4.1 Luminosidade

Os objetos comportam-se como fontes de luz secundárias, ou seja, refletem parte da luz que recebem. Qualquer objeto iluminado absorve e reflete partes da luz de forma variada, dependendo de sua cor e textura. A natureza de um objeto e portanto, sua capacidade de refletir luz, é chamada de fator de luminosidade. Uma área absolutamente branca (que na realidade não existe) teria o fator de luminosidade igual a 1 (um), isto quer dizer que ela refletiria toda a luz recebida. Luminosidade = intensidade de luz x fator de luminosidade

4.2 Medidas de luz

Lumen - unidade de rendimento de um refletor

Lux - intensidade de luz

1 intensidade de luz corresponde a quantidade de luz que chega até uma superfície de determinada extensão.

$$\text{intensidade de luz} = \frac{\text{fluxo de luz (lumen)}}{\text{área (m}^2\text{)}}$$

5 Cor

5.1 Objetos coloridos

Vemos um objeto através da luz por ele refletida. Se ele parece verde à luz do dia, esse objeto só reflete a parte verde da luz para nossos olhos. O restante do espectro é absorvido. Portanto um objeto parece colorido porque ele reflete parte do espectro visível e absorve o resto.

5.2 Mistura Subtrativa

Quando a cor de um objeto é determinada por pigmentos, são componentes químicos que criam uma certa cor subtraindo parte do espectro da luz branca incidente. A cor restante é refletida e isto dá ao objeto sua cor característica. Produzir cores através da mistura de pigmentos de tinta pode, então ser descrito como processo de mistura subtrativa, uma vez que cada pigmento adicionado subtrai mais da luz branca e deixa menos para ser refletido ao olho.

Quando as três cores complementares são usadas, amarelo magenta e cian, temos que:

amarelo = branco - azul
 magenta = branco - verde
 cian = branco - vermelho

amarelo e magenta = branco - azul - verde = vermelho
 amarelo e cian = branco - azul - vermelho = verde
 magenta e cian = branco - verde - vermelho = azul

amarelo e magenta e cian = branco - azul - verde -
 vermelho = preto

Deve ser lembrado que, de modo algum, fontes de luz não estão sendo consideradas. A luz branca está incidindo sobre os pigmentos que então absorvem partes do espectro e refletem o resto.

5.3 Mistura Aditiva

Inversamente, é possível criar cores pela adição de luzes coloridas. Isto é conhecido como mistura aditiva. Para os engenheiros da televisão a cores, este é o aspecto mais importante a ser considerado. Um receptor de TV a cores não cria cor começando com luz branca e subtraindo partes dela. Aqui as cores são criadas misturando-se luzes vermelhas, verdes e azuis. Isto é distintamente demonstrado se feixes de luzes vermelha, verde e azul são sobre uma tela branca, num ambiente escuro. Então temos que:

vermelho + verde = amarelo
vermelho + azul = magenta
azul + verde = cyan
vermelho + verde + azul = branco

5.4 Lei Grassman

Foi descoberto, através de experiências, que o olho procede como se o rendimento dos cones fosse aditivo. A impressão subjetiva que é obtida quando luzes vermelha, verde e azul alcançam o olho simultaneamente, pode ser equiparada por uma única fonte de luz tendo uma cor que é considerada a mesma registrada pelo olho quando ele recebe as três primárias separadas, e de luminância numericamente igual a soma das luminâncias das três primárias.

Esta propriedade aparente do olho de reproduzir uma

resposta que depende da soma algébrica das quantidades de vermelho, verde e azul é apresentada como lei de Grassman. Pelo fato do olho proceder deste modo, ao estudar teoria da cor é possível deduzir o efeito final de várias fontes de luz separadas, aplicando-se as regras algébricas simples de adição e subtração.

No restante deste trabalho somente a mistura aditiva necessita ser considerada.

Foi visto que o branco pode ser reproduzido misturando se luzes vermelha, verde e azul. Obviamente que a intensidade de cada uma pode ser variada. A equação de luminância que se segue expressa e quantidade aproximada das três cores primárias de televisão, que são necessárias para produzir um lumen de luz branca:

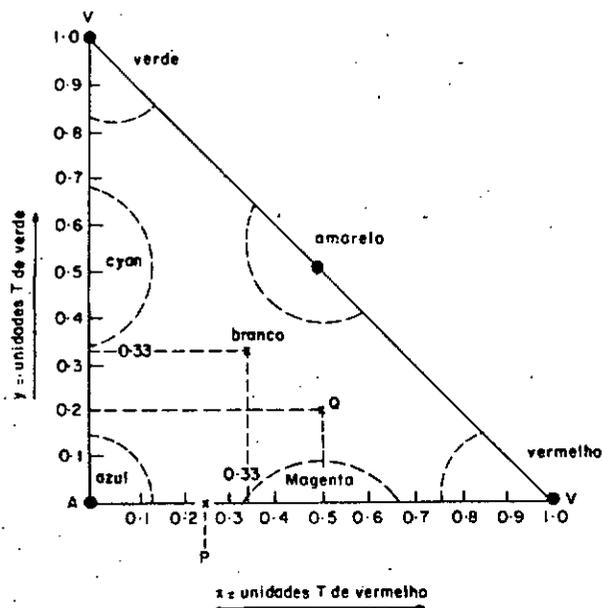
$$1 \text{ lumem de branco} = 0,30 \text{ lm de vermelho} + 0,59 \text{ lm de verde} + 0,11 \text{ lm de azul}$$

5.5 Matiz e Saturação

Diz-se que uma cor é dessaturada quando o branco lhe é adicionado. Na terminologia da teoria da cor a palavra "Matiz" é usada para descrever a característica que é conhecida normalmente por cor.

Para descrever uma dada impressão de cor devem ser consideradas três qualidades. Estas são: claridade (luminância), matiz e saturação. Um triângulo de cor é somente bidimensional e mostra matiz e saturação mas não a claridade. Na ilustração o ponto P representa um matiz vermelho de baixa saturação.

fig 3 - triângulo de cores da mistura aditiva



Outra dimensão (para fora do papel, ao longo de uma perpendicular ao ponto P) seria necessária para mostrar a claridade do matiz vermelho no ponto P. entretanto, num sinal de televisão, já foi designado que a claridade de uma cor é transmitida como sinal de luminância. As outras duas qualidades matiz e saturação consequentemente, representam a informação extra que precisa ser transmitida num sinal de televisão a cores.

Um triângulo de cores é portanto, útil para demonstrar aquilo que deve ser transmitido pelo sinal de "crominância" que, quando transmitido com o sinal de luminância, irá prover o receptor de uma completa representação da cor na cena, isto é, matiz, saturação e brilho.

5.6 Reprodução a cores

Como o olho é o único instrumento humano para avaliar

as cores, todo processo técnico para sua reprodução deve ter como ponto de referência a função ocular. Assim, todos os processos de fotografias, filmagens, impressão e televisão, buscam imitar as funções do olho a fim de apresentar à visão, como resultado final de todo o processo da transmissão de cores, uma reprodução tão exata quanto possível das cores reais.

6 Visão

6.1 Olho Humano

Como numa câmera, a imagem formada é bem acentuada quando a abertura do diafragma é pequena. Em condições de luz muito baixa a visão é borrada e indistinta.

Uma lente convexa traz a imagem para o foco na retina. Esta é a tela sensível à luz no fundo do olho que reage traduzindo energia eletromagnética em informação, que é passada por fibras nervosas até o cérebro.

A retina é composta de um grande número de células sensíveis à luz.

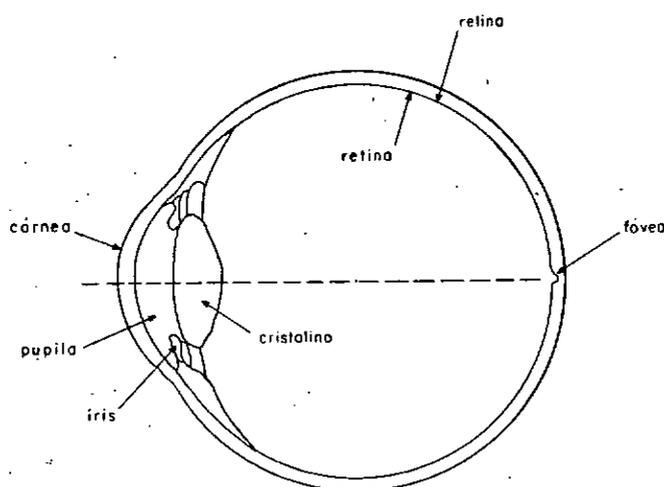
Elas são de dois tipos: bastonetes e cones. Os bastonetes são sensíveis somente à intensidade de luz incidente e não à cor. São os cones os responsáveis pela visão normal a cores. Durante o dia o processo da visão é realizado principalmente pela ação dos cones.

Quando o nível de luz cai para menos de um lux, aproximadamente, os cones cessam sua ação. A noite, somente os bastonetes são responsáveis pela visão. Sua sensibilidade é dez mil vezes maior que a dos cones. Mas eles apenas conseguem criar uma imagem monocromática.

Exatamente oposto ao centro do cristalino, sobre o eixo que passa através dele, existe uma pequena área conhecida como fóvea, de 1 mm de diâmetro, aproximadamente, que é formada apenas por cones.

A fóvea contém em torno de 34.000 cones sendo cada um deles separado por fibras nervosas que vão até o cérebro, e que são denominados nervos óticos. A fóvea é a área de máxima resolução visual (mas não de sensibilidade). Quando o olho concentra a atenção sobre um pequeno detalhe de uma cena, é na fóvea que a imagem se forma.

fig 4 - olho humano



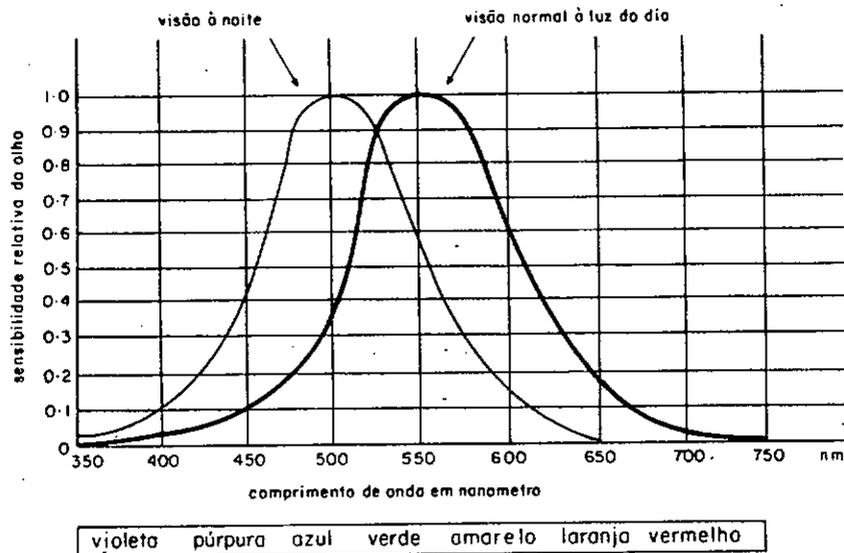
6.2 Visão a cores e mistura de cores

O olho é uniformemente sensível ao espectro visível. A fig 5 mostra a resposta relativa do olho normal à luz de luminância constante projetada a vários comprimentos de onda por todo o espectro.

A curva tem o seu pico na região verde-amarelada e é interessante notar que a curva que mostra a distribuição de energia solar, tem seu ponto máximo nesta mesma área. A curva de linha mais cheia mostra

ao observador médio a impressão subjetiva de claridade sob condições de luz diurna. Como é mostrado na segunda curva, sob condições quase escuras a curva resposta se desloca para esquerda.

fig 5 - Sensibilidade relativa aproximada do olho humano normal a diferentes comprimentos de onda



7 Formação da imagem em TV

As imagens que se formam no receptor de televisão são uma série de quadros, construídos em curtos intervalos de tempo. Graças a persistência do olho humano, a sucessão de quadro é interpretada pelo cérebro como uma imagem contínua. A imagem em TV é construída por um feixe eletrônico que varre a tela do cinescópio, da esquerda para direita e de cima para baixo, trinta vezes por segundo.

O olho humano nos permite observar cenas em movimento graças a característica que tem a retina de reter uma imagem por aproximadamente 1/20 do segundo, mesmo após esta ter sido removida.

Utilizamos o processo de rápida exploração para que a última linha explorada da imagem, apareça na tela enquanto a impressão da primeira ainda persiste na retina. Atualmente são necessários $1/30$ do segundo para transmitir todos os elementos contidos numa imagem completa ou quadro. O quadro completo foi dividido em dois períodos de $1/60$ do segundo para evitar o problema da cintilação, como veremos mais tarde.

Quando uma imagem é transmitida pela TV, ela é inicialmente decomposta em elementos de imagem. Estes são transformados em sinais eletrônicos, que são transmitidos e recebidos. Depois os elementos são reunidos em uma ordem lógica e recompoem a imagem.

Na câmera de TV as imagens são decompostas numa série de pontos, mais ou menos luminosos, dispostos ao longo das várias linhas horizontais.

7.1 Elementos de imagem

Cada pequena superfície de luz ou sombra que compõe uma imagem recebe o nome de elemento de imagem. Se eles são transmitidos e reproduzidos com o mesmo grau de luminosidade da cena original, a imagem será uma cópia fiel da primeira.

7.2 Detalhes

O detalhe dependerá do número de elementos de imagem que poderão ser reproduzidos. Quando mais elementos tiver a imagem mais o detalhe ficará nítido. E os pequenos objetos reproduzidos apresentarão uma melhor definição.

O sistema preto e branco no Brasil, tem afixado um limite máximo de 150.000 elementos de imagem (com todos os detalhes, e vertical horizontal), aplicado a qualquer tamanho de quadro.

7.3 Relação de aspecto

É a relação existente entre a largura e a altura da imagem. Esta relação está afixada em 4:3 (se a largura da tela da válvula de imagem for de 4 polegadas, sua altura será de 3 polegadas)

7.4 Padrão adotado no Brasil

São necessárias 525 linhas para formação de um quadro. Estes quadros são projetados 30 vezes por segundo.

A frequência de linha é igual a $525 \times 30 = 15.750$ Hz.

Largura da banda de vídeo - 4 MHz.

Largura do canal - 6 MHz.

Polaridade moduladora de vídeo - negativa

Modulação de áudio - FM

Modulação de vídeo - AM

7.5 Tipos de exploração

Sucessiva contínua ou progressiva

Entrelaçada ou intercalada

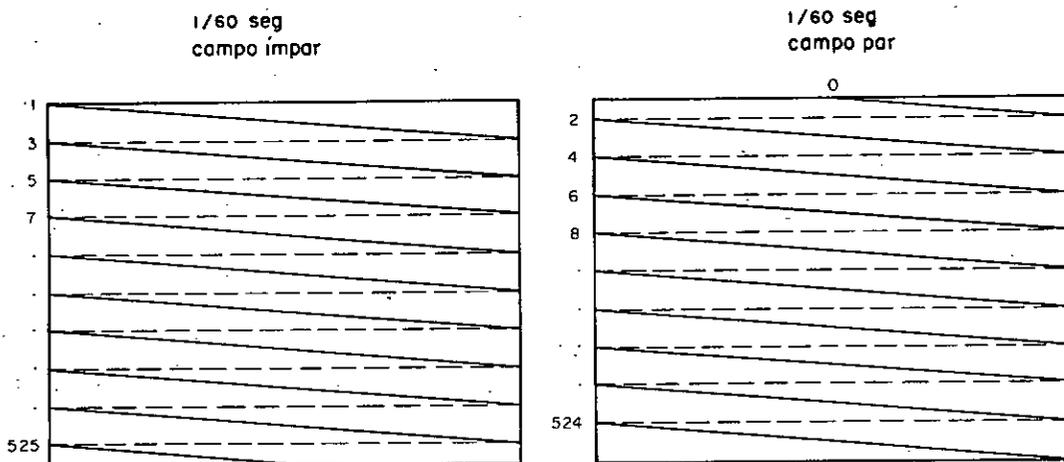
Sucessiva é a exploração de uma cena na captação e reprodução, em que as linhas formadas são dispostas uma após outra até a linha de número 525. A exploração sucessiva apresentava como grande deficiência a

cintilação. Esta cintilação era devida a iluminação da tela que era feita de uma única vez para a apresentação de cada quadro: Neste caso a frequência de iluminação é de 30 Hz, que é muito lenta para fornecer a impressão de luz constante.

Ao contrário de se aumentar o número de quadros por segundo, passou-se a usar um novo método, conhecido por exploração intercalada ou entrelaçada, o qual tem o efeito de dobrar a frequência com que a tela é iluminada. Neste método linha sim, linha não, é explorada de alto a baixo da tela em 1/60 do segundo. Portanto cada quadro ficou dividido em dois campos (campo par e campo ímpar). Cada campo tem exatamente 265,5 linhas (juntos formam 525 linhas = total de um quadro). O campo ímpar começa a ser formado no alto da tela e no canto esquerdo. O campo par começa no alto da tela porém exatamente no meio, que corresponde a 1/2 linha deste campo.

Usando-se o intercalamento entre campos toda a tela da válvula de imagem é iluminada duas vezes por quadro, uma vez em cada campo, aumentando a frequência de iluminação para 60 Hz, resolvendo assim o problema da cintilação.

fig 6 - exploração do campo (par e ímpar)



7.6 Válvulas captadoras/ Iconoscópio/ Orthicon/ Vidicon/ Plumbicom.

Vladimir Zworykin transformou o 1º painel de fotocélula em um engenho de utilidade prática. A este painel deu o nome de Mosaico ou Alvo. O Alvo é uma placa de mica, medindo 4 por 3 polegadas que contém milhões de pequeninos grãos de uma substância fotosensível depositados sobre a tela. Cada grão, separadamente, emite elétrons quando atingido pela luz. Temos assim, milhões de fotocélulas.

Se tivermos uma imagem projetada sobre os fotogrânulos, cada pequena fotocélula emitirá elétrons em quantidade proporcional a luz que recebe. Os elétrons emitidos são atraídos pelo anel coletor. Ocorre uma redistribuição de elétrons no circuito externo, entre cada grânulo e a área elementar correspondente a placa do sinal. Esta válvula, por ter sido a primeira a ser colocada em uso, apresentava algumas desvantagens como a emissão secundária, que implicava em apresentações de imagens falsas.

O processo de televisão inicia-se na câmera, que é composta de quatro partes principais: Sistema Ótico, Válvula ou Tubo de Imagem, Amplificadores e Visor.

A válvula Orthicon, que foi desenvolvida a partir do Iconoscópio, possuía a vantagem de apresentar uma qualidade de imagem superior à primeira, pois seu mecanismo permitia que a velocidade dos elétrons fosse menor, possibilitando maior nitidez e tempo adequado à retenção da imagem na retina.

O Vidicon, uma das mais modernas válvulas de captação, aprimorada em vista de sua aplicação em sistema a cores apresenta excelente desempenho, necessitando, porém, de uma iluminação de cena maior que o Orthicon. Dele se originaram os tubos Vistacon e Plumbicom.

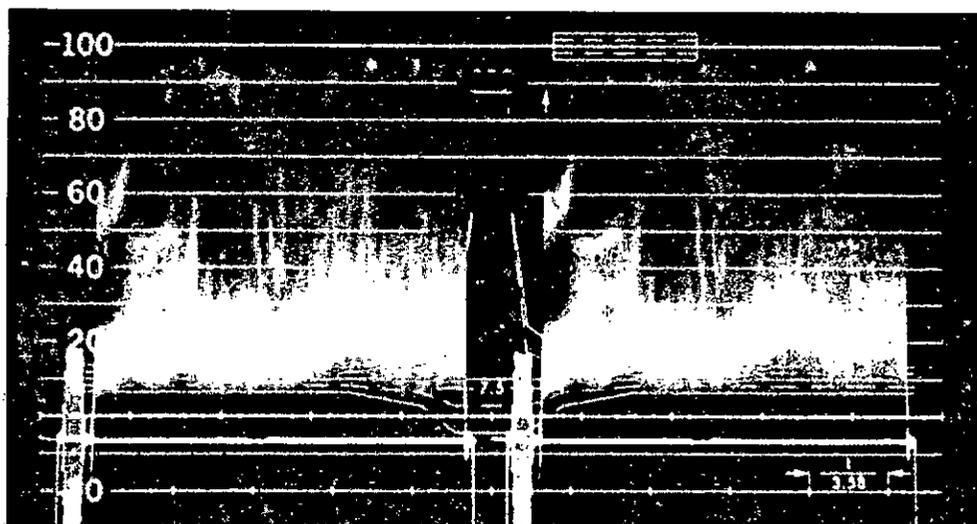
Atualmente, nos sistemas a cor, é o tubo Plumbicon o mais usado.

7.7 Formas de onda e sinal de vídeo composto

Para termos uma reprodução fiel da imagem, o feixe eletrônico tem que se deslocar de maneira idêntica a realizada no tubo de captação de imagem. São as bobinas defletoras que garantem ao sistema uma linearidade e perpendicularidade do feixe de elétrons em relação ao alvo. A corrente utilizada na deflexão, deverá ter uma forma de onda que aumente gradualmente de forma linear, desde o mínimo até o máximo a fim de que, no caso da varredura horizontal, o feixe se mova com velocidade constante da esquerda para a direita, e no caso da varredura vertical, com velocidade constante de cima para baixo. Quando a corrente alcança o seu máximo valor, deve retornar ao valor mínimo de que partiu em tempo menor do que o correspondente ao seu crescimento.

O sinal de vídeo composto é o sinal gerado pela emissora de TV que é levado ao ar. Este sinal traz a informação de vídeo, referente a captação de imagem pela válvula de câmera, o impulso apagador e o sincronismo horizontal.

fig 7 - Escope - pedestal e vídeo



Na informação de vídeo, o nível de 25% corresponde a região de negro. Com este valor o feixe de elétrons deixou de existir por um momento. As amplitudes mais baixas do sinal de vídeo composto correspondem as regiões mais escuras da imagem, ao passo que as mais claras situam-se nas regiões mais altas. As partes médias são os vários tons de cinza.

O impulso apagador é aquele que faz o feixe se extinguir ao final de cada linha, deslocando-se da direita para esquerda. O sincronismo horizontal é responsável pelo controle do tempo da movimentação do feixe de elétrons.

7.8 Impulsos horizontais, verticais e equalizadores

Os impulsos horizontais fazem com que o feixe seja deslocado da esquerda para direita aceso, e da direita para esquerda apagado. Os impulsos verticais possibilitam que o feixe se desloque da esquerda para direita e também para baixo cada vez um pouco mais. Os impulsos equalizadores, por sua vez, são aqueles que existem no final de cada campo, para dar o entrelaçamento.

8 Transmissões a cores:

Em 1953 tiveram início as transmissões de imagens coloridas, adotando-se o sistema NTSC (Nacional Television System Committee). Por ser o primeiro sistema de transmissão a cores, apresentava algumas deficiências (distorção de cores por exemplo). Estas deficiências foram atenuadas pelo sistema francês SECAM (Séquence Câmera Mémoire) e no sistema PAL (Phase Alternation Line) desenvolvido pela Telefunken Alemã. No Brasil o sistema oficial é o PAL. O sistema de 525 linhas em preto e branco, recebe a denominação de "Padrão - M". Pela existência de compatibilidade do sistema a cores com o do preto e branco, nosso sistema oficial passou a ser o PAL - M.

8.1 - Compatibilidade

Quando na instauração de um sistema de transmissão a cores, o sistema existente em preto e branco não deve ser prejudicado, nem deve prejudicar o sistema a cores. Para que haja compatibilidade é necessário que:

- a) Um receptor a cores capte e reproduza em preto e branco uma transmissão desse tipo.
- b) Um receptor preto e branco capte e reproduza uma transmissão a cores e a reproduza com qualidade em preto e branco.

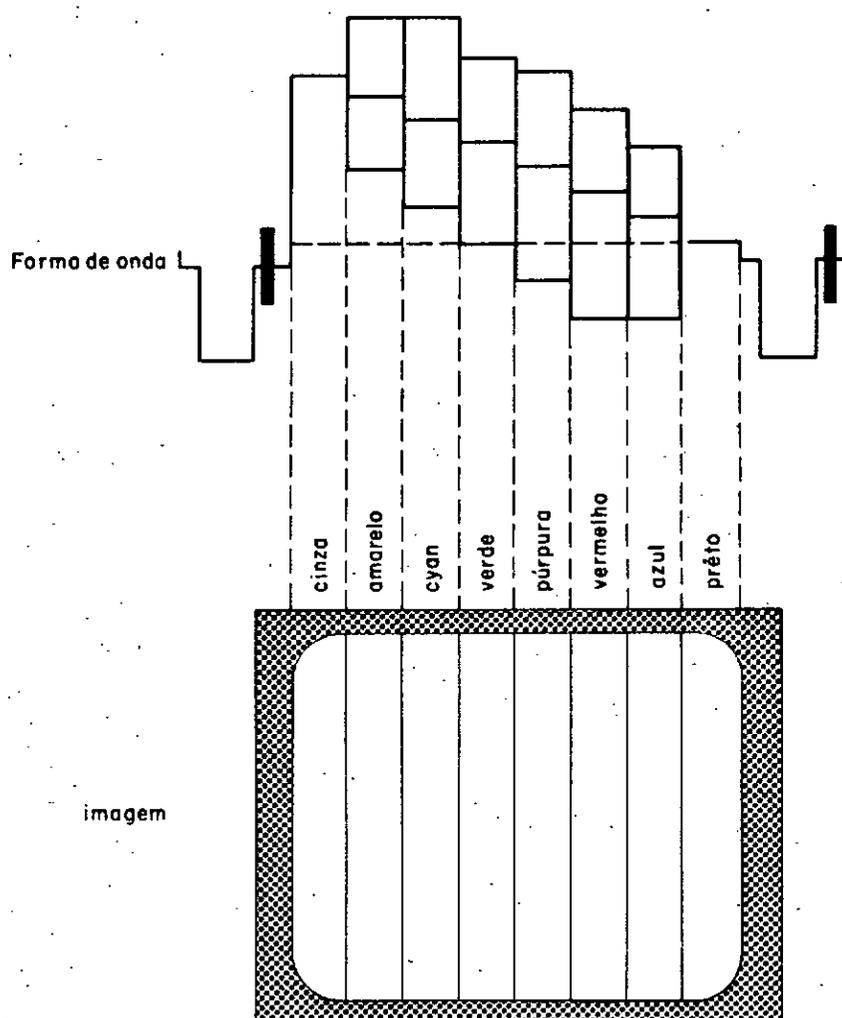
Isto obriga a existir em toda transmissão a cores um sinal de luminância (Y) a ser utilizado pelos receptores monocromáticos, além dos sinais com informação de cores.

Também a largura de faixa dos canais e as frequências das portadoras de vídeo e audio devem ser as mesmas do padrão adotado para transmissões em preto e branco.

8.2. Sinal de Luminância

Se somente as extrações vermelho, verde e azul fossem transmitidas, receptores em preto e branco não seriam capazes de reproduzi-las. Elas portanto, são reunidas em um único sinal, contendo a informação de luminância. Este sinal é composto pela luminosidade relativa de cada cor primária e é responsável também pela reprodução de pequenos detalhes de imagem. O sinal de luminância é composto de 59% do verde, 30% do vermelho e 11% do azul.

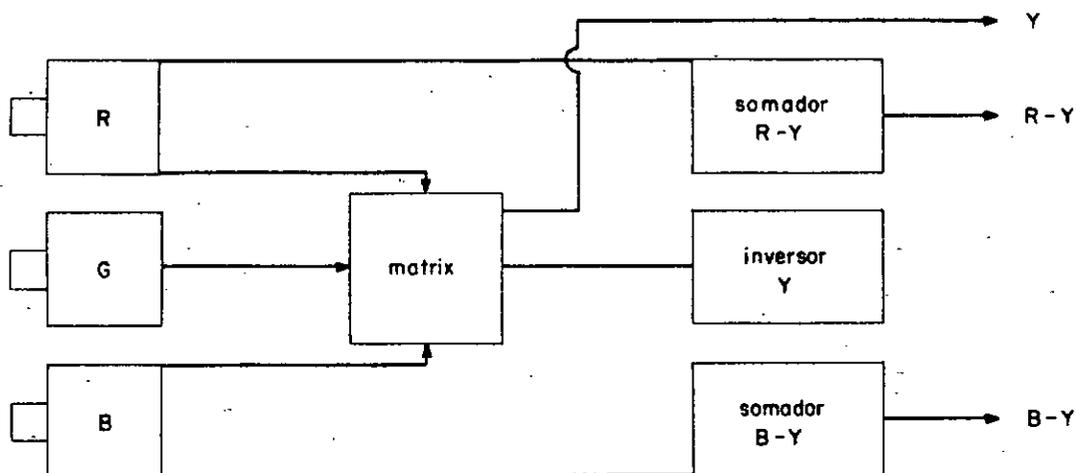
fig 8 - gráfico de luminâncias



8.3 Sinal de Crominância

Após transmitida a luminância por meio do sinal Y restam ser enviadas as informações quanto a saturação e o matiz das cores. Isto é conseguido através dos sinais de diferença de cor R - Y e B - Y (R - vermelho e B - azul).

fig 9 - sinal de diferença de cor



A vantagem da transmissão dos sinais de diferença de cor é justamente a anulação de seus valores em cenas brancas, cinzas e pretas, evitando interferência com o sinal de luminância.

8.4 Processos técnicos para reprodução das cores

Para que uma transmissão tenha qualidade temos que harmonizar cinco pontos principais em televisão:

- 1) Ajuste técnico das câmeras
- 2) Ajuste de iluminação
- 3) Equilíbrio cenográfico
- 4) Figurino
- 5) Maquilagem

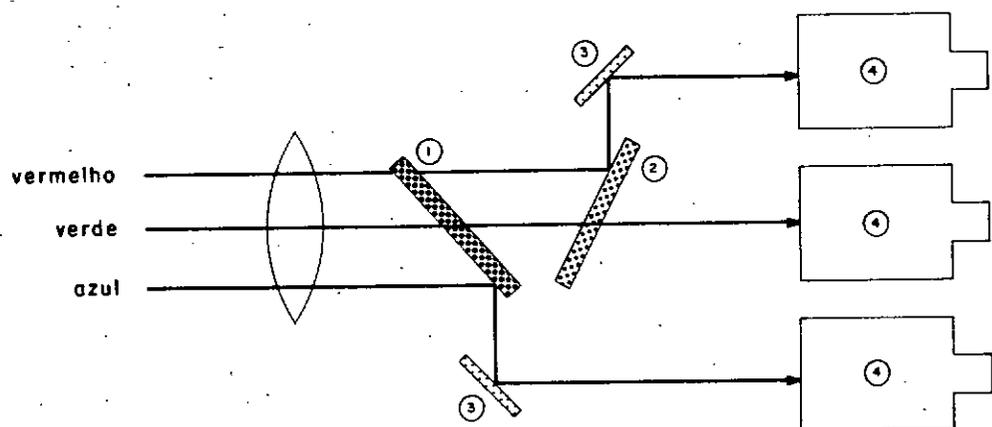
8.5 Ajustes de câmeras

Para cada ponto do objeto a reproduzir o olho necessita três informações para poder determinar sua cor: o teor de intensidade de azul, verde e vermelho. Com referência a imagem toda, isto significa que é preciso registrar três imagens do objeto havendo uma de cada para: extração azul, extração verde e extração vermelha. Sobrepostas estas três imagens produzem, pela mistura aditiva das cores, uma imagem dos tons cromáticos presentes no objeto.

8.6 Câmara eletrônica a cores

Na câmara eletrônica a cores, a imagem da lente é decomposta com o auxílio de um divisor de cores em extrações verde, vermelha e azul. Este divisor compõe-se de um sistema de espelhos dicróicos no qual cada espelho reflete os raios de determinada faixa de comprimento de onda e deixa passar a parte restante do espectro.

fig 10 - esquema da câmara a cores



1 Espelho dicróico que reflete os raios azuis e deixa passar todos os demais.

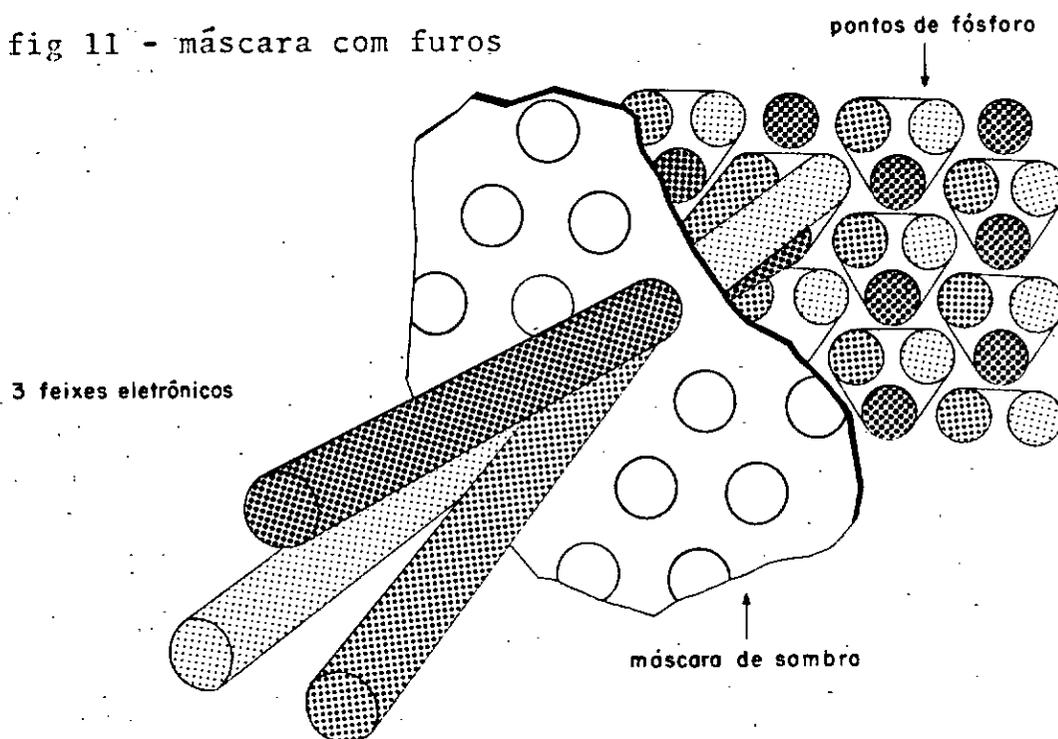
2 Espelho dicróico que reflete os raios vermelhos e deixa passar todos os demais.

3 Espelho normais.

4 Tubos de câmara para sinais de intensidade das extrações cromáticas.

Os três sinais das extrações cromáticas controlam três sistemas de radiação eletrônica num tubo de imagem a cores cujos raios eletrônicos incidem obliquamente numa tela.

fig 11 - máscara com furos



Na tela há grupos de diminutos pontos fosforescentes que, ao serem irradiados pelos elétrons, põem-se a brilhar vermelhos, azuis e verdes. Os pontos cromáticos deste trio são tão pequenos que não podem ser percebidos separadamente pelo olho humano.

Por meio de uma máscara com orifícios anteposta a tela, os raios de elétrons são expostos de forma que o raio eletrônico da extração verde incida sobre o ponto de fosforescência verde e o raio vermelho, sobre o ponto vermelho da tríade cromática, bem como o raio azul sobre o ponto de fosforescência azul.

9 Operação de vídeo

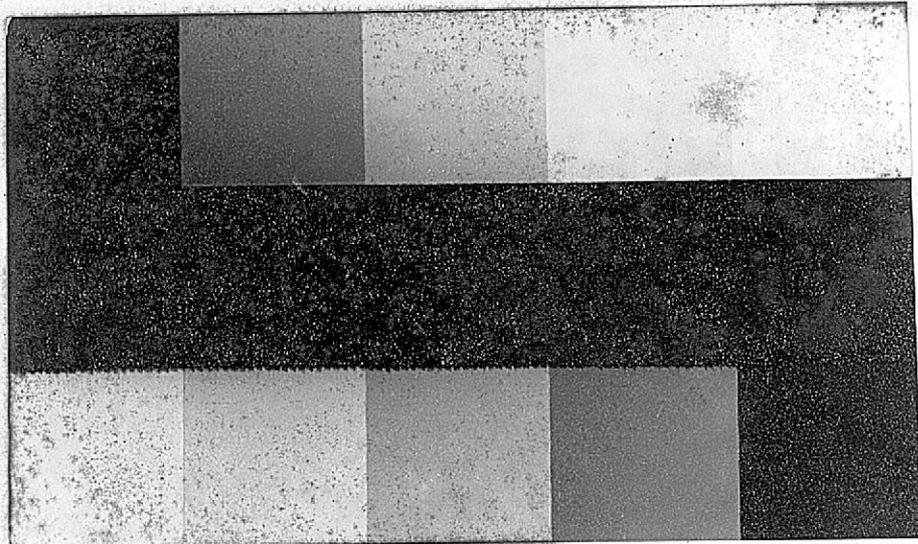
É na operação de vídeo que a imagem é gerada. Todo o controle da qualidade da imagem é feito nesse setor. O equipamento de vídeo consiste numa mesa de operação que é ligada às câmeras, no estúdio, e comanda as funções do diafragma (nível de branco) e do pedestal (nível de preto), deixando ao cameraman, apenas os ajustes do foco e do enquadramento.

Para um bom resultado de imagem, o operador de vídeo necessita definir, antes de começar qualquer gravação, um "alinhamento de câmera", que consiste em ajustar toda a parte eletrônica do sistema. Primeiro as câmeras são submetidas a um pré-aquecimento para depois o técnico equilibrar o nível de luminância Y e os matizes RGB (vermelho verde e azul), o controle do feixe eletrônico, os ajustes horizontal e vertical.

Após o alinhamento, todo o controle passa para a mesa de operação, a começar pelos testes de foco, convergência e escala de cinzas. Estes testes são feitos com o auxílio de cartelas, que são fornecidas pelos fabricantes do equipamento, e que permitem ao operador, nivelar o ponto máximo das formas de onda (branco) no limite de 100% e o mínimo (preto) a 25%. Estas cartelas são colocadas em frente às câmeras, sob uma iluminação de 3.200 K e com a abertura de diafragma a 5.6.

O ajuste com a escala de cinzas consiste em equilibrar os contrastes admissíveis em televisão, que são calibrados previamente para este fim. Estes contrastes estão contidos numa escala de 5 graus de cinza, incluídos o branco e o preto e possuem uma proporção de 1/20 de grau para grau. Esta proporção significa que o primeiro cinza depois do preto contém 20% de luminosidade a mais que este e assim sucessivamente até chegar ao branco. Esta operação é equivalente ao ajuste do sinal Y de luminancia que é comum a ambos os sistemas, preto & branco e colorido.

fig 12 - escala de cinzas da câmara Fernseh



9.1 Valor de iluminação

As primeiras câmeras de televisão a cores eram equipadas com tubos Orthicon, que exigiam um nível de iluminação muito elevado (4.000 à 4.500 lux). Os tubos utilizados atualmente são os Plumbicon, de 30 ou 25 mm, onde a sensibilidade é bem maior. A sensibilidade das câmeras é, entretanto, limitada tanto pelo desempenho dos pré-amplificadores como pelo efeito de retenção do tubo em situações de baixas iluminações. As câmeras mais recentes foram melhoradas em seus pré amplificadores, curvas de filtragem de cor

e circuitos de correção de abertura de diafragma que permitem reduzir sensivelmente os ruídos.

A iluminação dos estúdios pode assim, variar entre 1.500 a 2.500 lux com abertura de diafragma entre $f/4$ e $f/5.6$. A mudança dos estúdios para transmissões em cores, implicou em um acréscimo de potência na iluminação. As normas atuais exigem uma potencia elétrica de 0.8 a 1 Kw por metro quadrado. Nas iluminações mais fracas, ocorre o efeito de retenção nos tubos Plumbicon que na imagem aparece como manchas de cor. Este efeito aparece quando a varredura do feixe de elétrons sobre o alvo é incompleta. Mas, o efeito de retenção pode ser reduzido por uma iluminação interna, realizada dentro das câmeras mais modernas. É possível assim aumentar em torno de três vezes o limite de sensibilidade dos tubos analisadores.

9.2 Contraste admissível

Como em TV em preto e branco, os tubos analisadores em cor admitem uma faixa limitada entre o nível mais alto e o mais baixo de iluminação. No início da exploração a cores a iluminação das cenas se limitava a uma luz de ambiência ou seja, a intenção era distribuir uma luz homogênea sobre toda cena. Aos poucos foi se notando que o rendimento de contraste das câmeras de cor era maior do que o das câmeras em preto e branco. Esta característica de maior rendimento é devida ao fato de que mesmo nas áreas de sombra, a cor fornecia nuances de informação diferentes. Por exemplo, um azul e um vermelho escuros podem ser diferenciados em cor, enquanto num televisor monocromático eles se confundiriam numa uniformidade de um preto ou de um cinza escuro.

9.3 Limitação de contrastes/ Código de cores

Para que o sinal de vídeo represente uma tradução fiel dos elementos de uma cena é indispensável a limitação de contrastes. Podemos então determiná-los usando métodos para definir cores, prevendo seus contrastes.

A informação que entra nas objetivas das câmeras, vem da reflexão das áreas coloridas da cena e dos fluxos luminosos emitidos pelos projetores de luz. Assim sendo, esta informação depende da característica do fluxo emitido e das propriedades da superfície refletora. Se conhecemos as primeiras características ou sejam: Composição espectral, intensidade e diagrama de radiação, resta-nos ainda determinar as características da cor do material sobre o qual a luz reflete.

Para as necessidades da TV a cores, estes contrastes não podem ultrapassar aproximadamente uma relação de 20 a 1. Trata-se da relação de contraste, correspondente à extensão dos contrastes de uma sequência, sob uma iluminação uniforme e constante de ambiente (3.200 K).

Uma iluminação uniforme, dentro de um cenário deste modo dimensionado do ponto de vista das diferenças de reflexividade, tem a vantagem de oferecer uma boa definição e de satisfazer as condições técnicas da taxa de modulação de vídeo.

10 Proposta: Princípio básico para sistematização do uso da cor em televisão.

10.1 Desenvolvimento

A informação cor é relativamente recente no sistema televisual brasileiro. Uma imagem a cores exige, ao ser gerada em televisão, uma série de cuidados que são tanto do campo da eletrônica quanto do campo da comunicação visual.

O rendimento de uma cor está principalmente em função da iluminação. Os esquemas de iluminação para cor são tanto mais complexos quanto o número de matizes existentes na cena. Cada jogo de luz dá um resultado diferente no vídeo. Isto se dá devido ao fato de que a câmera de televisão lê luz refletida, onde cada matiz reflete luz diferentemente.

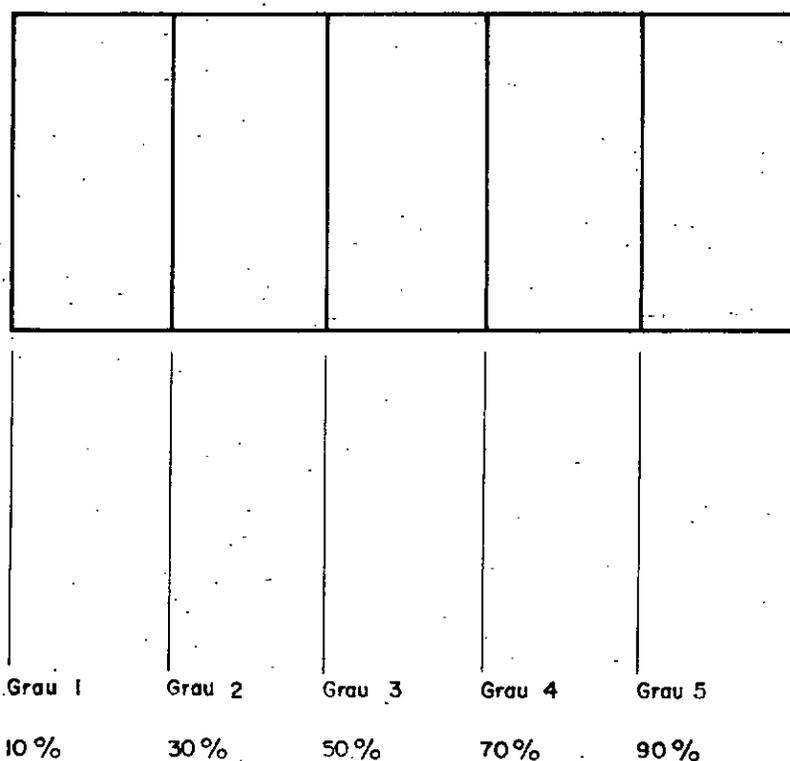
Sendo assim, quando na composição cromática de cada cena, existe a necessidade de previsão dos resultados sob diversas condições e jogos de luz.

Cada cena em televisão tem prê fixada a sua composição. Uma marcação cenográfica e de iluminação é elaborada antes de cada gravação. Para que o resultado cromático possa ser julgado no vídeo antes de sua execução, uma escala contendo vários matizes pode ser desenvolvida a partir da luminosidade dos matizes e assim sistematizar um atlas de cores a ser utilizado em televisão.

A utilização desta escala viria transformar a produção da imagem na medida em que ela seria comum ao cenógrafo na composição cromática do cenário, ao iluminador na distribuição de intensidades dos pontos de luz e ao operador de vídeo limitando um máximo e um mínimo de luminosidade da cena, dando um equilíbrio maior de registro.

A escala aqui apresentada preenche, em princípio, as exigências do fator de compatibilidade dos sistemas preto e branco e colorido. Foi desenvolvida a partir da escala acromática da câmara Plumbicon Fernseh a cores, que faz parte do conjunto de cartelas utilizado no alinhamento de câmeras. Esta escala contém 5 graus de saturação começando com o branco, que não é o branco absoluto, e portanto não chega a refletir 100% de luminosidade; seguido dos cinzas que acompanham o grau de desenvolvimento até o preto com um pulo de aproximadamente 20% de grau para grau. O preto, por conseguinte, não atinge 0% absoluto, dado o coeficiente de reflexividade do material utilizado e, para efeito da comparação, já uma faixa de veludo preto localizada entre as escalas que equivale a 0% absoluto.

fig 13 - esquema da escala



Tomando como ponto de partida o fator de luminosidade, desenvolvemos as escalas cromáticas baseada nas percentagens de contraste requeridas pelo sistema.

Todas as cores existentes no espectro diferem entre si dada as diferenças de comprimento de onda. E, sendo assim, cada matiz possui uma taxa de reflexividade própria; como podemos notar, o amarelo puro corresponde a um cinza de alto grau de luminosidade e já o azul puro corresponde a um cinza menos luminoso.

Podemos relacionar estas escalas cromáticas com as do atlas de cores do físico americano Munsell, que também são baseadas em graus de luminosidade. Como observamos na figura abaixo o posicionamento dos matizes na árvore de Munsell é feito de acordo com o fator de intensidade luminosa correspondente a cada matiz. Em cada página do atlas um matiz é apresentado com seus respectivos graus de saturação que são uniformes nas linhas horizontais e que nas verticais aumentam de luminosidade a medida em que se aproximam do branco.

fig 14 - árvore de Munsell

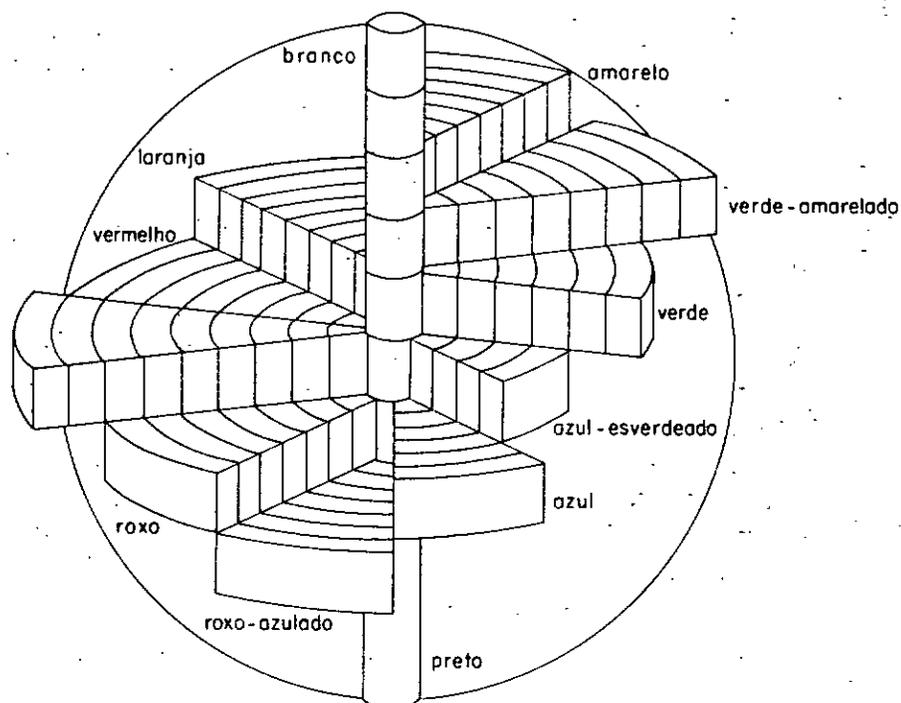
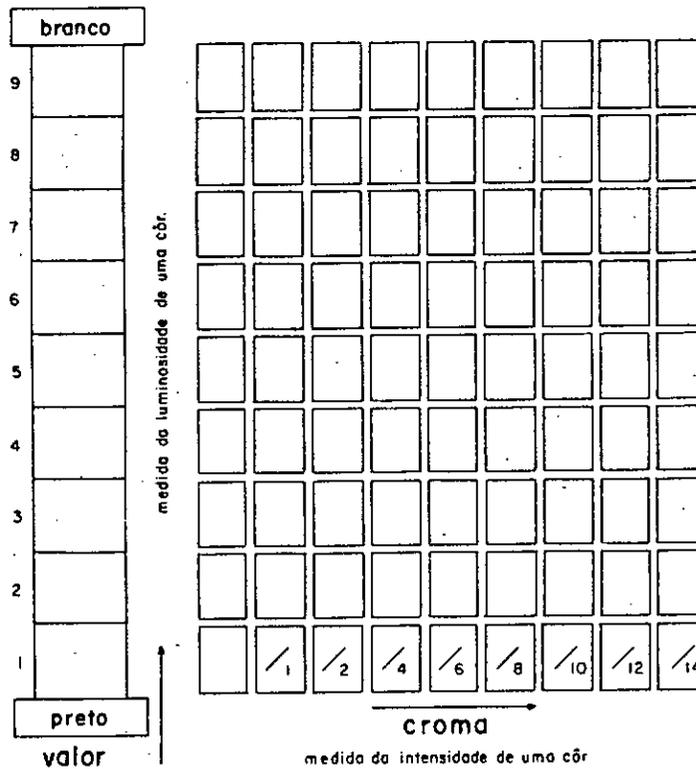


fig 15 - página do atlas



Diríamos que a escala aqui proposta pode ser considerada como uma síntese das escalas Munsell, mas com a característica de ser específica para TV. Como já foi mencionado anteriormente, em se tratando de cor, a complexidade de um projeto para TV aumenta conforme a quantidade de matizes que integram o total da imagem. A utilização desta escala proporciona aos técnicos uma previsão do resultado das cores no vídeo que também variam de acordo com os diferentes esquemas de elaboração das cenas. Resumindo num quadro apresentamos a lista de parâmetros que interferem na realização de uma imagem a cores:

Características da fonte de luz	Natureza da fonte
	Tensão de alimentação da lâmpada
	Temperatura de cor dos raios
	- normal
	- com utilização de filtros
	- com utilização de potenciômetros

Características do projetor	Posição do aparelho Focalização do feixe sobre uma área
Características da cor	Matiz Saturação Reflexividade
Distribuição de iluminação do cenário	Nível de iluminação em relação a superfície Contraste de reflexividades das áreas coloridas situadas dentro do campo da câmera
Regulagens de exploração da Câmera	Diafragma Níveis de preto parciais Ganhos parciais Nível de preto geral
Características do receptor	Fósforos luminosos do tubo de imagem Regulagem de luminosidade Regulagem de contraste Regulagem de saturação das cores

Como podemos observar neste quadro, cada parâmetro funciona como uma variável do sistema. Cada um, apesar de ser limitado por sua função e característica própria, apresenta uma gama de possibilidade que se modifica de acordo com o objetivo da cena projetada pela equipe.

Num esquema de produção para TV cabe ao diretor de imagem juntamente com o cenógrafo, o iluminador, o operador de vídeo, o figurinista e o maquilador, a elaboração das cenas que irão compor o programa. Seja ele na linha de shows, novelas, telejornais ou mesmo educativos esta equipe se reúne para discutir e criar o projeto final da imagem. Mas o trabalho sendo

realizado deste modo não chega a um produto idêntico ao que foi idealizado. Além das impreviões que ocorrem relativas a cada setor, o efeito da cor que finalmente surge no vídeo nunca pode ser o mesmo, já que a cor resultante será de natureza eletrônica. Porém com o auxílio destas escalas cromáticas aqui sugeridas, esta equipe poderá então, obter imediatamente o resultado cromático das cores produzidas através do equipamento eletrônico. Tendo em mãos um ante-projeto da cena, com marcações de iluminação (cor-luz) e movimentação das câmeras pré-estabelecidas, o cenógrafo, o figurinista e o maquilador, que trabalham com cor pigmento, posicionam a cartela das escalas cromáticas nos diversos planos afixados e com as câmeras captando os matizes das escalas, poderão fazer a leitura no vídeo (cor eletrônica) que estará sob o controle do operador.

10.2 Escala cromática

O objetivo fundamental deste projeto é o de formular um princípio para sistematização do uso das cores em TV. Partindo desta premissa, não é nossa intenção aqui no momento, desenvolver um atlas cromático completo, mas sim, demonstrar a viabilidade e a utilidade desta abordagem. Sendo assim, através de uma amostragem, tomamos apenas as três cores primárias de TV para demonstração. Por ser o amarelo o matiz de maior luminosidade, foi aqui incluído com o intuito de observar esta característica existente nas cores.

Devido a diferença de reflexividade existente em cada matiz, o posicionamento dele em seu máximo grau de saturação varia. Pode-se constatar que o vermelho puro se situa próximo ao preto e o amarelo puro, próximo ao branco.

Para um projeto de imagem a cores estas escalas irão favorecer a escolha das tonalidades que irão compor a imagem. As cinco graduações de cada matiz que garantem a limitação de contrastes para a recepção em preto & branco funcionam, no sistema a cores, como limites de tolerância e como ponto de referência para a escolha das cores que serão utilizadas em toda a cena. Obviamente alguns tons escolhidos pelo cenógrafo ou pelo figurinista não constarão na escala de seu matiz, mas por comparação ele poderá ser localizado entre um grau e outro da escala. Obtendo resultado imediato no vídeo, tanto em cores quanto em preto & branco, todos os efeitos cromáticos poderão ser previstos.

Outro ponto a ser considerado é a iluminação. Como as modernas câmeras a cores admitem uma variação maior de intensidade luminosa, desde 1.500 lux até 2.500 lux, os esquemas de iluminação podem variar e, o uso das escalas cromáticas se faz então necessário. No sistema de TV a cores o nível de iluminação que permite uma fidelidade máxima na reprodução das cores é fixado em torno de 3.200 K. Mas não é sempre que o propósito da cena possibilita este nível de iluminação. Muitas vezes quando a imagem requer uma ambientação noturna, a luz de vela por exemplo, este efeito é conseguido com uma alteração através de filtros, na temperatura de cor do fluxo luminoso do projetor, assim modificando a luminosidade e o rendimento cromático das cores.

Os esquemas que possuem efeitos especiais como contra luz e sombras propositais também apresentam modificações perceptíveis em termos de cor. Em todos esses casos pode-se prever o resultado das cores no vídeo, colocando as escalas nos diversos planos de cena, a serem gravados, sob essas variadas condições de iluminação.

10.3 Uso da escala cromática

Situação de uso: Esta escala deverá ser usada após ter sido determinada a iluminação. E, é através do monitor (aparelho de TV do estúdio) que, a equipe poderá decidir sobre a combinação de matizes a serem utilizados na cena.

Descrição da escala: Apresentadas em formato Din A4 , com margeamento nas proporções de 4:3, para melhor enquadramento no campo da câmera. Estas escalas possuem cinco graus de saturação, que variam do primeiro ao quinto grau. Ao primeiro grau corresponde o matiz com nível mínimo de luminosidade, aproximadamente 10%, e aos seguintes, 30%, 50%, 70% e 90% que corresponde ao branco de TV.

11. Conclusão

O desenvolvimento desta proposta teria alcance de previsão na feitura da imagem desde as combinações das tintas usadas em cenografia ou papéis utilizados em projetos gráficos até figurino, maquilagem ou outras áreas que venham se relacionar com o uso da cor em televisão. Na elaboração de projetos gráficos para TV como por exemplo, aberturas de programas, cartazes, mapas, gráficos, o comunicador visual poderá definir com exatidão as cores que virá a escolher para seu projeto utilizando-se desta escala, que neste caso sofrerá um mínimo de alteração, quanto a fidelidade das cores, pois será gerado sob condições de luz ideal, 3.200 K. Neste tipo de proposta desenvolvimento o designer, poderia contar com a acessoria de um químico e de um engenheiro de televisão.

Bibliografia

Ruiz, Anibal Arias

El mundo de la television

1^a edição

Ediciones Guadarrama, S.A.

Madrid - 1971

Dumont, Jacques & Baronian, Jean Baptiste

La communication et les mass media

9^a edição

Gérard & C^o

Paris - 1973

Cazeneuve, Jean

Sociologie de la radio-télévision

4^a edição

Presses Universitaires de France

Paris - 1974

Hutson, Geoffrey H.

Colour television theory

1^a edição

McGraw-Hill Book Company (UK) Limited

Lóndon - 1971

Ferreira, Wilson Barbosa & Ceraso, Fleury Gerolamo

TV a cores - Teoria simplificada e técnicas de serviço

3^a edição

Antenna Empresa Jornalística S.A.

Rio de Janeiro - 1975

Pedrosa, Israel

Verbete: cor

Enciclopédia Britânica do Brasil

Mirador Internacional

Apostilas

Iluminação na televisão

Princípios fundamentais da iluminação na TV a cores

Fundação Konrad Adenauer

Rio de Janeiro - 1973

Iluminação na televisão

Equipamento de iluminação no estúdio de TV a cores

Fundação Konrad Adenauer

Rio de Janeiro - 1973

Princípios fundamentais do trabalho prático de
iluminação no estúdio de televisão

Central Globo de Engenharia

Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio
de Janeiro

Rio de Janeiro - 1976

Curso para formação de operadores de vídeo

Central Globo de Engenharia

Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio
de Janeiro

Rio de Janeiro - 1976

Colorimetria

Central Globo de Engenharia

Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio
de Janeiro

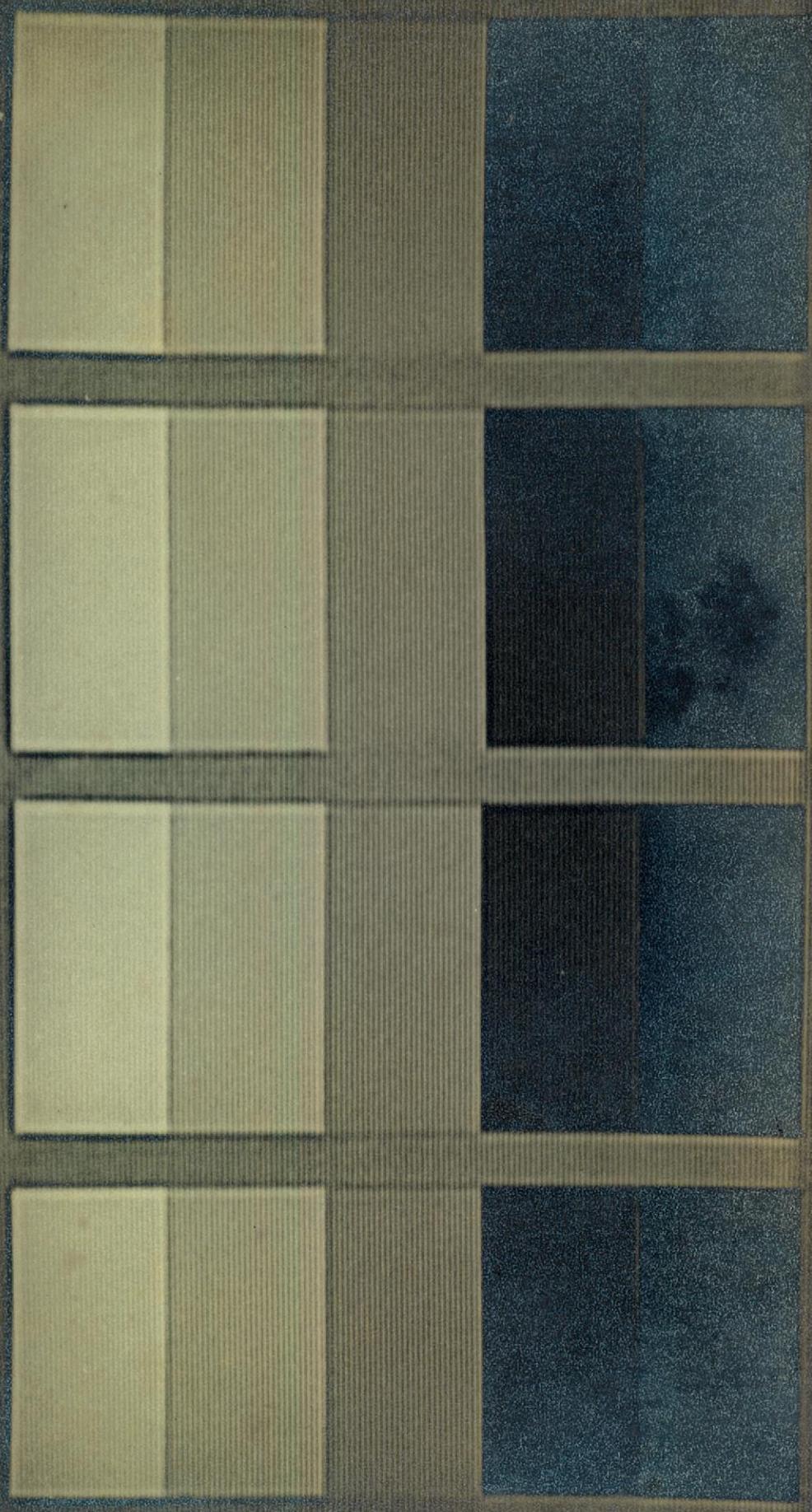
Rio de Janeiro - 1976

Revistas

Revue UER - Union Européenne de Radiodiffusion

Le décor en télévision

Escalas: Vermelho, Verde
Azul e Amarelo
Condições: iluminação: 3200 K
Diafragma: 5.6 / 8





REPRINTED ON A DIFFERENT PAPER

