



Vídeo em rede VoIP

UnB

Eng Elétrica

Pós graduação

Grupo de Trabalho Interministerial

GTI - GTS

Foto: Rafa Neddermeyer

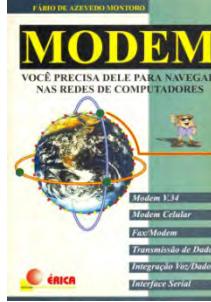
Fabio Montoro

rbox
networking

Programa

- Introdução: luz, cor, resolução de imagem
- Interfaces de vídeo
- Transmissão do vídeo
- Aplicações
- Rede interna da edificação

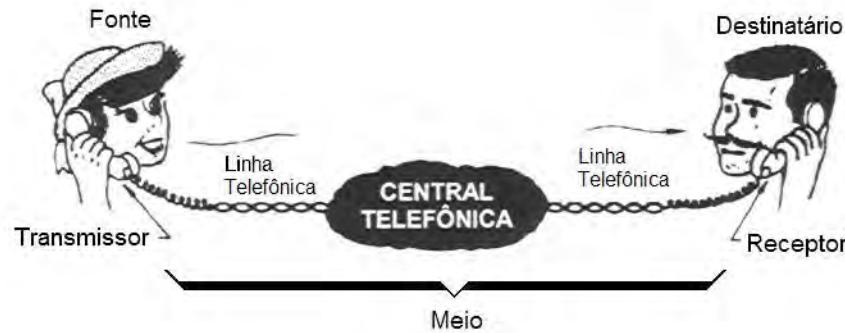
Fabio Montoro

- Engenheiro de Eletrônica (Rio)
 - *Projeto de processadores e circuitos digitais*
- Mestre em Redes de Computadores (UnB)
 - *Processamento digital de sinais*
- Membro: *BICSI*  e *Audio Engineering Society* 
- Livros:
 -  1995
 -  2011
- Diretor de Tecnologia da Rhox

Video em rede e TI?

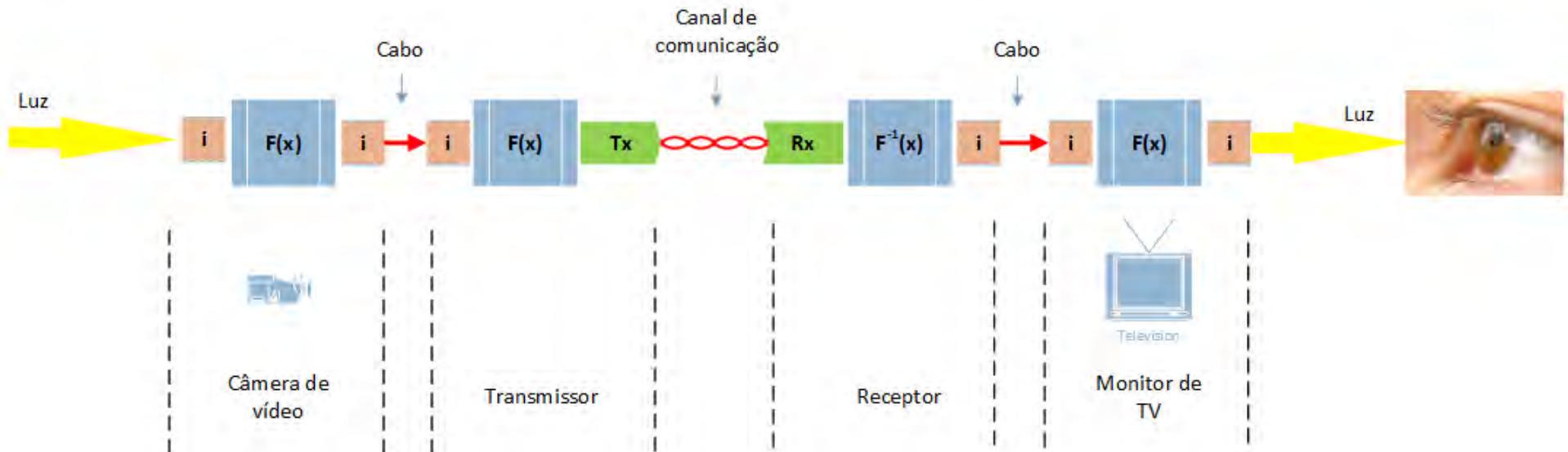
- Infraestrutura de rede interna da edificação
- Estações de trabalho e equipamentos de IO
- Servidores
- Softwares
- Atividades de desenvolvimento
- Atividades de suporte

Sistema de comunicação



Fonte + Transmissor
Meio de comunicação
Receptor + Destinatário

O sistema da visão



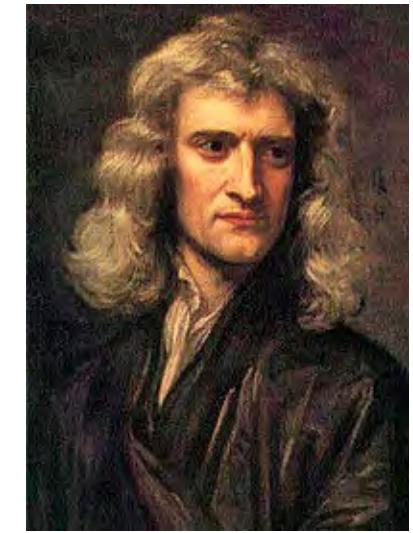
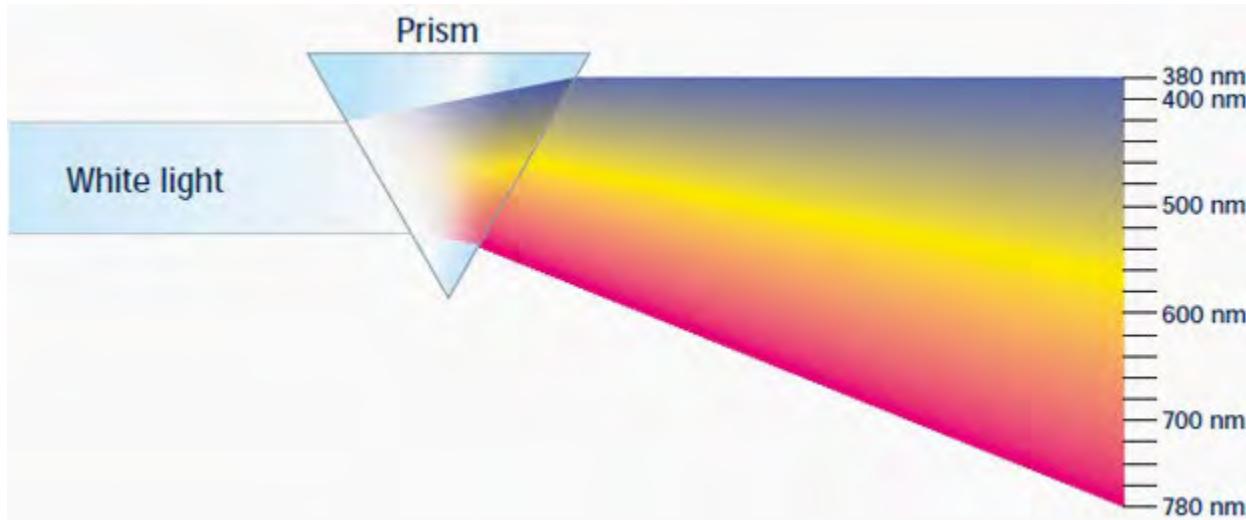
Illuminação (fonte da informação)

Reflectância do objeto (transmissor)

Transmitância (resposta do canal de comunicação)

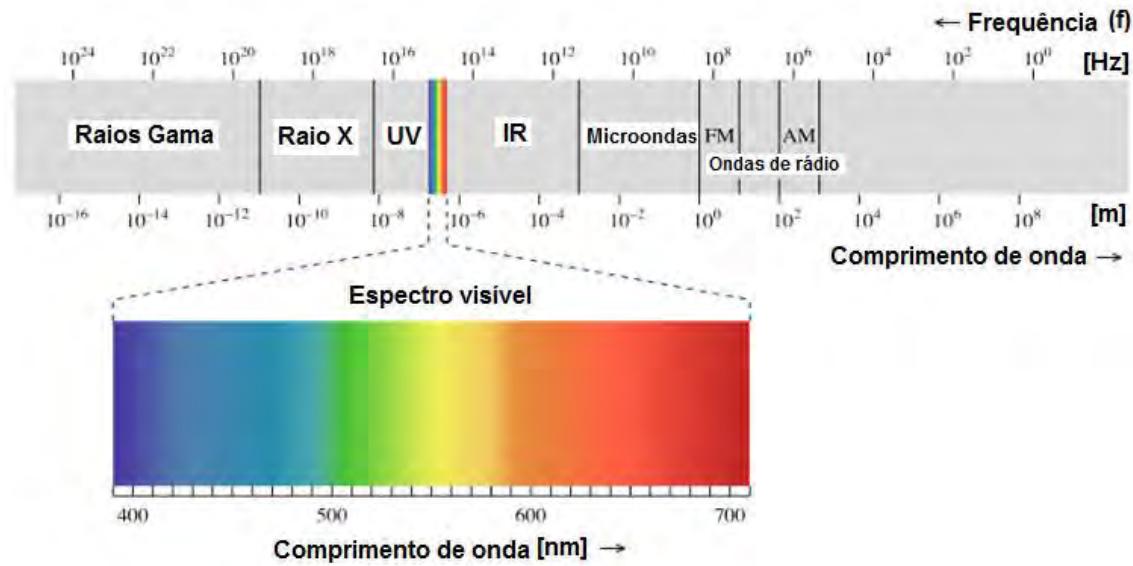
Olho (receptor: interface com o canal....decodificação)

A luz

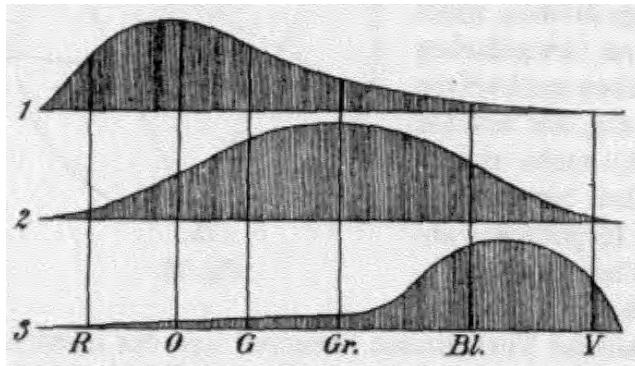


Isaac Newton
1642-1727

A luz



Decomposição da cor



Teoria de Young–Helmholtz

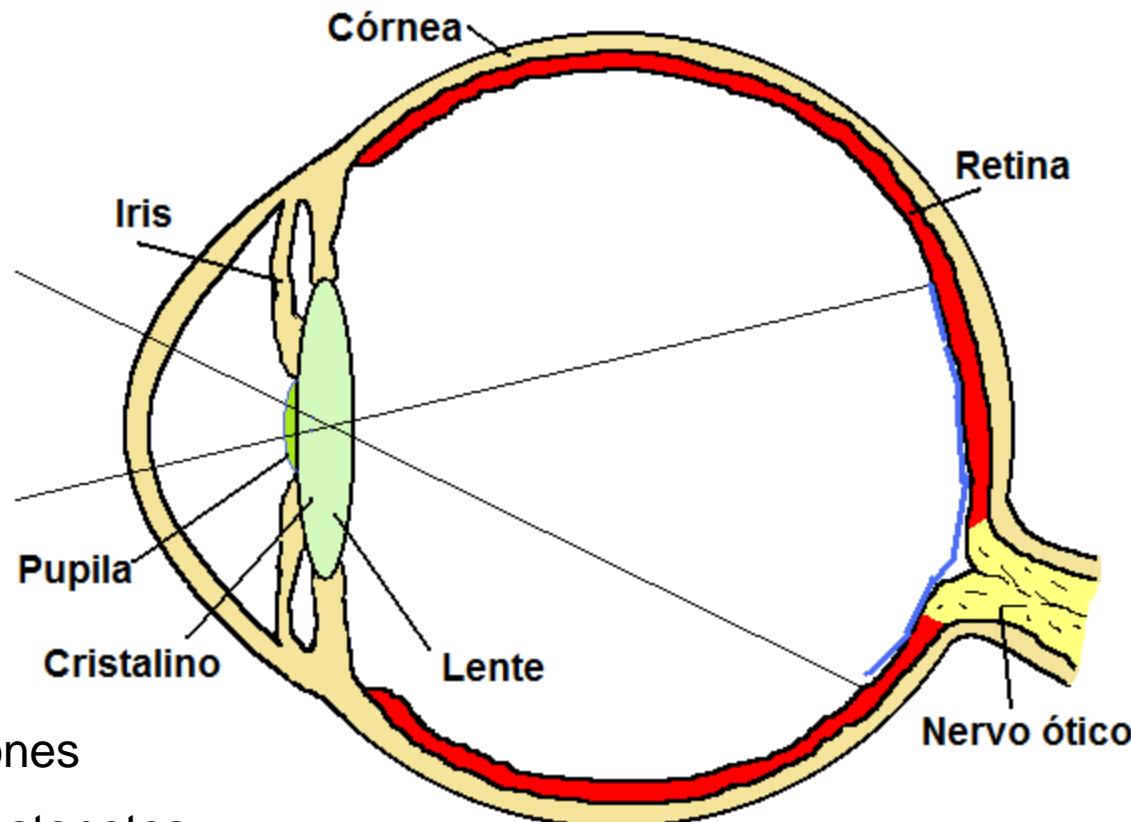


Hermann von Helmholtz
1821-1894



Thomas Young
1733-1829

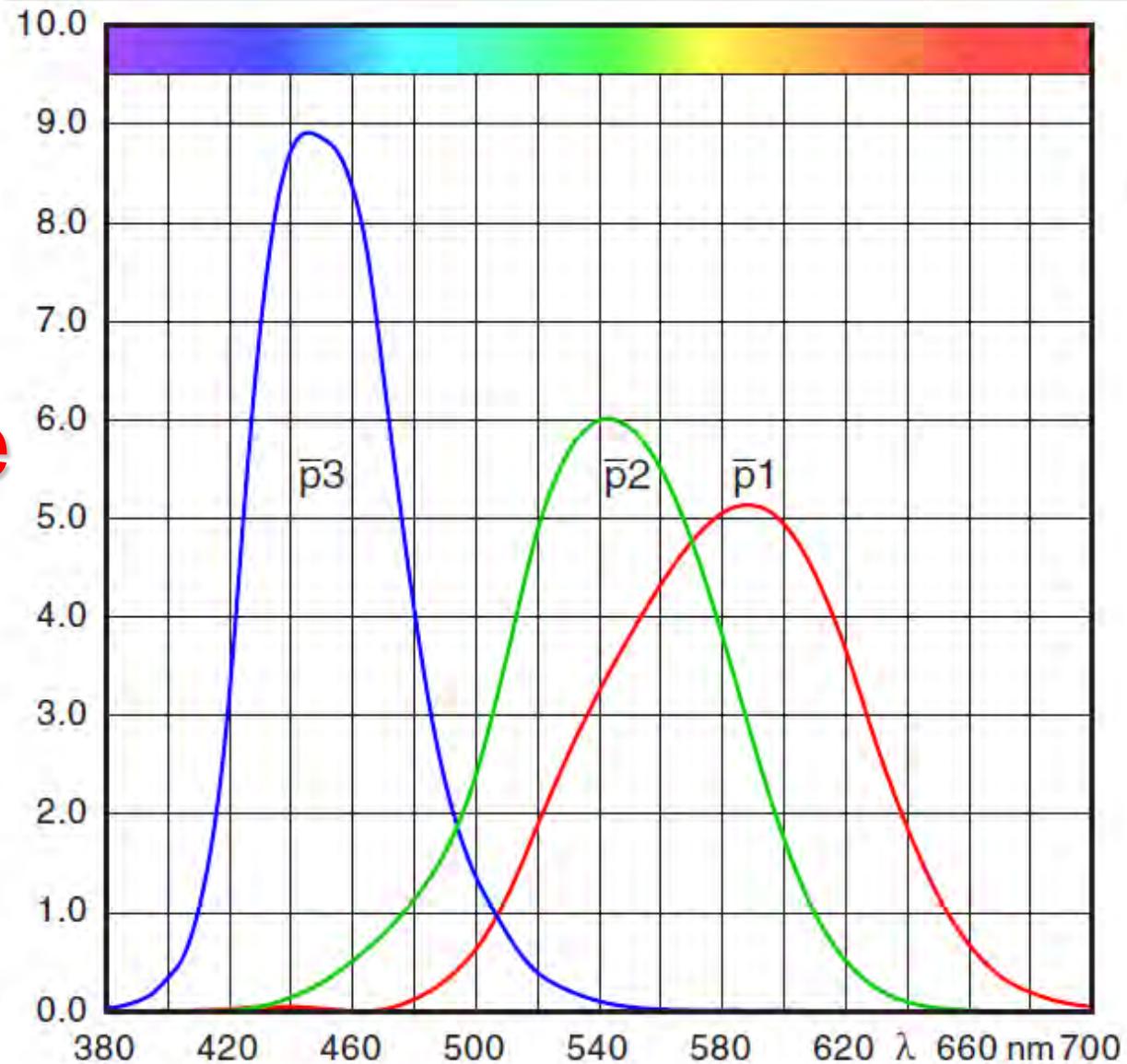
O receptor



6 milhões de cones

100 milhões de bastonetes

Sensibilidade dos cones



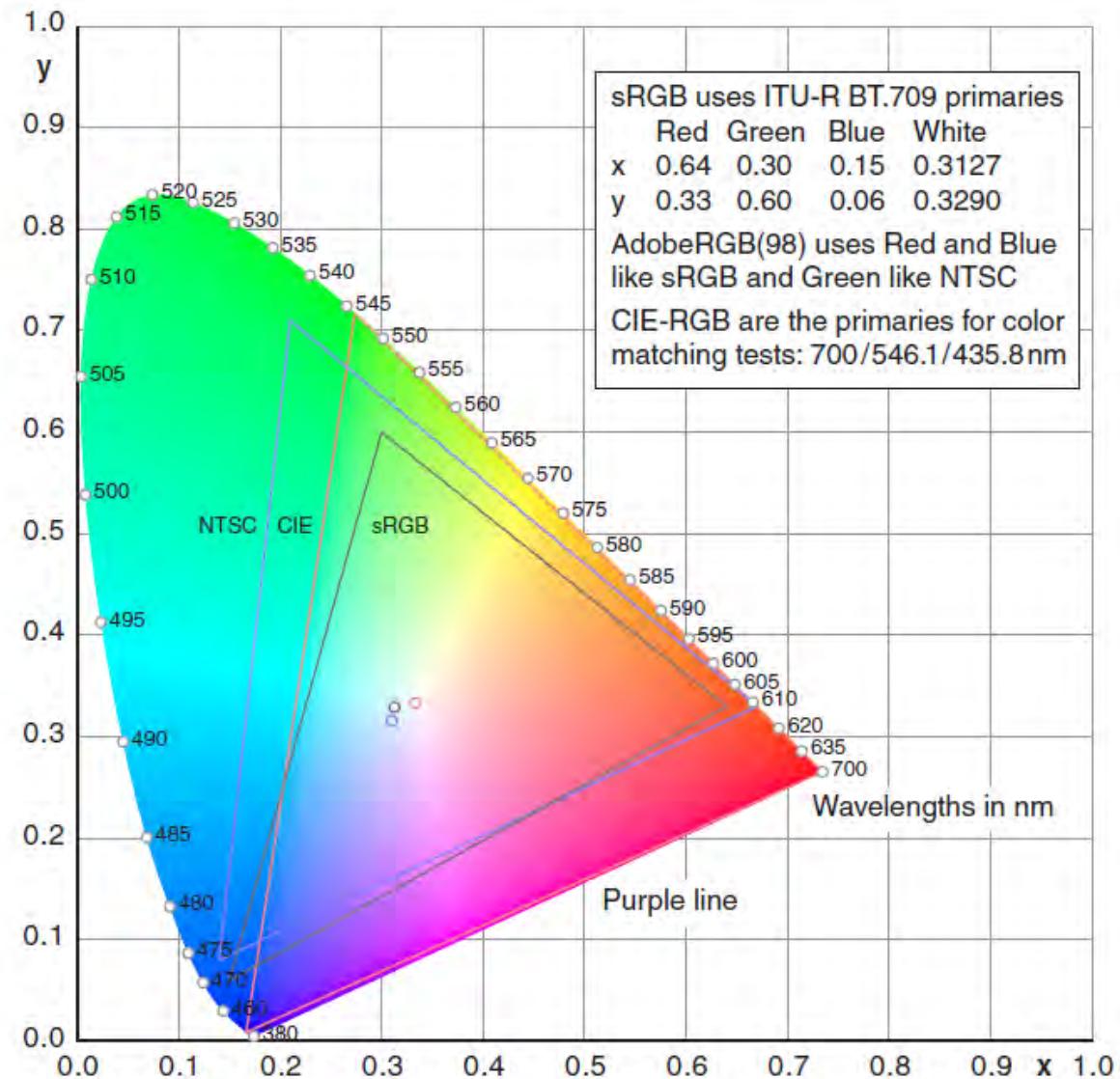
Padrões colorimétricos

- Diagrama de cromaticidades (CIE, 1931)

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

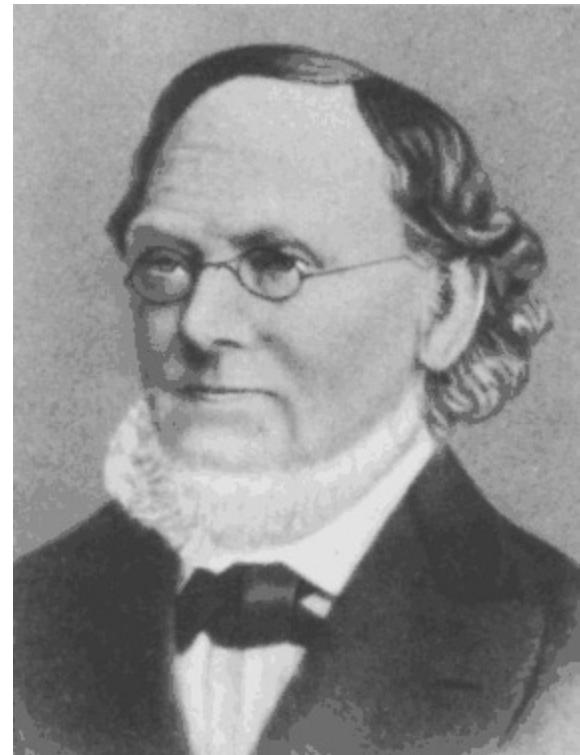
$$x + y + z = 1$$



Padrões colorimétricos

Primeira Lei de Grassmann: “Color matching”

Qualquer cor pode ser representada por uma combinação linear de outras três cores, consideradas primárias, desde que nenhuma destas possam ser representadas pelas outras duas



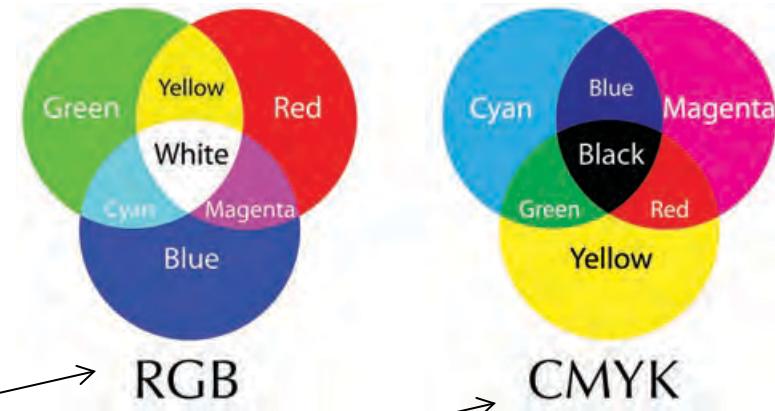
Hermann Grassmann
1809-1877

Padrões colorimétricos

Em relação à obtenção do branco:

Sistema aditivo

Sistema subtrativo



Padrões colorimétricos

- **RGB NTSC**

Cor Primária	x	y
R	0,67	0,33
G	0,21	0,71
B	0,14	0,08
branco	0,31	0,31

- **YUV**

- Obtido com uma transformação linear do RGB

$$u = \frac{2x}{6y - x + 1,5} \quad v = \frac{3y}{6y - x + 1,5} \quad y = y$$

- **YCbCr**

- Padrão criado visando o vídeo digital

Padrões colorimétricos

- $\text{RGB} \rightarrow \text{YCbCr}$
 - $\text{Y} = 0.299 \text{ R} + 0.587 \text{ G} + 0.114 \text{ B}$
 - $\text{Cb} = 0.564 (\text{B} - \text{Y})$
 - $\text{Cr} = 0.713 (\text{R} - \text{Y})$
- $\text{YCbCr} \rightarrow \text{RGB}$
 - $\text{R} = \text{Y} + 1.402 \text{ Cr}$
 - $\text{G} = \text{Y} - 0.344 \text{ Cb} - 0.714 \text{ Cr}$
 - $\text{B} = \text{Y} + 1.772 \text{ Cb}$

Imagens eletrônicas

- **Imagen estática**
 - Mapas, gráficos, etc, com baixa quantidade de movimento ($\leq 1\text{fps}$)
- **Vídeo em definição normal**
 - Vídeo com definição $\leq 0,35\text{ Mpixel}$ (640x480, 704x480, etc)
- **Vídeo em alta definição**
 - Vídeo com definição $\geq 0,9\text{ Mpixel}$ (1280x720, 1920x1080, etc)
- **Desenho auxiliado por computador (CAD)**
 - Tipicamente em alta definição (1920x1080, 1920x1200, etc)

Definição da tela

- HDTV $1280 \times 720 = 921.600$ pixels
- Full HDTV $1920 \times 1080 = 2.073.600$ pixels
- 4K $3840 \times 2160 = 8.294.400$ pixels

- WXGA $1366 \times 768 = 1.049.088$ pixels (tela computador)
- VGA $640 \times 480 = 307.200$ pixels

Padrão	Pixels H	Pixels V	Resolução Pixels/Quadro	Mega Pixel	Aspecto
Câmera comum	320	240	76.800	0,1	4:3
1 CIF NTSC	352	240	84.480	-	-
2 CIF NTSC	704	240	168.960	0,1	-
2 CIF PAL	704	288	202.752	0,2	-
VGA	640	480	307.200	0,3	4:3
4 CIF NTSC	704	480	337.920	0,3	-
4 CIF PAL	704	576	405.504	0,4	-
SVGA	800	600	480.000	0,5	4:3
XGA	1024	768	786.432	0,8	4:3
HDTV	1280	720	921.600	0,9	16:9
SXGA	1280	1024	1.310.720	1,3	5:4
UXGA	1600	1200	1.920.000	1,9	4:3
HDTV	1920	1080	2.073.360	2,0	16:9
QXGA	2048	1536	3.145.728	3,1	4:3
Câmera MP	2592	1944	5.038.848	5,0	4:3
QSXGA	2560	2048	5.242.880	5,2	5:4
Câmera MP	4000	2656	10.624.000	11,0	3:2
Câmera MP	4872	3248	15.824.256	16,0	3:2

Definição da tela

DCI
Digital Cinema Initiatives

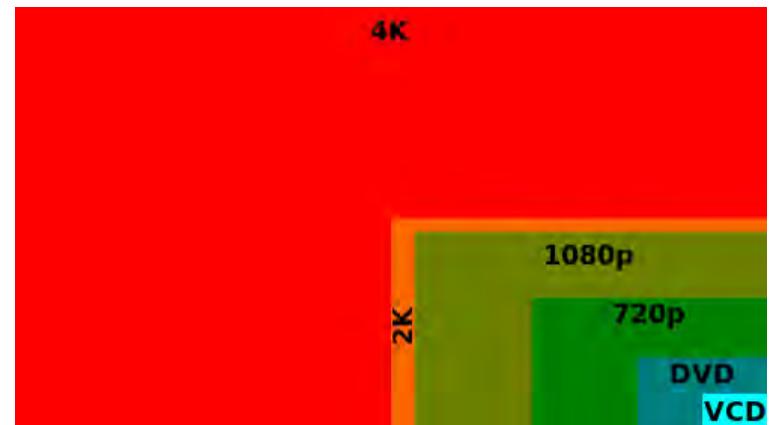
2K = 2048 x 1080

4K = 4096 x 2160

UHD
Ultra High Definition

3840 x 2160

Definição
da tela





(5 M-pix – 2592 x 1944)

Programa

- Introdução: luz, cor, resolução de imagem
- Interfaces de vídeo
- Transmissão de vídeo
- Aplicações
- Rede interna da edificação

DVI-I Dual Link
analog and digital



DVI-D Dual Link
digital only



DVI-I Single Link
analog and digital



DVI-D Single Link
digital only



PIN #	SIGNAL NAME	PIN #	SIGNAL NAME
1	TMDS Data2-	16	Hot Plug Detect
2	TMDS Data2+	17	TMDS Data0-
3	TMDS Data2/4 Shield	18	TMDSData0+
4	TMDS Data4-	19	TMDS Data0/5 Shield
5	TMDS Data4+	20	TMDS Data5-
6	DDC Clock [SCL]	21	TMDS Data5+
7	DDC Data [SDA]	22	TMDS Clock Shield
8	Analog vertical sync	23	TMDS Clock +
9	TMDS Data1-	24	TMDS Clock -
10	TMDS Data1+	C1	Analog Red
11	TMDS Data1/3 Shield	C2	Analog Green
12	TMDS Data3-	C3	Analog Blue
13	TMDS Data3+	C4	Analog Horizontal Sync
14	+5 V Power	C5	Analog GND Return: (analog R, G, B)
15	Ground (for +5 V)		

DVI

Digital Visual Interface

- DDWG – Digital Display Working Group (Intel, IBM, 5+), v1.0 @1999
- 1 ou 2 canais por conector
- Um link serial para cada cor, TMDS
- 1920 x 1200 pix =WUXGA (1 link)
- 3840 x 2400 pix (2 links)
- Pix rate máx = 165 MHz (1 link)
330 MHz (2 links)
- 15 m
- Livre de royalty

Display Port

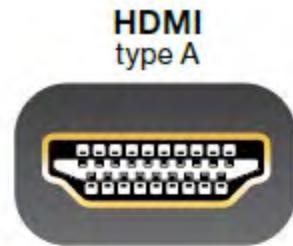
DisplayPort
source-side



PIN	FUNCTION	PIN	FUNCTION
1	ML_Lane 0 (p)	11	GND
2	GND	12	ML_Lane 3 (n)
3	ML_Lane 0 (n)	13	GND
4	ML_Lane 1 (p)	14	GND
5	GND	15	AUX CH (p)
6	ML_Lane 1 (n)	16	GND
7	ML_Lane 2 (p)	17	AUX CH (n)
8	GND	18	Hot Plug Detect
9	ML_Lane (n)	19	Return
10	ML_Lane 3 (p)	20	DP_Power

- VESA @1999
- 4 canais por conector
- $4 \times 1,62 \text{ Gbps} = 6,48 \text{ Gbps}$ (DP 1.0)
- $4 \times 5,4 \text{ Gbps} = 21,60 \text{ Gbps}$ (DP 1.2)
- $4 \times 6,48 \text{ Gbps} = 25,92 \text{ Gbps}$ (DP 1.3)
- 15 m

HDMI



High Definition Multimedia Interface

PIN	FUNCTION	PIN	FUNCTION
1	TMDS Data2+	11	TMDS Clock Shield
2	TMDS Data2 Shield	12	TMDS Clock-
3	TMDS Data2-	13	CEC
4	TMDS Data1+	14	N/C
5	TMDS Data1 Shield	15	SCL
6	TMDS Data1-	16	SDA
7	TMDS Data0	17	DDC/CEC Ground
8	TMDS Data0 Shield	18	+5V Power
9	TMDS Data0-	19	Hot Plug Detect
10	TMDS Clock+		

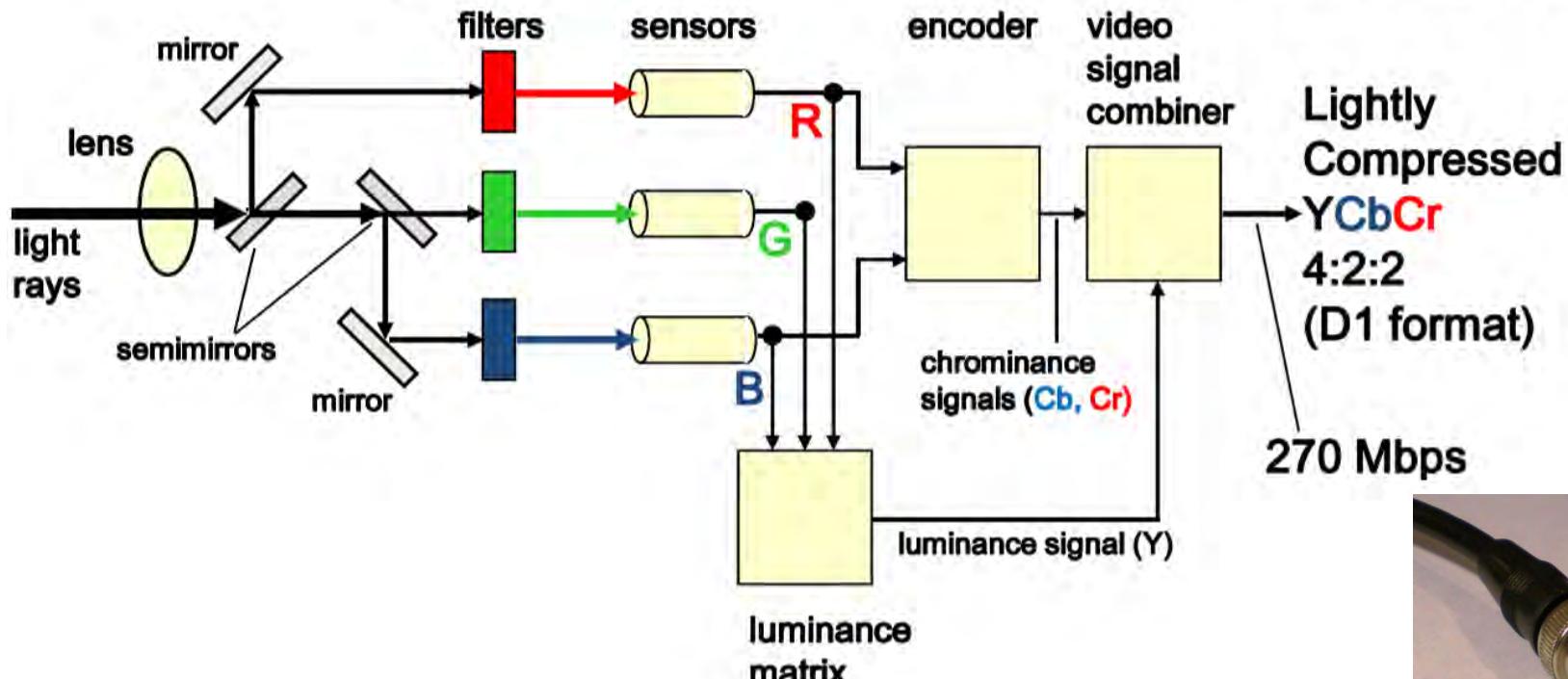
- HDMI Licencing LLC @1999
- Versão 1.4 = 10,2 Gbps
- Versão 2.0 = 18 Gbps
- m link serial para cada cor, TMDS
- 4K @50 fps (v 2.0)
- 12 m (2,25 Gbps)
- Patenteado, exige pagamento de royalty

HDMI

Descrição do recurso	Versão HDMI					
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	2.0
Codificação de vídeo YCbCr 4:4:4	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Compressão de vídeo YCbCr 4:2:2	sim	sim	sim	sim	sim	sim
True Color (24 bits por pixel)	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Áudio Linear-PCM, 192 kHz, 24 bits (8 canais)	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Blue-ray e HD DVD em resolução máxima	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Supora áudio padrão DVD	x	sim	sim	sim	sim	sim
Supora áudio super CD (DSD)	x	x	sim	sim	sim	sim
Deep Color (30 , 36 e 48 bits por pixel)	x	x	x	sim	sim	sim
Sincronismo labial (Auto lip-sync)	x	x	x	sim	sim	sim
Áudio Dolby True HD	x	x	x	sim	sim	sim
Áudio DTS HD Master	x	x	x	sim	sim	sim
Supora a transmissão de vídeo estereoscópico 3D	x	x	x	x	sim	sim
Possui um canal de dados Ethernet 100 Mbps	x	x	x	x	sim	sim
Canal de áudio reverso (Audiorreturnchannel)	x	x	x	x	sim	sim
Supora vídeo com resolução 4k a 30 fps	x	x	x	x	sim	sim
Supora vídeo com resolução 4k a 60 fps	x	x	x	x	x	sim
Codificação de vídeo YCbCr 4:2:0	x	x	x	x	x	sim
Supora 32 canais de áudio	x	x	x	x	x	sim
Áudio de ultra alta fidelidade (1536 kHz)	x	x	x	x	x	sim
Transmite dois canais de vídeo a 2 destinos	x	x	x	x	x	sim
Transmite 4 canais de áudio a destinos distintos	x	x	x	x	x	sim
Supora aspecto 21:9	x	x	x	x	x	sim
Data do Lançamento ==>	2002	2004	2005	2006	2009	2013
Taxa máxima [Gbps] ==>	4,95		10,2		18	

SDI e HD-SDI

RGB input



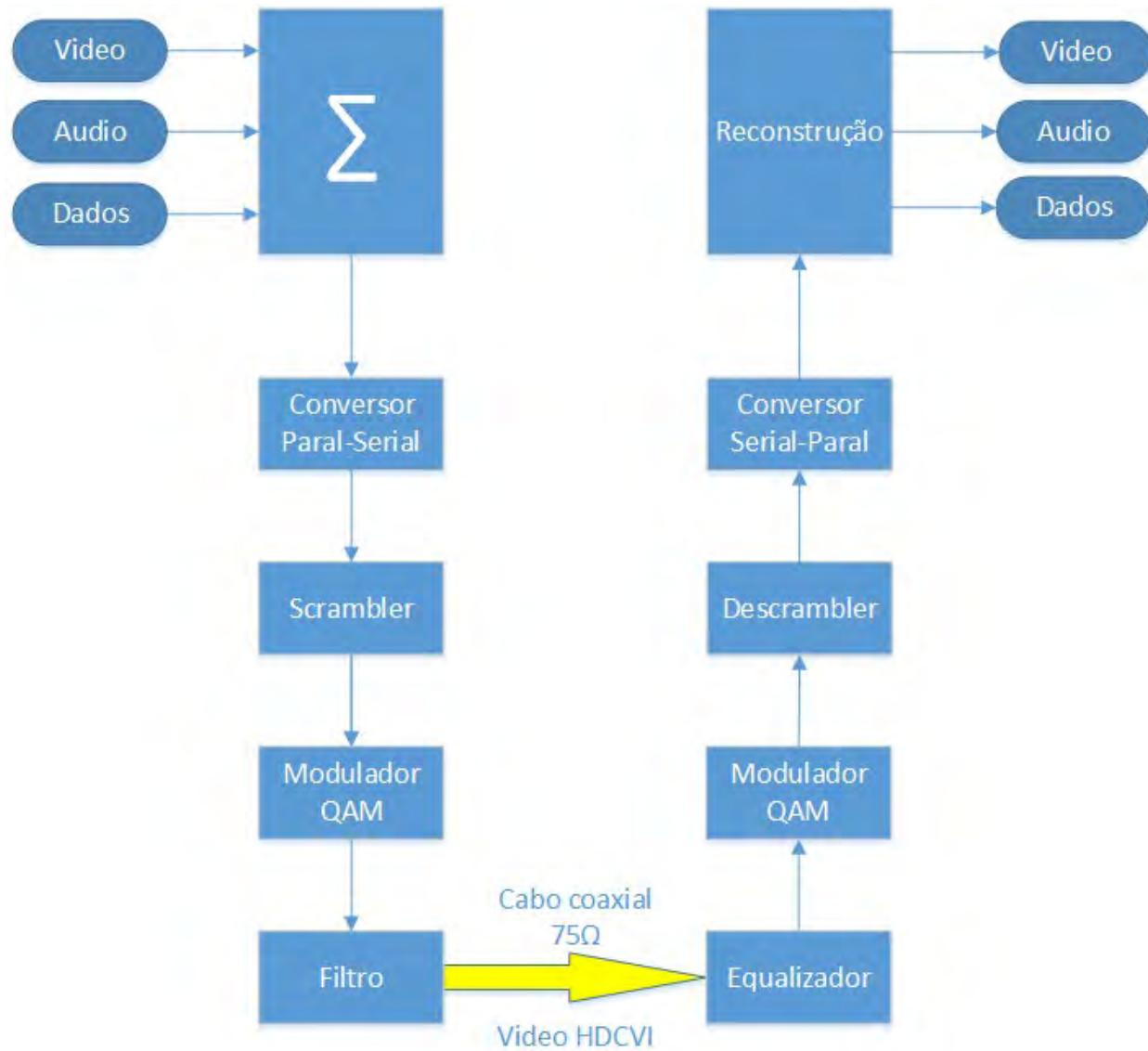
SDI e HD-SDI

STANDARD	NAME	DATA RATE	VIDEO FORMAT	COLOR ENCODING	COAX DISTANCES
SMPTE 259M-C	SDI	270 Mb/s	480i, 576i	4:2:2 YCbCr	300 meters
SMPTE 292M	HD-SDI	1.485 Gb/s	720p, 1080i, 1080p/30	4:2:2 YCbCr	100 meters
SMPTE 372M	Dual Link HD-SDI	2.97 Gb/s	1080p/60, 2K	various	100 meters
SMPTE 424M	3G-SDI	2.97 Gb/s	1080p/60, 2K	various	100 meters

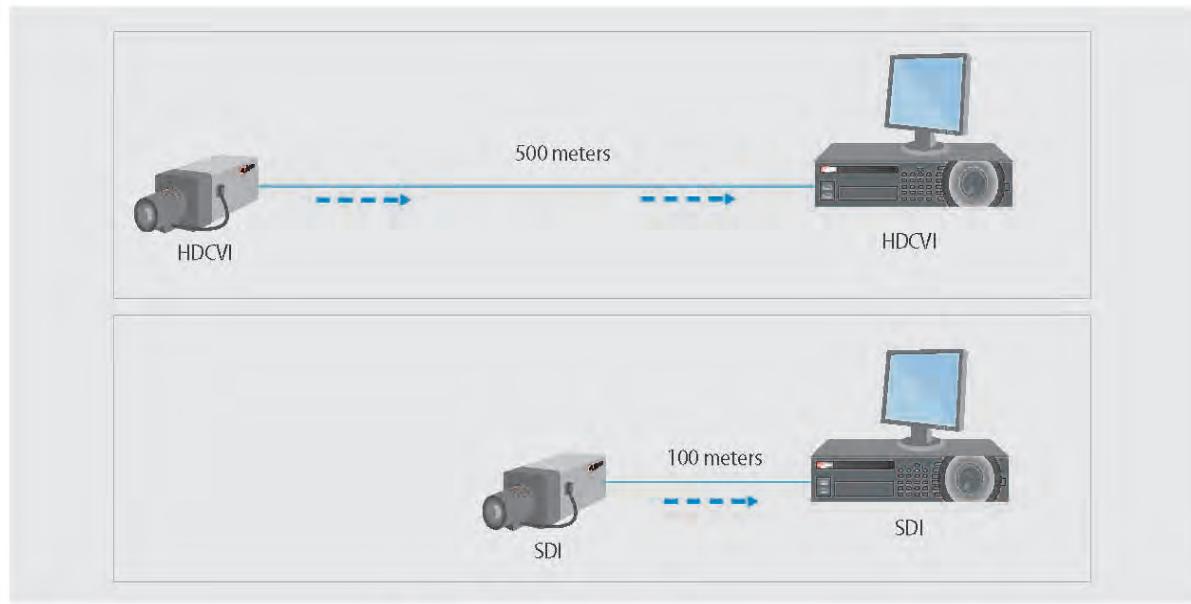
Society of Motion Picture and Television Engineers

Fabio Montoro





HDCVI



HDCVI

Figure 3 Contrast on Transmission Distance

Conversão

Tabela de conversão entre formatos

	VGA	DVI-I	DVI-D	HDMI	DisplayPort	SDI
VGA	Compatible	Mechanical Adapter	Electronic Conversion ³	Electronic Conversion ³	Electronic Conversion ³	Electronic Conversion ³
DVI-I		Compatible	Mechanical Adapter ⁴	Mechanical Adapter ^{2,4}	Dual-mode Adapter ^{1,2,4}	Electronic Conversion ³
DVI-D			Compatible	Mechanical Adapter ²	Dual-mode Adapter ^{1,2}	Electronic Conversion ³
HDMI				Compatible	Dual-mode Adapter ^{1,2}	Electronic Conversion ³
DisplayPort					Compatible	Electronic Conversion ³
SDI						Compatible

Programa

- Introdução: luz, cor, resolução de imagem
- Interfaces de vídeo
- Transmissão de vídeo
- Aplicações
- Rede interna da edificação

Requisitos

Resolução

Compressão

Taxa de
transmissão

Alcance

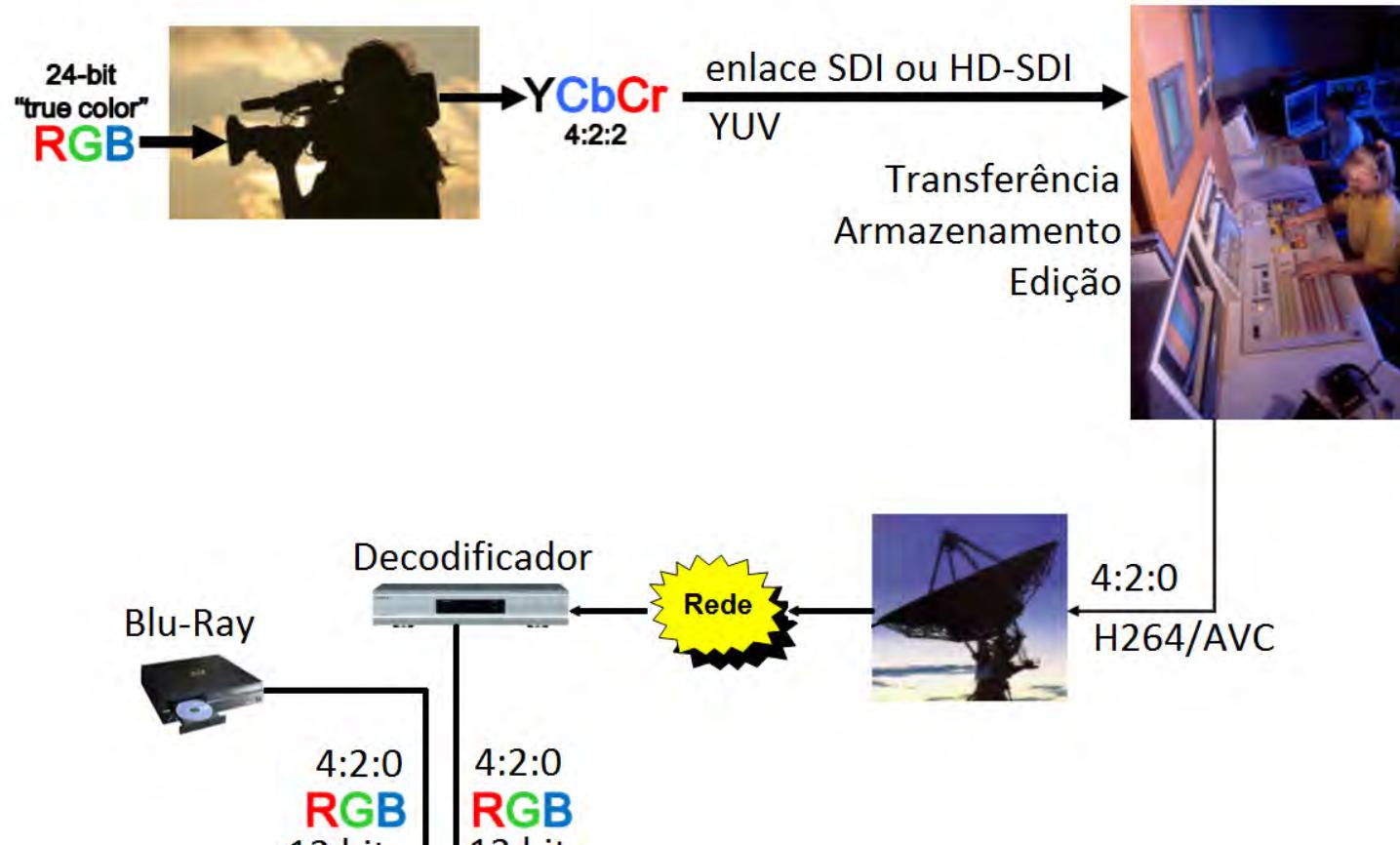
Latência

Multiplexação

Roteamento

Controles

Segurança



Fabio Montoro

Taxa de transmissão

$$T = (resolução) \cdot (bits/cor) \cdot (3) \cdot (refresh) \cdot (fator - de - blank)$$

Monitor LCD **WXGA** , 8 bits/cor com fator de blank igual a 5%:

$$Tx = 1.049.088 \times 8 \times 3 \times 60 \text{ Hz} \times 1,05 \approx \mathbf{1,59 \text{ Gbps}}$$

Full HDTV com 12 bits/cor (deep color):

$$Tx = 2.073.600 \times 12 \times 3 \times 60 \text{ Hz} \approx \mathbf{4,48 \text{ Gbps}}$$

Taxa de transmissão

Blu-Ray WQXGA com 16 bits/cor (deep color):

$$Tx = 1.920 \times 1080 \times 16 \times 3 \times 59,94 \text{ Hz} \approx 5,97 \text{ Gbps}$$

$$5,97 \text{ G bit/s} \times 1,5 \text{ horas} \approx 322 \text{ Terabits} \approx 40 \text{ TB}$$

Como este volume de dados pode caber em um disco Blu-Ray de hoje, que possui capacidade para apenas 50 GB, se for de 2 layers ou 128 GB se for de 4 layers ??

Compressão

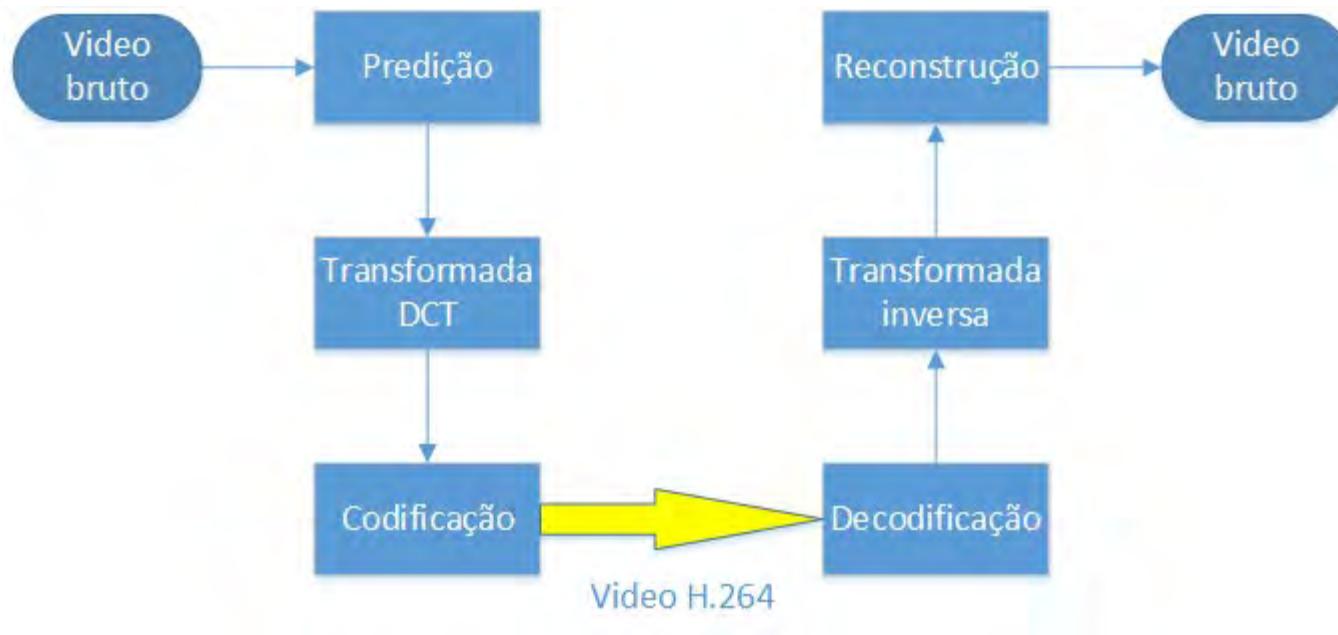
Sem perda de informação

ZIP, PNG (Portable Network Graphics)

Com perda de informação

MPEG-2, H.264, H.265, MP3, AAC

H.264



ITU-T, 2003

Fabio Montoro

Latência

Aplicação	Requisito	Δt máximo
Cirúrgica	Controle de equip cirúrgico	0
Tática	Homem-máquina crítica	≤ 50 ms
Controle	Homem-máquina controle	≤ 100 ms
Video	Conferência	≤ 200 ms
Video	Contribuição tempo real	≤ 500 ms
Video	Monitoramento	≤ 1 s
Video	Web cast	≤ 5 s
Video	Sob demanda	≤ 10 s

Alcance

Vídeo DVI com 1920 x 1200 pixels

Cabo DVI

 5 m

Cabo UTP

 100 m

Fibra multimodo

 2 km

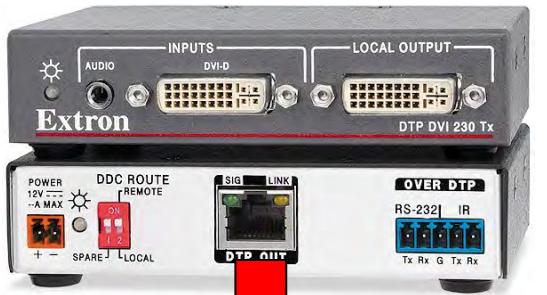
Fibra monomodo

 30 km

Rede IP

 Ilimitado

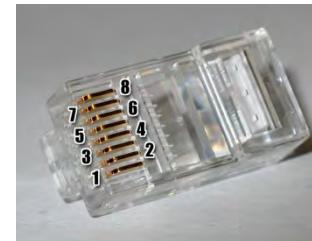
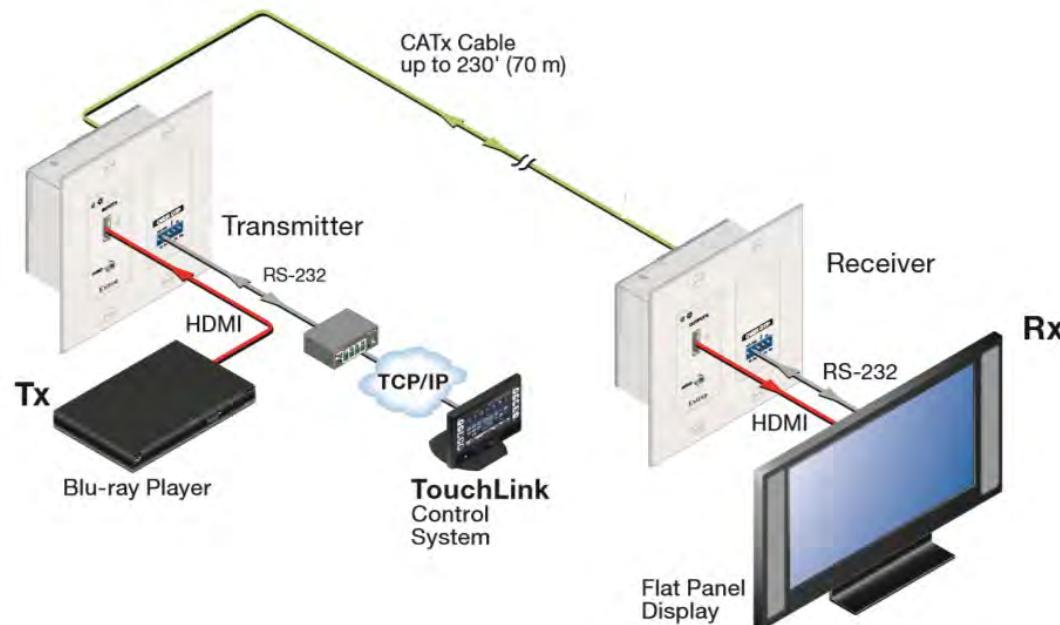
Transmissão via cabo F/UTP



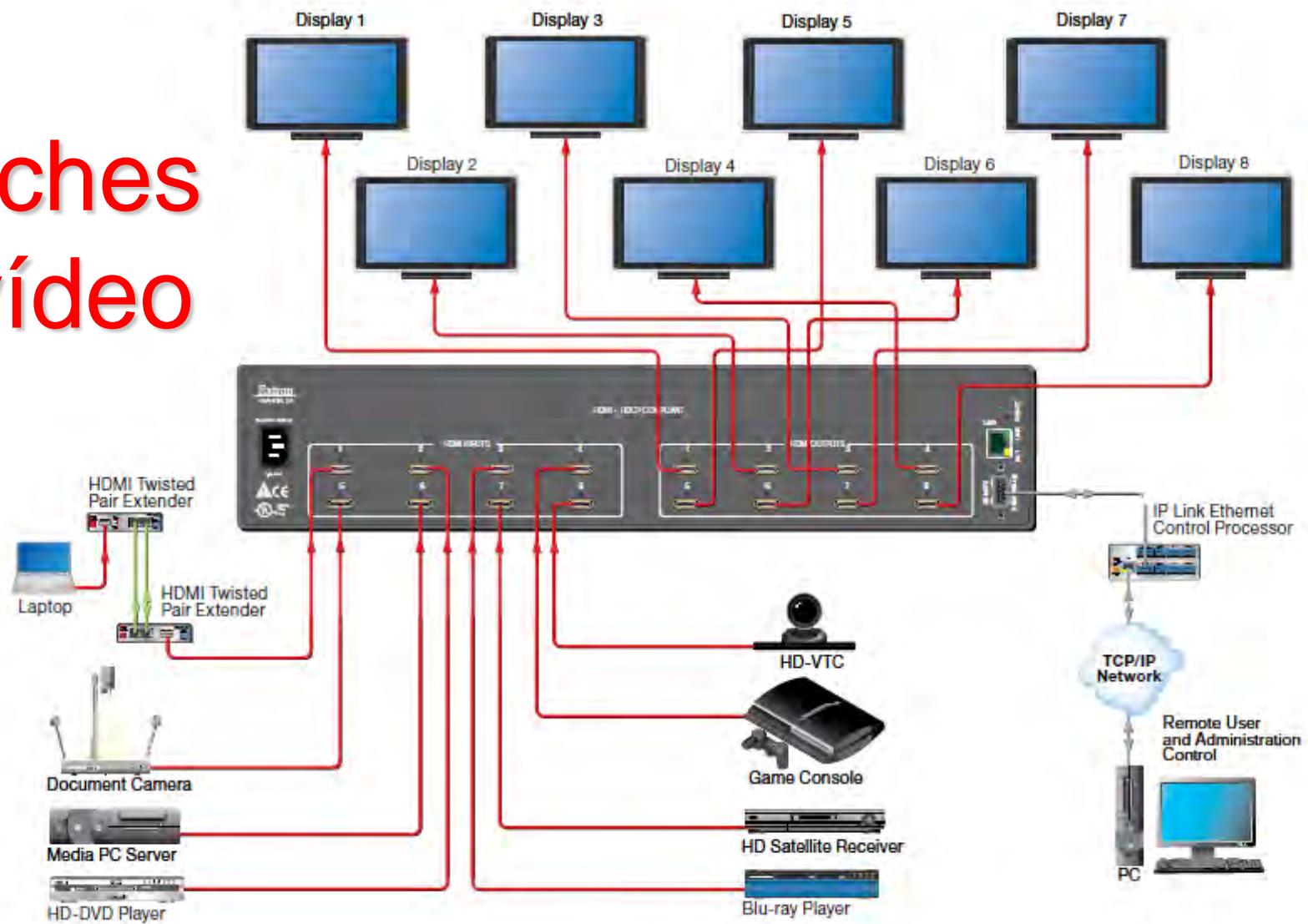
ULTRA HD
Ultra High Definition



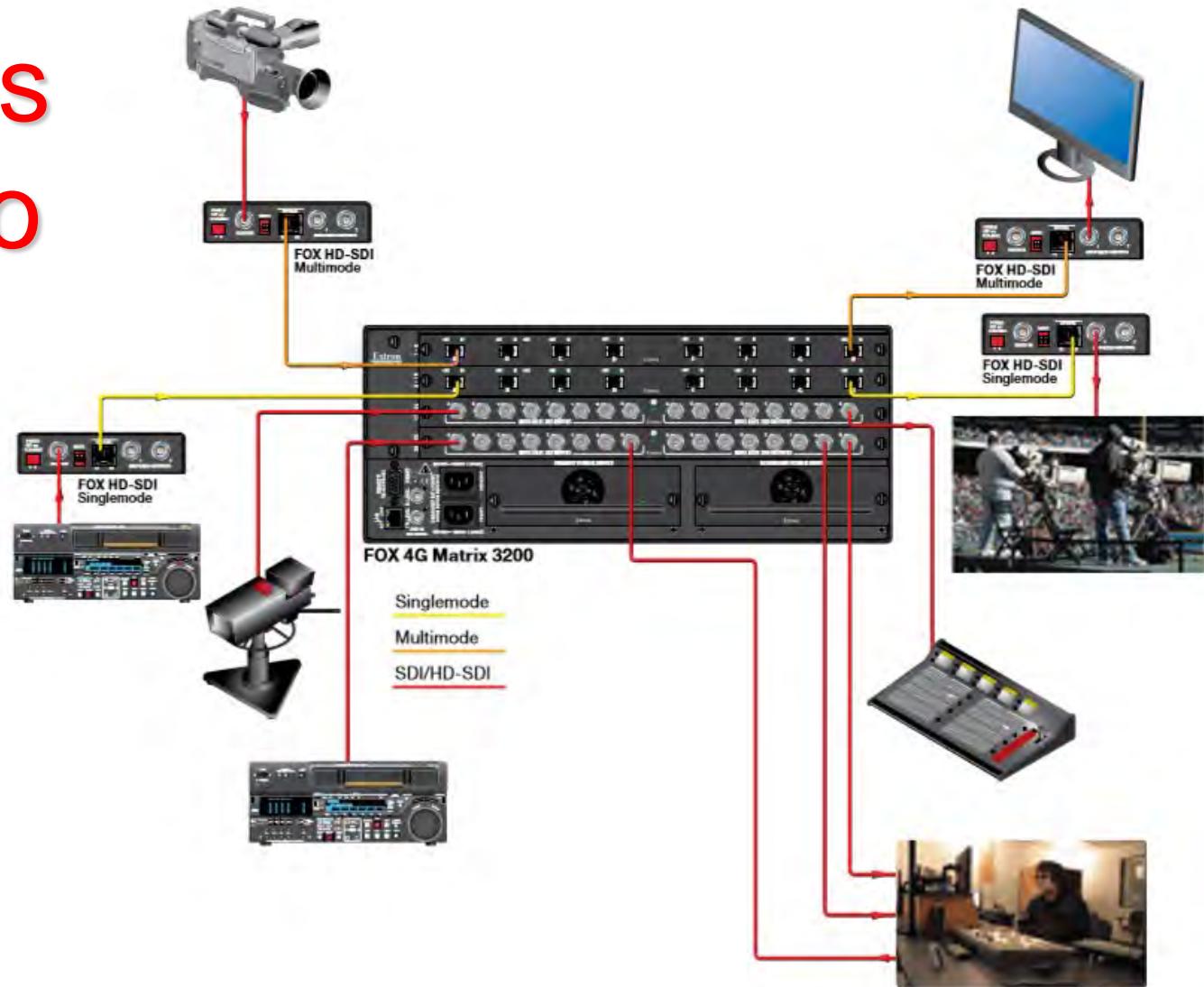
Transmissão via cabo F/UTP



Switches de vídeo



Switches de vídeo



Protocolos especiais

EDID

Extended Display Identification Data

- Protocolo de comunicação entre display e fonte
- Display informa suas características (resolução nativa, tamanho físico da tela, padrão de cores, data de fabricação, ...)
- Fontes: HDTV, DVD e BluRay players, placa gráfica de computador, console de jogos, etc...
- Especificado para DVI, DisplayPort e HDMI
- EDID 1.3 = 128 Bytes
- EDID 2.0 = 256 Bytes

DRM

Digital Rights Management

- Procedimento de segurança utilizado pelo proprietário dos direitos autorais para restringir o uso a quem pagou por eles.
- Evitar a cópia e reprodução
- Música e vídeo sob a forma DIGITAL
- Os dois sistemas mais comuns:
 - HDCP = High-bandwidth Digital Content Protection
 - AACS = Advanced Access Content System

HDCP

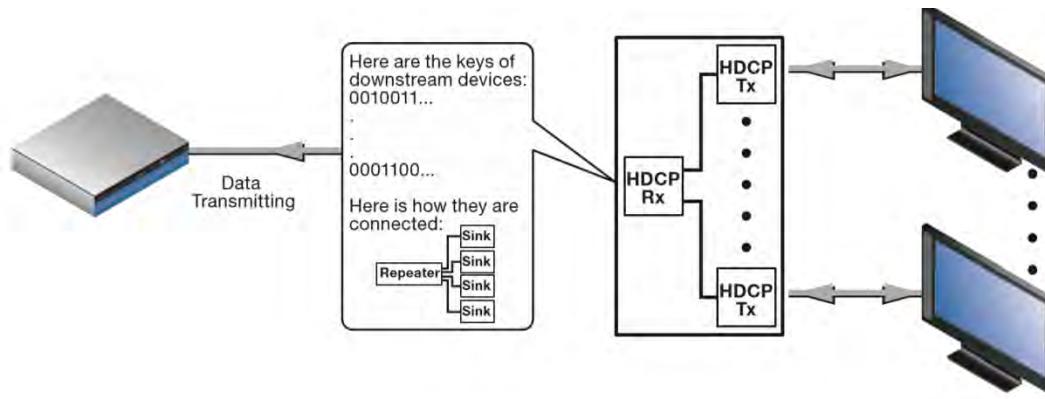
High-bandwidth Digital Content Protection

- Criptografia com troca de chaves:
 - Monitor e fonte fornecem suas chaves públicas
 - Ambos calculam a chave secreta usando as respectivas chaves privadas
 - Fonte testa alguns dados do monitor
 - Estando ok, a fonte envia o conteúdo criptografado

HDCP

High-bandwidth Digital Content Protection

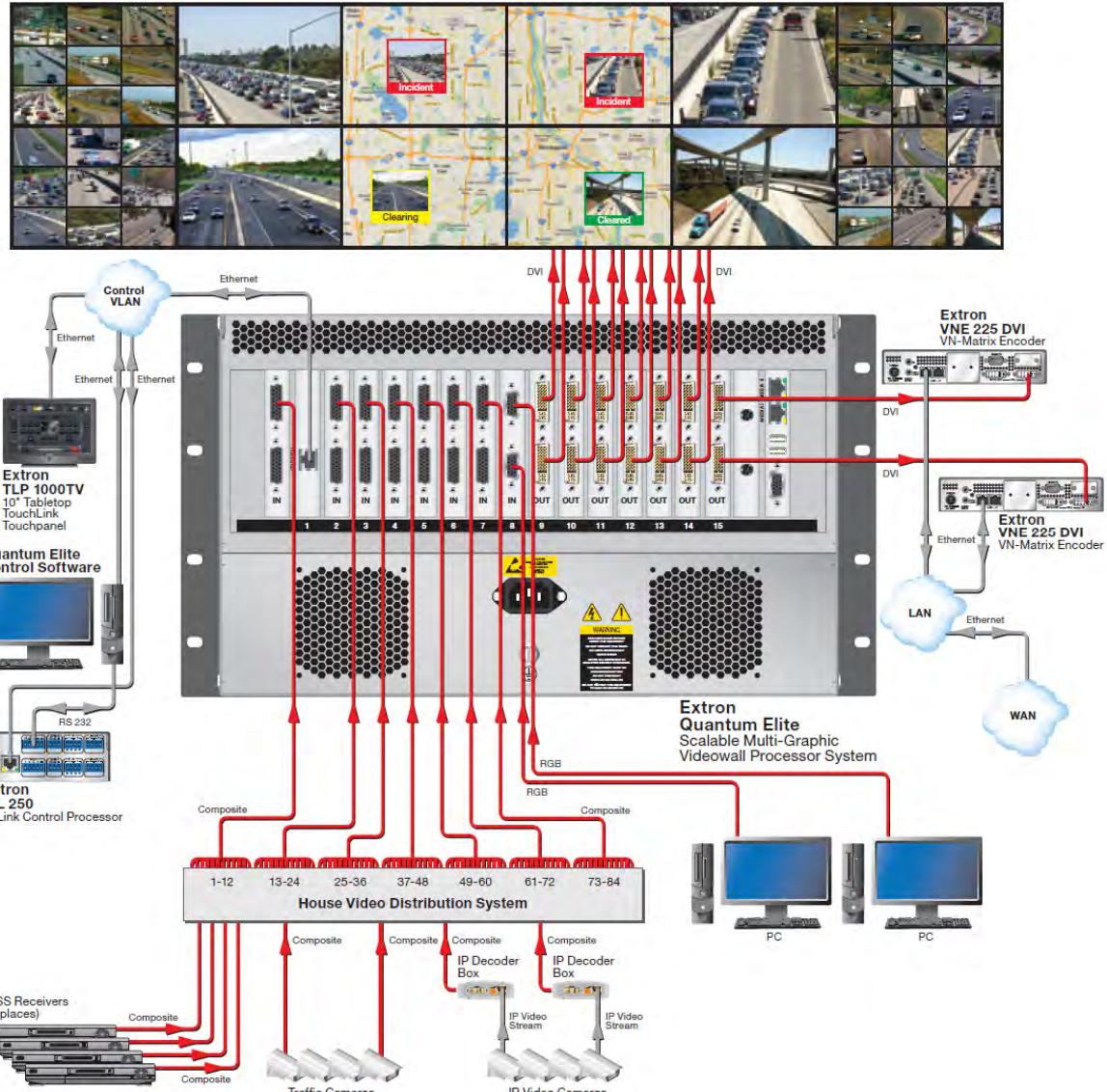
- Se o receptor for um repetidor ele informa isso para a fonte durante a troca de dados iniciais
- Repetidor informa a lista de destinatários



Programa

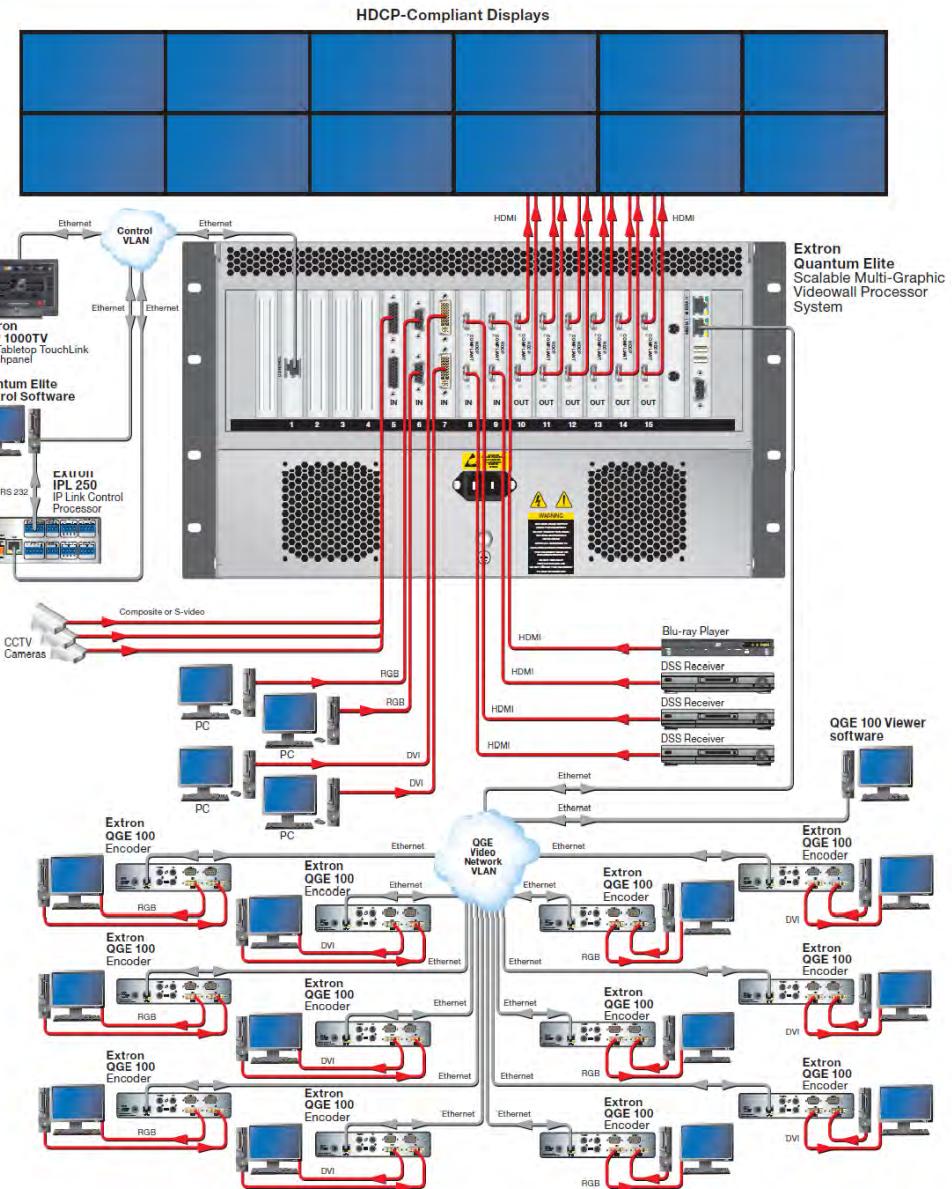
- Introdução: luz, cor, resolução de imagem
- Interfaces de vídeo
- Transmissão de vídeo
- Aplicações
- Rede interna da edificação

Gerencia- mento de Tráfego



Fabio Montoro

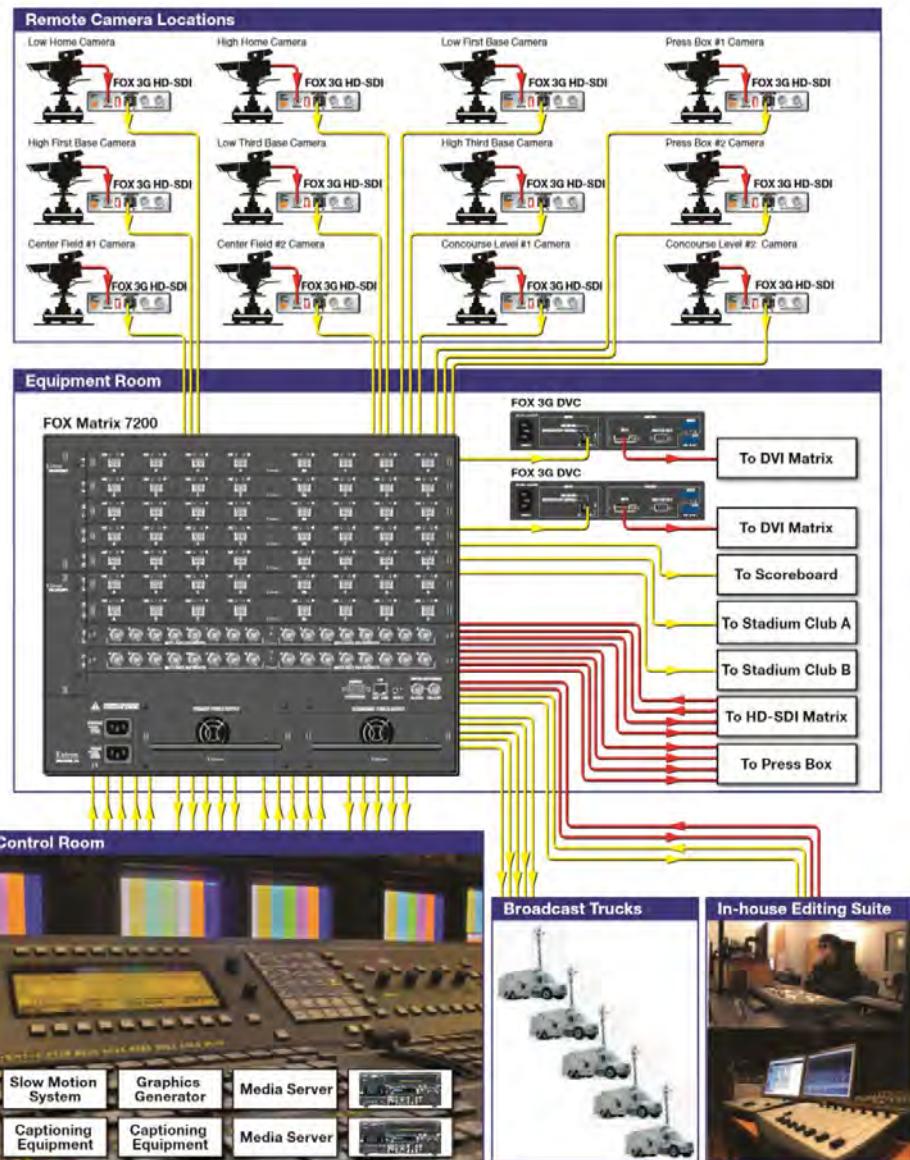
Centro de Controle



Fabio Montoro

rbox
networking

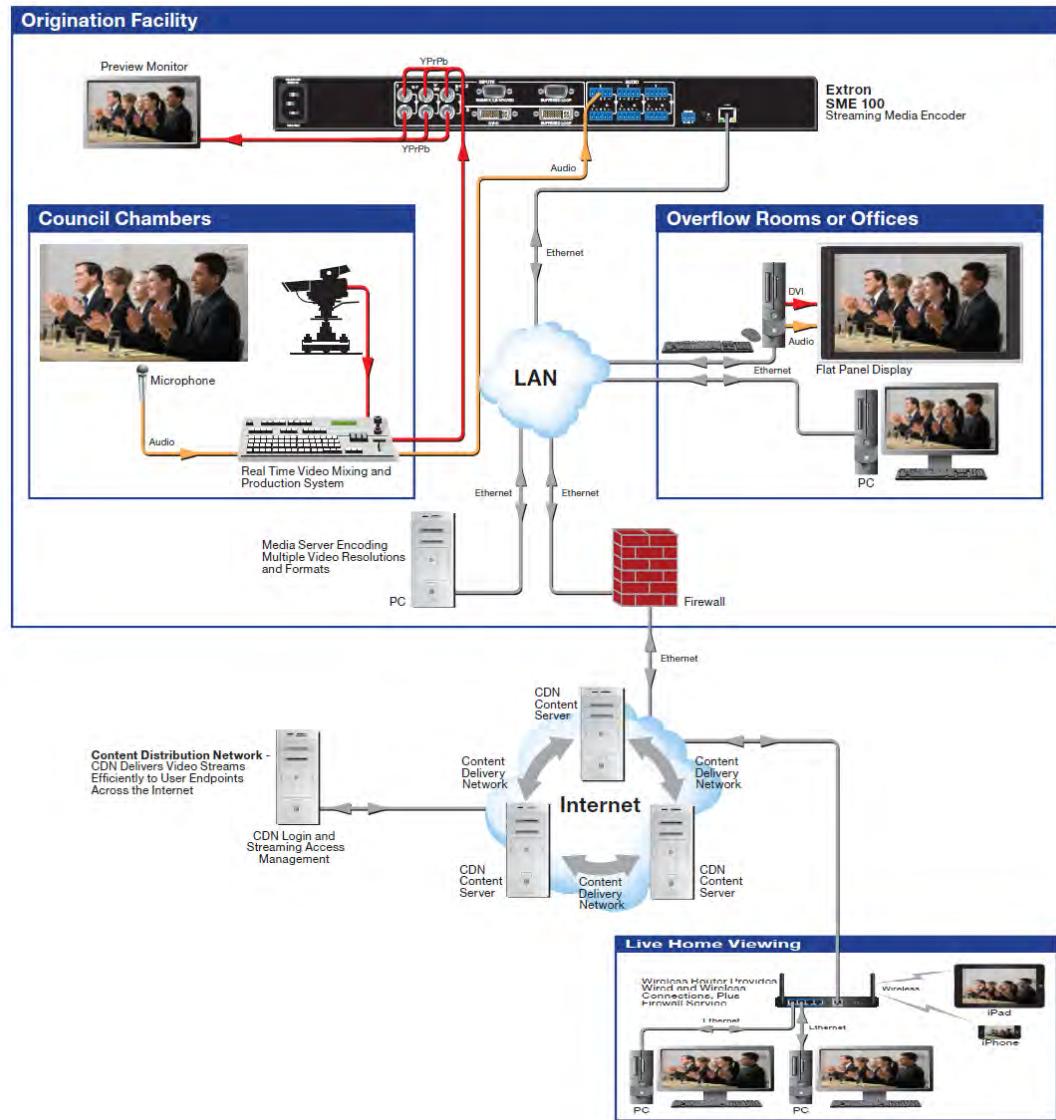
Estádio



Fabio Montoro

rbox
networking

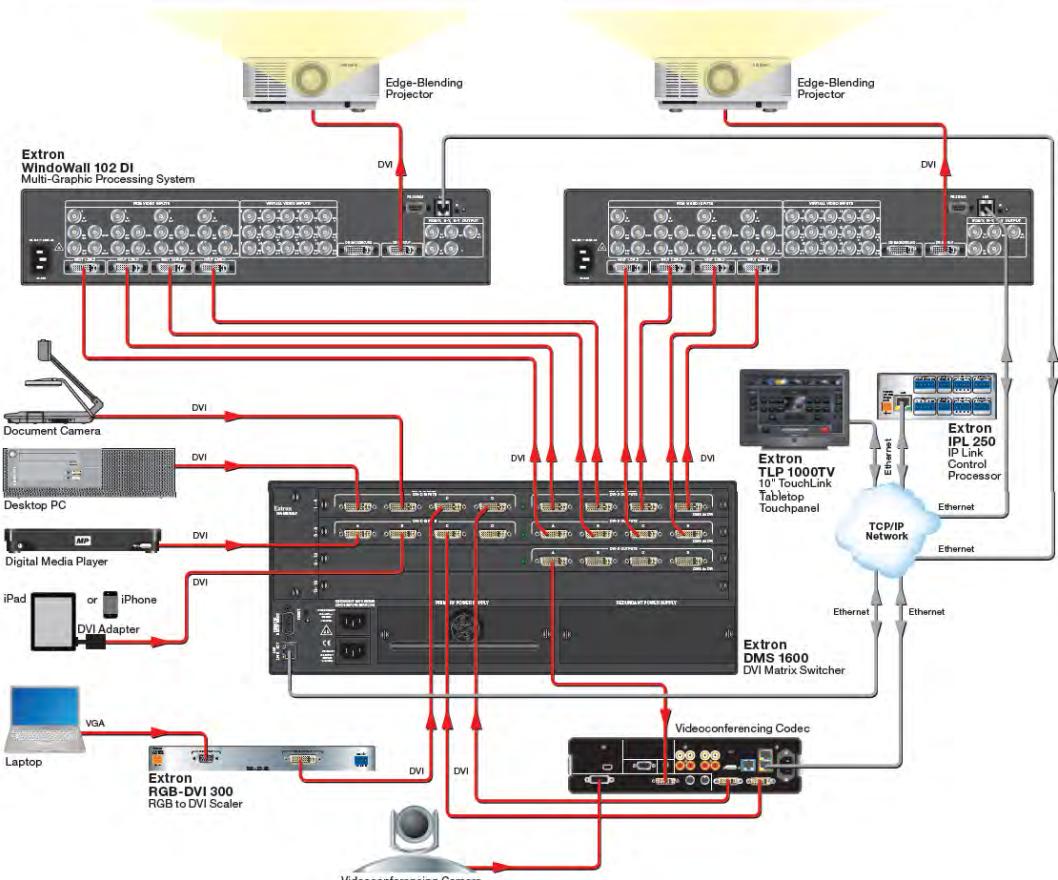
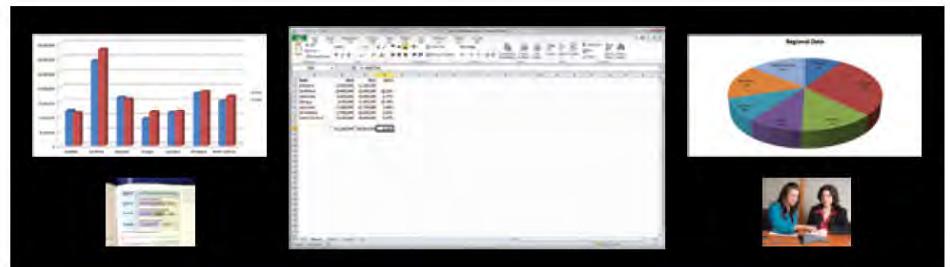
Evento pela Internet



Fabio Montoro

rbox
networking

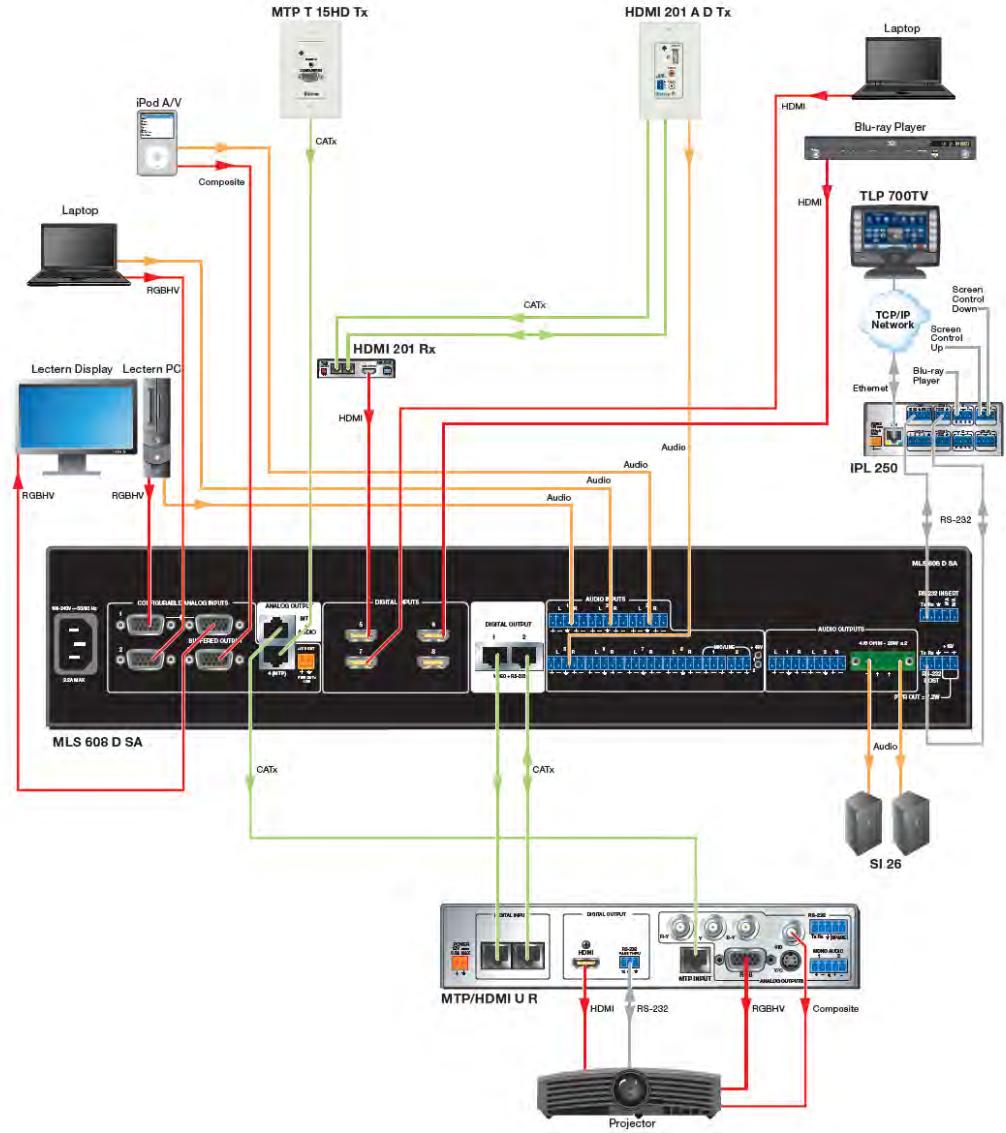
Sala de reunião



Fabio Montoro

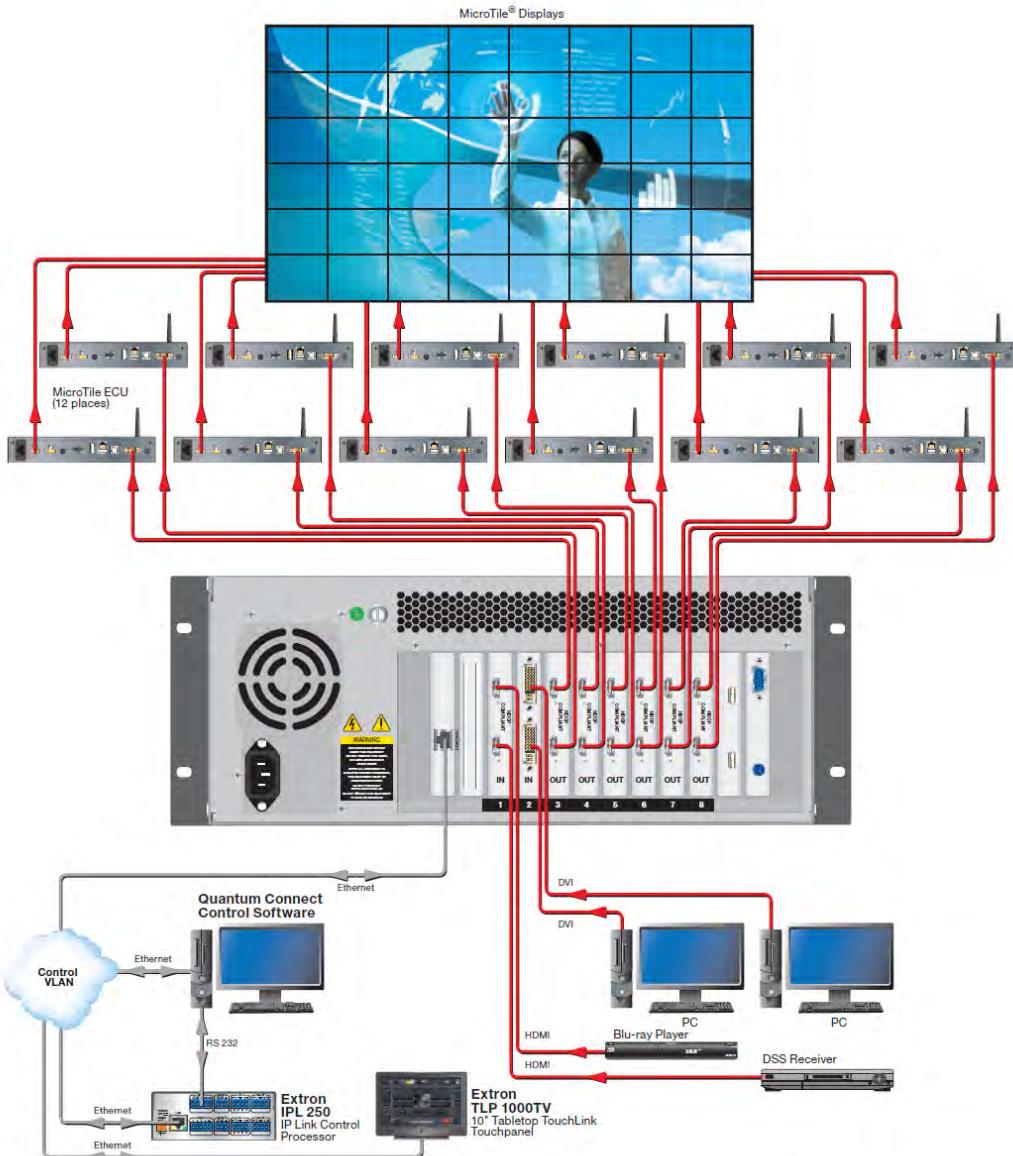
rbox
networking

Sala de aula



Fabio Montoro

Recepção



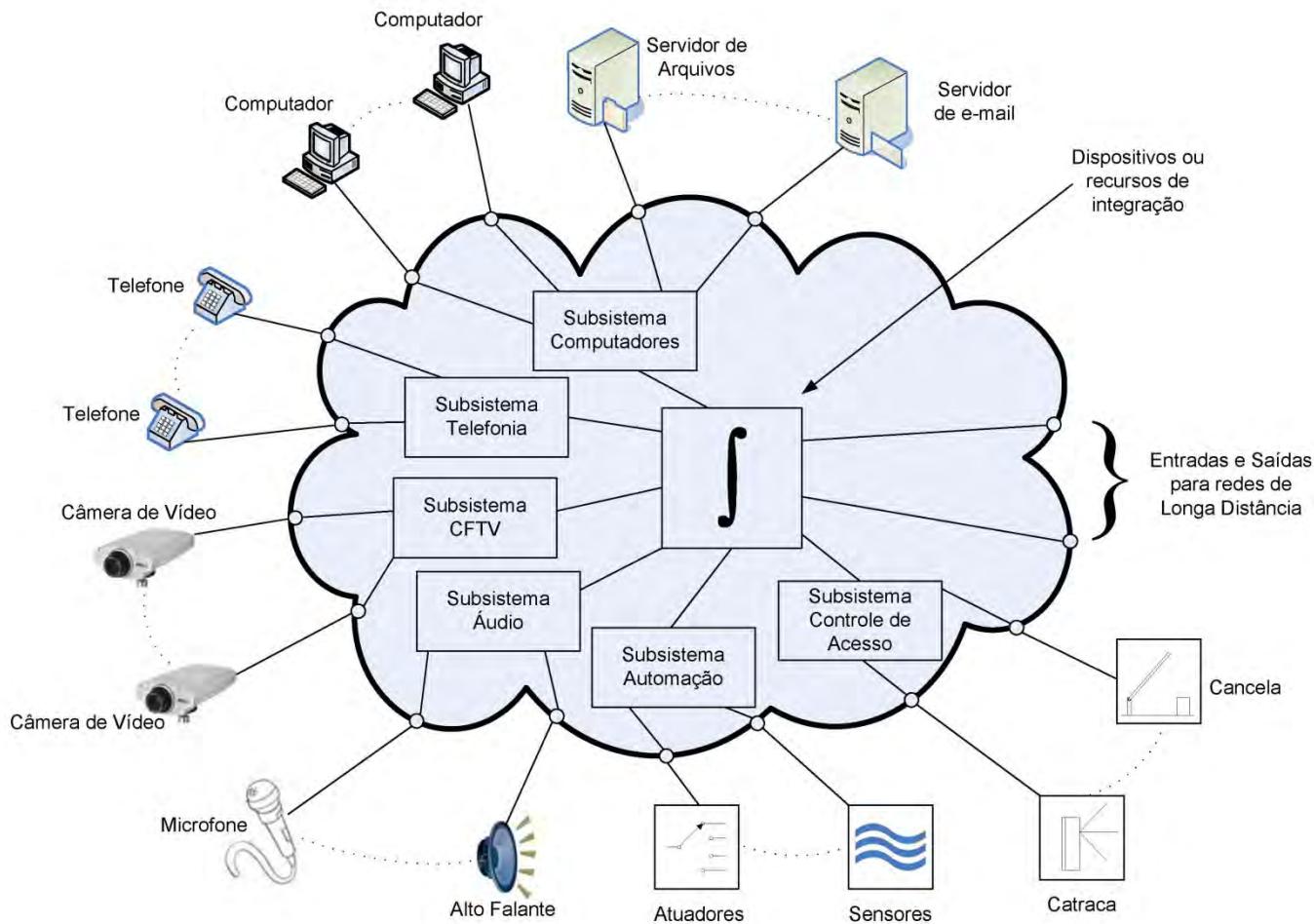
Fabio Montoro

rbox
networking

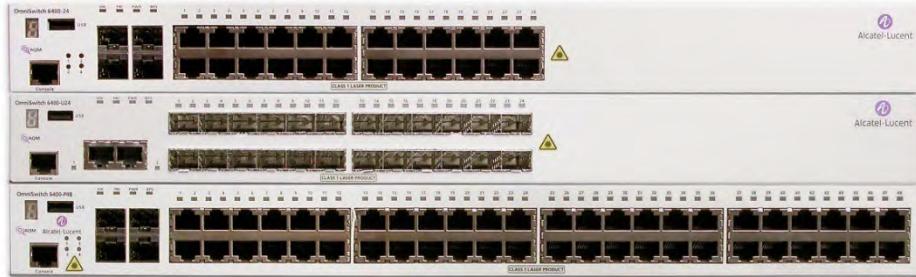
Programa

- Introdução: luz, cor, resolução de imagem
- Interfaces de vídeo
- Transmissão de vídeo
- Aplicações
- **Rede interna da edificação**

Visão integrada



Switch Ethernet



Rede sem fio



Segurança



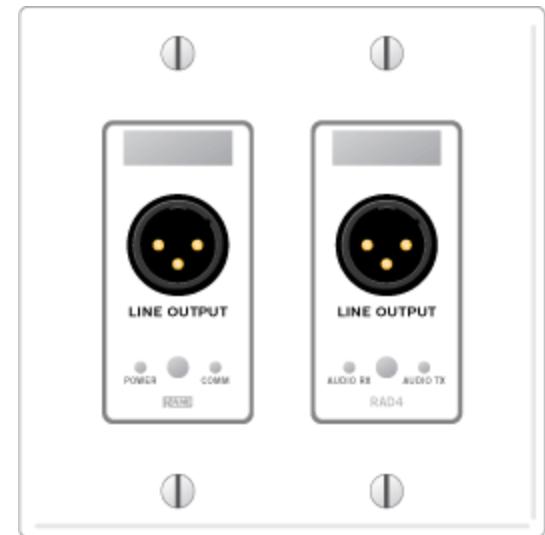
Roteamento de áudio



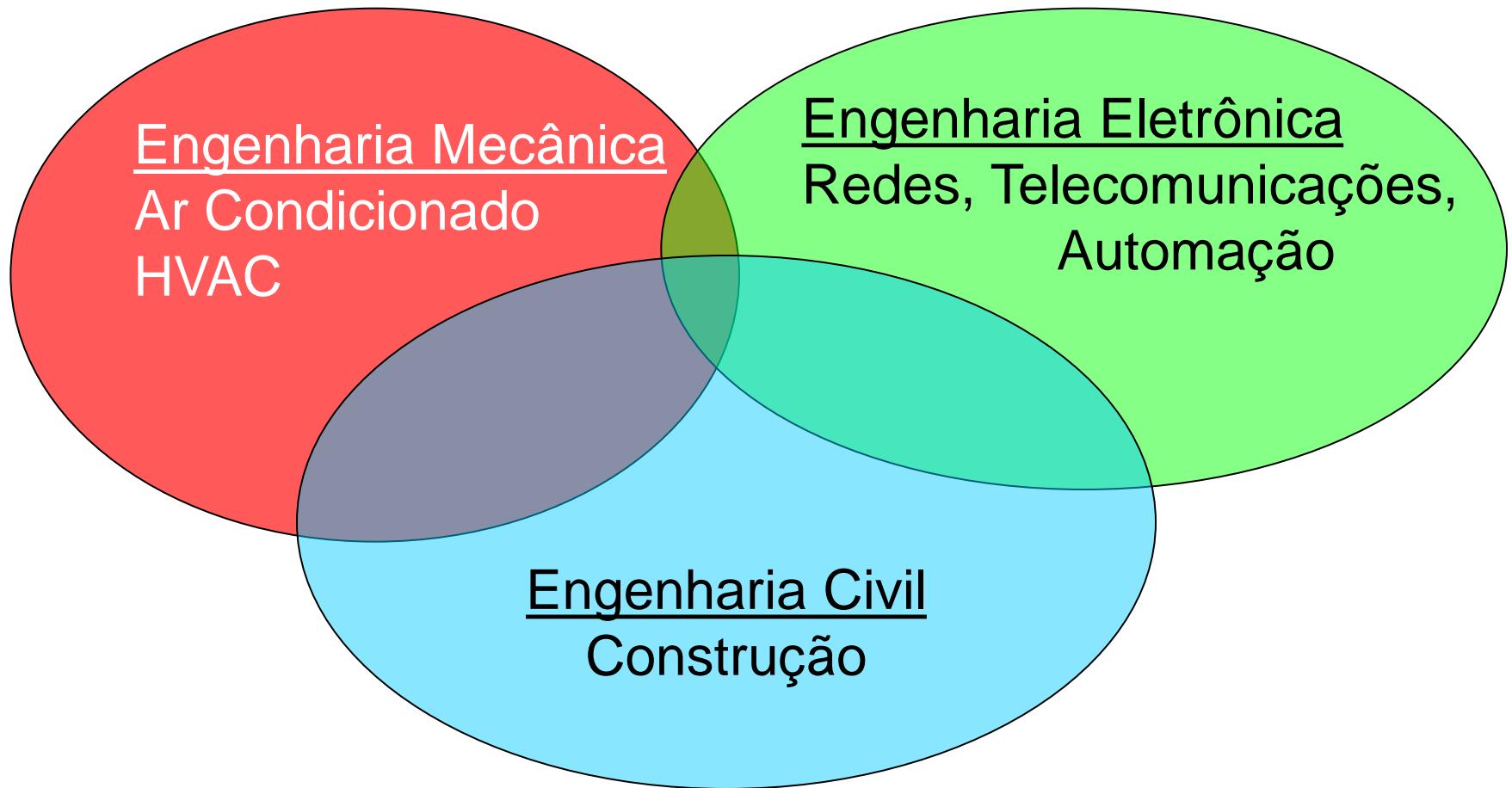
Sistema de avisos



Terminações de áudio



Disciplinas

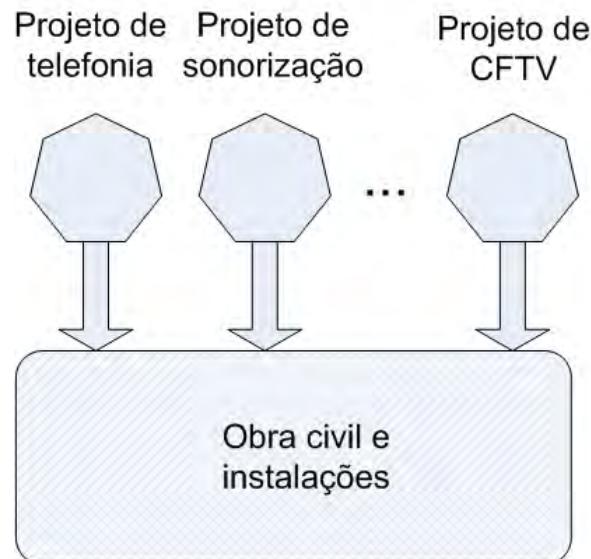


Eventos, disciplinas e responsabilidades

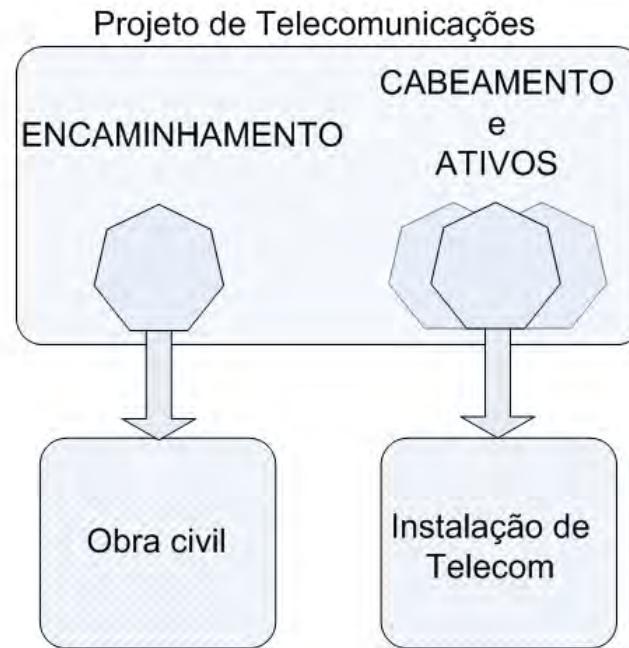
	Disciplinas →	Edificações		Telecom		
	Elementos→	Espaços	Encaminhamentos	Cabeamento	Ativos	
Projetistas	Arquiteto	✓				
	BAS				✓	✓
	Redes			✓	✓	✓
Instaladores	Construtora	✓	✓			
	Instaladora				✓	✓

One Shot Design

METODOLOGIA TRADICIONAL



ONE SHOT DESIGN



Obrigado

fmontoro@rbox.com.br

(61) 99983-6706