

Percepção Visual

PTC2547 – Princípios de Televisão Digital

Guido Stolfi – 8/2017



Elementos de Neurologia: impulsos nervosos

Fisiologia do Olho Humano

Características da Visão

Mecanismo da formação da imagem

Percepção de Intensidade e Fator Gama

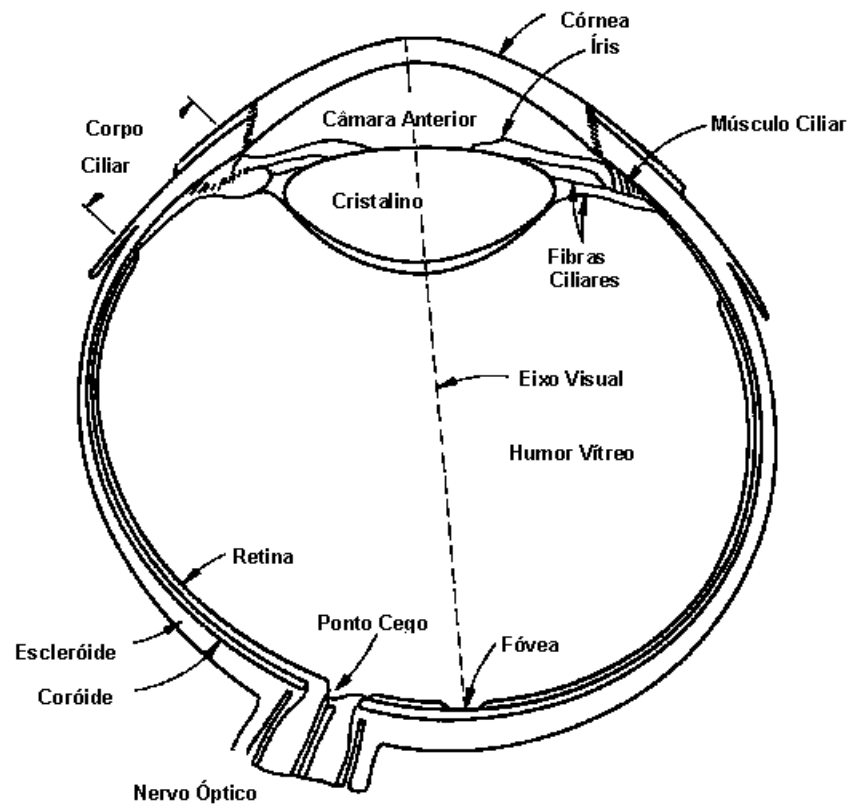
Resolução Espacial

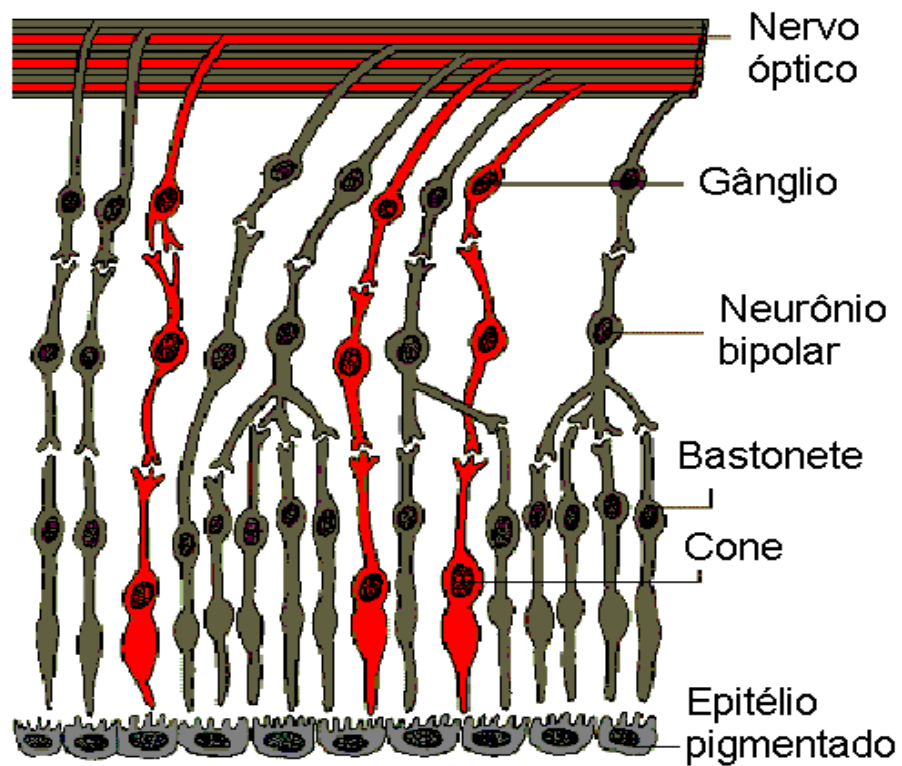
Resolução Temporal e Cintilação

Percepção de Movimento

Percepção de Distância

Ilusões Ópticas



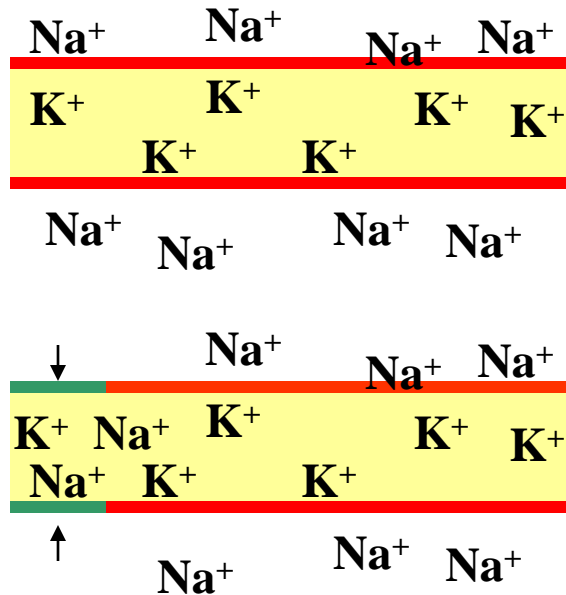


- 7.000.000 de Cones – células sensíveis à intensidade e à cor (visão Fotópica)
- 130.000.000 de Bastonetes – sensíveis apenas à intensidade (Visão Escotópica)
- 1.000.000 de fibras nervosas no Nervo Óptico
- Fisiologicamente, é uma extensão do córtex cerebral

- Área central da retina ($\sim 2 \text{ mm}^2$), responsável pela Visão Central
- Abrange ângulo visual de ~ 2 graus
- Resolução Angular para Luminância: 1 a 2 minutos de grau (1 a 2 mm x 3 metros)
- Resolução Angular para Crominância: 5 a 10 minutos de grau
- Frequência Crítica de Cintilação: 40 a 85 Hz

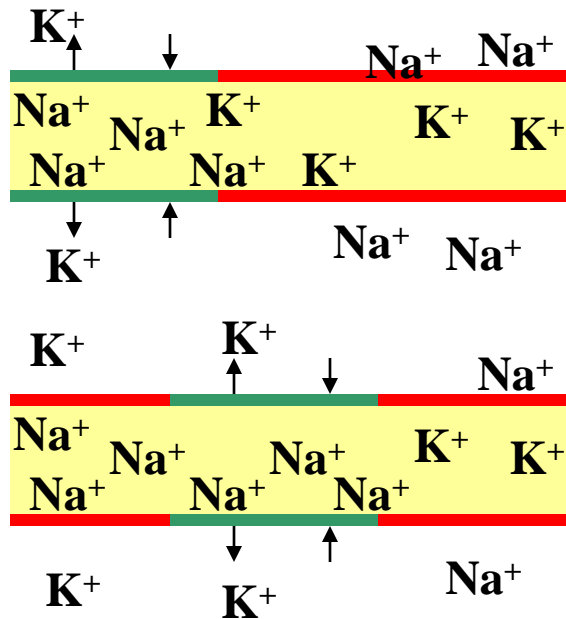
Elementos de Neurologia

- Fibras nervosas transmitem impulsos **químicos**
- Potencial elétrico é consequência do impulso químico
- Impulsos têm sempre mesma amplitude
- Intensidade do estímulo afeta taxa de repetição dos impulsos
- Cada fibra nervosa transmite apenas uma qualidade de estímulo



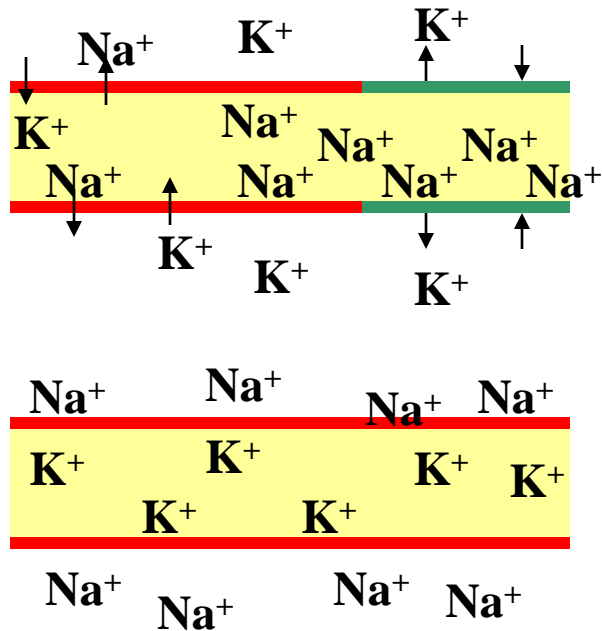
Fibra em repouso:
Potencial de -75 mV

Início do impulso (Paredes da fibra permitem ingresso de Sódio):
Potencial de Ação de $+55$ mV



Propagação (paredes da fibra tornam-se permeáveis ao potássio):
Potencial retorna a -70 mV

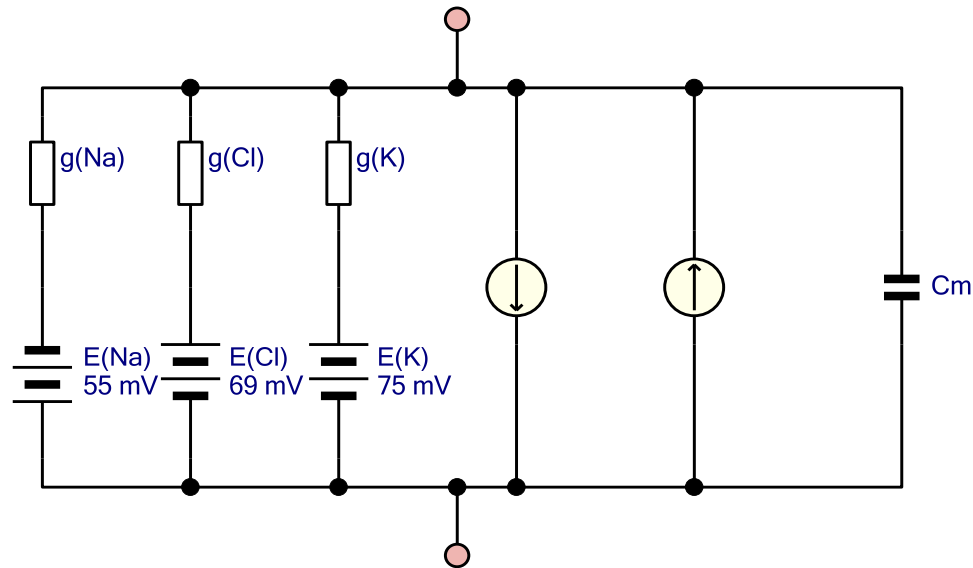
Fim do impulso (paredes tornam-se impermeáveis):
Potencial de polarização -70 mV



Bomba Sódio-Potássio entra em ação (período refratário):
Potencial de -70 mV

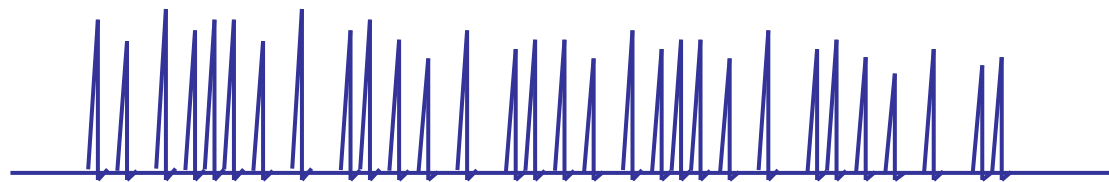
Fibra em repouso:
Potencial de -75 mV

Modelo de um Elemento de Fibra Nervosa

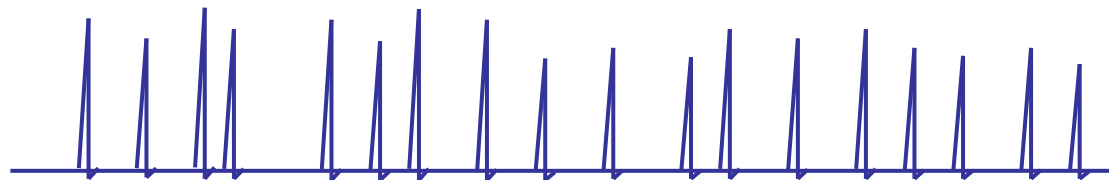


$$g(\text{K}) = 20 g(\text{Na})_0 = 4 g(\text{Cl})$$

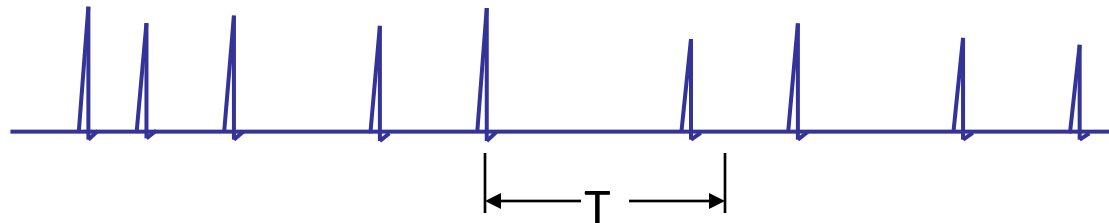
$$g(\text{Na})_p = 500 g(\text{Na})_0$$



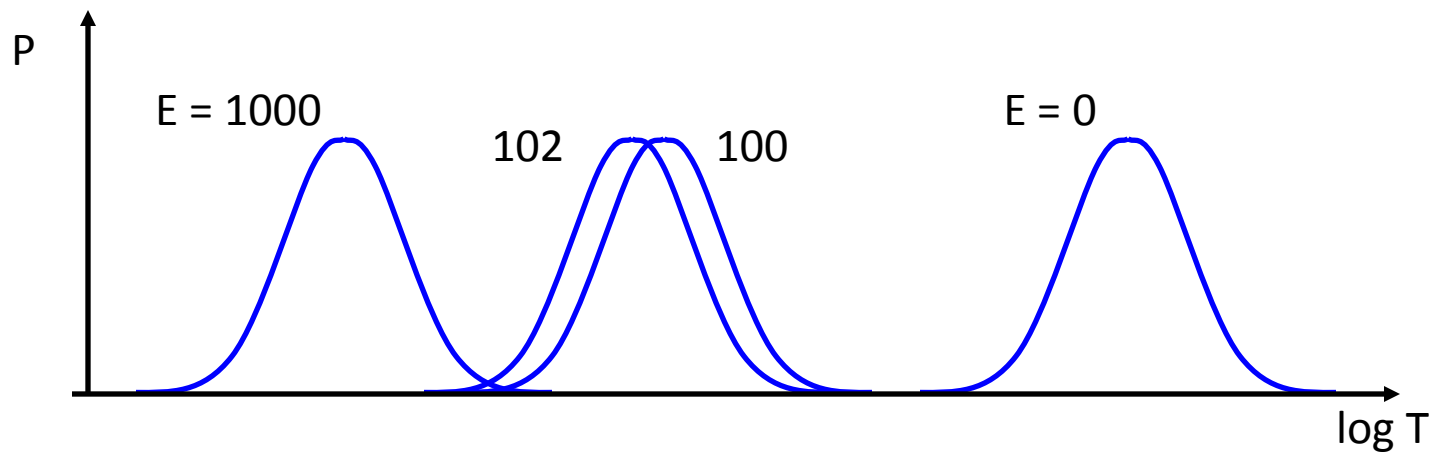
$E = 1000$



$E = 10$



$E = 0$





Estímulo Luminoso



Células "ON"



Células "OFF"



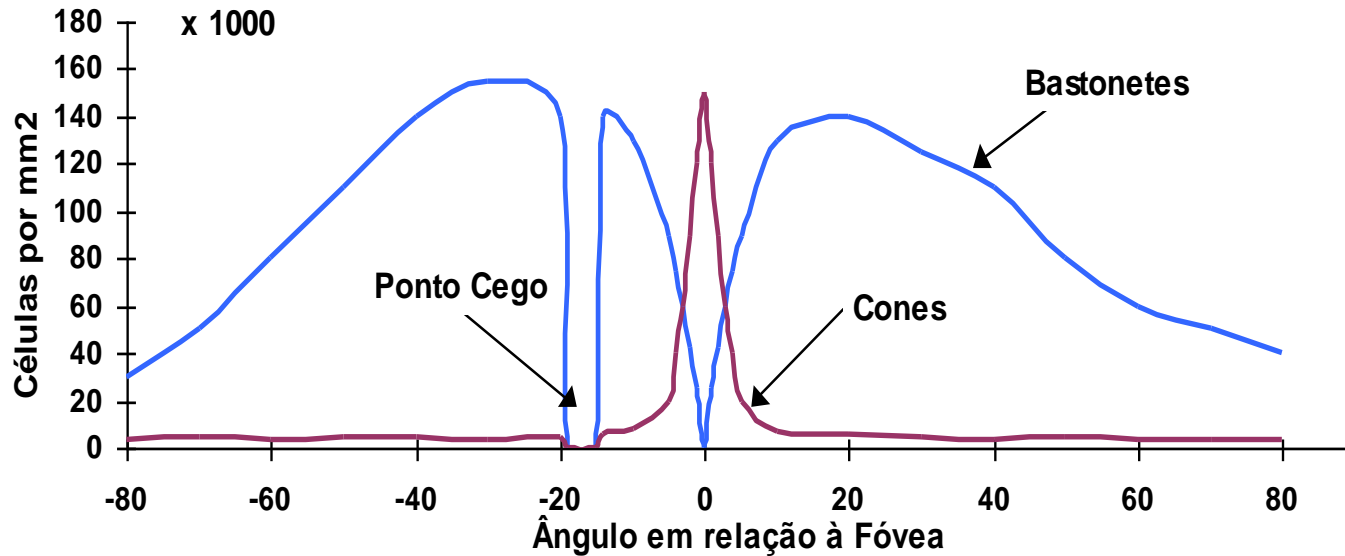
Células "ON-OFF"

Fisiologia do Olho Humano

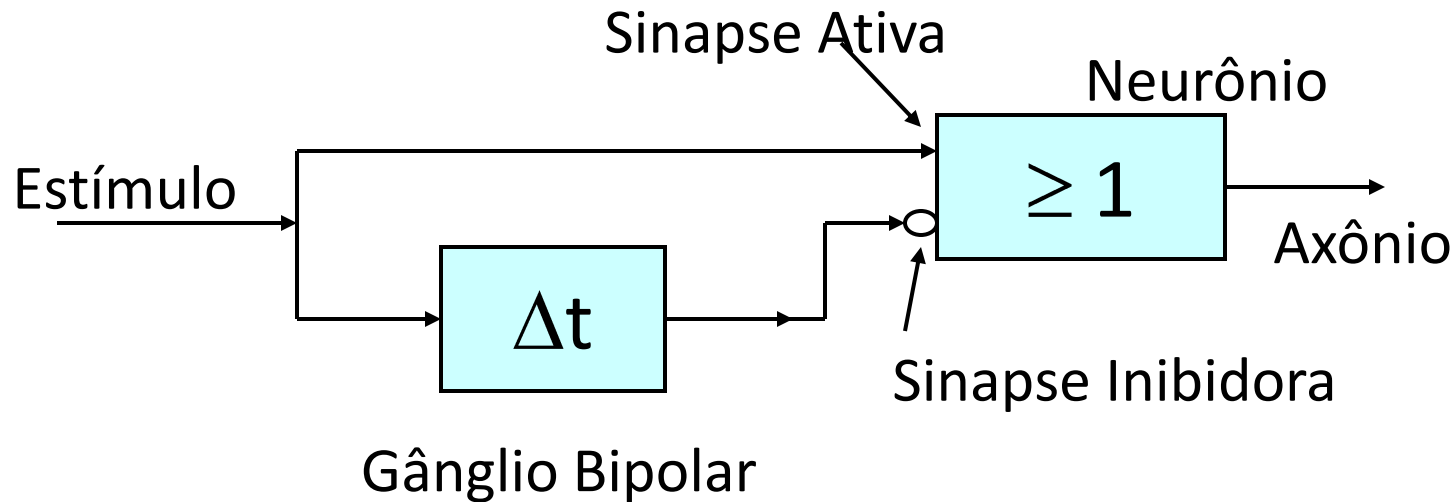




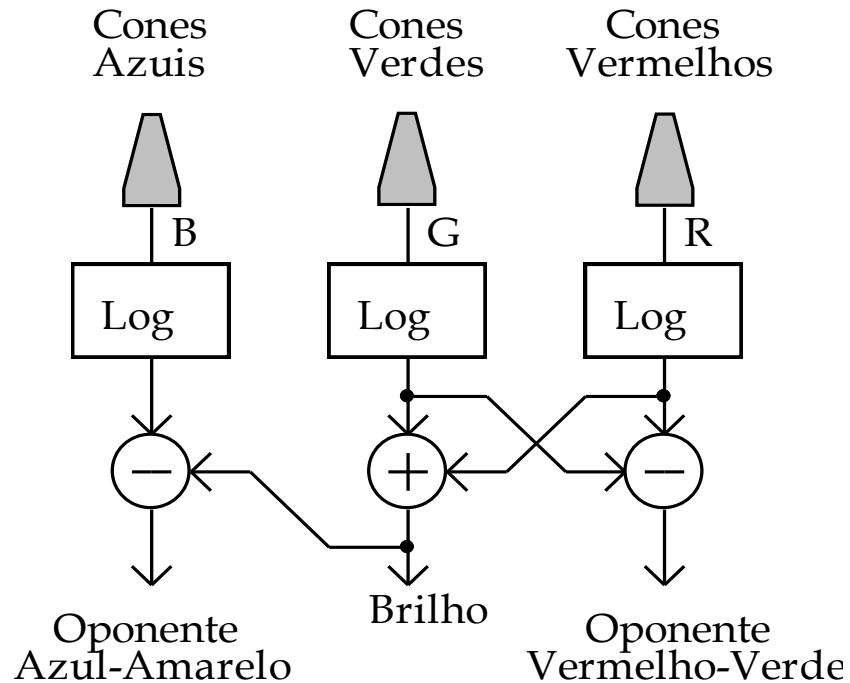
Distribuição das Células na Retina

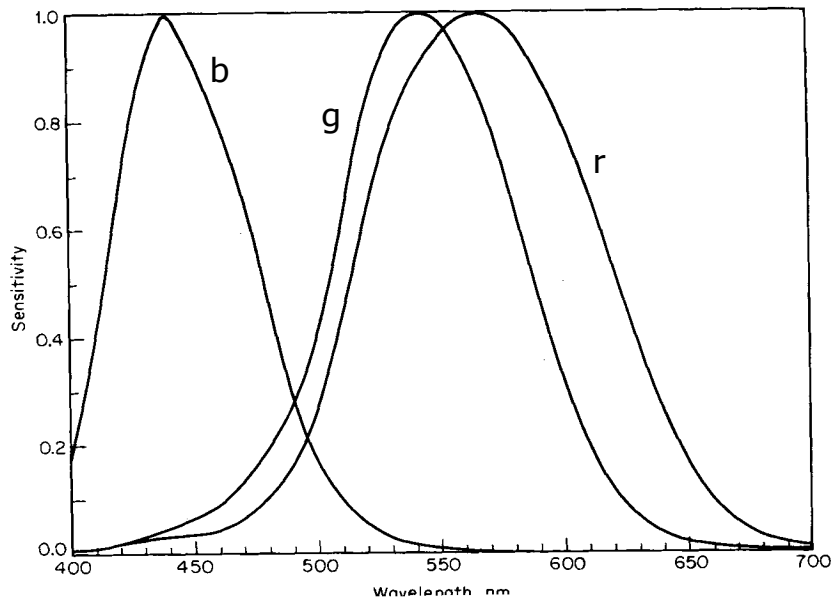


- Agrupamento: várias células contribuem para uma unidade de percepção (ex.: bastonetes)
- Inibição Lateral: estímulos locais dessensibilizam células vizinhas (filtro passa-altas espacial)
- Inibição temporal: estímulos “ON”, “OFF” (filtro passa-altas temporal)



Modelo de Oponentes para Percepção Visual

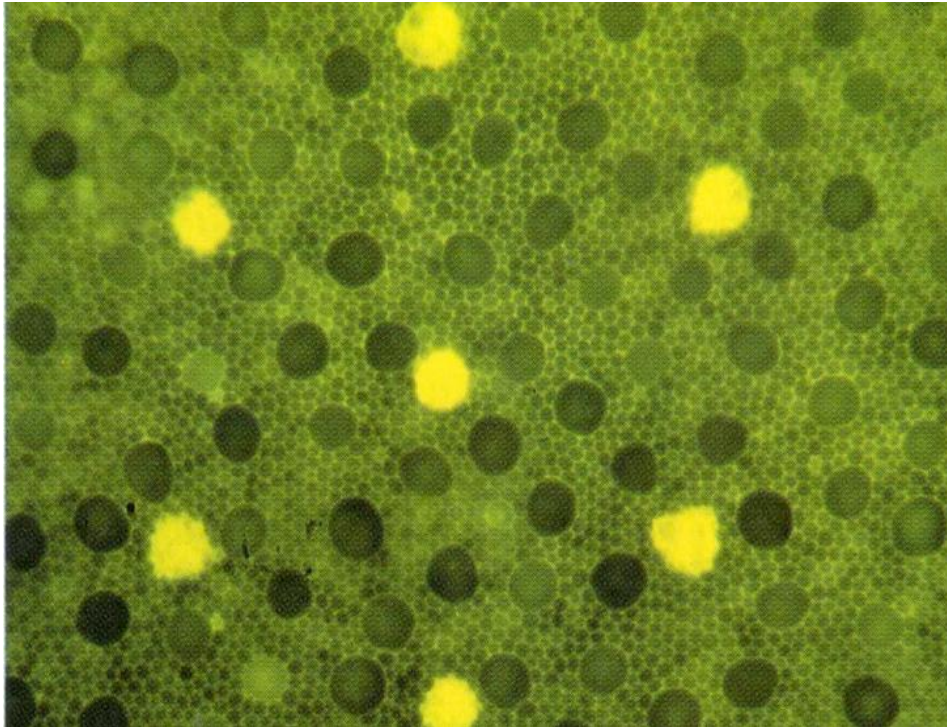


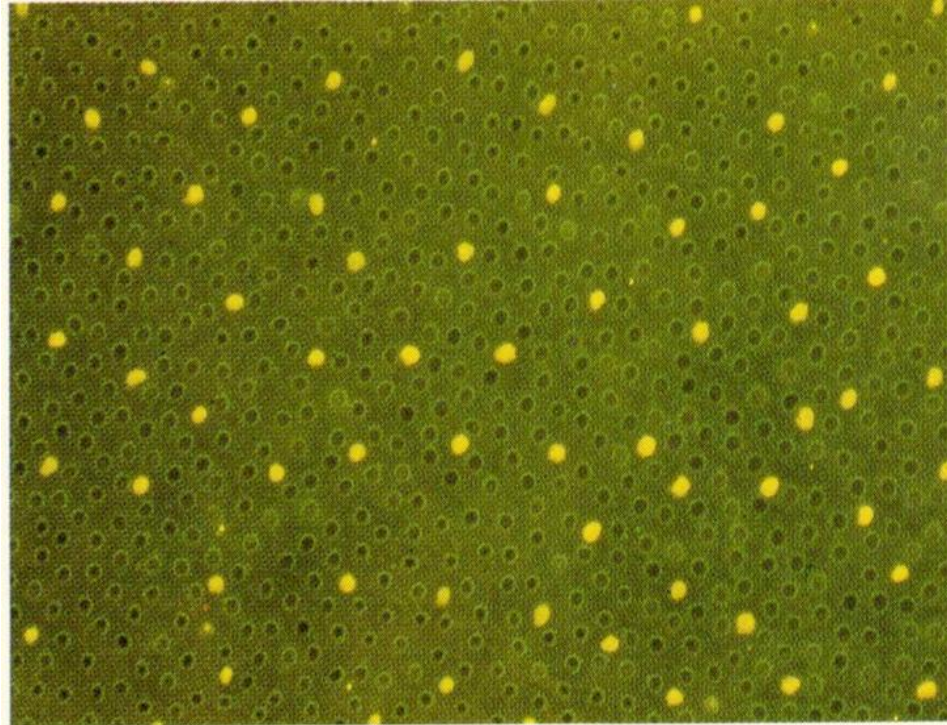


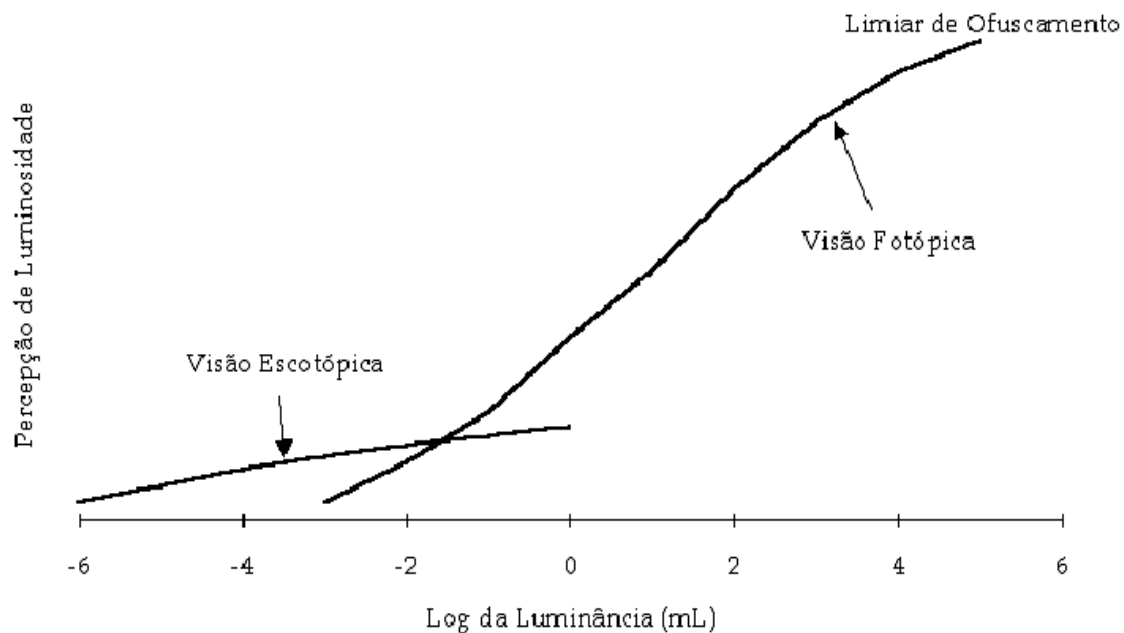
$$R = \int P(\lambda) \cdot F_R(\lambda) d\lambda$$

$$G = \int P(\lambda) \cdot F_G(\lambda) d\lambda$$

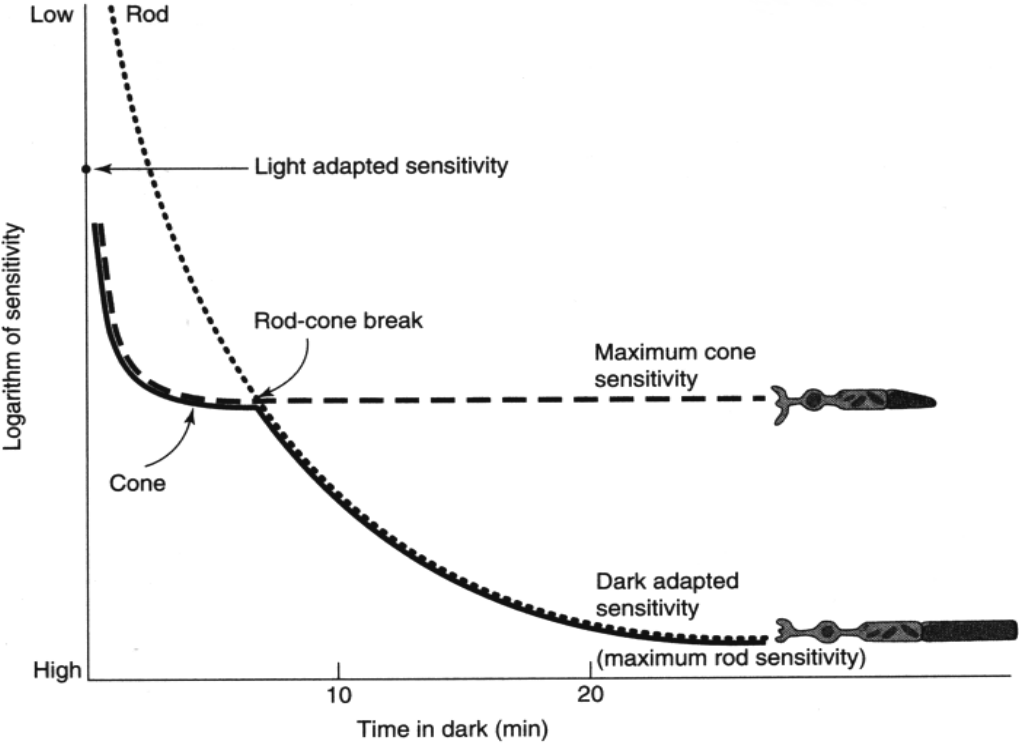
$$B = \int P(\lambda) \cdot F_B(\lambda) d\lambda$$



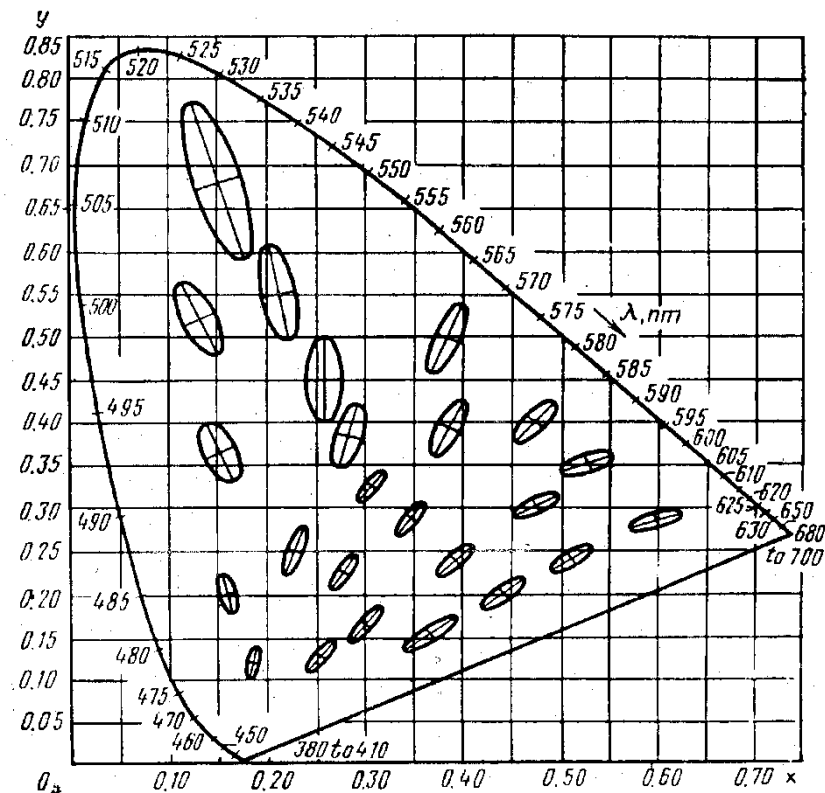




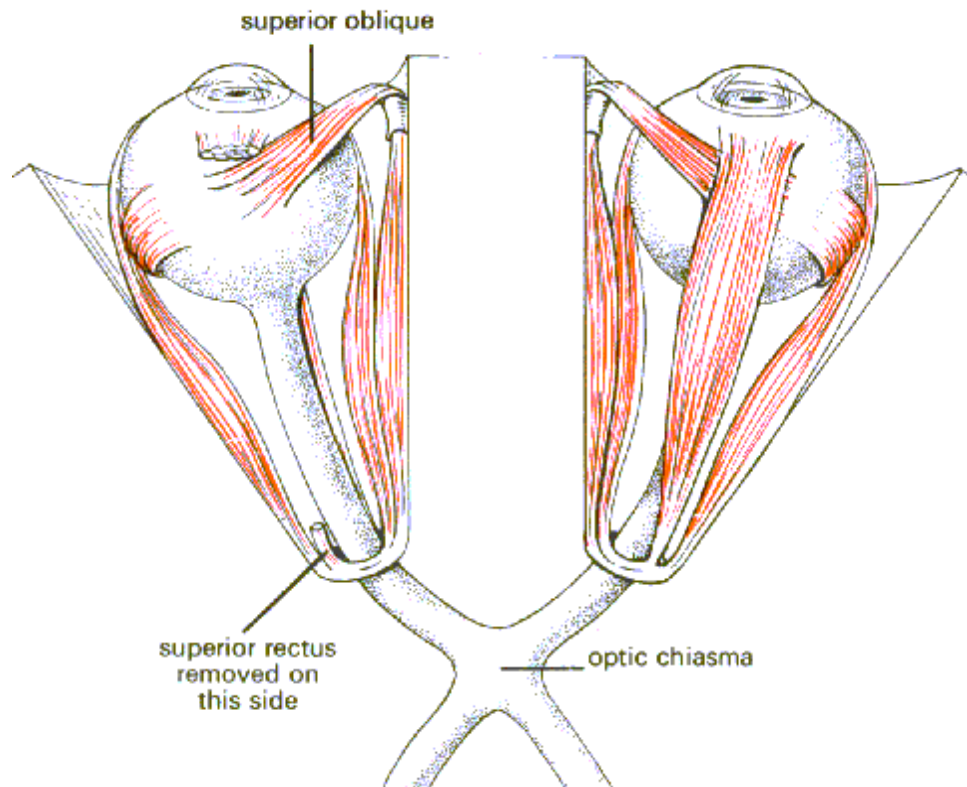
Adaptação à Luminosidade



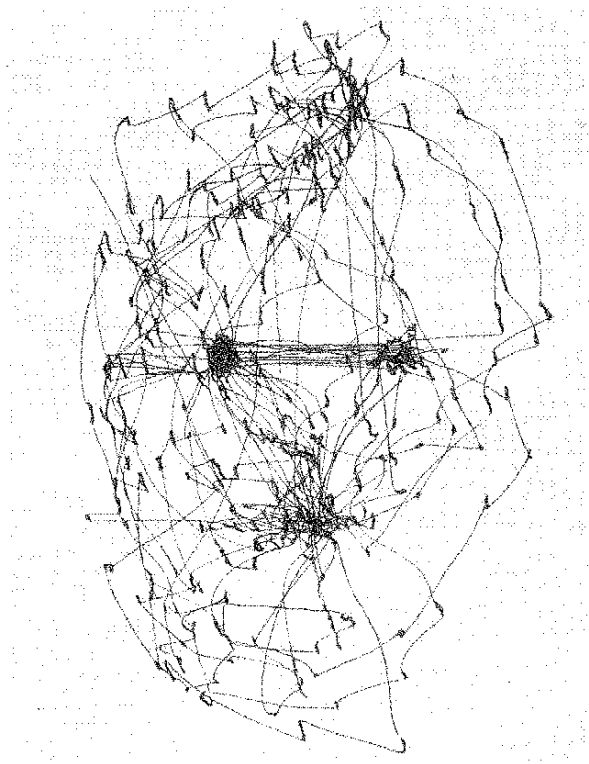
Sensibilidade da Visão para Diferenças de Cromaticidade

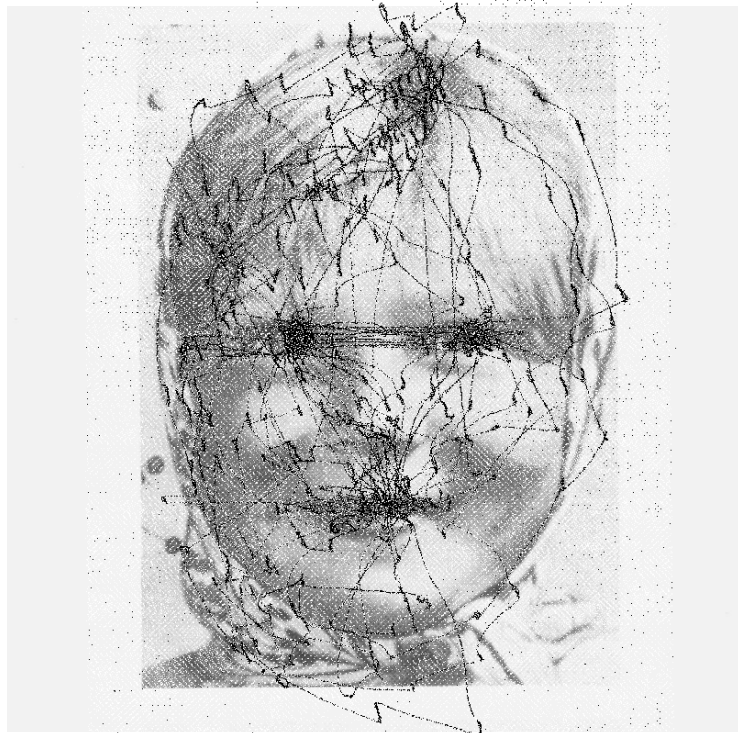


Mecanismo de Construção da Visão

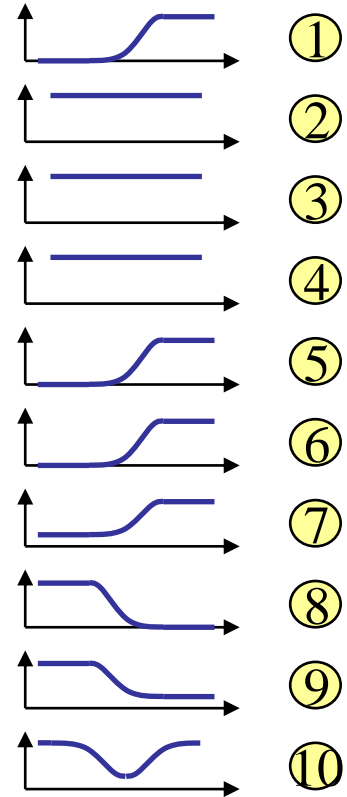
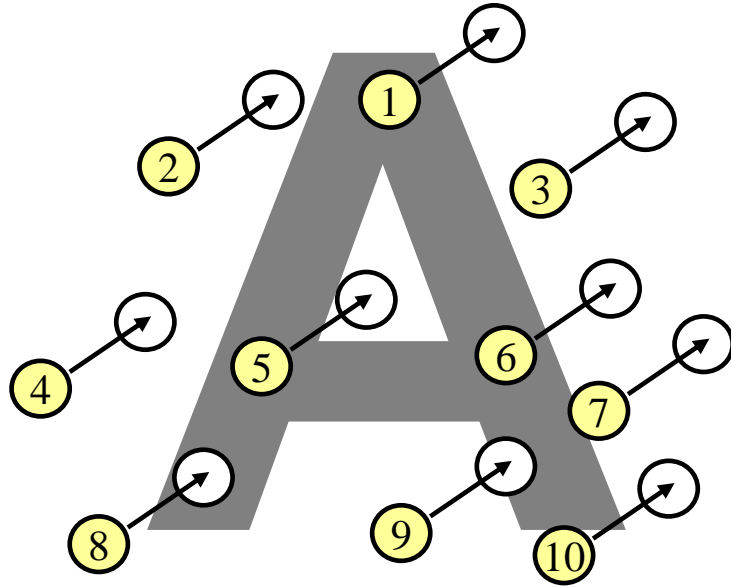






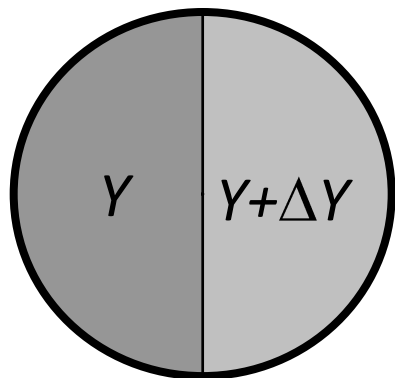


Mecanismo de Formação da Imagem



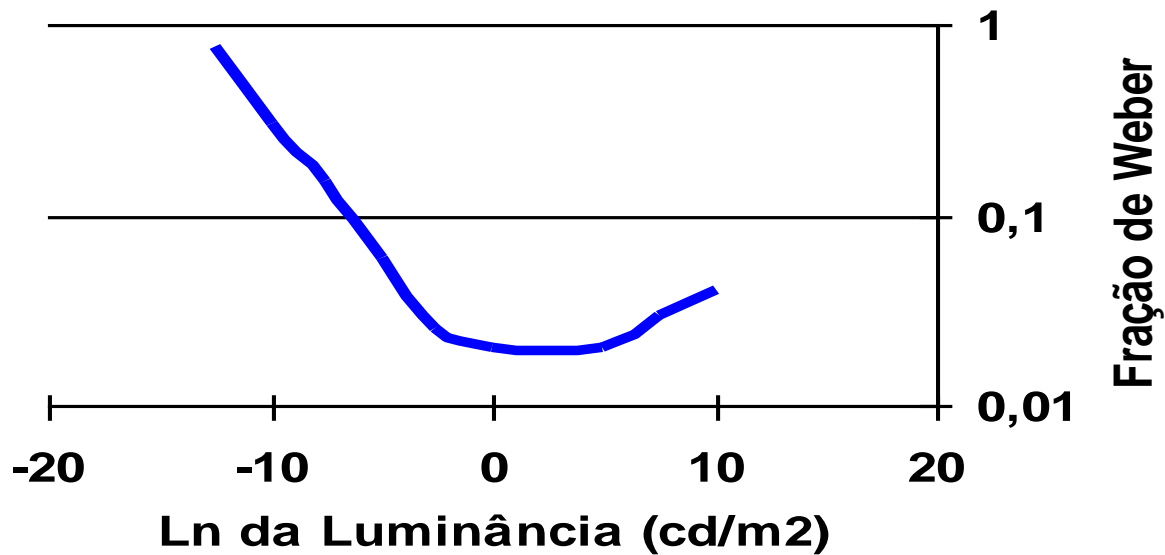
$\Delta t \approx 50$ ms

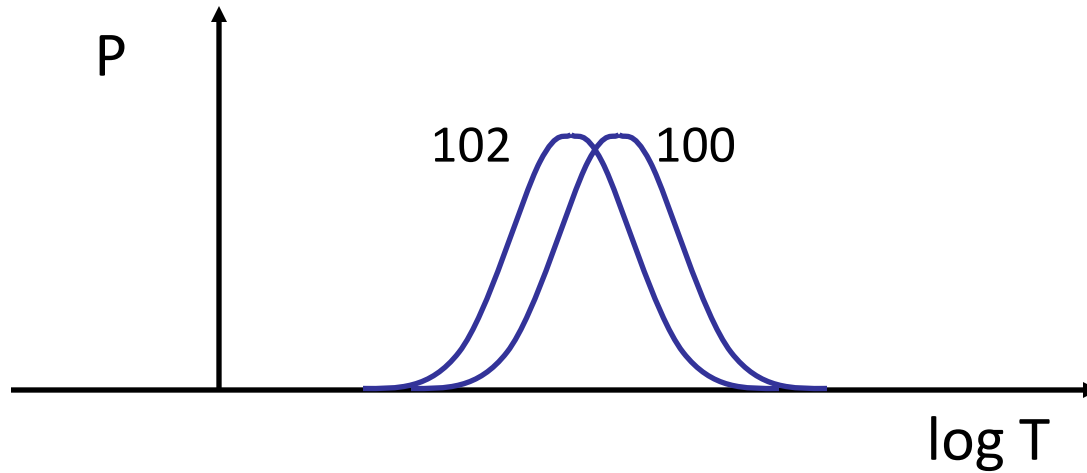
Percepção de Intensidade

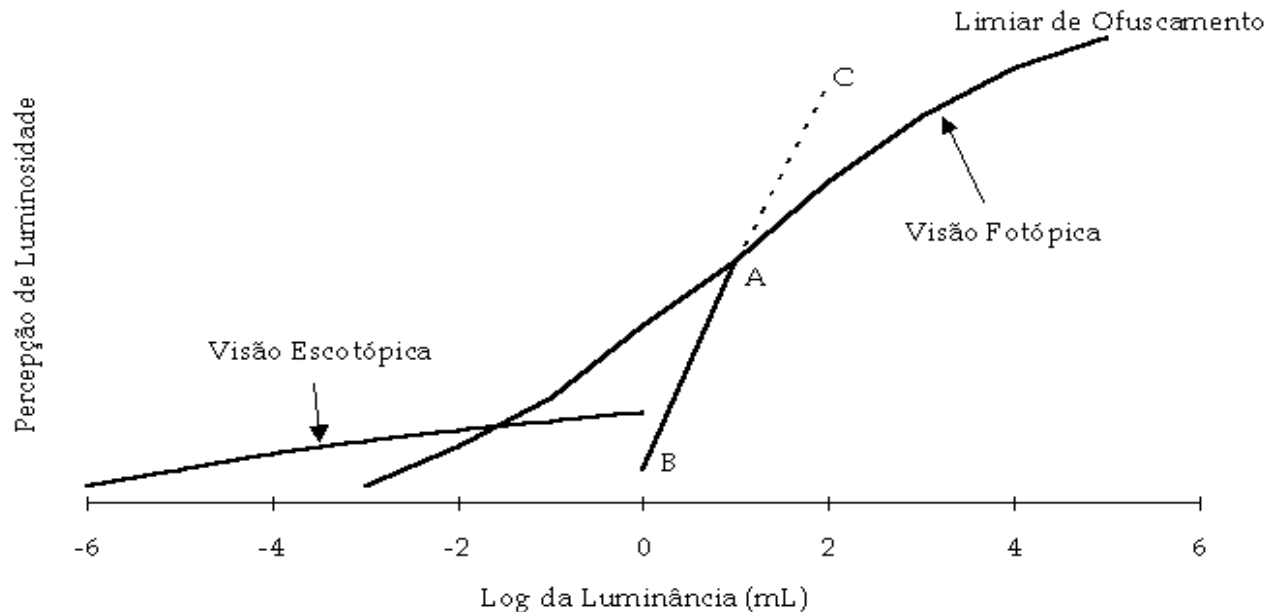


Diferença Apenas
Perceptível de Brilho

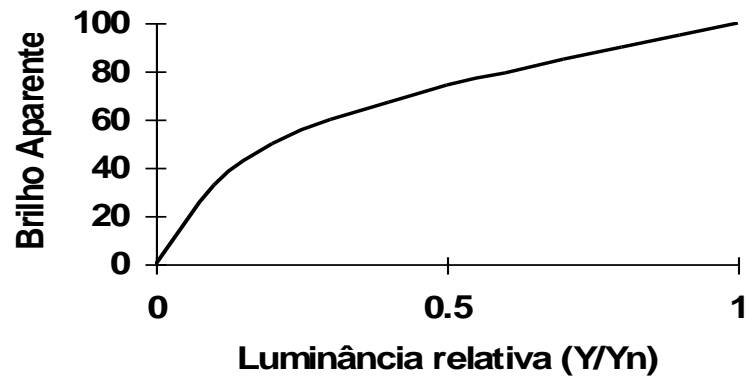
$$\Rightarrow \frac{\Delta Y}{Y} \approx 0.02 \text{ (Lei de Weber)}$$

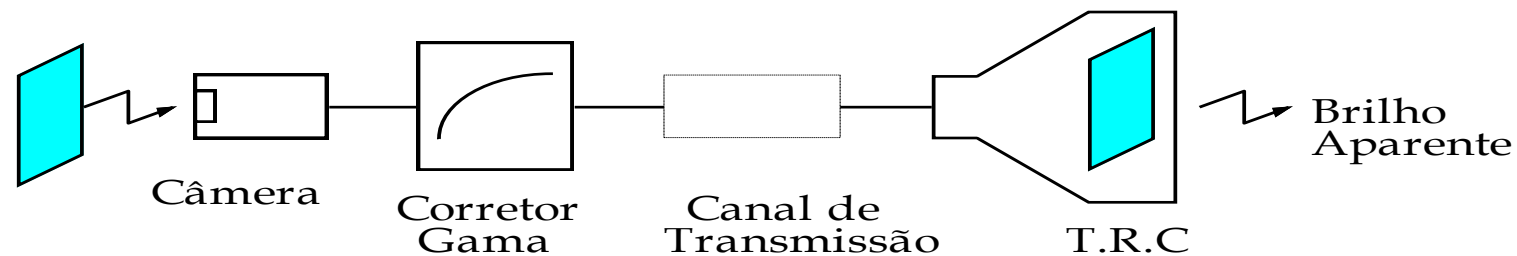






$$L^* = \text{“Lightness”} = \begin{cases} 116(Y / Y_n)^{\frac{1}{3}} - 16 & \text{se } Y / Y_n > 0.008856 \\ 903.3(Y / Y_n) & \text{caso contrario} \end{cases}$$





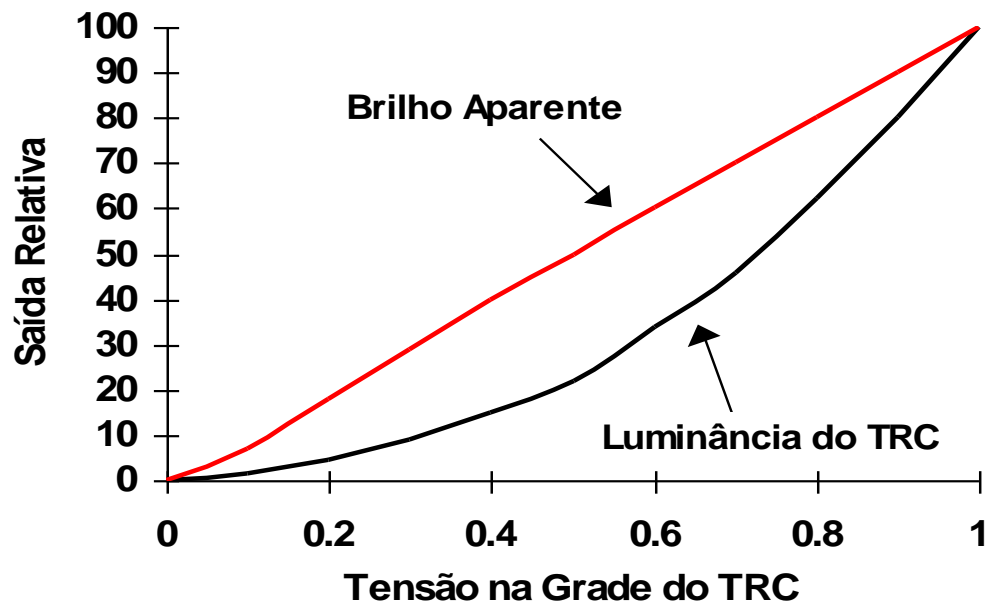
$$Y_o$$

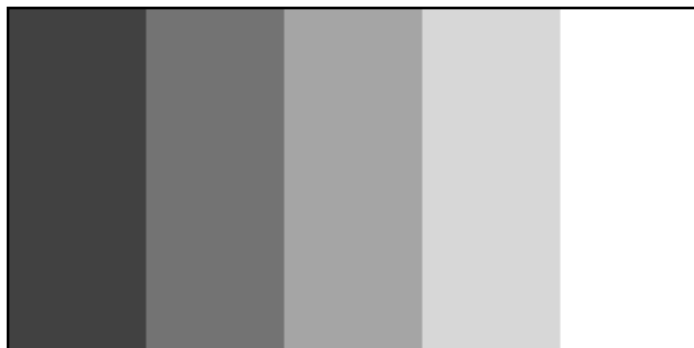
$$V \propto Y^{0.45}$$

$$Y \propto V^{2.2}$$

$$Y \cong Y_o$$

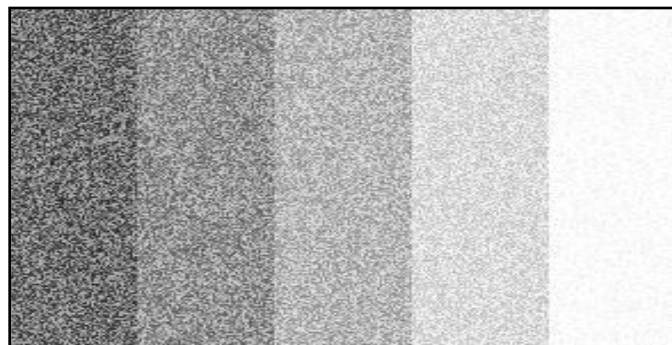
$$(\gamma = 2,2)$$



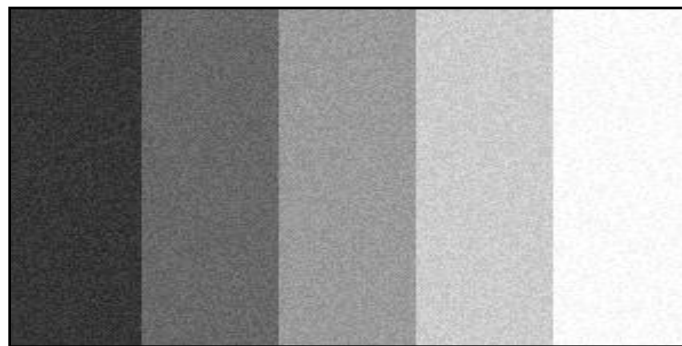


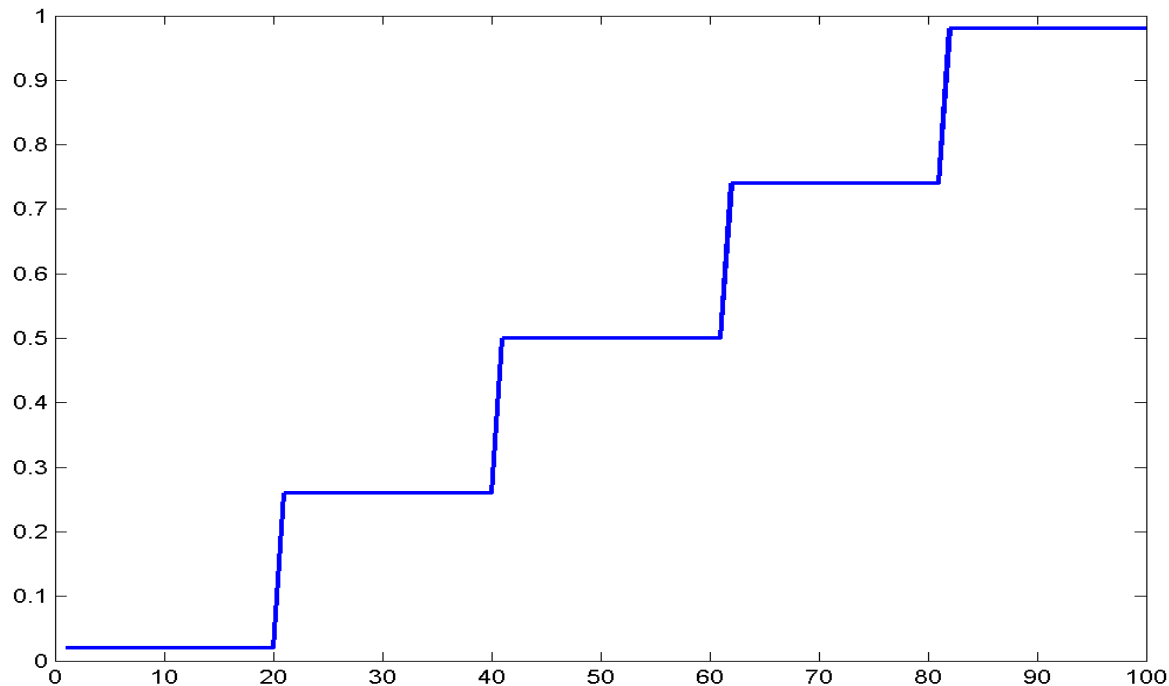
Original

$\gamma = 0$

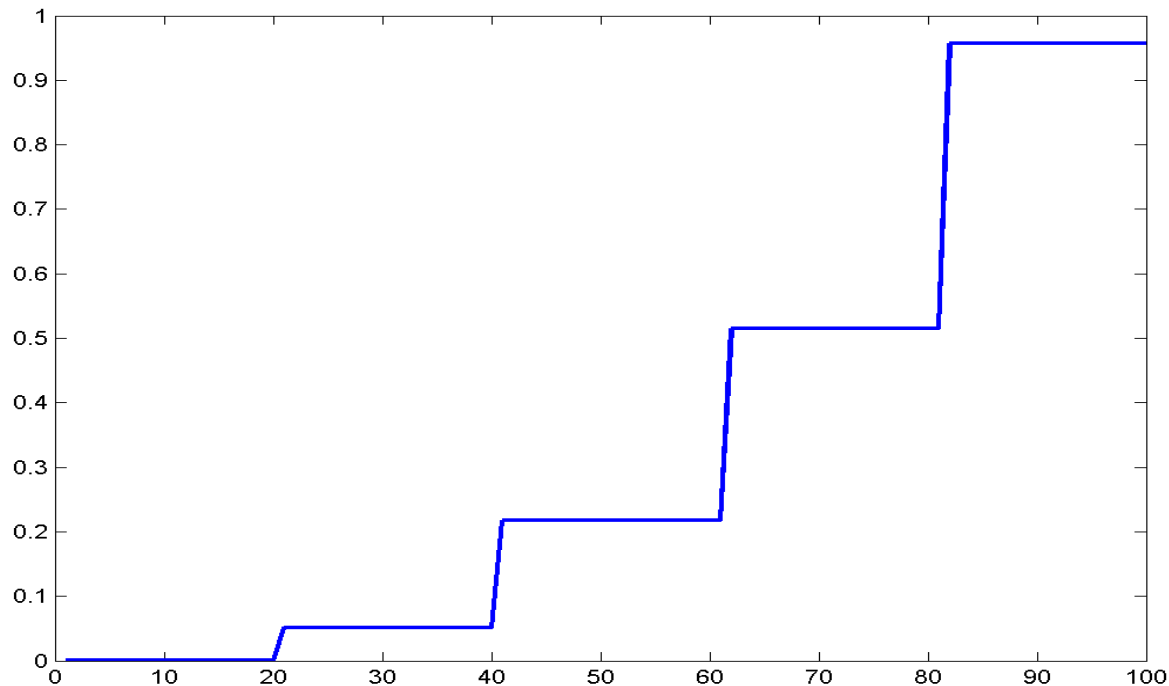


$\gamma = 2,2$

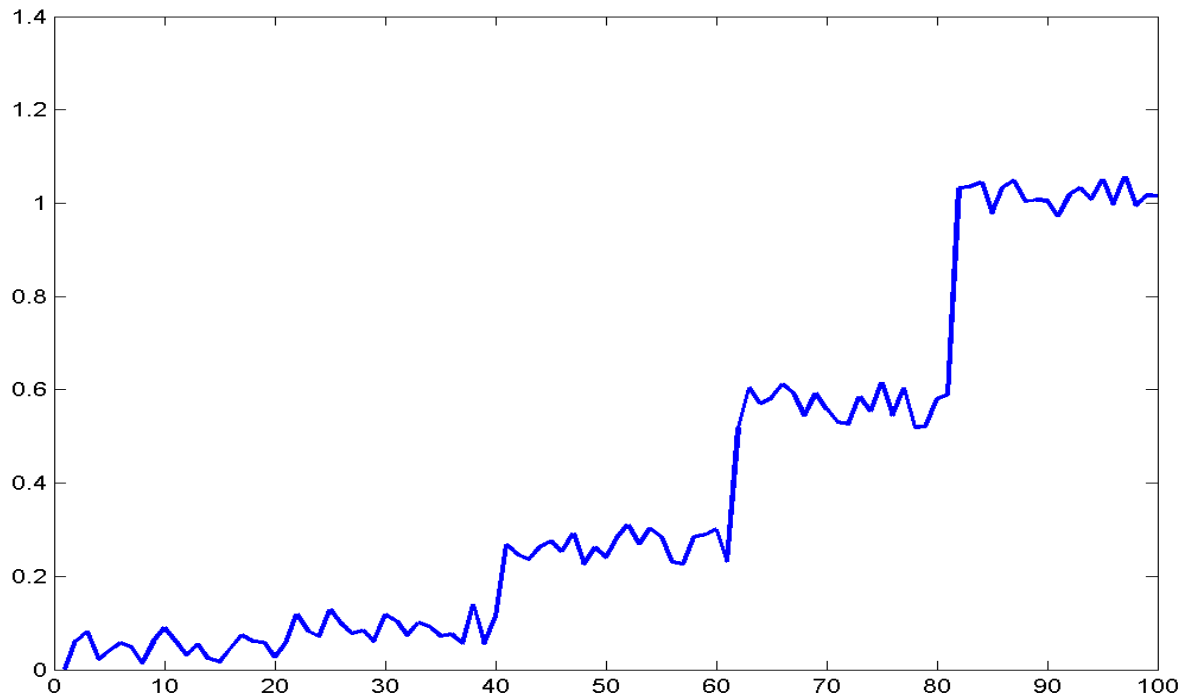




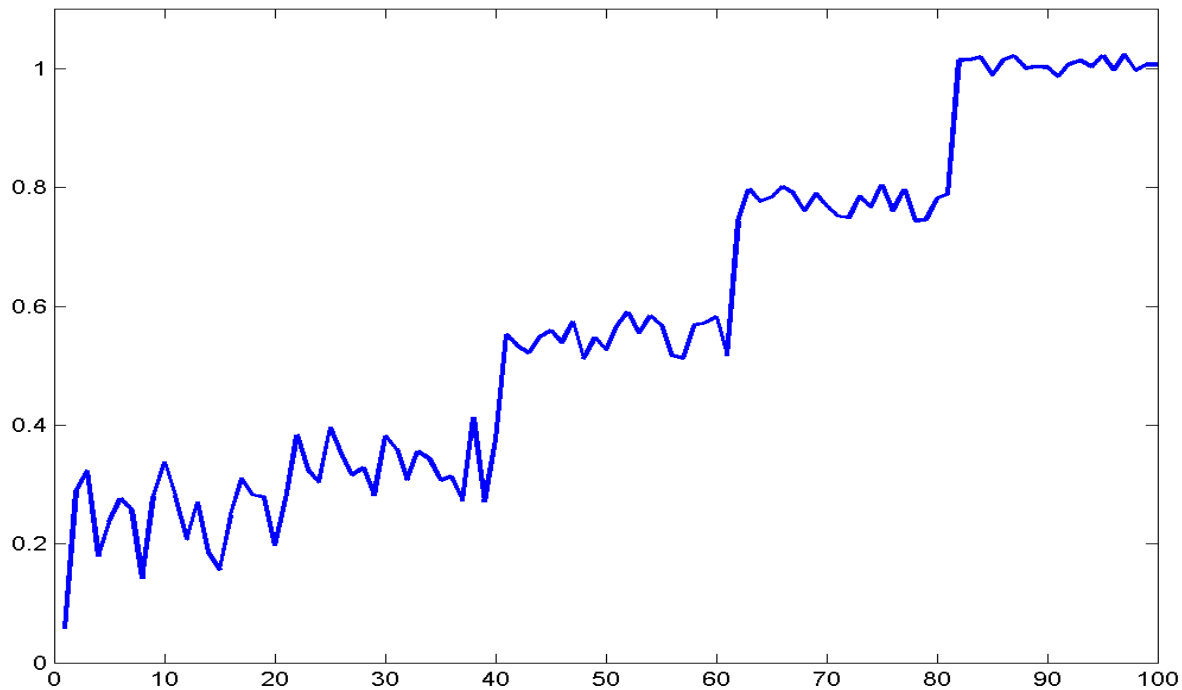
Escala uniforme de intensidades aparentes (“*Lightness*”)



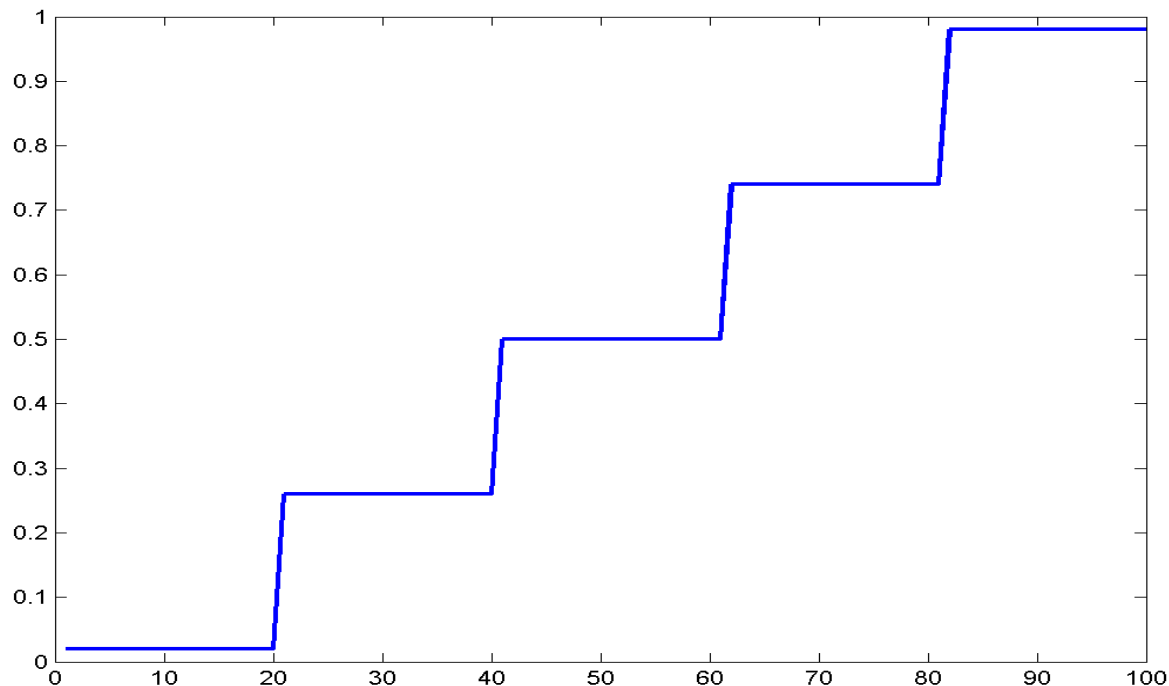
Luminância correspondente à escala uniforme



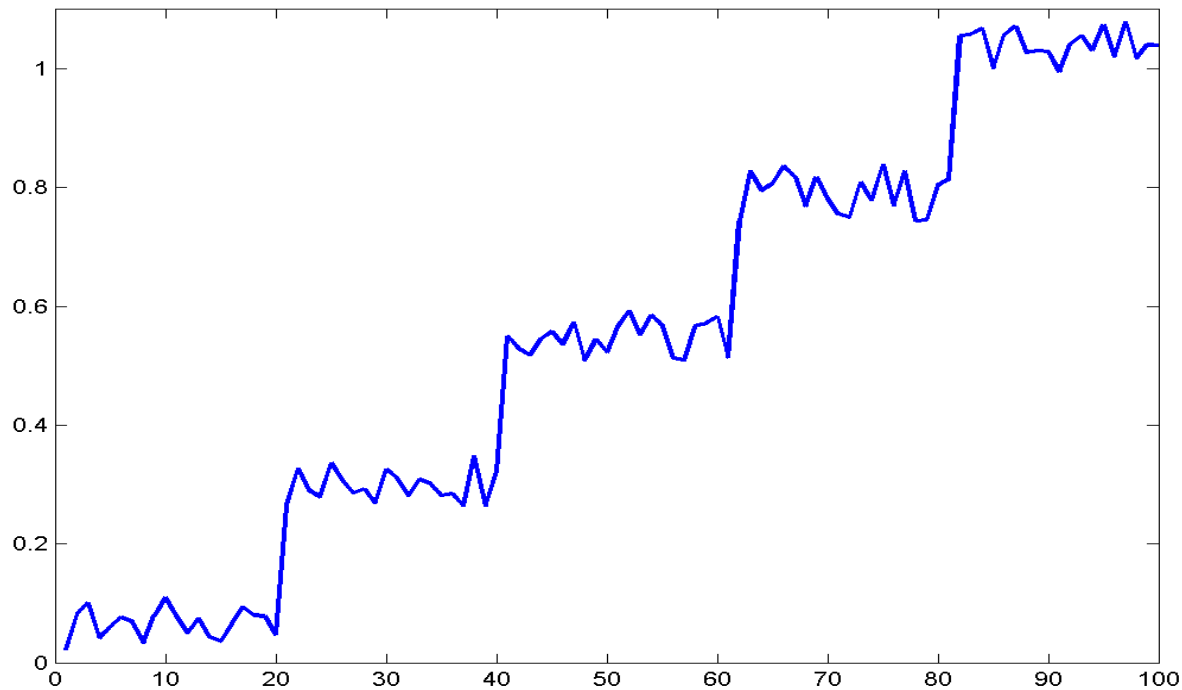
Sinal proporcional à Luminância sujeito a ruído aditivo



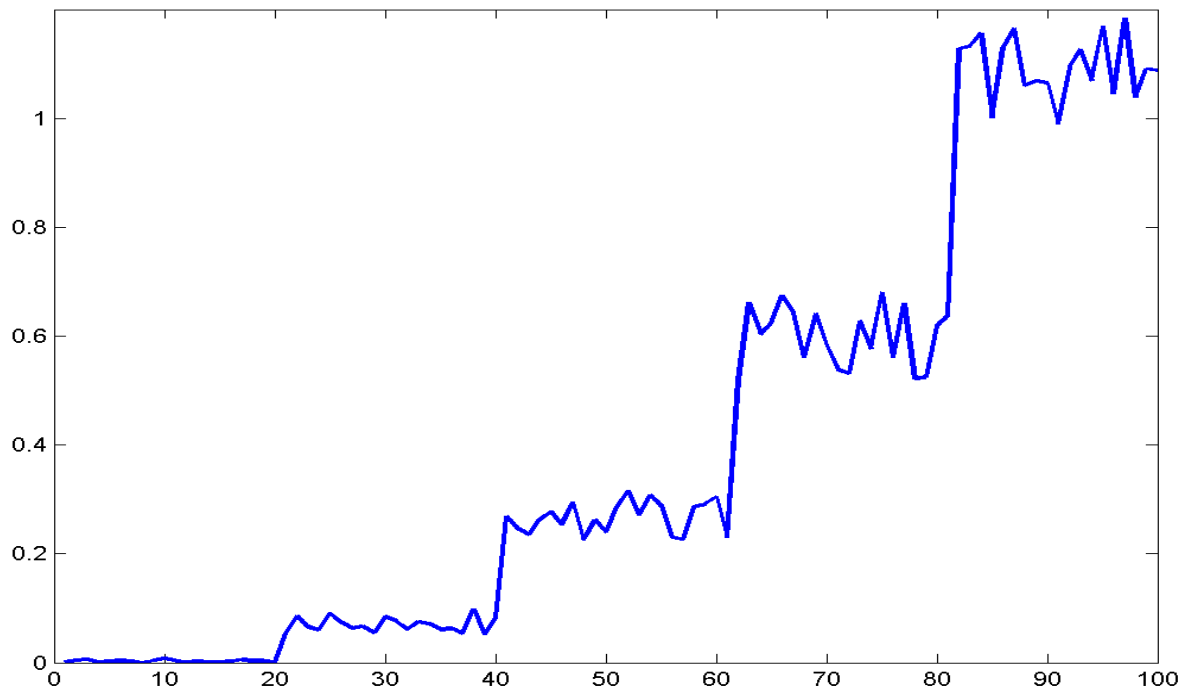
Percepção visual do sinal sujeito a ruído aditivo



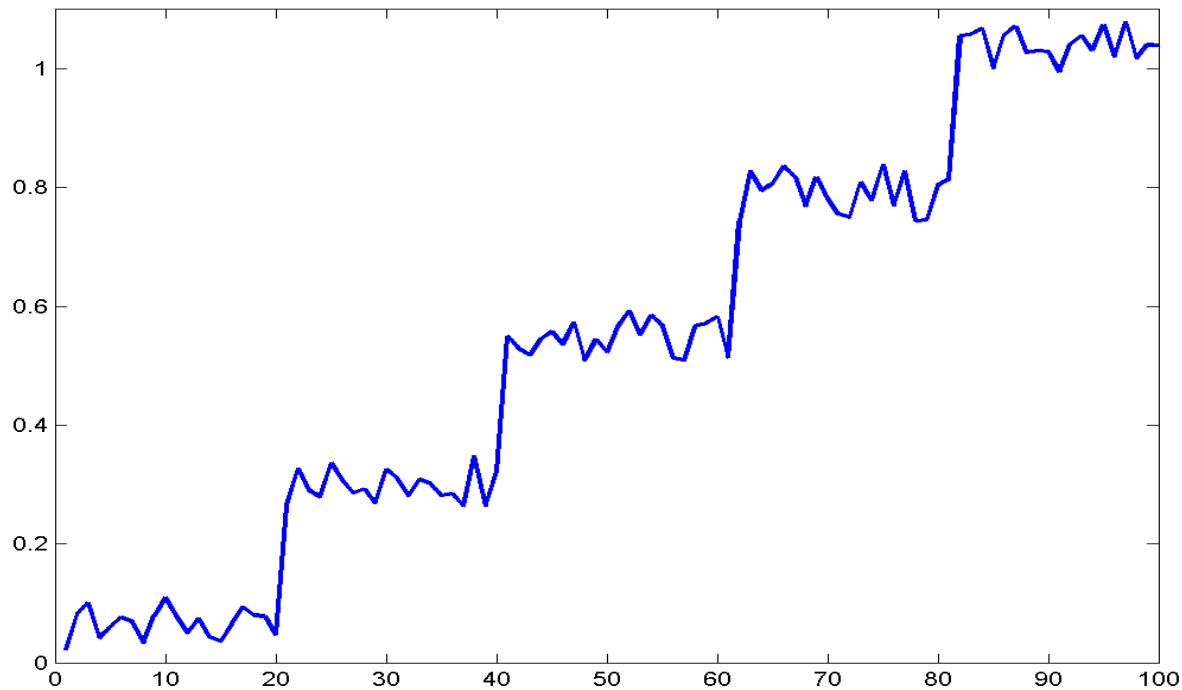
Escala uniforme de intensidades aparentes (“*Lightness*”)



Sinal proporcional à Luminosidade aparente, com ruído aditivo

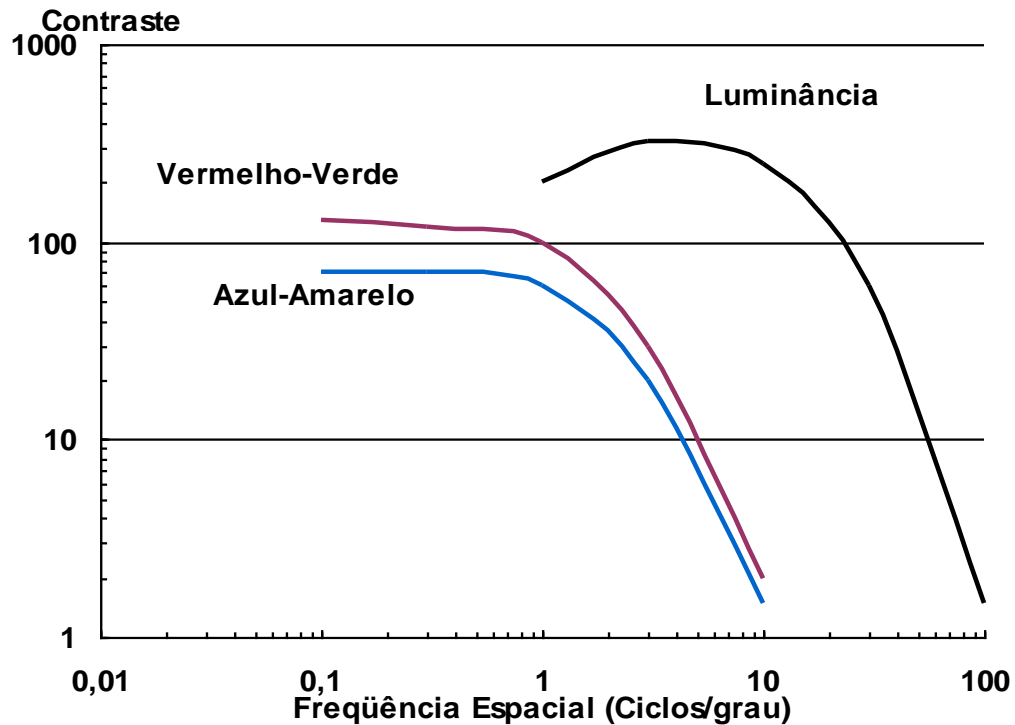


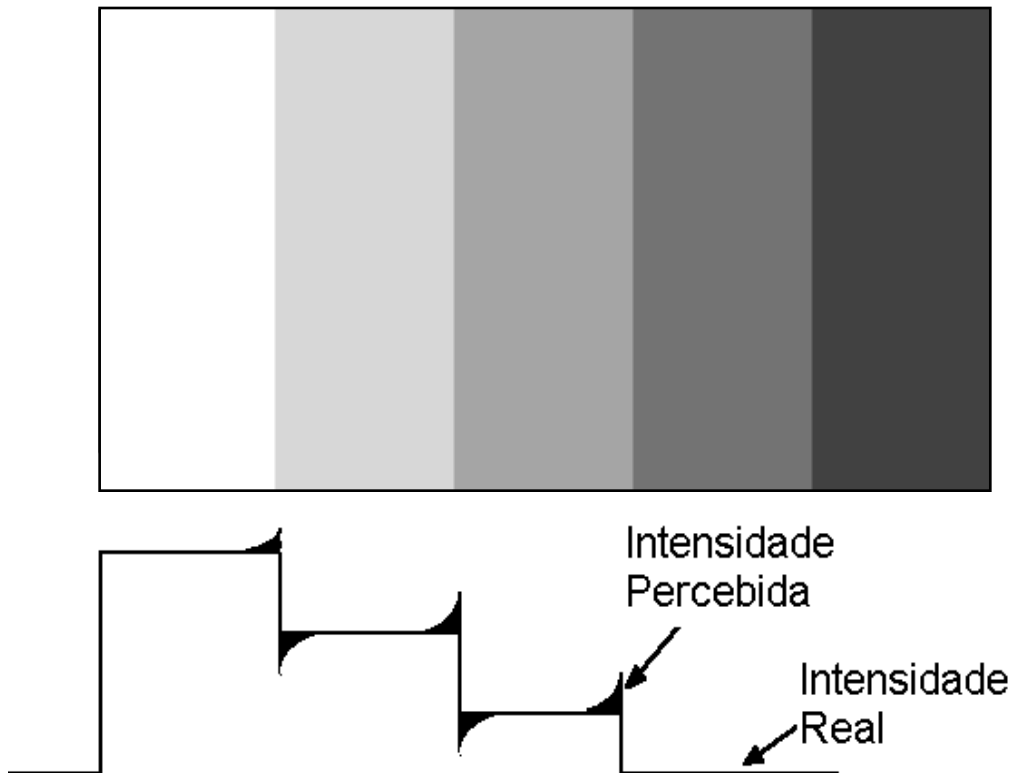
Luminância reconstruída a partir do sinal com ruído

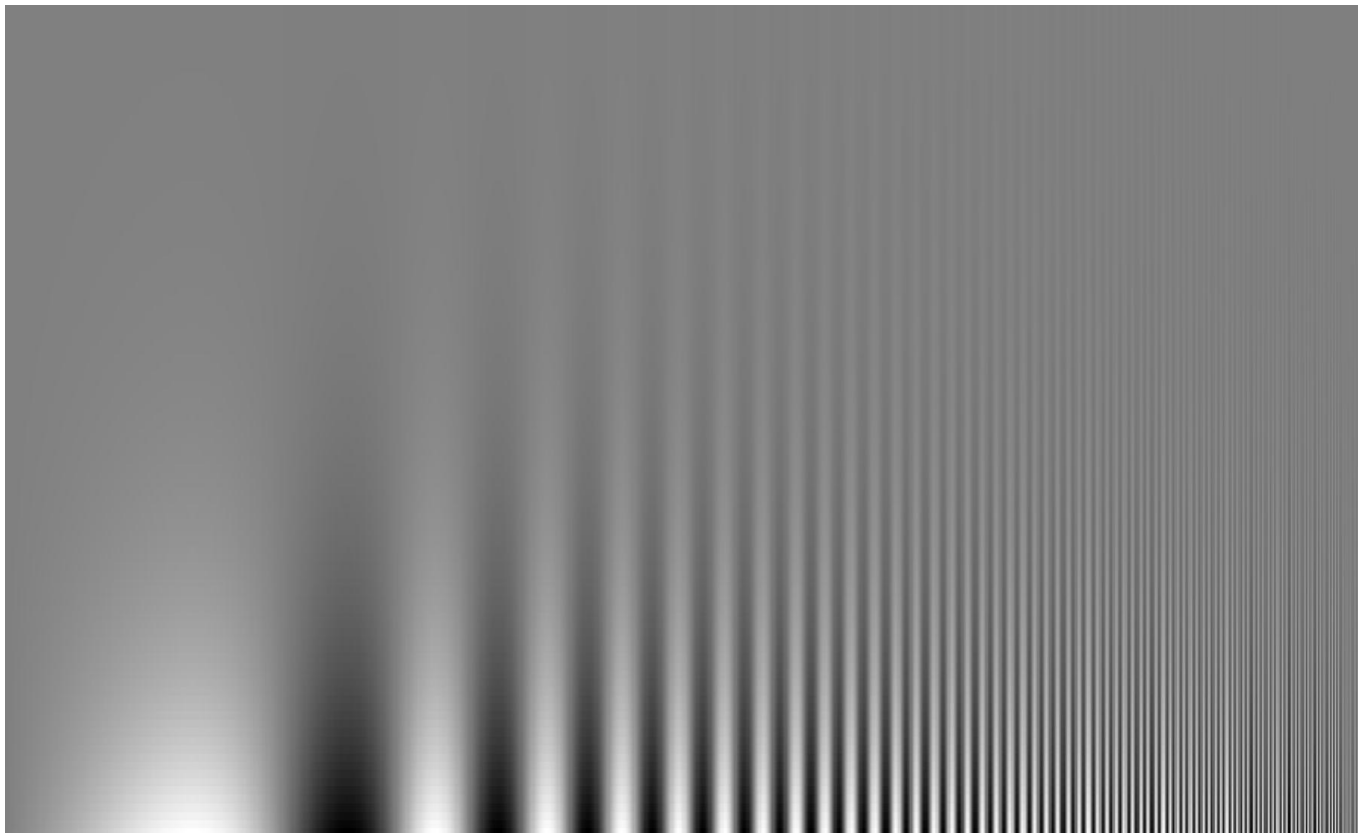


Percepção visual final do sinal sujeito a ruído aditivo

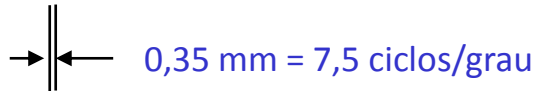
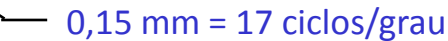
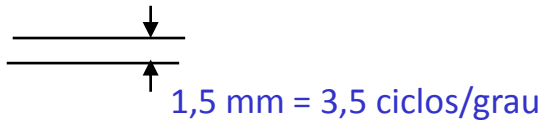
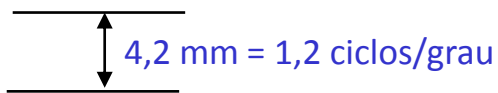
Resolução Espacial



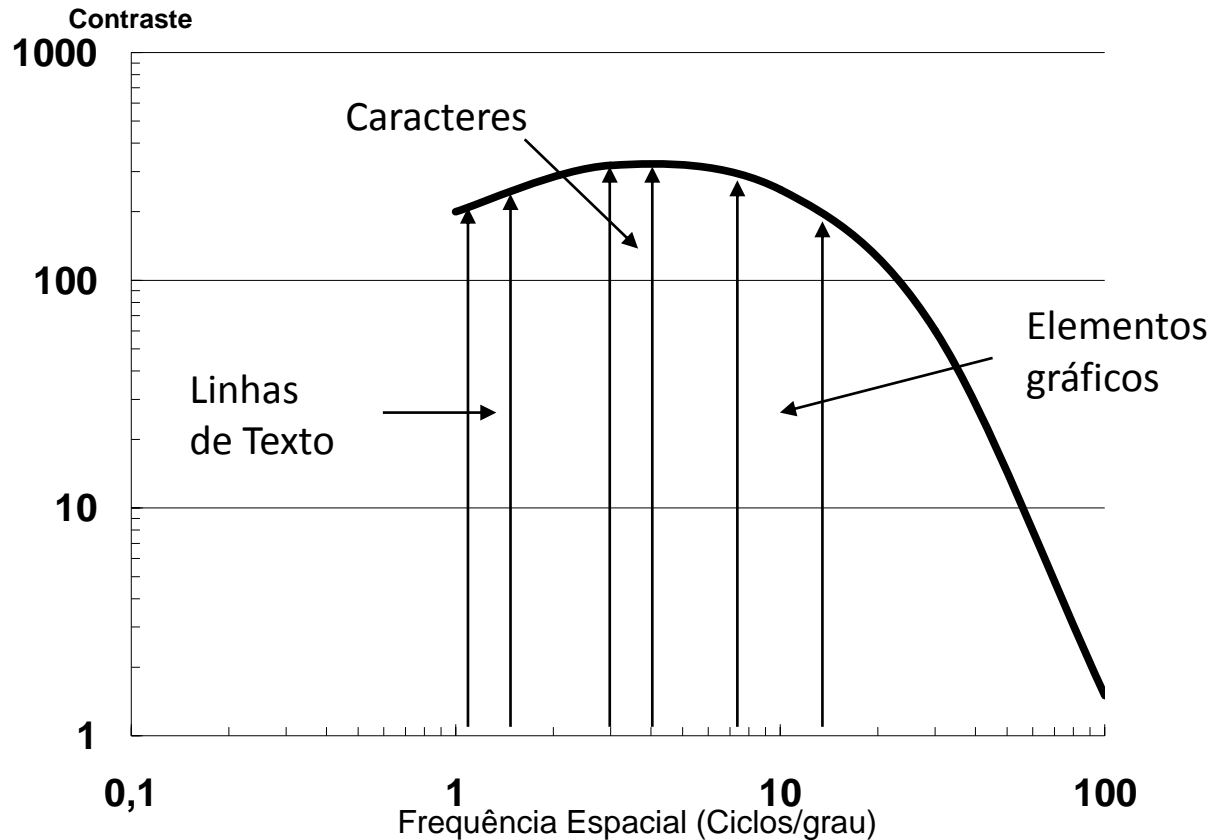




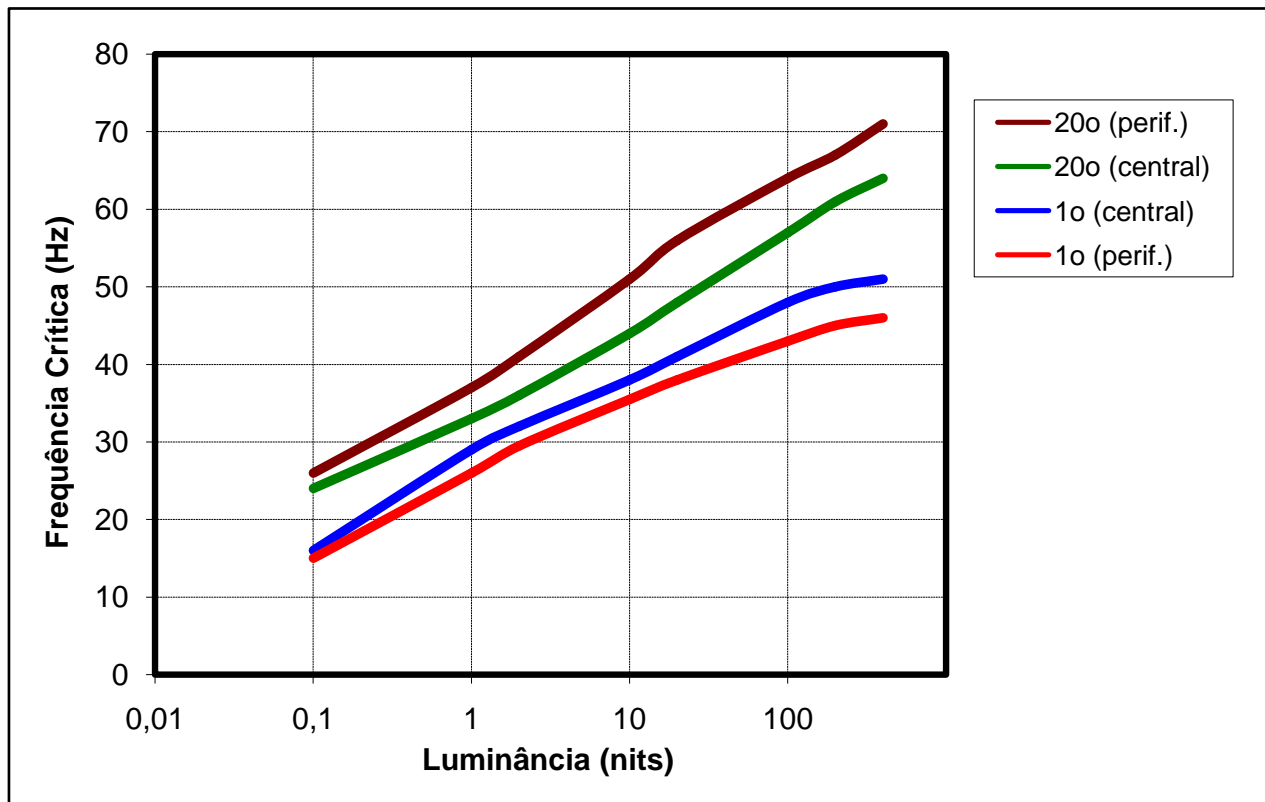
180°, it was found that
direction for food, and
t to fend for themselves.
; with chickens wearing
glasses, but shifted them by
chickens would always
over adapted to the shift
s concluded:

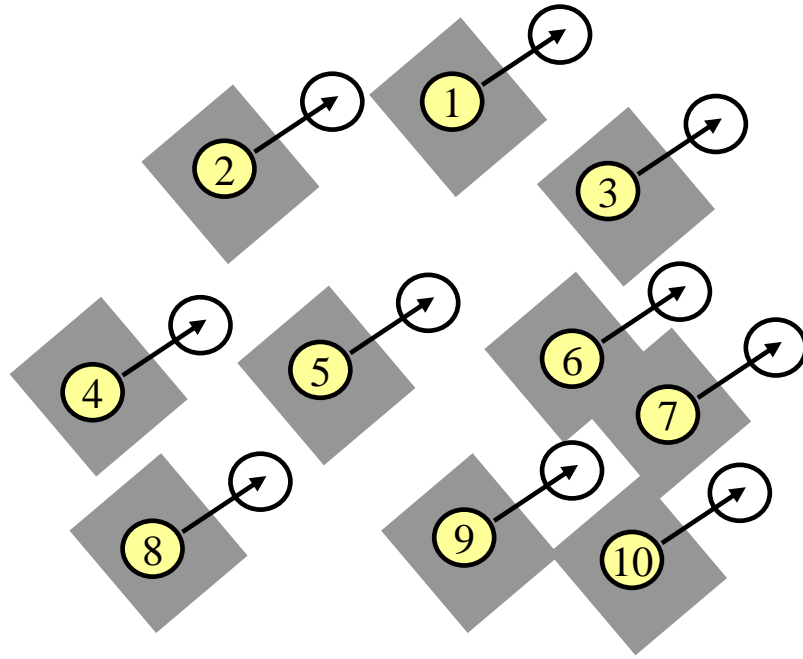
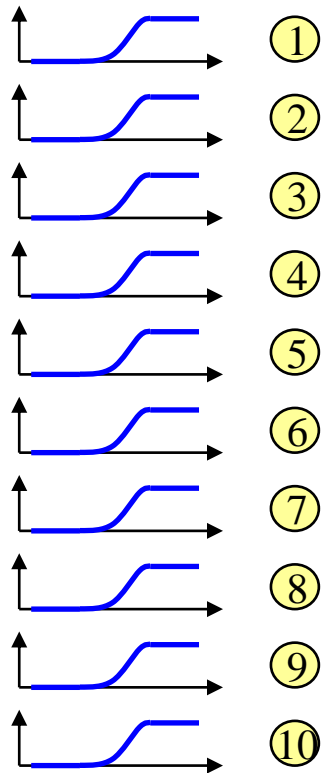


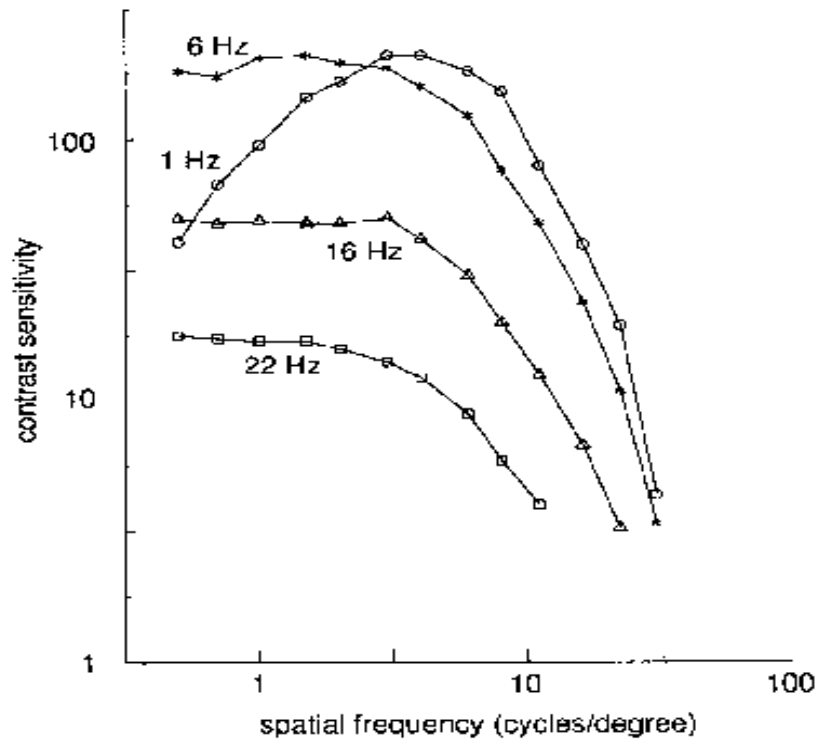
(d = 300 mm)



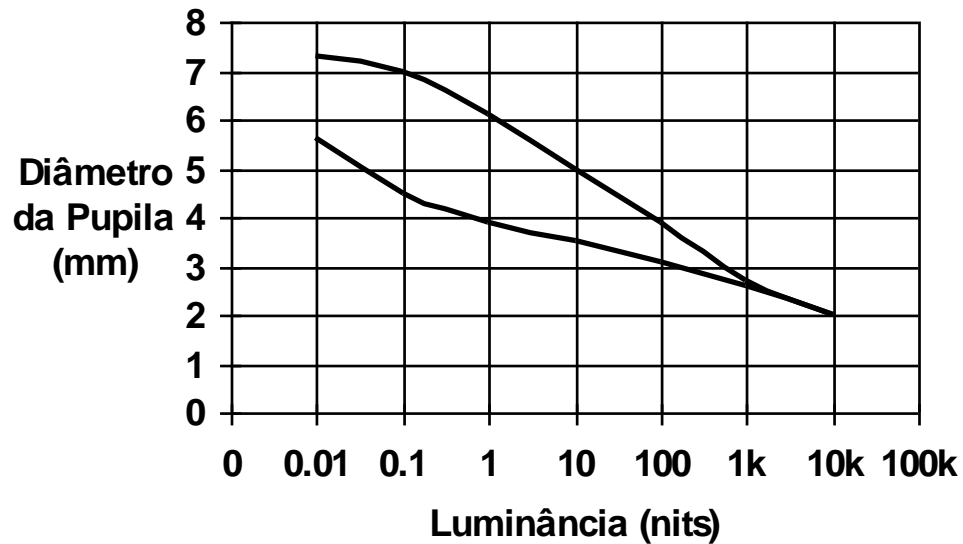
Resolução Temporal e Cintilação







Diâmetro da Pupila x Luminosidade Ambiente



Luminância da Tela (Nits)	Área da Pupila (mm ²)	Iluminamento Retinal (Trolands)	Frequência Crítica p/ 10° (Hz)	Frequência Crítica p/ 70° (Hz)
10	10.75 ~ 19.63	215 ~ 392	48.4 ~ 54.4	60.6 ~ 66.9
30	9.08 ~ 15.21	544 ~ 912	57.6 ~ 62.8	70.2 ~ 75.5
100	8.04 ~ 11.34	1608 ~ 2268	68.9 ~ 71.9	81.8 ~ 84.9
300	7.07 ~ 9.62	4242 ~ 5772	78.2 ~ 81.3	91.4 ~ 94.6
1000	6.16	12320	88.9	102.4
3000	4.52	27120	96.7	110.5
10000	3.14	62800	105.1	119.2

Relação entre Luminância da Tela de Monitores de Vídeo e Frequências Críticas de Cintilação, para 95% da População (ISO/TC159/1987) - Campos de Visão de 10 e 70 graus

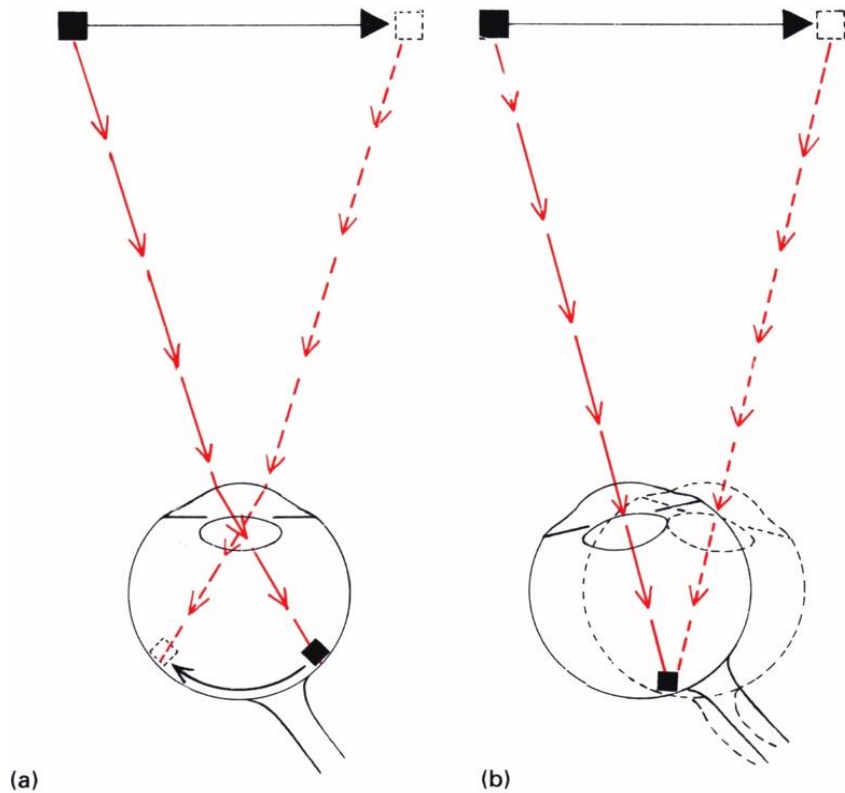
- Cintilação de 60 Hz é responsável pelo sucesso da Televisão?

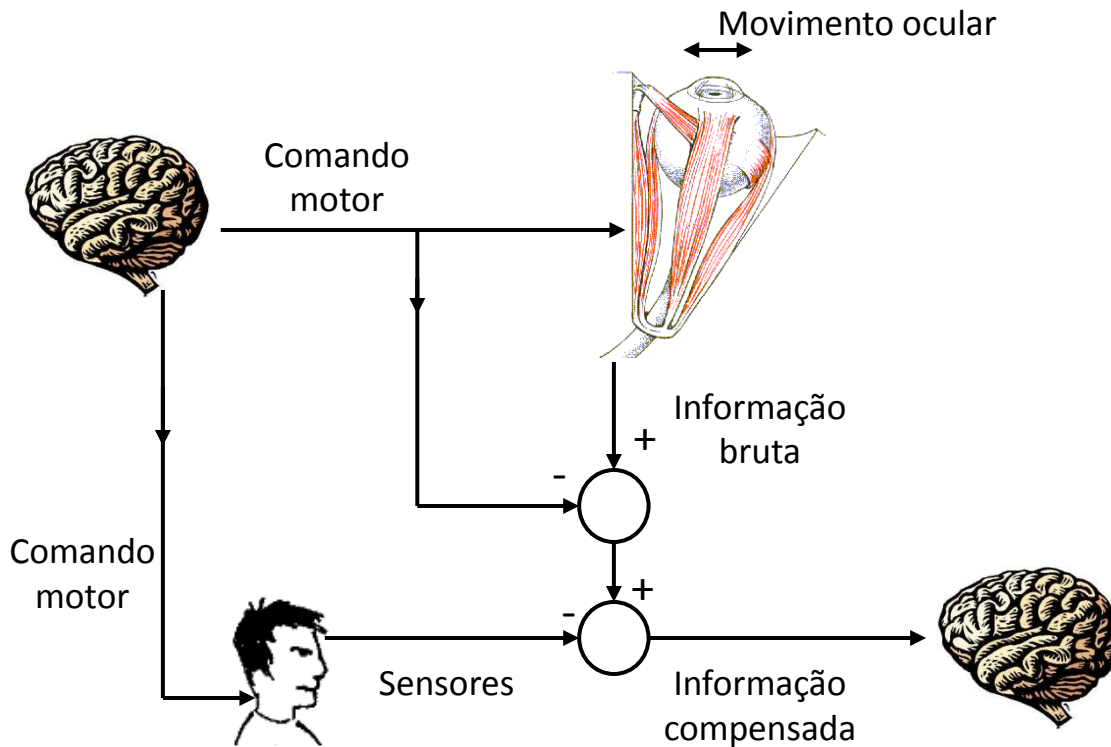
Percepção de Movimento

Movimento Retinal

- Imagem do objeto se move em relação à retina
 - Sujeita às características temporais da visão
 - Baixa definição espacial, visão periférica
-
- Rastreamento Ocular
 - Olho acompanha a trajetória do objeto
 - Sujeita às características espaciais da visão
 - Alta definição espacial, visão central

Movimento Retinal e Rastreamento Ocular

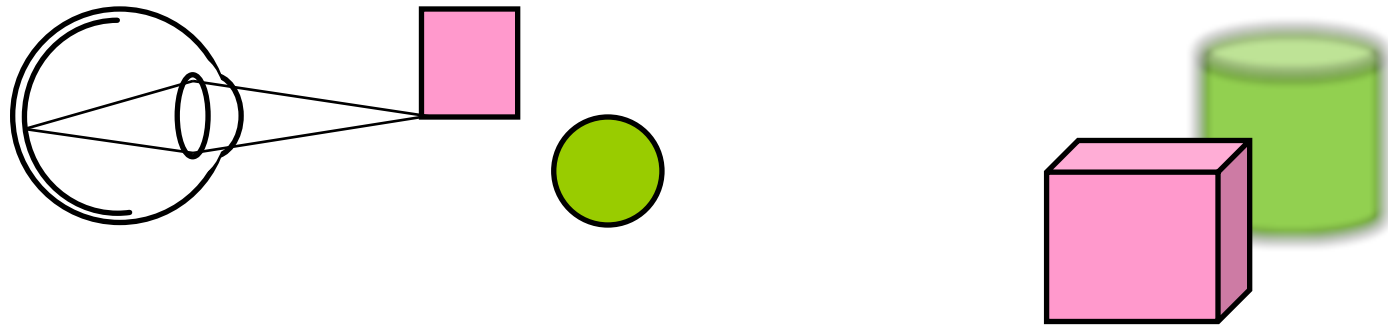




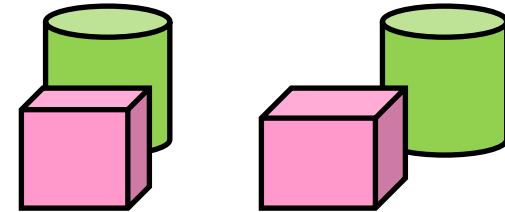
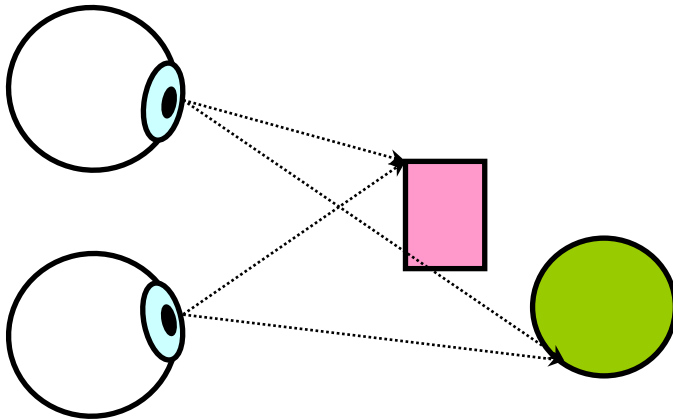
Percepção de Distância

- Foco Ocular (Acomodação)
- Visão Binocular (Disparidade)
- Paralaxe de Movimento
- Fator de Escala
- Texturas
- Saturação

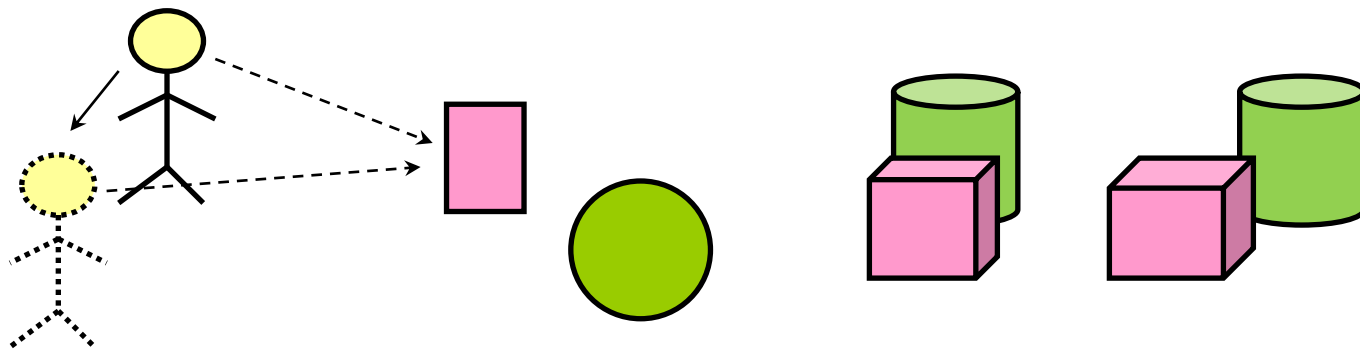
- Informação intensa para curtas distâncias ($< 1\text{m}$)



- Informação fortíssima para curtas distâncias (dentro do alcance físico); decresce até distâncias médias (< 100 m)



- Depende da amplitude do movimento; em condições de visualização normal é intensa para distâncias curtas (< 10 m)



- Forte para qualquer distância (centímetros a quilômetros); depende de aprendizado



1m

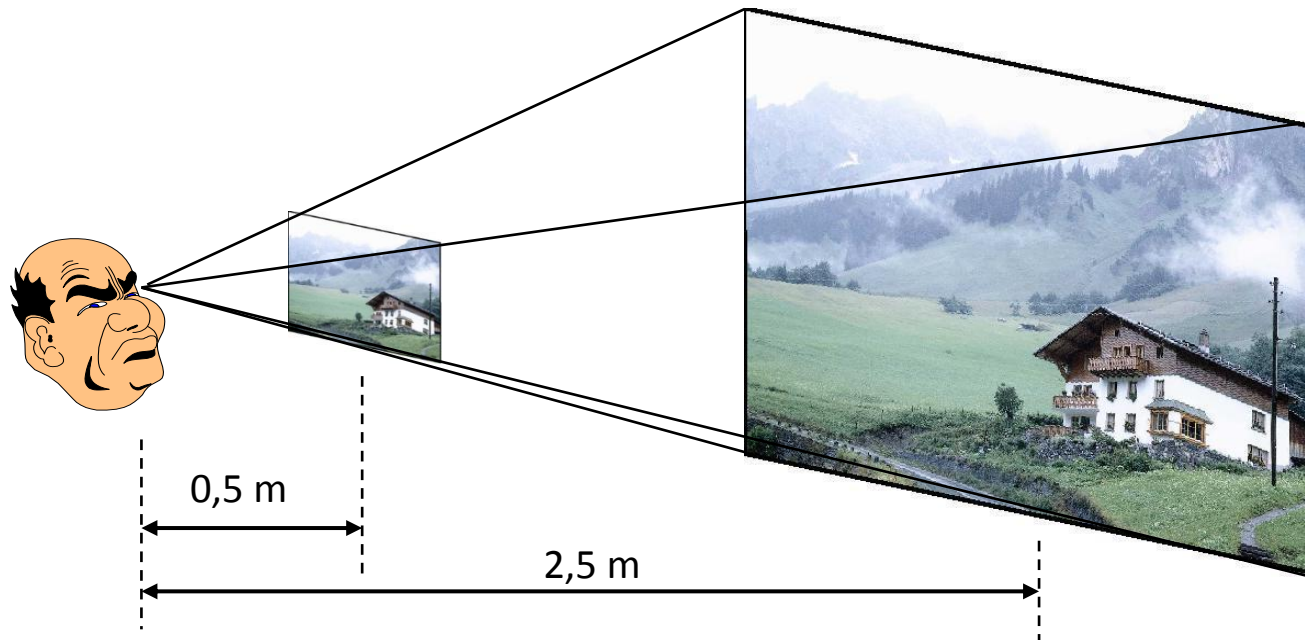


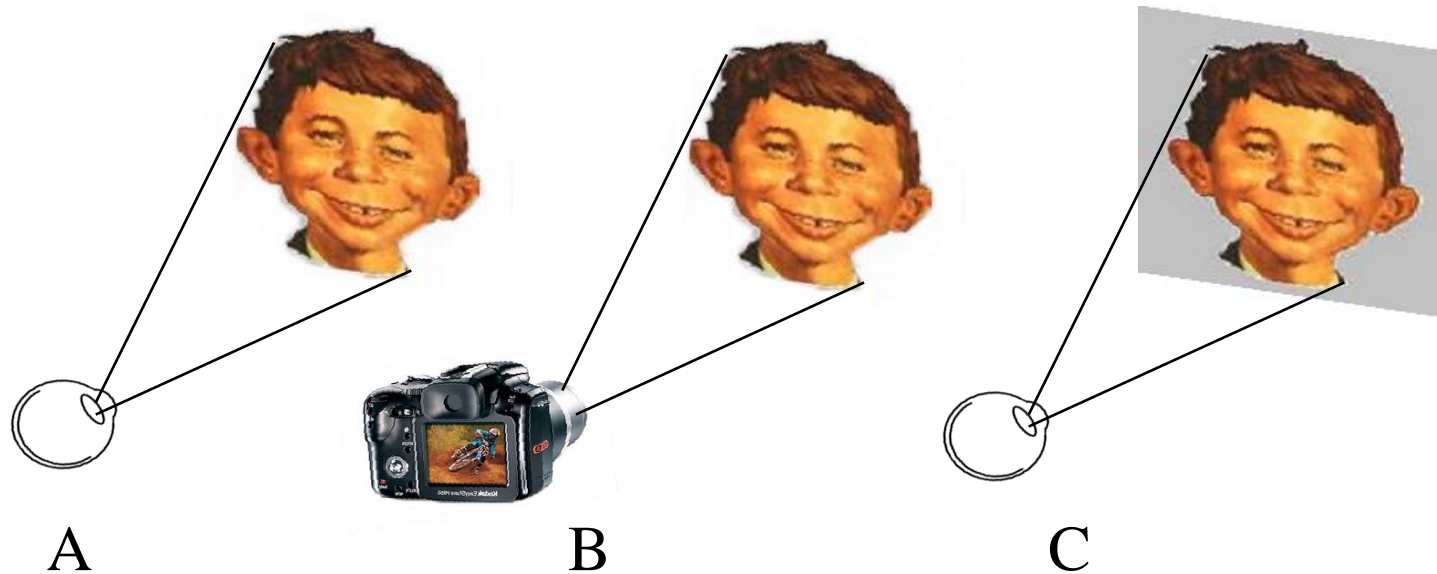
500m

- Estimativa razoável para distâncias longas (até vários km)



Diferenças na Percepção de Distâncias







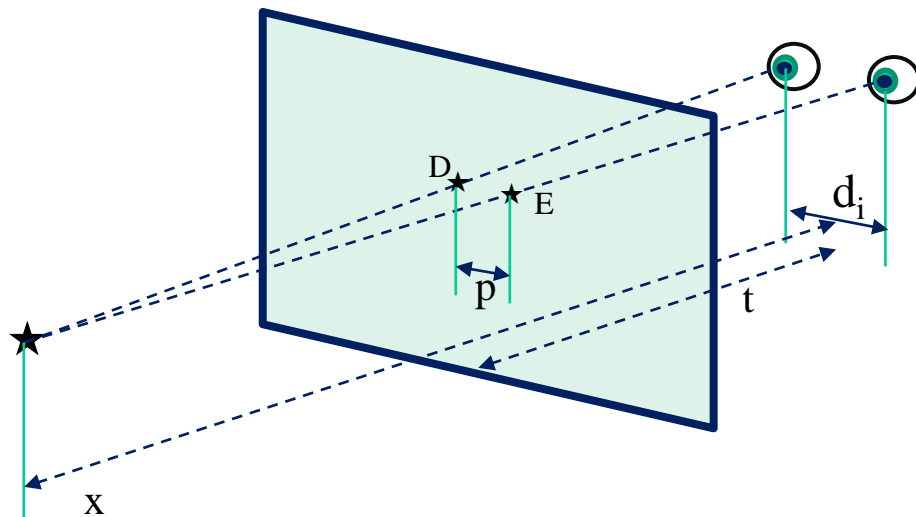
A



B, C

- A Televisão do Futuro será em 3 dimensões?

- Hipótese: a disparidade (visão binocular) é o processo fundamental de determinação de distância.
- Método: cada olho recebe uma imagem diferente
- Tecnologias mais comuns:
 - Óculos e tela com polarização
 - Óculos com obturador sequencial sincronizado
 - Auto-estereoscopia



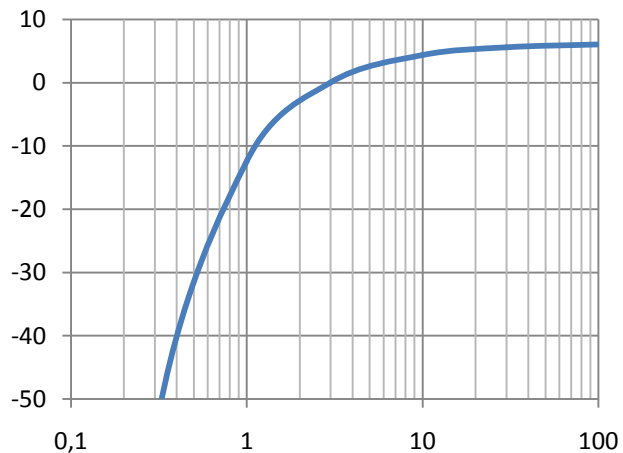
$$p = d_i \cdot \frac{x-t}{x}$$

$$x = t \cdot \frac{d_i}{d_i - p}$$

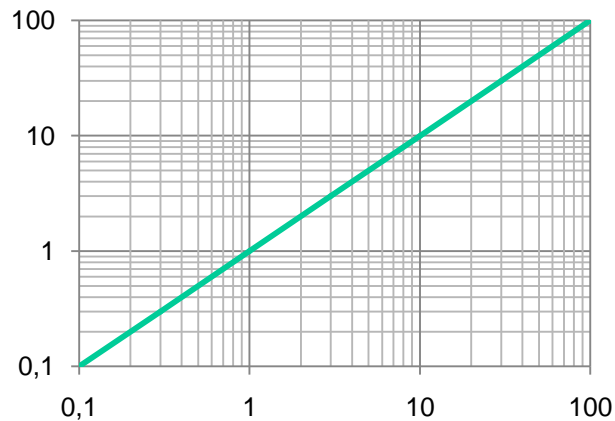
$$p = d_i \cdot \frac{x - t}{x}$$

- p = paralaxe na tela da TV
- d_i = distância interocular (~ 62 mm)
- x = distância do objeto ao observador
- t = distância da tela ao observador

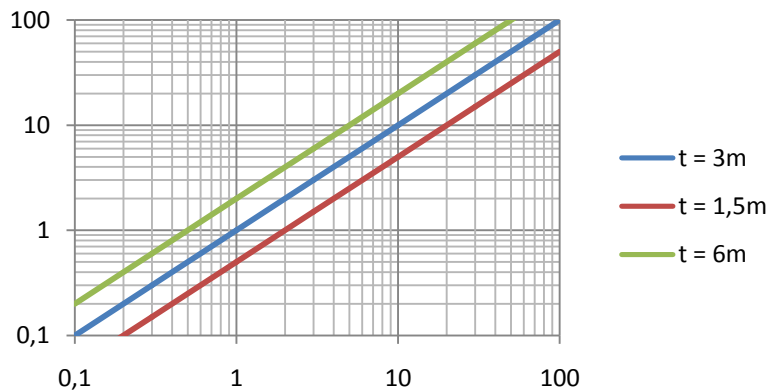
- $p = 0 \rightarrow$ objeto está na distância t (sobre a tela)
- $p = d_i \rightarrow$ objeto está no infinito
- $p < 0 \rightarrow$ objeto entre a tela e o observador ($x < t$)



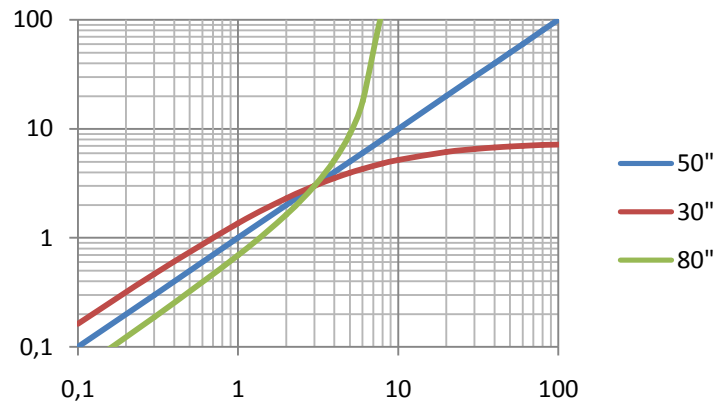
Paralaxe p na tela (cm) em função da distância x do objeto ($t = 3$ m)



Distância percebida x' (m) em função da distância x do objeto ($t = 3$ m)



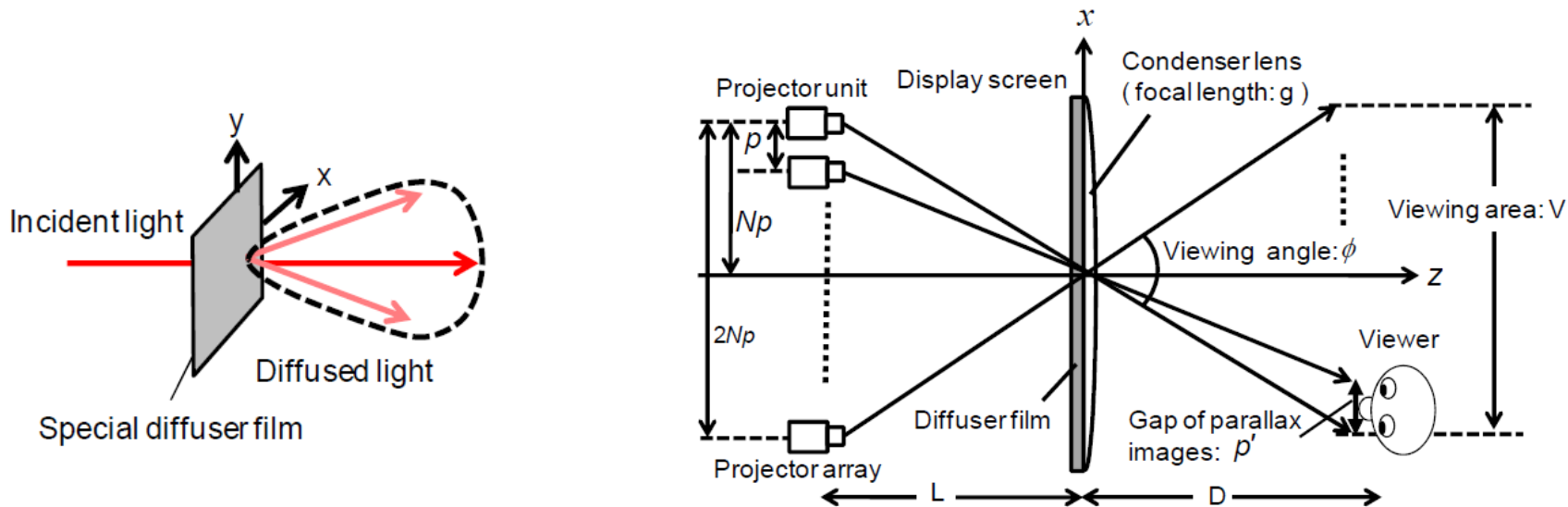
Efeito da variação da
distância t do observador



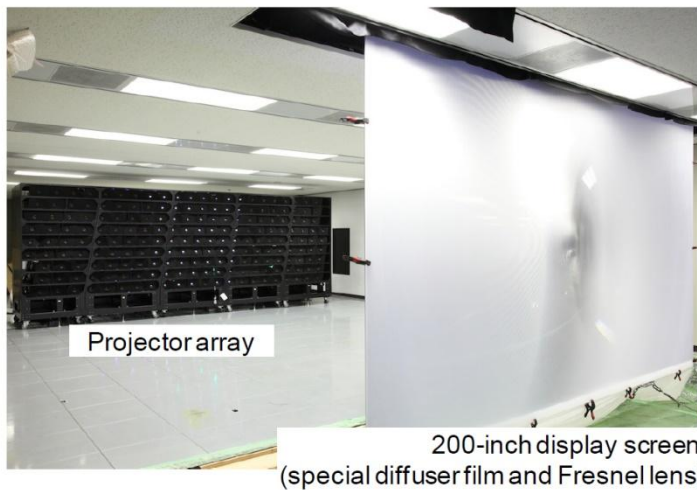
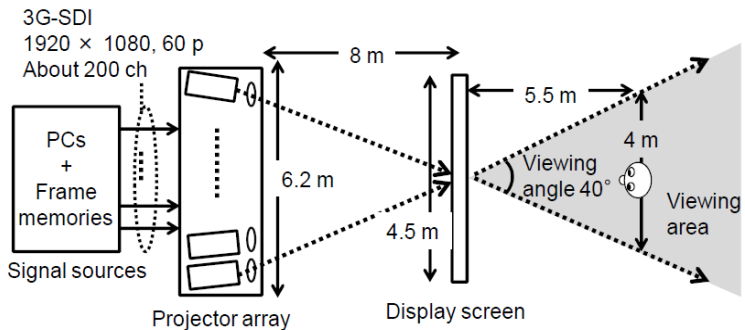
Efeito da variação do
tamanho da tela (em
referência a 50")

- Hipótese revisada: Paralaxe de Movimento é o mecanismo que calibra a percepção de distância
- Métodos que não iludem a Paralaxe de Movimento provocam conflitos perceptuais no cérebro
- 3D no Cinema é aceitável devido à distância entre a tela e o espectador

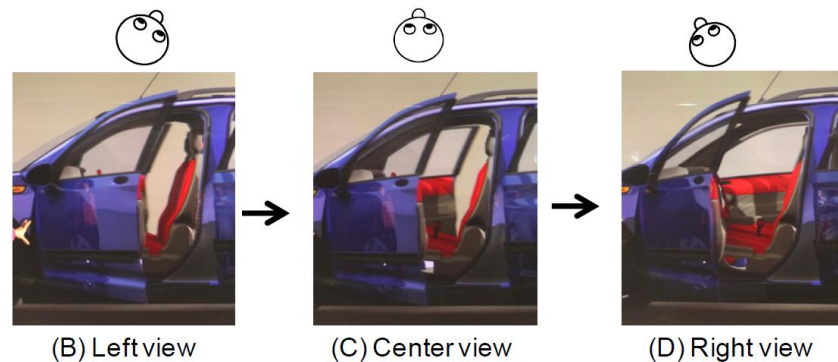
- Método que ilude a Paralaxe de Movimento:
 - Multiprojeção em Tela com lentes cilíndricas horizontais
(National Institute of Information and Communication Technology – Kyoto, Jp.)



Televisão 3D



(A) Displayed 3D image (Computer graphics of a life-size car)

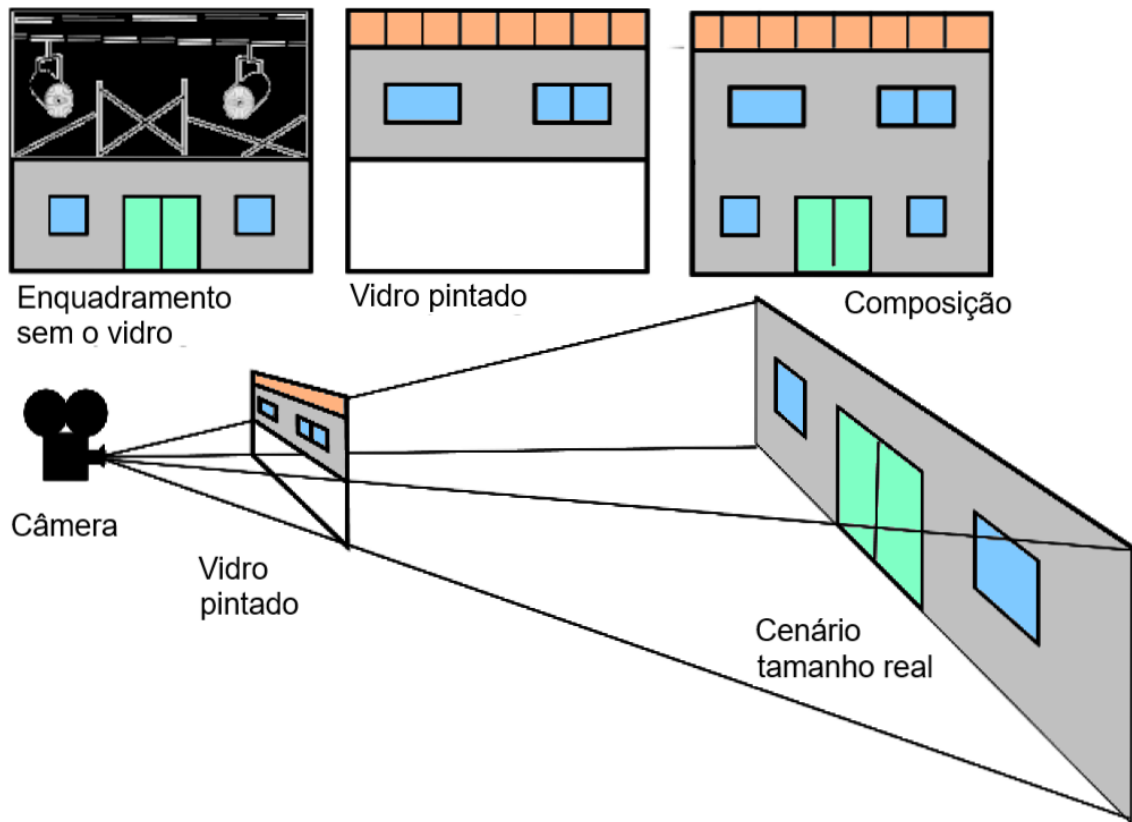


- Realidade Virtual:
 - Pode iludir paralaxe de movimento (imagens artificiais)
 - Não ilude acomodação ocular
 - Não precisa iludir visão binocular
 - Pode gerar incompatibilidade com percepção física



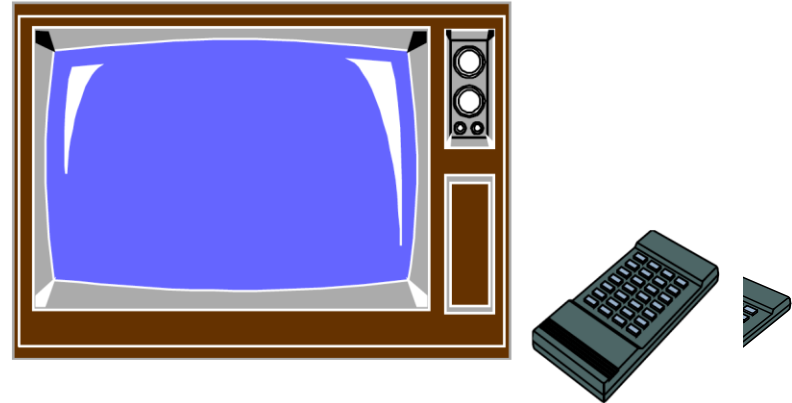
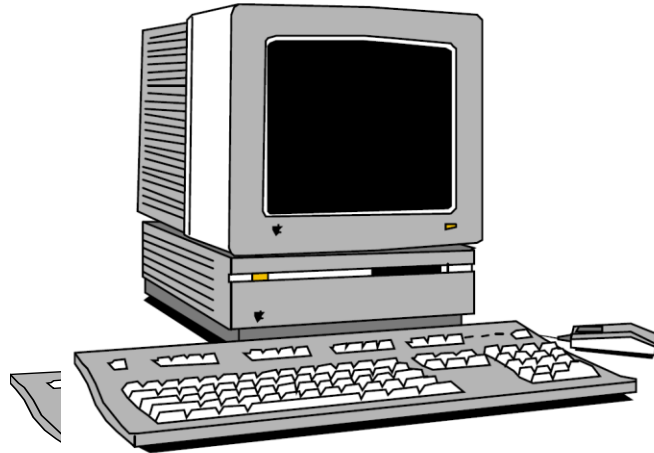
- Televisão e Cinema sempre foram 3D:
 - Texturas e Saturação
 - Fator de Escala
 - Paralaxe de Movimento (!!)

- Técnica primitiva para Cenários



- “Dentro de 3 anos não teremos mais aparelhos de TV, apenas computadores com telas de alta qualidade e programação digital, recebendo ABC, NBC, HBO, BBC e qualquer coisa que pudermos imaginar.”

(Andrew Lippman – Diretor, MIT Media Lab - 1989)



- “Display” (Cinescópio, LCD etc.)
- Processamento Digital
- Som
- Controle (“data entry”)

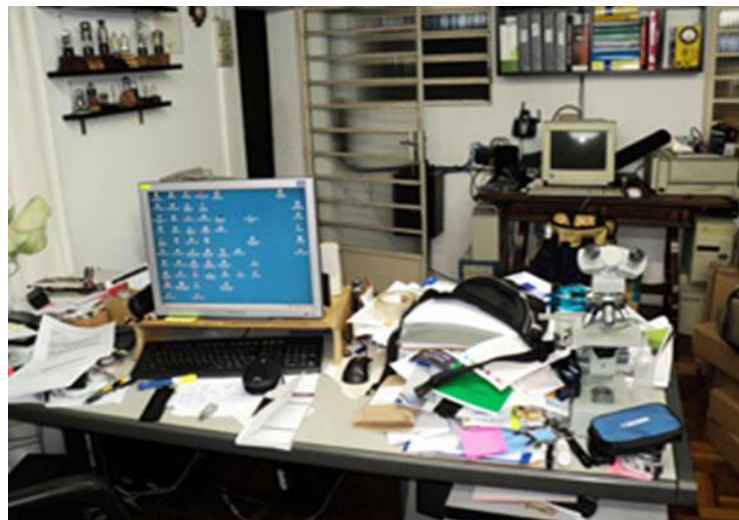
- Televisão: Janela para o mundo

- Imagens reais
- Entretenimento
- Ilusão de realidade
- Receptividade
- Coletividade
- Escuro

- PC: Mesa de Trabalho

- Imagens artificiais
- Leitura / escrita
- Criação / desenho
- Interação
- Interpretação
- Individualidade
- Claro

- Manipulação de Documentos e ideias
- Interatividade, análise e criação de informação textual e visual
- Distâncias e luminâncias uniformes
- Metáfora: Mesa de Trabalho

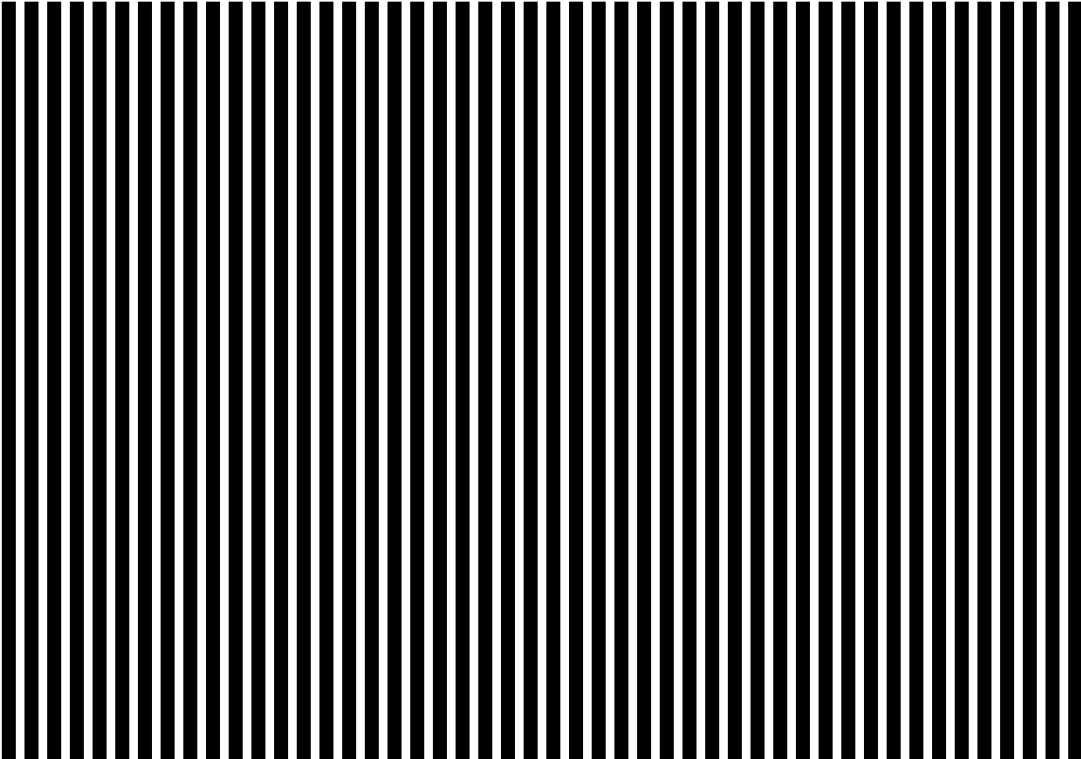


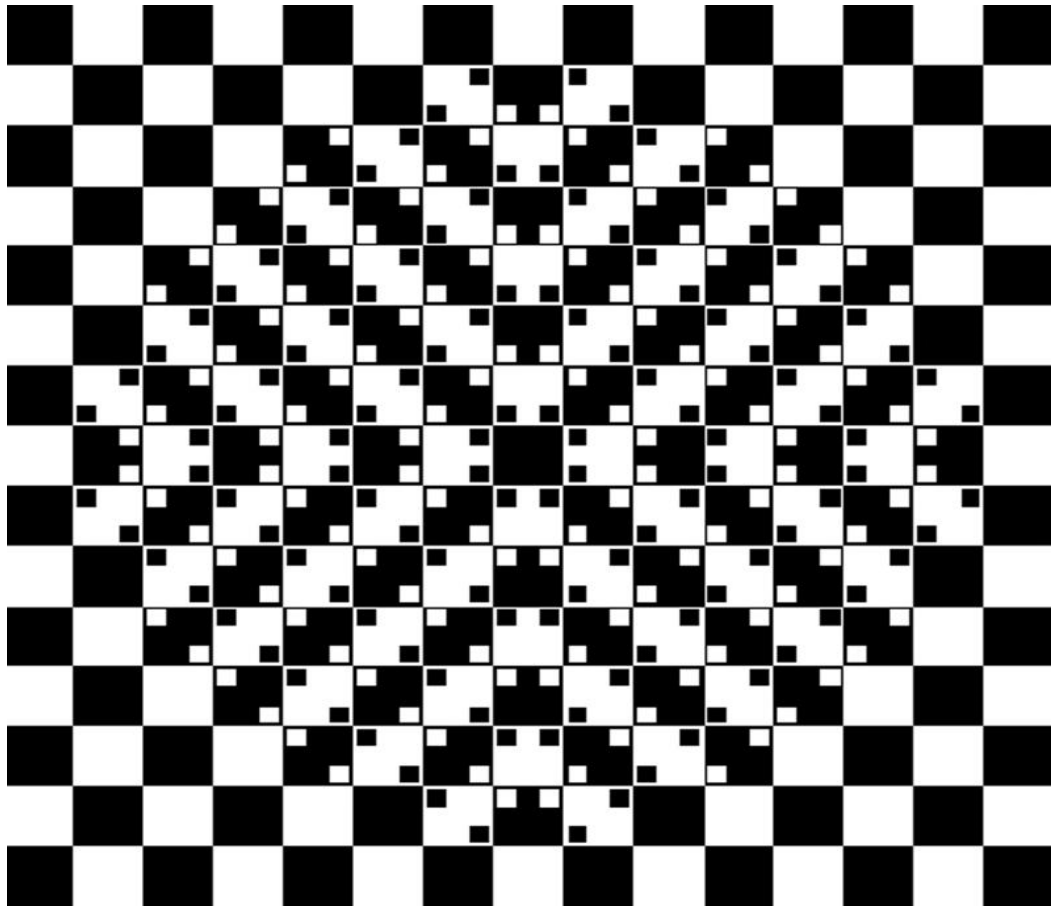
- Percepção de realidade virtual obtida através da ilusão dos sentidos (visão e audição), por imagens em movimento
- Iluminação reduzida, ausência de referencias espaciais
- Metáfora: Janela para o Mundo

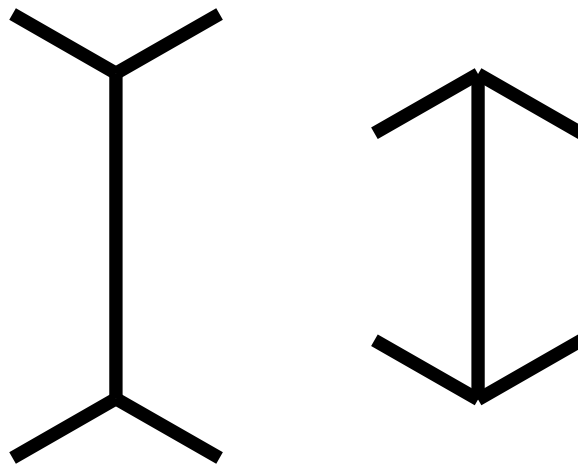


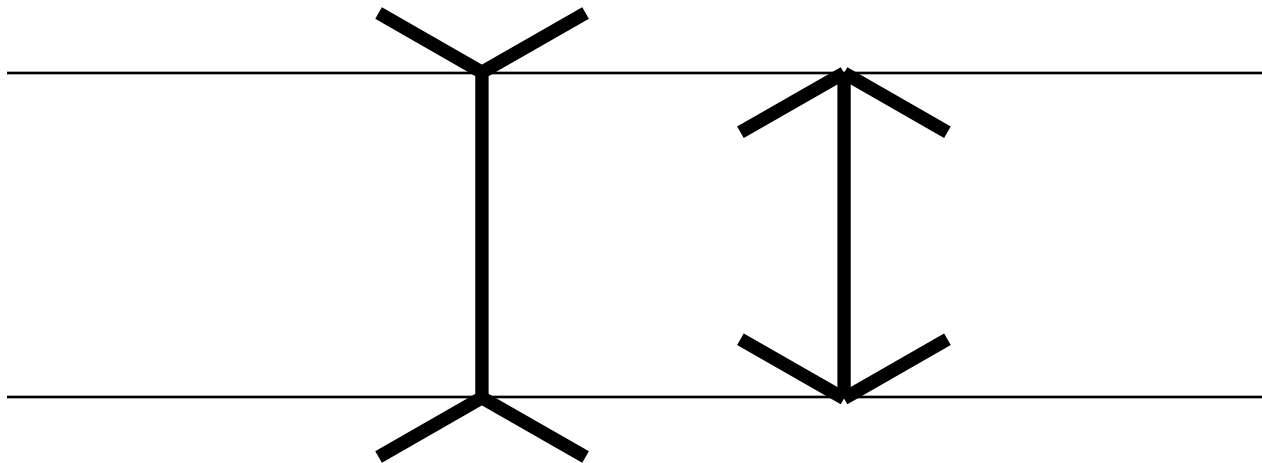
Ilusões Ópticas

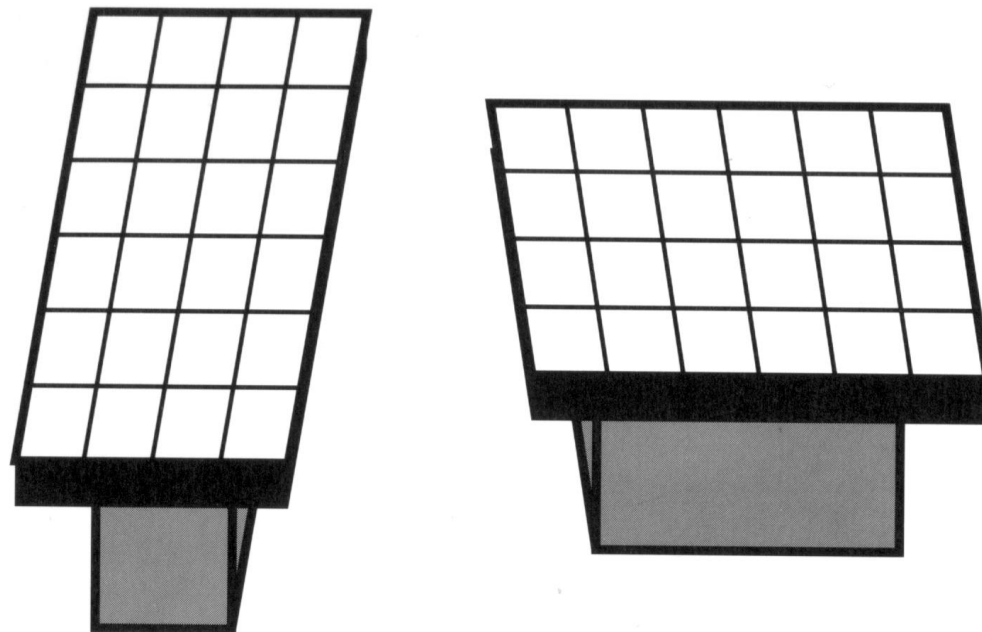
- Quando a percepção entra em contradição com a realidade física
- Estudo dos mecanismos da percepção visual
- Ilusões fisiológicas (intrínsecas) e cognitivas (culturais)
- Teste de hipóteses



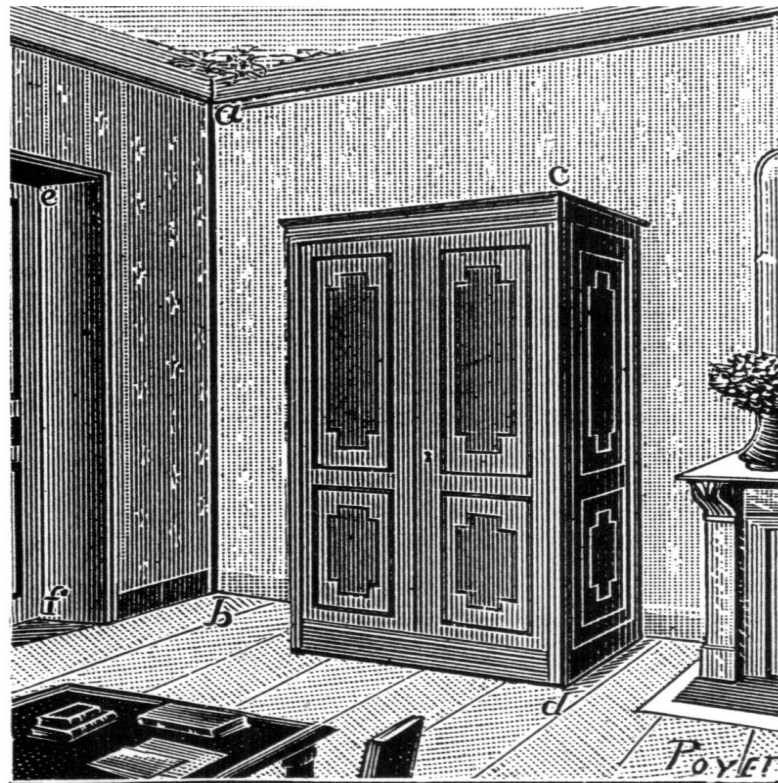




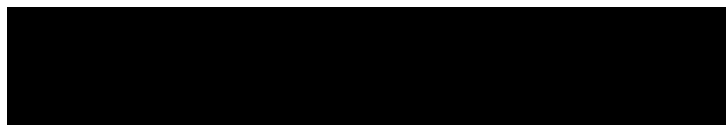


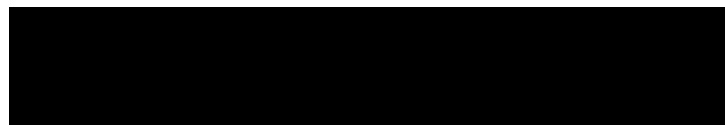


Justificativa da Ilusão de Muller-Lyers









Verde

Vermelho

Preto

Branco

Marrom

Azul

Amarelo

Roxo

