

Luz, Visão Humana e Cor

Modelos de Cores

Marcelo Walter
UFPE

Introdução

- Computação Gráfica sintetiza IMAGENS
- O que é uma IMAGEM?

Marcelo Walter - UFPE

Imagem



- Uma matriz de valores (dentro do computador)
- O que um observador humano PERCEBE como resultado da LUZ atingindo o OLHO



Marcelo Walter - UFPE

Problemas Associados

- Representação da Informação Luminosa dentro do computador
- Processo de percepção humana de cor e luz
- Tradução da representação interna num padrão de emissão de luz

Marcelo Walter - UFPE

Problemas Associados

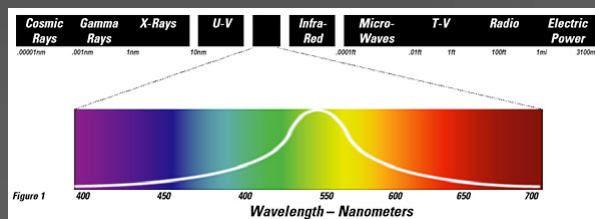
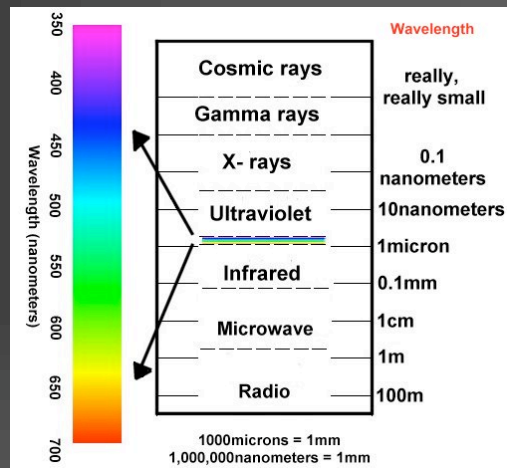
- Quero uma camiseta AZUL!



Marcelo Walter - UFPE

O que é Luz?

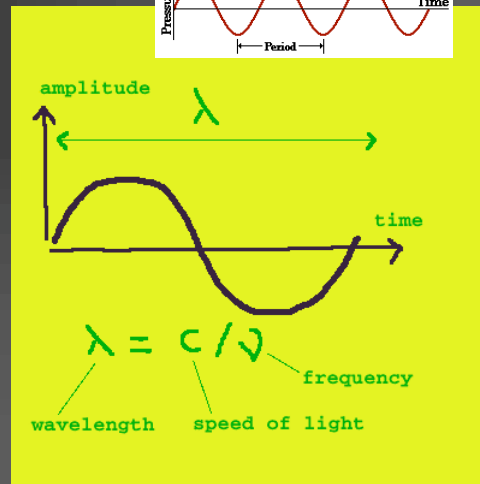
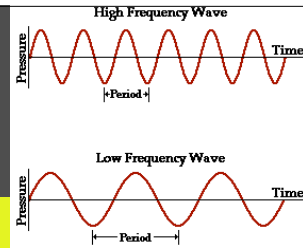
- Fonte de Energia
- Faixa de radiações eletromagnéticas que afetam o sentido humano de visão



UFPE

O que é Cor?

- Sensação produzida pelos diferentes comprimentos de onda atingindo o olho humano
- Uma cor “pura” pode ser definida pelo seu comprimento de onda
- Vermelho: 700nm
- Violeta: 400nm



Marcelo Walter - UFPE

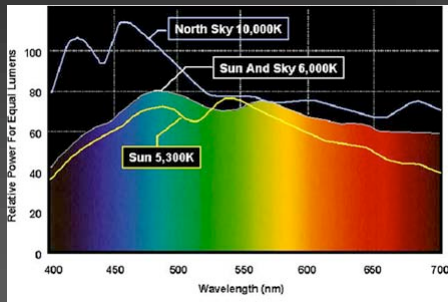
Fontes de Luz

- Luz é uma forma de energia
- Energia é emitida quando os elétrons trocam de um nível de energia para outro com menos energia
- Movimento dos elétrons para níveis + altos:
 - Calor (lâmpadas incandescentes)
 - Descargas Elétricas

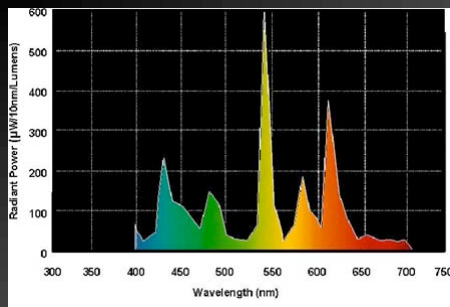
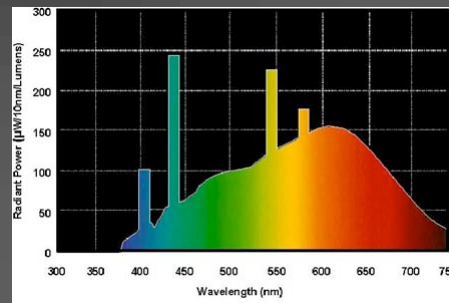
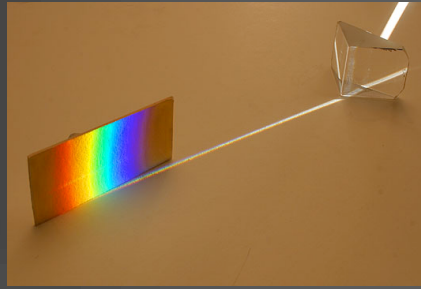
Marcelo Walter - UFPE

Caracterização de Fontes de Luz

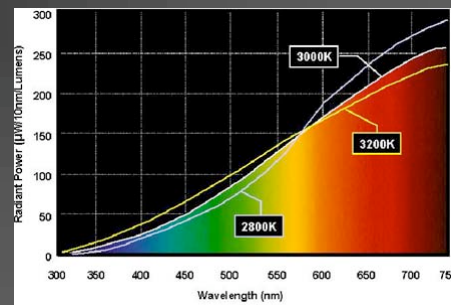
■ Distribuição Espectral



Luz do sol



Fluorescente GE (SPX50)

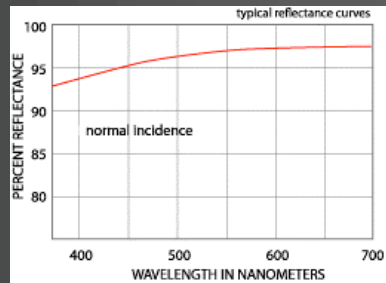
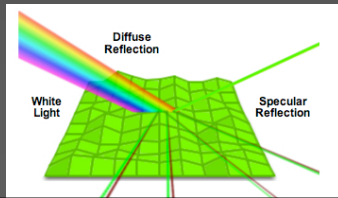
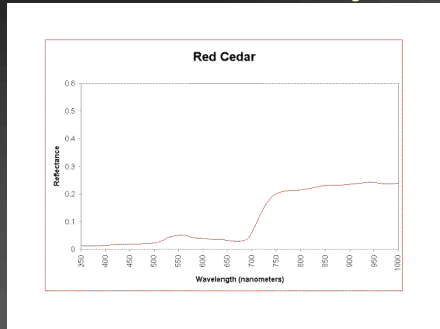


Luz incandescente

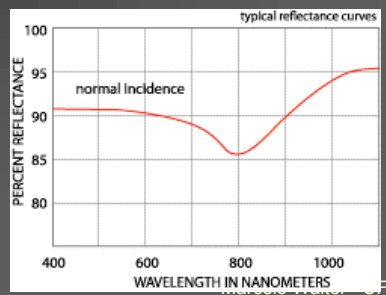
Marcelo Walter - UFPE

Caracterização dos Objetos

■ Reflexão dos Objetos



Prata



Alumínio

Interação entre Fonte e Objetos

- http://www.gelighting.com/na/business_lighting/education_resources/learn_about_light/color_lamp.htm



Marcelo Walter - UFPE

Fluorescência e Fosforescência

- Tempo que leva para os elétrons fazerem a transição
- Fluorescentes: 10^{-6} segundos
- Fosforescentes: 10^{-3} seg até horas e dias
- Qual material deveria ser utilizado em monitores de vídeo e televisores?

Marcelo Walter - UFPE

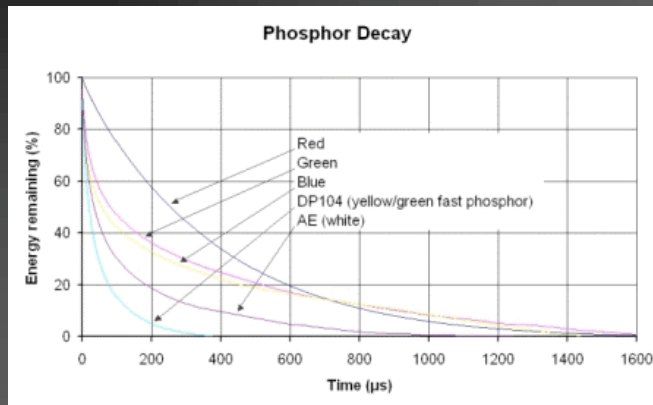
Fósforos

- Fósforos são materiais utilizados em TVs e Monitores
- Exemplo
 - Fósforo X
 - Comprimento de onda: 627nm
 - Cor: vermelha
 - Persistência: 900×10^{-6} segundos
 - Uso: TVs a cores

http://www.lgchem.com/lgcci_homepl_prod.RetrieveElectronicDetail.laf?classId=100003&prodId=01140200001&disMenu=2

Marcelo Walter - UFPE

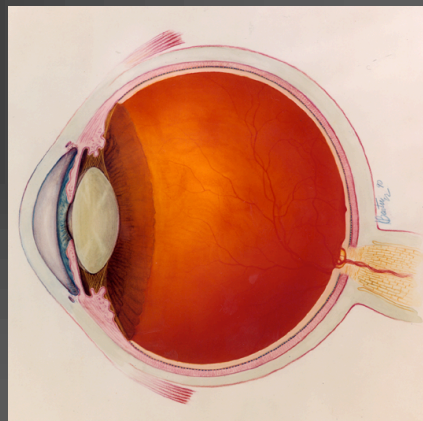
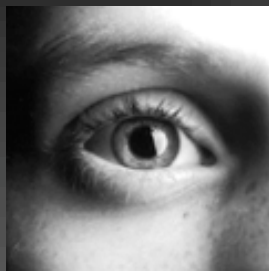
Decaimento em Energia



Fósforo DP 104

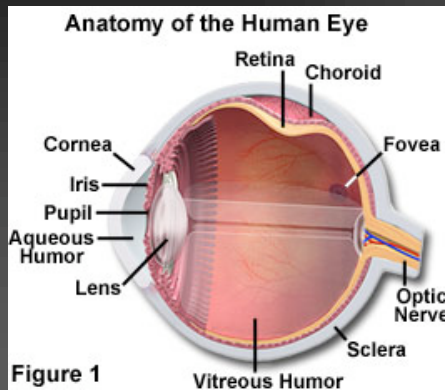
Marcelo Walter - UFPE

Visão Humana



Marcelo Walter - UFPE

Fisiologia do Olho Humano



- Retina: parte sensível à luz (200° de cobertura)
- Íris: regula a quantidade de luz que entra no olho
- Lente permite foco

Marcelo Walter - UFPE

Funcionamento do Sistema Visual

- Luz penetra no olho e atinge a retina
- Retina contém células foto-sensíveis
 - Envia sinais elétricos para o cérebro
- 2 tipos de células
 - Rods (Bastões)
 - Cones

Marcelo Walter - UFPE

Células na Retina

■ RODS

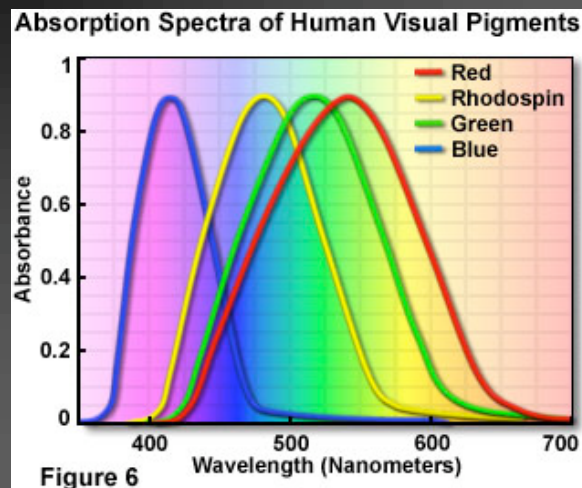
- 120 milhões
- Não detectam cor (intensidade de luz)
- Muito sensíveis
- Maior concentração na periferia da retina

■ CONES

- Responsáveis pela visão colorida
- 6 a 7 milhões
- 3 tipos com receptores químicos
- Comprimentos de onda grandes (vermelho), médios (verde) e curtos (azul)
- Cones azuis MENOS receptivos do que os outros dois

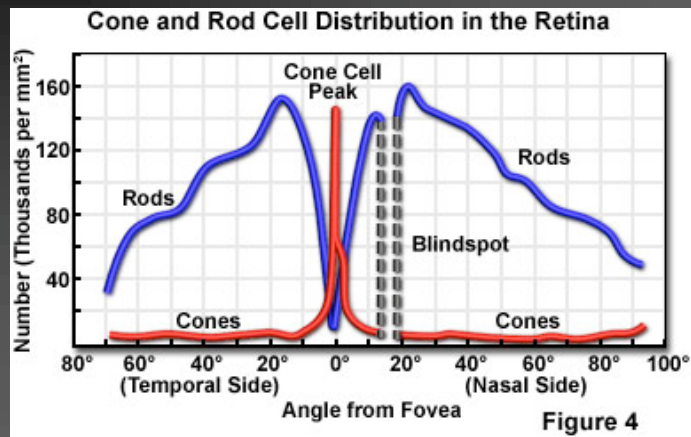
Marcelo Walter - UFPE

Receptividade de Cones e Bastões



Marcelo Walter - UFPE

Distribuição de Bastões e Cones



Marcelo Walter - UFPE

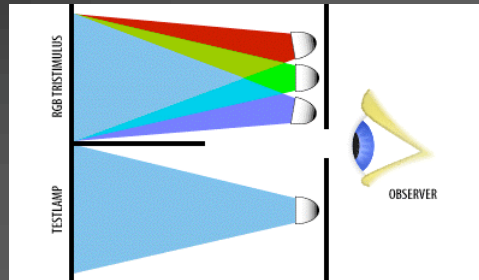
Teoria de Cor Tricromática

- 3 receptores de cores primárias no olho
- Quantas cores vemos?
- Condução de experimentos para determinar quantas cores nós vemos

Marcelo Walter - UFPE

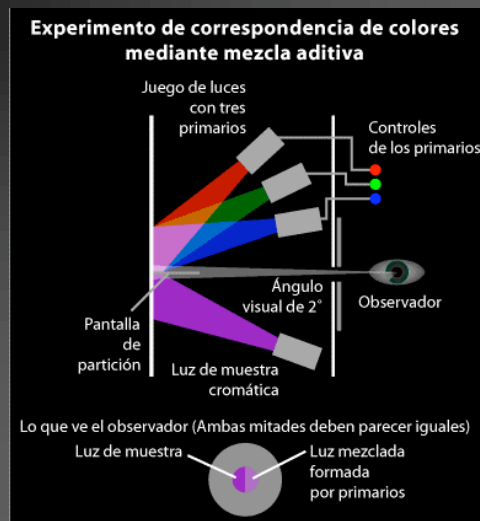
CIE 1931

- Commission Internationale de L'Eclairage
- 3 primárias
 - Blue: 435.8 nm
 - Green: 546.1nm
 - Red: 700nm
- Espectro
 - 360 – 830nm a cada 5nm



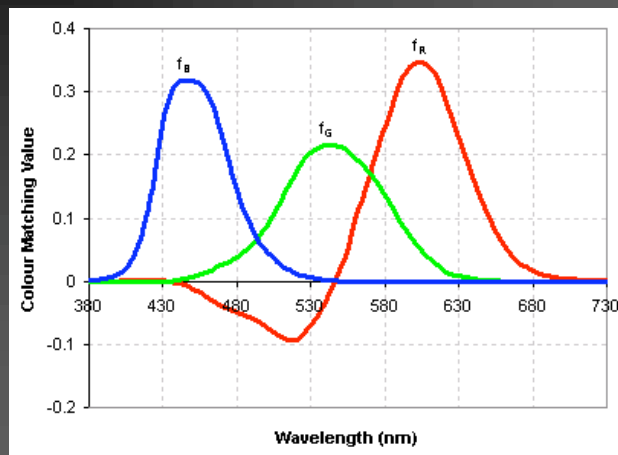
Marcelo Walter - UFPE

Experimento



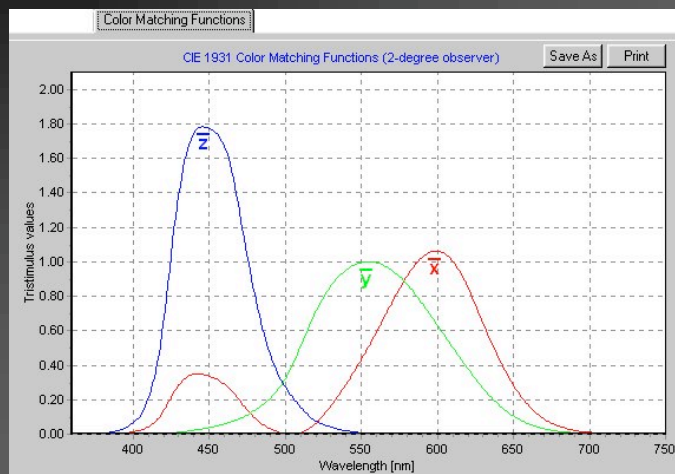
Marcelo Walter - UFPE

Funções de Reconstrução de Cor RGB



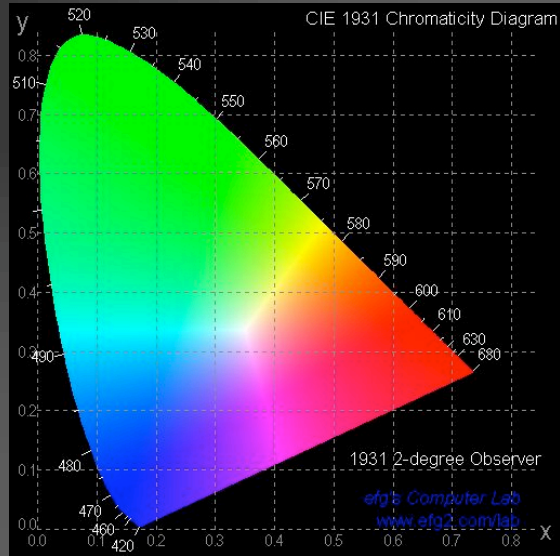
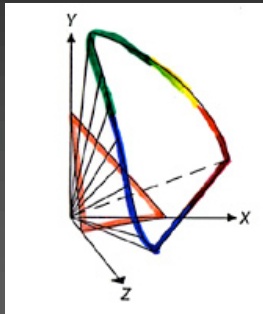
Marcelo Walter - UFPE

Funções de Reconstrução de Cor XYZ



Marcelo Walter - UFPE

CIE Diagrama de Cromaticidades



Que cor é esta camiseta?



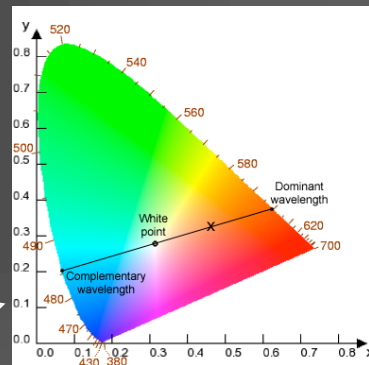
$X=0.25$
 $Y=0.12$



Marcelo Walter - UFPE

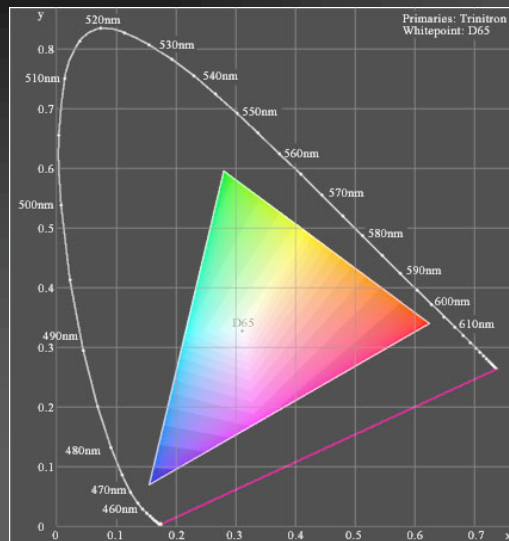
Propriedades do Diagrama de Cromaticidade

- Cores puras (monocromáticas)
- Cores padrão (exemplo $x=0.31$ $y = 0.316$)
- Comprimento de onda dominante
- Cor complementar



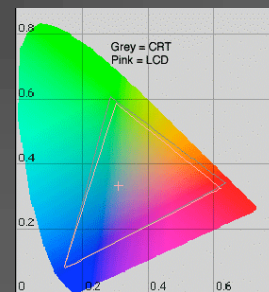
Marcelo Walter - UFPE

Gamuts de Cor (Espaços de Cores)



NTSC
 R: (0.67,0.33)
 G: (0.21,0.71)
 B: (0.15,0.08)

Monitor Típico
 R: (0.6064, 0.3379)
 G: (0.2919,0.5693)
 B: (0.1496,0.0732)



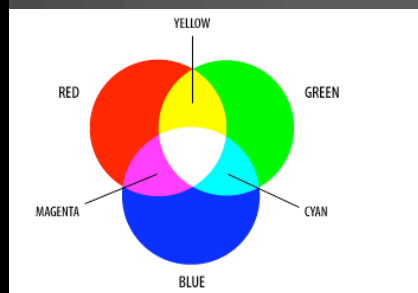
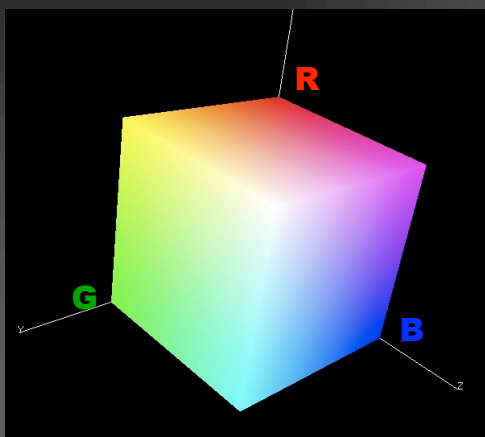
Marcelo Walter - UFPE

Modelos de Cor

- RGB
- CMY
- HSV/HLS

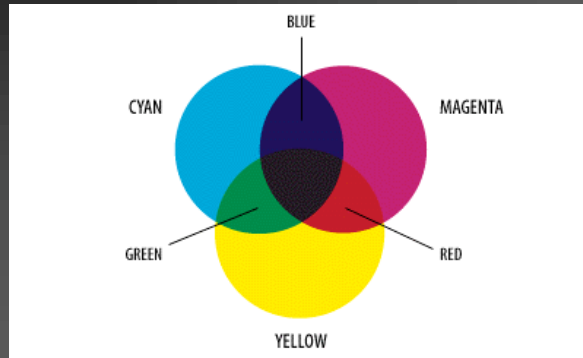
Marcelo Walter - UFPE

Modelo de Cor RGB Aditivo



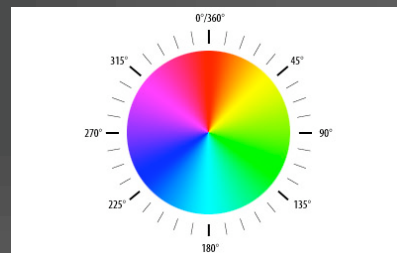
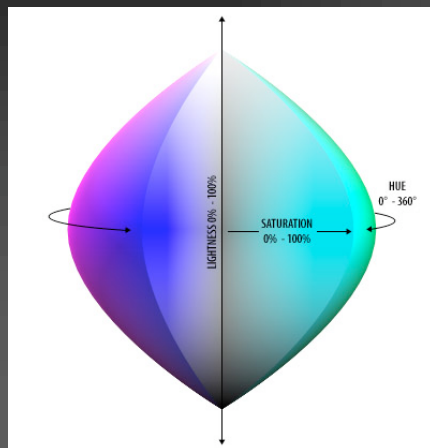
Marcelo Walter - UFPE

Modelo de Cor CMY Subtrativo



Marcelo Walter - UFPE

Modelo de Cor Hue-Saturation-Value Hue-Lightness-Saturation



Marcelo Walter - UFPE

Cor em OpenGL

- glColor3
- glColor4
- Exemplos
 - `glColor3f(0.5, 0.76, 0.55);`
 - `glColor4ub(0, 255, 0, 255);`

Marcelo Walter - UFPE