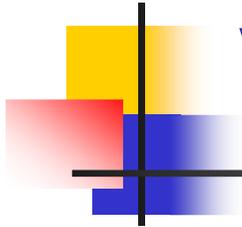
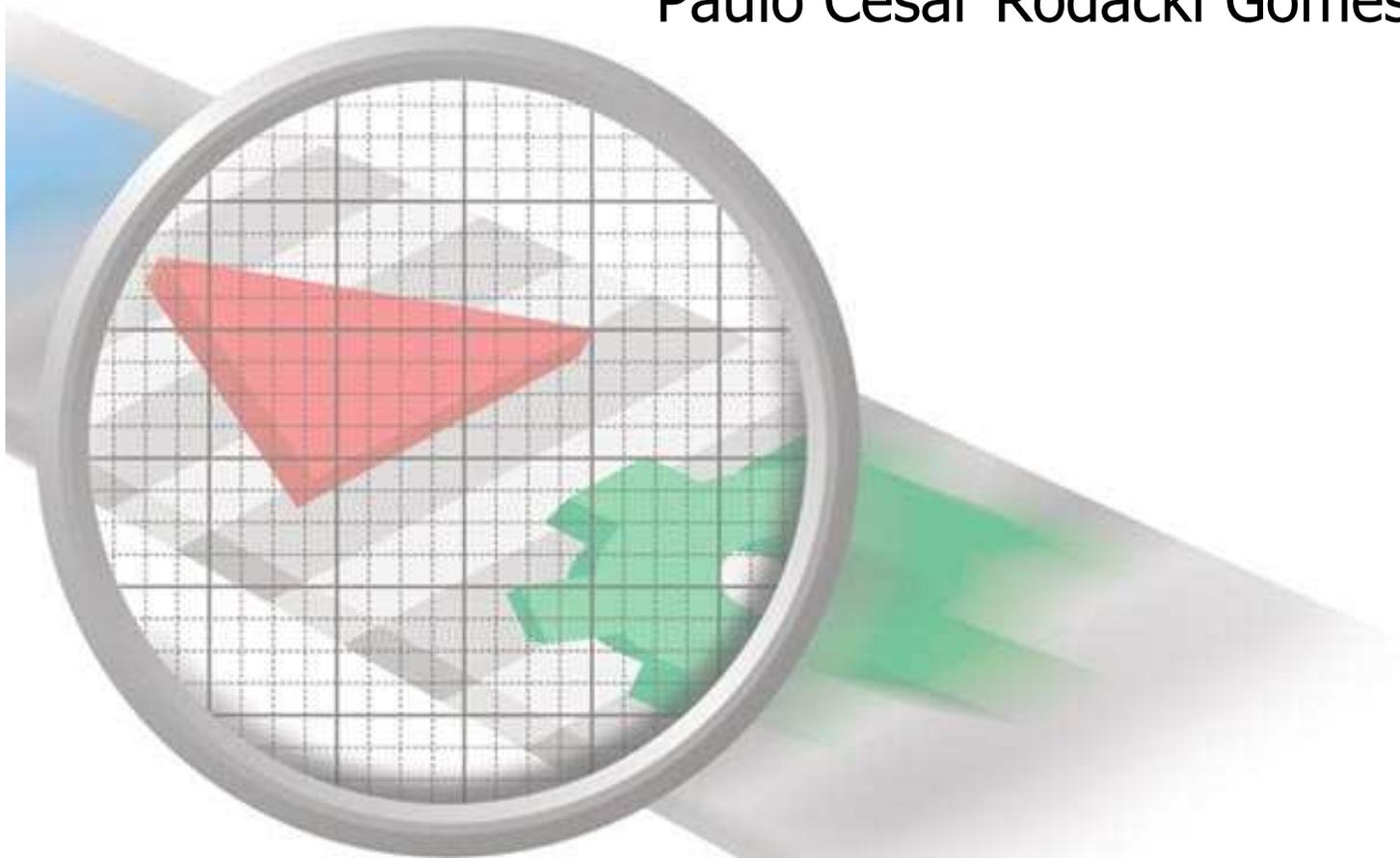


# Inspeção Industrial Através de Visão Computacional



Maurício Edgar Stivanello

Paulo César Rodacki Gomes - Orientador





# Roteiro da apresentação

---

- 1 **Introdução**
- 2 Fundamentação teórica
- 3 Desenvolvimento do Trabalho
- 4 Conclusão

# Introdução

## Controle de qualidade

### Inspeção manual

- Tarefa repetitiva;
- Esforço físico;
- Falta de precisão;
- Efetividade da inspeção declina;
- Alta rotatividade.



# Introdução

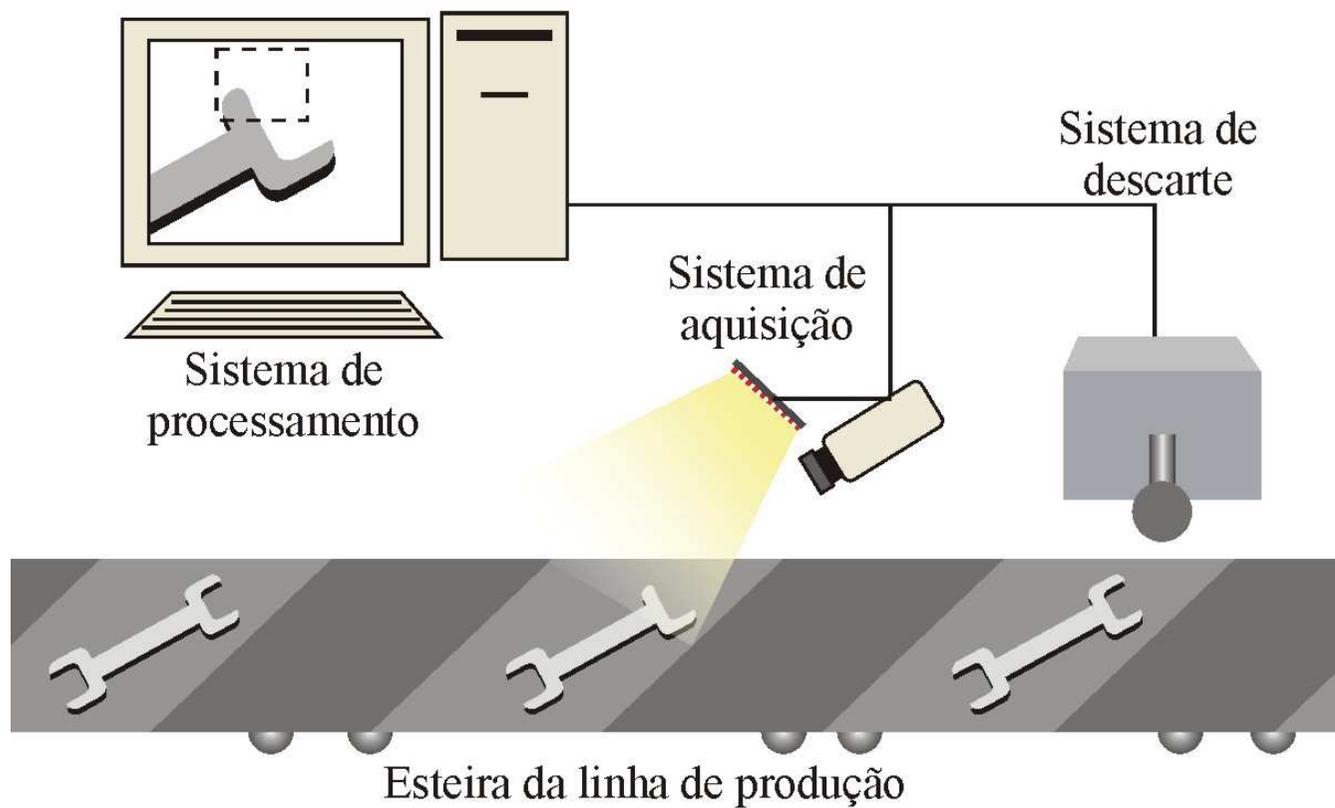
## Inspeção automatizada

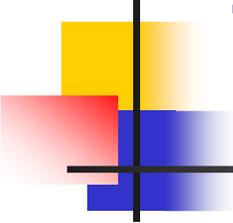
- Auxiliam ou substituem a inspeção humana;
- Vantagens evidenciadas quando a inspeção exige precisão e velocidade.



# Introdução

## Arquitetura





# Introdução

## Objetivo

---

Disponibilizar um sistema de software para inspeção automatizada de produtos. O sistema deve:

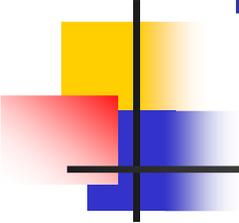
- Analisar características de embalagens;
- Detectar defeitos nas embalagens;
- Classificar as embalagens como aprovadas ou reprovadas.



# Roteiro da apresentação

---

- 1 Introdução
- 2 **Fundamentação teórica**
- 3 Desenvolvimento do Trabalho
- 4 Conclusão



# Fundamentação teórica

## **Processamento de imagem**

---

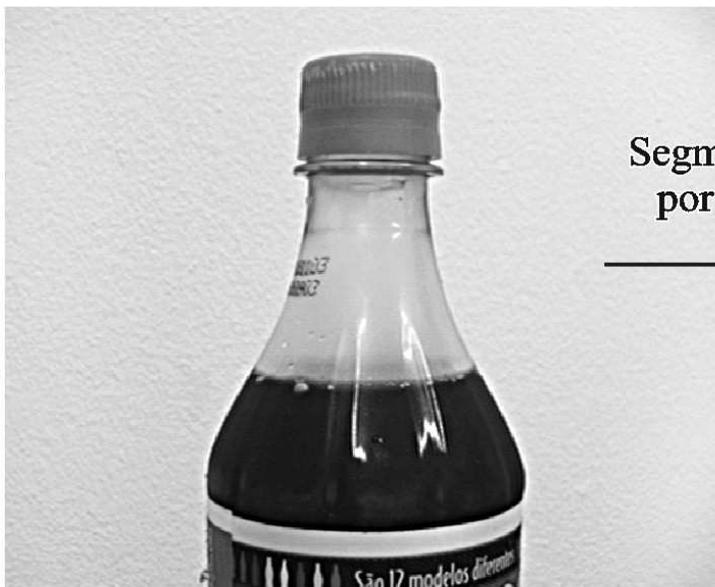
Empregado na extração de informações de uma imagem, para posterior análise e tomada de decisão a cerca de um produto .

# Fundamentação teórica

## Processamento de imagem

### Segmentação por Limiarização

Imagem original



Segmentação  
por limiar



Imagem segmentada



# Fundamentação teórica

## Processamento de imagem

### Segmentação pela Detecção de bordas

Operador gradiente de Sobel:

a)

$z_1$	$z_2$	$z_3$
$z_4$	$z_5$	$z_6$
$z_7$	$z_8$	$z_9$

b)

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

c)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

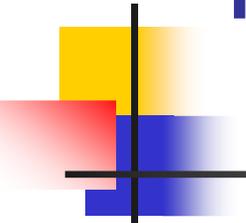
$$G_x = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3)$$

$$G_y = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)$$

Imagem original

Imagem segmentada





# Fundamentação teórica

## Processamento de imagem

---

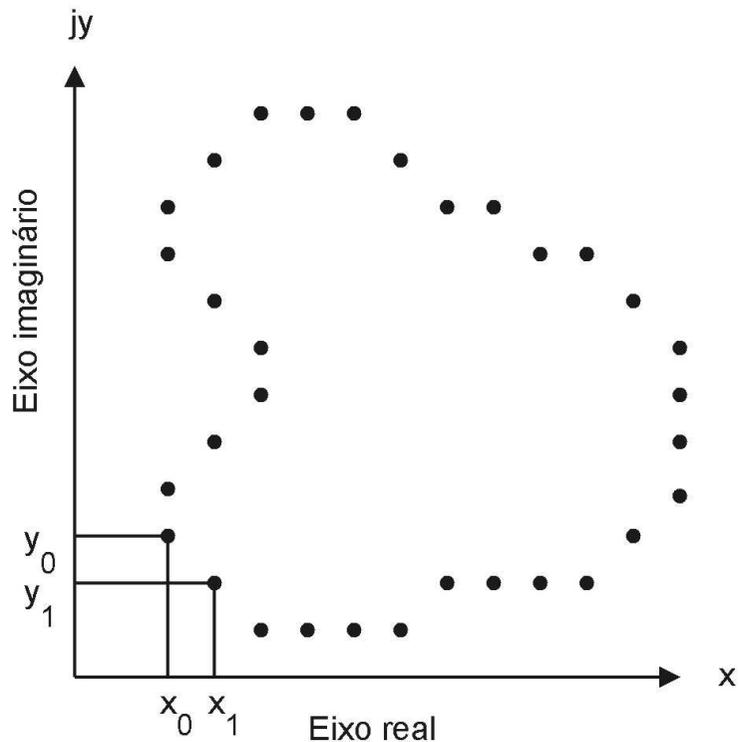
### Descritores de imagem

- Os descritores são conjuntos de números, gerados para descrever uma forma;
- Os descritores podem não reconstituir completamente a forma descrita, mas devem ser suficientes para discriminar diferentes formas.

# Fundamentação teórica

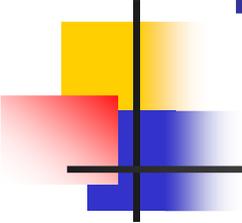
## Processamento de imagem

### Descritores de Fourier



$$s(k) = x(k) + jy(k)$$

para  $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$  onde  $N$  é a quantidade de pontos da fronteira.



# Fundamentação teórica

## Processamento de imagem

---

### Descritores de Fourier - Transformadas

Transformada discreta de Fourier:

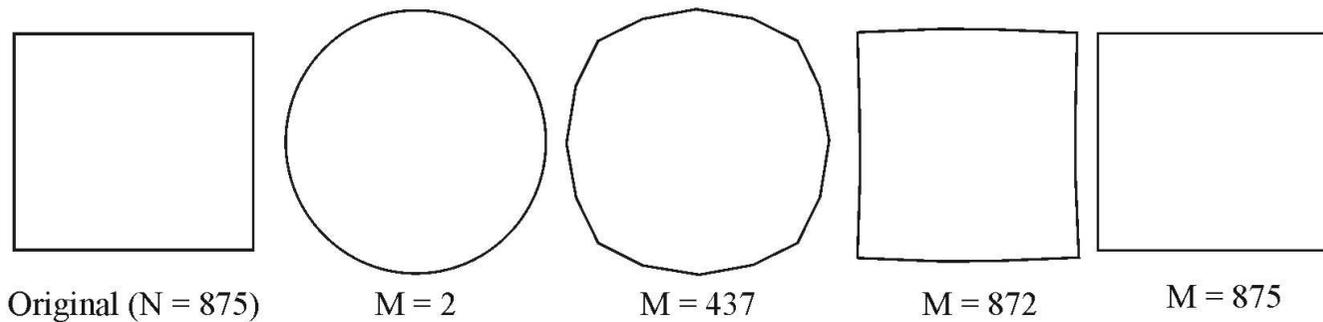
$$a(u) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} s(k) e^{-j2\pi uk / N}$$

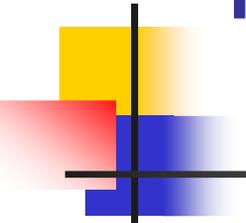
para  $u = 0, 1, 2, \dots, N - 1$  onde  $N$  é a quantidade de pontos da fronteira.

# Fundamentação teórica

## Processamento de imagem

---





# Fundamentação teórica

## Processamento de imagem

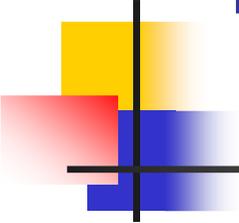
---

### Descritores de Fourier - Propriedades

Invariância quanto translação: ignorar o primeiro coeficiente obtido

Invariância quanto à rotação:

$$a_r(u) = \sqrt{a_u^2 + b_u^2}$$



# Fundamentação teórica

## **Redes Neurais Artificiais**

---

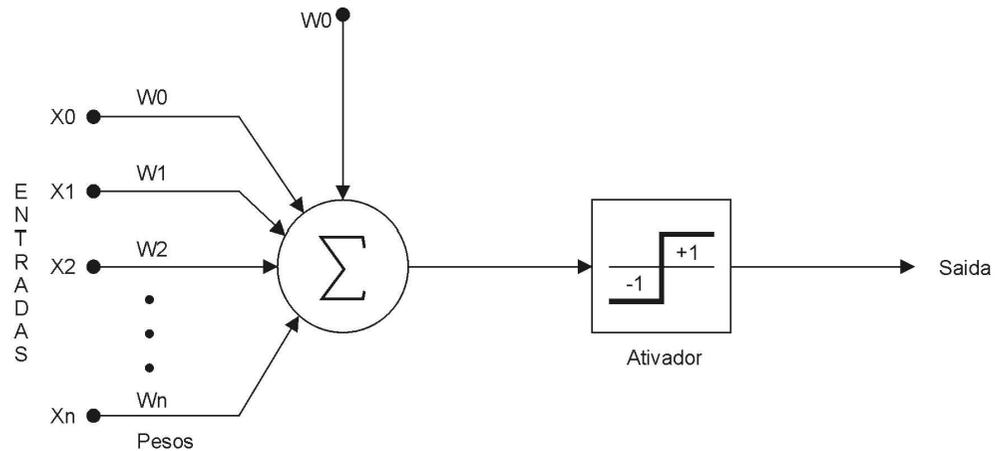
Surgidas como uma tentativa de simular o funcionamento do cérebro.

Possuem a vantagem de que a função de decisão é obtida através de treinamento.

# Fundamentação teórica

## Redes Neurais Artificiais

### O Neurônio Artificial

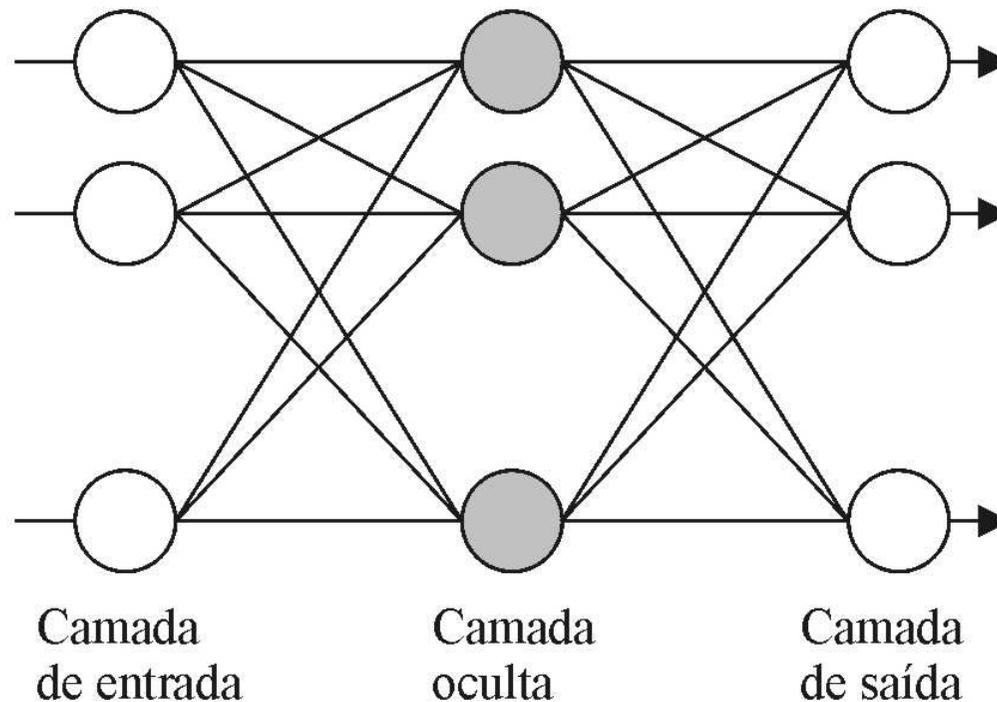


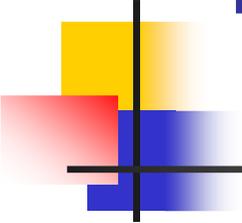
- Entradas;
- Pesos sinápticos;
- Função de ativação;
- Função de transferência.

# Fundamentação teórica

## Redes Neurais Artificiais

### Rede de Neurônios





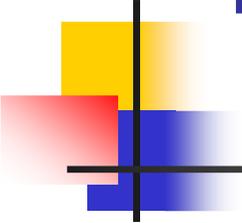
# Fundamentação teórica

## Redes Neurais Artificiais

---

### Fases do projeto de uma rede neural artificial

- Definição;
- Treinamento;
- Utilização.



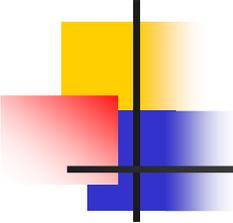
# Fundamentação teórica

## Redes Neurais Artificiais

---

### Perceptron Multicamadas

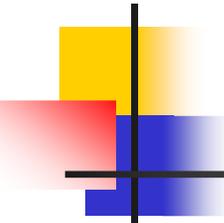
Trata-se do modelo mais implementado dentre todas as arquiteturas. Possui, além da capacidade de abstração, a capacidade de generalização.



# Roteiro da apresentação

---

- 1 Introdução
- 2 Fundamentação teórica
- 3 **Desenvolvimento do Trabalho**
- 4 Conclusão



# Desenvolvimento do trabalho

## Requisitos

---

- O protótipo de sistema deve analisar imagens de produtos com o objetivo de detectar defeitos de produção nos mesmos;
- O protótipo deve possuir independência quanto ao produto inspecionado;
- O protótipo deve realizar as análises em tempo real.

# Desenvolvimento do trabalho

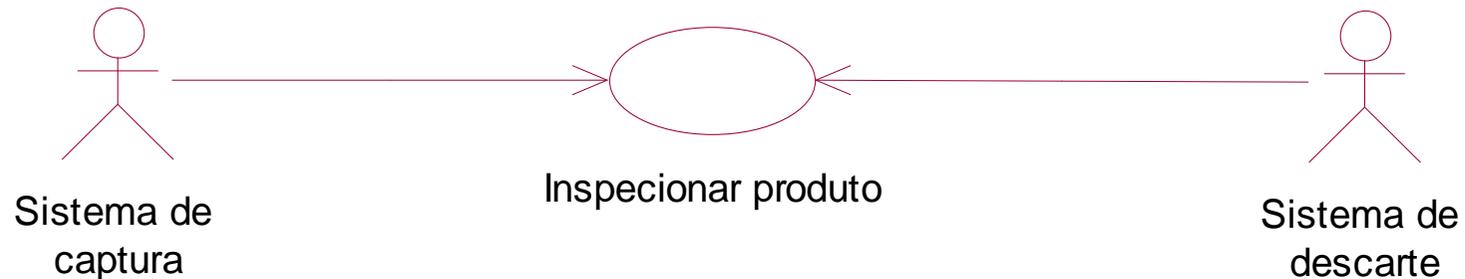
## Especificação

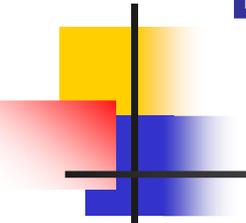
### Diagramas de Caso de Uso

Configurar inspeção



Inspecionar produto



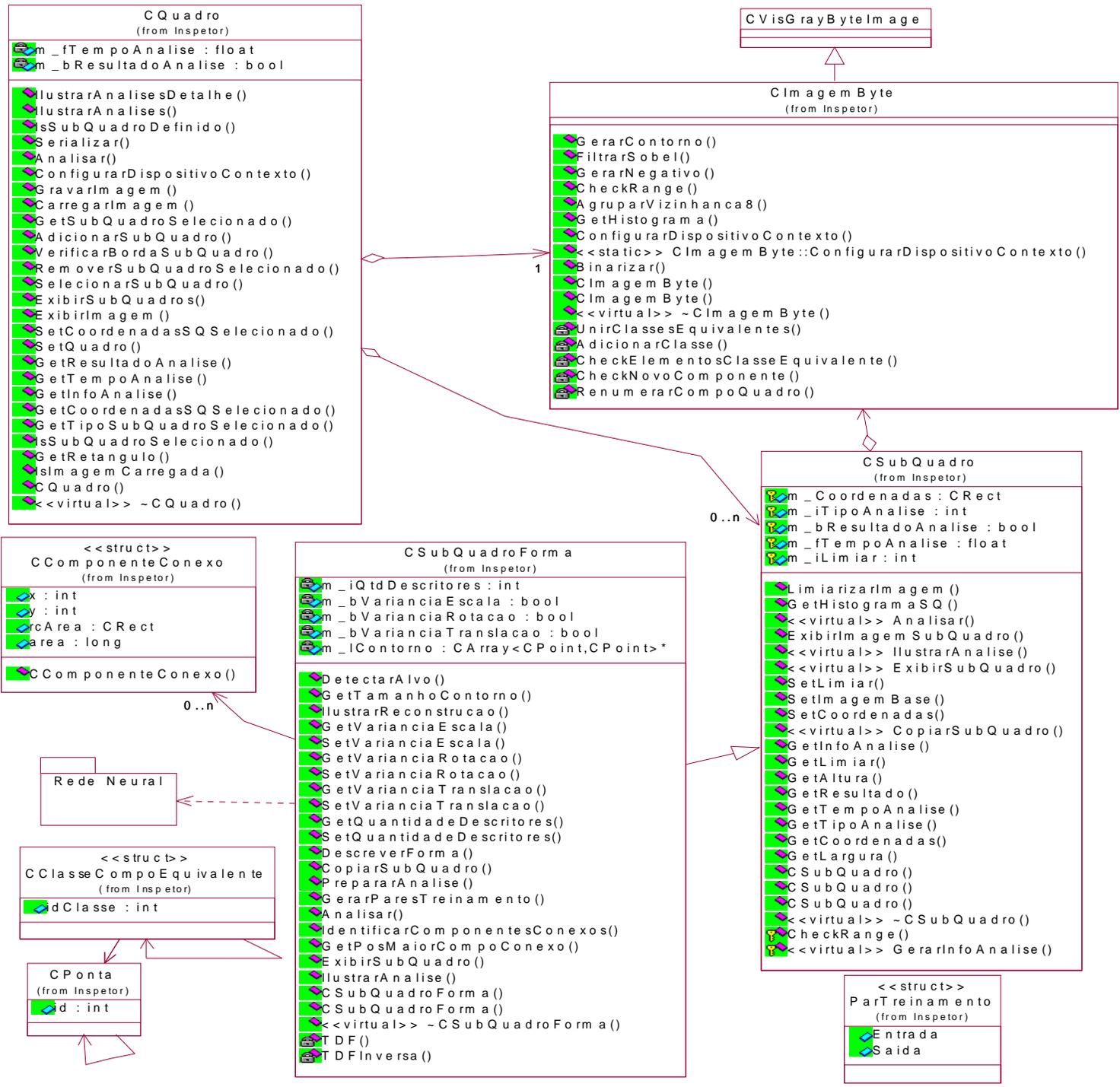


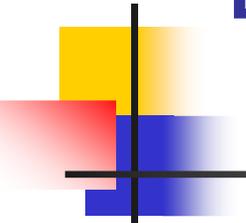
# Desenvolvimento do trabalho

## Especificação

---

**Diagrama de Classes de  
processamento e análise de  
imagens**



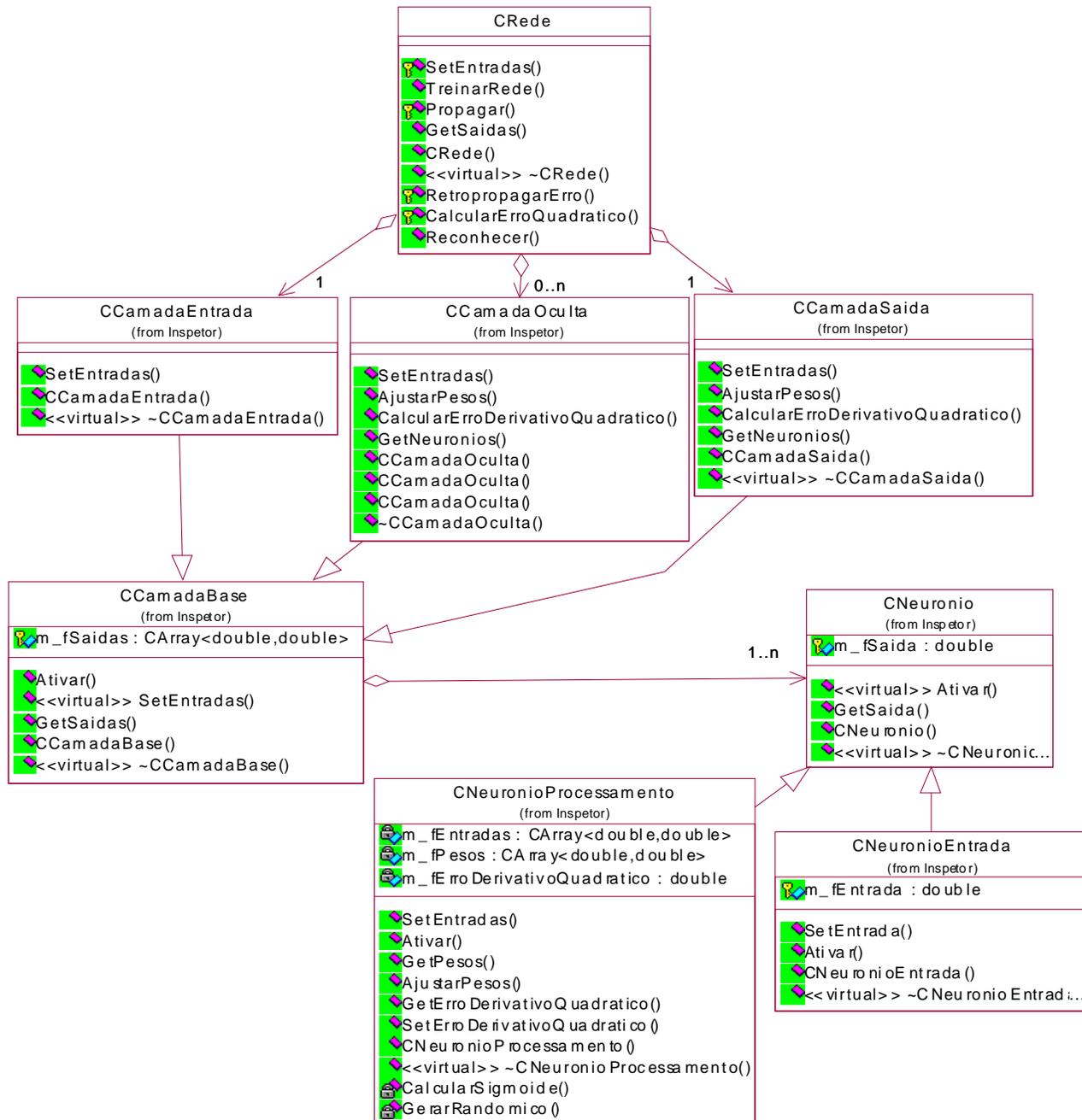


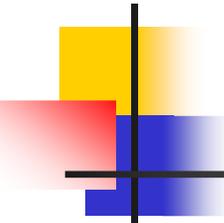
# Desenvolvimento do trabalho

## **Especificação**

---

**Diagramas de classes  
da rede neural**





# Desenvolvimento do trabalho

## Implementação - Ferramentas

---

### **Microsoft Visual C++ 6**

### **Microsoft Vision SDK**

- Disponibiliza tipos específicos para imagens;
- Compartilhamento de memória entre objetos;
- Acesso otimizado;
- Rotinas para aquisição.

# Desenvolvimento do trabalho

## Implementação - Resultados

### Embalagem Spray

- Presença e correta posição do bico;
- Presença e correta posição do gatilho;
- Alinhamento, presença e correta posição do sistema de borrifo.



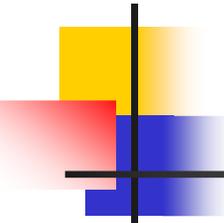
# Desenvolvimento do trabalho

## Implementação - Resultados

### Tubo plástico

- Presença da tampa;
- Integridade do tubo.





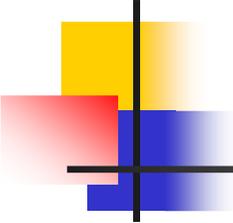
# Desenvolvimento do trabalho

## Implementação - Resultados

---

Para os dois casos de teste foram obtidos resultados positivos, através da seguinte configuração:

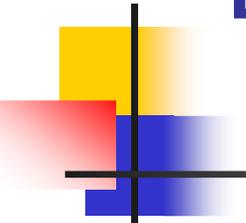
- Utilização de 18 descritores de Fourier;
- 18 neurônios na camada oculta da rede neural;
- Aproximadamente 450 amostras utilizadas no treinamento da rede;



# Roteiro da apresentação

---

- 1 Introdução
- 2 Fundamentação teórica
- 3 Desenvolvimento do Trabalho
- 4 Conclusão

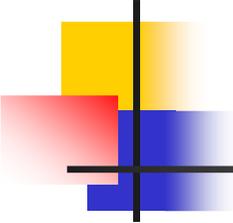


# Desenvolvimento do trabalho

## Conclusão

---

- O trabalho atingiu os objetivos;
- Suficiência da análise de forma.



# Extensões

---

- Criação de um framework de aplicação voltado para sistemas de software de inspeção industrial;
- Especialização do protótipo para uma classe de produtos, com análises específicas aos mesmos;
- Extensão do protótipo desenvolvido com o objetivo de incluir ao mesmo os outros subsistemas que compõe um sistema de inspeção automatizada.