



# Inteligência Computacional

Diego Bertolini

diegobertolini@utfpr.edu.br

<http://www.inf.ufpr.br/diegob/>

# Aula 011

- **Aula Anterior:**
  - Aprendizagem não supervisionado
- **Aula de Hoje:**
  - Medidas de desempenho

# Objetivo

**O que vocês devem saber ao final da aula:**

**Conceitos básicos de medidas de desempenho.**

# Problema 1

Reconhecimento de dígitos:

A base que passei pra vocês tem 10 classes e cada classe possui 100 amostras (lebalanceada). A acurácia pode ser uma boa medida de desempenho.

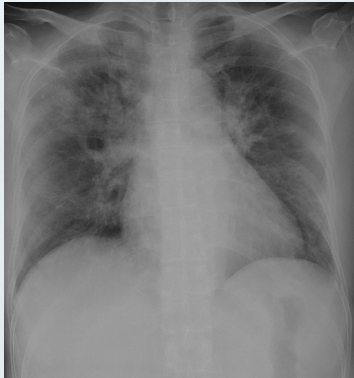
# Medida de Desempenho

## **Acurácia (accuracy):**

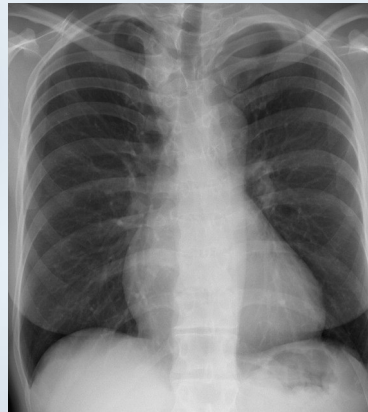
- A mais simples e intuitiva das medidas;
- Consiste na taxa obtida pela divisão entre o número de amostras corretamente classificadas pelo sistema pelo número total de amostras classificadas;
- Entretanto, se o número de amostras por classe for desbalanceado, essa taxa pode apresentar um resultado distorcido;

# Problema 2: COVID

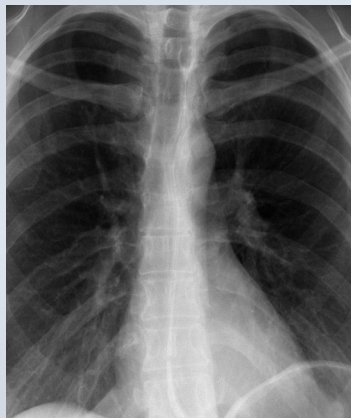
COVID



Normal



Amostra: 100 pacientes ;  
9 Positivos ;  
91 Negativos.



	Covid Positivo	Covid Negativo
Covid Positivo	<b>1</b>	<b>1</b>
Covid Negativo	<b>8</b>	<b>90</b>

# Problema 2: COVID

	Covid Positivo	Covid Negativo
Covid Positivo	<b>1</b>	<b>1</b>
Covid Negativo	<b>8</b>	<b>90</b>

Acurácia???

**91%**

**Nosso modelo é bom???**



# Recall e Precision

Problema com duas classes

p – classe positiva

n – classe negativa

		Classe Real	
		Positiva	Negativa
Classe Sugerida pelo Classificador	Positiva	Verdadeiro Positivo	Falso Positivo
	Negativa	Falso Negativo	Verdadeiro Negativo



# Introdução

- Uma amostra Positiva ser classificada como Positiva, contabiliza-se então uma amostra Verdadeira Positiva. **(True Positives - TP).**
- Uma amostra Positiva sendo classificada como Negativa, será contada como Falso Negativo. **(False Negatives - FN).**
- Uma amostra Negativa sendo classificada como Negativa, é contada como Verdadeiro Negativo. **(True Negatives - TN).**
- Por fim, para uma amostra Negativa sendo classificada como Positiva, é contada como Falso Positivo. **(False Positives - FP)**

# Introdução

Problema com duas classes

p – classe positiva

n – classe negativa

$$tp\ rate \approx \frac{\text{Positives correctly classified}}{\text{Total positives}}$$

$$fp\ rate \approx \frac{\text{Negatives incorrectly classified}}{\text{Total negatives}}$$

		<u>True class</u>	
		<b>p</b>	<b>n</b>
<u>Hypothesized class</u>	<b>Y</b>	True Positives	False Positives
	<b>N</b>	False Negatives	True Negatives

$$fp\ rate = \frac{FP}{N}$$

$$tp\ rate = \frac{TP}{P}$$

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad recall = \frac{TP}{P}$$

$$accuracy = \frac{TP+TN}{P+N}$$

# Precision x Recall

## **PRECISION** (precisão)

Dentre os **previstos** como positivo, qual a proporção de acerto ?

- Deixar passar um vídeo para criança que contém conteúdo adulto ? Alta precisão

## **RECALL** (Sensibilidade)

Dentre os positivos **reais**, qual a proporção de acerto ?

Diminuir a quantidade de FN

Dizer que a pessoa não tem a doença e ela realmente tem.

# Recall x Precision

TP	FP
FN	PN

$$\text{fp rate} = \frac{FP}{N}$$

$$\text{tp rate} = \frac{TP}{P}$$

$$\text{precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad \text{recall} = \frac{TP}{P}$$

$$\text{accuracy} = \frac{TP+TN}{P+N}$$

	Covid Positivo	Covid Negativo
Covid Positivo	1	1
Covid Negativo	8	90

$$\text{Precision} = 1 / (1 + 1) = 0.5$$

$$\text{Recall} = 1 / (1 + 8) = 0.11$$

# F-measure

A medida que combina precisão e revocação é a média harmónica de precisão e revocação, a tradicional F-measure ou F-score balanceada:

$$F_i = 2 \frac{Recall_i \cdot Precision_i}{Recall_i + Precision_i}$$

$$Precision = 1 / (1 + 1) = 0.5$$

$$Recall = 1 / (1 + 8) = 0.11$$

$$F\text{-measure} = 0.1803$$

	Covid Positivo	Covid Negativo
Covid Positivo	<b>1</b>	<b>1</b>
Covid Negativo	<b>8</b>	<b>90</b>

# ROC

ROC (Receiver Operating Characteristics)

Curva ROC é uma técnica para a visualização e a seleção de classificadores baseado no seu desempenho

A Curva ROC tem sido bastante usada pela comunidade de Aprendizagem de Máquina " Pois, em geral, avaliar apenas a taxa de acerto de um classificador é uma métrica muito simples"

A Curva ROC é bastante útil no trato com domínios cujas classes estejam desbalanceadas e que possuam custos de classificação diferentes por classe

# ROC

Um classificador atribui um objeto a uma das categorias ou classes pré-definidas ;

Exemplos:

Uma assinatura pode ser genuína ou falsa;

A leitura do valor do cheque pode ser efetuada de forma correta ou incorreta;

Uma transação de cartão de crédito pode ser aprovada ou negada;

Um teste médico pode dar um parecer positivo ou negativo.

**Todos os problemas de classificação podem ser reduzidos para problemas com duas classes.**



# ROC

ROC (Receiver Operating Characteristics)

Curva ROC é uma técnica para a visualização e a seleção de classificadores baseado no seu desempenho

A Curva ROC tem sido bastante usada pela comunidade de Aprendizagem de Máquina " Pois, em geral, avaliar apenas a taxa de acerto de um classificador é uma métrica muito simples"

A Curva ROC é bastante útil no trato com domínios cujas classes estejam desbalanceadas e que possuam custos de classificação diferentes por classe

# ROC

Performance de um Classificador

Saída

Contínua: Uma estimativa da classe do padrão avaliado

\*Nesse caso, diferentes *thresholds* podem ser usados para prever a classe

Discreta

Informa o rótulo da classe

# Introdução

## **Medidas escalares**

Taxa de Acerto (Accuracy)

Área sobre a curva ROC (AUC)

## **Técnicas de Visualização**

Curvas ROC

# Por que não escalares?

Um escalar não conta toda a história

Existem dois números em jogo (FP e TP). Quando apenas um número é usado, informação preciosa pode ser descartada.

Como está o comportamento do erro nas classes?

Como o classificador se comportará em diferentes ambientes?

O que se quer é identificar ?? Sobre quais condições um é melhor do que o outro

# Por que visualizar?

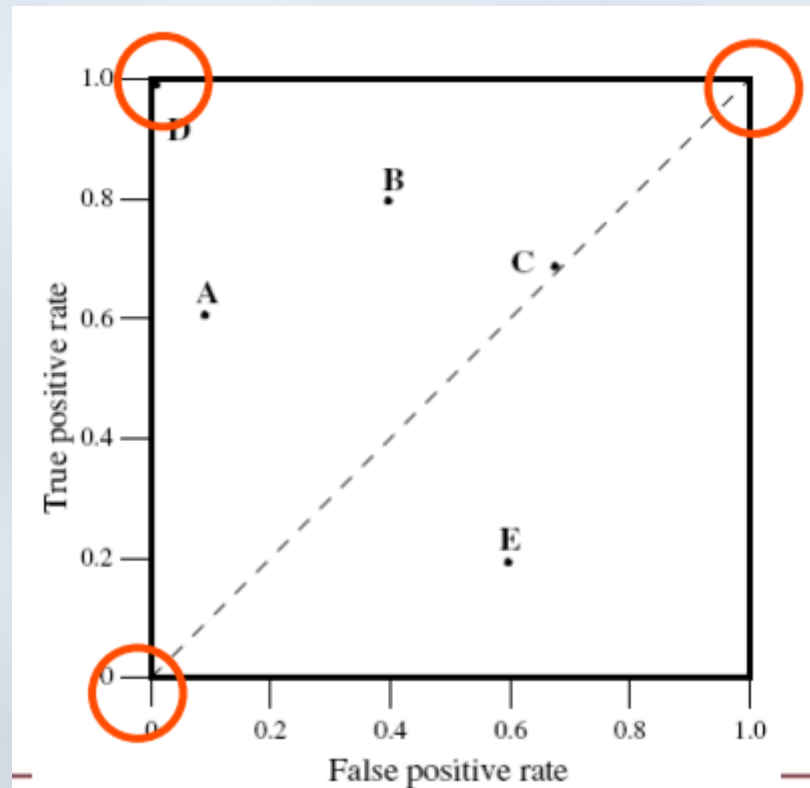
Curvas são mais informativas do que um simples número  
Informações contidas na curva

Todos os possíveis custos de erro de classificação ;

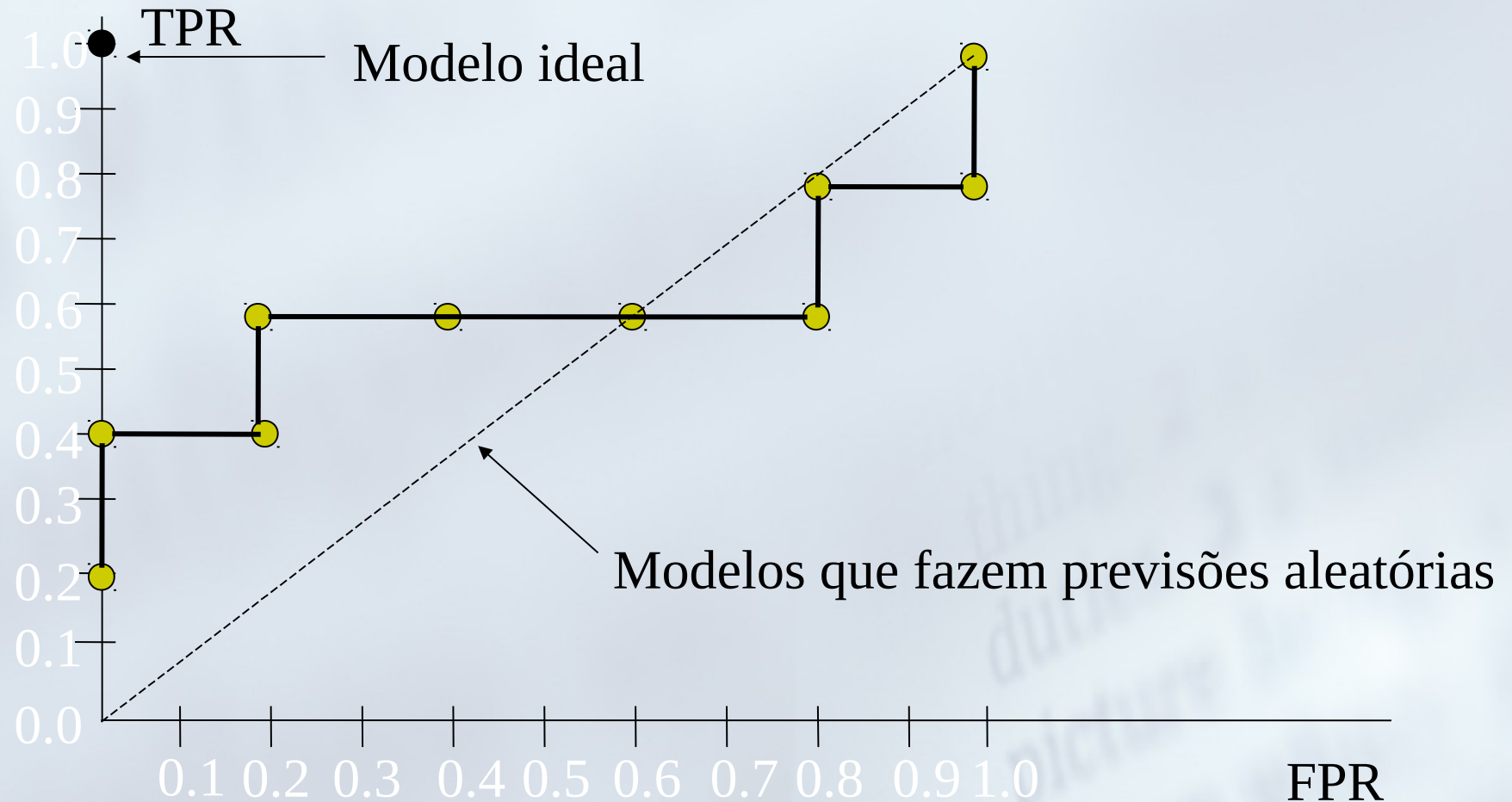
Sobre quais condições  $C_1$  supera  $C_2$

# Curva ROC

É um gráfico bidimensional no qual **tp rate** é colocada no eixo Y e **fp rate** é colocada no eixo X



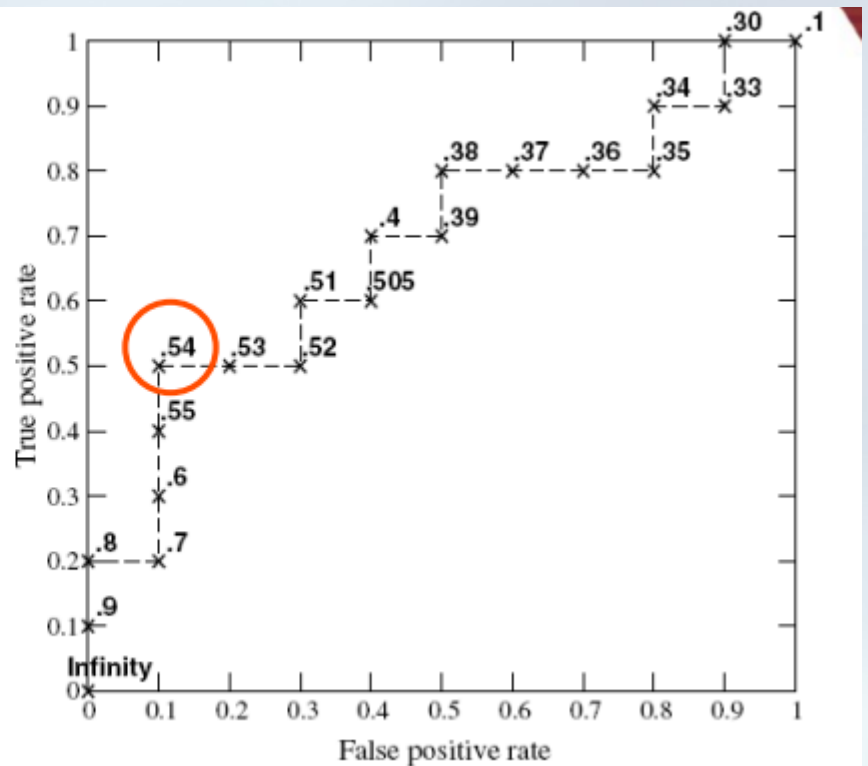
# Curva ROC





# Curva ROC

Inst#	Class	Score	Inst#	Class	Score
1	p	.9	11	p	.4
2	p	.8	12	n	.39
3	n	.7	13	p	.38
4	p	.6	14	n	.37
5	p	.55	15	n	.36
6	p	.54	16	n	.35
7	n	.53	17	p	.34
8	n	.52	18	n	.33
9	p	.51	19	p	.30
10	n	.505	20	n	.1



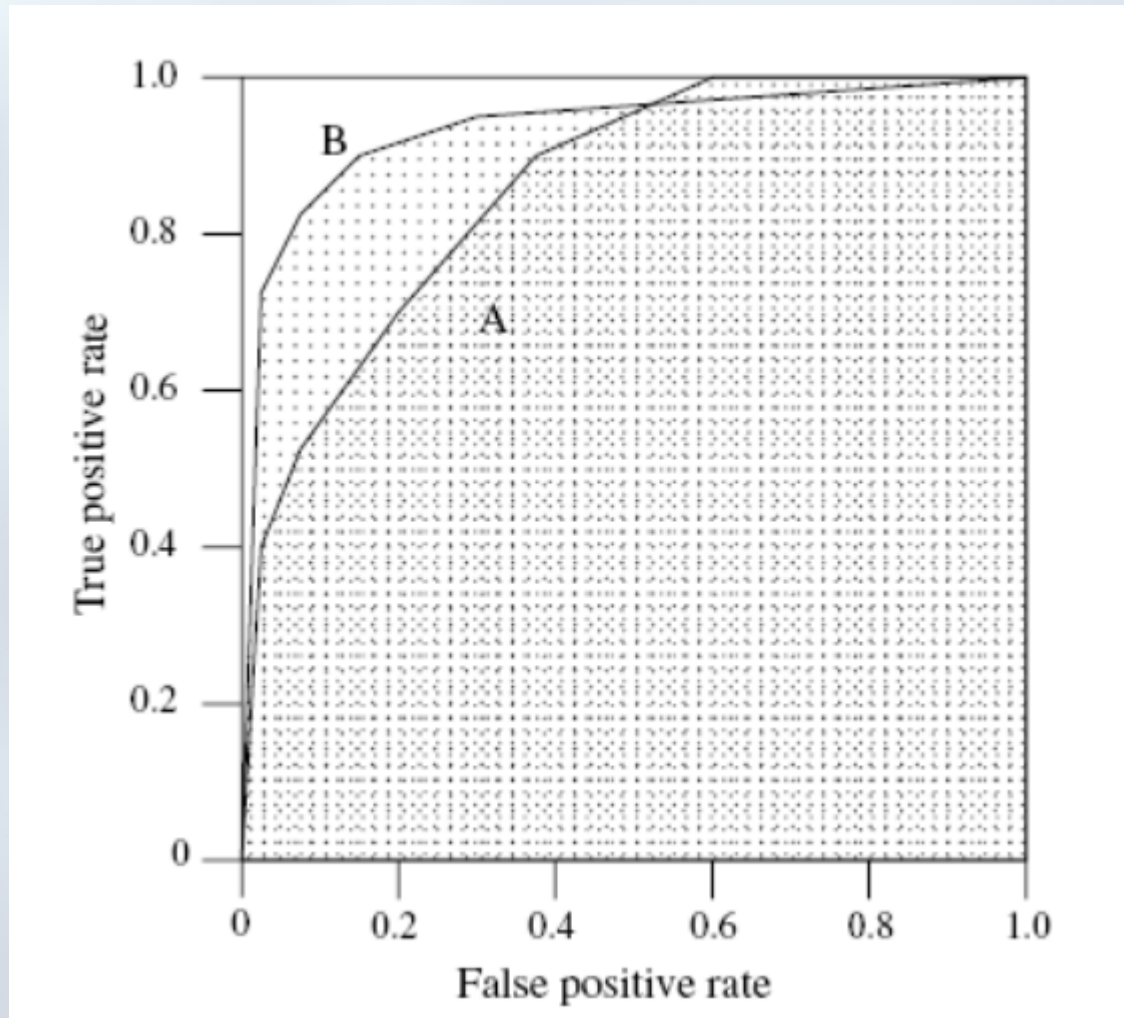
# Área abaixo da curva ROC

## AUC

Para comparar classificadores é desejável reduzir a curva ROC a um simples escalar ;

Um método é calcular a área sobre a curva ROC ;

# Qual classificador é melhor?



# Resumindo....

A curva ROC é uma ferramenta bastante útil para visualização e avaliação de classificadores

Medida de desempenho baseada em escalares não devem ser usadas se o custo e a distribuição das classes não são completamente conhecidas, ou podem variar com o tempo e o ambiente

# Bibliografia e Materiais.

Estes slides foram adaptados do artigo:

**Tom Fawcett. An introduction to ROC analysis. Pattern Recognition Letters, Vol. 27, No. 8., pp. 861-874, 2006.**

Adaptado das Aulas do Professor: George Cavalcanti – UFPE ;