

Ciência de Dados

Planejamento de experimentos

Revisado por:
Roseli Romero

Prof. Dr. André C. P. L. F. de Carvalho
Dr. Isvani Frias-Blanco
ICMC-USP





Principais tópicos

- Acurácia
- Avaliação do desempenho
- Curvas ROC



Acurácia

- Uma das mais usadas
- Taxa de objetos corretamente classificados
 - Trata as classes igualmente
 - Pode não ser adequada para dados desbalanceados
 - Pode induzir modelo com baixa taxa de acerto para classe minoritária
 - Geralmente mais interessante que a majoritária
 - Acurácia balanceada



Revocação X Precisão

- Revocação (*recall*)

- Porcentagem de exemplos positivos classificados como positivos $\frac{VP}{VP + FN}$
 - Nenhum exemplo positivo é deixado de fora
 - Todos são lembrados

- Precisão

- Porcentagem de exemplos classificados como positivos que são realmente positivos $\frac{VP}{VP + FP}$
 - Nenhum exemplo negativo é incluído
 - Não tem intrusos



Sensibilidade X Especificidade

- Sensibilidade

- Porcentagem de exemplos positivos classificados como positivos
 - Igual a revocação

$$\frac{VP}{VP + FN}$$

- Especificidade

- Porcentagem de exemplos negativos classificados como negativos
 - Nenhum exemplo negativo é deixado de fora
 - Todos são lembrados

$$\frac{VN}{VN + FP}$$



Medida-F

- Média harmônica ponderada da precisão e da revocação

$$\frac{(1 + \alpha) \times (prec \times rev)}{\alpha \times prec + rev}$$

- Medida-F1

- Precisão e revocação têm o mesmo peso

$$\frac{2 \times (prec \times rev)}{prec + rev} = \frac{2}{1/prec + 1/rev}$$



Exemplo

- Seja um classificador com a seguinte matriz de confusão, definir:
 - Acurácia
 - Precisão
 - Revocação
 - Especificidade

		Classe predita	
		p	n
Classe verdadeira	P	70	30
	N	40	60



Exemplo

$$\text{Acurácia} = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

$$\text{Precisão} = \frac{VP}{VP + FP}$$

$$\text{Revocação} = \frac{VP}{VP + FN}$$

$$\text{Especificidade} = \frac{VN}{VN + FP}$$

		Predito	
		p	n
Verdadeiro	P	VP	FN
	N	FP	VN

		p	
		p	n
Verdadeiro	P	70	30
	N	40	60



Exemplo

$$\text{Acurácia} = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} = (70 + 60) / (70 + 30 + 40 + 60) = 0.65$$

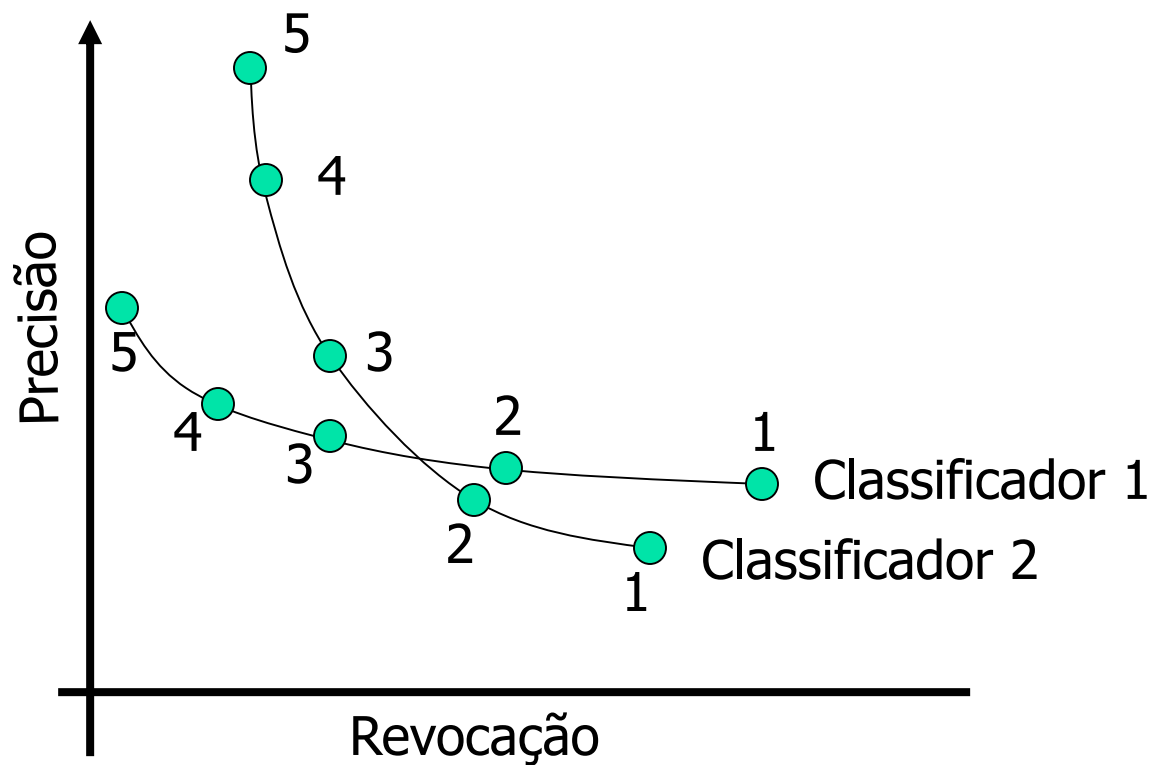
$$\text{Precisão} = \frac{VP}{VP + FP} = 70 / (70 + 40) = 0.64$$

$$\text{Revocação} = \frac{VP}{VP + FN} = 70 / (70 + 30) = 0.70$$

$$\text{Especificidade} = \frac{VN}{VN + FP} = 60 / (40 + 60) = 0.60$$

		Predito	
		p	n
Verdadeiro	P	VP	FN
	N	FP	VN
		p	n
	P	70	30
	N	40	60

Observação





Outras medidas

- Média geométrica de taxas positivas
 - G-mean

$$\sqrt{\textit{precisão} \times \textit{revocac\~ao}}$$

- Acurácia balanceada
- Kappa



Gráficos ROC

- Do inglês, *Receiver operating characteristics*
- Medida de desempenho originária da área de processamento de sinais
 - Muito utilizada nas áreas médica e biológica
 - Mostra relação entre custo (TFP) e benefício (TVP)



Curvas de ROC

- A curva ROC (ou curva de ROC) foi desenvolvida por engenheiros elétricos e engenheiros de sistemas de radar durante a Segunda Guerra Mundial para detectar objetos inimigos em campos de batalha, também conhecida como teoria de detecção de sinais.
- A análise ROC tem sido utilizada em medicina, radiologia, psicologia e outras áreas por muitas décadas e, mais recentemente, foi introduzida à áreas como aprendizado de máquina e mineracao de dados.



Exemplo

- Colocar no gráfico ROC os 3 classificadores do exemplo anterior

Classificador 1
TFP = 0.3
TVP = 0.4



Classificador2
TFP = 0.5
TVP = 0.7

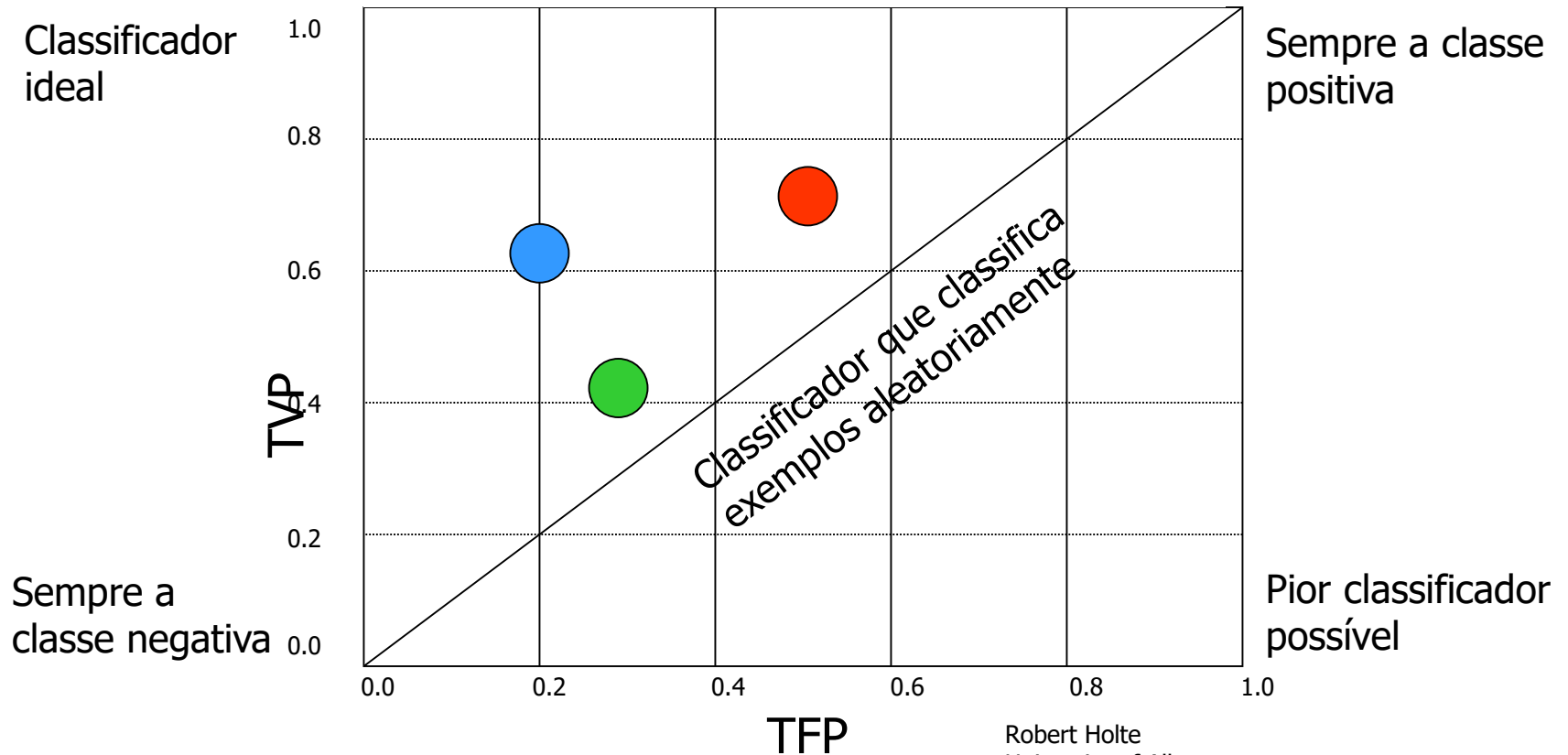


Classificador 3
TFP = 0.2
TVP = 0.6



Gráficos ROC

ROC para três classificadores





Gráficos ROC

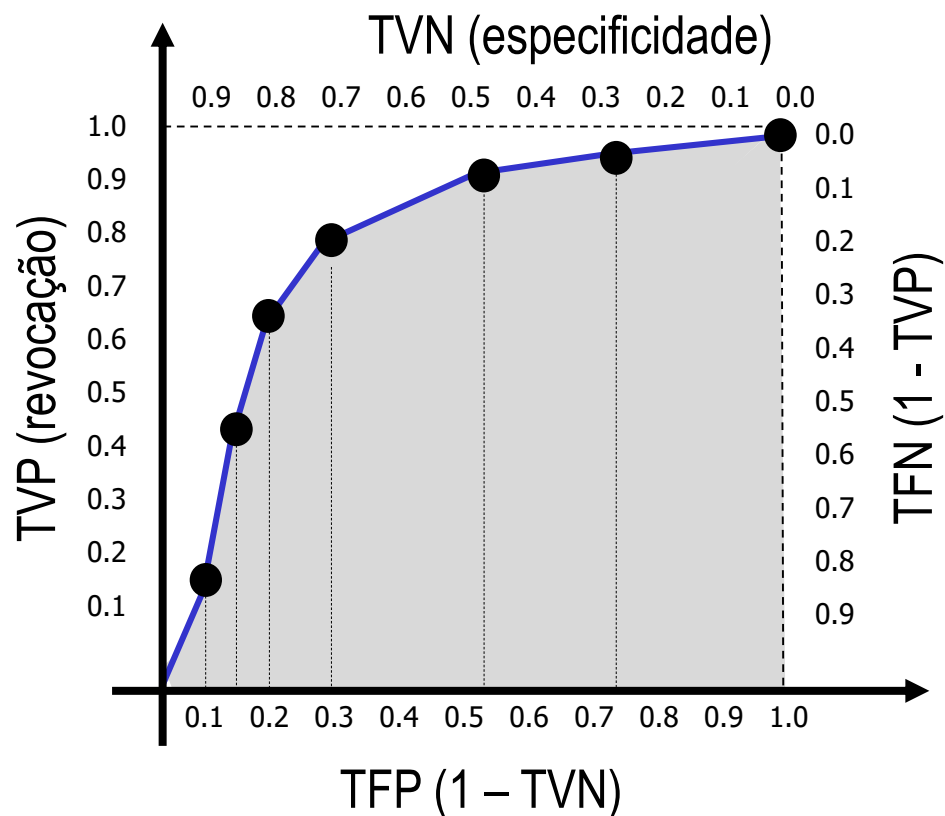
- Classificadores discretos produzem um simples ponto no gráfico ROC
 - ADs e conjuntos de regras
- Outros classificadores produzem uma probabilidade ou score
 - RNAs e NB
- Curvas ROC permitem uma melhor comparação de classificadores
 - São insensíveis a mudanças na distribuição das classes



Curvas ROC

- Mostram ROC para diferentes variações
- Classificadores que geram valores contínuos (*threshold*, probabilidade)
 - Diferentes valores de *threshold* podem ser utilizados para gerar vários pontos
 - Ligação dos pontos gera uma curva ROC
- Classificadores discretos
 - Convertidos internamente ou comitês

Curva ROC



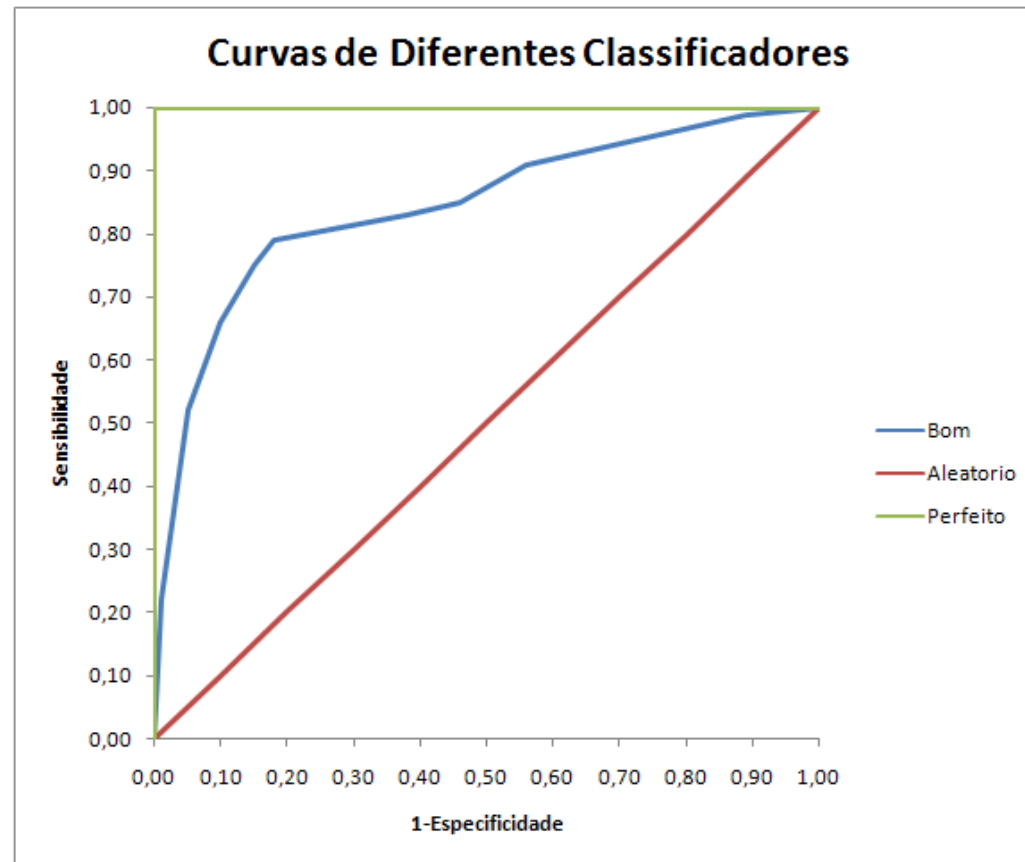


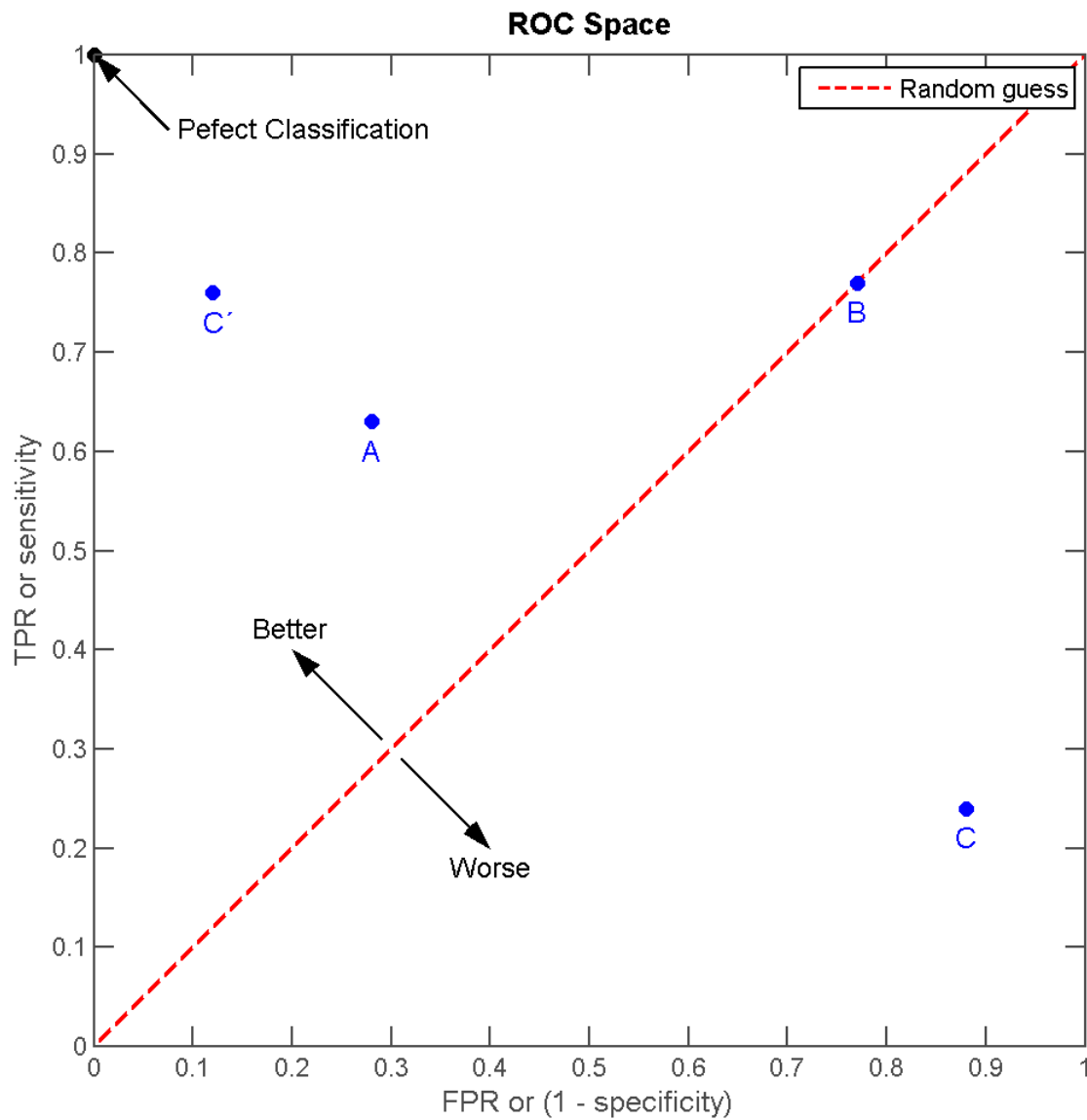
Curvas de ROC

O melhor método de previsão possível produziria um ponto **no canto superior esquerdo** ou coordenada $(0,1)$ do espaço ROC, representando 100% de sensibilidade (sem falsos positivos) e

100% de especificidade (sem falsos negativos).

Curvas de ROC





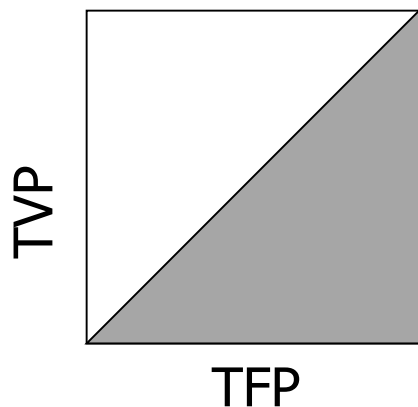
Wikipedia



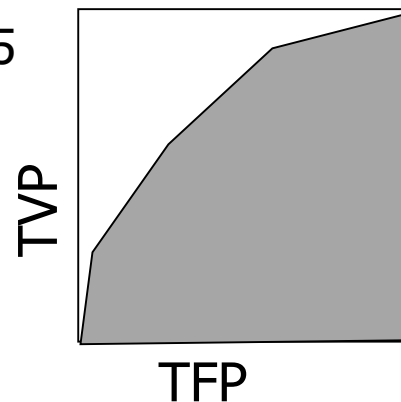
Área sob a curva ROC (AUC)

- Fornece uma estimativa do desempenho de classificadores
- Gera um valor contínuo no intervalo $[0, 1]$
 - Quanto maior melhor
 - Adição de áreas de sucessivos trapezóides
- Um classificador com maior AUC pode apresentar AUC pior em trechos da curva
- É mais confiável utilizar médias de AUCs

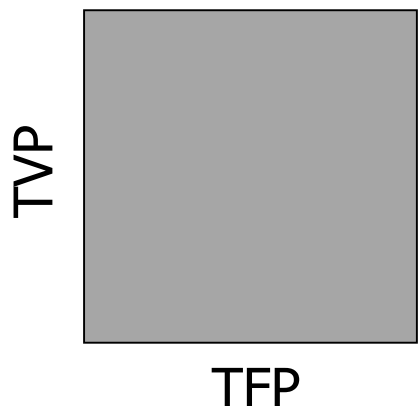
Área Sob Curvas ROC



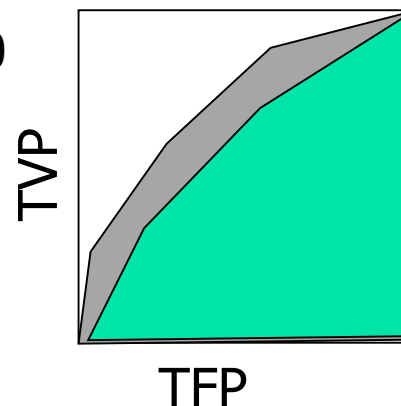
Área = 0,5
Nenhuma



Área = 0,74



Área = 1,0
Perfeita



Área = 0,74
Área = 0,67



Teste de hipótese

- Permite afirmar que uma técnica é melhor que outra com $X\%$ de confiança
- Podem assumir que os dados seguem uma dada distribuição de probabilidade
 - Paramétricos
 - Não paramétricos
- Número de técnicas comparadas
 - Duas
 - Mais que duas



Teste de hipótese

- Testes usados atualmente são baseados na verificação da hipótese nula
 - Várias deficiências para uso em AM
 - Não geram probabilidades de ocorrência da hipótese nula e da hipótese alternativa
 - E de uma técnica ser melhor que outra
- Alternativa proposta em 2016
 - Teste Hierárquico Bayesiano



Teste hierárquico bayesiano

	A	B			C		
A	----	82%	16%	2%	91%	5%	4%
B		---			75%	10%	15%

Técnica da linha é X em relação a técnica da coluna
Probabilidade de ser: Melhor Igual Pior



Considerações Finais

- Desempenho preditivo
- Avaliação do desempenho
 - Erro
 - Tempo de resposta
 - Memória
 - Representação
- Medidas
- Gráficos e curvas ROC
- Teste de hipóteses



Perguntas

