

Extracting Rules for Black Jack Using Machine Learning and Fuzzy Systems

Hiago Batista, Dyuliano S.Souares, Werikson Alves

Universidade Federal de Viçosa

Departamento de Engenharia Elétrica

Núcleo de Especialização em Robótica

❑ EXTRACTING RULES FOR BLACKJACK USING MACHINE LEARNING AND FUZZY SYSTEMS

❑ Karla R. Cardoso

❑ Federal University of the Semi Arid - UFERSA

❑ Marcos E. Cintra e Marcio Basgalupp

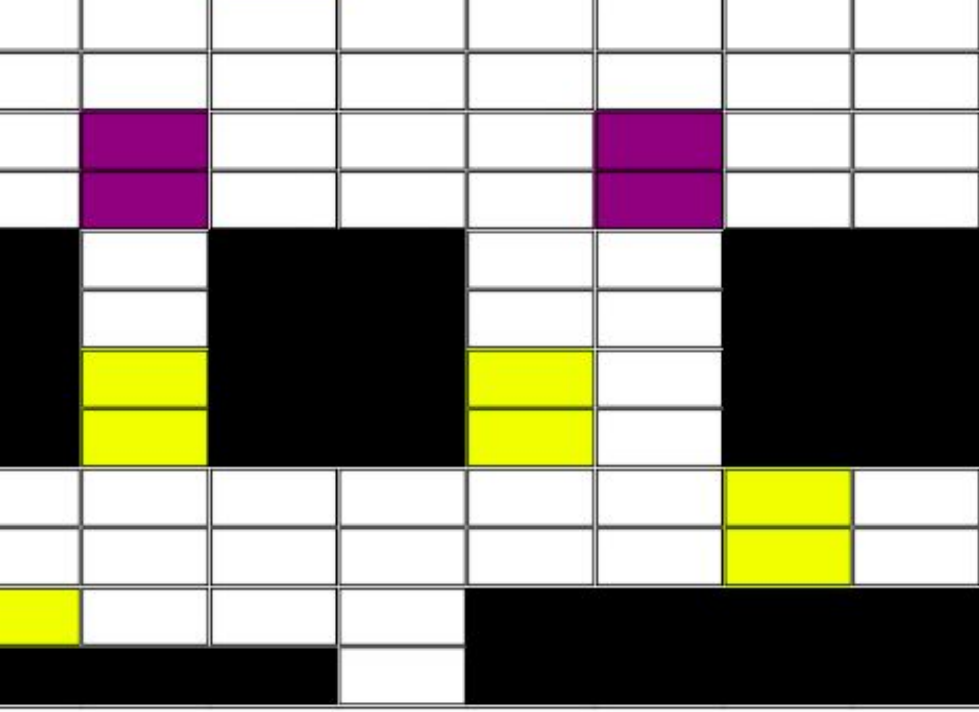
❑ Federal University of São Paulo - UNIFESP

- ❑ Black Jack (BJ), “21”
 - ❑ Um ou mais jogadores e um dealer.
- ❑ Origem em cassinos franceses por volta de 1700.
- ❑ O objetivo do jogo é vencer o dealer obtendo:
 - ❑ 21 pontos nas duas primeiras cartas do jogador (chamado de BJ)
 - ❑ Alcançando uma pontuação final superior ao do dealer sem exceder 21
 - ❑ Se o dealer exceder 21, todos os jogadores que tiveram uma soma inferior a 21 pontos ganham.

- ☐ Uma “mão” começa quando as apostas são feitas, em seguida, cada jogador recebe duas cartas de face para baixo, enquanto o dealer mostra sua primeira carta e cobre a segunda.
- ☐ Ações do jogo:
 - ☐ Hit
 - ☐ Stand
 - ☐ Double down
 - ☐ Split
- ☐ Cada carta tem um valor específico, e não se considera o naipe das cartas.
 - ☐ Rainhas, Reis e Valetes valem 10.
 - ☐ O valor do “Ás” pode ser definido como 1 ou 10.
 - ☐ As cartas numéricas valem o próprio número.

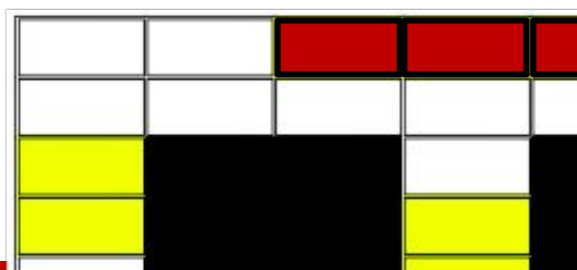
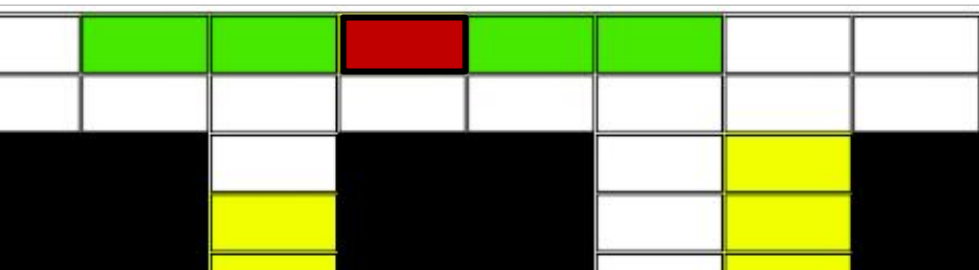
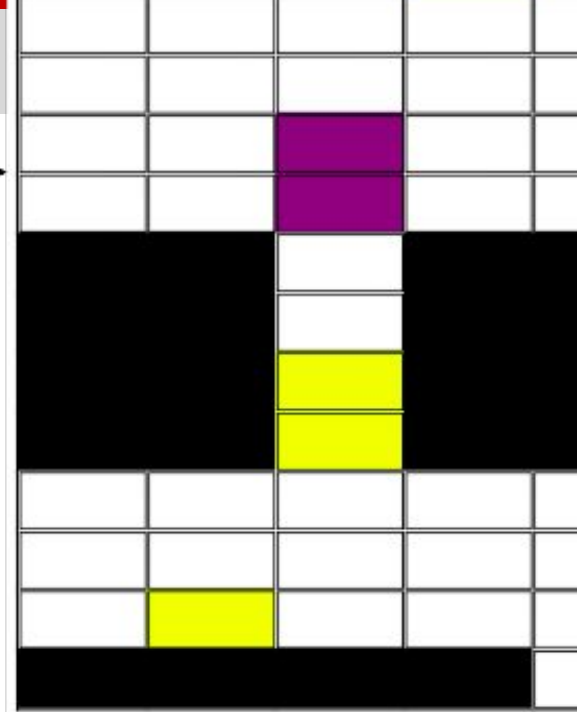
- ❑ Estratégias existentes:
 - ❑ Sistema de contagem mental de cartas
 - ❑ Definidas na década de 1960 por matemáticos usando probabilidade
- ❑ Classificação é uma tarefa relevante de aprendizado de máquina:
 - ❑ Problemas de reconhecimento de padrões, mineração de dados e tomada de decisão.
 - ❑ Árvores de decisão amplamente utilizadas para classificação.
 - ❑ Altamente interpretáveis
 - ❑ Podem lidar com atributos contínuos e discretos
- ❑ Algoritmos com Árvores de decisão:
 - ❑ Modelos com taxas de classificação competitivas
 - ❑ Podem ser representada graficamente

- ❑ Lógica fuzzy permite:
 - ❑ Tratamento natural das incertezas e imprecisões presentes nos dados.
- ❑ Sistemas Fuzzy e de Árvores de decisão combinam
 - ❑ Alta interpretabilidade de Árvores de decisão
 - ❑ Capacidade de lidar com imprecisão e incerteza em dados
- ❑ Regras para dar suporte aos jogadores de BJ



tivos

Transferência
de aprendizado



[illegible]

- ☐ É uma das estratégias mais populares e fáceis de contar as cartas no BJ.
- ☐ Cada carta do baralho recebe um valor: -1, +1, ou 0, onde a soma do baralho é zero.
- ☐ Quanto mais cartas são distribuídas e contadas, mais preciso é o método Hi-Lo.
- ☐ Os valores de cada carta são:
 - ☐ Cartas de 2 a 6 = +1
 - ☐ Cartas de 7 a 9 = 0
 - ☐ Cartas de 10 a As = -1
- ☐ Quanto maior a soma de todas as cartas, maiores as chances de cartas grande estarem no baralho.
- ☐ Se a soma for negativa, maiores as chances de cartas pequenas estarem no baralho.

- ❑ Algoritmos:
 - ❑ C4.5
 - ❑ FuzzyFCA
 - ❑ FuzzyDT
 - ❑ PART
 - ❑ Ripper
- ❑ Selecionados empiricamente:
 - ❑ Custo computacional
 - ❑ Modelos interpretáveis
 - ❑ Grande conjunto de dados

❑ Formato de entrada:

- ❑ CoP1, CoP2, CoP3, CoP4, CoP5, CoP6, CoP7, CoP8, CoP9, CoP10, SoP, TCoP, CoD1, CoD2, CoD3, CoD4, CoD5, CoD6, CoD7, CoD8, CoD9, CoD10, SoD, TCoD, W;

❑ Onde:

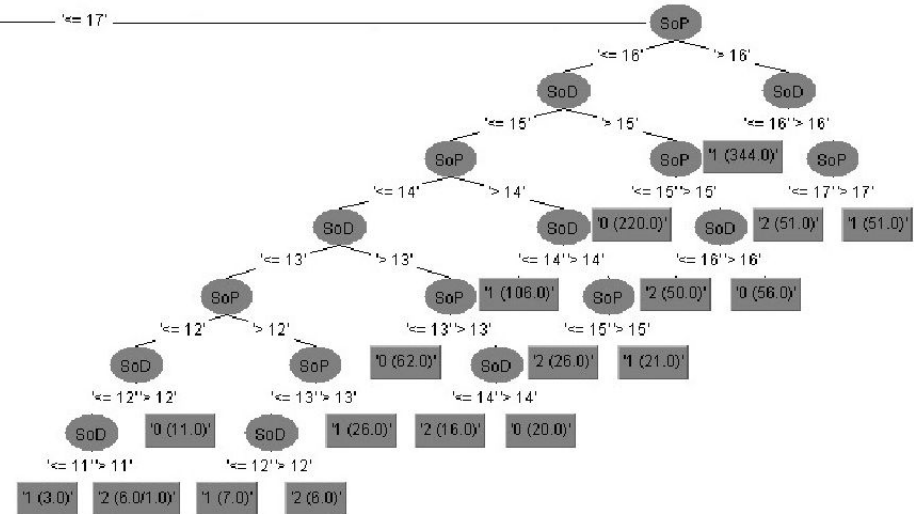
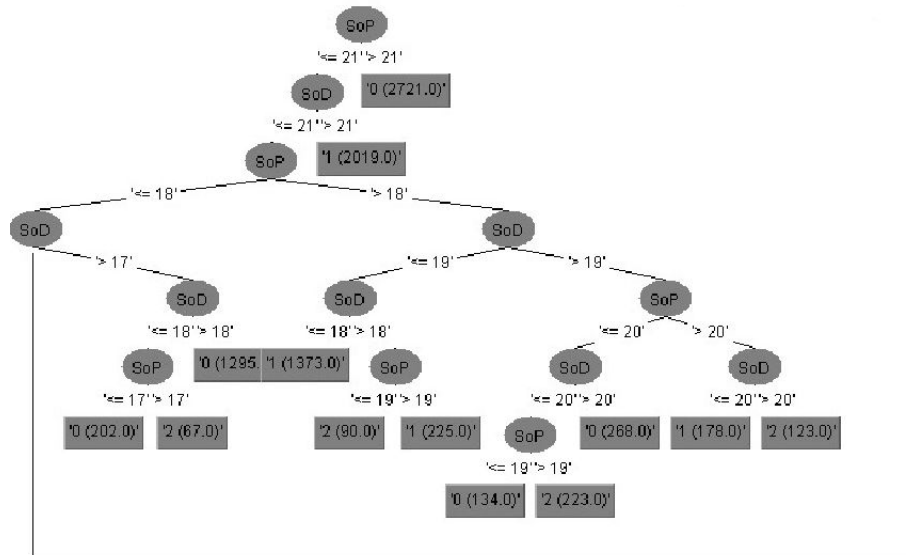
- ❑ CoP1 até CoP10: Valor da 1st até a 10th carta do jogador;
- ❑ SoP: Soma de todas as cartas do jogador;
- ❑ TCoP: Número total de cartas que o jogador tem na mão;
- ❑ CoD1 até CoD10: Valor da 1st até a 10th carta do dealer;
- ❑ SoD: Soma de todas as cartas do dealer;
- ❑ TCoD: Número total de cartas que o dealer tem na mão;
- ❑ W: Vencedor. 0 se o dealer vencer, 1 se o jogador vence e 2 se empata.

- ❑ Conjunto de dados de 10.000 e 1.000.000 dados criados aleatoriamente
 - ❑ Único baralho de cartas
 - ❑ Mão do jogador e mão do dealer
 - ❑ Máximo de 8 cartas

4, 6, 7, 3, 0, 0, 0, 0, 20, 4, 8, 8, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 18, 3, 1

- ❑ Experimento usando C4.5 (3 modelos)
 - ❑ Todos os atributos
 - ❑ Cinco atributos (SoP, SoD, TCoP, TcoD, W)
 - ❑ Todos, exceto (SoP e SoD)
- ❑ Extração de regras apenas de vencedores
 - ❑ Dez regras
 - ❑ Exemplos:
 - ❑ Se $SoP > 21$ então Vencedor = Dealer
 - ❑ Se $SoP \leq 21$ e $SoD > 21$ então Vencedor = Jogador
 - ❑ Se $SoP \leq 18$ e $18 < SoD \leq 21$ então Vencedor = Dealer

GENERATED TREE FOR C4.5



❑ Experimento usando PART

- ❑ Somente inclui a soma das cartas do dealer e do jogador
- ❑ Remoção de SoP e SoD → 398 regras
- ❑ Regras principais:
 - ❑ Única condição para cada atributo
 - ❑ Ao atingir 17 pontos o jogador deve manter

❑ Extração de regras

- ❑ Produção de 25 regras
- ❑ Exemplos:
 - ❑ Se $SoD > 21$ então Vencedor → Jogador
 - ❑ Se $SoP > 19$ e $SoD \leq 19$ então Vencedor → Jogador
 - ❑ Se $SoD \leq 16$ e $SoP > 16$ então Vencedor → Jogador

❏ Experimento usando RIPPER

- ❏ Produção de 36 regras

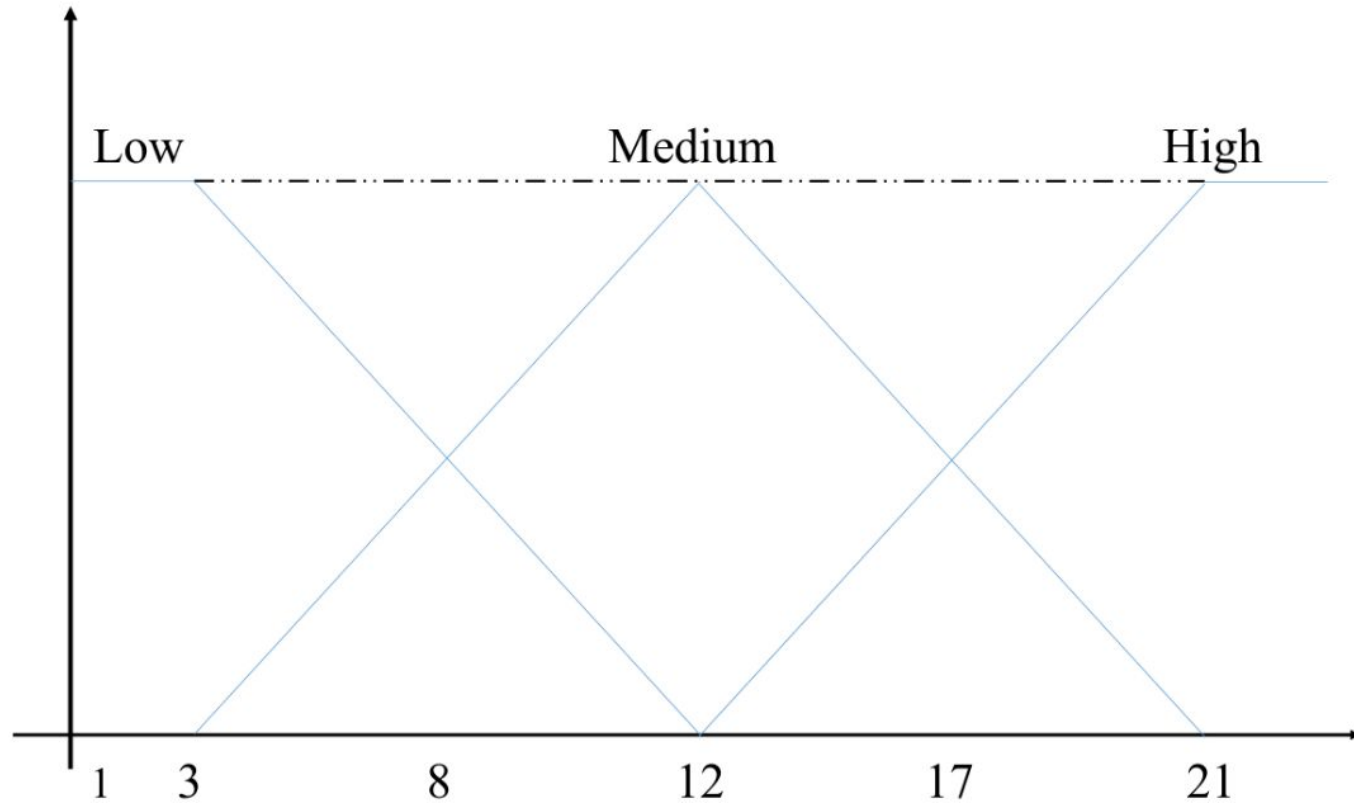
❏ Extração de regras

❏ Exemplos:

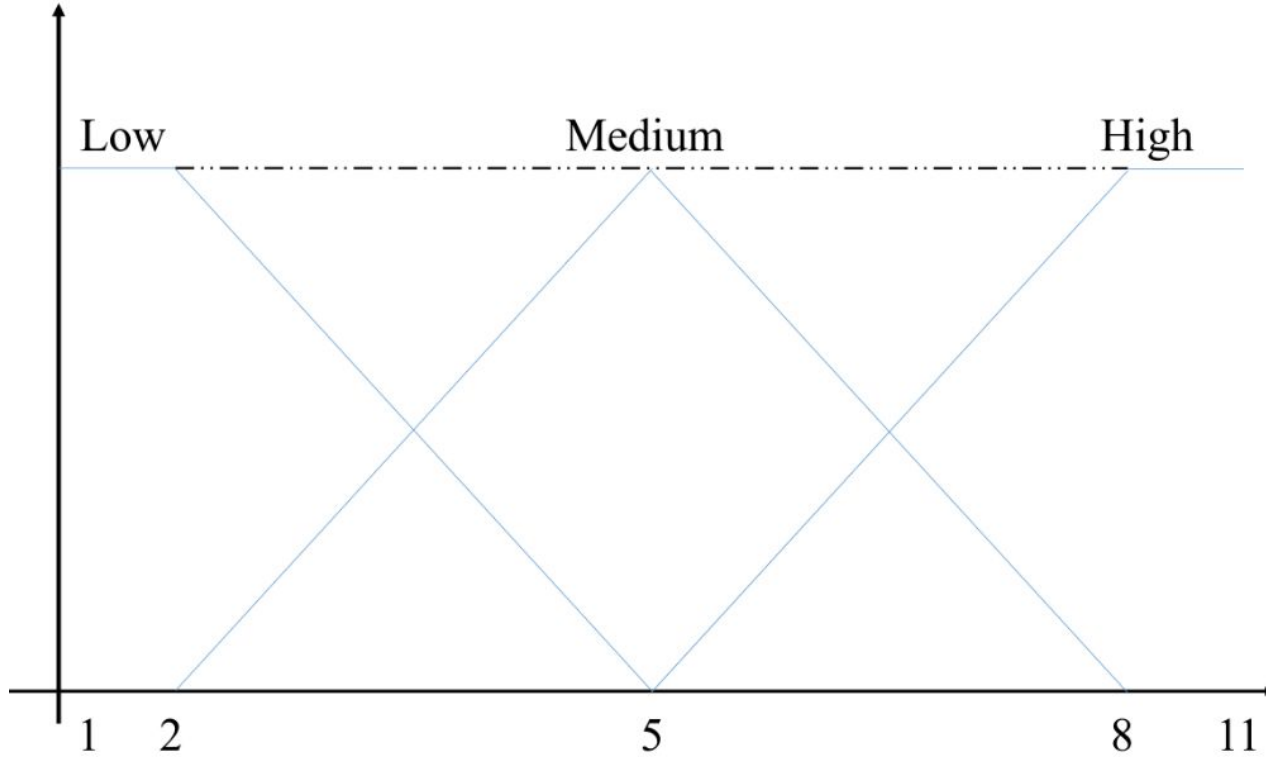
- ❏ Se $CoP1 \geq 10$ e $CoP2 \geq 10$ e $CoP3 \leq 0$ e $CoD1 \geq 10$ e $CoD2 \geq 10$ e $CoD3 \leq 0$ então Vencedor \rightarrow Empate
- ❏ Se $CoP3 \leq 0$ e $CoD2 \geq 8$ e $CoD3 \geq 1$ e $CoD4 \geq 6$ então Vencedor \rightarrow Jogador

- ❑ Experimento usando FuzzyDT
 - ❑ FuzzyDT e FuzzyFCA
 - ❑ 3, 5 e 7 conjuntos triangulares distribuídos uniformemente
 - ❑ Variáveis linguísticas feitas empiricamente
 - ❑ Número total de regras obtidas pelo FuzzyDT
 - ❑ 3 fuzzy sets: 319
 - ❑ 5 fuzzy sets: 517
 - ❑ 7 fuzzy sets: 451

❏ Soma das cartas



❏ Número das cartas



Regras	CoP1	CoP2	SoP	CoD1	CoD2	CoD3	SoD	TCoD
1	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	-	Baixo	Baixo
2	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	-	Baixo	Baixo
3	Médio	Médio	Baixo	Baixo	-	Baixo	Baixo	Baixo

C4.5 gera três modelos:

1. Usando todos os atributos (21 atributos);
2. Usando apenas 5 atributos: a soma das cartas do jogador e do dealer (SoP e SoD), o número de cartas usadas pelo jogador e o dealer (TCoP e TCoD), e o vencedor;
3. Usando todos os atributos, exceto SoP e SoD.

Os dois primeiros modelos são idênticos aos modelos obtidos com o conjunto de dados menor e apresentar apenas a soma dos cartões

Estratégia de validação cruzada de 10 vezes: 10 conjuntos de regras (média de 320 regras cada)

Usamos apenas as regras presentes em todos os 10 conjuntos de regras.

Encontramos 9 regras em cada vitória do Dealer em todos os 10 conjuntos de regras e 4 regras com empates em todos os 10 conjuntos de regras.

Regras	CoP1	CoP2	CoP3	CoP4	CoP5	SoP	CoD2	CoD3	Tcop	SoD	ToCoD	CoD5
1	Baixo	Médio	-	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Médio		
2	-	-	Meio		-	-		Alto	Meio			
3	-	Alto	-		Baixo	Baixo	Baixo		Médio		Alto	Baixo

C4.5: 398 regras;

FuzzyFCA: \approx 320 regras;

FuzzyDT: 319 regras;

PART: 398 regras;

Ripper: 39 regras.

	Player	Dealer	Tie
C4.5	42	46	12
FuzzyFCA	71	21	8
FuzzyDT	40	58	2
PART	67	24	9
Ripper	40	46	14

Blackjack é um dos poucos jogos de cartas jogados em cassinos que dá aos jogadores alguma vantagem sobre o dealer.

As estratégias são baseadas na contagem de cartas de estudos de matemáticos que analisaram grandes conjuntos de exemplos do jogo e aplicaram a probabilidade para elaborar estratégias de contagem.

Experimentos realizados usando algoritmos de aprendizado de máquina e sistemas fuzzy baseados em regras para extrair regras de dois conjuntos de 1.000.000 e 10.000 mãos de Blackjack.

Todas as 4 árvores de decisão induzidas por C4.5 usaram apenas os atributos contendo a soma das cartas do jogador e do dealer.

Na tentativa de obter regras relevantes, o algoritmo C4.5 foi executado removendo os atributos SoP e SoD, gerando um grande conjunto de regras.

Muito obrigado!