

# COMP0271: Inteligência Artificial

## Redes de decisão bayesiana



Professor: Hendrik Macedo

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

# Precisamos de medida de preferência...

...que possa ser combinada com probabilidades de ocorrências!

$$\begin{aligned} & \textit{value}([p : o_1, 1 - p : o_2]) \\ &= p \times \textit{value}(o_1) + (1 - p) \times \textit{value}(o_2) \end{aligned}$$

$$\textit{utility} : \textit{outcomes} \rightarrow [0, 1]$$

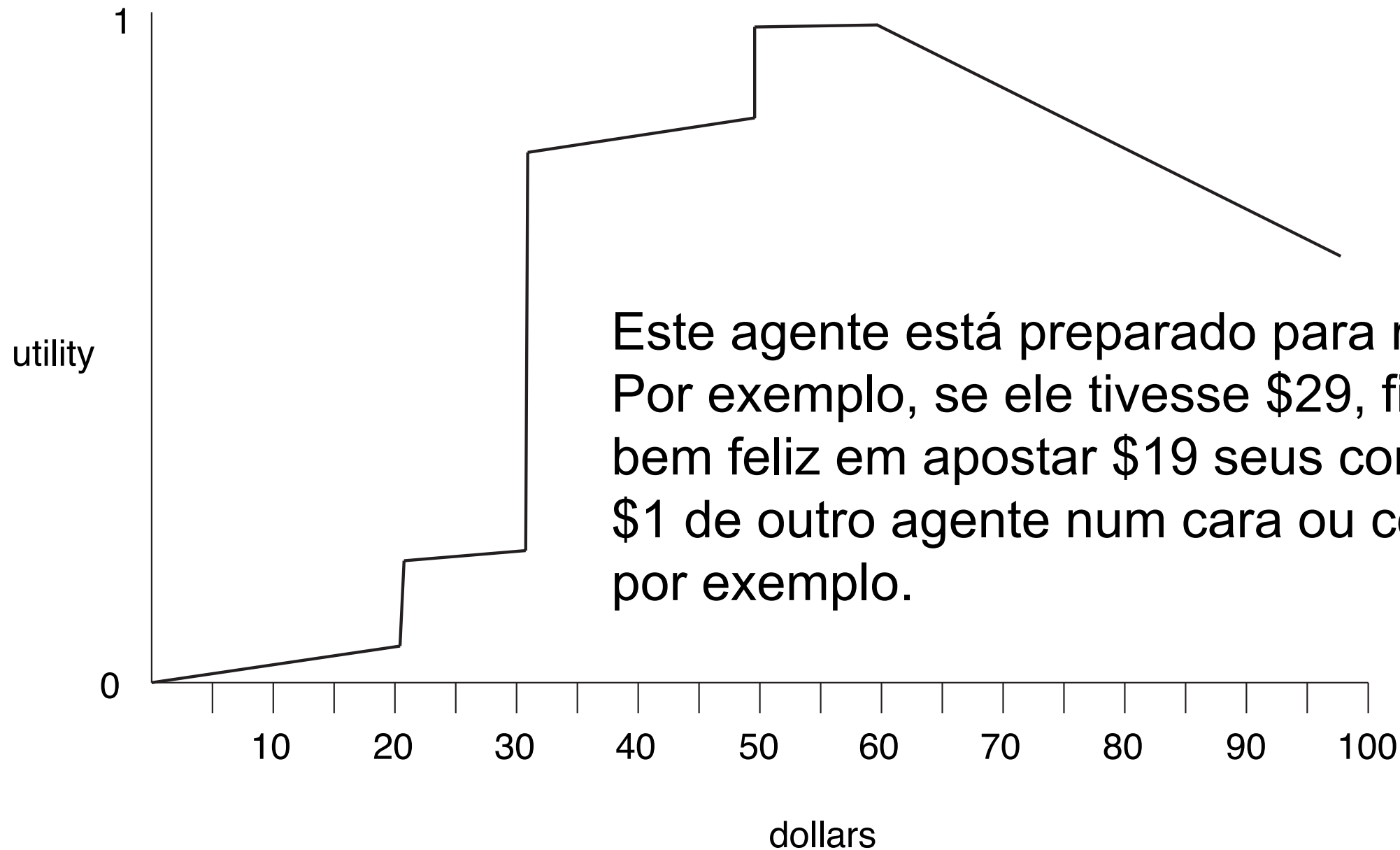
# Que tal *money*?

Qual seria sua escolha?

\$1,000,000 or  $[0.5 : \$0, 0.5 : \$2,000,000]$ ?

Dinheiro não funciona dessa forma (já bem estudado na Economia)

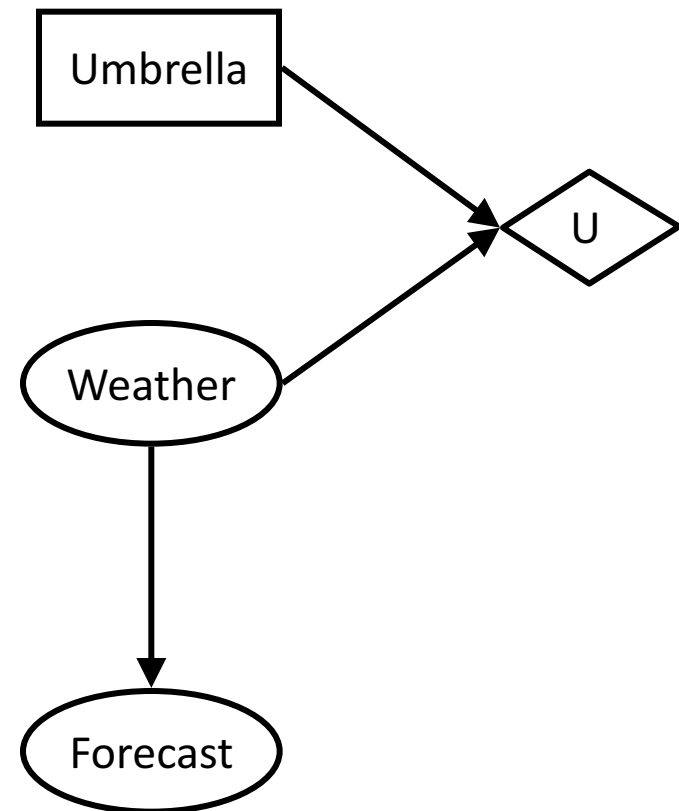
Uma relação linear normalmente não existe entre dinheiro e utilidade: pessoas normalmente são aversas ao risco quando se trata de dinheiro.



Este agente está preparado para riscos. Por exemplo, se ele tivesse \$29, ficaria bem feliz em apostar \$19 seus contra \$1 de outro agente num cara ou coroa, por exemplo.

# Redes de decisão bayesiana

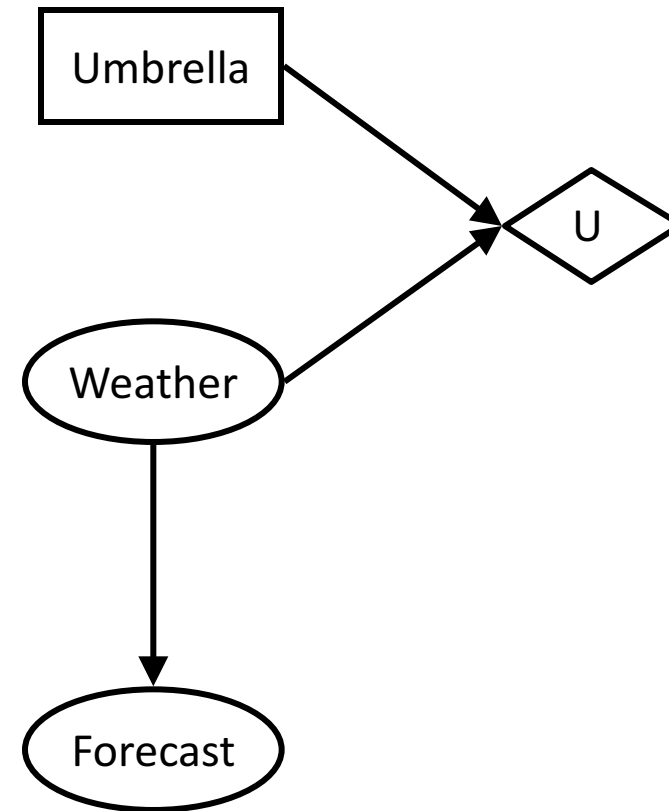
- **MEU (Max Expected Utility):** escolha a ação que maximiza a utilidade esperada dado a evidência
- Novos tipos de nó:
  - Ações (*retângulos*)
  - Utilidade (*losango*)



# Redes de decisão bayesiana

## ■ Seleção da ação

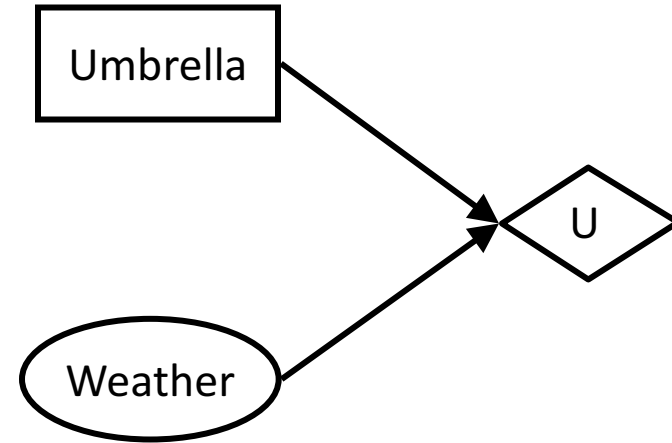
1. Instancie todas as evidências
2. Verifique todas as possibilidades de ações
3. Calcule a probabilidade posterior para todos os pais do nó de utilidade, dado as evidências
4. Calcule a utilidade esperada para cada ação
5. Escolha a ação que maximiza a utilidade esperada



# Exemplo 1: Tempo

Umbrella = *leave*

$$\begin{aligned} EU(\text{leave}) &= \sum_w P(w)U(\text{leave}, w) \\ &= 0.7 \cdot 100 + 0.3 \cdot 0 = 70 \end{aligned}$$



Umbrella = *take*

$$\begin{aligned} EU(\text{take}) &= \sum_w P(w)U(\text{take}, w) \\ &= 0.7 \cdot 20 + 0.3 \cdot 70 = 35 \end{aligned}$$

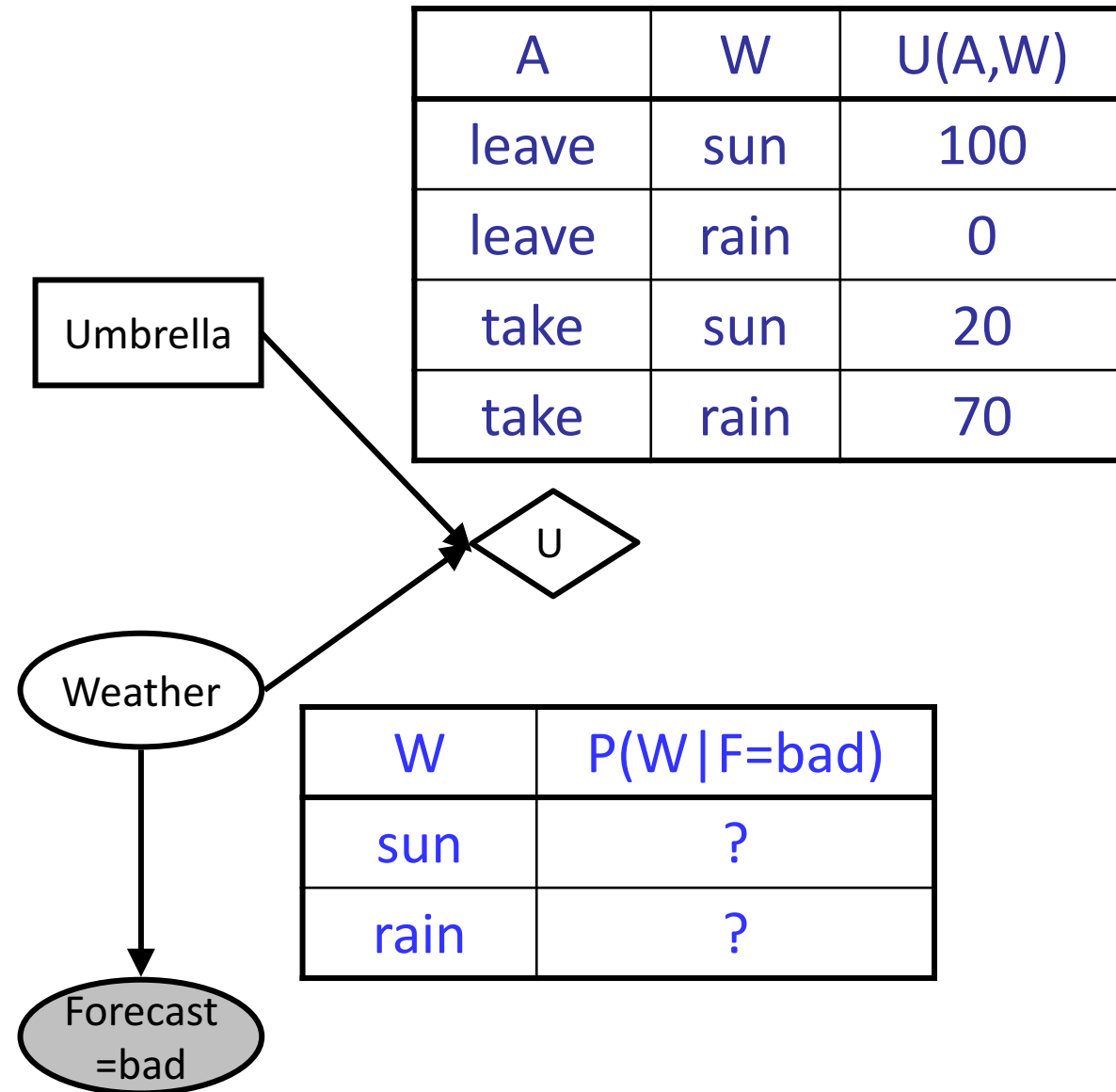
W	P(W)
sun	0.7
rain	0.3

A	W	U(A,W)
<i>leave</i>	sun	100
<i>leave</i>	rain	0
<i>take</i>	sun	20
<i>take</i>	rain	70

Decisão ótima = *leave*

$$MEU(\emptyset) = \max_a EU(a) = 70$$

# Exemplo 2: Tempo





# Exemplo 2: Tempo

W	P(W,F=bad)
sun	0.14
rain	0.27

$$= P(F=\text{bad} \mid W) * P(W)$$

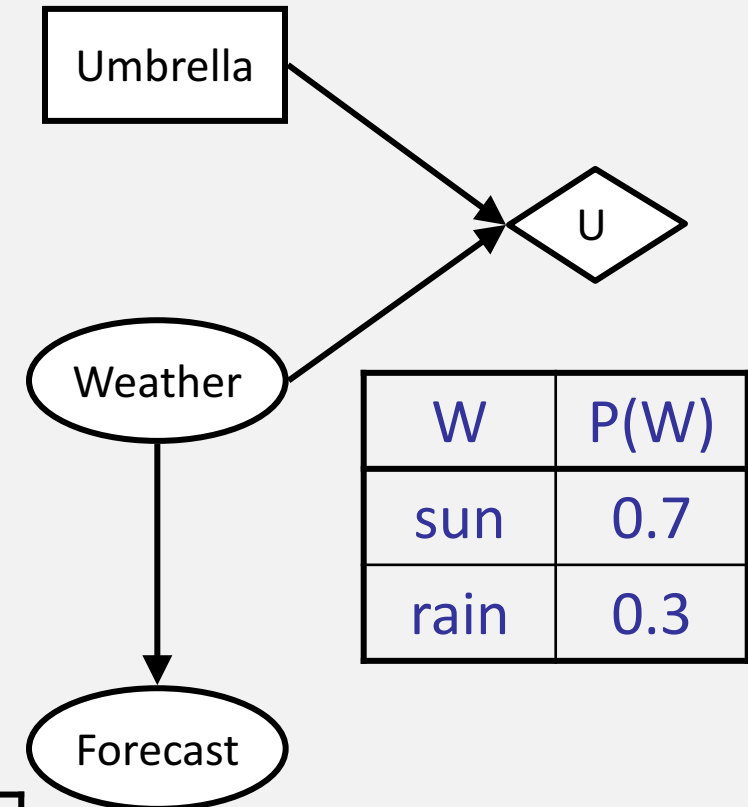
W	P(W   F=bad)
sun	$0.14 * 2.44 = 0.34$
rain	$0.27 * 2.44 = 0.66$

$$= P(W, F=\text{bad}) / P(F=\text{bad})$$

$$\alpha = 1 / (0.14 + 0.27)$$

$$\alpha = 2.44$$

F	P(F rain)	P(F sun)
good	0.1	0.8
bad	0.9	0.2



# Exemplo: Tempo

Umbrella = *leave*

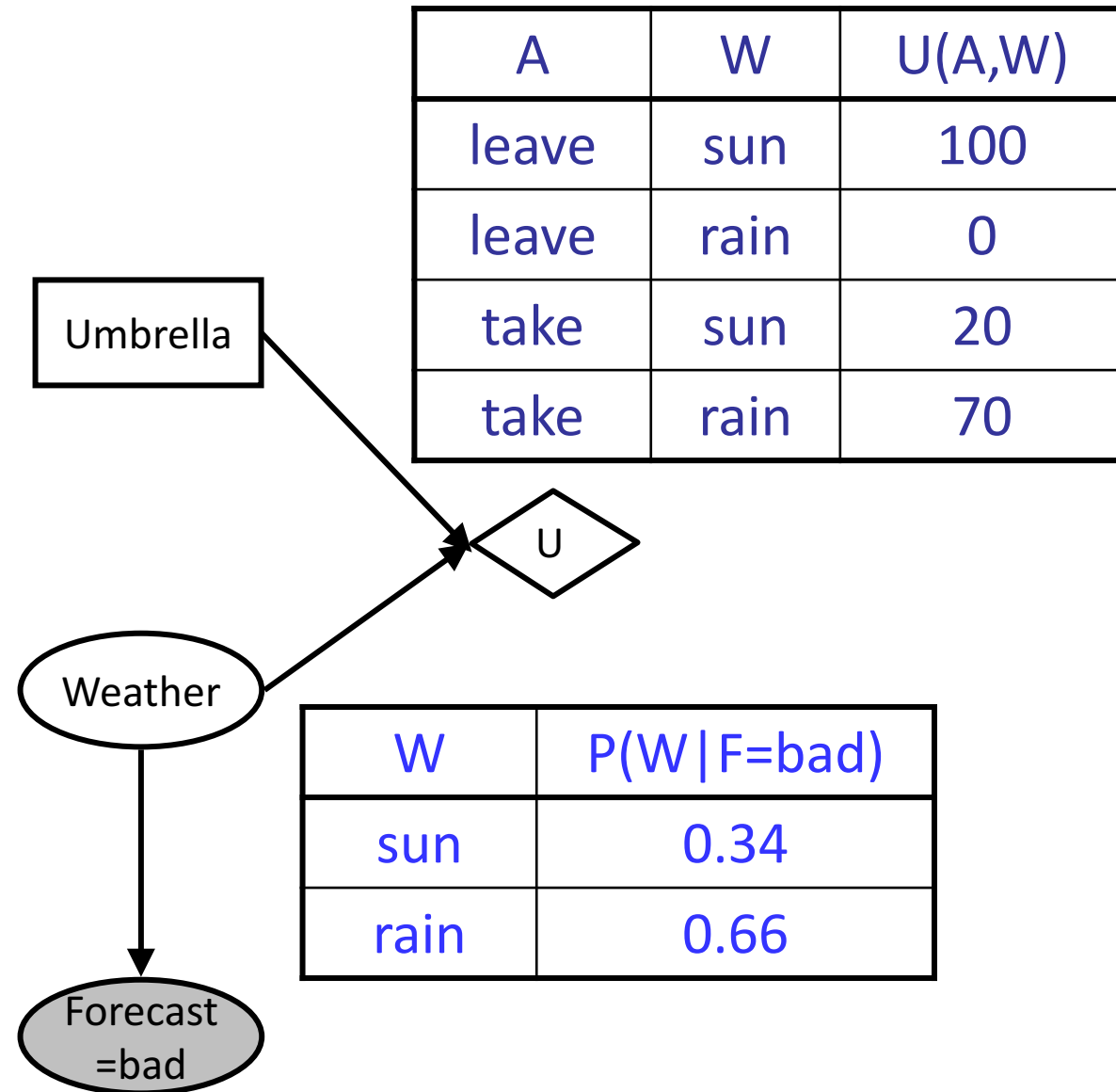
$$\begin{aligned} EU(\text{leave}|\text{bad}) &= \sum_w P(w|\text{bad})U(\text{leave}, w) \\ &= 0.34 \cdot 100 + 0.66 \cdot 0 = 34 \end{aligned}$$

Umbrella = *take*

$$\begin{aligned} EU(\text{take}|\text{bad}) &= \sum_w P(w|\text{bad})U(\text{take}, w) \\ &= 0.34 \cdot 20 + 0.66 \cdot 70 = 53 \end{aligned}$$

Decisão ótima = ***take***

$$MEU(F = \text{bad}) = \max_a EU(a|\text{bad}) = 53$$



# Valor da informação

O valor da informação (VPI) fornece um **limite** sobre **quanto** um agente deve **se dispor a pagar** por um sensor.

Em outras palavras, computar o **valor** de se adquirir **novas evidências!**

*Quanto vale saber sobre a previsão do tempo?  
= MEU de se saber – MEU de não se saber!*

# Exemplo 3: Tempo

MEU sem evidência alguma

$$\text{MEU}(\emptyset) = \max_a \text{EU}(a) = 70$$

MEU se Forecast *bad*

$$\text{MEU}(F = \text{bad}) = \max_a \text{EU}(a|\text{bad}) = 53$$

MEU se Forecast *good*

$$\text{MEU}(F = \text{good}) = \max_a \text{EU}(a|\text{good}) = 95$$

Dist. Prob. Forecast

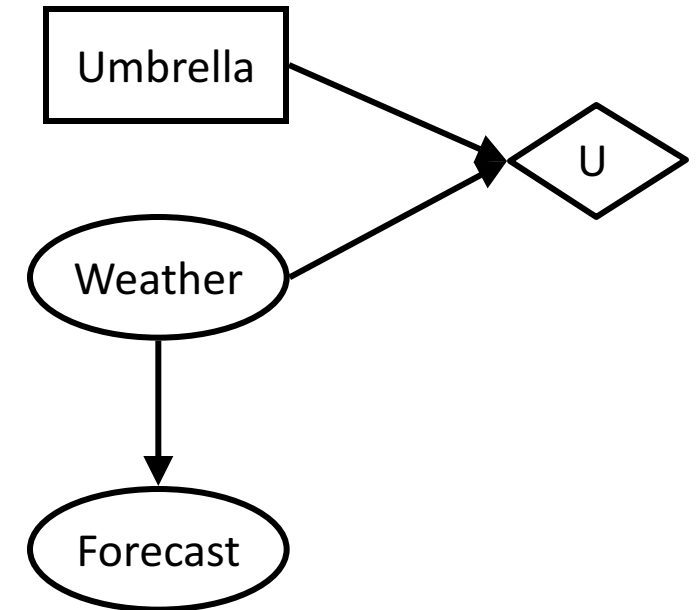
F	P(F)
good	0.59
bad	0.41



$$0.59 \cdot (95) + 0.41 \cdot (53) - 70$$

$$77.8 - 70 = 7.8$$

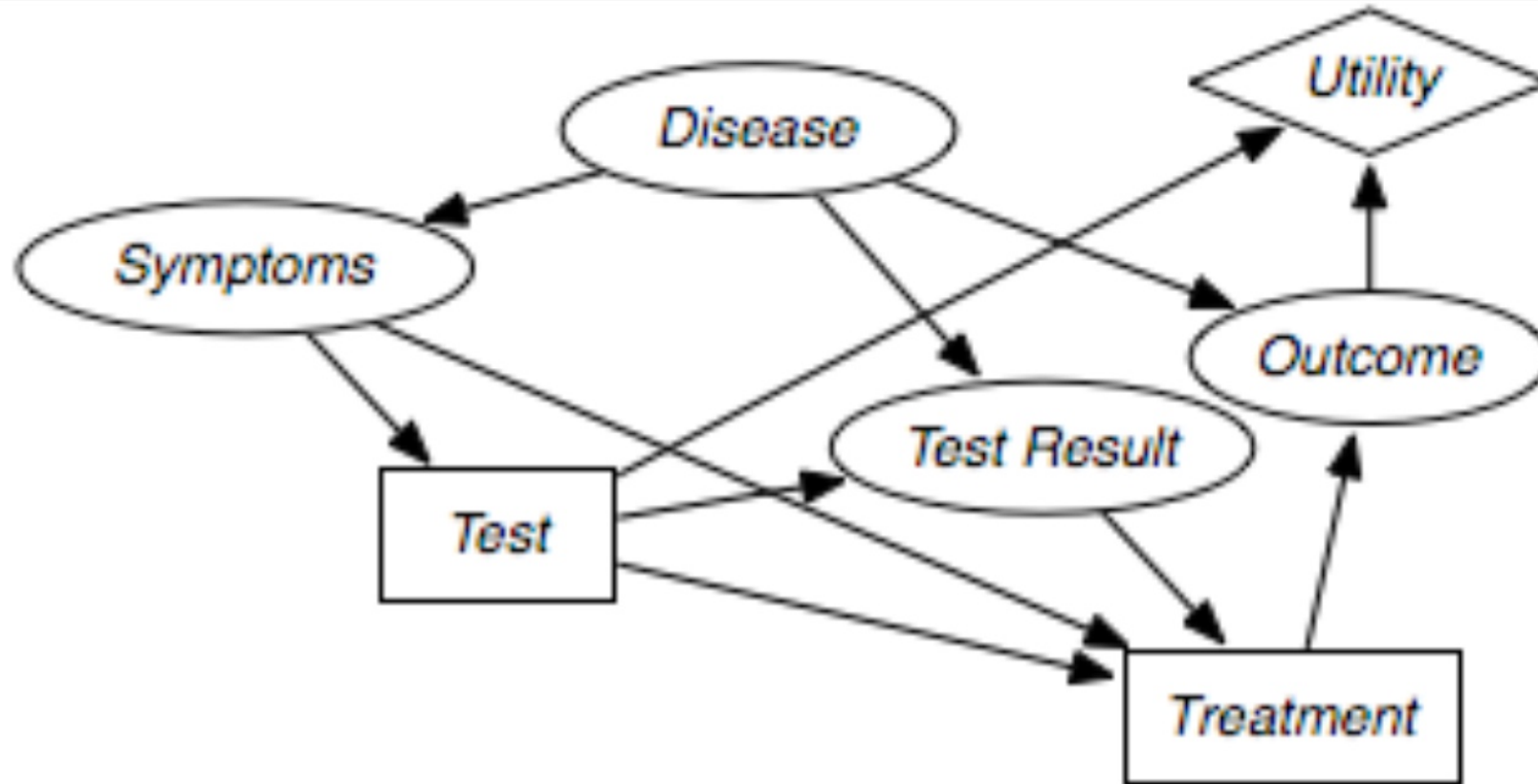
$$\text{VPI}(E'|e) = \left( \sum_{e'} P(e'|e) \text{MEU}(e, e') \right) - \text{MEU}(e)$$



$$\alpha = 2.44$$

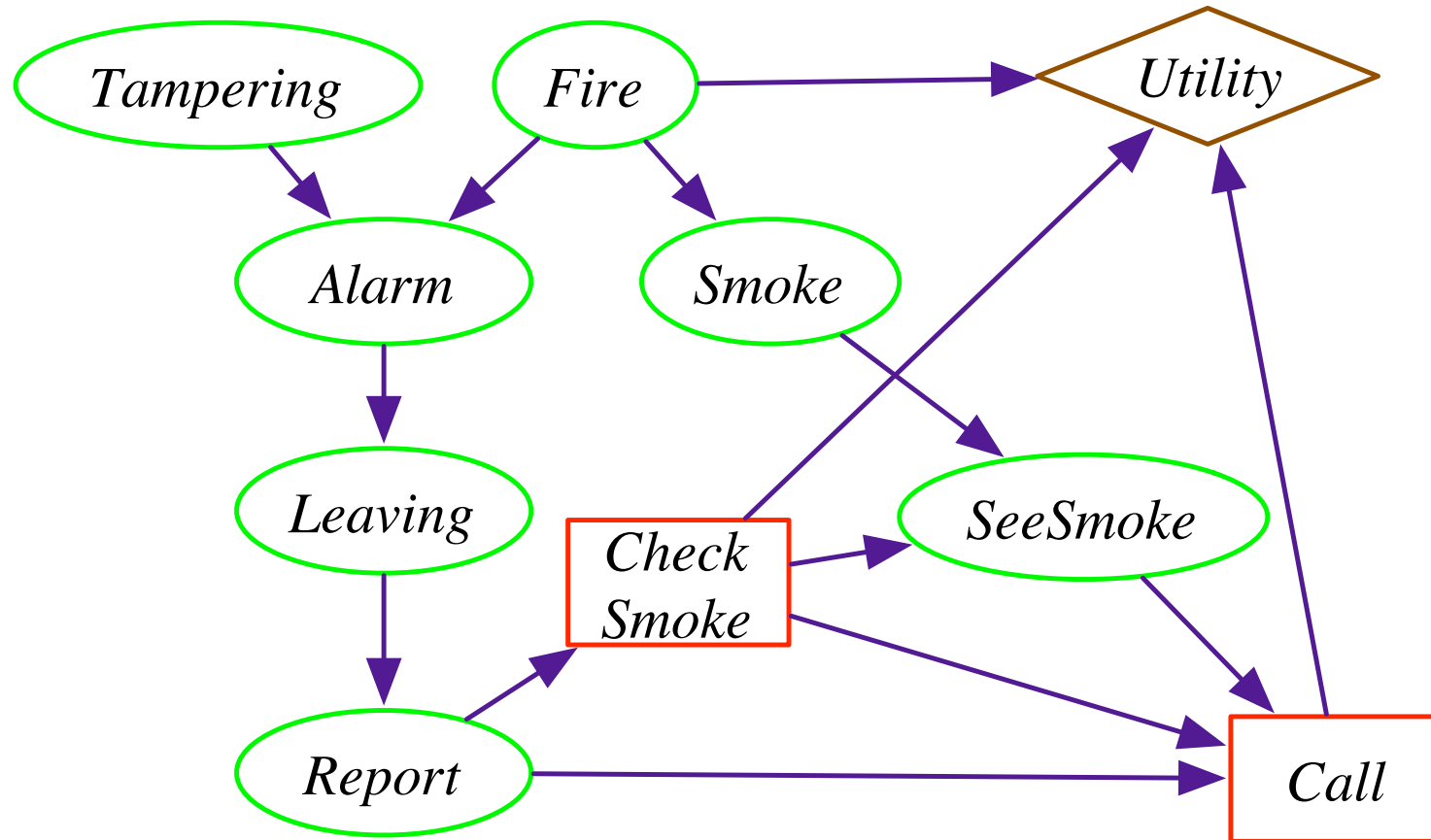
$$P(F=\text{bad}) = 1 / 2.44 = 0.41$$

# Exemplos...



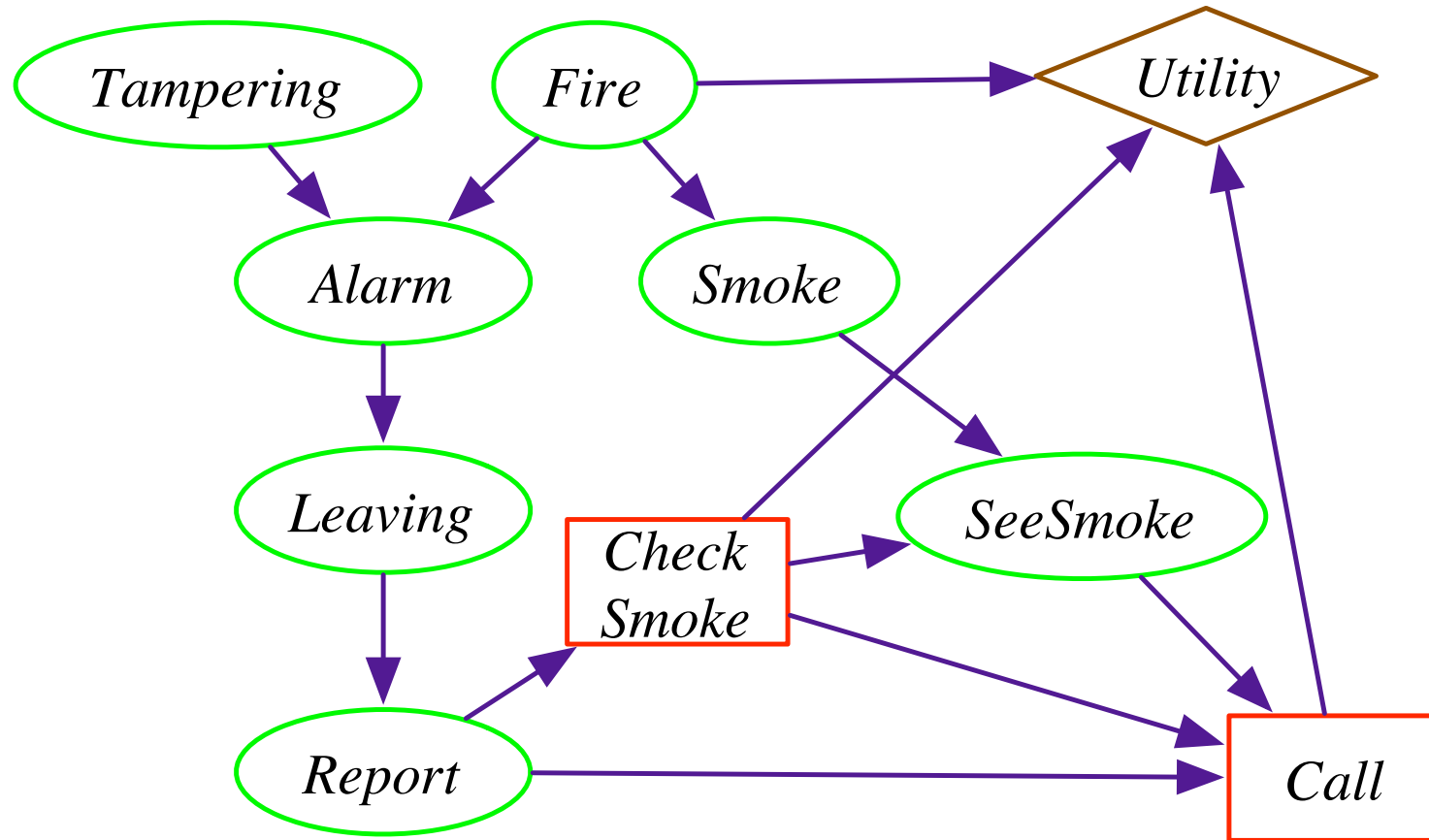
Os sintomas dependem da doença. Qual teste executar é decidido com base nos sintomas. O resultado do teste depende da doença e do teste realizado. A decisão de tratamento é baseada nos sintomas, no teste realizado e no resultado do teste. O resultado depende da doença e do tratamento. A utilidade depende do custo e efeitos colaterais do teste e do resultado do tratamento.

# Exemplos...



O agente pode receber um relatório sobre as pessoas que saem de um prédio e precisa decidir se chama ou não o corpo de bombeiros. Antes de ligar, o agente pode verificar se há fumaça, mas isso tem algum custo associado a ele. A utilidade depende de se ele chama, se há um incêndio e o custo associado à verificação de fumaça.

# Exemplos...



Você pode se interessar em saber o quanto vale à pena controlar a adulteração (*tampering*). Isto poderia ser usado para estimar o quanto vale à pena adicionar guardas de segurança para prevenir adulterações.