

# Aula 5 – Decisão Racional sob Condições de Ignorância II

Teoria da Decisão – 2023.1

Lucas Thevenard

# Respostas dos exercícios

## T1.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

## T1.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10 *	40	35
B	10 *	20	44
C	4 *	52	45

### T1.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	<del>-10-</del>	40	35
B	<del>-10-</del>	20	44
C	<del>-4-</del>	<del>-52-</del>	<del>-45-</del>

# T1.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	<del>-10-</del>	40	35 *
B	<del>-10-</del>	20 *	44
C	<del>-4-</del>	<del>-52-</del>	<del>-45-</del>

## T1.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A **	<del>-10</del>	40	35 *
B	<del>-10</del>	20 *	44
C	<del>-4</del>	<del>-52</del>	<del>-45</del>

Solução (Maximin): **Alternativa A**

## T1.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10 - 10	52 - 40	45 - 35
B	10 - 10	52 - 20	45 - 44
C	10 - 4	52 - 52	45 - 45



## T1.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	12	10
B	0	32	1
C	6	0	0

## T1.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	12 *	10
B	0	32 *	1
C	6 *	0	0

# T1.2 - Minimax

## Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

## Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	12 *	10
B	0	32 *	1
C **	6 *	0	0

Solução (Minimax): Alternativa C

## T1.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,25$$

## T1.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,25$$

$$V_A = (0,25 \times 10) + (0,75 \times 40) = 32,5$$

$$V_B = (0,25 \times 10) + (0,75 \times 44) = 35,5$$

$$V_T = (0,25 \times 4) + (0,75 \times 52) = 40$$

## T1.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
<b>C**</b>	4	52	45

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,25$$

$$V_A = (0,25 \times 10) + (0,75 \times 40) = 32,5$$

$$V_B = (0,25 \times 10) + (0,75 \times 44) = 35,5$$

$$V_T = (0,25 \times 4) + (0,75 \times 52) = 40$$

Solução (Otimismo): **Alternativa C**

## T1.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

## T1.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
C	4	52	45

$$V_A = 10 + 40 + 35 = 85$$

$$V_B = 10 + 20 + 44 = 74$$

$$V_C = 4 + 52 + 45 = 101$$



## T1.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	10	40	35
B	10	20	44
<b>C **</b>	4	52	45

$$V_A = 10 + 40 + 35 = 85$$

$$V_B = 10 + 20 + 44 = 74$$

$$V_C = 4 + 52 + 45 = 101$$

Solução (Razão Insuficiente): [Alternativa C](#)

## Resultados da Tabela 1

- **Maximin:** Alternativa A
- **Minimax:** Alternativa C
- **Regra do Otimismo:** Alternativa C
- **Postulado da Razão Insuficiente:** Alternativa C

## T2.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

## T2.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0 *	30
B	60	0 *	10
C	0 *	20	40

## T2.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	<del>—0—</del>	30
B	60	<del>—0—</del>	10
C	<del>—0—</del>	20	40

## T2.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20 *	<del>0</del>	30
B	60	<del>0</del>	10 *
C	<del>0</del>	20 *	40

## T2.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	<del>-20</del>	<del>-0</del>	30
<del>B</del>	<del>-60</del>	<del>-0</del>	<del>-10</del>
C	<del>-0</del>	<del>-20</del>	40

## T2.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	<del>-20-</del>	<del>-0-</del>	30 *
<del>-B-</del>	<del>-60-</del>	<del>-0-</del>	<del>-10-</del>
C	<del>-0-</del>	<del>-20-</del>	40 *



## T2.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	<del>-20-</del>	<del>-0-</del>	30 *
<del>B-</del>	<del>-60-</del>	<del>-0-</del>	<del>-10-</del>
C **	<del>-0-</del>	<del>-20-</del>	40 *

Solução (Maximin): [Alternativa C](#)

## T2.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	60 - 20	20 - 0	40 - 30
B	60 - 60	20 - 0	40 - 10
C	60 - 0	20 - 20	40 - 40

## T2.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	40	20	10
B	0	20	30
C	60	0	0

## T2.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	40 *	20	10
B	0	20	30 *
C	60 *	0	0

## T2.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	<b>40 *</b>	20	10
<b>B **</b>	0	20	<b>30 *</b>
C	<b>60 *</b>	0	0

Solução (Minimax): **Alternativa B**

## T2.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,7$$

## T2.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,7$$

$$V_A = (0,7 \times 30) + (0,3 \times 0) = 21$$

$$V_B = (0,7 \times 60) + (0,3 \times 0) = 42$$

$$V_C = (0,7 \times 40) + (0,3 \times 0) = 28$$

## T2.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
<b>B **</b>	60	0	10
C	0	20	40

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,7$$

$$V_A = (0,7 \times 30) + (0,3 \times 0) = 21$$

$$V_B = (0,7 \times 60) + (0,3 \times 0) = 42$$

$$V_C = (0,7 \times 40) + (0,3 \times 0) = 28$$

Solução (Regra do Otimismo): **Alternativa B**



## T2.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

## T2.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
B	60	0	10
C	0	20	40

$$V_A = 20 + 0 + 30 = 50$$

$$V_B = 60 + 0 + 10 = 70$$

$$V_C = 0 + 20 + 40 = 60$$

## T2.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	20	0	30
<b>B **</b>	60	0	10
C	0	20	40

$$V_A = 20 + 0 + 30 = 50$$

$$V_B = 60 + 0 + 10 = 70$$

$$V_C = 0 + 20 + 40 = 60$$

Solução (Razão Insuficiente): **Alternativa B**

## Resultados da Tabela 2

- **Maximin:** Alternativa C
- **Minimax:** Alternativa B
- **Regra do Otimismo:** Alternativa B
- **Postulado da Razão Insuficiente:** Alternativa B

## T3.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C	0	10	2000

### T3.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10 *	30
B	60 *	80	70
C	0 *	10	2000

## T3.1 - Maximin

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10 *	30
B **	60 *	80	70
C	0 *	10	2000

Solução (Maximin): [Alternativa B](#)

## T3.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C	0	10	2000

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000 - 1000	80 - 10	2000 - 30
B	1000 - 60	80 - 80	2000 - 70
C	1000 - 0	80 - 10	2000 - 2000



## T3.2 - Minimax

### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C	0	10	2000

### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	70	1970
B	940	0	1930
C	1000	70	0

### T3.2 - Minimax

#### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C	0	10	2000

#### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	70	1970 *
B	940	0	1930 *
C	1000 *	70	0

### T3.2 - Minimax

#### Opções

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C **	0	10	2000

#### Arrependimento

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	70	1970 *
B	940	0	1930 *
C	1000 *	70	0

Solução (Minimax): Alternativa C

## T3.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C	0	10	2000

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,1$$

$$V_A = (0,1 \times 1000) + (0,9 \times 10) = 109$$

$$V_B = (0,1 \times 80) + (0,9 \times 60) = 62$$

$$V_C = (0,1 \times 2000) + (0,9 \times 0) = 200$$

## T3.3 - Regra do Otimismo

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
<b>C**</b>	0	10	2000

$$V_x = aMax + (1 - a)Min \mid a = 0,1$$

$$V_A = (0,1 \times 1000) + (0,9 \times 10) = 109$$

$$V_B = (0,1 \times 80) + (0,9 \times 60) = 62$$

$$V_C = (0,1 \times 2000) + (0,9 \times 0) = 200$$

Solução (Regra do Otimismo): **Alternativa C**

## T3.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C	0	10	2000

## T3.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
C	0	10	2000

$$V_A = 1000 + 10 + 30 = 1040$$

$$V_B = 60 + 80 + 70 = 210$$

$$V_C = 0 + 10 + 2000 = 2010$$

## T3.4 - Postulado da Razão Insuficiente

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1000	10	30
B	60	80	70
<b>C **</b>	0	10	2000

$$V_A = 1000 + 10 + 30 = 1040$$

$$V_B = 60 + 80 + 70 = 210$$

$$V_C = 0 + 10 + 2000 = 2010$$

Solução (Razão Insuficiente): [Alternativa C](#)



## Resultados da Tabela 3

- **Maximin:** Alternativa B
- **Minimax:** Alternativa C
- **Regra do Otimismo:** Alternativa C
- **Postulado da Razão Insuficiente:** Alternativa C

## Exercício 2: Há alguma diferença entre os métodos de solução?

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1	2	4
B	2	4	8
C	4	8	16

- Não, pois  $C \succ B \succ A$ .
- A alternativa  $A$  é estritamente dominada pela alternativa  $B$ , que, por sua vez, é estritamente dominada pela alternativa  $C$ . Logo, qualquer método irá escolher a alternativa  $C$ .

## Exercício 2: Há alguma diferença entre os métodos de solução?

—	EDM1	EDM2	EDM3
<del>A</del>	<del>1</del>	<del>2</del>	<del>4</del>
<del>B</del>	<del>2</del>	<del>4</del>	<del>8</del>
C**	4	8	16

Solução (Todos os métodos): [Alternativa C](#)

## Roteiro da aula

- Critérios de racionalidade e decisões coletivas
- Decisão sob ignorância na Teoria da Justiça de Rawls
- Críticas aos modelos de decisão sob condição de Ignorância
- Aprofundamentos dos modelos de decisão não-estratégicos

# 1. Critérios de racionalidade e decisões coletivas

## Ordenação de preferências

- **Completeness:** para quaisquer opções  $A$  e  $B$ , ao menos uma das seguintes opções deve valer:  $A \succsim B$ , ou  $A \precsim B$ .
- **Reflexividade:** indivíduos são indiferentes a opções ideênticas, ou seja, qualquer opção  $A$  é tão boa quanto ela mesma, portanto:  $A \sim A$ .
- **Transitividade:** as opções devem poder ser ordenadas de forma não circular, obedecendo à regra da transitividade:  $A \succsim B \succsim C \implies A \succsim C$ .

## Decisões coletivas (votação)

- Problema da agregação de preferências
- **Paradoxo de Condorcet**
  - Indivíduo 1:  $A \succ B \succ C$
  - Indivíduo 2:  $B \succ C \succ A$
  - Indivíduo 3:  $C \succ A \succ B$
- Resultado da votação:  $A \succ B \succ C \succ A$  (viola a transitividade)
  - **Teorema de Arrow**: processos de votação ordinais não conseguem garantir a preservação de um grupo de propriedades desejáveis.

## Condições desejáveis em sistemas de votação (Arrow)

- **Sistema não-ditatorial**: preferências de múltiplos indivíduos devem ser consideradas.
- **Domínio irrestrito (universalidade)**: o sistema deve produzir um único conjunto completo de ordenação de todas as preferências dos indivíduos.
  - Todas as preferências devem ser consideradas,
  - Conjuntos de preferências idênticas devem produzir a mesma ordenação.
- **Independência de alternativas irrelevantes**: a ordenação de pares de alternativas deve depender apenas da ordenação das duas alternativas envolvidas.



## Condições desejáveis em sistemas de votação (Arrow)

- **Monotonicidade (associação positiva)**: cada indivíduo não deve ser capaz de prejudicar uma alternativa por avaliá-la melhor.
- **Não-imposição (soberania cidadã)**: todas as formas de ordenação devem ser potencialmente possíveis.
- **Eficiência de pareto (unanimidade)**: se todos preferem uma opção a outra, o resultado social deve refletir essa preferência.

## Condições desejáveis em sistemas de votação (Arrow)

- Sistema não-ditatorial
- Domínio irrestrito (universalidade)
- Independência de alternativas irrelevantes
- Monotonicidade (associação positiva)
- Não-imposição (soberania cidadã)
- Eficiência de pareto (unanimidade)

Mas o que isso significa?

## 2. Decisão sob ignorância na Teoria da Justiça de Rawls

## Leitura do trecho de Teoria da Justiça

# Teoria da Justiça de Rawls

- Posição original e véu da ignorância: Decisão sob condição de ignorância.
- Por que adotar o método Maximin?
  - **Ignorância radical**: Impossibilidade de atribuir probabilidades, de estabelecer valorações cardinais ou mesmo de considerar todos os Estados do Mundo.
  - Indivíduos devem justificar suas opções e preferem garantir um mínimo necessário.
  - Seria irracional assumir riscos intoleráveis.
- **Princípio da diferença**: avaliação das instituições com base em seus efeitos sobre os indivíduos menos favorecidos pela distribuição social.

# Harsanyi

- **Refutação do método Maximin:** Decisões morais não deveriam ser tomadas com base nos piores cenários possíveis, mas sim com base na utilidade esperada das alternativas disponíveis.
  - **Exemplo:** decisão entre um emprego ruim em Nova Iorque ou um emprego melhor em Chicago.
- **Implicações imorais do Princípio da Diferença** em certos casos.
  - **Exemplo:** Doação de órgãos deve privilegiar os mais enfermos?
- Probabilidades subjetivas (bayesianas) X Probabilidades empíricas (frequentismo).

HARSANYI, John. Can the Maximin Principle Serve as a Basis for Morality? A Critique of John Rawls's Theory. The American Political Science Review, Vol. 69, No. 2 (Jun., 1975), pp. 594-606.

## Outras críticas?

- Decorrências da ignorância radical não são completamente exploradas por Rawls.
- É possível evitar riscos intoleráveis?
  - Dilema das vítimas invisíveis (Jean Tirole).
- É possível avaliar as consequências? Nossas preferências seriam estáticas?
  - Forma de neo-kantianismo? A Teoria da Justiça pode se apartar de um contexto histórico-cultural?
  - Perspectiva do **estruturalismo histórico (Foucault)**: relações de poder situadas historicamente moldam nossa forma de conceber a realidade, influenciando nossas ideias e preferências.

## L.A. Paul

- Professora de filosofia e ciência cognitiva em Yale.
- Escreveu o livro "Transformative Experience" (2014) e o paper "What you can't expect when you're expecting" (2015).





# **3. Críticas aos modelos de decisão sob condição de Ignorância**

## Quais são os principais problemas do método Maximin?

## Maximin

- Método extremamente conservador.
- Impede a consideração das melhores oportunidades de ganho.
- Não considera todas as alternativas.

—	EDM1	EDM2
A	1.5	1.75
B	1	900

—	EDM1	EDM2	EDM3	...	EDM99	EDM100
A	10	10	10	...	10	10
B	9	20	20	...	20	20

## Quais são os principais problemas do método Minimax?

## Minimax

- Ao contrário do maximin, neste método pode haver influência excessiva de alternativas melhores

—	EDM1	EDM2
A	300	300
B	-100	900

—	EDM1	EDM2	EDM3	...	EDM99	EDM100
A	10	10	10	...	10	10
B	20	5	5	...	5	5

## Minimax

- Permutações dos mesmos resultados de uma alternativa de decisão entre os Estados do mundo podem levar a soluções diferentes.

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	1	3
B	0	1	3
C	3	0	1

EDM1	EDM2	EDM3
3	0	0
3	0	0
0	1	2

- A inclusão de uma alternativa que não é escolhida pode mudar a solução do problema.

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	10	4
B	5	2	10

EDM1	EDM2	EDM3
5	0	6
0	8	0

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	0	10	4
B	5	2	10
C	10	5	1

EDM1	EDM2	EDM3
10	0	6
5	8	0
0	5	9

## Minimax

- Ao contrário do maximin, neste método pode haver influência excessiva de alternativas melhores
- Permutações dos mesmos resultados de uma alternativa de decisão entre os Estados do mundo podem levar a soluções diferentes.
- A inclusão de uma alternativa que não é escolhida pode mudar a solução do problema.



## Quais são os principais problemas da Regra do Otimismo?

## Regra do Otimismo

- Necessidade de escolher o nível de otimismo (arbitrário).
- Considera apenas parte das opções.
- Pode se reverter em max-max ou maxmin:
  - Quando adotamos níveis de otimismo 1 ou 0;
  - Quando as melhores alternativas ou as piores são idênticas

—	EDM1	EDM2	EDM3	EDM4
A	0	1	1	11
B	0	10	10	10

—	EDM1	EDM2	EDM3	EDM4
A	10	9	9	1
B	10	2	2	2

# Quais são os principais problemas do Postulado da Razão Insuficiente?

## Postulado da Razão Insuficiente

- Presunção de que as alternativas são equiprováveis.
- Presume neutralidade entre os cenários equiprováveis: pode ser um tratamento inadequado de riscos muito altos.

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	-200	150	150
B	0	45	45

## Conclusão geral sobre métodos de decisão racional sob condições de ignorância

- Todos os métodos enfrentam limitações.
  - Para utilizá-los é necessário entender qual método melhor se aplica ao problema analisado.
  - Sistema de votação dos métodos não funciona (pode incorrer no mesmo problema indicado por Arrow).

# Paradoxo de condorcet na composição de métodos

Vamos considerar, no exemplo a seguir, como os três métodos ordenariam as alternativas, tomadas duas a duas (considerando um nível de otimismo de 0,5).

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	1	14	13
B	-1	17	11
C	0	20	6

Método	A vs. B	B vs. C	A vs. C
Maximin	A	C	A
Minimax	B	B	A
Otimismo	B	C	C

Chegamos a a um resultado que viola a transitividade, pois:  $C \succ B \succ A \succ C$

# Conclusão geral sobre métodos de decisão racional sob condições de ignorância

- Todos os métodos enfrentam limitações.
  - Para utilizá-los é necessário entender qual método melhor se aplica ao problema analisado.
  - Sistema de votação dos métodos não funciona (pode incorrer no mesmo problema indicado por Arrow).
- Limites de racionalidade em casos de ignorância profunda.
  - Método maximin é o único que admite uma escala ordinal de preferências.
  - Problema das experiências transformativas não tem solução na literatura.

# **3. Aprofundamentos dos modelos de decisão não-estratégicos**



## Temas de aprofundamento discutidos até aqui

- Estipulação de valores e probabilidades
  - Doug Hubbard: argumento em favor da tentativa de mensuração, mesmo em casos de ignorância profunda.

## Obs: estipulando níveis de otimismo para os casos de fronteira

—	EDM1	EDM2	EDM3
A	100	100	100
B	50	200	135
C	0	250	120

Quais níveis mínimos de otimismo seriam necessários para escolhermos B ou C?

Quais níveis mínimos de otimismo seriam necessários para escolhermos B ou C?

$$V_A = 100 \text{ , } V_B = 150a + 50 \text{ , } V_C = 250a$$

$$V_B > V_A \implies 150a + 50 > 100 \text{ , } a > \frac{1}{3}$$

$$V_B > V_C \implies 150a + 50 > 250a \text{ , } a < \frac{1}{2}$$

## Temas de aprofundamento discutidos até aqui

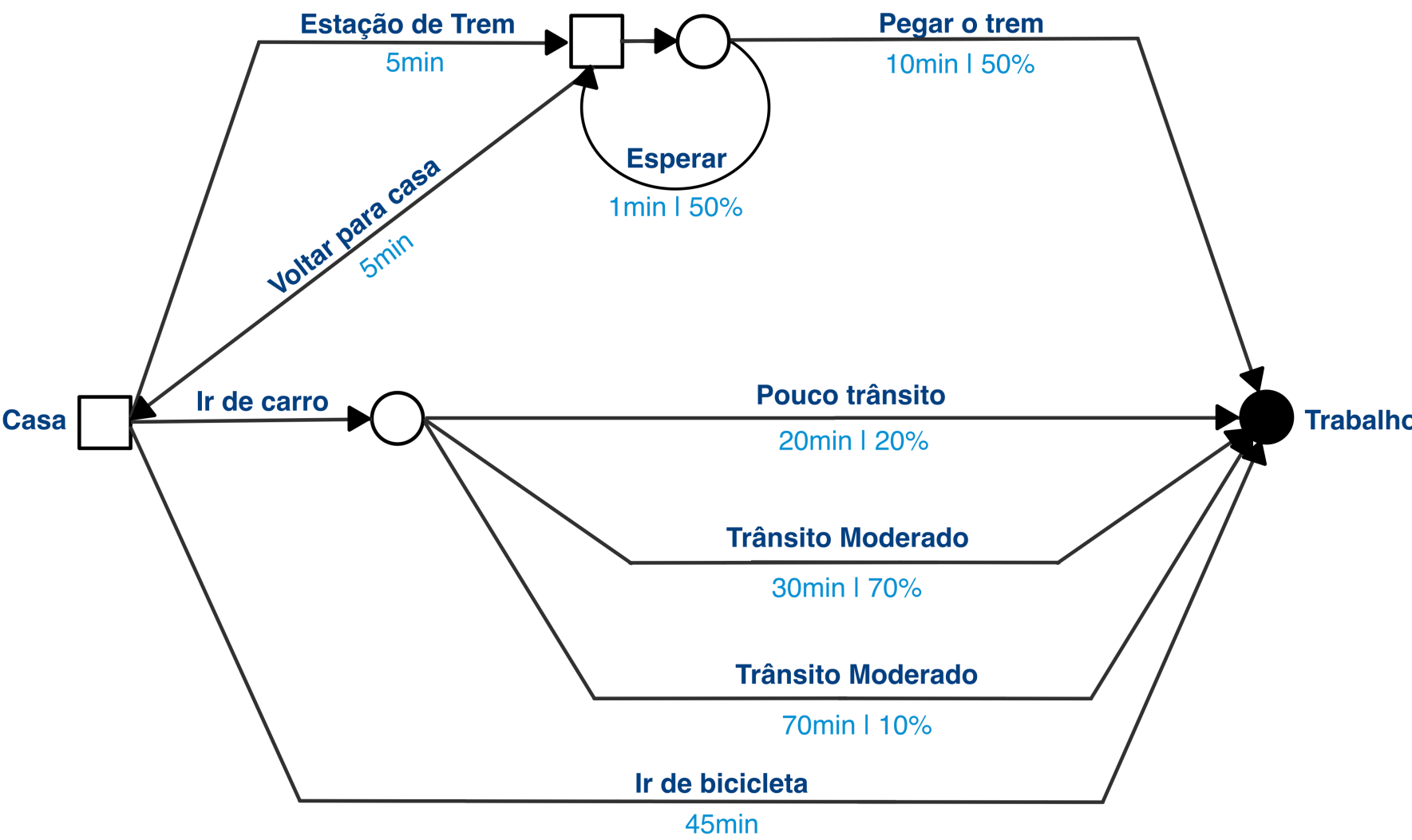
- Estipulação de valores e probabilidades
  - Doug Hubbard: argumento em favor da tentativa de mensuração, mesmo em casos de ignorância profunda.
- O dilema da especificação e a importância de se adotar uma política decisória.
- Problemas de decisão dinâmicos: futuro do campo, com aplicações tanto a áreas de tecnologia como, potencialmente, ao estudo de problemas sociais.

## Decisões dinâmicas e especificação de restrições em processos de Markov

- Ações nos levam a estados do mundo, com alguma probabilidade
- **Elemento novo:** relação entre os Estados do mundo não é linear
  - Decisões tomadas e retomadas à medida que obtemos informações sobre o problema.

## Exemplo de processo de Markov: ida ao trabalho

- Qual é o melhor caminho/meio de locomoção?
  - **Bicileta**: demora sempre 45 minutos.
  - **Carro**: pode demorar 20, 30 ou 70 minutos dependendo do trânsito.
  - **Trem**: não sabemos quanto tempo vamos esperar na estação, mas uma vez dentro do trem, ele demora 15 minutos.
    - A cada 5 minutos, posso decidir continuar esperando ou voltar para casa.



## Processos de markov e algoritmos decisórios

- Uso disseminado em processos de automação (exemplo: robótica)
- Modelagem útil para descrever e automatizar situações reais
- Implicações para o Direito:
  - Vamos ser substituídos por robôs/algoritmos?
  - Automatizar decisões estatais?
    - Justiça/isonomia dos algoritmos.
    - Justiça procedimental em evidência.