

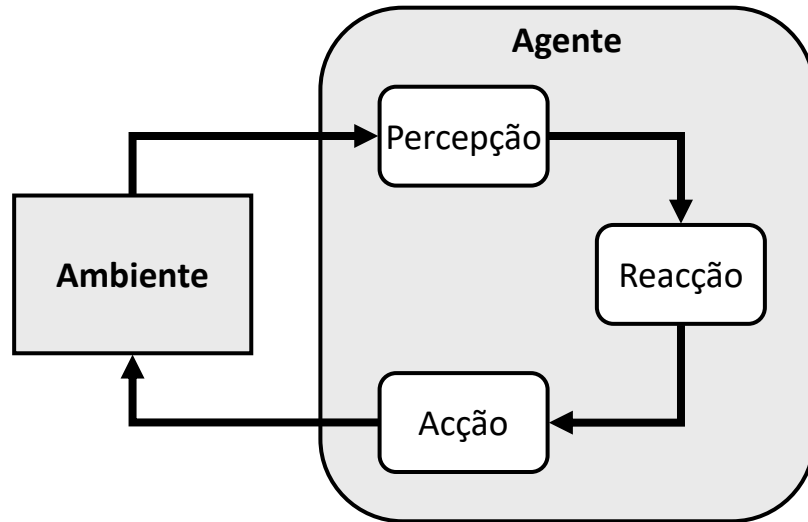
# **ARQUITECTURA DE AGENTES DELIBERATIVOS**

Luís Morgado

2024

# ARQUITECTURAS DE AGENTE

## ARQUITECTURA REACTIVA



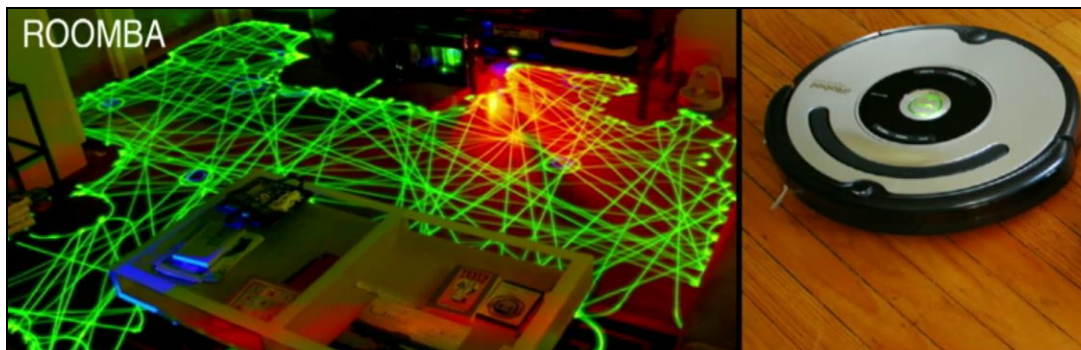
Numa arquitectura de agentes reactivos, o processamento interno é baseado em reacções que, a partir dos estímulos presentes nas percepções, produzem respostas geradoras de acção

Na sua forma mais simples, essas reacções não mantêm estado ou memória de situações passadas

**Produzem soluções expeditas mas sub-óptimas**

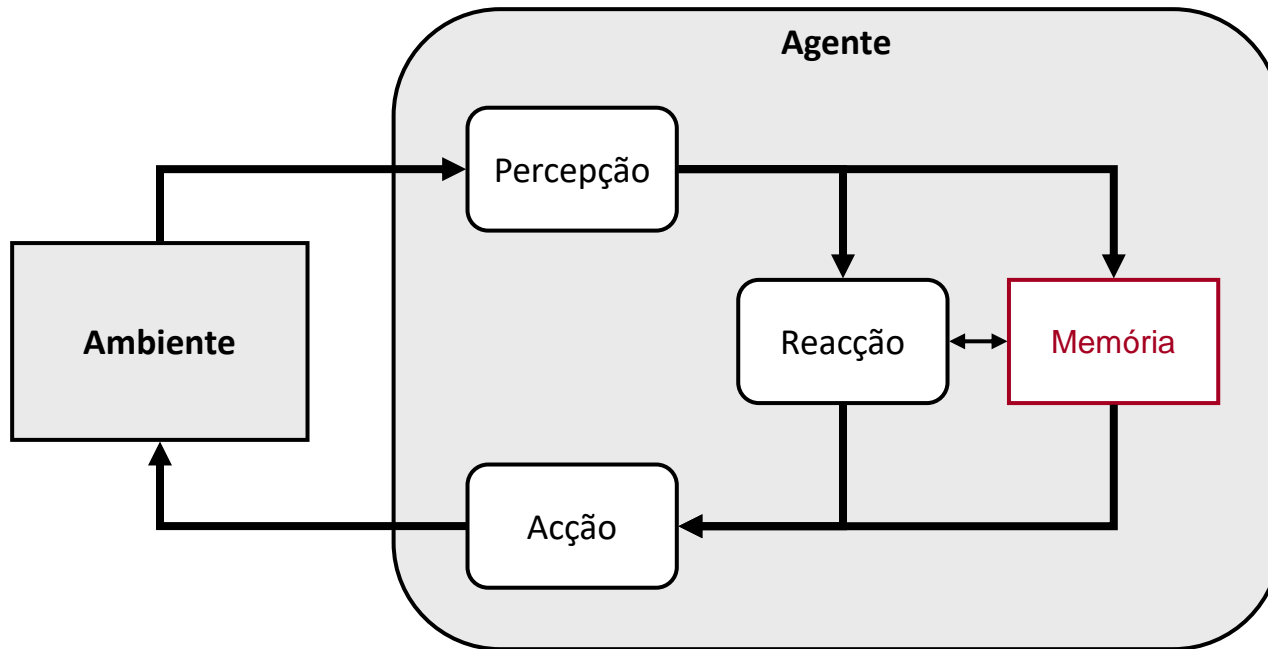
### Exemplo

- Comportamentos de **exploração**
  - Exploração com base em aleatoriedade



# ARQUITECTURAS DE AGENTE

## ARQUITECTURA REACTIVA COM MEMÓRIA



Numa arquitectura reactiva com memória, **as reacções podem manter estado ou memória de situações passadas**, possibilitando, por exemplo, evitar situações passadas desfavoráveis

# ARQUITECTURA REACTIVA COM MEMÓRIA

## Exemplo

- Comportamentos de **exploração**
  - Exploração com base em memória de posições anteriores



Não é suportado planeamento para optimização de comportamentos

# TEMPO E COMPORTAMENTO

No processamento interno de um agente com uma arquitectura deliberativa, para além das dimensões temporais *presente* e *passado*, é possível considerar também a dimensão *futuro*, a qual permite antecipar estados futuros, de modo a otimizar o comportamento do agente no presente para atingir da melhor forma estados futuros que concretizam a finalidade do sistema

## PRESENTE

**Agentes reactivos sem estado** (ausência de memória)

Tipo de comportamento possível: **Reagir**

## PASSADO – PRESENTE

**Agentes reactivos com estado** (memória de recordação do passado)

Tipo de comportamento possível: **Repetir / Evitar**

## PASSADO – PRESENTE – FUTURO

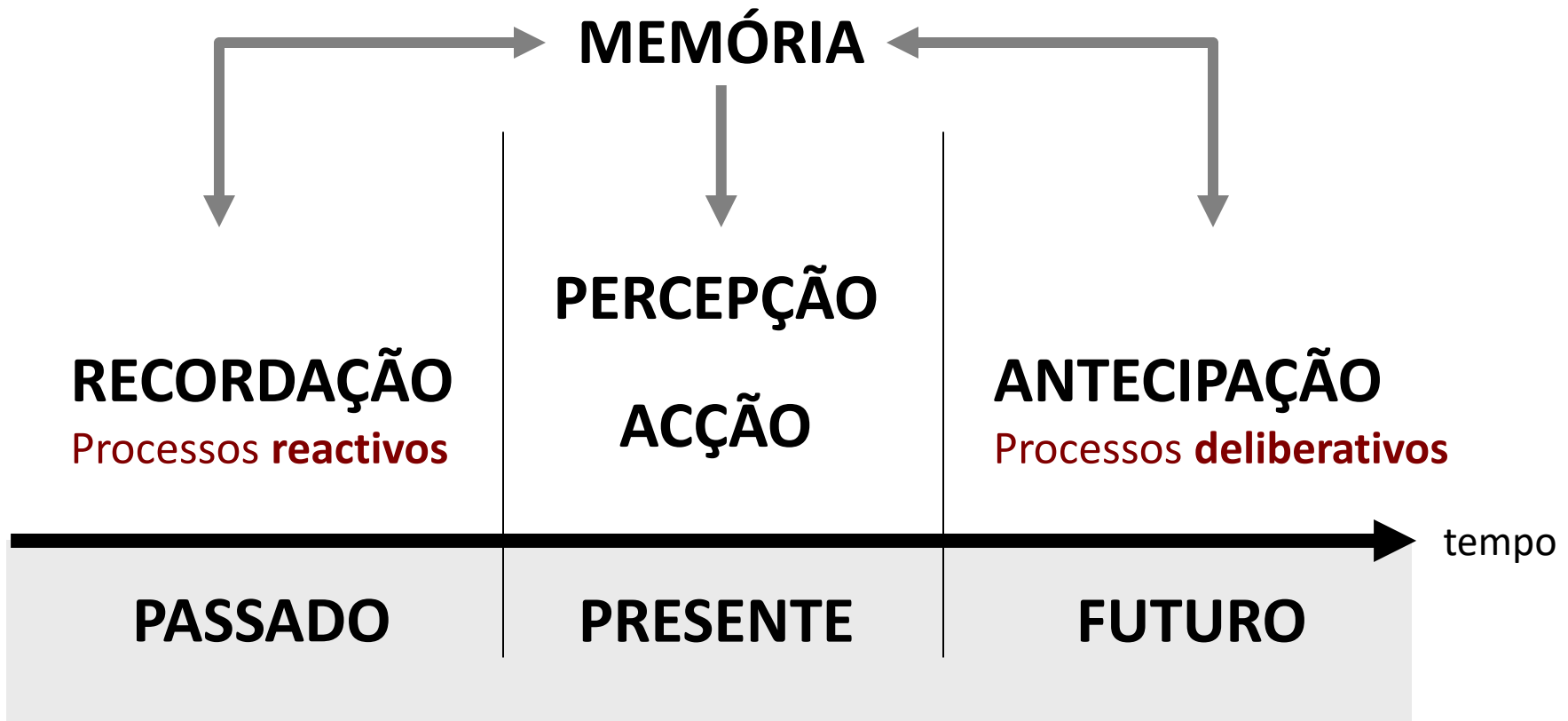
**Agentes deliberativos** (memória de representação e simulação do futuro)

Tipo de comportamento possível: **Antecipar**

# MEMÓRIA E COMPORTAMENTO

Numa arquitectura de agente, a memória suporta o processamento interno associado a diferentes dimensões temporais e tipos de comportamento:

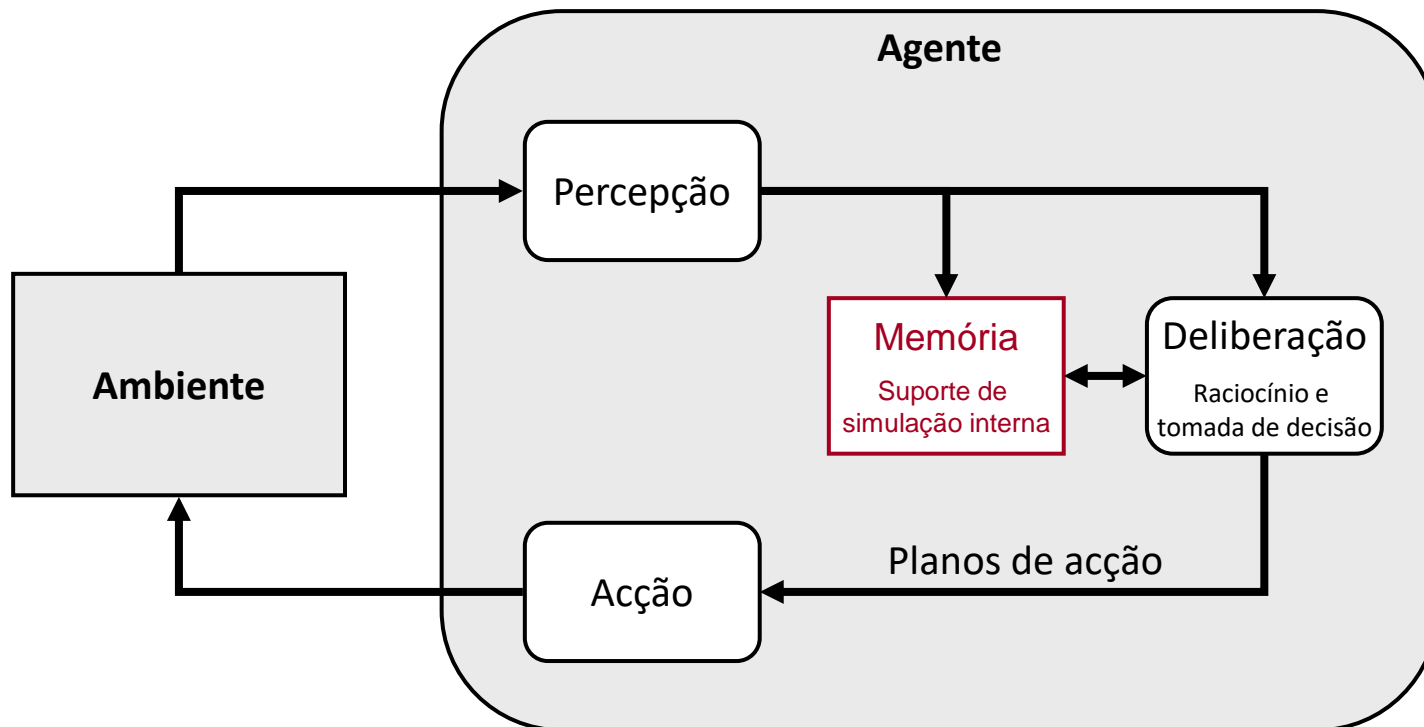
- **Passado:** Memória de recordações do passado (*repetir/evitar*)
- **Presente:** Memória de percepções e de acções actuais (*reagir*)
- **Futuro:** Memória de simulação de situações e acções futuras (*antecipar*)



# ARQUITECTURAS DE AGENTE

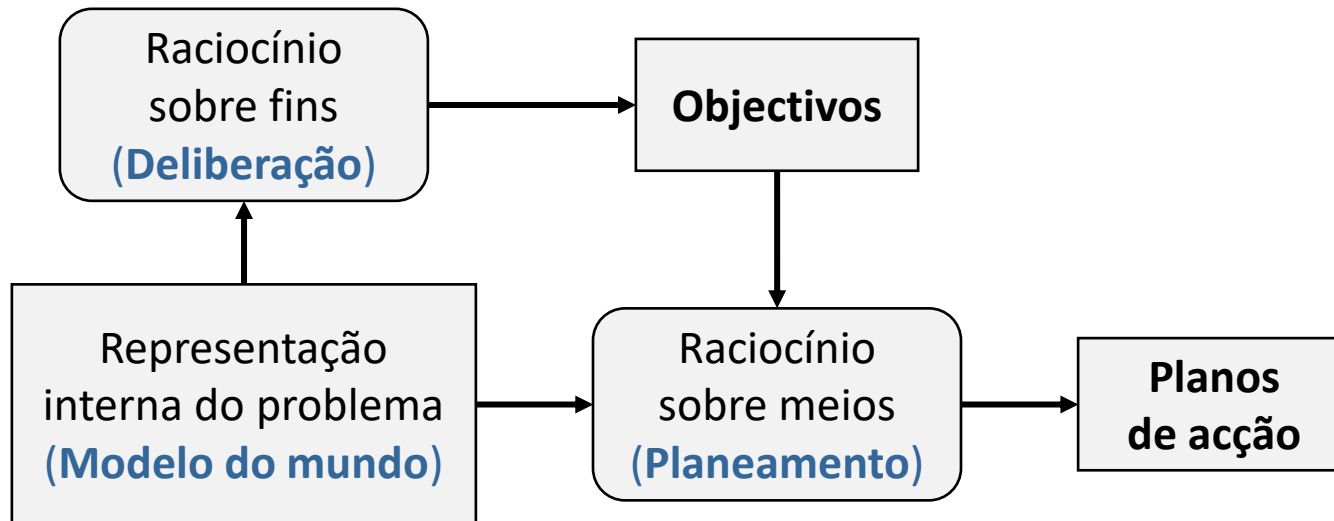
## ARQUITECTURA DELIBERATIVA

Numa arquitectura deliberativa, a **memória desempenha um papel central** na geração do comportamento do agente. Em particular, é o suporte de representação do mundo e dos mecanismos de deliberação, nomeadamente, mecanismos de raciocínio e de tomada de decisão



# ARQUITECTURA DELIBERATIVA

É baseada em **representações de conhecimento do domínio do problema**, as quais suportam a exploração de opções por simulação interna, para atingir **objectivos explicitamente representados**, fixos ou gerados dinamicamente, tendo por base processos de deliberação sobre que objectivos concretizar e quais os meios a utilizar



Numa arquitectura deliberativa o **comportamento é gerado com base em processos de planeamento** suportados por **representações internas do ambiente** (*modelo do mundo*)



# RACIOCÍNIO AUTOMÁTICO

O processo de raciocínio automático envolve dois tipos de actividades principais, a *exploração de opções* possíveis e a *avaliação de opções* para decisão acerca das melhores opções

- **Exploração de opções**

- **Raciocínio prospectivo**

- Antecipação do que pode acontecer

- **Simulação** interna do domínio do problema

- Requer formas de **representação interna** do domínio do problema

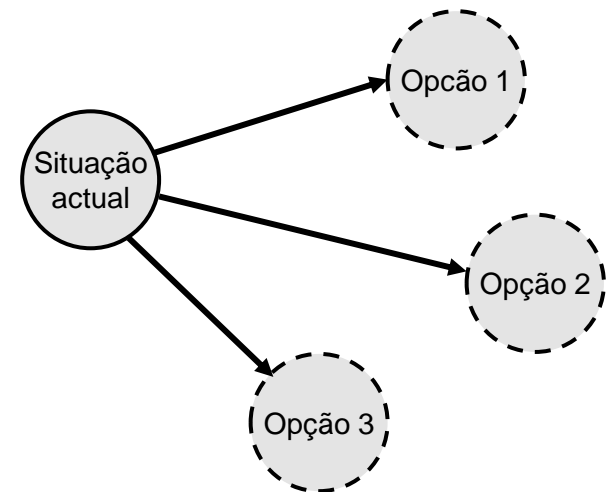
- **Avaliação de opções**

- **Custo**

- Recursos necessários

- **Valor**

- Ganho ou perda, medido por exemplo em termos de *utilidade*



# RACIOCÍNIO PRÁTICO

No contexto de um agente autónomo que opera num determinado ambiente, é particularmente relevante o raciocínio orientado para a acção, designado *raciocínio prático*

Nesse tipo de raciocínio são utilizadas representações simbólicas dos objectivos a atingir, das acções que o agente é capaz de realizar e do ambiente, sendo gerados planos de acção que determinam o comportamento do agente

- Raciocínio prático: **orientado para a acção**

- O que fazer, como fazer...

- Elementos de suporte:

- **Representação dos objectivos** a atingir
  - **Representação das acções** realizáveis
  - **Representação do mundo** (ambiente)

- Resultado

- **Planos** de acção

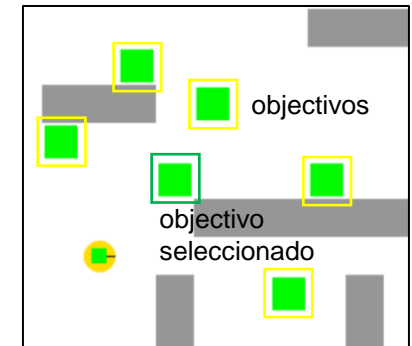


# COMPONENTES DO RACIOCÍNIO PRÁTICO

O raciocínio prático é caracterizado por duas componentes principais, o raciocínio acerca dos fins a atingir, designado *deliberação*, que tem como resultado um conjunto de objectivos a concretizar, e o raciocínio sobre os meios (acções e recursos) para atingir os fins, designado *planeamento*, que tem como resultado planos de acção para concretizar os objectivos determinados pela deliberação

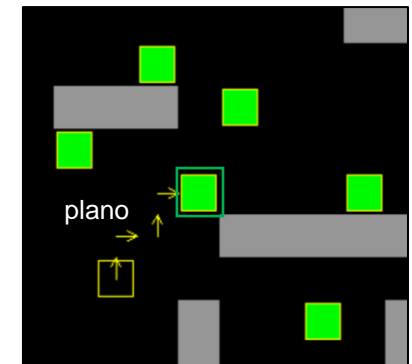
- **RACIOCÍNIO SOBRE FINS (DELIBERAÇÃO)**

- Decidir **o que fazer**
  - **OPÇÕES**
- Resultado:
  - **OBJECTIVOS**



- **RACIOCÍNIO SOBRE MEIOS (PLANEAMENTO)**

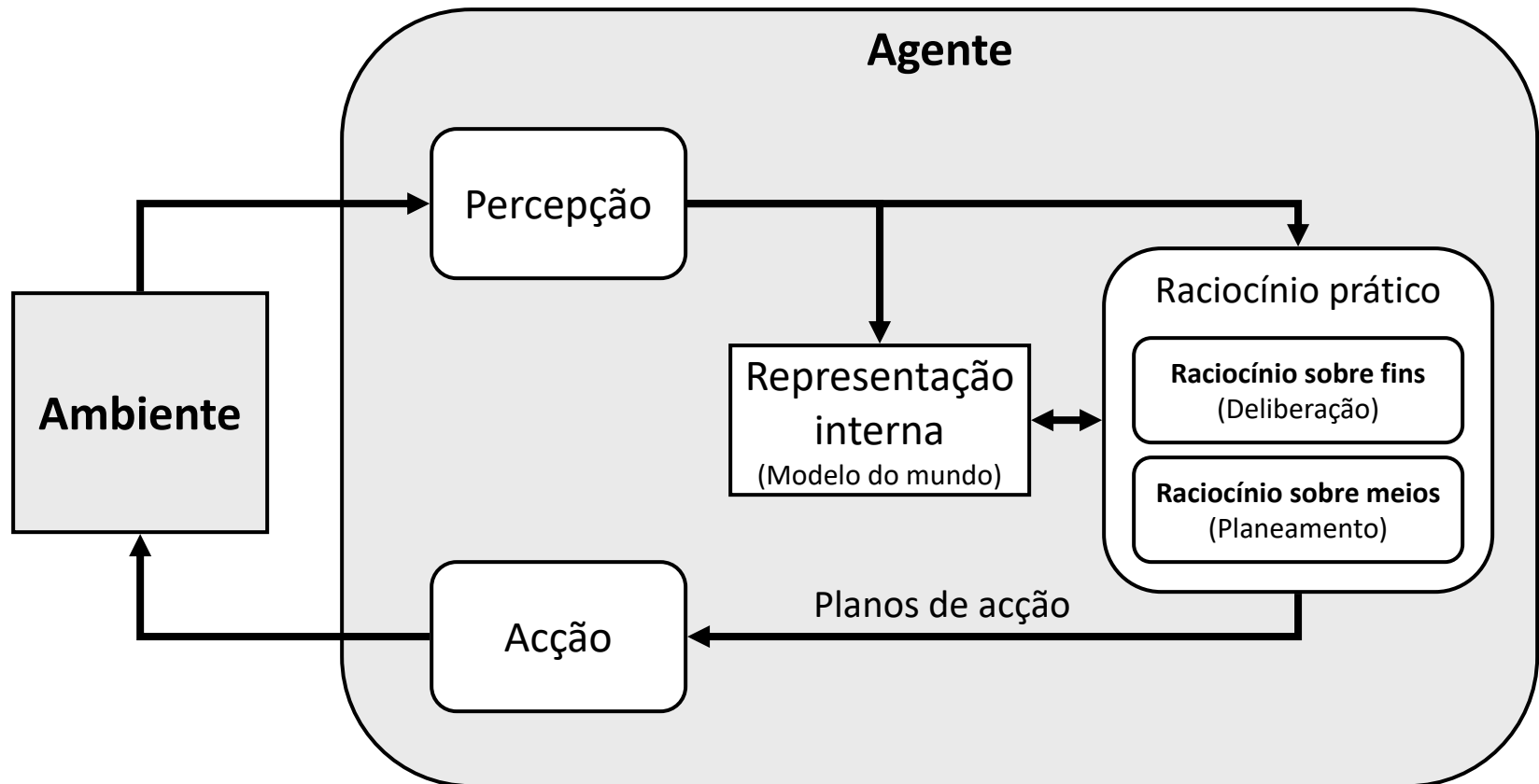
- Decidir **como fazer**
  - **ACÇÕES**
- Resultado:
  - **PLANOS**



# ARQUITECTURAS DE AGENTE

## ARQUITECTURA DELIBERATIVA

Numa arquitectura deliberativa, as componentes do raciocínio prático, *deliberação* e *planeamento*, são suportadas por uma *representação interna* do ambiente, a qual pode ser actualizada a partir das percepções obtidas do ambiente, bem como por efeito dos mecanismos de raciocínio prático, os quais também podem ser directamente influenciados pelas percepções, nomeadamente, através de eventos que influenciam os mecanismos de deliberação e planeamento



# RACIOCÍNIO PRÁTICO

Numa arquitectura deliberativa, o raciocínio prático suporta o processo geral de tomada de decisão que determina o comportamento do agente, ou seja, **quais as acções a realizar perante as percepções obtidas e o estado do modelo interno do mundo**

O **processo de tomada de decisão e acção** ocorre de forma cíclica, com os passos de processamento de seguida indicados

## PROCESSO GERAL DE TOMADA DE DECISÃO E ACÇÃO

1. **Observar** o mundo, gerando percepções
2. **Actualizar** o modelo do mundo, com base nas percepções
3. **Deliberar** o que fazer, gerando um conjunto de objectivos
4. **Planear** como fazer, gerando um plano de acção
5. **Executar** o plano de acção

# RACIOCÍNIO PRÁTICO

## PROBLEMAS

- Recursos computacionais **limitados**
  - Memória
  - Tempo de computação
- **Dinamismo** do ambiente
  - Ambiente pode **mudar durante** o raciocínio
  - Resultado do raciocínio **pode não ser consistente** com a situação do ambiente

↓ Pode ser necessário reconsiderar as opções (objectivos, planos)

## RECONSIDERAÇÃO (DE OPÇÕES)

- Reavaliação de opções, com eventual mudança de planos

# RACIOCÍNIO PRÁTICO

De modo a **ter em conta as limitações de recursos computacionais** de um agente, nomeadamente, *tempo de processamento*, bem como o *dinamismo do ambiente*, o processo de tomada de decisão deve possibilitar a **reconsideração das opções correntes (objectivos, planos)**, tendo em conta mudanças que possam ter ocorrido no ambiente e que ainda não tenham sido consideradas, eventualmente gerando novas opções

## PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO E ACÇÃO

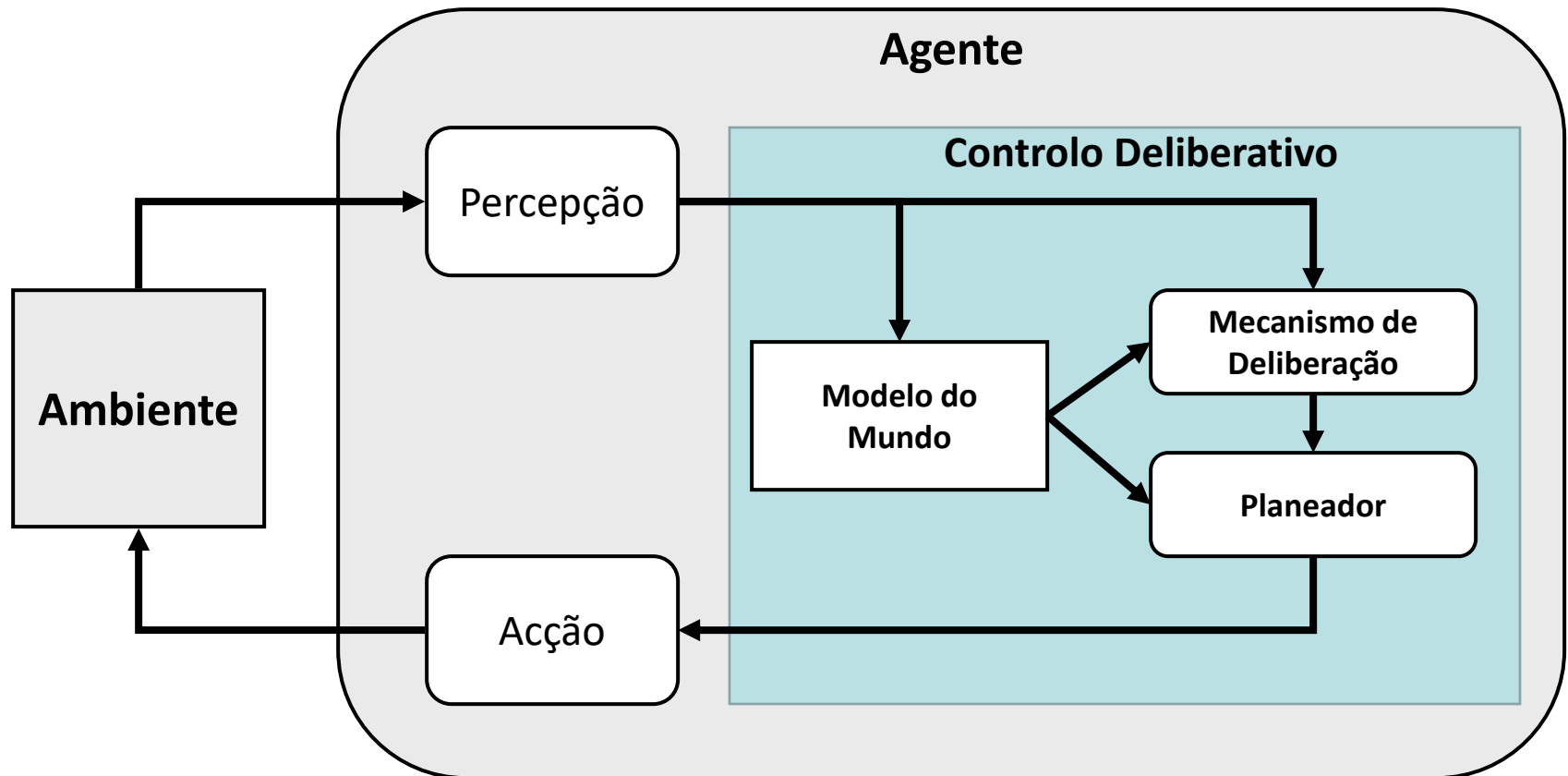
1. Observar o mundo
2. Actualizar o modelo do mundo
3. Se **Reconsiderar**
4. Deliberar
5. Planear
6. Executar plano de acção

# ARQUITECTURAS DE AGENTE

## ARQUITECTURA DELIBERATIVA

Numa arquitectura de agente autónomo, o modelo do mundo e os mecanismos de raciocínio prático podem ser organizados, de forma modular, num *controlo deliberativo* que, perante as percepções obtidas do ambiente, gera as acções a realizar

O controlo deliberativo realiza um processamento interno que corresponde ao ciclo de tomada de decisão e acção anteriormente definido





# BIBLIOGRAFIA

[Wooldridge, 2002]

M. Wooldridge , *Multiagent Systems* , John Wiley & Sons, 2002

[Rao & Georgeff, 1991-a]

A. Rao, M. Georgeff, *Modeling Rational Agents Within a BDI Architecture*, Australian Artificial Intelligence Institute, Technical Note 14, 1991

[Rao & Georgeff, 1991-b]

A. Rao, M. Georgeff, *Commitment and Effectiveness in Situated Agents*, Australian Artificial Intelligence Institute, Technical Note 17, 1991

[Bratman, 1987]

M. Bratman, *Intention, Plans and Practical Reasoning*, Harvard University Press, 1987