

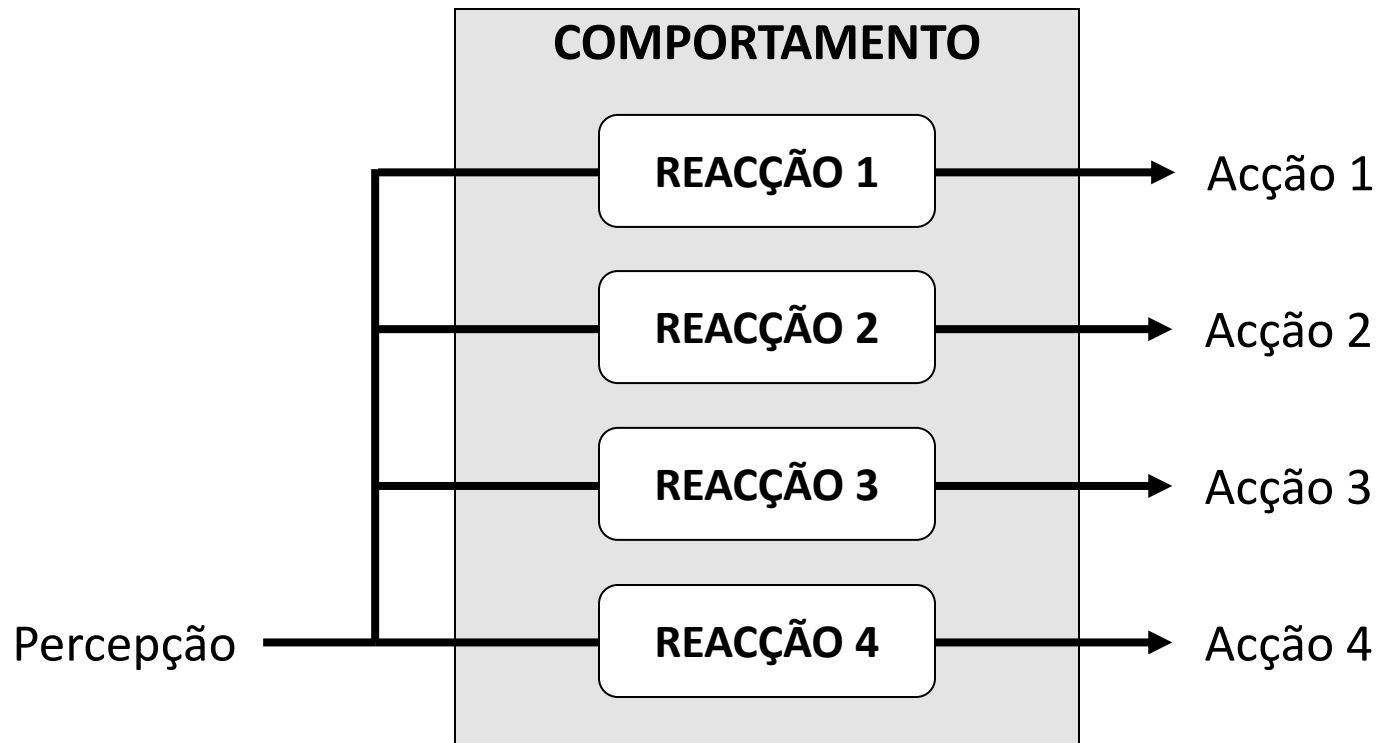
# **ARQUITECTURA DE AGENTES REACTIVOS**

Luís Morgado

2024

# MECANISMOS DE REACÇÃO

Num comportamento composto, **uma percepção pode potencialmente activar múltiplas reacções**, as quais geram diferentes acções, levanta-se por isso o problema de seleccionar **qual a acção a gerar à saída**



# MECANISMOS DE REACÇÃO

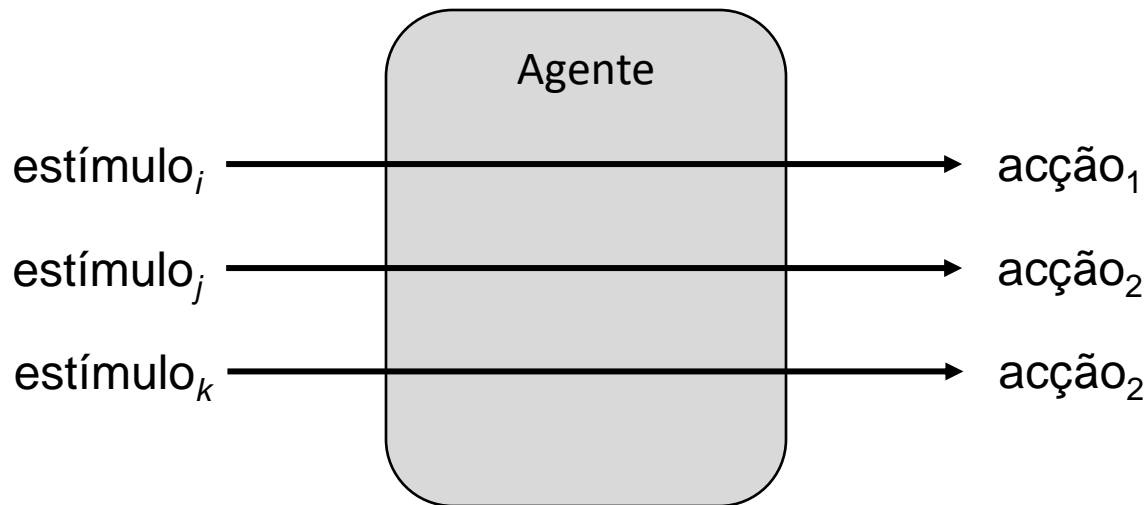
## SELECÇÃO DE ACÇÃO

- Como seleccionar as acções a realizar?
- Mecanismos de **combinação** e **selecção** de acções
  - **Execução paralela** de acções
  - **Prioridade** de acções
  - **Combinação** de acções

# SELECÇÃO DE ACÇÃO

## ACÇÕES PARALELAS

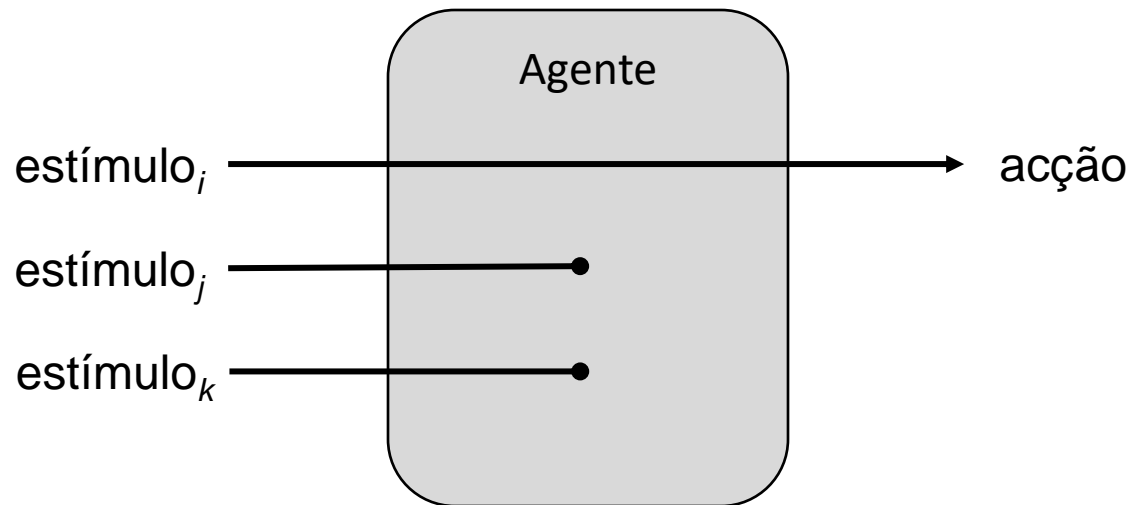
- Acções que não interferem entre si podem ser executadas em paralelo
- Viável se a infra-estrutura o suportar
  - Por exemplo, se existirem múltiplos actuadores distintos



# SELECÇÃO DE ACÇÃO

## PRIORIDADE DE ACÇÕES

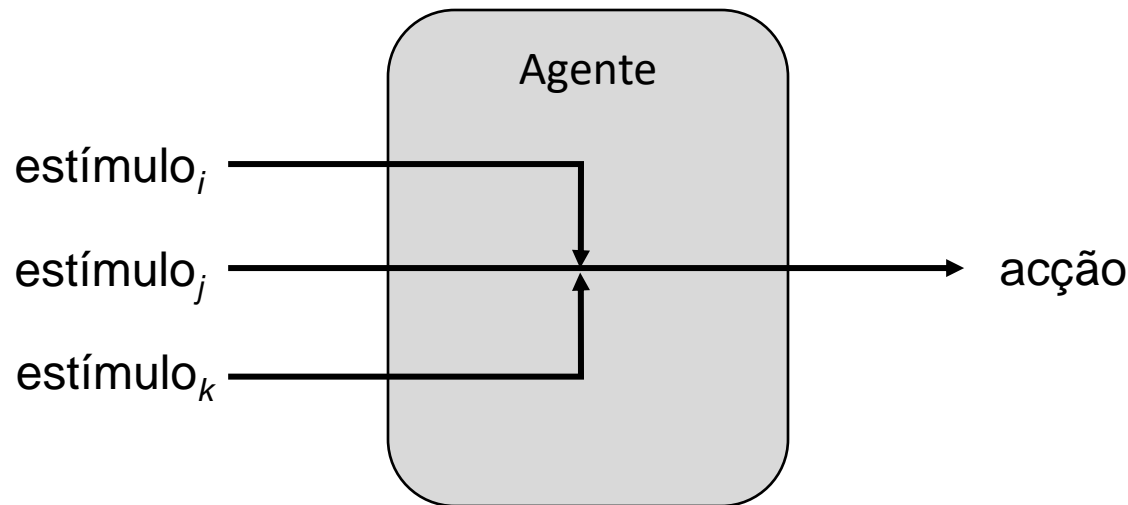
- Acções interferem entre si
  - Não podem ser executadas em conjunto
- É associada informação de prioridade a cada acção
- A acção com maior prioridade é seleccionada para execução



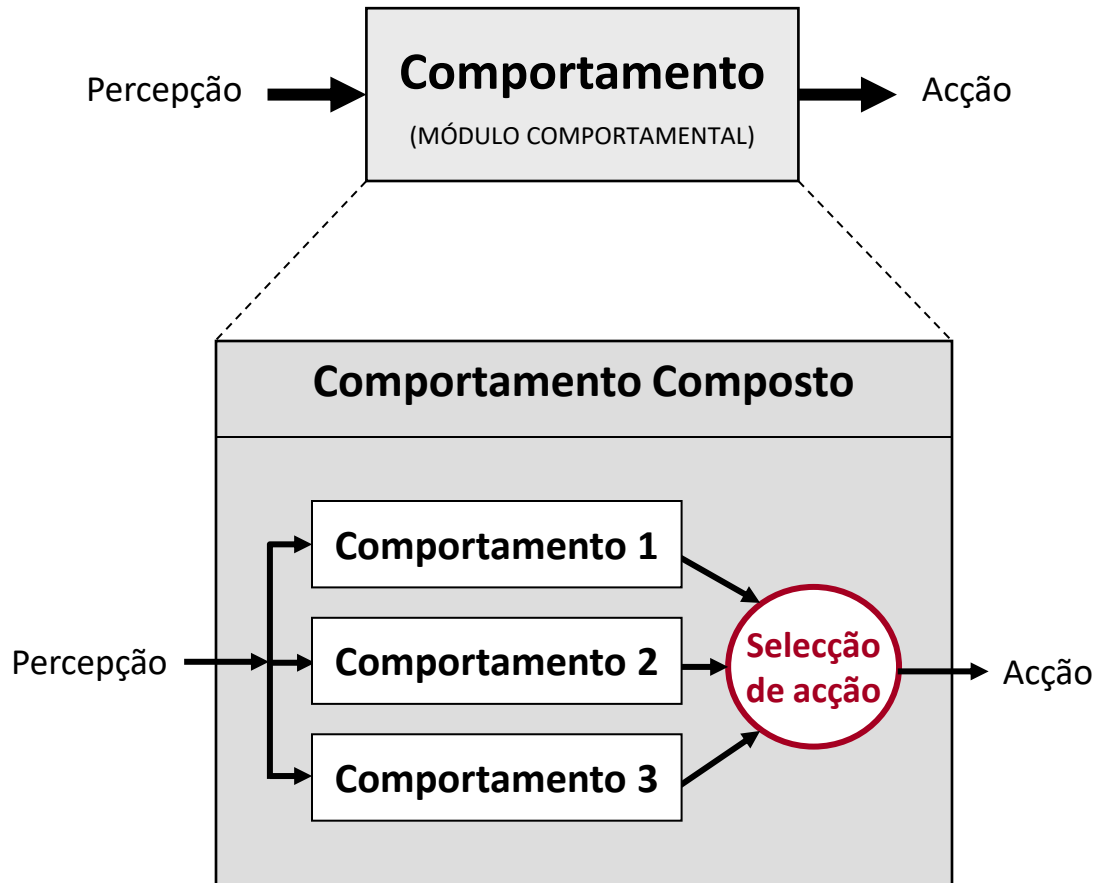
# SELECÇÃO DE ACÇÃO

## COMBINAÇÃO DE ACÇÕES

- Diferentes acções são combinadas numa única acção
- Exige um formato adequado de representação de acção
  - Por exemplo, a representação de acções como vectores torna possível a combinação de acções através de soma vectorial



# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS



## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### HIERARQUIA

- Os comportamentos estão organizados numa hierarquia fixa de subsunção (supressão e substituição)

### PRIORIDADE

- As respostas são seleccionadas de acordo com uma prioridade associada que varia ao longo da execução

### COMBINAÇÃO

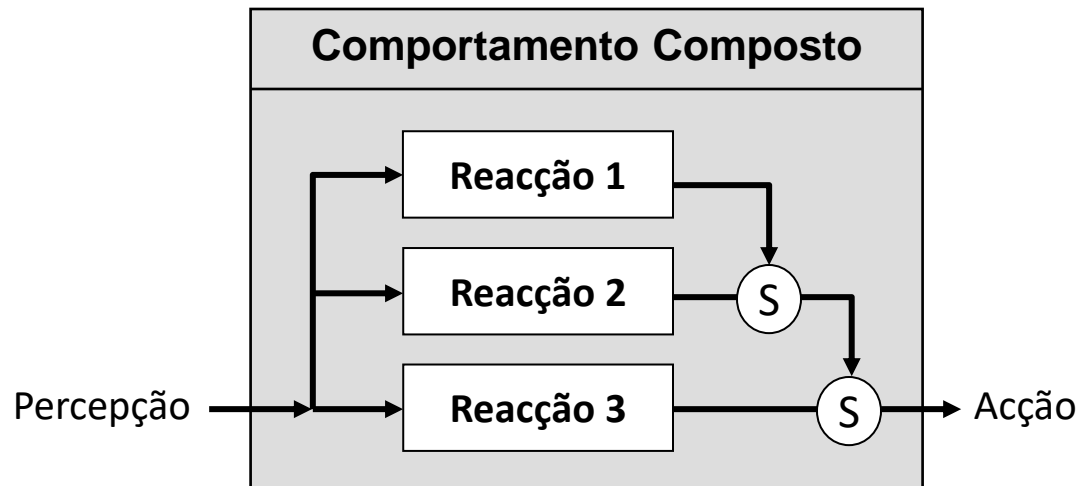
- As respostas são combinadas numa única resposta por composição (e.g. soma vectorial)

# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### HIERARQUIA

- Os comportamentos estão organizados numa hierarquia fixa de subsunção (supressão e substituição)



(S) Subsunção  
(suprime e substitui)

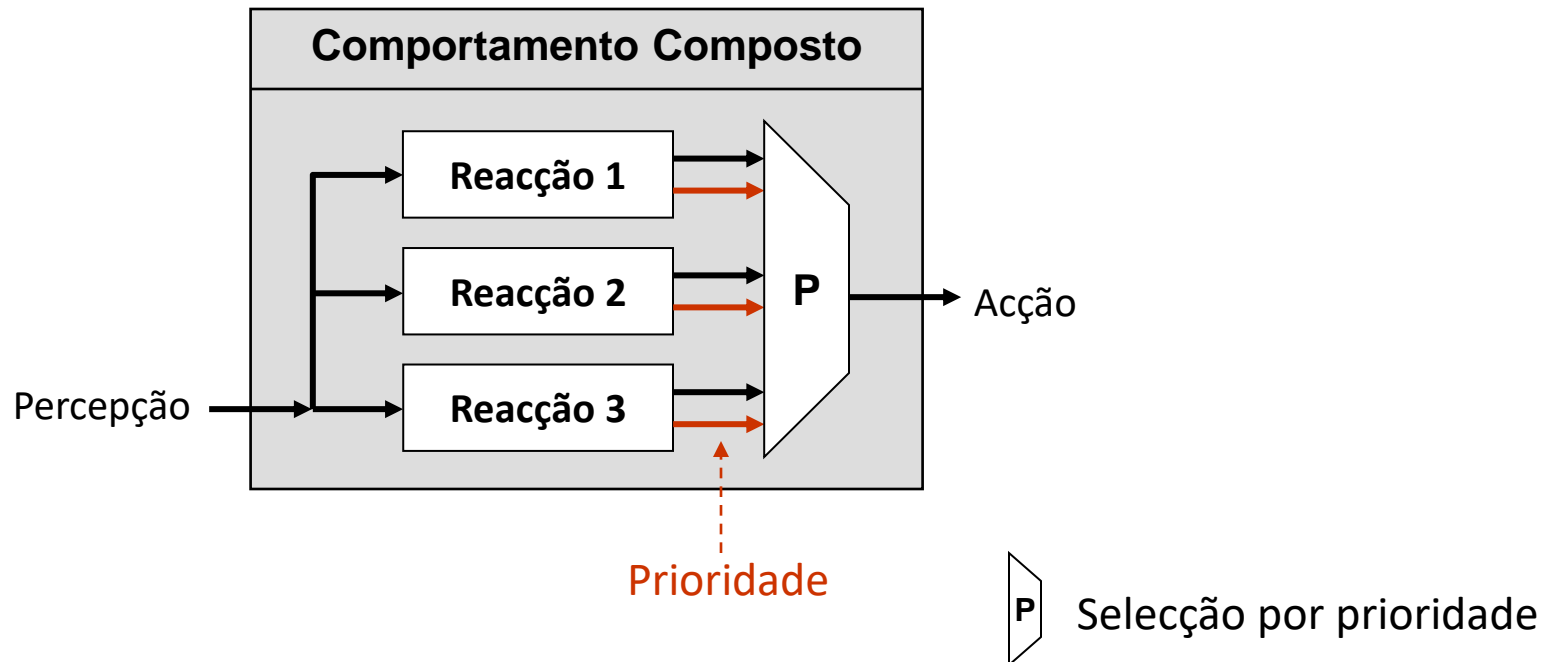


# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### PRIORIDADE

- As acções são seleccionadas de acordo com uma prioridade associada que varia ao longo da execução

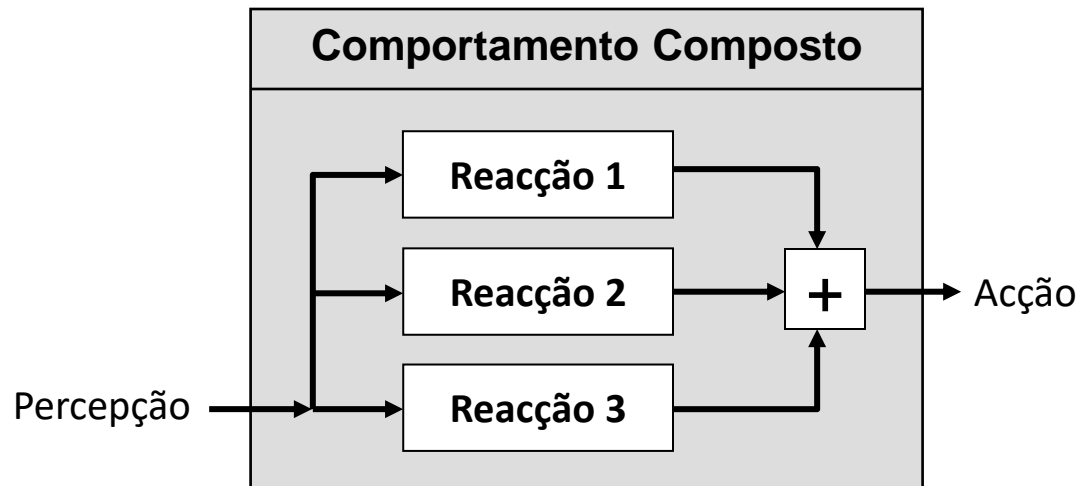


# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### COMBINAÇÃO

- As respostas são combinadas numa única resposta por composição (por exemplo, soma vectorial)

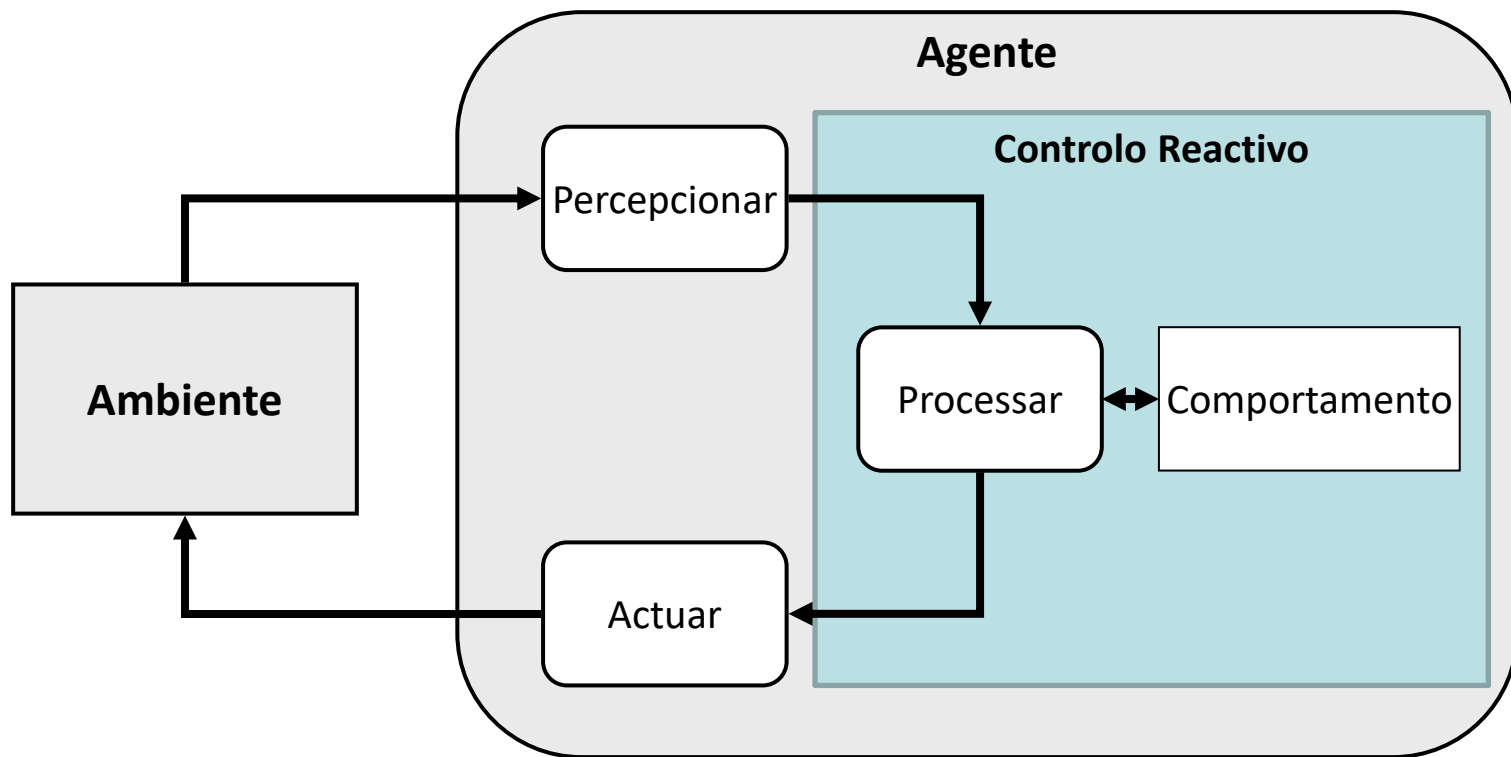


**+** Fusão

# AGENTE COM CONTROLO REACTIVO

Na concretização de uma arquitectura de agente, o **processamento interno** que relaciona percepções com acções, pode ser modularizado com base num módulo de **controlo**.

No caso da arquitectura de um **agente reactivo**, esse controlo será um **controlo reactivo**, em que o processar das percepções é realizado com base num módulo comportamental, também designado **comportamento**, o qual representa o comportamento geral do agente que pode ser constituído por diferentes sub-comportamentos.



# MODELAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

Para modelação dos comportamentos de um agente reactivo, deve ser realizada a **análise do domínio do problema** a resolver para identificação de diferentes aspectos, como a informação que o agente recebe do ambiente (para modelação das percepções), que tipo de acções a realizar e, em particular, qual a **finalidade do agente**, definida em termos de **objectivos** concretos.

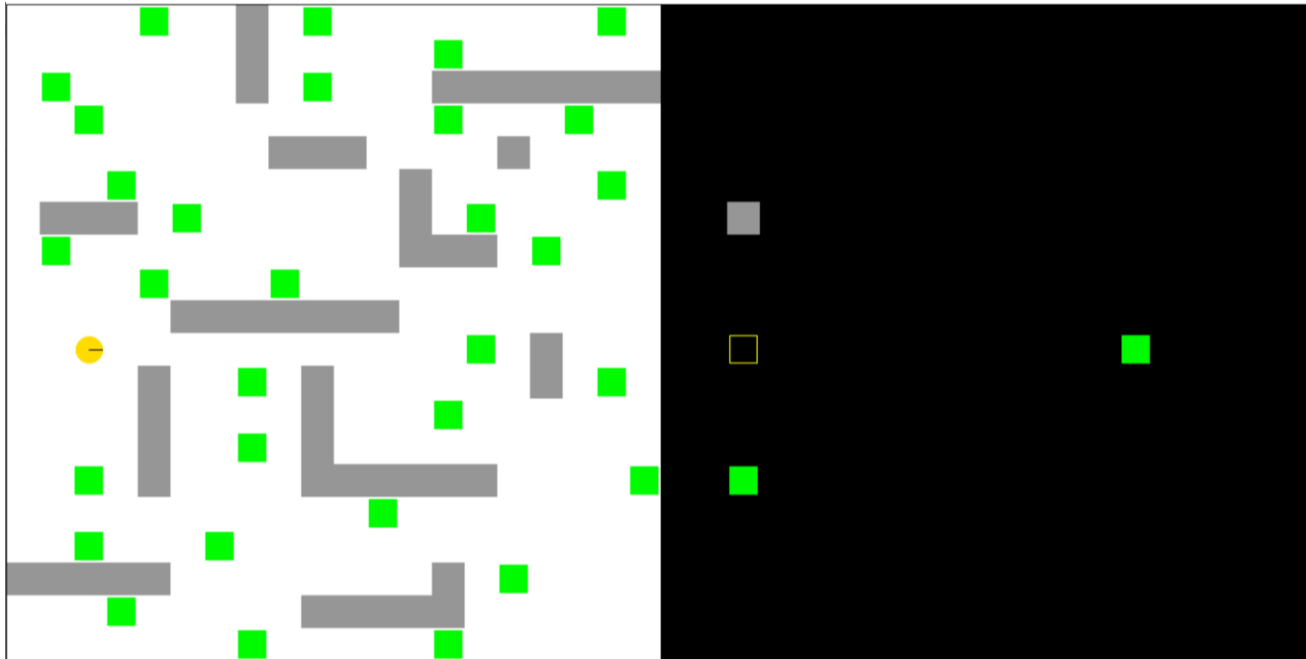
A concretização dos objectivos identificados, deve posteriormente ser modelada sob a forma de **comportamentos**, os quais, por sua vez, podem ser definidos em termos de **sub-objectivos** que serão realizados sob a forma de **sub-comportamentos**, de forma modular.

## ANÁLISE DO DOMÍNIO DO PROBLEMA

- **OBJECTIVOS**
  - Definem a **finalidade do agente**
  - **COMPORTAMENTOS**
    - Definem **formas de concretizar** os objectivos
      - **SUB-OBJECTIVOS**

# PROJECTO: AGENTE PROSPECTOR

**Objectivo:** Realização de um sistema autónomo inteligente capaz de navegar num espaço de dimensões discretas, com obstáculos e um alvo, desviando-se dos obstáculos e recolhendo os alvos.



**Direcções de movimento e de percepção do sistema:**

- Norte
- Sul
- Este
- Oeste

# AGENTE PROSPECTOR

- OBJECTIVOS

- Recolher alvos

- SUB-OBJECTIVOS

- Aproximar alvo

- Evitar obstáculos

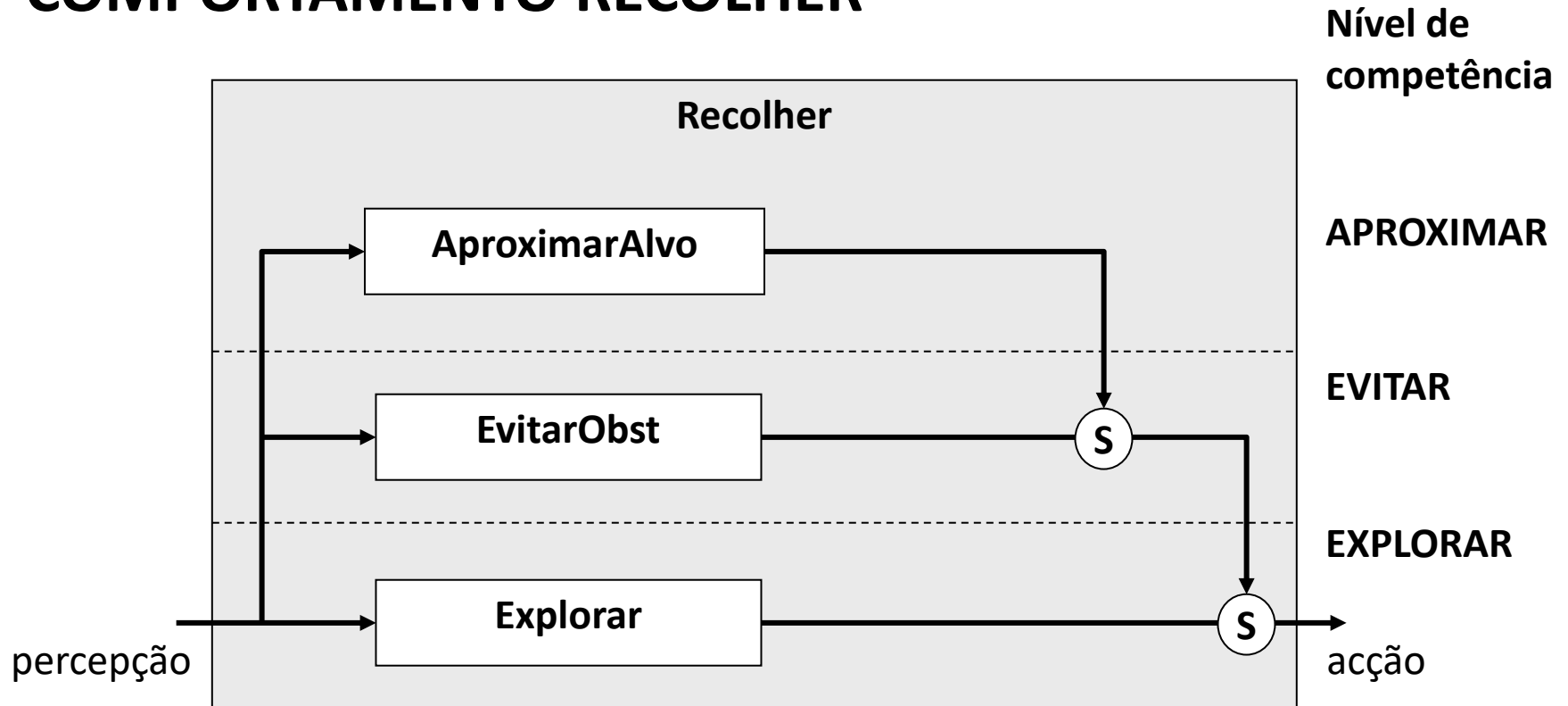
- Explorar



Neste exemplo, o objectivo *recolher alvos* é modelado através de um comportamento, designado **Recolher**, o qual é um comportamento composto que agrega um conjunto de sub-comportamentos (**AproximarAlvo**, **EvitarObst**, **Explorar**), os quais correspondem a sub-objectivos que é necessário concretizar para que o objectivo principal seja concretizado, ou seja, para *recolher alvos* é necessário *aproximar alvo*, *evitar obstáculos* e *explorar* (quando não é detectado qualquer alvo).

# AGENTE PROSPECTOR

## COMPORTAMENTO RECOLHER



Após a definição de objectivos e comportamentos, é necessário definir a forma como estão relacionados e a organização interna dos comportamentos compostos, considerando os seguintes aspectos principais:

- **Níveis de competência** (neste exemplo, são definidos três níveis de competência, *aproximar*, *evitar*, *explorar*, encapsulados de forma modular através dos respetivos comportamentos)
- **Tipo de selecção de acção** (neste exemplo, existe uma hierarquia fixa de prioridade entre comportamentos)

# AGENTE PROSPECTOR

Ao definir os comportamentos correspondentes a cada nível comportamental, é necessário ter em conta as **características do agente**, neste exemplo, o agente tem capacidade de perceber e de avançar em quatro direcções (NORTE, SUL, ESTE, OESTE), pelo que os comportamentos referentes a *aproximar alvo* e *evitar obstáculos* podem ser organizados em **sub-comportamentos específicos para cada direcção**.

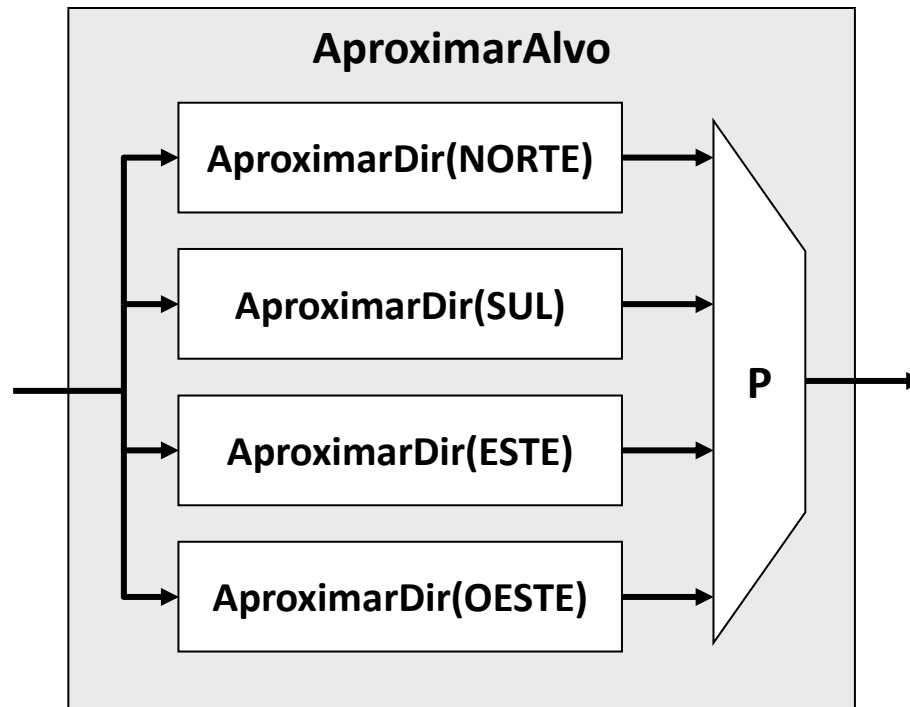
- Recolher alvos
  - Aproximar alvo
    - Aproximar alvo (direcção = NORTE)
    - Aproximar alvo (direcção = SUL)
    - Aproximar alvo (direcção = ESTE)
    - Aproximar alvo (direcção = OESTE)
  - Evitar obstáculos
    - Evitar direccional nas 4 direcções
  - Explorar



# AGENTE PROSPECTOR

O tipo de **selecção de acção** para coordenação de sub-comportamentos depende das características dos sub-comportamentos e do objectivo do comportamento composto que os agrega, neste exemplo, o comportamento referente a *aproximar alvo* tem por objectivo aproximar o alvo mais próximo, pelo que cada sub-comportamento do tipo *aproximar alvo direccional* (para a direcção respectiva) deve gerar informação de prioridade (relativa à proximidade a um alvo detectado) e deve ser implementado um mecanismo de selecção de acção por **prioridade**, que produza a acção de aproximação ao alvo mais próximo em função dessas prioridades.

## EXEMPLO: Comportamento AproximarAlvo



# BIBLIOGRAFIA

[Russel & Norvig, 2003]

S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2003

[Murphy, 2000]

R. Murphy, *An Introduction to AI Robotics*, MIT Press, 2000

[Wooldridge, 2002]

M. Wooldridge, *An Introduction to Multi-Agent Systems*, John Wiley & Sons, 2002

[Pfeifer & Scheier, 2002]

R. Pfeifer, C. Scheier, *Understanding Intelligence*, MIT Press, 2000

[Brooks, 1985]

R. Brooks, *A Robust Layered Control System for a Mobile Robot*, A. I. Memo 864, MIT AI-Lab, 1985

[Hoagland *et al.*, 2001]

M. Hoagland, B. Dodson, J. Hauck, *Exploring The Way Life Works: The Science of Biology*, Jones & Bartlett Learning, 2001

[J. Staddon, 2001]

J. Staddon, *Adaptive Dynamics: The Theoretical Analysis of Behavior*, MIT Press, 2001

[Logan, 2001]

B. Logan, *Designing Intelligent Agents*, School of Computer Science, University of Nottingham, 2001