

**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Departamento de Informática



# Agentes Inteligentes

**Cesar Analide, Filipe Gonçalves,  
Bruno Fernandes, Fábio Silva**  
Perfil SI :: Agentes Inteligentes

- Inteligência Artificial
- Inteligência Artificial Distribuída
- Agente Inteligente
  - Noção, Definição e Propriedades
- Fontes de Inspiração
- Tipologia de um Agente
- Arquiteturas
  - Deliberativas, Reativas e Híbridas;
  - *Beliefs, Desires and Intentions* (BDI)
- Áreas de Aplicação
- Conclusões
- Referências



## **Inteligência Artificial**

- 
- Inteligência
    - “faculdade de compreender, um talento, o raciocínio, a habilidade”;
  - Inteligência Artificial:
    - [...]
    - Ramo da informática que estuda o desenvolvimento de sistemas computacionais com base no conhecimento sobre a inteligência humana.
  - Inteligência Artificial:
    - “Ramo das Ciências da Computação que tem a ver com a automatização de comportamentos inteligentes, próprios dos seres humanos”.



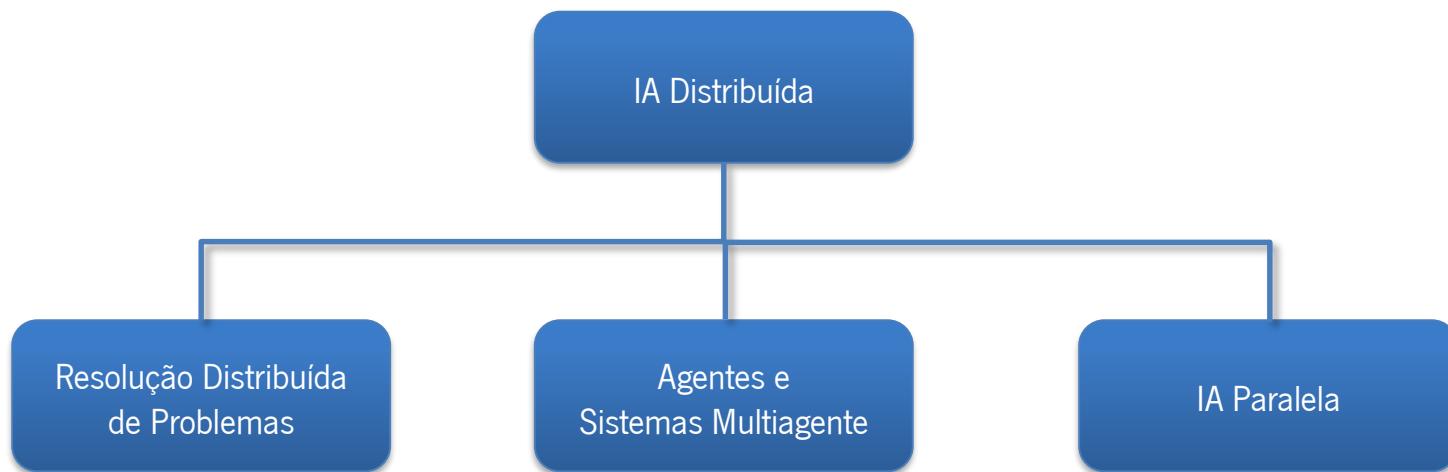
[Luger&Stubblefield, 1998]

## Inteligência Artificial Distribuída

- **Inteligência Artificial Distribuída (IAD):**

- “Ramo da Inteligência Artificial que estuda a resolução de problemas através de sistemas computacionais distribuídos”.

[Bond & Gasser, 1988]



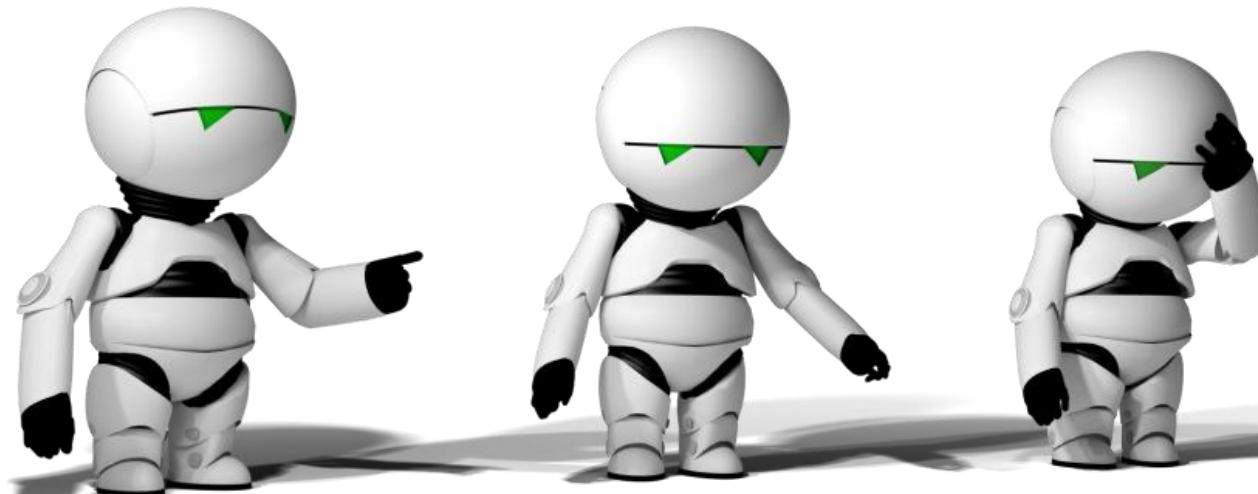
## **Inteligência Artificial Distribuída Agentes e Sistemas Multiagente**

- “Estudo, construção e aplicação de sistemas em que diversas entidades computacionais (agentes ou Sistemas Multiagente - SMA) interagem e perseguem um conjunto de objetivos e/ou realizando um conjunto de tarefas”.

[Weiss, 1999]



- “As plataformas de computação e os sistemas de informação atuais são heterogéneos, abertos e distribuídos”.
- Os agentes e os SMA surgem como uma nova Metodologia Computacional da Engenharia de *Software*;
- A ideia chave passa a ser “O agente inteligente que interage”.



- “Algo que age; capaz de produzir um efeito”.



## Noção de Agente (*de software*)

- “Um agente é algo que obtém informação e conhecimento do ambiente através de sensores e atua nesse ambiente através de atuadores”;

[Russell & Norvig, 1995]

- “Agentes como componentes persistentes e ativos que percebem, raciocinam, atuam e comunicam”;

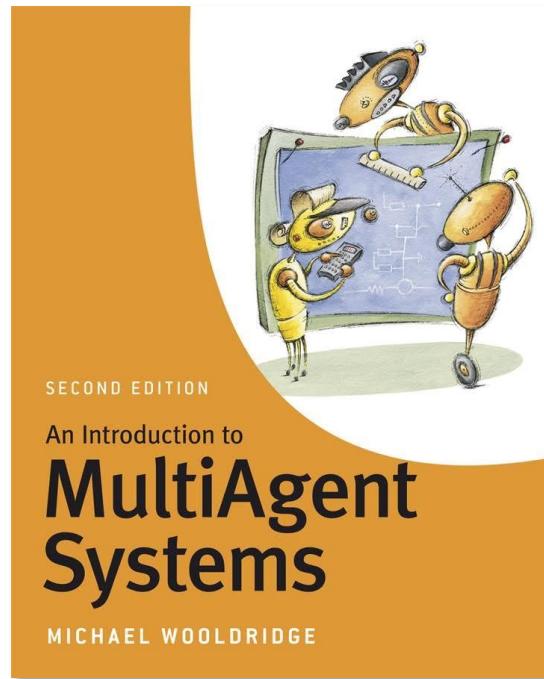
[Huhns & Singh, 1997]

- “Agentes são entidades que habitam em ambientes complexos, sentem esse ambiente e actuam de modo autónomo, procurando executar um conjunto de tarefas para as quais receberam procuração”.

[Pattie Maes, 1990]

## Definição de Agente Inteligente

- “Um agente corporiza um sistema computacional capaz de revelar uma ação **autónoma** e **flexível**, desenvolvido num determinado universo de discurso. A flexibilidade do agente está relacionada com as suas capacidades de **reação, iniciativa, aprendizagem e socialização**.”



[Wooldridge, 1999]

## Fontes de inspiração

### Inteligência Artificial

Resolução de Problemas  
Raciocínio e Conhecimento  
Planeamento  
Aprendizagem

### Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores

Arquiteturas  
Sistemas Multiagente  
Comunicação e Coordenação

### Sociologia

Sociedades Virtuais  
Interação

### Engenharia de *Software*

Agente como abstração  
Programação orientada por Agentes

### Teoria dos Jogos e Economia

Negociação  
Resolução de Conflitos  
Mecanismos de Mercado

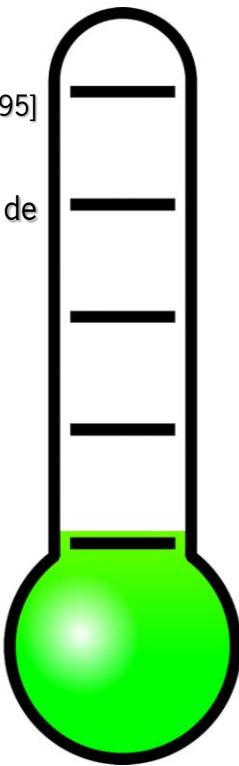
## Noção Fraca de Agente Propriedades

- Noção **fraca** de agente:

- conjunto mínimo de propriedades/características que um agente inteligente deve exibir:

[Wooldridge & Jennings, 1995]

- Autonomia
    - os agentes operam sem intervenção de outros agentes e controlam as suas ações e o seu estado de conhecimento interno;
  - Reatividade
    - os agentes percepionam os eventos que ocorrem no seu universo de discurso e respondem adequadamente e atempadamente a mudanças ocorridas nesse ambiente;
  - Iniciativa:
    - os agentes tomam iniciativa, conduzindo as suas próprias ações mediante um comportamento dirigido por objectivos;
  - Sociabilidade:
    - os agentes relacionam-se com outros agentes, comunicando, competindo ou cooperando na resolução de problemas que lhes sejam colocados.



## Noção Forte de Agente Propriedades

- Noção **forte** de agente:

- um agente é considerado forte, quando as entidades com que se depara são eminentemente cognitivas, passíveis de desenvolver a sua própria consciência, de se apresentar como tendo um conjunto de mais-valias como a percepção, a sentimentalidade e o emocionismo.

[Wooldridge & Jennings, 1995] [Ferber, 1999], [Nwana, 1996], [Russell & Norvig, 1995]

- Mobilidade:

- capacidade de se movimentar através da rede formada pelos seus pares, executando as tarefas de que foi incumbido;

- Intencionalidade:

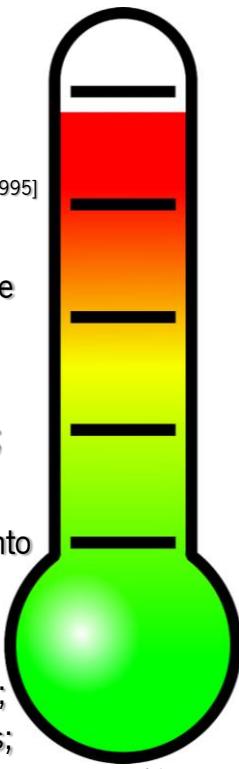
- capacidade que o agente apresenta para a definição de objetivos e das estratégias para os atingir;

- Aprendizagem:

- capacidade que o agente ostenta de adquirir conhecimento; a atualização da base de conhecimento é feita através da assimilação de padrões de comportamento ou de preferências;

- Competência:

- um agente é competente quando conduz com sucesso e eficiência as tarefas de que é incumbido; a competência está normalmente relacionada com a confiança depositada no agente por terceiros;



## Noção Forte de Agente Propriedades

- Noção **forte** de agente:

- um agente é considerado forte, quando as entidades com que se depara são eminentemente cognitivas, passíveis de desenvolver a sua própria consciência, de se apresentar como tendo um conjunto de mais-valias como a percepção, a sentimentalidade e o emocionismo.

[Wooldridge & Jennings, 1995] [Ferber, 1999], [Nwana, 1996], [Russell & Norvig, 1995]

- Veracidade:

- Um agente exibe veracidade quando não fornece, de forma intencional, informação falsa;

- Racionalidade:

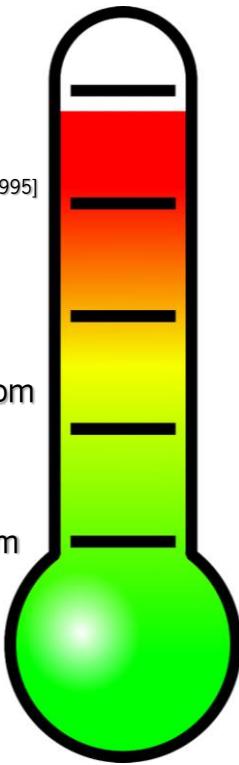
- um agente racional não aceita realizar tarefas que avalie impossíveis de executar, contraditórias com os seus princípios ou quando não são compensados em termos do risco, custo ou esforço;

- Benevolência:

- um agente benevolente adota como seus os objetivos de terceiros, desde que estes não entrem em conflito com os seus princípios de natureza ética e/ou deontológica, o que significa que não realizarão todas as tarefas que lhes sejam atribuídas;

- Emotividade:

- certas características próprias do ser humano têm vindo a migrar e a estabelecer-se como parte constituinte dos agentes.



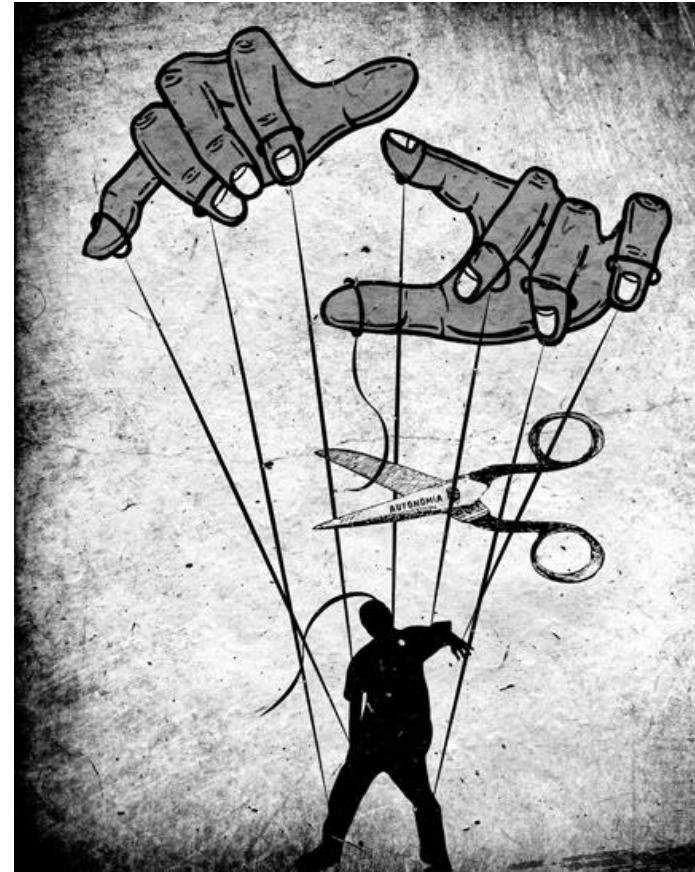
## Problema da autonomia

- 
- Podemos detetar diferentes graus de autonomia, dado que é um conceito relacional (social)  
[Castelfranchi, 1995].
  - Um agente só é autónomo em relação à influência dos outros agentes;
    - Qual a relação entre a autonomia de um agente e a sua capacidade de colaboração e aprendizagem?
  - Tendo em conta que os agentes são situados, adaptando-se ao ambiente onde se inserem e a outros agentes, então a autonomia de um agente tem, necessariamente, de ser limitada!
  - Como é que o comportamento humano responde e se adapta ao ambiente, e ao mesmo tempo, é independente dos estímulos externos?  
[Descartes].



- Autonomia em relação ao contexto físico (ambiente):
  - Este tipo de autonomia entra em conflito com a necessidade de adaptação de um agente, ou seja, quanto mais autónomo o agente é do ambiente, menos necessidade tem de se adaptar a ele e de interagir com ele.
- Autonomia em relação ao contexto social (aos outros):
  - Este tipo de autonomia tem que ver com os objetivos dos agentes.
  - Pode-se dizer que o grau de autonomia é dado pelo número e valor dos objetivos que o agente tem que não consegue atingir sem a ajuda de outros;
  - Este tipo de autonomia pode ainda ser decomposto em dois tipos:
    - autonomia relativa aos meios de execução;
    - autonomia relativa aos objetivos.

## Problema da autonomia



## Problema da autonomia

- **Postulados** de um agente autónomo e social

[Castelfranchi, 1995].

- O agente:

- tem os seus próprios objetivos;
- é capaz de tomar decisões relativas a vários objetivos que podem estar em conflito;
- adota objetivos de outros agentes e do exterior (é influenciável):
  - adota como consequência de uma escolha;
  - adota se vê que a sua adoção o leva a atingir os seus próprios objetivos.



## Agentes *versus* Objetos

- Agentes são **autónomos**, podendo recusar pedidos;
- Agentes controlam o seu **estado** e o seu **comportamento**;
- A comunicação nos agentes, o conceito de **mensagem** e de **linguagem** é definido ao nível da comunidade de agentes em que a ação se desenvolve.



- Objetos não são autónomos, não podendo recusar pedidos;
- Objetos controlam o seu estado mas não o seu comportamento;
- A comunicação nos objetos faz-se pela definição de métodos e da sua invocação;

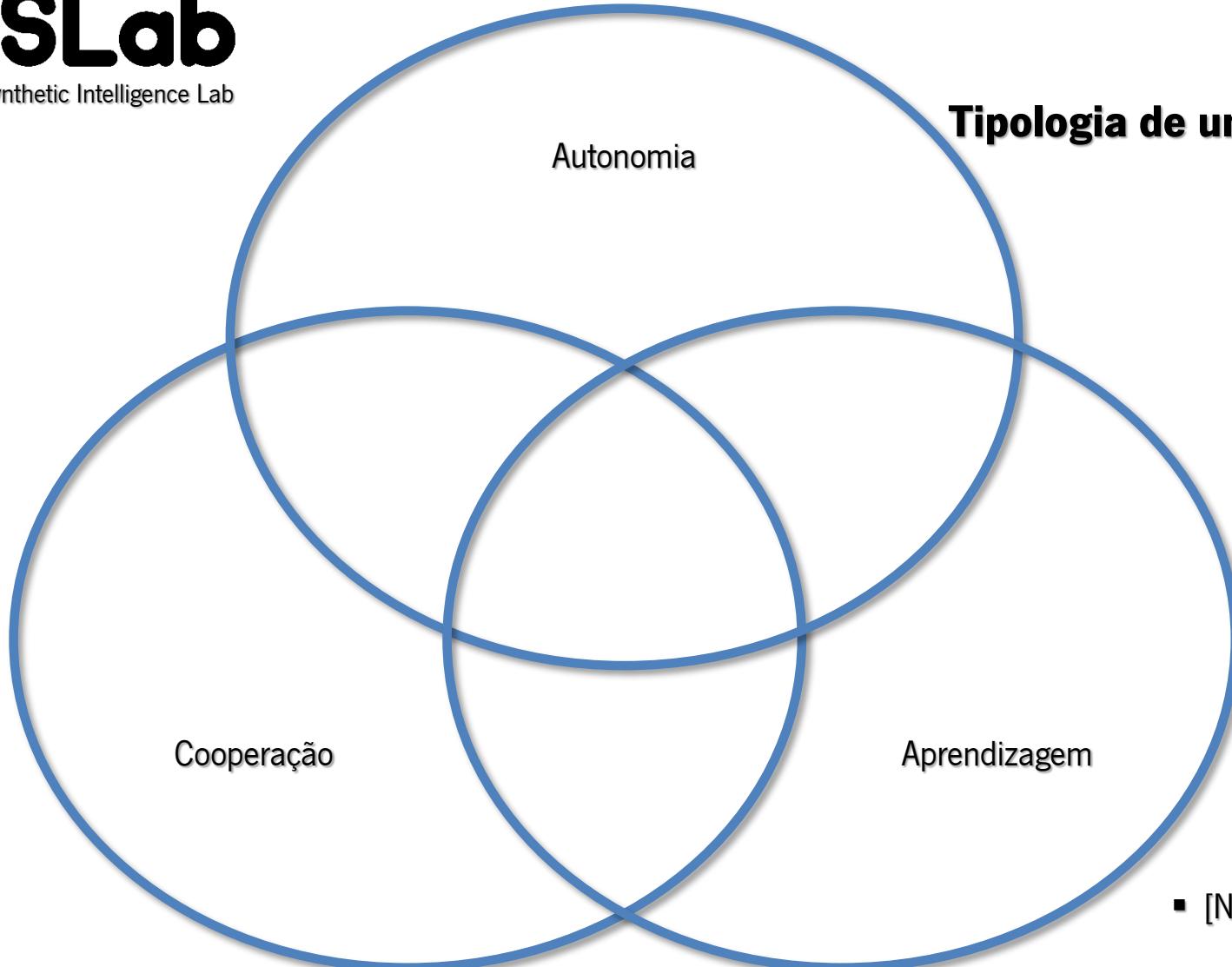


## Agentes *versus* Sistemas Periciais

- Um Sistema Pericial tem como principal objetivo o apoio à resolução de problemas e à tomada de decisão num determinado domínio de conhecimento, funcionando como um consultor.
  - lidam com uma representação do universo de discurso, não o manipulando diretamente nem percecionando, no imediato, o resultado das suas ações;
  - destinam-se, essencialmente, a assistir peritos numa determinada área do conhecimento, enquanto que os agentes se envolvem na resolução de problemas;
  - aplicam-se, geralmente, a tarefas de alto nível, enquanto que os agentes de dedicam a tarefas comuns;
  - não têm capacidade de tomar iniciativa nem têm autonomia, respondendo de modo passivo e realizando sempre a mesma ação para os mesmos dados sensoriais.

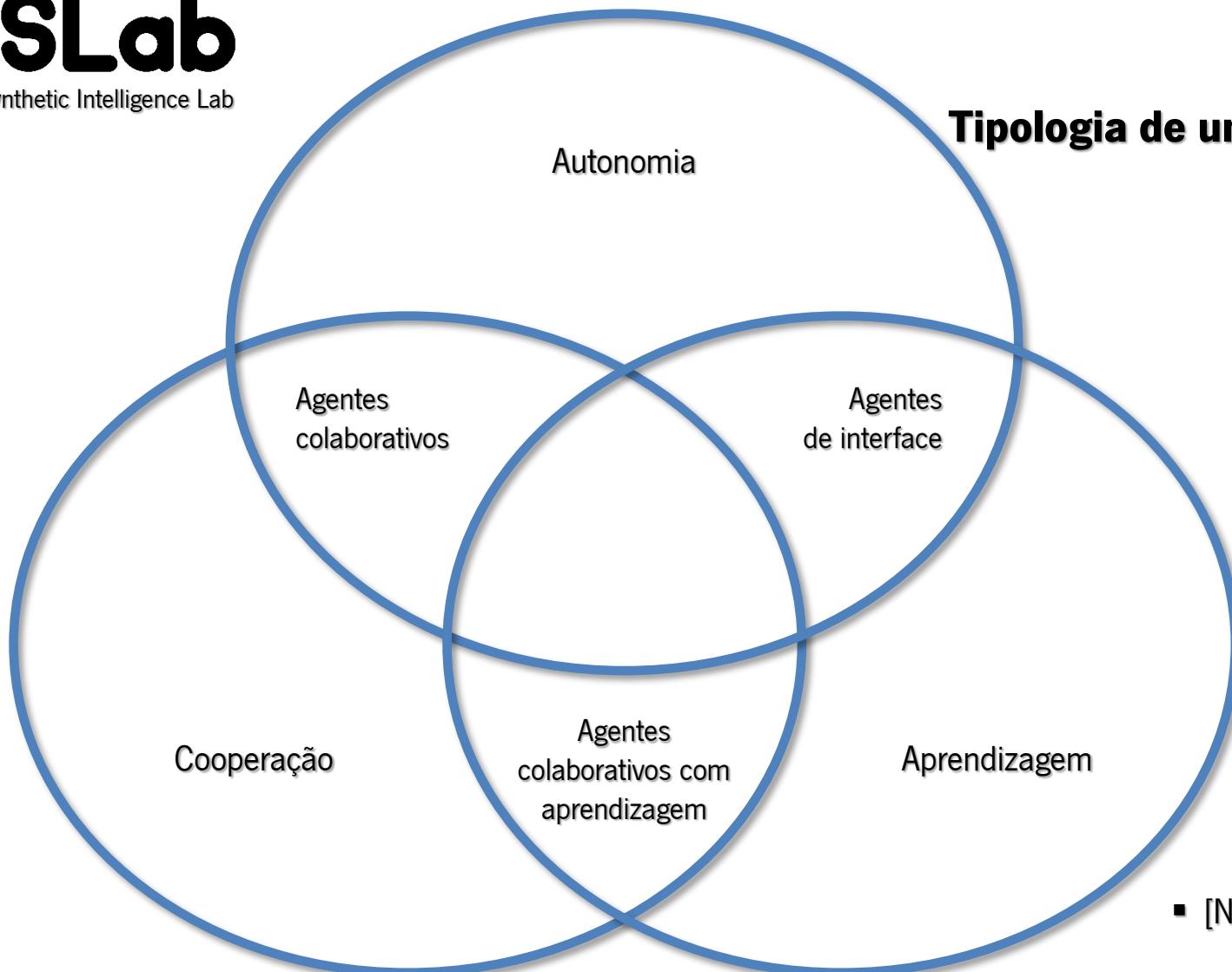


## Tipologia de um Agente



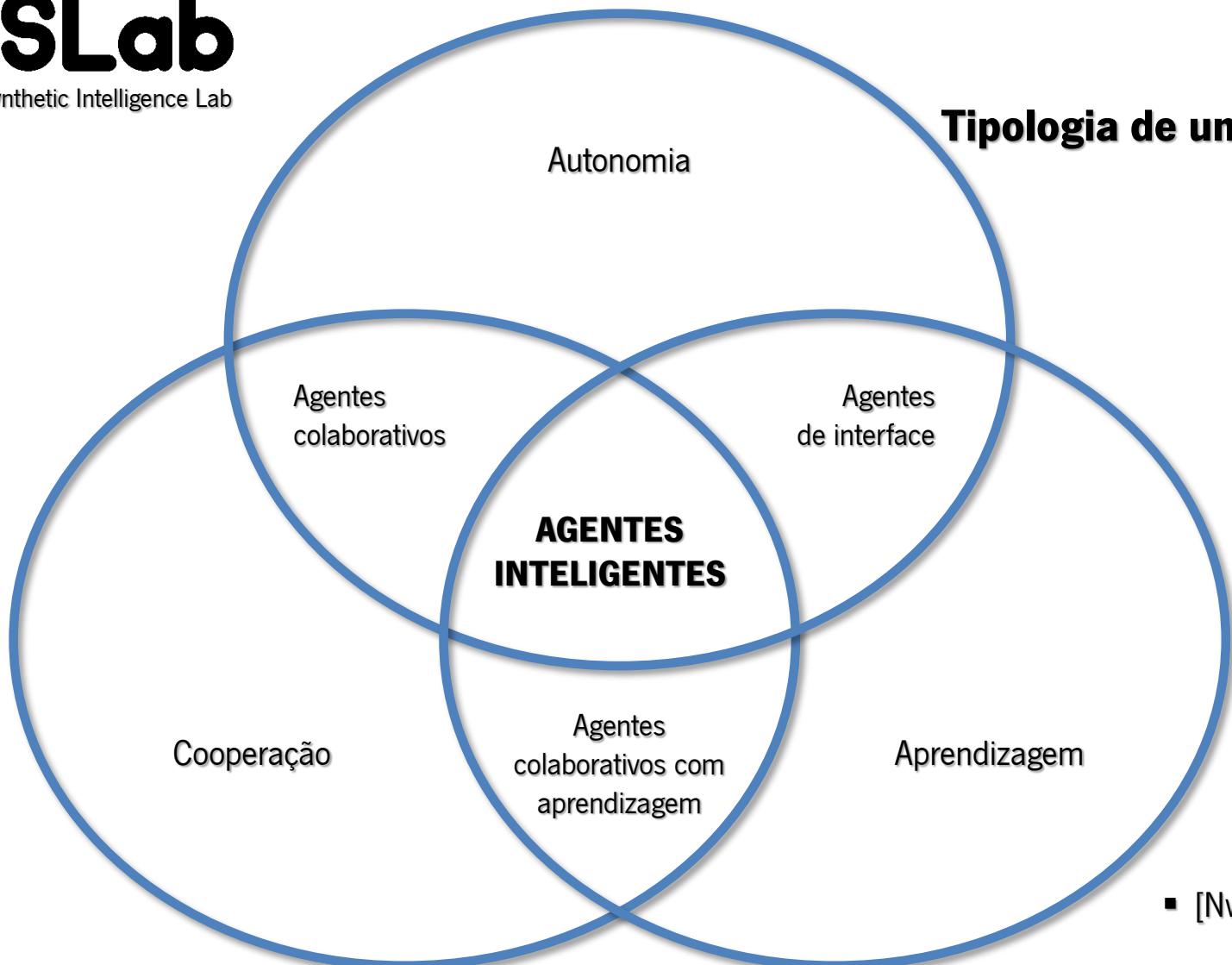
■ [Nwana, 1995]

## Tipologia de um Agente



■ [Nwana, 1995]

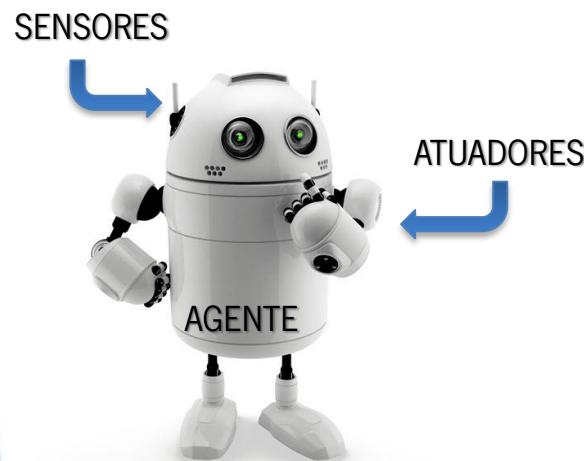
## Tipologia de um Agente



▪ [Nwana, 1995]

## Arquiteturas de Agentes Inteligentes

- As arquiteturas nas quais se baseiam o desenvolvimento de agentes inteligentes distinguem-se em:
  - Arquiteturas deliberativas
  - Arquiteturas reativas
  - Arquiteturas híbridas
  - Arquiteturas BDI – Beliefs, Desires and Intentions



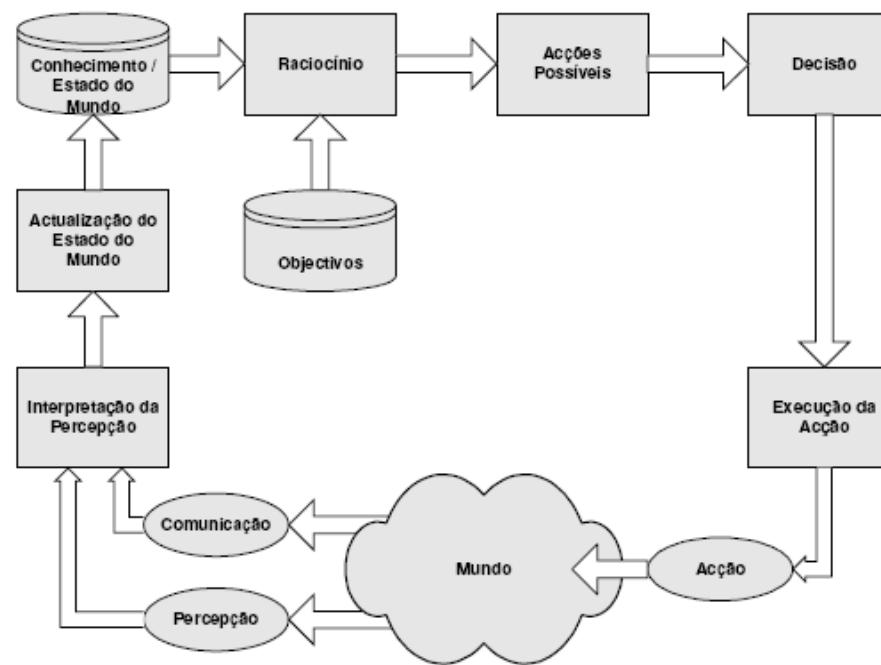
## Arquiteturas Deliberativas

- Seguem a abordagem clássica da IA, onde os agentes atuam com pouca autonomia e possuem modelos simbólicos explícitos dos seus ambientes (universo de discurso), cujo estado de conhecimento pode ser modificado por alguma forma de raciocínio lógico-matemático.
  
- Um problema de transposição e representação:
  - como traduzir o mundo real em termos de um programa em lógica?
  
- Um problema de raciocínio:
  - como levar os agentes a raciocinar?



# **Arquiteturas Deliberativas**

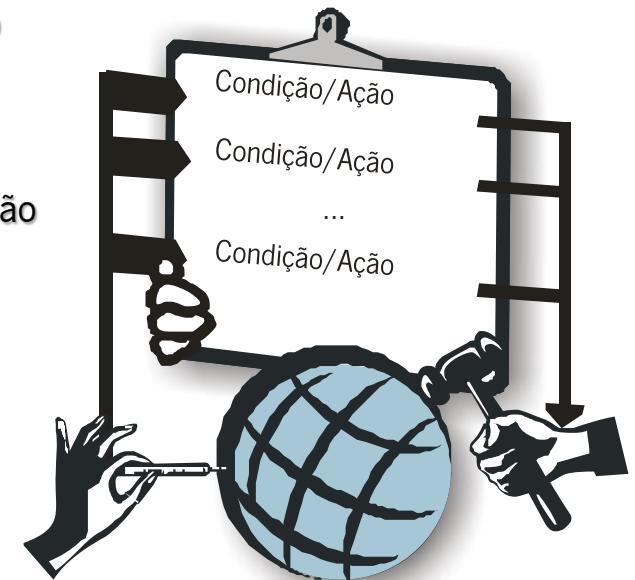
- Seguem a abordagem clássica da IA, onde os agentes atuam com pouca autonomia e possuem modelos simbólicos explícitos dos seus ambientes (universo de discurso), cujo estado de conhecimento pode ser modificado por alguma forma de raciocínio lógico-matemático.



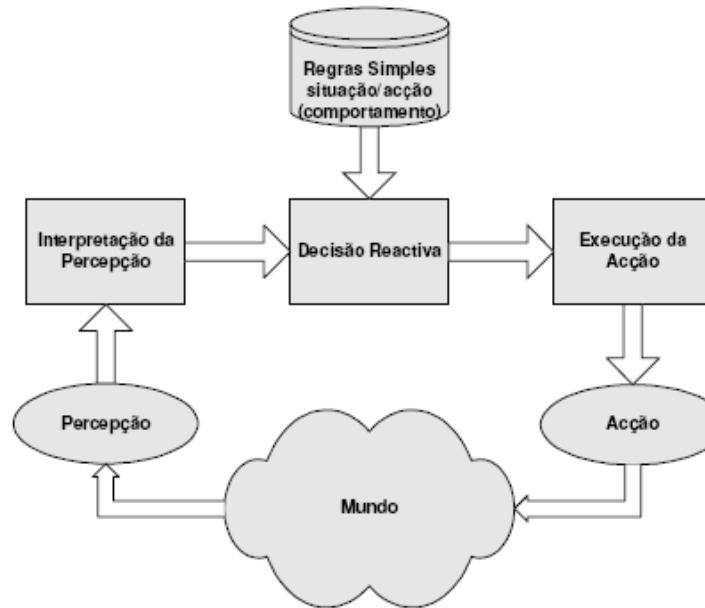
Luis Paulo Reis, 2003

## Arquiteturas Reativas

- Um agente reativo não possui qualquer representação simbólica do universo de discurso, nem requer formas de raciocínio complexas.
- Um agente reativo comporta-se como um autómato envolvido pelo meio ambiente que o rodeia, agindo por reação a estímulos.
- Procura lidar com a percepção que tem do mundo através da receção de itens de informação do tipo atómico, que lhe são passados através de sensores.



- Um agente reativo não possui qualquer representação simbólica do universo de discurso, nem requer formas de raciocínio complexas.



Luis Paulo Reis, 2003

## Arquiteturas Híbridas

- Agentes híbridos combinam as características deliberativa e reativa.
- A ideia principal passa por categorizar as funcionalidades do agente em camadas dispostas hierarquicamente.
- À camada reativa é atribuída alguma forma de prioridade sobre a deliberativa, de tal modo que se aproveite uma das suas características mais importantes que é a de dar resposta rápida a eventos detetados no ambiente.

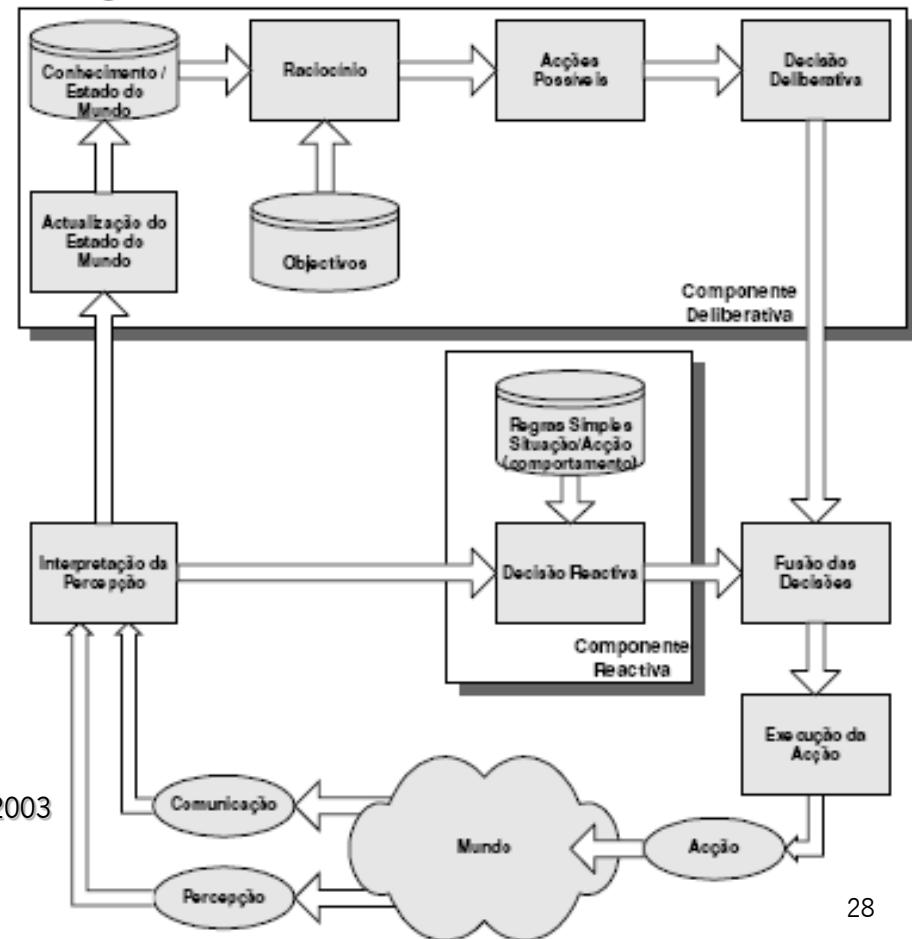




- Agentes híbridos combinam as características deliberativa e reativa.
- A ideia principal passa por categorizar as funcionalidades do agente em camadas dispostas hierarquicamente.
  
  
  
- À camada reativa é atribuída alguma forma de prioridade sobre a deliberativa, de tal modo que se aproveite uma das suas características mais importantes que é a de dar resposta rápida a eventos detetados no ambiente.

Luis Paulo Reis, 2003

## Arquiteturas Híbridas





## Arquiteturas **BDI** ***Beliefs, Desires and Intention***

- Nesta abordagem à problemática que está subjacente à construção de arquiteturas para agentes, tem-se como objetivo obter aquela que melhor se adequa à descrição do estado interno de conhecimento de um agente, com base nos seus estados mentais, estando estes de que o agente fará uso para determinar o seu curso de ação:
  - As intenções dos agentes guiam as Ações;
  - As intenções baseiam-se em Crenças.



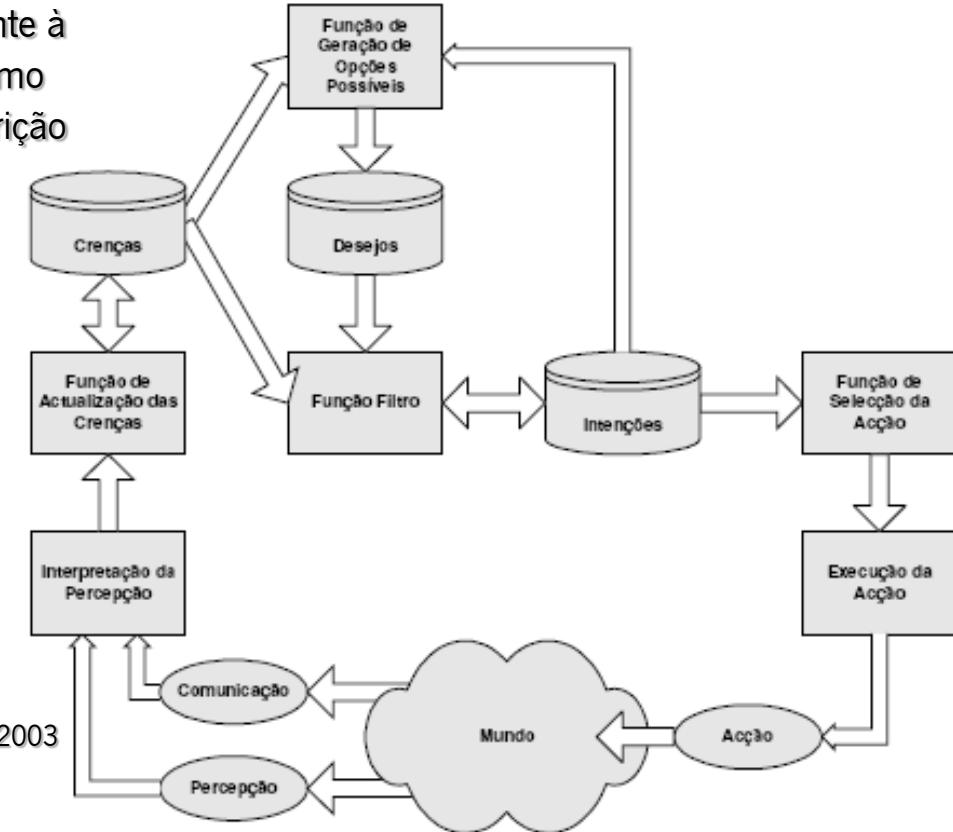


## Arquiteturas BDI

### *Beliefs, Desires and Intention*

- Nesta abordagem à problemática que está subjacente à construção de arquiteturas para agentes, tem-se como objetivo obter aquela que melhor se adequa à descrição do estado interno de conhecimento de um agente, com base nos seus estados mentais, estados estes de que o agente fará uso para determinar o seu curso de ação:
  - As intenções dos agentes guiam as Ações;
  - As intenções baseiam-se em Crenças.

Luis Paulo Reis, 2003



- Internet
- Comércio Eletrónico
- Redes Colaborativas
- Simulação Social
- Aplicações Industriais
- Ambientes Inteligentes
- Tomada de Decisão em Grupo
- Direito

## Áreas de Aplicação



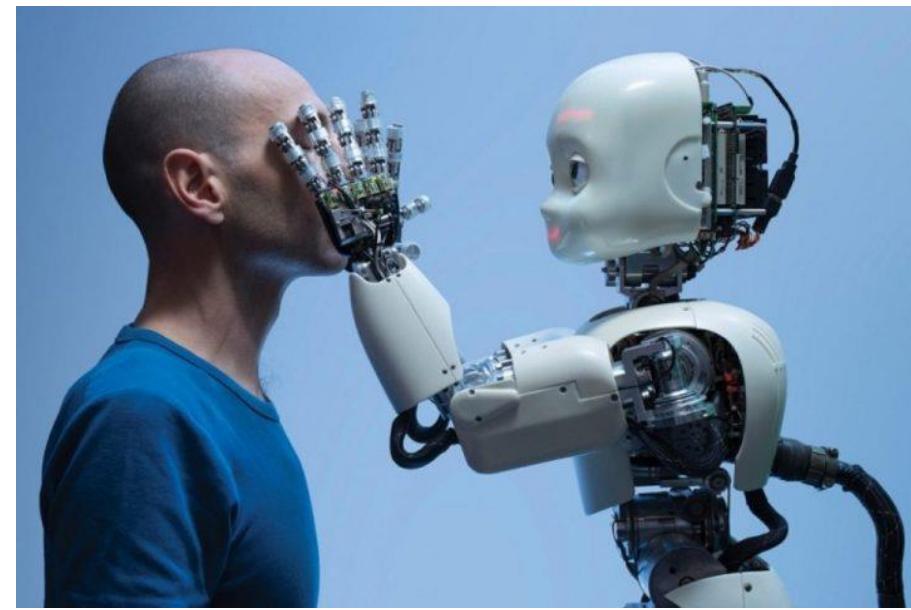
## Conclusões

- Um agente é uma entidade computacional com um comportamento **autônomo** que lhe permite decidir sobre as suas próprias ações;
- Os agentes têm uma **existência própria**, independente da existência de outros agentes;
- Cada agente possui um conjunto de características comportamentais que definem a sua **competência**, um conjunto de objetivos, e a **autonomia** necessária para utilizar as suas capacidades comportamentais a fim de alcançar os seus objetivos;
- A **decisão** de qual a ação a levar a cabo é determinada pelo agente, tendo em consideração as mudanças que ocorrem no ambiente em que atua e o desejo de alcançar os seus objetivos.



## Tendências

- É raro os agentes existirem isolados;
- É necessário trabalhar em conjunto - Sistemas Multiagentes;
- É necessário coordenar - trabalhar em conjunto de forma harmoniosa;
- Ubiquidade - Integração de microprocessadores nos objetos do dia a dia (computação embbebida);
- Conectividade - isolado *versus* redes distribuídas;
- Inteligência - tarefas cada vez mais complexas;
- Delegação - delegação de tarefas críticas  
(p.ex., piloto automático);
- Servir o humano - uso de metáforas “humanas”  
em vez de interação ao nível da máquina.



## Referências

- [Huhns & Singh, 1998] Michael N. Huhns, Munindar P. Singh, "Agents and Multiagent Systems: Themes, Approaches and Challenges", Huhns, Singh (editors), Readings in Agents, pp. 1 23, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, USA,
- [Maes, 1990] Pattie Maes, "Situated Agents Can Have Goals", Designing Autonomous Agents, Maes (editor), MIT Press.
- [Wooldridge, 1999] Michael J. Wooldridge, "Intelligent Agents", in Multiagent Systems – A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, Weiß (editor), chapter 1, pp. 27 77, MIT Press, Cambridge, USA.
- [Wooldridge & Jennings, 1995] Michael J. Wooldridge, Nicholas R. Jennings, "Intelligent Agents: Theory and Practice", Knowledge Engineering Review, 10 (2), pp. 115 152, 1995.

## Referências

- [Nwana, 1996] Hyacinth S. Nwana, “Software Agents: An Overview”, *Knowledge Engineering Review*, 11 (3), pp. 1-40.
- [Rao & Georgeff, 1995] Anand S. Rao, Michael P. Georgeff, “BDI Agents: from Theory to Practice”, *Proceedings of the First International Conference on Multi Agent Systems – ICMAS’95*, São Francisco, EUA.
- [Reis, 2003] Luís Paulo Reis, “Coordenação em Sistemas Multi-Agente: Aplicações na Gestão Universitária e Futebol Robótico”, Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [d'Inverno, Luck, 2003] d'Inverno M., Luck M., “Understanding Agent Systems”, Springer, ISBN: 978-3540407003.

**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Departamento de Informática



# Agentes Inteligentes

**Cesar Analide, Filipe Gonçalves,  
Bruno Fernandes, Fábio Silva**  
Perfil SI :: Agentes Inteligentes