

SISTEMAS MULTI-AGENTE

Luís Morgado

ISEL-ADEETC

Inteligência Colectiva



- Desempenho colectivo superior ao desempenho individual
- **Inteligência de enxame** (*swarm intelligence*)
 - Ausência de controlo ou coordenação centralizada
 - Interacção reactiva
 - Comportamento emergente
- **Inteligência social**
 - Coordenação centralizada ou distribuída
 - Interacção deliberativa
 - Comportamento intencional

Operação em Conjunto (Multi-Agente)

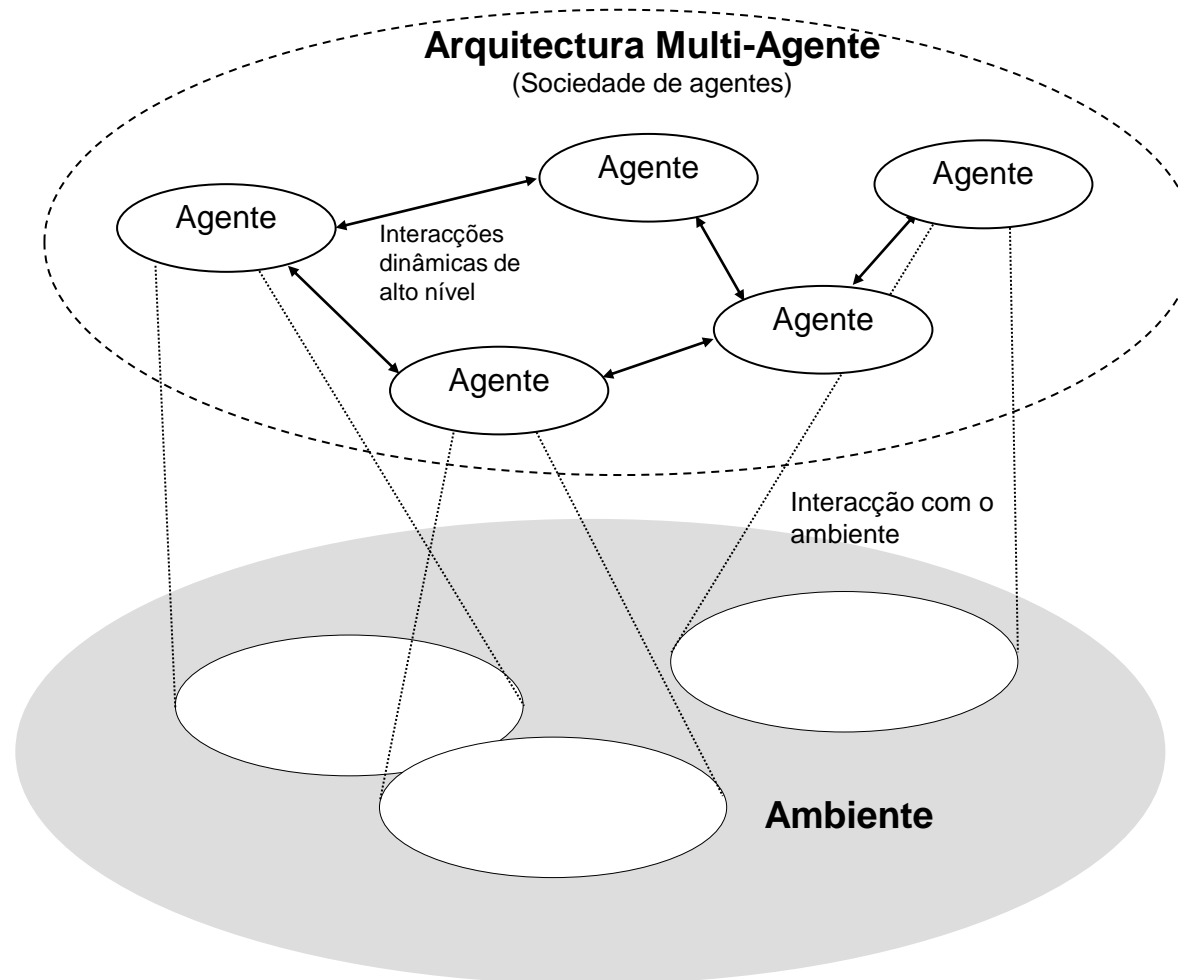
Motivação

- **Capacidades e recursos distribuídos**
 - Os agentes podem ter **diferentes capacidades, e recursos**
- **Eficiência**
 - Mesmo em situações onde os agentes possam operar de forma independente, a sua **operação em conjunto pode permitir grandes ganhos de eficiência** na realização das respectivas tarefas
 - Por exemplo, o conhecimento pertencente a um determinado agente pode ajudar outros agentes a concretizar os seus objectivos com maior eficiência
- **Satisfação de restrições globais**
 - É normal que em sociedades de agentes existam **restrições globais** que os agentes da sociedade devem ter em conta, por exemplo, em termos da utilização de determinados recursos

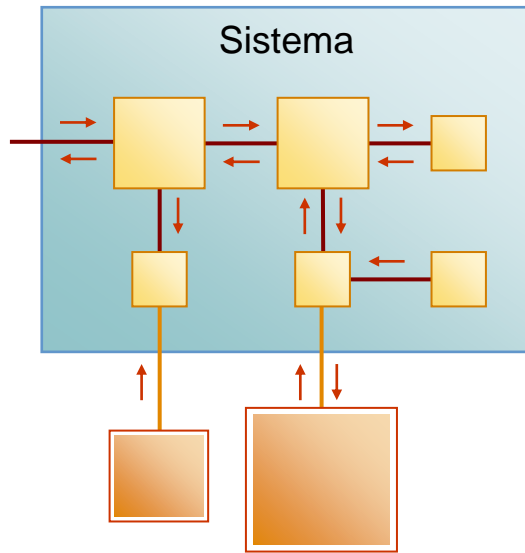
Sistema Multi-Agente

- Conjunto de entidades (**agentes**) que **actuam em conjunto** no sentido de **resolver problemas que estão para além das suas capacidades individuais** [Durfee *et. al.*, 1989]
- Quando comparados com sistemas centralizados, os SMA apresentam vantagens importantes [Moulin & Cloutier, 1994]
 - **Maior eficiência** na resolução de problemas através da exploração de paralelismo
 - **Maior flexibilidade** na resolução de problemas, permitindo que agentes com diferentes capacidades se coliguem dinamicamente
 - **Maior robustez**, na medida em que é possível, em caso de falha de um, ou vários, agentes, outros assumirem as suas responsabilidades de forma dinâmica

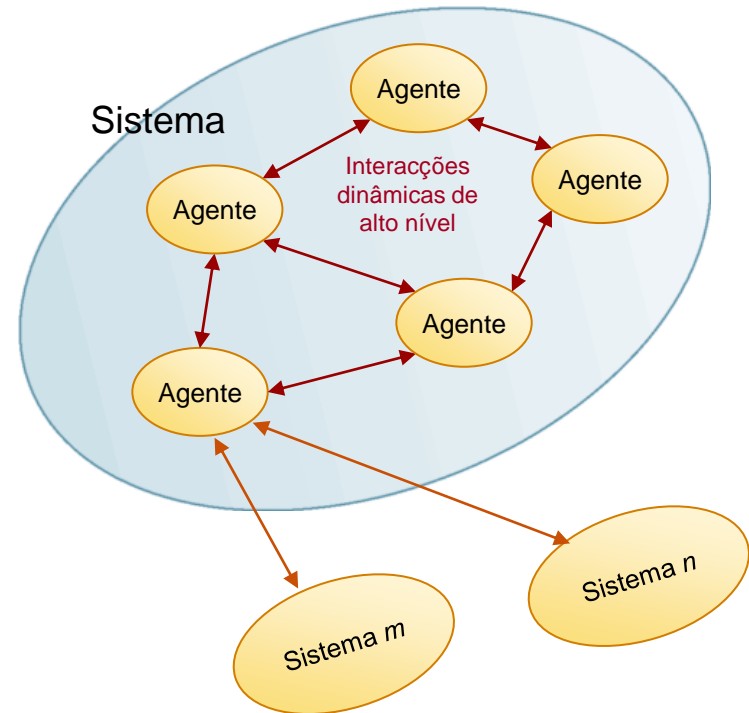
Sistemas Multi-Agente



Sistemas Multi-Agente



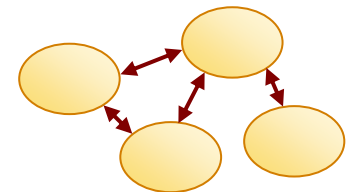
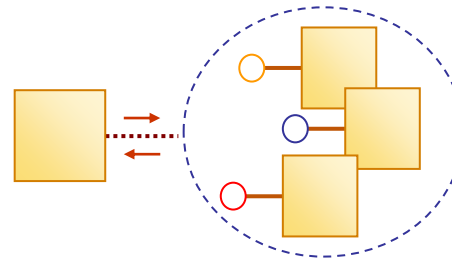
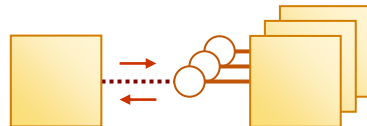
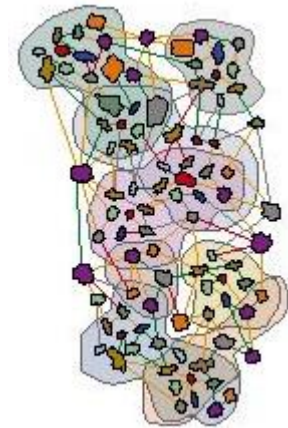
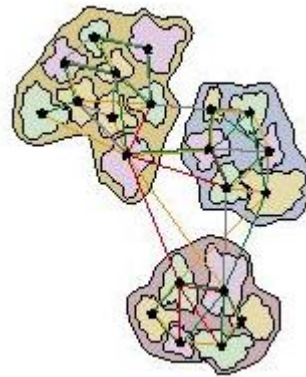
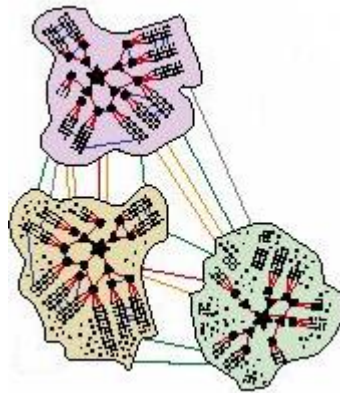
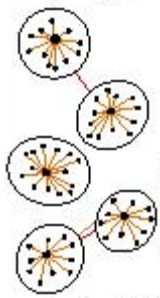
Arquitetura clássica
(Composição pré-definida de partes)



Arquitetura multi-agente
(Sociedade de entidades computacionais autónomas)

Coordenação e Acoplamento

Garantia de comportamento coerente das partes de um sistema, no sentido de concretizar os objectivos para os quais o sistema foi concebido.



Coordenação de
natureza estrutural

Coordenação de
natureza funcional

Coordenação de
natureza denotacional

Coordenação de
natureza motivacional

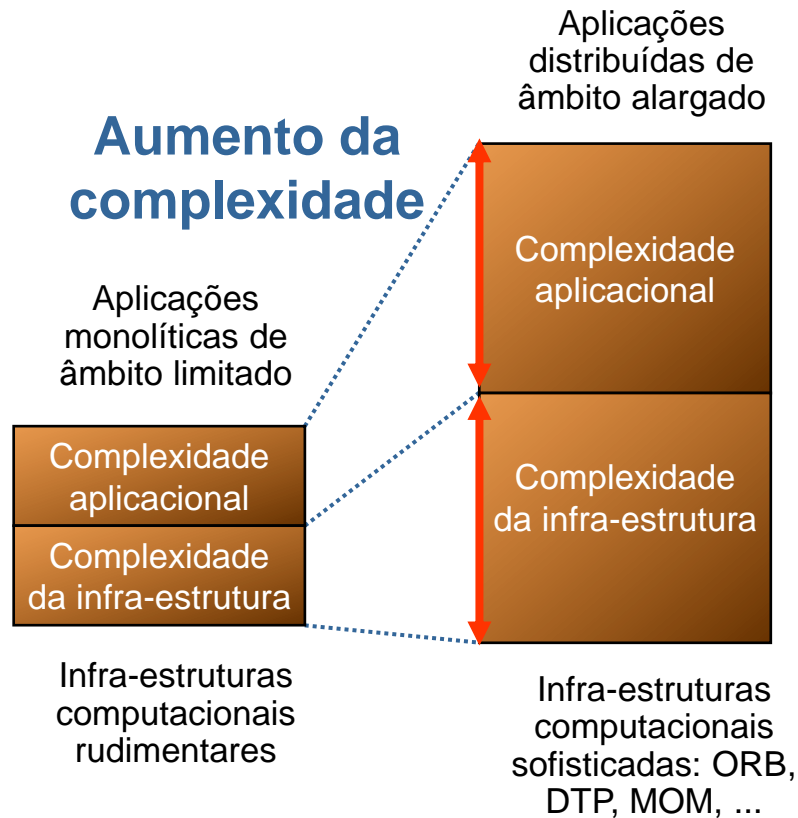


+ Organização estática

Nível de acoplamento

Organização dinâmica -

Sistemas de Informação Cognitivos



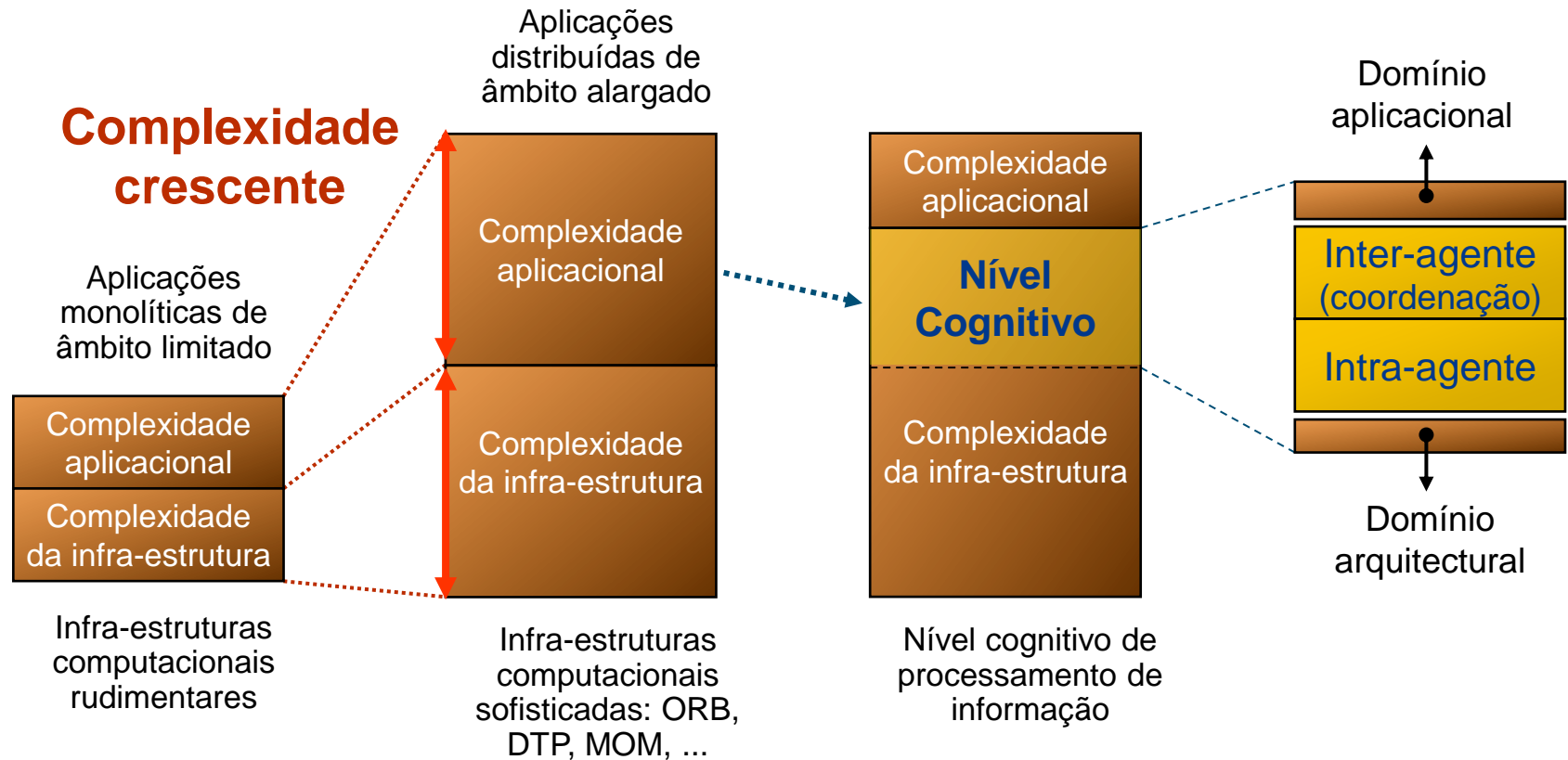
→
Evolução tecnológica

Como lidar com o aumento da complexidade?

- Metodologia de desenvolvimento
- Arquitectura
- Novos paradigmas computacionais

Engenharia de Software

Sistemas de Informação Cognitivos



Como lidar com a complexidade crescente?

- › Incorporando na própria infra-estrutura os meios para abstrair a complexidade

Comparação de abordagens na concepção de sistemas computacionais

Agente como suporte de abstracção na concepção de um sistema

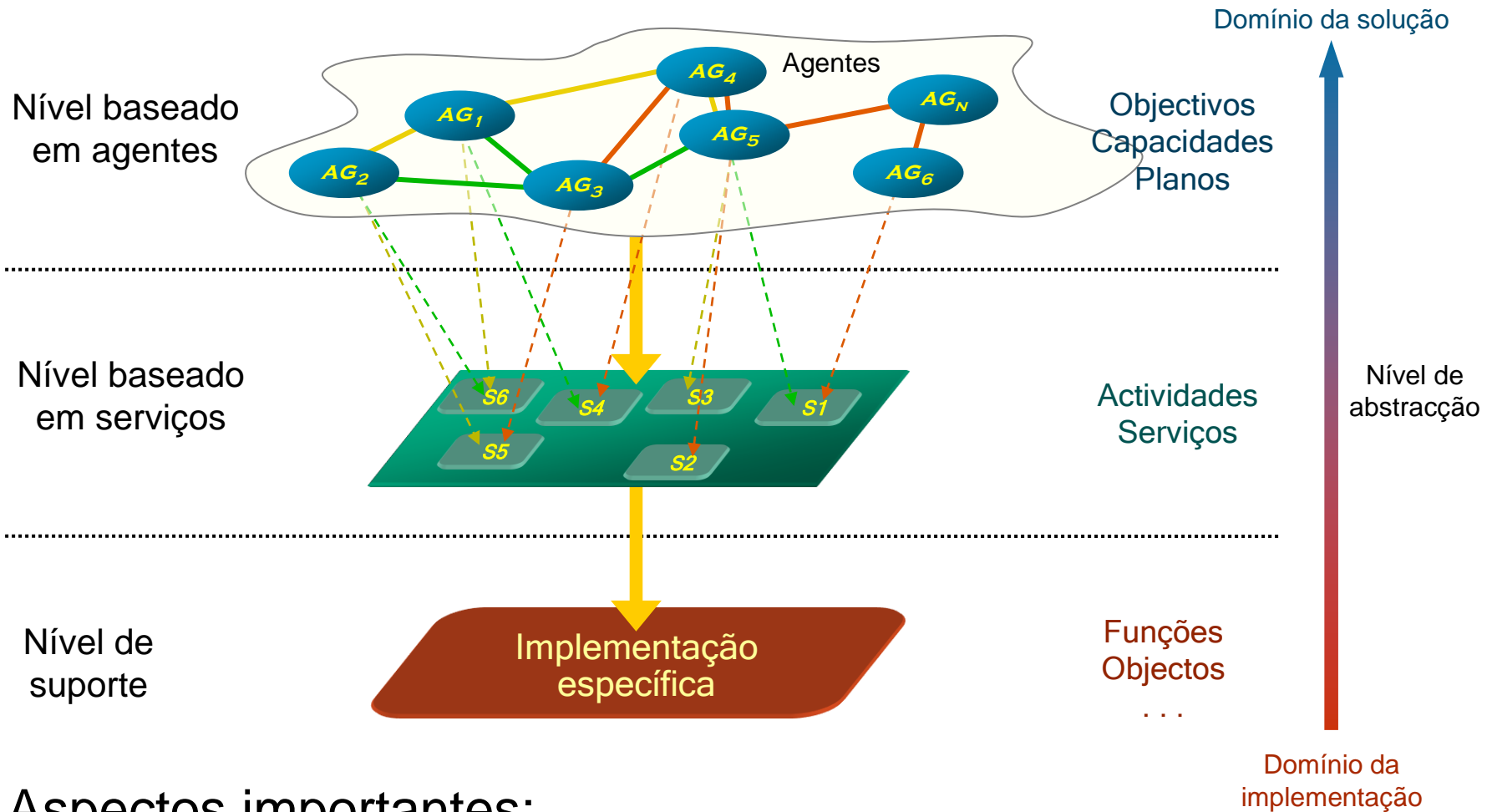
Elemento de Arquitectura	Abordagem Clássica	Abordagem Baseada em Agentes
Sub-sistema	Conjunto de módulos organizados de forma estática	Conjunto (sociedade) de agentes que interagem de forma dinâmica
Módulo	Mecanismo/colaboração (e.g. conjunto de classes)	Agente
Relação entre módulos	Relações estáticas Evocação directa de funcionalidade	Relações dinâmicas Coordenação dinâmica para concretização de objectivos individuais e globais

Comparação de abordagens na concepção de sistemas computacionais

Características das unidades básicas	Programação Monolítica	Programação Modular	Programação Orientada por Objectos	Programação Baseada em Agentes
Comportamento	Não modular	Modular	Modular	Modular
Estado	Externo	Externo	Interno	Interno
Evocação	Externa	Externa (Chamada)	Externa (Mensagem)	Interna (Objectivos)

[Odell 2002]

Integração de Níveis de Abstracção

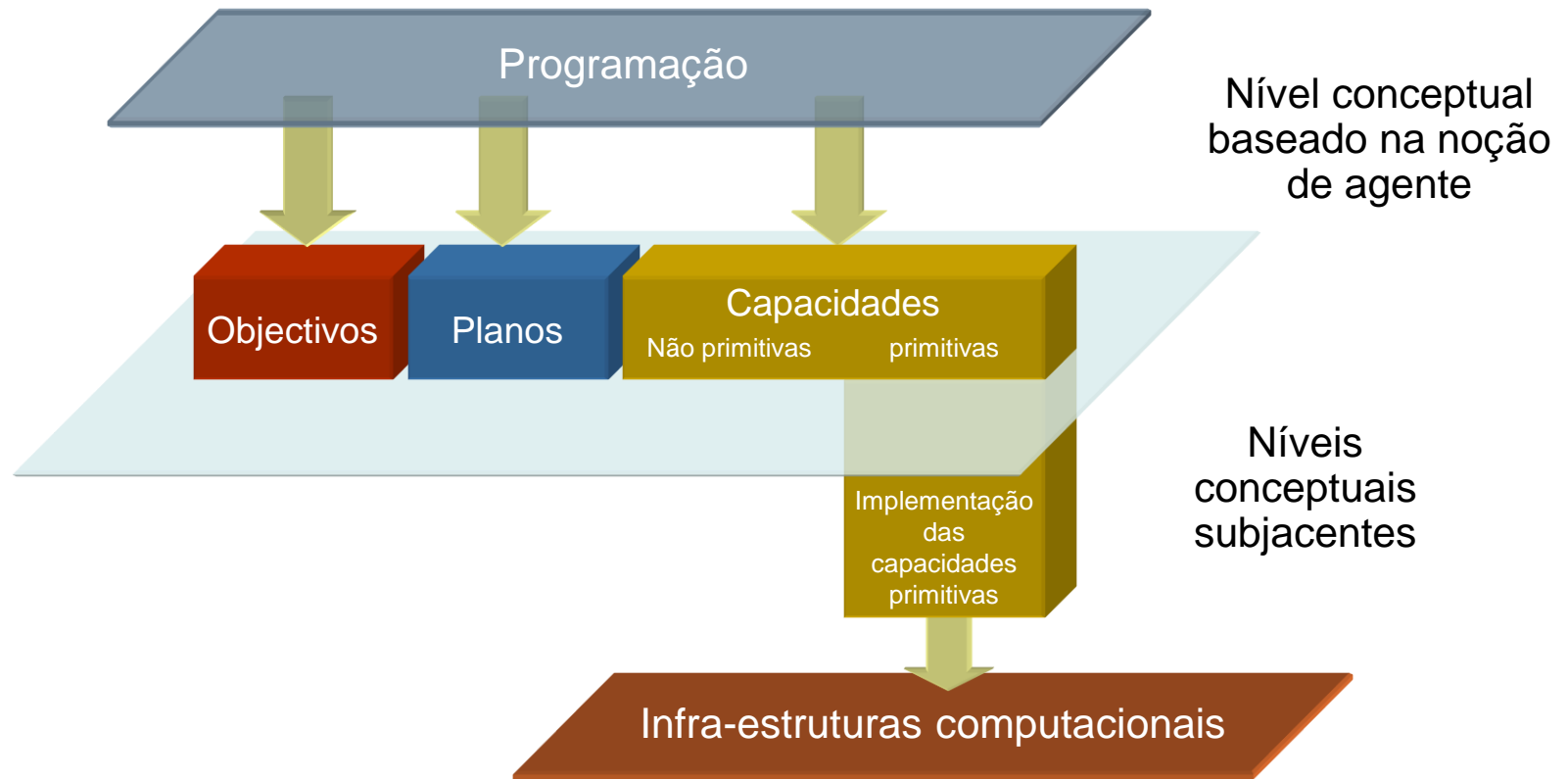


Aspectos importantes:

- Independência de linguagens de programação
- Integração com sistemas não baseados em agentes

Sistemas Multi-Agente

Integração de Níveis de Abstracção



Bibliografia

[Wooldridge, 2002]

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

[Smith, 1980]

R. Smith, *The Contract Net Protocol*, IEEE Transactions on Computers, 1980

[Conte & Castelfranchi, 1995]

R. Conte, C. Castelfranchi, *Cognitive and Social Action*, UCL Press, 1995