

## Modelação e Simulação

Joaquim Negrais de Matos

Seminário Inovação e Tecnologia para a Floresta  
Instituto Politécnico de Castelo Branco, 30 de Junho de 2011



# Conteúdos

- Aprendizagem em Sistemas Complexos
- Ambientes Virtuais para Simulação
- Modelação e Simulação
- Modelação e Simulação na USim-INOV

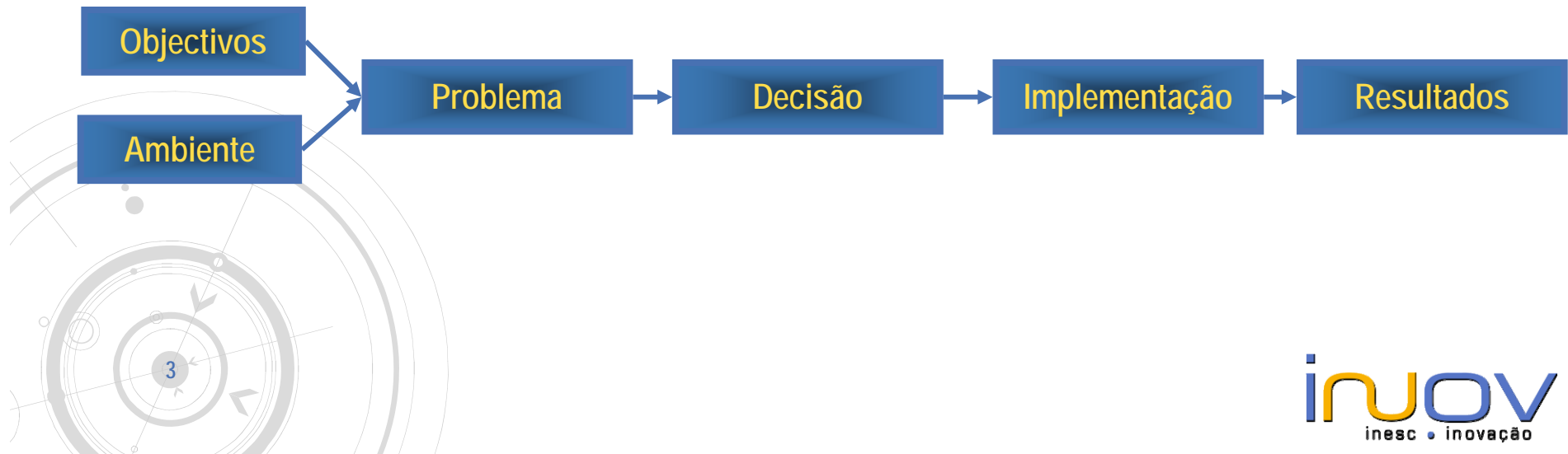


# Aprendizagem sobre Sistemas Complexos

Visão orientada para os eventos

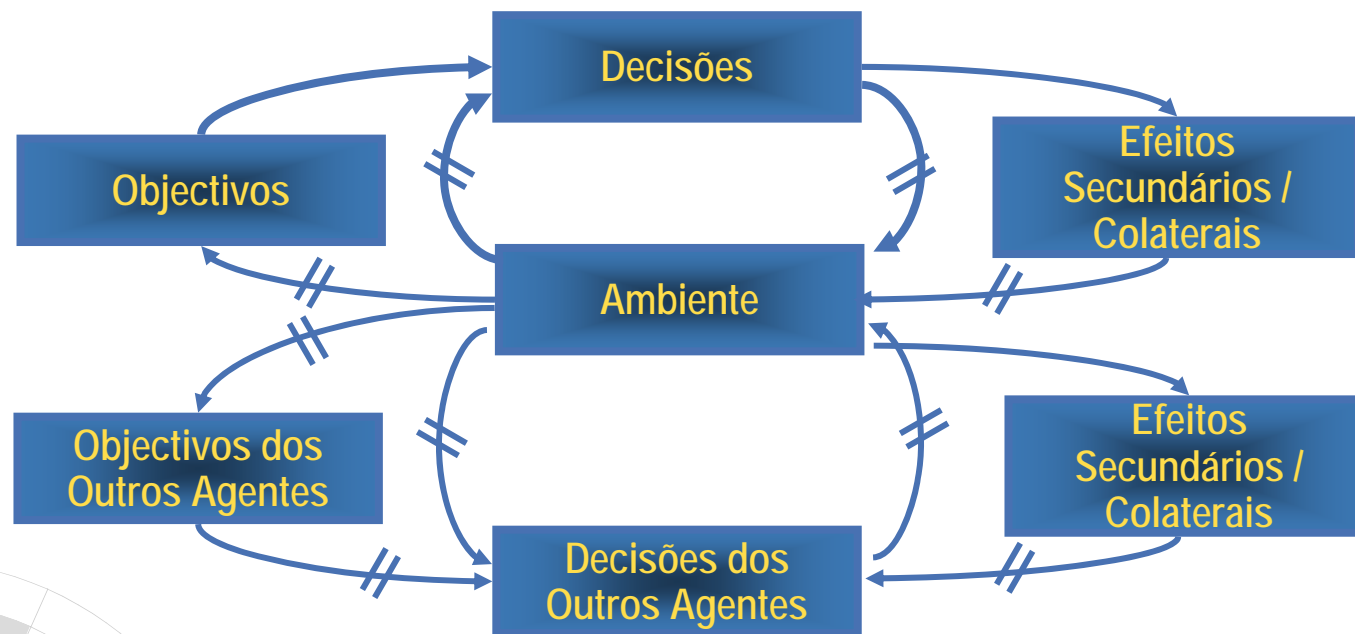


Abordagem linear á resolução de problemas



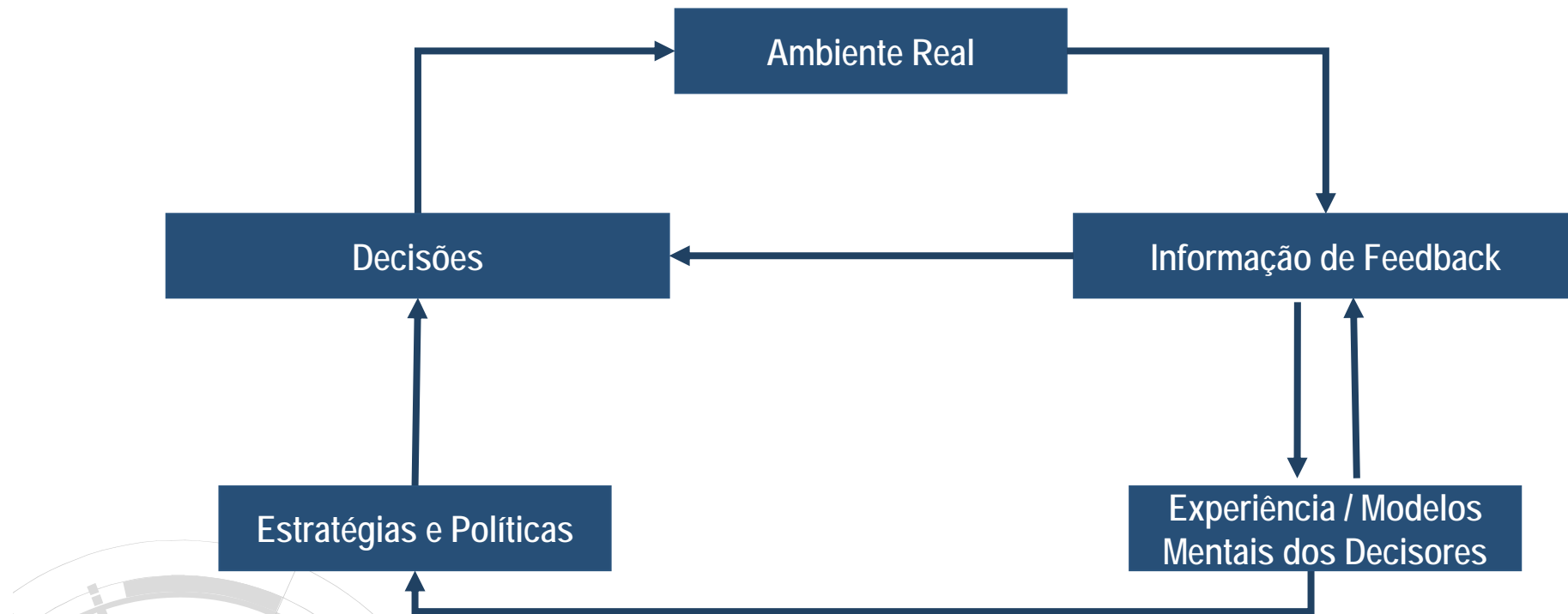
# Aprendizagem sobre Sistemas Complexos

## Abordagem Sistêmica à Resolução de Problemas



Adaptado de: Sterman, J. D. 2000. *Business Dynamics : Systems Thinking and Modeling for a Complex World*; McGraw-Hill. Pp. 11

# Aprendizagem sobre Sistemas Complexos

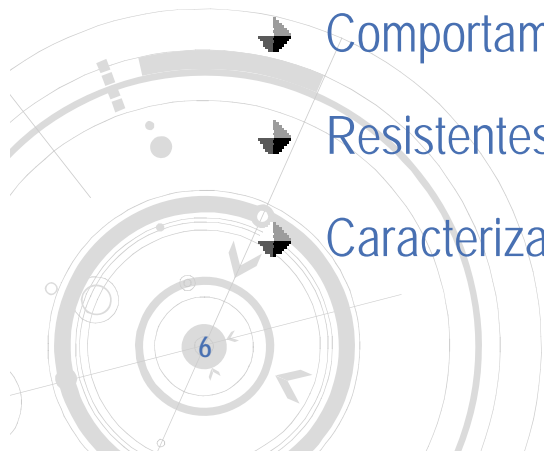


Adaptado de: Sterman, J. D. 2000. *Business Dynamics : Systems Thinking and Modeling for a Complex World*: McGraw-Hill. Pp. 19

# Aprendizagem sobre Sistemas Complexos

## Complexidade Dinâmica nos Sistemas

- Mudança
- Interconexão
- Causalidade circular
- Não linearidades
- Dependentes do passado
- Adaptativos
- Comportamento não intuitivo e emergente
- Resistentes às estratégias
- Caracterizados por *trade-offs* entre o curto e longo prazo



# Aprendizagem sobre Sistemas Complexos

## Barreiras à Aprendizagem

### ➤ Ambiente

- Complexidade dinâmica; Estrutura desconhecida; Tempo entre causas e efeitos; Impossibilidade de realizar experiências.

### ➤ Informação de Feedback

- Limitada e ambígua; Percepção selectiva; Tempo; Distorção e erro.

### ➤ Modelos Mentais

- Racionalidade limitada; falhas na percepção dos fenómenos de causalidade circular; Mapas cognitivos errados; Erros de julgamento e enviesamentos; Comportamento defensivo.

### ➤ Estratégia e Políticas

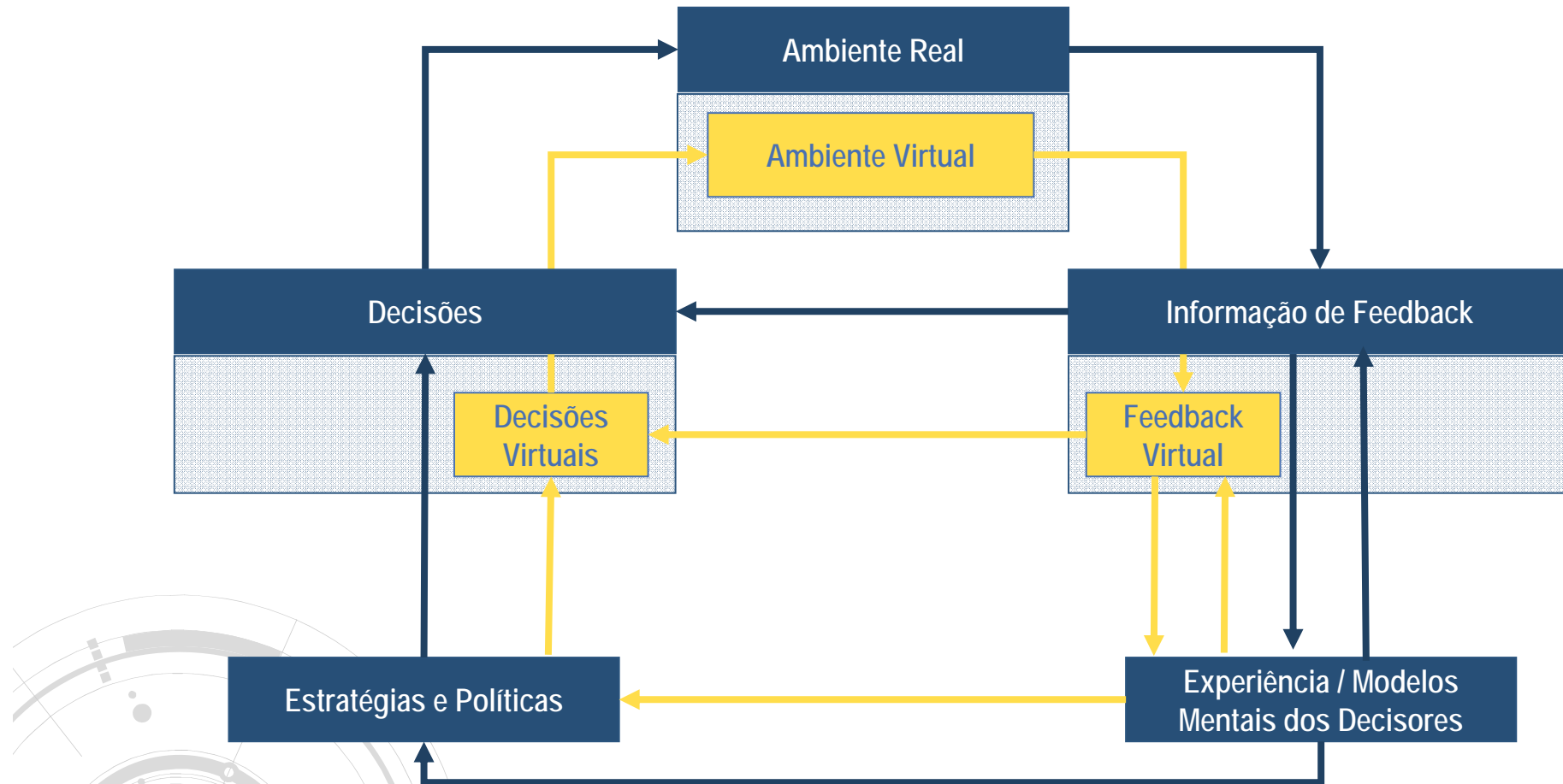
- Incapacidade de processar informação sobre o comportamento de sistemas complexos.

### ➤ Decisões

- Falhas na implementação.



# Ambientes Virtuais para Simulação



Adaptado de: Sterman, J. D. 2000. *Business Dynamics : Systems Thinking and Modeling for a Complex World*: McGraw-Hill. Pp. 34



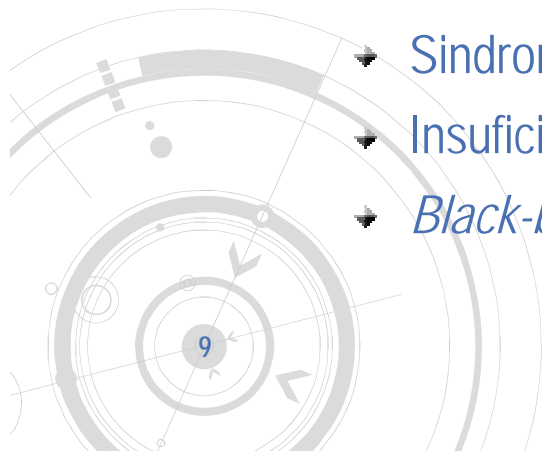
# Ambientes Virtuais para Simulação

## ➤ Vantagens

- Laboratório de aprendizagem *low-cost*
- Compressão do tempo e espaço
- Ambiente isento de risco
- Maior segurança e confiança nas decisões de gestão
- Teste de condições extremas

## ➤ Riscos

- Síndrome vídeo jogos
- Insuficiente participação
- *Black-box*



# Ambientes Virtuais para Simulação

## ➤ Importância da simulação

- É a única forma de testar um modelo formal que traduza a estrutura de um sistema complexo;
- Sem simulação o modelo conceptual só pode ser melhorado com o feedback do ambiente real;
- Acelera e reforça a aprendizagem dos actores;
- O modelo pode privilegiar a utilidade em lugar da simplicidade;
- Quando a experimentação não é possível em ambiente real é mesmo a única forma de conhecer o comportamento do sistema.



# Modelos e Simulação

- Modelos são uma descrição matemática de como um sistema funciona sendo utilizado no apoio à tomada de decisão dos *stakeholders*.
- Usam diferentes metodologias, podem ser relevantes se traduzem a dinâmica de sistemas complexos e acomodam mudanças estruturais.
- Todos os modelos são errados ...  
... mas alguns são úteis.
- É necessário o equilíbrio entre o detalhe e a amplitude do modelo  
mas o alargamento das fronteiras do modelo é, normalmente, mais importante que o detalhe excessivo.



# Modelos e Simulação

- A simulação permite a avaliação do impacto nos indicadores do processo considerados relevantes (KPIs) de alterações :
  - em parâmetros ambientais
  - ou, na políticas de gestão dos actores no sistema.
- Assim, será possível:
  - a avaliação e a quantificação dos riscos no sistema;
  - redesenho do próprio sistema.



# Modelação e Simulação no Sector da Floresta

## Características de Complexidade no Sistema

- ➔ Grande número de variáveis inter-relacionadas
- ➔ *Time Delays*
- ➔ Relações não lineares entre variáveis
- ➔ Relações de causalidade circular
- ➔ Mesmo com um reduzido número de variáveis, mas fortemente relacionadas, um sistema não linear pode revelar comportamento complexo<sup>1</sup>

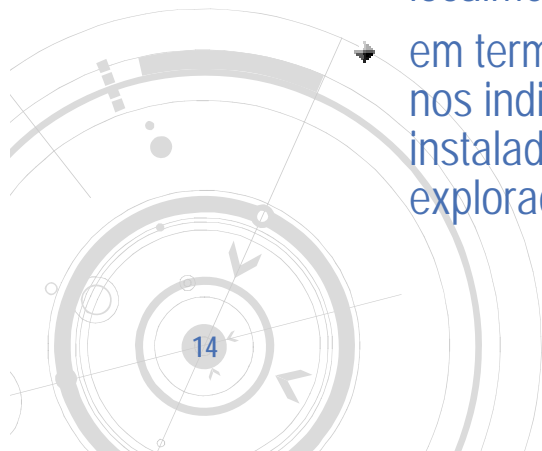


<sup>1</sup> Milling, P. M. 2002. Understanding and managing innovation processes. *System Dynamics Review* 18 (1):73-86.

# Modelação e Simulação no Sector da Floresta

## Benefícios da Aplicação ao Sector

- Identificar e caracterizar os drivers do sistema
  - do crescimento das vendas, das quotas de mercado, da rendibilidade dos diferentes operadores da cadeia de valor.
- Promover consensos entre os decisores
  - sobre as causas dos problemas e as melhores formas de os mitigar e a consideração dos efeitos colaterais das diferentes opções.
- Assistir os stakeholders na selecção das decisões, políticas e estratégias que conduzam a uma melhor performance
  - localmente e no curto prazo;
  - em termos globais e no longo prazo (nomeadamente, na avaliação de impactos nos indicadores fundamentais de medidas como o aumento de capacidade instalada, de eficiência na gestão da floresta, de alterações na área de exploração florestal ou de alteração dos custos de logística).



# Modelação e Simulação no Sector da Floresta

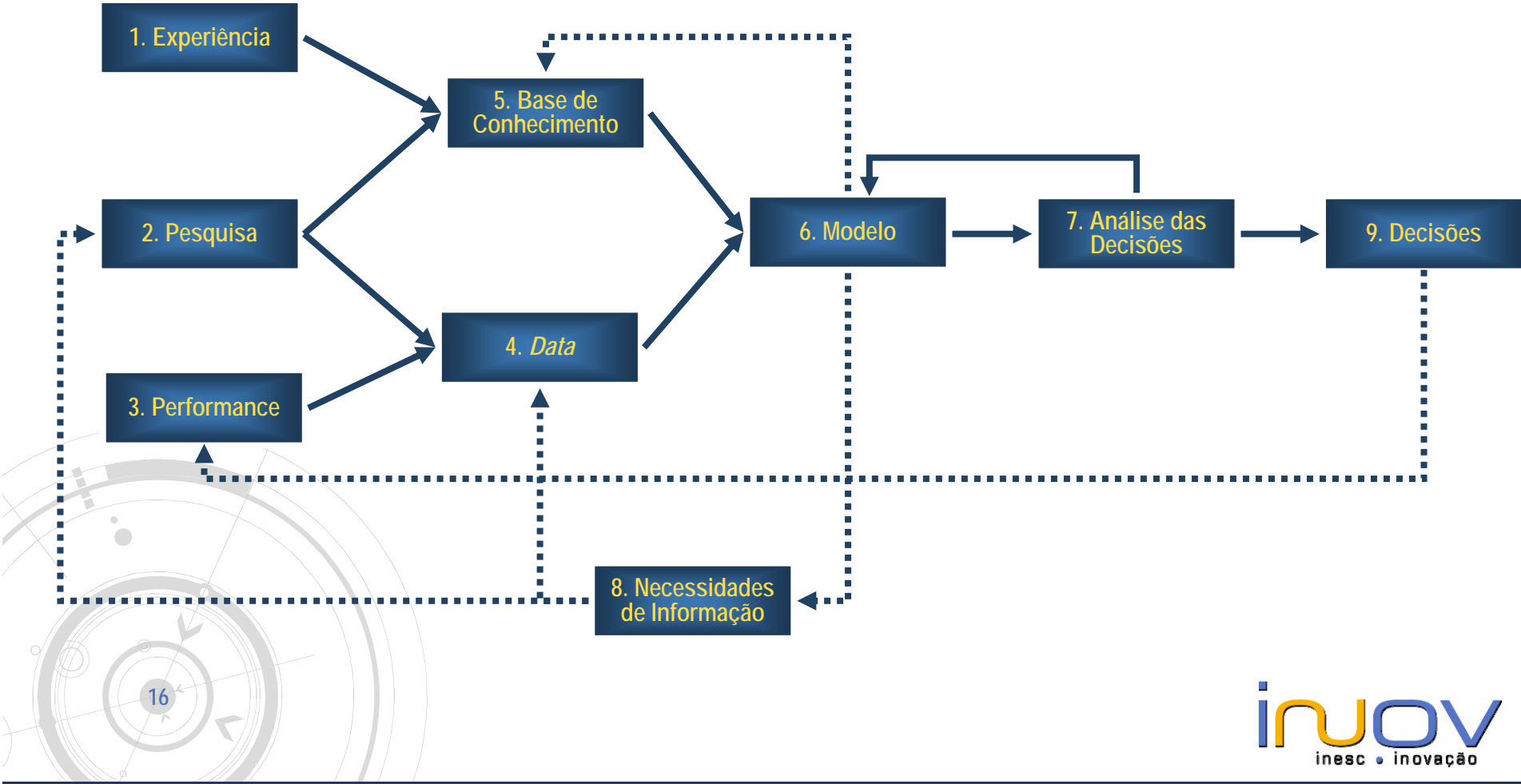
## Benefícios da Aplicação ao Sector

- ➔ Reduzir a incerteza e geração de confiança
  - ➔ pela melhor antecipação do comportamento do sistema e dos resultados das acções (sejam, previsões sobre preços e quantidades, volumes de vendas, taxas de ocupação da capacidade instalada e níveis de stock, quantificação dos impactos de fogos florestais, identificação de necessidades de importação de matéria prima, mais eficiente gestão dos ciclos de colheita e plantação da matéria-prima florestal, planeamento e optimização da logística, gestão de encomendas e controlo de atrasos ...);
- ➔ Auxiliar à compreensão dos resultados dos esforços de pesquisa já realizados
  - ➔ actuando como repositório da informação relevante;
  - ➔ Identificar novas necessidades de informação.



# Modelação e Simulação na USim-INOV

## Componentes de um Projecto de Simulação





# Modelação e Simulação na USim-INOV

## Abordagem USim à Modelação



# Modelação e Simulação na USim-INOV

## Metodologias e Áreas

### ➤ Metodologias de Modelação

- System Thinking
- System Dynamics
- Multi-Agente

### ➤ Áreas de Intervenção

- Saúde
- Epidemiologia
- Marketing
- Educação e Formação
- Banca e Seguros
- Justiça
- Segurança



Obrigado pela Atenção!

[usim@inov.pt](mailto:usim@inov.pt)

**inov**  
inesc • inovação



# Referências

