IA 881 Otimização Linear

Fundamentos de Modelagem de Sistemas

©DCA-FEEC-Unicamp

Conteúdo

- Introdução à modelagem e decisão
- Definição de modelos
- Modelagem e dados
- Ciclos na construção de modelos
- Modelagem na decisão
- Validação de modelos

©DCA-FEEC-Unicamp

Introdução à modelagem e decisão

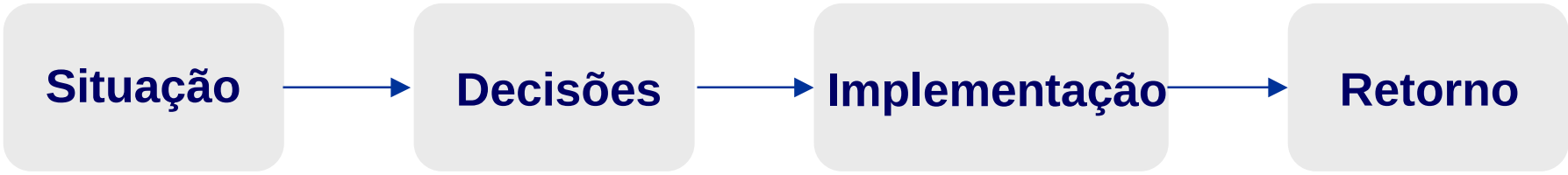
- **Introdução**
  - Modelagem: não é mais arte sofisticada só para especialistas
  - Avanço tecnológico
    - Computadores pessoais
    - Programas e sistemas com interfaces de alto nível

- **Modelos:** essenciais para melhorarem a tomada de decisão

- **Itens importantes em qualquer situação de decisão**
  - Quais são as questões fundamentais
  - Quais alternativas a serem investigadas
  - Onde focalizar a atenção

©DCA-FEEC-Unicamp

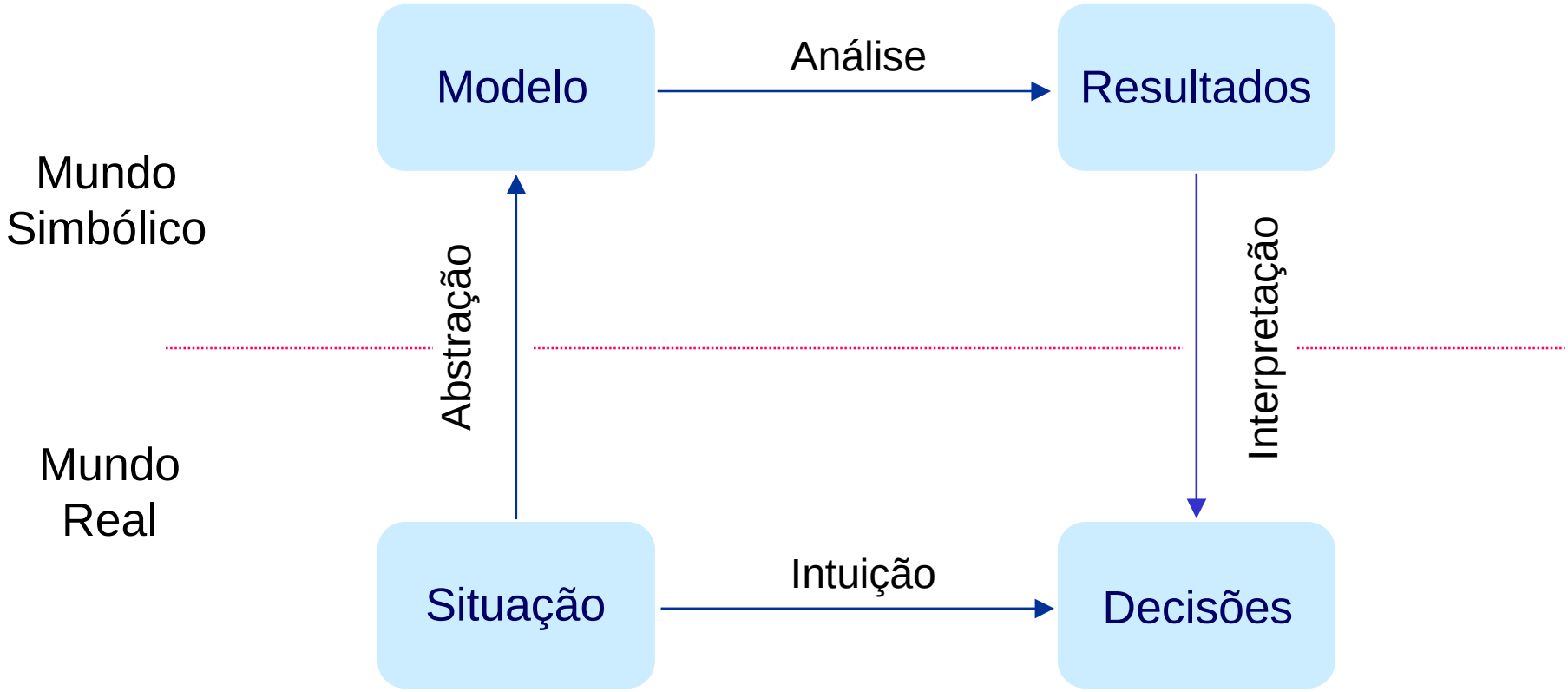
Abordagem para tomada de decisão



- Situação envolvendo alternativas, eventualmente conflitantes
- Decisões tomadas para resolver competição e conflitos
- Decisões implementadas
- Consequências na forma de *payoffs*; nem todos são financeiros

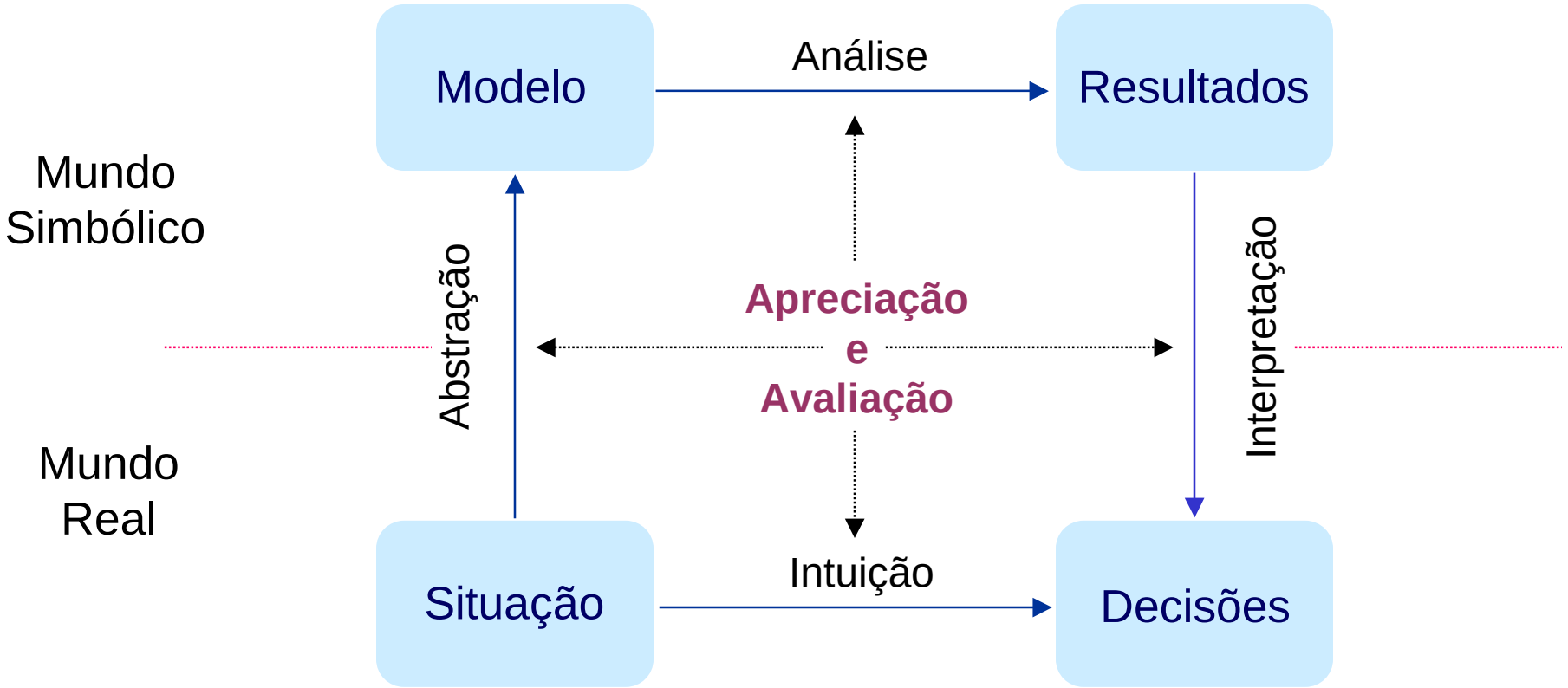
©DCA-FEEC-Unicamp

Processo de Modelagem



©DCA-FEEC-Unicamp

Apreciação e avaliação no processo de modelagem



©DCA-FEEC-Unicamp

- **Abstração, formulação do modelo, interpretação e implementação**
  - cruciais para o processo de modelagem para tomada de decisão
- **Essencial que se entenda e que fique claro:**
  - Quais situações são passíveis de serem modeladas
  - Qual é a disponibilidade e acessibilidade de dados para análise do modelo e para obter recomendações ou resultados em tempo hábil e a custos praticáveis
  - O que fazer para obter o máximo do modelo em termos da interpretação do modelo e da implementação de decisões.
- **Modelos tem papéis diferentes nos diferentes níveis de uma firma**
  - Altos: planejamento estratégico, futuro, planos contingência, tempo reação
  - Médios: planejamento, coordenação, logística, adaptação
  - Baixos: programação, operação, expansão, análise impacto

©DCA-FEEC-Unicamp

- **Modelos proporcionam um meio para análises lógicas consistentes**

- **São utilizados, pelos seguintes motivos, entre outros:**

  - Forçam a explicitação dos objetivos
  - Forçam a identificação dos tipos de decisões que influenciam os objetivos
  - Forçam a identificação das interações e *trade-offs* entre as decisões
  - Forçam raciocínio criterioso sobre variáveis e definições quantificáveis
  - Forçam a consideração de dados que são pertinentes para quantificação das variáveis e a determinação de interações entre elas
  - Forçam a identificação de restrições ou limitações dos valores das variáveis
  - Facilitam comunicação e trabalho em grupo
  - Podem ser ajustados e melhorados com a experiência e a histórica, isto é, proporciona uma forma de aprendizagem adaptativa

- **Modelos propocionam um veículo efetivo para o uso de técnicas analíticas, programas de computador e sistemas de computação no processamento e armazenagem de dados**

©DCA-FEEC-Unicamp

Tipos de modelos

Tipo de Modelo	Caractewrísticas	Exemplos
Físico	Tangível Fácil compreensão Reprodução difícil Manipulação difícil Escopo uso: muito baixo	Modelo aeronaves Modelos de residências Modelos de cidades
Analógico	Intangível Compreensão difícil Reprodução mais fácil Manipulação mais fácil Escopo de uso: baixo	Mapas de estradas Velocímetro Gráficos
Simbólico	Intangível Compreensão mais difícil Reprodução muito fácil Manipulação muito fácil Escopo de uso: amplo	Modelos simulação Modelos algébricos Modelos planilhas

©DCA-FEEC-Unicamp

Modelos simbólicos

- Matemática: estabelecer relações entre variáveis de interesse
- Modelo matemático: conciso, preciso, computável
- Dados numéricos dão significado aos modelos simbólicos

$$T = \frac{D}{V},\ T = \text{tempo}, D = \text{distância}, V = \text{velocidade}$$

$$T = \frac{D}{V} + (R \times N),\ R = \text{tempo médio por parada},\ N = \text{número esperado de paradas}$$

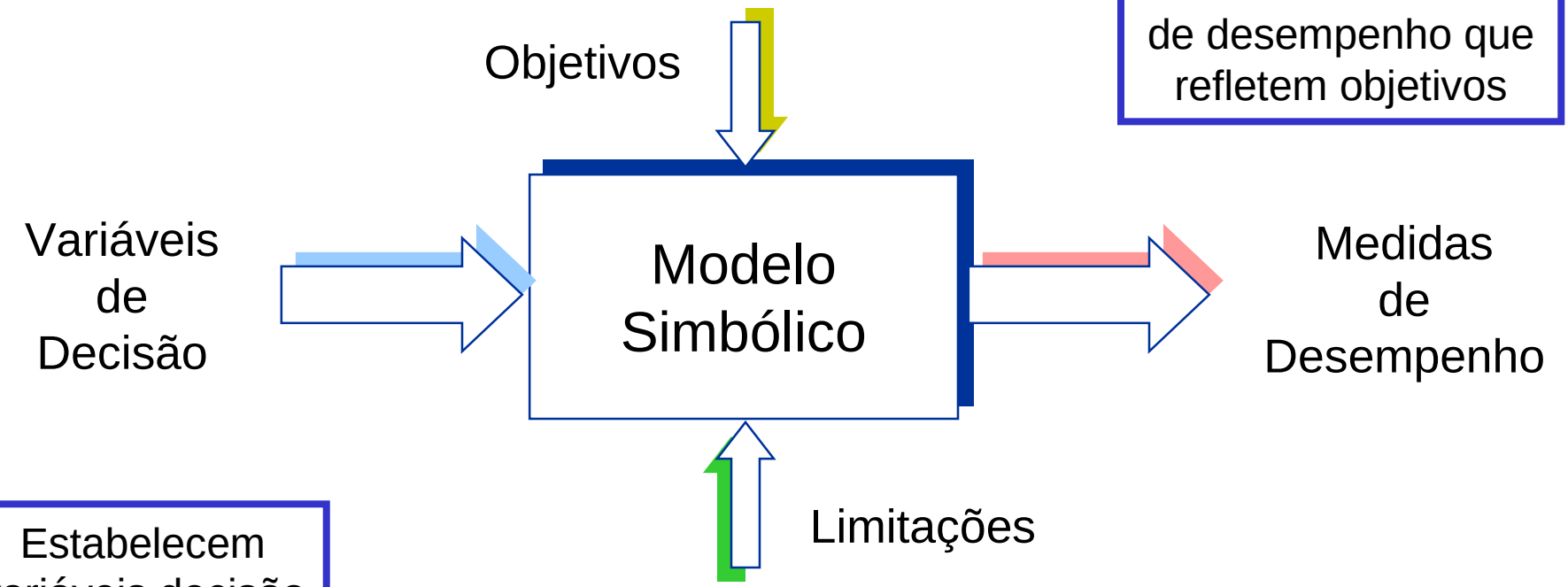
- **Modelo:** abstração (aproximação) cuidadosa (tratável) da realidade
- Detalha-se o modelo o suficiente para que:
  - os resultados satisfaçam as necessidades
  - seja consistente com os dados disponíveis
  - haja alta correlação entre o previsto pelo modelo e a realidade
  - possa ser analisado dentro das disponibilidades

©DCA-FEEC-Unicamp

Modelos de decisão

Representam situações de decisão

Definem medidas de desempenho que refletem objetivos



Estabelecem variáveis decisão

Especificação das variáveis que afetam os objetivos são cruciais na modelagem

©DCA-FEEC-Unicamp

Classes de modelos de decisão

- Funções do negócio: financeiro, custos, marketing, operações
- Área de aplicação: engenharia, economia, militar, logística, etc.
- Organizacional: estratégico, tático
- Horizonte: curto prazo, longo prazo
- Tipo matemática: linear, não linear
- Dinâmica: estático, dinâmico
- Tecnologia: programas, planilhas, sistemas

- **Modelos de cada uma dessas classes podem ser:**
  - Determinísticos
  - Estocásticos

©DCA-FEEC-Unicamp

Desenvolvimento de modelos

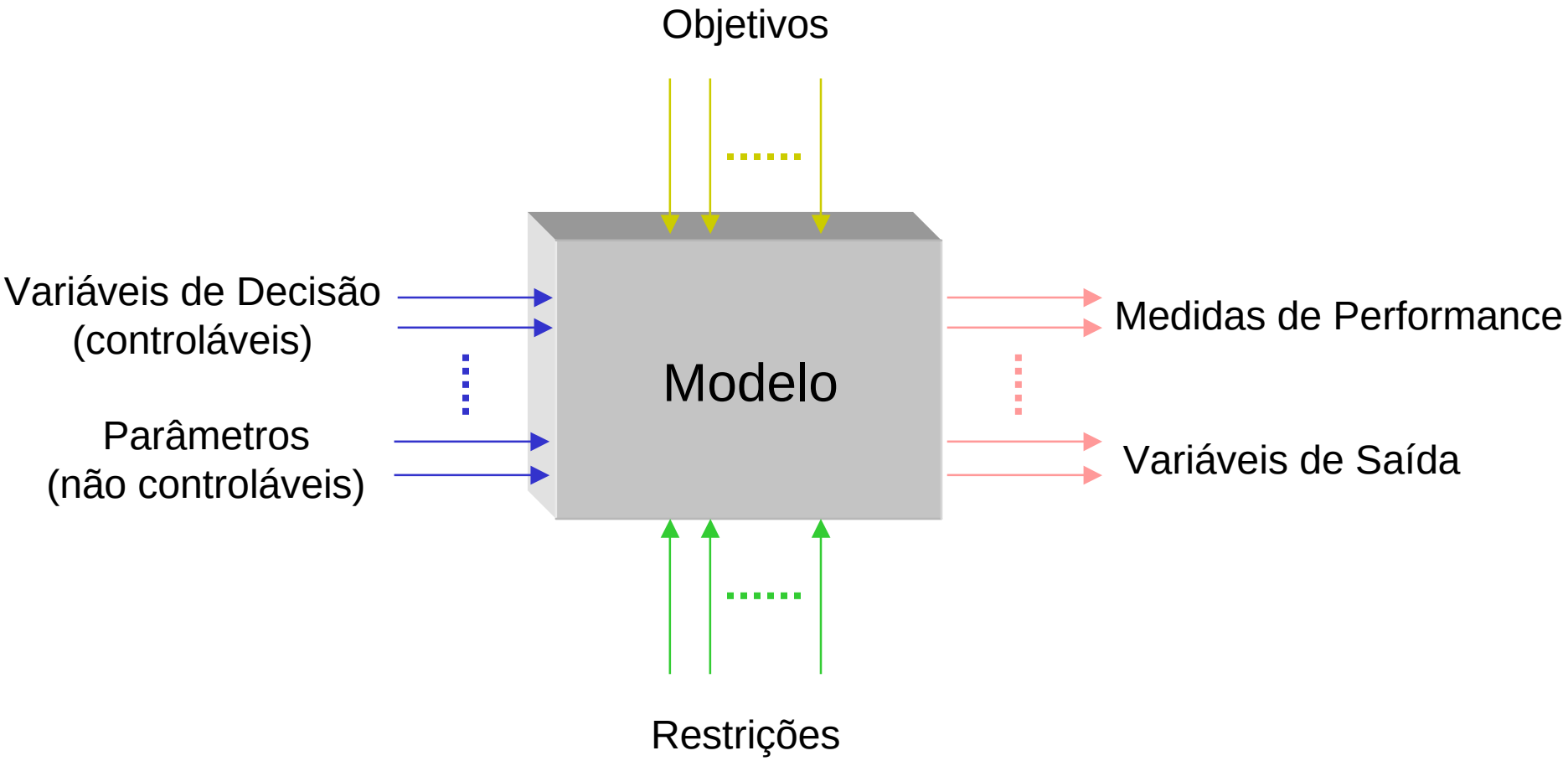
- **Modelagem envolve**
  - arte e imaginação
  - talento e criatividade
  - *know-how* técnico

- **Etapas na construção de modelos**

1. Estudar e caracterizar a situação de decisão
2. Formular e selecionar uma representação da situação
3. Construir e analisar o modelo simbólico
4. Quantificar e subsidiar o modelo com dados
5. Validar e testar modelo × realidade

©DCA-FEEC-Unicamp

Forma geral de modelos



©DCA-FEEC-Unicamp

Exemplo modelo otimização

Local	Horas/ton		
	M1	M2	Total Disponível
Mina 1	10	15	150
Mina 2	20	10	160

Receita ($/ton)	5000 (M1)		4000 (M2)
Estratégia Mercado	1 unidade de M2 para cada 3 unidades de M1		
Cliente Preferecial	5 ton no mínimo de M1 e/ou M2		
Teste Qualidade (hs/ton)	30	10	≥135

©DCA-FEEC-Unicamp

Modelo de otimização

$$\max 5000x + 4000y$$ Objetivo

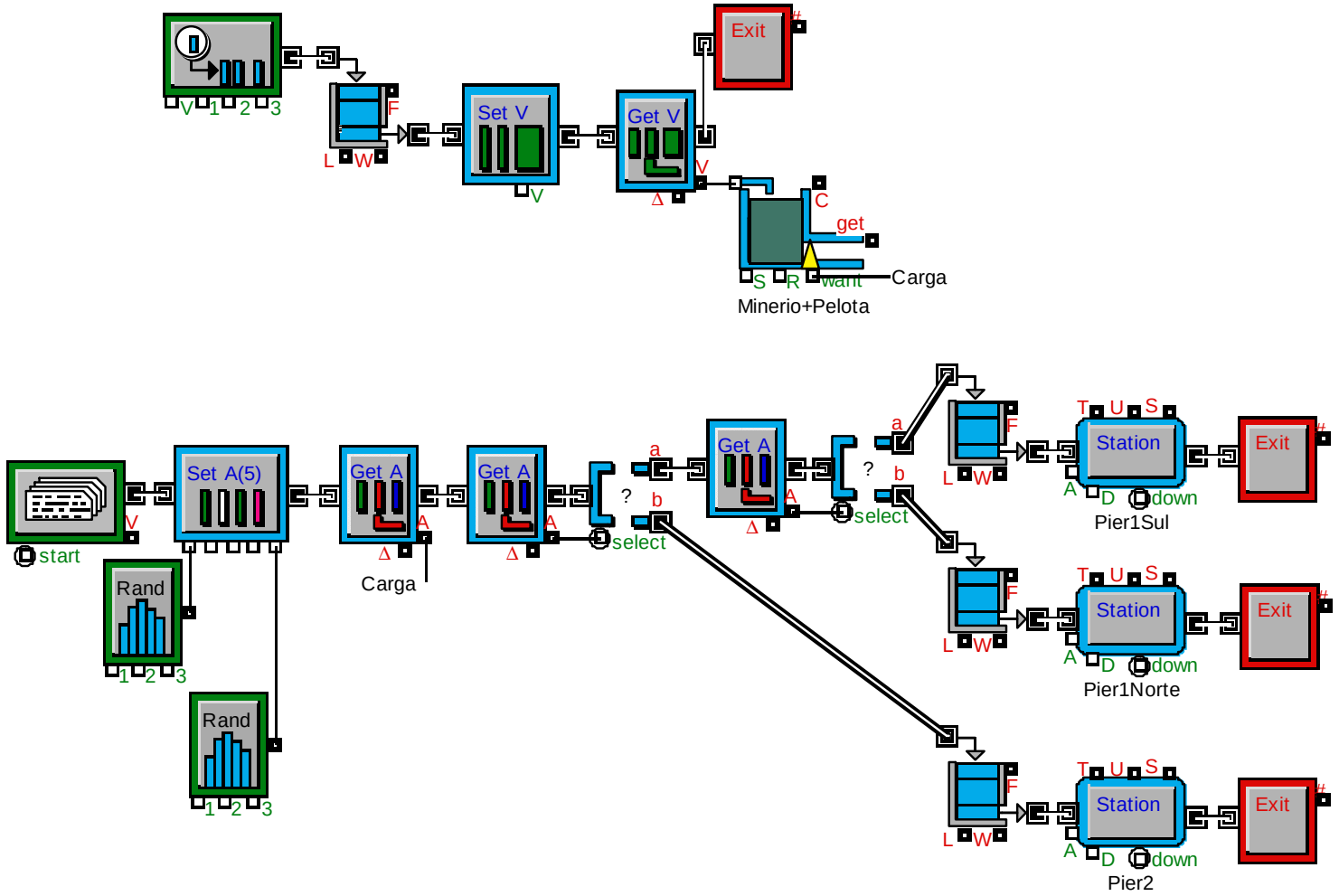
Restrições

$$10x + 15y \leq 150$$
$$20x + 10y \leq 160$$
$$30x + 10y \geq 135$$
$$x - 3y \leq 0$$
$$x + y \geq 5$$
$$x, y \geq 0$$

Parâmetros: coeficientes da função objetivo e das restrições
Variáveis de decisão: x , y
Medida de performance: receita
Variáveis de saída: x , y

©DCA-FEEC-Unicamp

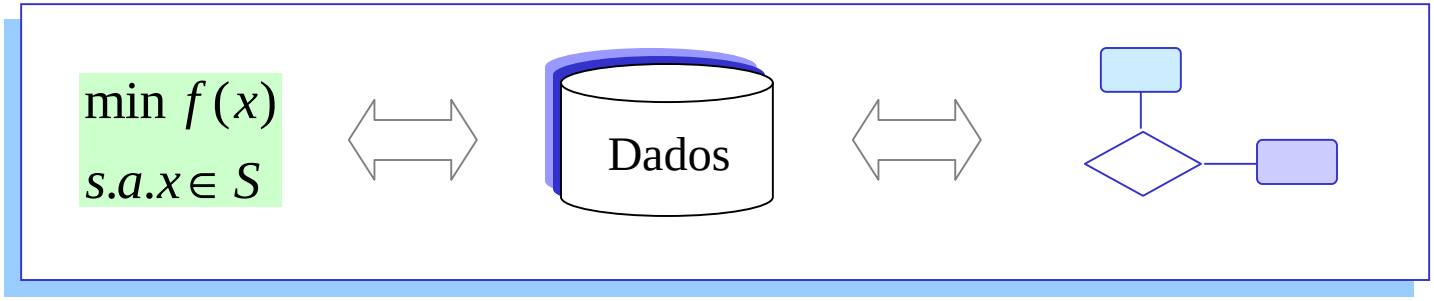
Modelo de simulação



©DCA-FEEC-Unicamp

Modelagem e dados

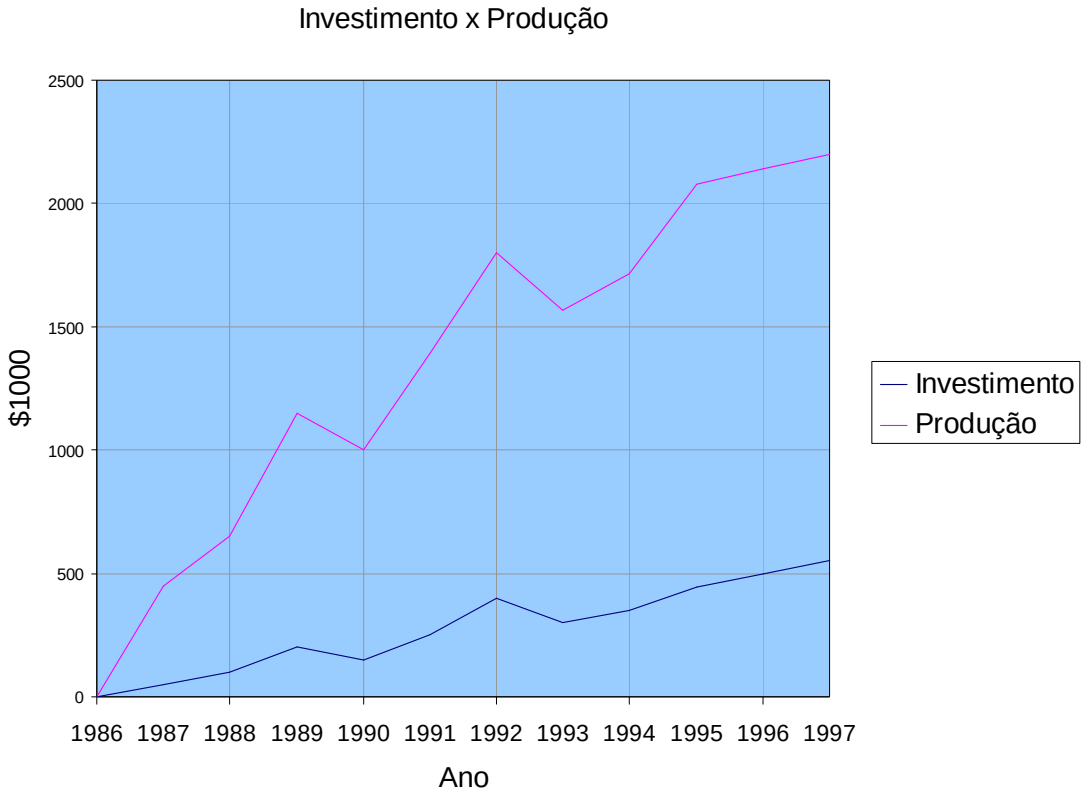
- Decisões envolvem avaliação e interpretação de dados
- Dados são interpretados em um contexto e vice-versa
- Existência de dados potencializa o uso de modelos
- Aquisição de dados envolve esfôrço, atenção e *custo*
- Aquisição de dados requer disponibilidade, precisão e relevância
- Modelos simbólicos permitem avaliar e interpretar dados de forma sistemática e consistente
- Modelos simbólicos podem ser usados para gerar dados
- Dados são usados para construir e validar modelos



©DCA-FEEC-Unicamp

Modelagem com dados

Ano	Invetimento	Produção
	$1000	($1000)
1986	0	0
1987	50	450
1988	100	650
1989	200	1150
1990	150	1000
1991	250	1390
1992	400	1800
1993	300	1565
1994	350	1715
1995	445	2080
1996	500	2140
1997	550	2200



©DCA-FEEC-Unicamp

- Inúmeros modelos são possíveis: estáticos, dinâmicos, etc.
- Modelo apropriado depende de fatores associados ao ambiente
- Produção proporcional ao investimento. Qual é o fator deproprocionalidade?
- Desepenho depende só do investimento no ano corrente? Dos anteriores?
- Outros fatores relevantes ?Economia, marketing, política operação, governo ?

- Dados, absolutamente falando, não é um modelo
- Modelos emergem quando encontramos relações entre os dados
- Modelos refletem interpretações dos dados via relações/distribuições
- Modelo é uma representação seletiva da realidade!

©DCA-FEEC-Unicamp

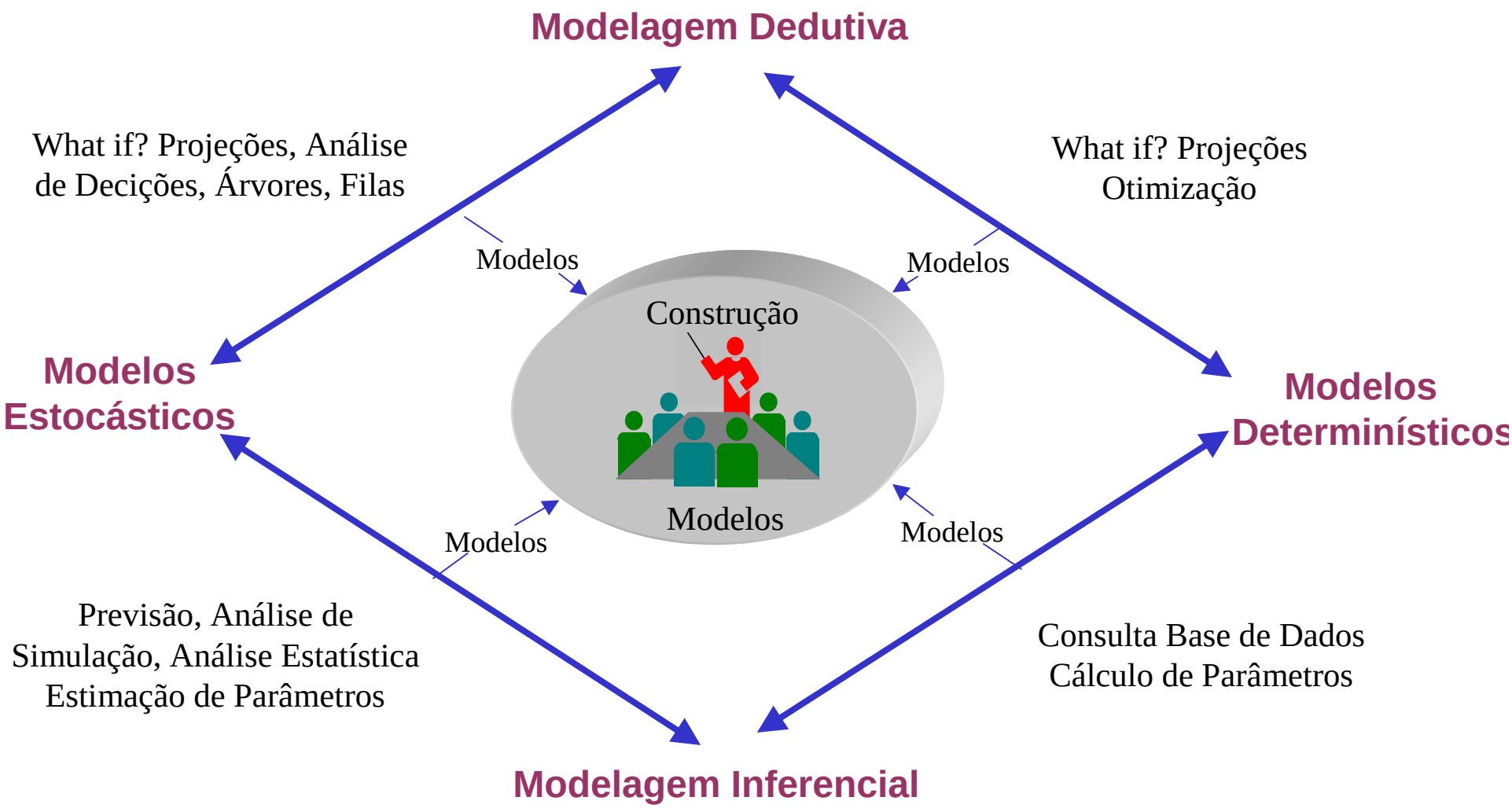
Formas e fontes de dados

- Decisão de como coletar, armazenar, interpretar depende do uso dados
- Unidades dos dados
- Agregação de dados
- Refinamento de dados
- Incertezas

- Dados podem ser originados de arquivos e memórias do passado
- Dados adquiridos pela observação direta ou estimativas no presente
- Produzidos por modelos quando fornecidas as entradas
- Realizando previsões sobre o futuro

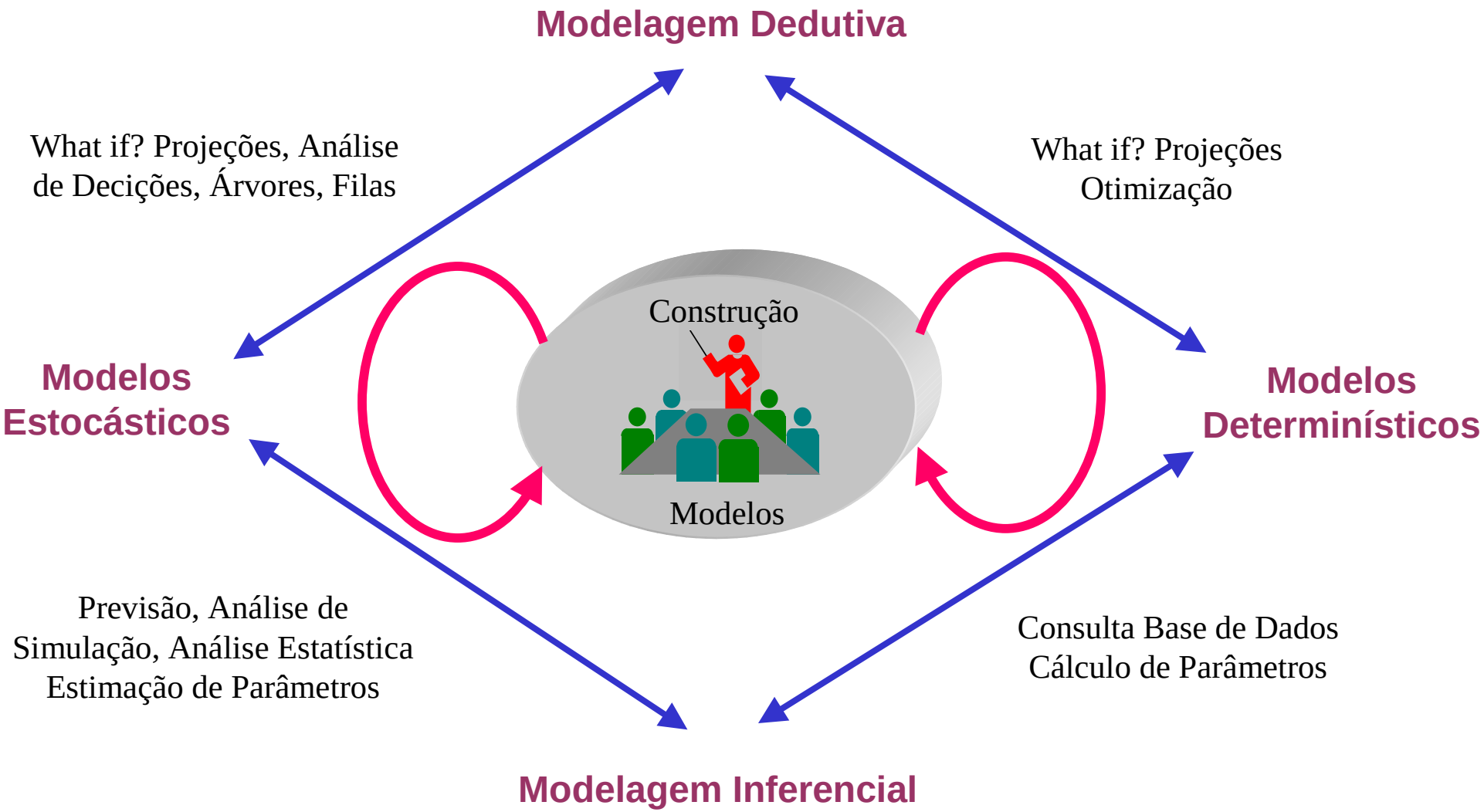
©DCA-FEEC-Unicamp

Construção de modelos



©DCA-FEEC-Unicamp

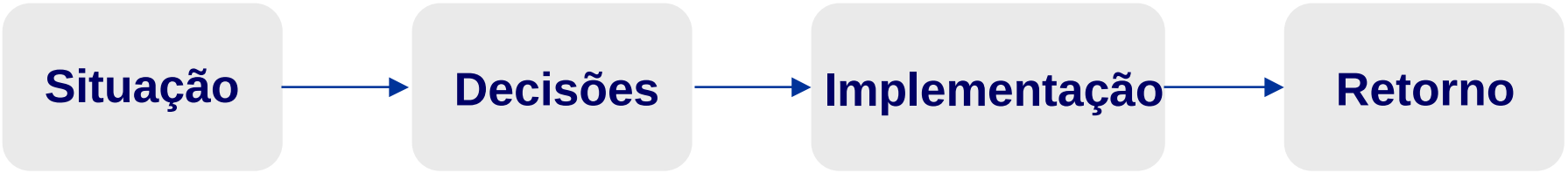
Ciclos na construção de modelos



©DCA-FEEC-Unicamp

Modelagem e decisão

- **Aplicação de modelos em decisão**
  - Formulação do Modelo: situação $\rightarrow$ abstração $\rightarrow$ modelo simbólico
  - Validação do modelo: realidade $\times$ abstração
  - Análise do modelo para gerar resultados: decisões
  - Interpretação e validação dos resultados: informação disponível $\times$ realidade
  - Implementação: conhecimento $\rightarrow$ funcionar na prática



©DCA-FEEC-Unicamp

Validação de modelos

- **Predição da história**
  - Dados históricos sobre situações similares
    - decisões, parâmetros, resultados
    - comparação entre dados e resultados
    - análise das similaridades e diferenças
- **Julgamento de valor**
- **Bom senso, intuição, experiência**

©DCA-FEEC-Unicamp

Observação

Este material refere-se às notas de aula do curso IA 881 Otimização Linear da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Unicamp. Não substitui o livro texto, as referências recomendadas e nem as aulas expositivas. Este material não pode ser reproduzido sem autorização prévia dos autores. Quando autorizado, seu uso é exclusivo para atividades de ensino e pesquisa em instituições sem fins lucrativos.

©DCA-FEEC-Unicamp