

Modelos: Verificação, Validação e Experimentação

Prof. Luís César da Silva (UFES/CCA)
ESA– 01 Engenharia de Sistemas



Modelos Validados e Confiáveis

Fundamentos: (Naylor e Finger, 1967)

- Desenvolver modelos interativos com o usuário
 - Constatar a terminologia utilizada
 - Coletar dados relevantes
 - Utilizar teorias existentes sobre o sistema
 - Analisar modelos desenvolvidos anteriormente
 - Empregar a experiência e intuição na formulação do modelo

Modelos Validados e Confiáveis

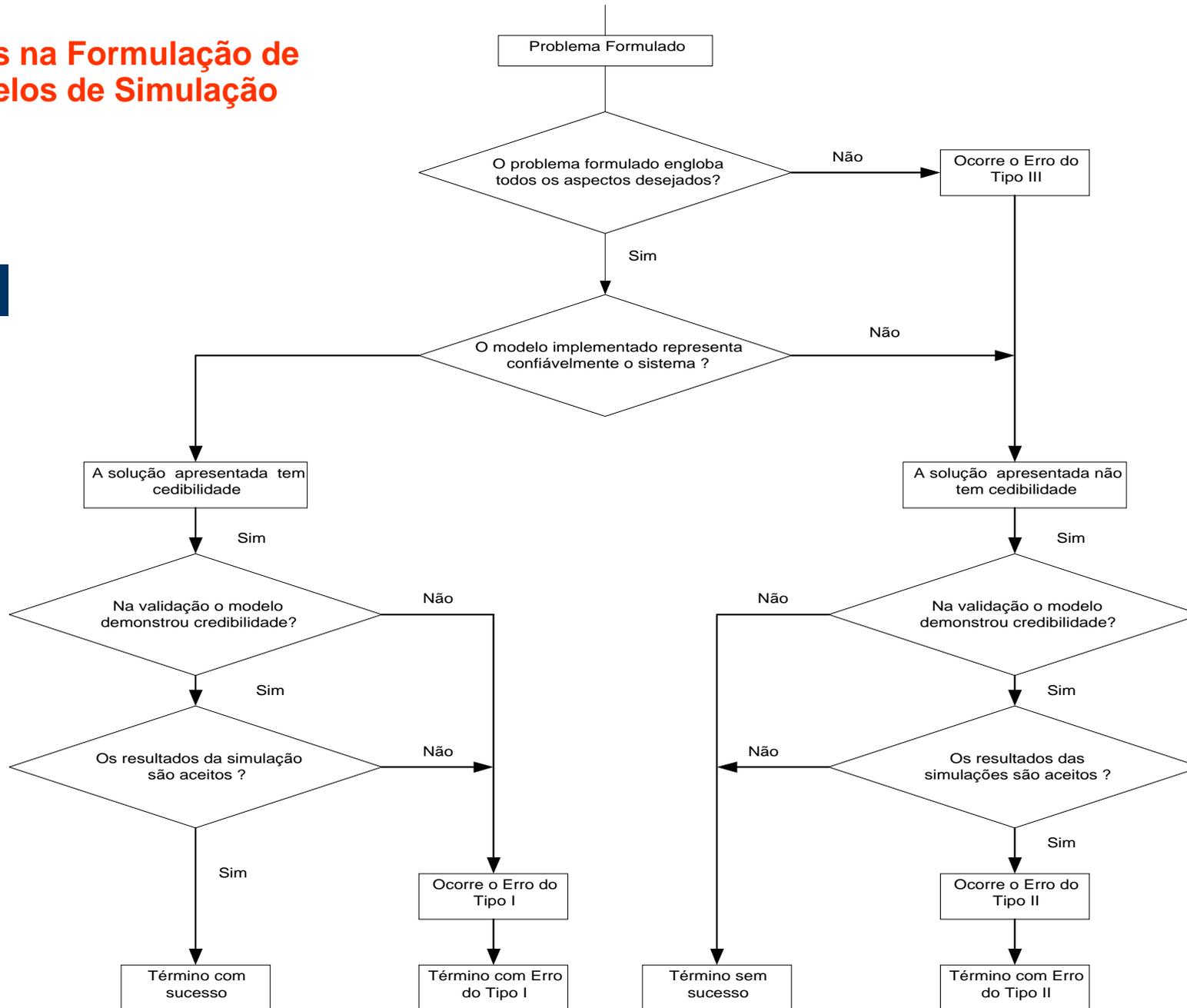
Fundamentos: (Naylor e Finger, 1967)

- Testar as considerações empíricas utilizadas
 - Ferramenta: Análise de sensibilidade
- Determinar o quanto os dados gerados pelo modelo são confiáveis
 - Verificação
 - Validação

Erros na Formulação de Modelos de Simulação

- Erro Tipo 1: os resultados gerados pelo modelo **são confiáveis**, mas mesmo assim o modelo é **rejeitado**
- Erro Tipo II: os resultados gerados pelo modelo **não são confiáveis**, mas mesmo assim o modelo é **aceito**
- Erro Tipo III: o modelo foi mal formulado, conseqüentemente apresenta resultados inapropriados.

Erros na Formulação de Modelos de Simulação



Verificação e Validação

- **Verificação:** conjunto de ações cuja meta é certificar se o modelo conceitual foi transcrito de forma adequada quando do uso da linguagem de simulação ou programação.
- **Validação:** são procedimentos empregados para certificar se os valores gerados pelo modelo apresenta coerência com os gerados pelo sistema real.

Condução da Verificação

Ações

1. Envolver mais de uma pessoa além do idealizador do modelo.
2. Rodar o modelo e proceder comparação de resultados com o modelo real.
3. Rastrear o modelo e executar cada rotina computacional
4. Observar a animação
5. Analisar estatisticamente os valores gerados por variáveis aleatórias.

Condução da Validação

Ações

1. Rodar o modelo para as mesmas condições impostas ao sistema.
2. Comparar os resultados gerados pelo modelo com os obtidos do sistema
 - Validação subjetiva
 - Validação estatística

Validação Subjetiva

Exemplos:

- Teste de Turing → consiste em:
 - Obter os dados gerados pelo sistema e o modelo;
 - Formatar os dados no mesmo padrão
 - Submeter os dois conjuntos de dados aos especialistas
 - Nota: Caso eles não percebam diferenças o modelo está validado.
- Uso de Especialista “expert” → consiste em submeter os dados gerados a especialistas notórios da área. Estes baseados em suas experiências emitirão pareceres sobre a confiabilidade do modelo.
 - Nota: Este tipo de validação é aplicado quando da inexistência do sistema real, ou quando este é não palpável.

Procedimentos Estatísticos (Menner, 1995)

Categoria	Procedimento estatístico	
		Média
	Medidas de posição (amostral)	Mediana
		Moda
		Variância
Estatística Descritiva		Desvio padrão
	Medidas de dispersão (amostral)	Coeficiente de variação
		Erro padrão da média
		Amplitude total
	Coeficiente de correlação amostral	
	Hipótese de Nulidade	
	Hipótese alternativa	
	Teste de Z (populacional)	
	Teste de Z (para duas médias)	
		Teste de Aderência
Hipóteses Estatísticas	Teste do Qui-Quadrado	Teste de Independência
		Teste de homogeneidade
	Teste de F	
	Teste de t para médias	
	Teste de t para duas médias	
	Teste de hipótese para dados emparelhados	

Equações Estatística

Média

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Variância

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Intervalo de confiança

$$\bar{X} \pm t_{\alpha/2, n-1} \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

$t_{\alpha/2, n-1}$ - representa um valor da distribuição t para n-1 graus de liberdade ao nível de probabilidade de .

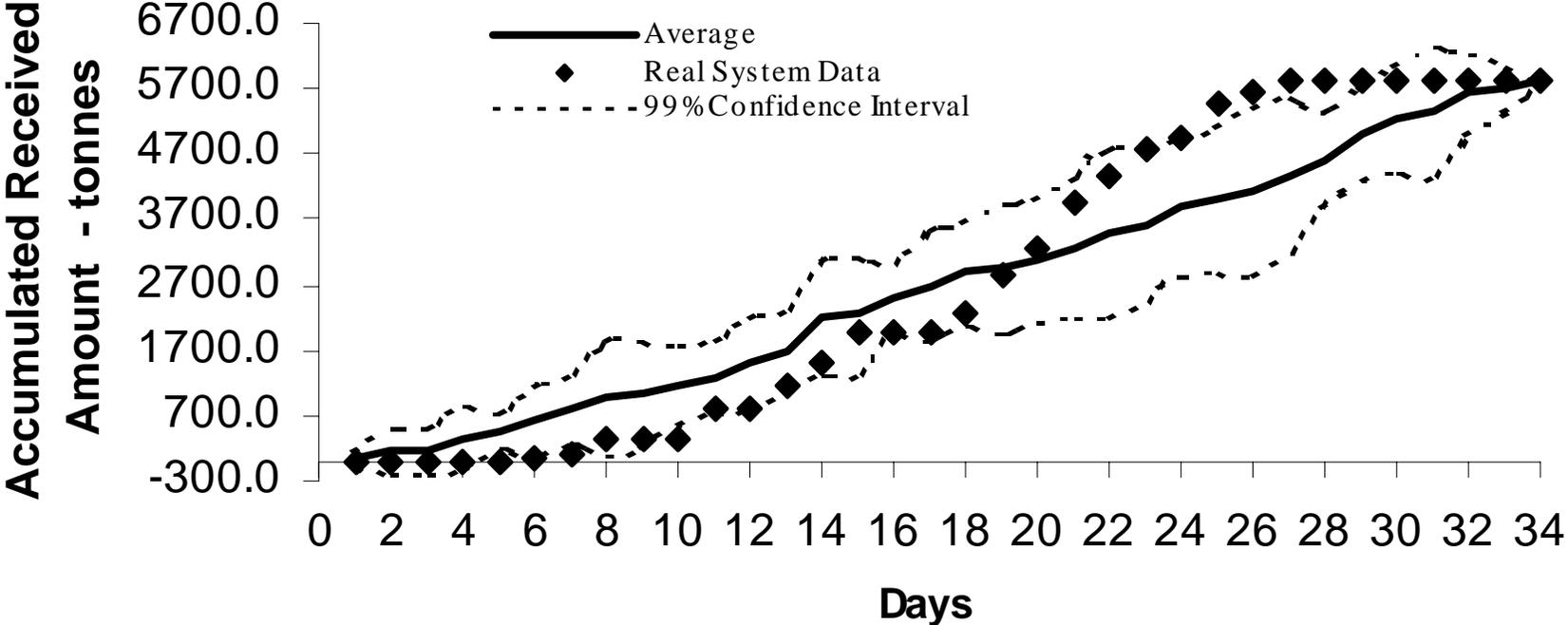
Equações Estatística

Intervalo de Confiança

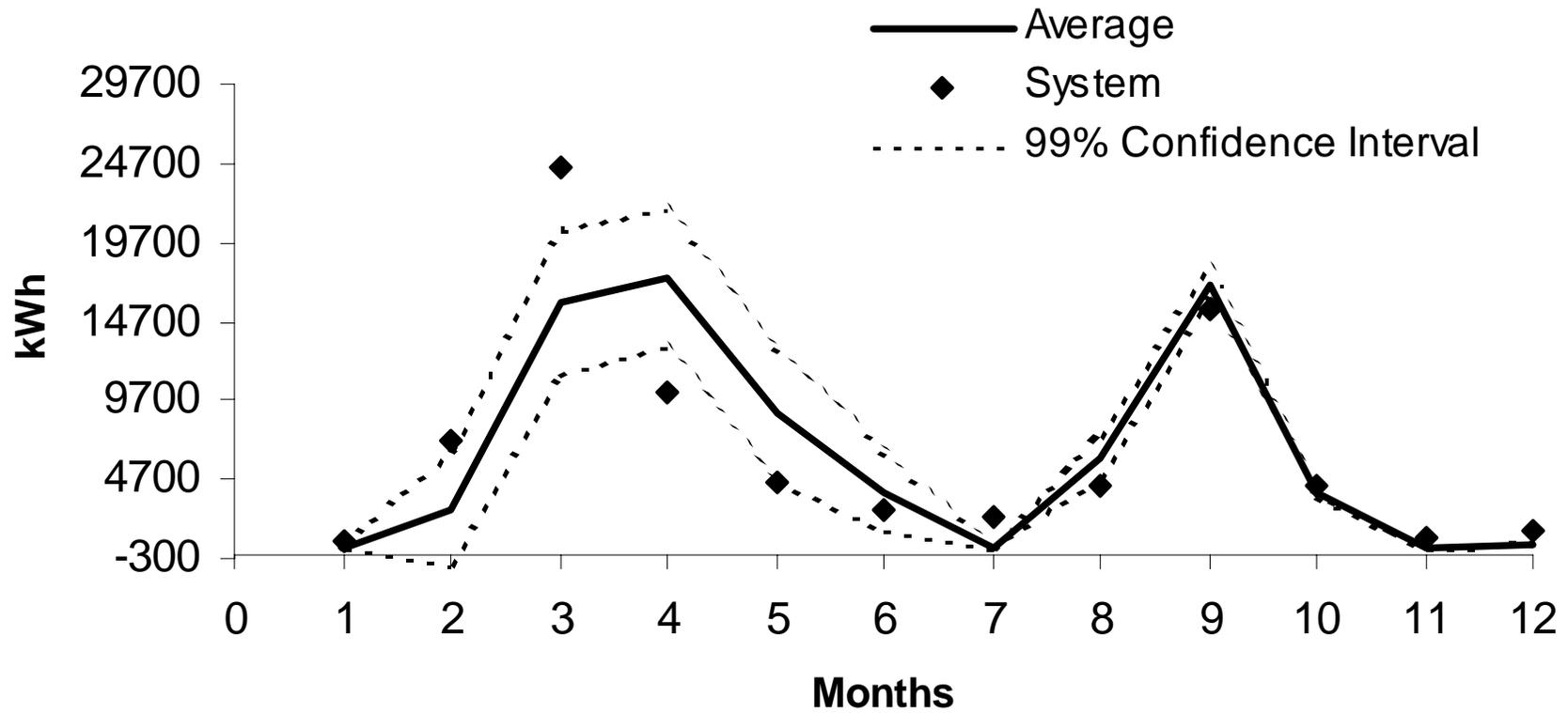
Limite superior $LS = M_s + t.Dp / \sqrt{n}$

Limite inferior $LS = M_s - t.Dp / \sqrt{n}$

Corn - First Crop



Monthly electric energy consumption



Experimentação Com Modelos

1. Análise de sensibilidade
2. Comparação de Cenários
3. Otimização
4. Simulação de Monte Carlo

Experimentação Com Modelos

Análise de Sensibilidade

1. Selecionar o conjunto de variáveis de entrada e parâmetros do sistema que maior impacto causam as variáveis de saída
2. Selecionar as variáveis de saída de maior importância
3. Rodar o modelo para as combinações dos valores das variáveis de entrada e parâmetros do sistema
4. Quantificar o impacto causado nas variáveis de saída.

Experimentação Com Modelos

Comparação de Cenários

1. Escolher os cenários a comparar
2. Configurar modelos para cada um dos cenários
3. Rodar o modelo o número de vezes necessária
4. Proceder a comparação dos resultados para cada cenário
5. Proceder a conclusão

Experimentação Com Modelos

Otimização

1. Escolher quais variáveis de saída que se deseja otimizar
2. Promover análise de sensibilidade e detectar as variáveis de entrada e parâmetros do sistema que mais impactam as variáveis selecionadas.
3. Proceder várias rodas até ser encontrada a situação ótima

Experimentação Com Modelos

Simulação de Monte Carlo

1. Aplica-se a modelos estocásticos
2. Passos
 1. Selecionar as variáveis de entrada, parâmetros do sistema e variáveis de saída.
 2. Proceder o número de rodas necessárias
 3. Analisar estatisticamente os valores aleatórios gerados para variáveis de entrada, parâmetros do sistema e variáveis de saída.
 4. Apresentar relatórios demonstrando os níveis de probabilidade para ocorrência dos valores acima.

Grato pela atenção.

Perguntas ???



Contatos: www.agais.com