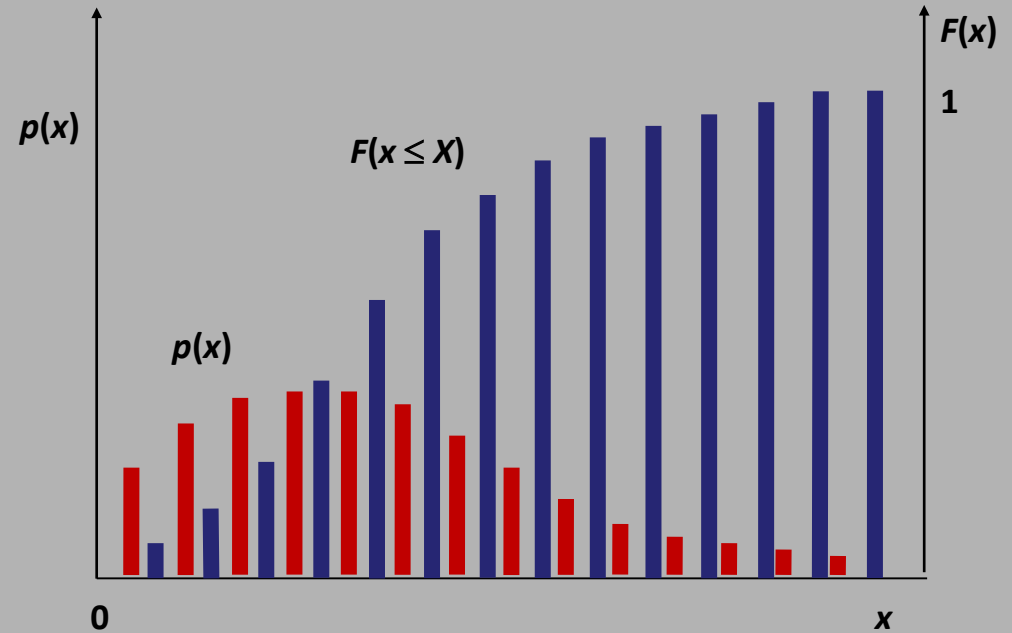
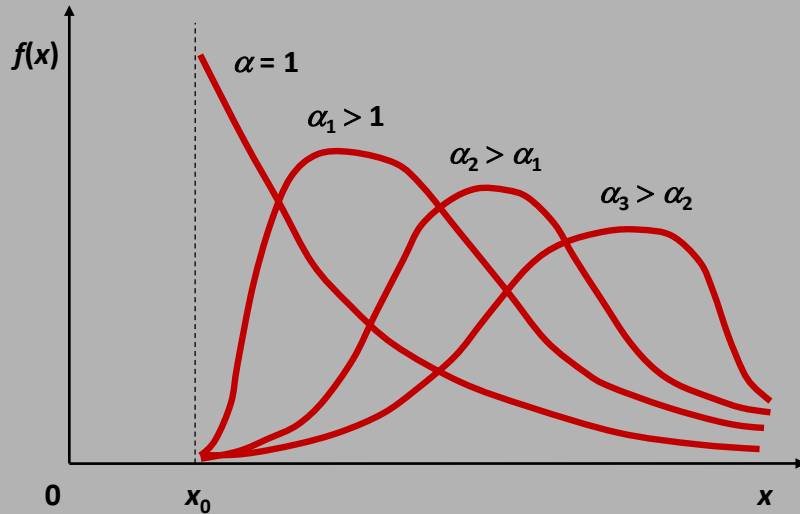


# Técnicas de Simulação



**Rui Assis**  
2018-19  
[rassis@rassis.com](mailto:rassis@rassis.com)  
[www.rassis.com](http://www.rassis.com)

# Metodologia e Avaliação da disciplina

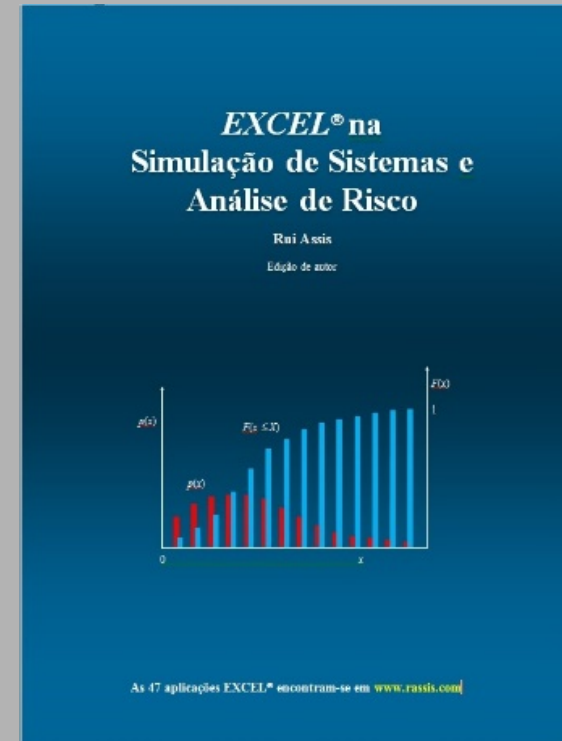
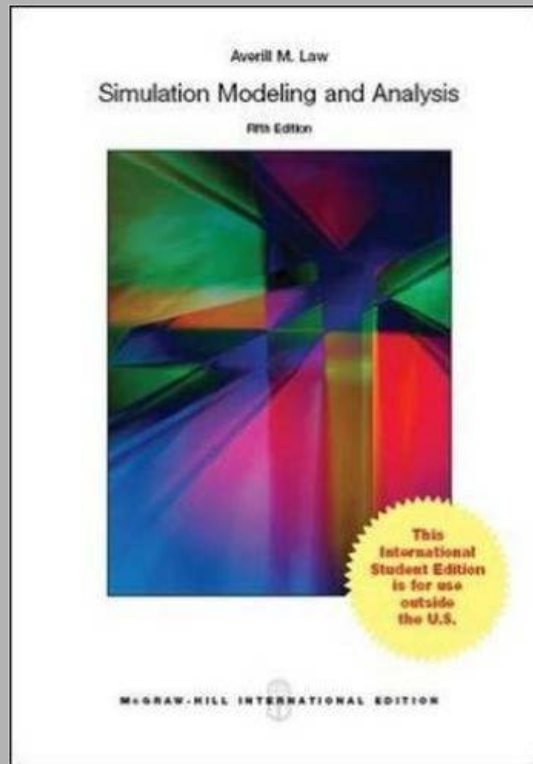
- Métodos **ativos** e **dedutivos** de exposição com o apoio da projecção de *slides* em POWER POINT.
- Resolução de **casos exemplificativos** recorrendo frequentemente ao EXCEL.
- A avaliação dos conhecimentos adquiridos será composta por **avaliação contínua** com base na **minha avaliação** durante as aulas e em **2 testes** individuais escritos, ambos com a mesma ponderação:
- A **avaliação contínua** será classificada ponderando três critérios com diferentes pesos:
  - Correção dos testes individuais escritos **50%**;
  - Correção dos casos TPC **20%**;
  - Grau de participação nas aulas **20%**;
  - Assiduidade **10%**.
- A classificação média mínima para dispensar ao exame é **12**.
- A nota do **exame** deverá ser igual ou superior a **10**.
- A **participação** nas aulas deve observar as seguintes regras:
  - Estar presente em 75% das aulas;
  - Ser pontual (a porta da sala **fecha 15 minutos** depois da hora de início);
  - Não usar o **telemóvel** na sala;
  - Apresentar o **TPC** realizado.



# Documentação recomendada

## *Simulation Modeling and Analysis,*

Averill M. Law, Mc Graw Hill, 2014



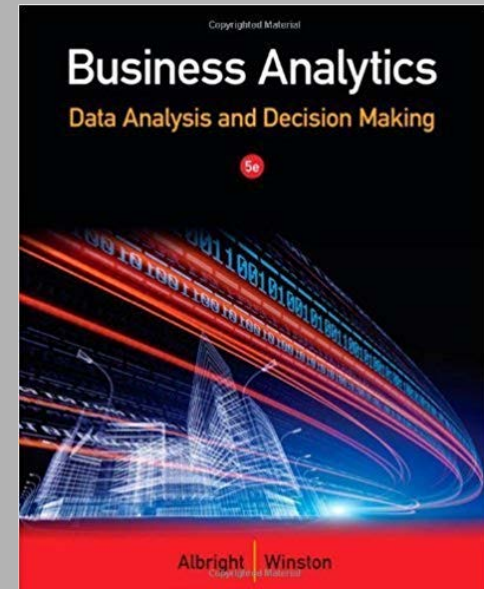
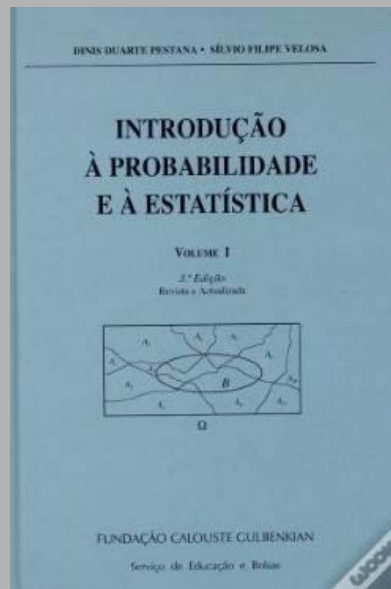
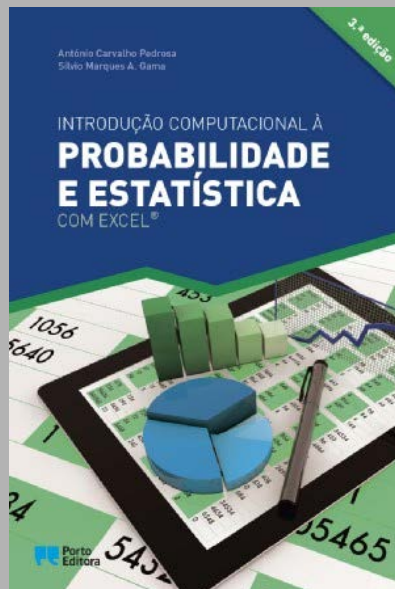
## **EXCEL na Simulação de Sistemas e Análise de Risco,**

Rui Assis, AMAZON, 2014 (revisto em 2018)

# Documentação opcional

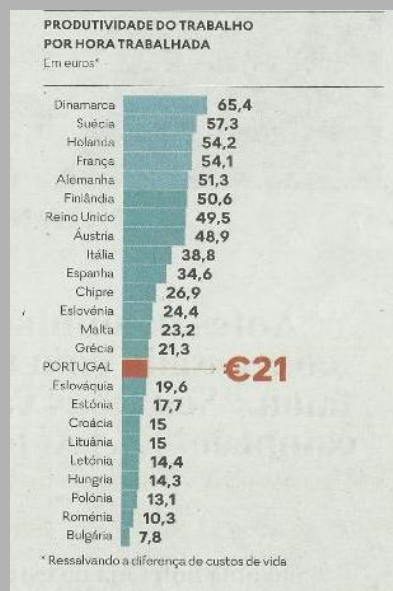
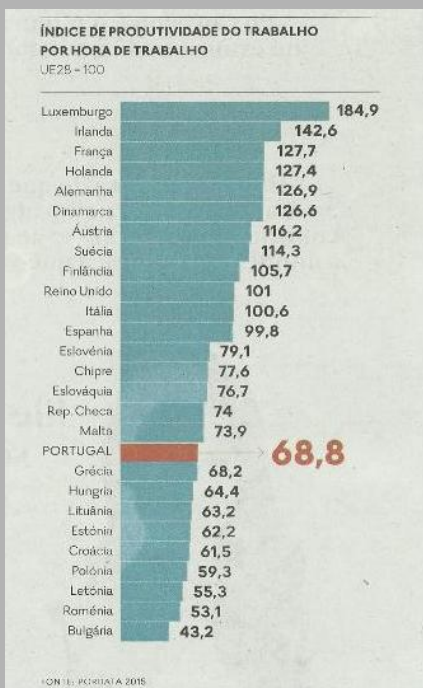
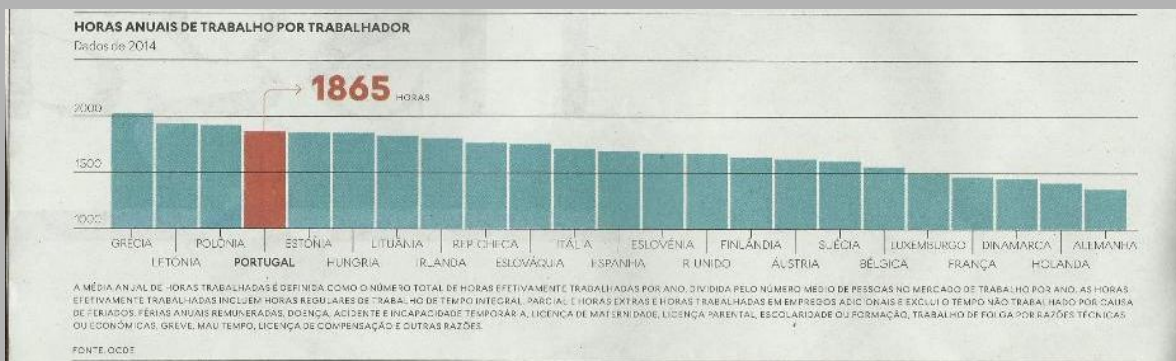
Para revisões consultar no site [www.matematica.pt](http://www.matematica.pt) a secção de vídeos da **Khan Akademy**.

1. **Livro:** Pedrosa, A.C., Gama, S.M. (3ª edição 2016), **Introdução computacional à Probabilidade e Estatística**, Porto Editora
2. **Livro:** Pestana, D.D., Velosa, S.F. (2008), **Introdução à Probabilidade e à Estatística**, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
3. **Livro:** Albright, S. Christian, Winston, Wayne L., **Business Analytics**, CENGAGE Learning, NY, USA





# Produtividade



Fonte:  
**PORDATA**

# *Software* de simulação discreta “EXTEND”



# Iniciação à simulação com o EXCEL

- Simulador cores.XLSX
- Qual o valor mais provável da soma dos resultados do lançamento de 2 dados? E de 3 dados?
- Área circunferência.XLSX
- Área quadrado.XLSX
- Intersecção rectas.XLSX



# Conceitos Gerais em Simulação

## Capítulo I do livro “ESSAR”

Descrevem-se:

- Os principais conceitos de um modelo de simulação e de que forma este pode ser usado para **prever o comportamento de um sistema real**, evitando assim consequências indesejáveis com a sua experimentação.
- O significado de **sistema**, de **modelo de um sistema** e de **simulação do seu funcionamento**.
- Os vários **tipos** de modelos de simulação.
- O significado de **aleatoriedade** e de risco.
- As **variáveis** a ter em conta num modelo de simulação de um sistema.
- As **fases** do ciclo de vida de um modelo de simulação.

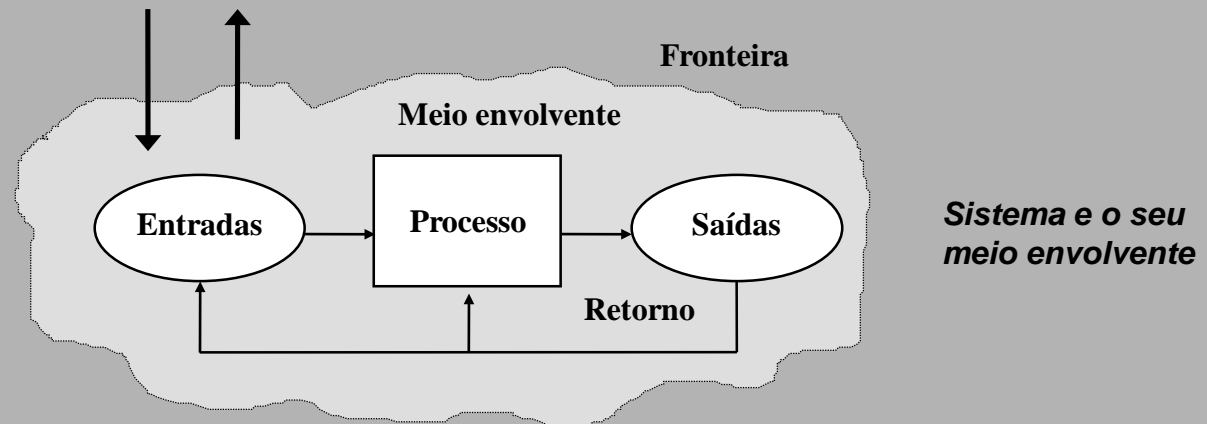




# Conceitos Gerais em Simulação

## Sistemas

- Conjunto de partes interactuantes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objectivo e efectuem determinada função.
- Ou, de outra forma: Conjunto de elementos interligados que interagem entre si e que funcionam de forma coordenada e deliberada.



## Ambiente

- O ambiente de um sistema é formado por um conjunto de elementos que não fazem parte do sistema, mas que podem produzir mudanças no estado do sistema.

# Conceitos Gerais em Simulação

## Sistemas abertos

- Basicamente, a teoria de sistemas afirma que estes são abertos e sofrem interações com o ambiente onde estão inseridos. Desta forma, a interação gera realimentações que podem ser positivas ou negativas, criando assim uma auto-regulação regenerativa, que por sua vez cria novas propriedades que podem ser favoráveis ou desfavoráveis para o todo independentemente das partes. Toda a organização é um sistema aberto.

## Sistemas fechados

- Esses sistemas são aqueles que não sofrem influência do meio ambiente no qual estão inseridos, de tal forma que ele se alimenta dele mesmo (excluído deste curso).

## Modelos de sistemas

- A teoria dos sistemas tenta compreender a essência da relação entre objectos através da identificação dos seus traços comuns. A anestesia de um paciente para bloquear o seu sistema neuromuscular e uma válvula que regula a admissão de vapor sobreaquecido numa turbina possuem uma enorme semelhança na perspectiva dos sistemas e podem ambos ser representados por um modelo de Wiener (retroacção) com a mesma estrutura.



# Conceitos Gerais em Simulação

## Simplificação da realidade

- Os modelos são uma forma simplificada de representação da realidade de um sistema, de modo a evitar ter em conta detalhes que pouco ou nada pesam no objectivo do estudo e só acrescentam na complexidade. Um modelo é pois uma representação simplificada das relações de dependência entre as variáveis de um sistema.

## Simulação

- Um modelo é descrito por equações matemáticas que representam relações existentes entre as variáveis do sistema. Resolvendo numericamente estas equações “simulamos” o funcionamento do sistema e podemos, de forma rápida, segura e económica, encontrar as respostas à questão: “O que é que acontece se...?”
- Nos sistemas abertos, a interacção com o mundo exterior (meio ambiente) é realizada através de três tipos de variáveis:
  - Variáveis que podemos manipular (de decisão);
  - Variáveis que podemos medir (intermédias ou de saída);
  - Variáveis que não podemos controlar (de perturbação ou independentes).
- Um sistema de controlo e decisão não é mais do que um algoritmo que permite calcular o valor das variáveis manipuláveis (de decisão) para que as variáveis de medida (intermédias ou de saída) assumam valores desejados, pesem embora as variáveis de perturbação (independentes).



# Conceitos Gerais em Simulação

## Tipos de variáveis

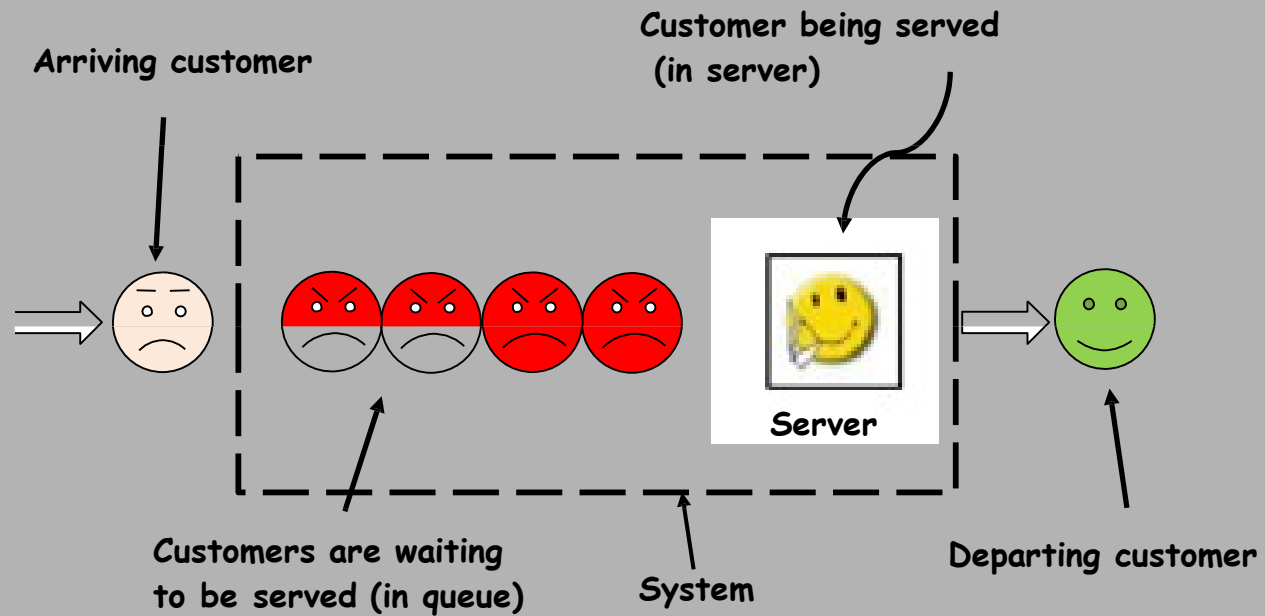
- Variáveis que podemos manipular (de decisão);
- Variáveis que podemos medir (intermédias ou de saída);
- Variáveis que não podemos controlar (de perturbação ou independentes).

Um sistema de controlo e decisão não é mais do que um algoritmo que permite calcular o valor das variáveis manipuláveis (de decisão) para que as variáveis de medida (intermédias ou de saída) assumam valores desejados, pesem embora as variáveis de perturbação (independentes).

Voltaremos a estes temas **após** alguns exemplos de modelos de simulação.



# Estrutura de uma fila de espera



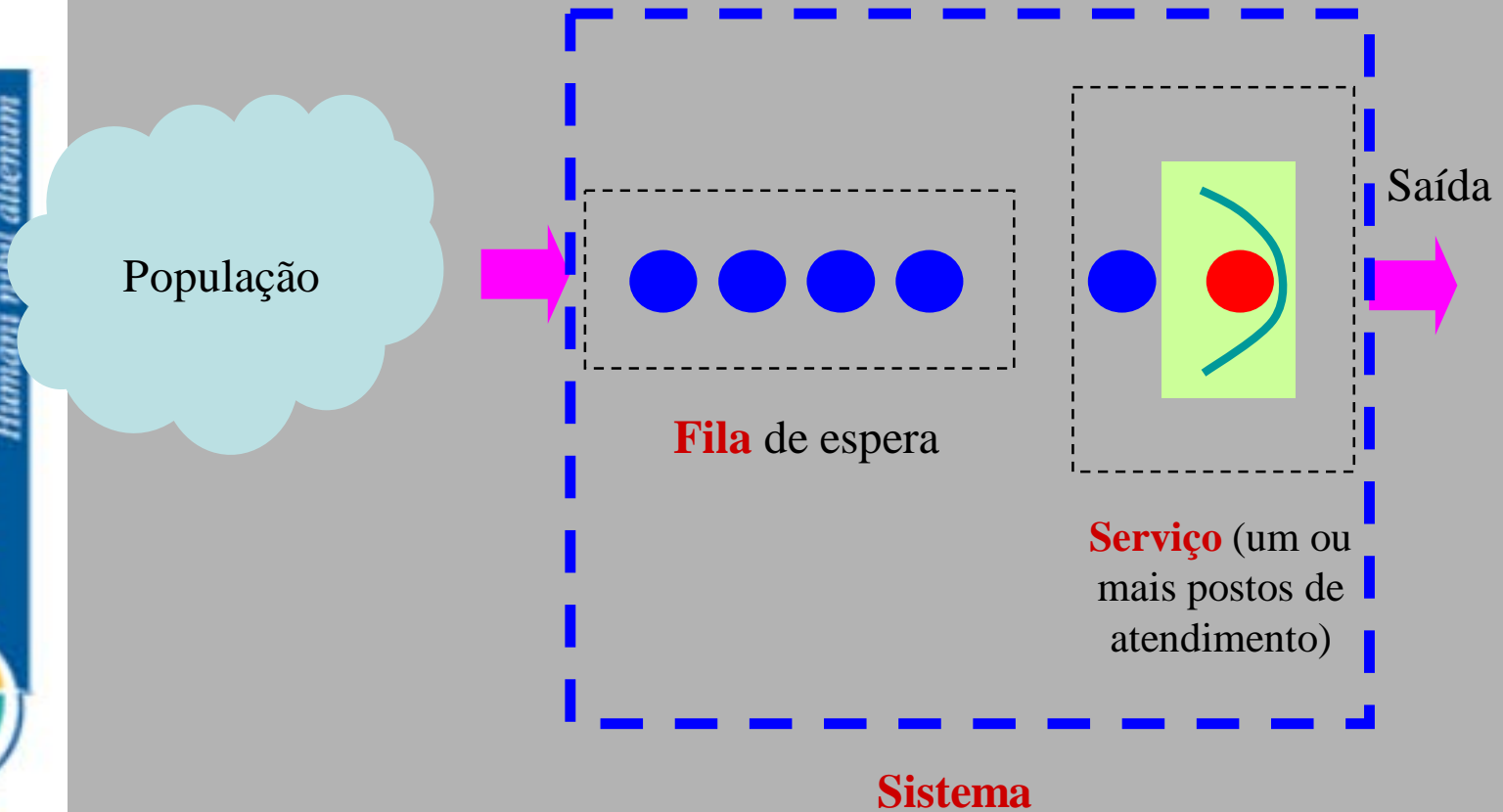
Fonte: Banks, Carson, Nelson & Nicol

Discrete-Event System Simulation – slide 15



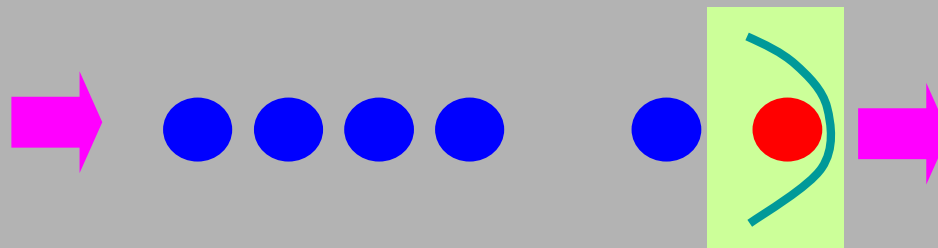


# Estrutura de uma fila de espera

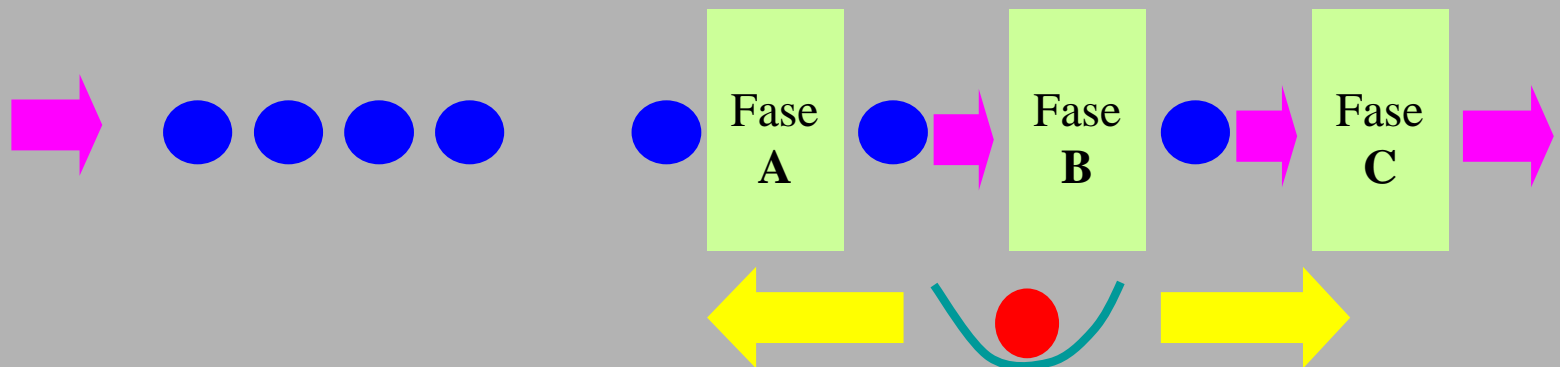


# Configuração de uma fila de espera

Um atendedor, uma fase (monocanal, monofase)

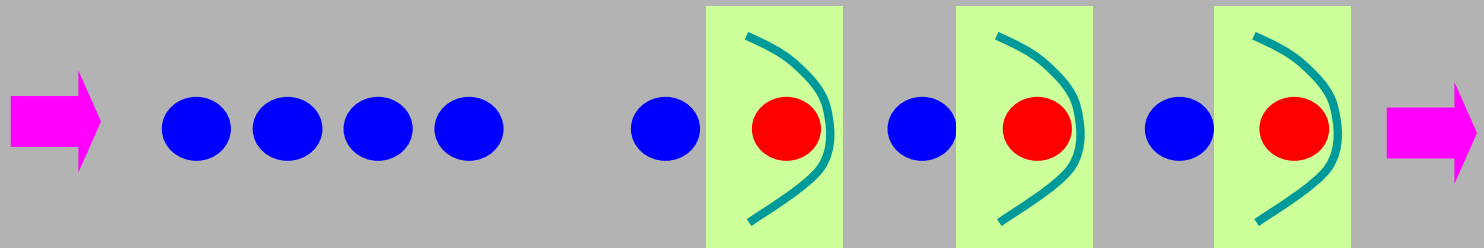


Um atendedor, múltiplas fases (monocanal, multifase)

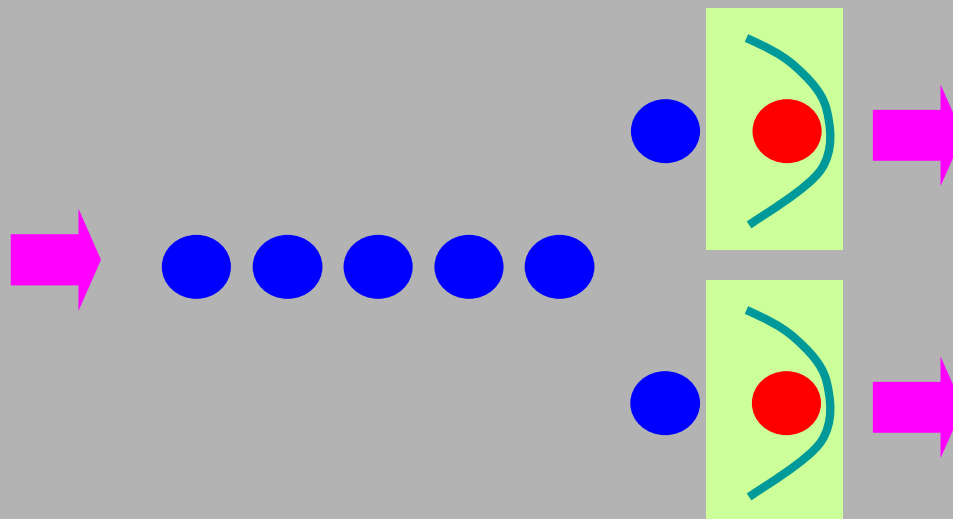


# Configuração de uma fila de espera

Múltiplos atendedores, múltiplas fases (monocanal, multifase)

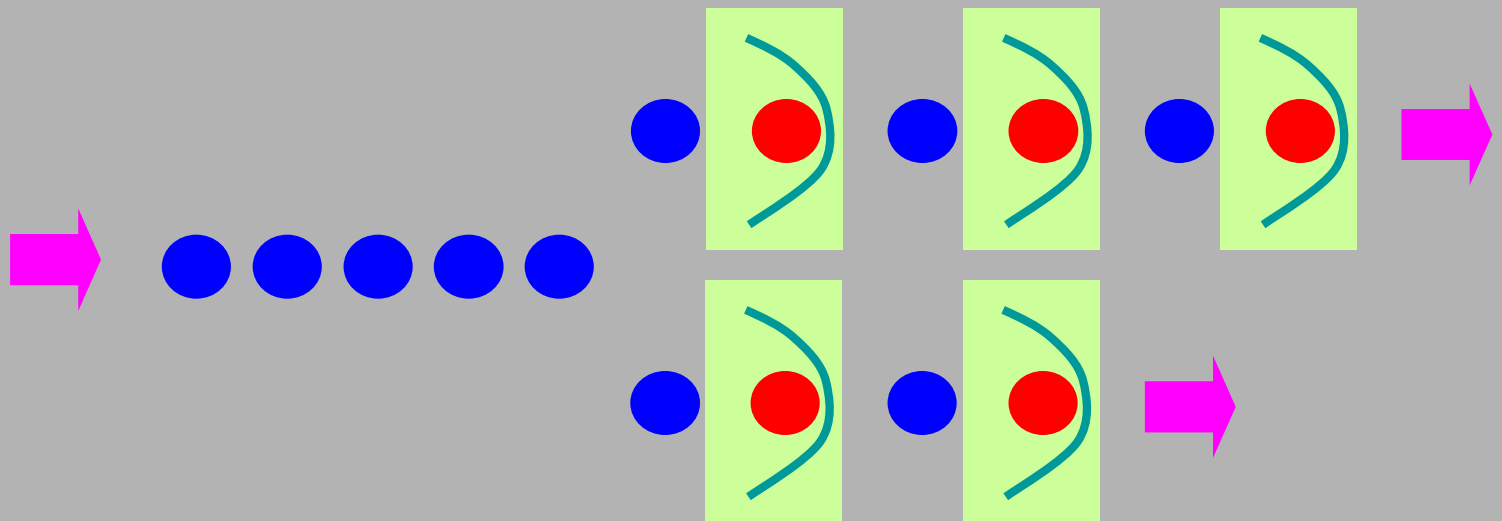


Múltiplos atendedores, uma fase (multicanal, monofase)

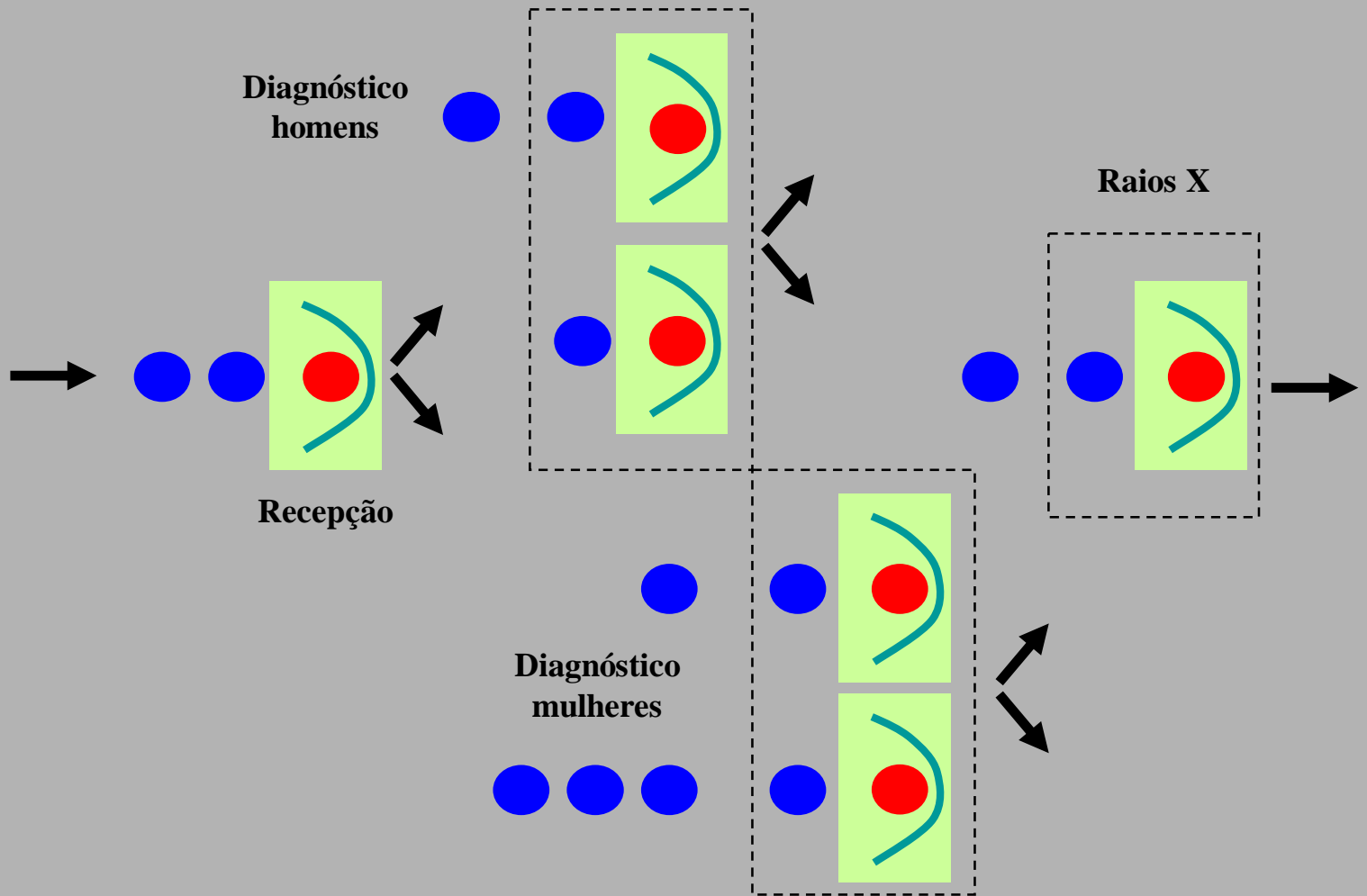


# Configuração de uma fila de espera

Múltiplos atendedores, múltiplas fases (multicanal, multifase)



# Redes de filas de espera





# Websites relacionados com interesse

- [Software RISK](#) (simulação: *add-on* para o Excel)
- [Software Crystal Ball](#) (simulação: *add-on* para o Excel)
- [Software EXTEND](#) (simulação de processos industriais e de serviços)
- [Software MEDMODEL](#) (simulação em serviços de saúde)

