



**Universidade Federal do Espírito Santo - Centro Tecnológico**  
**Departamento de Informática**  
**Processos Estocásticos Aplicados à Computação**

## **Aplicação de Cadeias de Markov na Simulação de um Jogo de Tênis**

**Giselle de Souza Pereira**  
**Maria Júlia Damasceno Miranda Nolasco**

## 1. Introdução

Uma partida de ténis pode ser modelada através de um processo estocástico, neste presente trabalho veremos a modelagem através de Cadeias de Markov, onde o próximo estado do jogo dependerá apenas do estado atual e não de resultados passados.

Optou-se para a implementação a linguagem Java, a probabilidade de cada jogador (A e B) são definidas por uma função randômica (em cada caso) e utilizamos a mesma probabilidade para 30 simulações distintas para os dois casos definidos na especificação: 1) onde Jogador A é muito melhor que Jogador B e 2) os jogadores possuem nível técnico equivalentes. Ao final teremos 60 arquivos com os detalhes de cada simulação para ambos os casos e 2 arquivos de estatísticas gerais como: o número de partidas ganhas por jogador em cada simulação. informações relacionadas ao desempenho individual de cada jogador.

Foram definidos a classe Jogador, a classe Ponto, a classe Game, a classe Set e a classe Partida. Mais explicações no vídeo de apresentação.

## 2. Análises

- Na partida 1 o jogador A é muito melhor que o jogador B. Nessa simulação, usamos  $p = 0,76$  e  $q = 0,26$ .
- Na partida 1 o jogador A é muito melhor que o jogador B. Nessa simulação, usamos  $p = 0,53$  e  $q = 0,47$ .

- **Estatísticas para um espaço amostral de 3 partidas:**

- **PARTIDA 1**
- Média de vitórias de A: 1.0
- Média de vitórias de B: 0.0
- Desvio Padrão de vitórias de A: 0
- Desvio Padrão de vitórias de B: 0
- **PARTIDA 2**
- Média de vitórias de A: 1.0
- Média de vitórias de B: 0.0
- Desvio Padrão de vitórias de A: 0
- Desvio Padrão de vitórias de B: 0

- **Estatísticas por Partida:**

- **PARTIDA 1**
- Média de Pontos de A: 50
- Média de Pontos de B: 14
- Desvio Padrão de pontos de A: 0.81
- Desvio Padrão de pontos de B: 4.32
- **PARTIDA 2**
- Média de Pontos de A: 78,33

- Média de Pontos de B: 66,66
  - Desvio Padrão de pontos de A: 10.96
  - Desvio Padrão de pontos de B: 10.65
- Estatísticas por Set:
  - **PARTIDA 1**
  - Média de games de A: 6,33
  - Média de games de B: 6
  - Desvio Padrão de games de A: 0.47
  - Desvio Padrão de games de B: 0
  - **PARTIDA 2**
  - Média de Pontos de A: 6.33
  - Média de Pontos de B: 3.00
  - Desvio Padrão de sets de A: 0,47
  - Desvio Padrão de sets de B: 1.63
- Qual a distribuição do número de sets, games e pontos nas Partidas 1 e 2? Mostre uma análise estatística baseada em média e desvio padrão em cada caso.
  - **PARTIDA 1**
  - Média de Pontos de A: 78,9
  - Média de Pontos de B: 69,23
  - Desvio Padrão de pontos de A: 17.34
  - Desvio Padrão de pontos de B: 20,54
- Estatísticas por Sets:
  - **PARTIDA 1**
  - Média de games de A: 5,5
  - Média de games de B: 3.79
  - Desvio Padrão de games de A: 1,49
  - Desvio Padrão de games de B: 1,78
- Estatísticas por Games:
  - Média de sets de A: 2
  - Média de sets de B: 0,41
  - Desvio Padrão de sets de A: 0
  - Desvio Padrão de sets de B: 0,5
- **10 simulações da Partida 1:**
  - Simulações escolhidas aleatoriamente:  
5,6,9,10,17,18,21,24,28,30
  - **Partidas Vencidas**

- Média de vitórias de A: 1
- Média de vitórias de B: 0
- Desvio Padrão de vitórias de A: 0
- Desvio Padrão de vitórias de B: 0
- **Sets Vencidos**
- Média de sets vencidos por A por partida: 2
- Média de sets vencidos por B por partida: 0
- Desvio Padrão de sets vencidos por A por partida: 0
- Desvio Padrão de sets vencidos por B por partida: 0
- **Estatísticas de Set**
- Média do total de sets por partida: 2
- Desvio Padrão do total de sets por partida: 0
- **Games Vencidos**
- Média de games vencidos por A por partida: 12
- Média de games vencidos por B por partida: 0,9
- Desvio Padrão de games vencidos por A por partida: 0
- Desvio Padrão de games vencidos por B por partida: 0.83
- **Estatísticas de Games**
- Média do total de games por set: 6,47
- Desvio Padrão do total de games por set: 0,75
- Média do total de games por partida: 12,9
- Desvio Padrão do total de games por partida: 0,83
- **Pontos por Partida**
- Média de pontos por A por partida: 51,9
- Média de pontos por B por partida: 16,1
- Desvio Padrão de pontos por A por partida: 2,62
- Desvio Padrão de pontos por B por partida: 5,64
- **Estatísticas de Pontos**
- Média do total de pontos por set: 34
- Desvio Padrão do total de pontos por set: 7,19
- Média do total de pontos por partida: 68
- Desvio Padrão do total de pontos por partida: 8,12

- **10 simulações da Partida 2:**

- Simulações escolhidas aleatoriamente:  
5,6,9,10,17,18,21,24,28,30
- **Partidas Vencidas**
- Média de vitórias de A: 0,9
- Média de vitórias de B: 0,1
- Desvio Padrão de vitórias de A: 0,3
- Desvio Padrão de vitórias de B: 0,3
- **Sets Vencidos**
- Média de sets vencidos por A por partida: 1,9

- Média de sets vencidos por B por partida: 0,4
- Desvio Padrão de sets vencidos por A por partida: 0,3
- Desvio Padrão de sets vencidos por B por partida: 0,66
- **Estatísticas de Set**
- Média do total de sets por partida: 2,3
- Desvio Padrão do total de sets por partida: 0,458
- **Games Vencidos**
- Média de games vencidos por A por partida: 13,1
- Média de games vencidos por B por partida: 7,1
- Desvio Padrão de games vencidos por A por partida: 1,3
- Desvio Padrão de games vencidos por B por partida: 1,7
- **Estatísticas de Games**
- Média do total de games por set: 9,3
- Desvio Padrão do total de games por set: 1,67
- Média do total de games por partida: 21,6
- Desvio Padrão do total de games por partida: 4,24
- **Pontos por Partida**
- Média de pontos por A por partida: 77,6
- Média de pontos por B por partida: 67,7
- Desvio Padrão de pontos por A por partida: 14,36
- Desvio Padrão de pontos por B por partida: 21,03
- **Estatísticas de Pontos**
- Média do total de pontos por set: 62,4
- Desvio Padrão do total de pontos por set: 13,58
- Média do total de pontos por partida: 145,3
- Desvio Padrão do total de pontos por partida: 35,12

### 3. Resultados

Podemos ver que mesmo mudando os espaços amostrais, na partida 1, o jogador A sempre ganha. Já na partida 2 vemos que, ainda que o jogador A ganhe a maioria das partidas, o jogador B consegue ganhar algumas ainda. E a média de pontos do jogador B nas partidas 2 é muito maior que sua média de pontos nas partidas 1.