

MAC 5758

-

**Introdução ao Escalonamento
e Aplicações**

Márcio Hasegawa – 4894760
Prof. Alfredo Goldman

Escalonamento no Futebol

- Intensa busca pelo profissionalismo
 - Minimização de custos
 - Maximização do tempo de descanso / treino
 - Maximização da justiça dos critérios utilizados

Tabelamento de Jogos

- A criação de tabelas de jogos justas é uma tarefa difícil, existem muitos fatores a serem levados em conta
- Para se encontrar uma boa solução , é necessário que se estabeleçam critérios de otimização

Modelo do Campeonato

- Para modelagem do problema, será utilizado o modelo presente nas séries A e B do Campeonato Brasileiro de Futebol:
 - Participação de 20 equipes
 - Definição de 38 rodadas de 10 jogos cada
 - Cada equipe joga contra seus 19 oponentes 2 vezes
 - A sequência dos 19 primeiros jogos têm que ser a mesma dos últimos 19 apenas com mando de campo invertido

Critérios de Justiça

- Nenhuma equipe pode jogar mais que 3 jogos consecutivos em casa
- Nenhuma equipe pode jogar mais que 3 jogos consecutivos fora de casa

Condições da Solução

- Uma equipe têm que mandar todos os seus jogos em um único estádio
- Todas as equipes necessariamente jogam todas as rodadas
- Nenhuma equipe joga mais que um jogo por rodada
- Uma equipe com jogos consecutivos fora de casa, vai direto de uma localidade a outra, sem retornar à própria cidade

Objetivo

- Minimizar a distância do percurso viajado pelas equipes ao longo do campeonato

Primeira Solução

- Backtracking
 - Positivo: sempre encontra a solução ótima
 - Negativo: são muitas opções a serem testadas.
- Somente a primeira rodada têm 194.560 possibilidades de agendamento de jogos
- No total, têm de ser analisadas $2,9062 \times 10^{130}$ combinações existentes

Segunda Solução

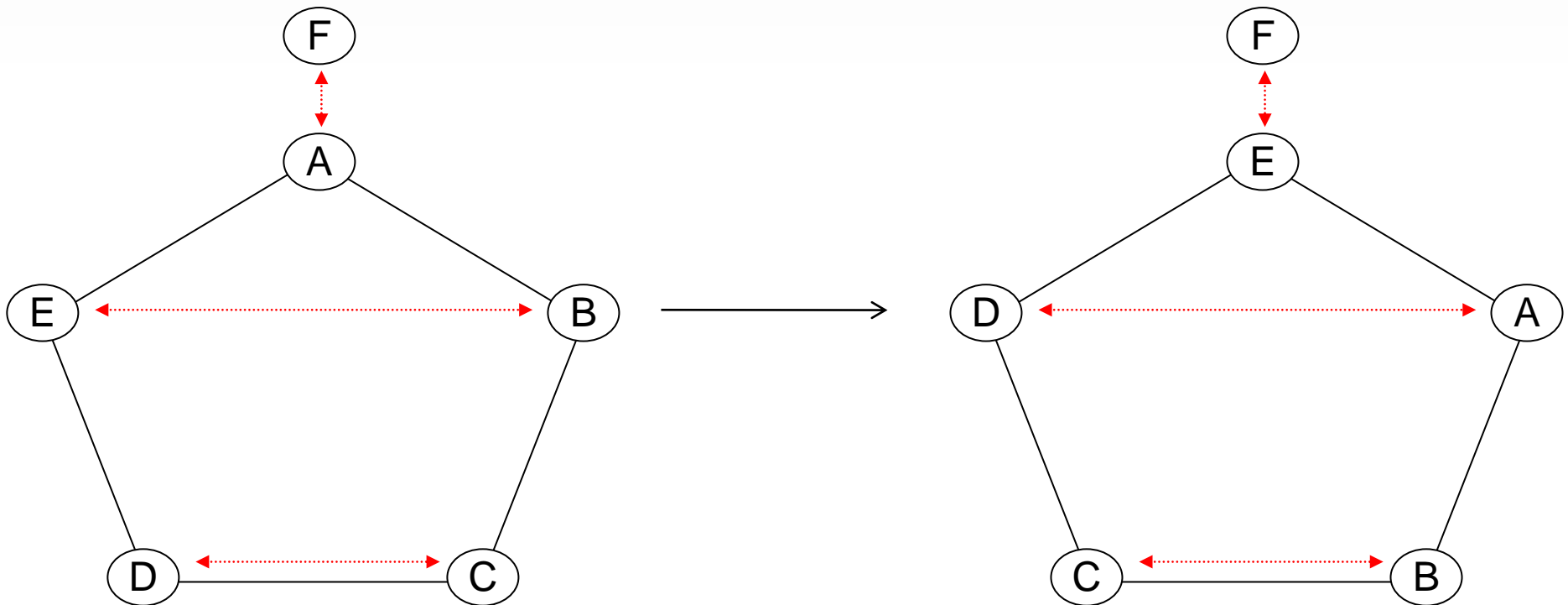
- Proposta por Celso Ribeiro e Sebastián Urrutia
- Dividida em 2 passos:
 - I. Construir uma boa solução inicial
 - II. Otimizar a solução encontrada

I - Construção da Solução Inicial

- Dividida em 3 passos:
 - a) Encontrar um escalonamento entre times fictícios
 - b) Associar times reais aos fictícios
 - c) Definir mando de campo

I.a - Escalonamento

- Algoritmo simples: Método do polígono
 - Exemplo com 6 equipes:



I.a – Escalonamento (cont)

- Solução do escalonamento de jogos:

	Times					
Rodada	A	B	C	D	E	F
1 e 6	F	E	D	C	B	A
2 e 7	D	C	B	A	F	E
3 e 8	B	A	E	F	C	D
4 e 9	E	D	F	B	A	C
5 e 10	C	F	A	E	D	B

I.b - Associação

- Regra simples para associação:
 - Equipes devem jogar consecutivamente contra equipes cujos estádios possuem pequenas distâncias
 - Cria-se uma tabela em que são colocados quantas vezes um par de times joga contra uma mesma sequência de adversários seguidamente
 - Pares de times reais com estádios próximos são associados a pares de times fictícios com valores altos na tabela

I.b – Associação (cont)

- Tabela Resultante:

	Times					
Times	A	B	C	D	E	F
A	0	1	6	5	2	4
B	1	0	2	5	6	4
C	6	2	0	2	5	3
D	5	5	2	0	2	4
E	2	6	5	2	0	3
F	4	4	3	4	3	0

I.c – Mando de Campo

- Definem-se mandos de campos semi-aleatórios cumprindo a regra que as equipes não podem jogar 3 jogos consecutivos em casa nem fora
- Randomicamente se sorteiam jogos para alteração do mando de campo e testa-se se a nova solução é melhor que a anterior
- Após um número definido de testes falhos, a solução é considerada boa

II - Otimização

- Para definição da solução, serão utilizadas meta-heurísticas baseadas em busca local
 - Tenta-se melhorar a solução atual através de mudanças simples na mesma (soluções vizinhas)

II – Otimização (cont)

- Podem ser utilizadas 4 operações:
 - a) Inversão de mando de campo
 - b) Inversão de oponentes
 - c) Inversão de rodadas
 - d) Definição de um jogo específico

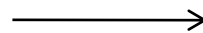
II.a – Inversão de Mando de Campo

- Inverte-se o mando de campo de um determinado jogo
 - 1º turno: $A \times B \rightarrow B \times A$
 - 2º turno: $B \times A \rightarrow A \times B$

II.b – Inversão de Oponentes

- Seleccionam-se 2 times e seus oponentes são invertidos

	Times	
Rodada	A	B
1 e 6	F	E
2 e 7	D	C
3 e 8	B	A
4 e 9	E	D
5 e 10	C	F



	Times	
Rodada	A	B
1 e 6	E	F
2 e 7	C	D
3 e 8	B	A
4 e 9	D	E
5 e 10	F	C

II.c – Inversão de Rodadas

- Seleccionam-se 2 rodadas e a posição em que elas se encontram é invertida

	Times					
Rodada	A	B	C	D	E	F
1 e 6	F	E	D	C	B	A
2 e 7	D	C	B	A	F	E



	Times					
Rodada	A	B	C	D	E	F
1 e 6	D	C	B	A	F	E
2 e 7	F	E	D	C	B	A

II.d – Definição de Jogos Específicos

- Define-se que um time A e um time B têm que jogar com mando de A na rodada n
 - São feitas todas as modificações necessárias na tabela para que não existam conflitos
 - É executada um número reduzido de vezes dado o seu custo computacional

II – Otimização (cont)

- As operações vão sendo aplicadas de forma semi-randômica na melhor solução encontrada
- Quando um número pré-definido de modificações forem realizadas sem que se encontre uma solução melhor, a solução é considerada final
 - Simulated Annealing (Arrefecimento Simulado)

Resultados

- Em comparação com a tabela utilizada na série A do Campeonato Brasileiro de Futebol de 2003, conseguiu-se através do algoritmo uma redução de quase 50% da distância viajada pelas equipes
- A distância viajada pelas equipes nesta edição foi de 1.048.134 Km e na solução encontrada, o valor foi de 506.433 Km

Possíveis Melhorias

- Impossibilidade de jogos de duas equipes de uma mesma cidade em casa na mesma rodada (segurança)
- Boa distribuição dos clássicos ao longo do campeonato (justiça)
- Disponibilidade de jogos dos times importantes fora de casa todas as rodadas (televisão)
- Verificar se há conflitos com o campeonato da série B

Referências

- Ribeiro, C. C. & Urrutia, S. "Heuristics for the Mirrored Traveling Tournament Problem", 2004
- Biajoli, F. L. & Lorena, L. A. N. "Mirrored Traveling Tournament Problem: An Evolutionary Approach", 2006
- Biajoli, F. L., Mine, O. M., Chaves, A. A. & Souza, M. J. F. "Escala de Jogos de Torneios Esportivos: Uma Abordagem Via Simulated Annealing", 2003