

MO824F/MC918A – Tópicos em Otimização Combinatória

Segundo semestre de 2014

Professor responsável:

Fábio Luiz Usberti (fusberty@ic.unicamp.br) – sala 15 – IC1.

Professor colaborador:

Celso Cavellucci (celsocv@denis.fee.unicamp.br)

Laboratório de Otimização de Redes de Energia (LABORE) - FEEC.

1 Página da Disciplina

Página do Ensino Aberto da UNICAMP:

<http://www.unicamp.br/ea/>

2 Horário das Aulas

Dia	Horário	Sala
Segunda	19 – 21	CC52
Quinta	19 – 21	CC52

3 Ementa

O curso envolve o estudo de publicações recentes em otimização combinatória aplicadas a problemas de pesquisa operacional. Exemplos de problemas abordados são roteamento, transporte, escalonamento, corte, empacotamento, planejamento e manufatura. Formulações matemáticas, envolvendo programação linear inteira e inteira mista, são investigadas. Metodologias de solução, como heurísticas e algoritmos exatos, são exploradas para diferentes problemas. Ao final do curso, espera-se que o aluno seja capaz de propor formulações matemáticas e métodos de solução para problemas de otimização de grande porte com aplicações práticas.

4 Programa

1. Modelagem de problemas: princípios do processo de modelagem matemática.
2. Programação linear: problemas, formulações, método gráfico e algoritmo simplex.
3. Programação linear inteira: formulações, otimalidade, relaxações, limitantes e método "branch-and-bound".
4. Metaheurísticas populacionais, por trajetória e de múltiplos reinícios (ex: algoritmos genéticos, busca tabú e GRASP).
5. Artigos selecionados com problemas e metodologias de otimização combinatória aplicadas a problemas de pesquisa operacional.

5 Critério de Avaliação

A avaliação da disciplina será composta por exercícios em aula e exercícios de programação, um projeto de otimização e uma prova teórica. Qualquer tentativa de fraude nos exercícios, provas ou trabalhos de programação implicará em **média final zero** no semestre para todos os envolvidos.

5.1 Prova

Haverá uma prova dissertativa no dia **4 de dezembro** (quinta-feira) cobrindo os tópicos abordados durante o semestre.

5.2 Atividades

Ao longo do semestre serão realizadas n atividades, algumas em sala de aula, com a aplicação de um exercício. Também serão realizadas atividades extra-classe, exigindo implementações de metodologias de otimização. A nota de atividades A será calculada como:

$$A = \frac{A_1 + \dots + A_n}{n}$$

Onde $A_i \in [0, 10]$ é a nota da i -ésima atividade.

5.3 Projeto Computacional

Os alunos deverão elaborar um projeto computacional, aplicando uma metodologia de solução (heurística ou exata) para um problema de otimização combinatória. A avaliação do projeto de otimização ocorrerá em duas etapas, ambas incluindo uma exposição oral em aula:

1. **Proposta de projeto** (apresentação 13/10 e 16/10; entrega 20/10): Um texto de 7 a 10 páginas com as seguintes informações:
 - *Título*: o título deve conter a denominação do problema e a metodologia de solução proposta.
 - *Resumo*: objetivos do trabalho e informações sobre o problema, a metodologia de solução proposta e como ocorrerá a avaliação dos resultados.
 - *Introdução*: descrição formal do problema, que deve incluir: formulação matemática, revisão bibliográfica do problema (e/ou problemas relacionados) e metodologias previamente utilizadas.
 - *Metodologia*: justificativa e descrição das técnicas de otimização a serem exploradas na solução do problema. Descrever as técnicas de otimização moldando-as ao problema de otimização combinatória proposto.
 - *Avaliação dos Resultados*: descrição dos experimentos computacionais propostos, das instâncias a serem adotadas e de como se pretende realizar a avaliação dos resultados.
 - *Referências Bibliográficas*: conjunto de livros e artigos de referência para a contextualização do trabalho frente à literatura.
2. **Relatório final do projeto** (entrega 11/12; apresentação 11/12 e 15/12): Um texto de 12 a 15 páginas com as seguintes informações:
 - *Título*: o título deve conter a denominação do problema e a metodologia de solução proposta.

- *Resumo*: objetivos do trabalho e informações sobre o problema, a metodologia de solução e qualidade dos resultados obtidos.
- *Introdução*: descrição formal do problema, que deve incluir: formulação matemática, revisão bibliográfica do problema (e/ou problemas relacionados) e metodologias previamente utilizadas.
- *Metodologia*: justificativa e descrição das técnicas de otimização que foram adotadas na solução do problema. Fornecer todas as informações necessárias, incluindo pseudo-códigos, que permitam a reprodutibilidade do trabalho.
- *Resultados e Discussão*: descrição dos experimentos computacionais, instâncias utilizadas e discussão dos resultados obtidos, comparando-os quando possível com resultados da literatura.
- *Conclusões*: discutir como os objetivos proposto foram atingidos e quais foram as principais contribuições do trabalho. Comentar sobre possíveis vertentes a serem exploradas em trabalhos futuros.
- *Referências Bibliográficas*: conjunto de livros e artigos de referência para a contextualização do trabalho frente à literatura.

3. **Nota do projeto**: A nota T do projeto computacional será calculada como:

$$T = \frac{T_{proposta} + 4T_{final}}{5}$$

Onde $T_{proposta} \in [0, 10]$ corresponde à nota da proposta do projeto e $T_{final} \in [0, 10]$ corresponde à nota do relatório final do projeto, respectivamente. **Obs**: O recebimento da nota de projeto computacional exige a exposição oral em aula da proposta e do relatório final do projeto.

5.4 Médias Parcial e Final

A média parcial MP do semestre será calculada como:

$$MP = \frac{4T + 3P + 3A}{10}$$

Alunos de pós-graduação: O conceito final para os alunos de pós-graduação será dado de acordo com a tabela abaixo:

Média parcial	Conceito final
$8.5 \leq MP \leq 10$	A
$7.0 \leq MP < 8.5$	B
$5.0 \leq MP < 7.0$	C
$MP < 5.0$	D

Alunos com frequência inferior a 75% ficarão com conceito final E.

Alunos de graduação: Alunos com $MP \geq 5$ são aprovados. Alunos com $MP < 2.5$ são reprovados sem direito a exame. Alunos com $2.5 \leq MP < 5$ e frequência às aulas maior ou igual a 75% podem realizar o exame. Dado que EX é a nota do exame, a média final MF será calculada como:

$$MF = \begin{cases} \frac{MP + EX}{2} & \text{se o aluno fez exame} \\ MP & \text{caso contrário} \end{cases}$$

6 Atendimento

Para atendimento extra-classe, envie uma mensagem pelo ensino aberto para um dos professores.

7 Bibliografia

1. F.S. Hillier, G.J. Lieberman. **Introduction to operations research**, Mc Graw-Hill, 2009.
2. D. Bertsimas, J.N. Tsitsiklis. **Introduction to Linear Optimization**, Athena Scientific, 1997.
3. M.C. Goldbarg, H.P.L. Luna. **Otimização combinatória e programação linear : modelos e algoritmos**, Campus, 2005.
4. M. Arenales, V. Armentano, R. Morabito, H. Yanasse. **Pesquisa Operacional para cursos de engenharia: Modelagem e algoritmos.**, Campus, 2007.
5. L.A. Wolsey. **Integer Programming**, Wiley-Interscience, 1998.
6. C.H. Papadimitriou, K. Steiglitz. **Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity**, Dover, 1998.
7. E. Lawler. **Combinatorial Optimization: Networks and Matroids**, Dover, 2001.
8. G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey. **Integer and Combinatorial Optimization**, Wiley-Interscience, 1999.

Tabela 1: Calendário aproximado da disciplina.

Mês	Dia	Evento	Tema
Setembro	1, segunda-feira	Início das aulas; aula expositiva	Introdução à Pesquisa Operacional
Setembro	4, quinta-feira	Aula expositiva	Modelagem de problemas
Setembro	8, segunda-feira	Atividade de modelagem; aula expositiva	Programação Linear
Setembro	11, quinta-feira	Aula expositiva	Programação Linear
Setembro	15, segunda-feira	Atividade de PL; aula expositiva	Programação Inteira
Setembro	18, quinta-feira	Aula expositiva	Método branch-and-bound
Setembro	22, segunda-feira	Atividade de PLI	Algoritmos genéticos
Setembro	25, quinta-feira	Aula de laboratório	Algoritmos genéticos
Setembro	29, segunda-feira	Entrega atividade (algoritmos genéticos)	Busca Tabú
Outubro	2, quinta-feira	Aula de laboratório	Busca Tabú
Outubro	6, segunda-feira	Entrega atividade (busca tabú)	GRASP
Outubro	9, quinta-feira	Aula de laboratório	GRASP
Outubro	13, segunda-feira	Apresentações (15+5 min); entrega atividade (GRASP)	Propostas dos projetos
Outubro	16, quinta-feira	Apresentações (15+5 min)	Propostas dos projetos
Outubro	20, segunda-feira	Entrega das propostas de projeto; discussão do problema	Empacotamento
Outubro	23, quinta-feira	Aula de laboratório	Empacotamento
Outubro	27, segunda-feira	Entrega e discussão dos resultados da atividade	Empacotamento
Outubro	30, quinta-feira	Discussão do problema	P-Mediana
Novembro	3, segunda-feira	Aula de laboratório	P-Mediana
Novembro	6, quinta-feira	Entrega e discussão dos resultados da atividade	P-Mediana
Novembro	10, segunda-feira	Discussão do problema	Roteamento de veículos
Novembro	13, quinta-feira	Aula de laboratório	Roteamento de veículos
Novembro	17, segunda-feira	Entrega e discussão dos resultados da atividade	Roteamento de veículos
Novembro	20, quinta-feira	não haverá aula	
Novembro	24, segunda-feira	Discussão do problema	Aplicação em PO
Novembro	27, quinta-feira	Aula de laboratório	Aplicação em PO
Dezembro	1, segunda-feira	Entrega e discussão dos resultados da atividade	Aplicação em PO
Dezembro	4, quinta-feira	Prova	
Dezembro	8, segunda-feira	não haverá aula	
Dezembro	11, quinta-feira	Entrega do relatório final; apresentações (15+5 min)	Projetos computacionais
Dezembro	15, segunda-feira	Apresentações (15+5 min)	Projetos computacionais
Dezembro	18, quinta-feira	Disponibilização das médias	
Janeiro	15, quinta-feira	Exame (alunos de graduação)	