

**Instituto de Informática**  
**Departamento de Informática Teórica**

### Dados de identificação

Disciplina: Otimização combinatória			
Período Letivo: <b>2021/1</b>			
Professor Responsável: Marcus Rolf Peter Ritt			
Sigla: INF05010	Créditos: 4		
Carga Horária: 60h	CH Autônoma: 10h	CH Coletiva: 50h	CH Individual: 0h

### Súmula

Modelagem matemática, programação linear e não-linear. Programação inteira e solução via métodos exatos. Algoritmos de aproximação e heurísticas.

### Currículos

<b>Currículo</b>	<b>Etapa</b>	<b>Pré-requisito</b>	<b>Natureza</b>
Bioinformática	6	Matemática Discreta B	Alternativa
Bacharelado em Ciência da Computação	5	Complexidade de Algoritmos B Álgebra Linear I - A	Obrigatória
Bacharelado em Matemática - Ênfase Matemática Aplicada Computacional	8	90 créditos obrigatórios	Alternativa

### Objetivos

A disciplina tem por objetivo fornecer fundamentos teóricos e aplicados da área de Otimização Combinatória. O foco será em modelagem matemática e resolução de problemas de programação linear e programação inteira via métodos exatos, métodos de aproximação e heurísticas. Ao final da disciplina espera-se que o aluno

- saiba modelar problemas de programação linear e inteira,
- conheça o método Simplex e saiba resolver problemas de programação linear através do uso deste algoritmo,

- conheça e seja capaz de aplicar os métodos de solução para problemas de otimização e programação inteira,
- conheça as principais técnicas para projetar algoritmos de aproximação,
- conheça e saiba aplicar os métodos heurísticos clássicos.

### Conteúdo Programático

Semana	Título	Conteúdo
1	Programação linear (A)	Otimização combinatória: área de abrangência, importância e caracterização. Modelagem Matemática de problemas de otimização combinatória, parte 1.
2 a 6	Programação linear (B)	Modelagem Matemática de problemas de otimização combinatória, parte 2.  Programação Linear: Formulações equivalentes e formas normais. Resolução gráfica e formulação geométrica. O método Simplex. Dualidade. Análise de sensibilidade.
4	Prova 1	Prova sobre os fundamentos da programação linear.
7 a 12	Programação inteira	Formulação de programas inteiros. Caracterização de sistemas com soluções simples. Desigualdades válidas. Branch and bound. Métodos de planos de corte.
9	Prova 2	Prova sobre dualidade e análise de sensibilidade na

		programação linear e modelagem de programas inteiros.
13 a 14	Buscas locais e heurísticas	Gradiente descendente, multi-start, GRASP. Variable neighborhood search. Metropolis e simulated annealing. Busca Tabu e algoritmos genéticos.
14		Técnicas de projeto de algoritmos de aproximação. Limites de aproximação.
14	Prova 3	Prova sobre técnicas de resolver programas inteiros.
15	Apresentação de trabalhos	Apresentação e discussão dos trabalhos finais em aula.
16	Prova de recuperação	Prova de recuperação sobre toda matéria.

O conteúdo pode ser redistribuído.

## Metodologia

Aulas teóricas-expositivas, exercícios individuais e em classe, prática de laboratório remota, e trabalhos individuais e em grupo com apresentação dos resultados. (Aqui e no resto do documento texto em azul é do plano de ensino regular, sem alterações.)

O conteúdo das aulas teóricas-expositivas será apresentado em aulas à distância. Na turma A as aulas ocorrem de forma síncrona no horário regular da disciplina de acordo com o cronograma disponibilizado no AVA da disciplina. Elas são gravadas e podem ser assistidas também de forma assíncrona. Na turma B as aulas teóricas serão gravadas de forma assíncrona, e serão disponibilizadas aos alunos. Aulas síncronas, com exercícios e com espaço para tirar dúvidas sobre o conteúdo assíncrono teórico serão disponibilizadas. Além do material de apoio regular (apostila, formulários, dicas no AVA da

disciplina) material extra elaborado durante aula (lâminas com anotações, perguntas e respostas nos chats) será disponibilizado.

Os exercícios individuais e as soluções dos exercícios serão distribuídas online pelo AVA da disciplina. Os alunos podem entregar respostas digitalmente.

As práticas em laboratório (duas aulas síncronas em datas divulgadas no cronograma da disciplina) consistem de um parte breve teórica e com demonstrações, disponibilizado da mesma forma que as aulas teóricas-expositivas e uma parte prática que pode ser realizada em qualquer computador pessoal.

Os trabalhos serão distribuídos e organizados pelo AVA da disciplina. O projeto, implementação, e elaboração do relatório é individual e a distância. A apresentação será ou em sessões síncronas de acordo com o cronograma, ou podem ser gravadas de forma assíncrona pelos estudantes e entregues digitalmente.

Os estudantes podem contar com atendimento individual do professor individual para esclarecer dúvidas de forma remota em horários a serem combinados.

#### **Informações sobre Direitos Autorais e de Imagem:**

Todos os materiais disponibilizados são exclusivamente para fins didáticos, sendo vedada a sua utilização para qualquer outra finalidade, sob as penas legais.

Todos os materiais de terceiros que venham a ser utilizados devem ser referenciados, indicando a autoria, sob pena de plágio.

A liberdade de escolha de exposição da imagem e da voz não isenta o aluno de realizar as atividades originalmente propostas ou alternativas;

Todas as gravações de atividades síncronas devem ser previamente informadas por parte dos professores.

Somente poderão ser gravadas pelos alunos as atividades síncronas propostas mediante concordância prévia dos professores e colegas, sob as penas legais.

É proibido disponibilizar, por quaisquer meios digitais ou físicos, os dados, a imagem e a voz de colegas e do professor, sem autorização específica para a finalidade pretendida.

Os materiais disponibilizados no ambiente virtual possuem licença de uso e distribuição específica, sendo vedada a distribuição do material cuja a licença não permita ou sem a autorização prévia dos professores para o material de sua autoria.

## **Carga Horária**

Teórica: 50 horas

Prática: 10 horas

## **Experiências de Aprendizagem**

Aulas teóricas-expositivas, exercícios individuais e coletivos, prática de laboratório remoto, e trabalhos individuais e em grupo com apresentação dos resultados.

Estão previstas Atividades Autônomas do Aluno com uma carga horária de 10 (dez) horas a serem desenvolvidas ao longo do semestre. As atividades previstas podem incluir: realização de temas e trabalhos, leitura de texto (capítulos de livros ou artigos), resolução de listas de exercícios entre outras.

Aulas teóricas-expositivas que podem ser acompanhadas de forma síncrona online, ou de forma assíncrona, em forma de vídeos, chats, slides anotados, demonstrações, e quizzes.

Listas de exercícios com soluções online (texto e código), e esclarecimento individual de dúvidas.

Laboratórios práticos com breve introdução das ferramentas e solução de programas lineares e inteiros por resolvedores.

Provas teóricas com questões sobre a matéria e correção individual.

Um trabalho prático em grupos de implementação e avaliação experimental, com apoio individual, elaboração de um relatório e uma apresentação, com avaliação e feedback individual.

## **Critérios de Avaliação**

A disciplina será ministrada em três unidades. A primeira e segunda unidade serão avaliadas através de três provas ( $n_1, n_2, n_3$ ). A terceira unidade será avaliada através de um trabalho prático ( $n_4$ ). A média final é  $m = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4) / 4$ . O resultado de cada avaliação será disponibilizado 15 dias úteis após do prazo de entrega. A critério do professor a provas podem ser orais.

O conceito final corresponde com a nota final como seguinte:

Conceito final=

A caso  $9 \leq m \leq 10$

B caso  $7.5 \leq m < 9$

C caso  $6 \leq m < 7.5$

Caso  $m < 6$ : ver “Atividades de Recuperação Previstas”

Para ser aprovado é necessário obter um conceito final de A,B ou C.

As provas serão realizadas de forma remota, O distribuídas em formato digital no horário regular da disciplina, com uma janela de tempo de horas para resolução e entrega dos resultados digitalizados por email. Em caso de problemas técnicos os alunos podem informar o professor até um prazo de 72h; neste caso o aluno pode fazer uma nova prova num horário a ser combinado com o professor. As apresentações dos trabalhos práticos acontecem em dois seminários síncronos online com participação de todos alunos. Alternativamente as apresentações dos trabalhos podem ser gravadas e entregues de forma digital. As demais definições do plano de ensino continuam valendo (as três provas e o trabalho tem o mesmo peso na nota final).

De acordo com a Resolução do CEPE sobre o ERE, durante o período em que perdurar o ERE, fica inaplicável a atribuição de conceito FF, prevista no §2º, do Art. 44, da Resolução nº 11/2013 do CEPE.

Para os estudantes matriculados até o final do período e que deixaram de participar da Atividade de Ensino, deverá ser atribuído o registro NI (Não Informado) no campo de conceito do sistema acadêmico.

Para os casos previstos no §1º, a justificativa do registro NI deverá conter a referência ao período de excepcionalidade.

Os casos de não informação de conceito durante o ERE, deverão ser resolvidos até o fim do segundo período letivo, após o fim da situação emergencial de saúde.

### **Atividades de Recuperação Previstas**

Alunos com nota final  $m < 6$  podem realizar uma única prova de recuperação sobre toda matéria. Caso a nota na prova de recuperação é pelo menos  $\min\{10, 12-m\}$  o conceito final será C, caso contrário o aluno fica com D.

Pré-requisito para realização da prova de recuperação é a participação nas provas 1, 2 e 3 e ter entregue o trabalho prático.

A realização da prova de recuperação ocorrerá no mesmo formato que a realização de provas teóricas.

## Prazo para Divulgação dos Resultados das Avaliações

Ver Critérios de Avaliação

### Bibliografia

A Bibliografia Básica Essencial deve estar disponível de forma digital.

<b>Básica Essencial</b>
Maculan, Nelson; Fampa, Marcia H. Costa. Otimização linear. Brasília: Unb, 2006. ISBN 8523009272.
Papadimitriou, Christos H.. Combinatorial Optimization :algorithms and complexity.. Usa: Dover Publications, 1998. ISBN 978048602581.
Vanderbei, Robert J.. Linear Programming:foundations and extensions. New York: Springer, c2007. ISBN 9780387743875.

<b>Básica</b>
Bazaraa, Mokhtar S.; Sherali, Hanif D.; Shetty, C. M.. Nonlinear programming :theory and algorithms. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2006. ISBN 0471486000; 9780471486008.
Goldberg, Marco Cesar; Luna, Henrique Pacca Loureiro. Otimização combinatória e programação linear :modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Elsevier, c2005. ISBN 8535215204.
Korte, Bernhard H.; Vygen, Jens. Combinatorial optimization:theory and algorithms. Berlin: Springer-Verlag, 2002. ISBN 3540431543.
Luenberger, David G.; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming. New York: Springer, 2008. ISBN 9780387745022.
Nemhauser, George L.; Wolsey, Laurence A.. Integer and combinatorial optimization. New York: John Wiley, c1999. ISBN 9780471359432.

<b>Complementar</b>
Ausiello, Giorgio. Complexity and approximation: combinatorial optimization problems and their approximability properties. Berlin: Springer-Verlag, c1999. ISBN 3540654313.
Hromkovic, Juraj. Algorithmics for hard problems :introduction to combinatorial optimization, randomization, approximation, and heuristics. Berlin: Springer-Verlag, c2001. ISBN 3540668608.
Laurence A. Wolsey. Integer programming. Wiley, 1998. ISBN 0471283665.
Laurence A. Wolsey, George L. Nemhauser. Integer and combinatorial optimization. Wiley, 1999. ISBN 0471359432.

### Outras Referências

Não há.

### **Observações**

Não há.