

**Dados de identificação**

Disciplina	Otimização combinatória	
Oferecida para	BIOINFORMÁTICA, BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO, BIOTECNOLOGIA MOLECULAR, BACHARELADO EM MATEMÁTICA - ÊNFASE MATEMÁTICA APLIC COMPUTACIONAL	
Período Letivo	2020/2	
Professor Responsável	Marcus Rolf Peter Ritt	
Sigla	INF05010	
Carga horária (horas)		60
CH Autônoma (horas)		10
CH Coletiva (horas)		50
CH Individual (horas)		0

**Súmula**

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

**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**

Título	Conteúdo	Semana
Programação linear (A)	Otimização combinatória: área de abrangência, importância e caracterização. Modelagem Matemática de problemas de otimização combinatória, parte 1.	1
Programação linear (B)	Modelagem Matemática de problemas de otimização combinatória, parte 2.	2 a 6
	Programação Linear: Formulações equivalentes e formas normais. Resolução gráfica e formulação geométrica. O método Simplex. Dualidade. Análise de sensibilidade.	
Prova 1	Prova sobre os fundamentos da programação linear.	4
Programação inteira	Formulação de programas inteiros. Caracterização de sistemas com soluções simples. Desigualdades válidas. Branch and bound. Métodos de planos de corte.	7 a 12
Prova 2	Prova sobre dualidade e análise de sensibilidade na programação linear e modelagem de programas inteiros.	9
Buscas locais e heurísticas	Gradiente descendente, multi-start, GRASP. Variable neighborhood search. Metropolis e simulated annealing. Busca Tabu e algoritmos genéticos.	13 a 14
	Técnicas de projeto de algoritmos de aproximação. Limites de aproximação.	14
Prova 3	Prova sobre técnicas de resolver programas inteiros.	14
Apresentação de trabalhos	Apresentação e discussão dos trabalhos finais em aula.	15
Prova de recuperação	Prova de recuperação sobre toda materia.	16

**Metodologia***Estratégias didáticas em atividades remotas*

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.

*Estratégias didáticas em atividades presenciais*

Não há.

<b>Recursos disponibilizados</b>	<p>Tem dois pontos principais para acesso a informação: o AVA da disciplina e emails pela SAV. Será usado um dos AVAs institucionais. Também é possível disponibilizar material extra em outros ambientes, e.g. em páginas Web nos servidores do Instituto, acessível diretamente ou via o AVA.</p> <p>As atividades síncronas serão realizados por uma ferramenta de tele-conferência (e.g. Mconf, Microsoft Teams, Zoom). Elas são gravadas e disponibilizadas online de forma assíncrona.</p> <p>A listas de exercícios serão distribuídas no formato PDF via AVA. A entrega pode ser feita por texto, imagem, ou PDF. O mesmo vale para provas teóricas.</p> <p>A parte teórica dos laboratórios será realizada igual às aulas teóricas-expositivas; a parte prática pode ser realizada offline ou online num servidor.</p> <p>O apoio individual para responder dúvidas é oferecido via diferentes canais de comunicação (email institucional pela SAV, sessões individuais por tele-conferência, ou de forma assíncrona numa ferramenta de trabalho colaborativo).</p> <p>Para elaboração do trabalho tem exemplos de semestres anteriores, templates para o relatório, instâncias de teste e explicações online.</p>				
<b>Recursos computacionais</b>	<p>Para acompanhar as atividades previstas é necessário ter acesso regular à Internet.</p> <p>Para acompanhar as atividades síncronas é necessário um computador com acesso à Internet ou telefone com microfone e opcionalmente câmera. Para acompanhar de forma assíncrona, um navegador Internet com a capacidade de visualizar vídeos é suficiente.</p> <p>Para as listas de exercícios precisa um visualizador PDF. Para uma entrega por texto, imagem, ou PDF precisa, editor, câmera, ou gerador PDF, respectivamente, e acesso a email ou o AVA da disciplina via navegador. O mesmo vale para provas teóricas.</p> <p>Para acompanhar os laboratórios precisa um computador pessoal com direito de instalar a linguagem de programação Julia (disponível para Linux, Mac, Windows) o pacote GLPK e um navegador. Em caso de falta de recursos adequados é possível oferecer acesso a um servidor que precisa somente um navegador.</p> <p>Para apoio individual precisa acesso a um canal de comunicação (email institucional pela SAV, sessões individuais por tele-conferência, ou de forma assíncrona numa ferramenta colaborativa para grupos, e.g. slack ou discord).</p> <p>Para elaboração do trabalho os estudantes precisam um computador pessoal com um ambiente de programação, e software para escrita de texto e produção PDF, igual a disciplina presencial. Para a apresentação opcionalmente precisa um software para gravação (e.g. OBS Studio) ou a gravação é feita numa ferramenta de tele-conferência.</p>				
<b>Informações sobre Direitos Autorais e de Imagem:</b>	<p>Todos os materiais disponibilizados são exclusivamente para fins didáticos, sendo vedada a sua utilização para qualquer outra finalidade, sob as penas legais.</p> <p>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;</p> <p>Todas as gravações de atividades síncronas devem ser previamente informadas por parte dos professores.</p> <p>Somente poderão ser gravadas pelos alunos as atividades síncronas propostas mediante concordância prévia dos professores e colegas, sob as penas legais.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>				
<b>Carga Horária</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">Teórica</td> <td style="text-align: right;">50</td> </tr> <tr> <td>Prática</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> </table>	Teórica	50	Prática	10
Teórica	50				
Prática	10				
<b>Experiências de Aprendizagem</b>	<p>Aulas teóricas-expositivas, exercícios individuais e coletivos, prática de laboratório remoto, e trabalhos individuais e em grupo com apresentação dos resultados.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Listas de exercícios com soluções online (texto e código), e esclarecimento individual de dúvidas.</p> <p>Laboratórios práticos com breve introdução das ferramentas e solução de programas lineares e inteiros por resolvedores.</p> <p>Provas teóricas com questões sobre a matéria e correção individual.</p> <p>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.</p>				
<b>Critérios de Avaliação</b>	<p>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 <math>m=(n_1+n_2+n_3+n_4)/4</math>. O resultado de cada avaliação será disponibilizado 15 dias úteis após do prazo de entrega.</p> <p>O conceito final corresponde com a nota final como seguinte:</p> <p>Conceito final=  A caso <math>9 \leq m \leq 10</math>  B caso <math>7.5 \leq m &lt; 9</math>  C caso <math>6 \leq m &lt; 7.5</math>  Caso <math>m &lt; 6</math>: ver "Atividades de Recuperação Previstas"</p> <p>Para ser aprovado é necessário obter um conceito final de A,B ou C.</p> <p>As provas serão realizadas de forma remota, 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).</p>				

ATENÇÃO: a detecção de plágio em qualquer atividade implicará penalidades (nota zero) a todos os envolvidos.

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 Parágrafo 2º, do Artigo 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 Parágrafo 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.

#### Bibliografia

Sem alterações

##### Básica Essencial

Maculan, Nelson; Fampa, Marcia H. Costa. Otimização linear. Brasília: Unb, 2006. ISBN 8523009272. [Não disponível online.](#)

Papadimitriou, Christos H.. Combinatorial Optimization :algorithms and complexity.. Usa: Dover Publications, 1998. ISBN 978048602581. [Não disponível online.](#)

Vanderbei, Robert J.. Linear Programming:foundations and extensions. New York: Springer, c2007. ISBN 9780387743875. [Disponível no SABI+.](#)

##### Básica

Bazaraa, Mokhtar S.; Sherali, Hanif D.; Shetty, C. M.. Nonlinear programming :theory and algorithms. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2006. ISBN 0471486000; 9780471486008. [Disponível no SABI+.](#)

Goldbarg, Marco Cesar; Luna, Henrique Pacca Loureiro. Otimização combinatória e programação linear :modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Elsevier, c2005. ISBN 8535215204. [Não disponível online.](#)

Korte, Bernhard H.; Vygen, Jens. Combinatorial optimization:theory and algorithms. Berlin: Springer-Verlag, 2002. ISBN 3540431543. [Disponível no SABI+.](#)

Luenberger, David G.; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming. New York: Springer, 2008. ISBN 9780387745022. [Disponível no SABI+.](#)

Nemhauser, George L.; Wolsey, Laurence A.. Integer and combinatorial optimization. New York: John Wiley, c1999. ISBN 9780471359432. [Não disponível online.](#)

##### Complementar

Ausiello, Giorgio. Complexity and approximation: combinatorial optimization problems and their approximability properties. Berlin: Springer-Verlag, c1999. ISBN 3540654313. [Não disponível online.](#)

Hromkovic, Juraj. Algorithmics for hard problems :introduction to combinatorial optimization, randomization, approximation, and heuristics. Berlin: Springer-Verlag, c2001. ISBN 3540668608. [Não disponível online.](#)

Laurence A. Wolsey. Integer programming. Wiley, 1998. ISBN 0471283665. [Não disponível online.](#)

Laurence A. Wolsey, George L. Nemhauser. Integer and combinatorial optimization. Wiley, 1999. ISBN 0471359432. [Não disponível online.](#)