



PLANO DE ENSINO
SEMESTRE – 2021.2¹

1. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA (S)	TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EPS5141	Tópicos Especiais em Pesquisa Operacional	10212	54 horas Horas Síncronas: 33 Horas Assíncronas: 21

2. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Prof. Eduardo Ferreira da Silva (contato e.f.silva@ufsc.br)
Prof. Lynceo Falavigna Braghirolli (contato lynceo.braghirolli@ufsc.br)

3. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EPS7005	Pesquisa Operacional

Obs: Casos excepcionais onde o requisito não tenha sido atendido podem ser aceitos via autorização dos professores.

4. EMENTA

- Estudos de caso com aplicações de técnicas de Pesquisa Operacional.
- Artigos diversos publicados em revistas sobre temas relacionados com os estudos de caso realizados

5. OBJETIVOS

Este curso tem com objetivo capacitar o aluno para:

- Identificar diferentes tipos de problemas de pesquisa operacional.
- Aplicar diferentes metodologias para solução de problemas em pesquisa operacional de acordo com as características do problema.
- Desenvolver habilidades de programação aplicadas à solução de problemas de programação matemática.
- Compreender a contribuição do *Reinforcement Learning* ao campo da pesquisa operacional.
- Compreender como problemas de decisão sequencial podem ser modelados a partir do *Reinforcement Learning*

6. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1 Ferramentas computacionais aplicadas a Pesquisa Operacional (20h)

- 1.1 Linguagem Python
- 1.2 Ambientes de desenvolvimento
- 1.3 Modelagem e solução de problemas de programação matemática (linear e inteira) com bibliotecas *open-source*
- 1.4 Aplicações

2 Outras abordagens em Pesquisa Operacional (6h)

- 2.1 Estudo de casos que não se enquadram no modelo de programação matemática (linear, inteira e não-linear)

3 Reinforcement Learning – RL (18h)

- 3.1 Introdução
- 3.2 *Exploration vs Exploitation*
- 3.3 Processos markovianos de decisão
- 3.4 Programação dinâmica

4 Problemas de decisão sequencial (10h)

- 4.1 Forma de modelagem usando conceitos de RL

¹ Plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Resolução Normativa 140/2020/CUn.

7. METODOLOGIA DE ENSINO

As aulas serão ministradas de forma síncrona e assíncrona. O conteúdo está dividido em três módulos, de forma a definir atividades e objetivos claros, e será disponibilizado no portal do Moodle da disciplina de forma a permitir acesso assíncrono às aulas gravadas (exceto quando algum problema técnico inviabilizar a gravação das aulas síncronas), material de leitura e exercícios. As aulas síncronas serão realizadas em sala virtual na plataforma Moodle (recurso BigBlueButton) para apresentar o conteúdo, discutir os estudos de caso, tirar dúvidas e orientar os alunos nas atividades propostas. Se houver necessidade de utilizar outra plataforma para aulas síncronas, o link de acesso será divulgado no Moodle.

Os exercícios serão resolvidos de forma síncrona e assíncrona, sendo disponibilizados problemas para resolução individual e em grupo. Nas atividades aplicadas os alunos serão estimulados a trabalhar em pequenos grupos, visando o compartilhamento de informações, a ajuda mútua e a construção coletiva de conhecimentos. Os exercícios requerem o uso do software específico e de acesso gratuito, em caso de dificuldade de acesso ao software o aluno deve informar ao professor.

Todo o material a ser usado em cada aula será previamente disponibilizado no Moodle, assim como a indicação da sua modalidade, se a atividade será síncrona ou assíncrona. A modalidade apresentada no cronograma preliminar poderá ser alterada, dependendo da percepção do professor sobre a evolução do processo ensino-aprendizagem.

Além da disponibilidade dos professores para dúvidas nas aulas síncronas, a plataforma Moodle estabelecerá contatos alternativos para dúvidas de forma assíncrona (fórum e sistema de mensagem).

Atenção:

- Devem ser observados os direitos de imagem tanto de docentes, quanto de discentes, sendo vedado disponibilizar, por quaisquer meios digitais ou físicos, os dados, a imagem e a voz de colegas e do(a) professor(a), sem autorização específica para a finalidade pretendida e/ou para qualquer finalidade estranha à atividade de ensino, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
- Todos os materiais disponibilizados no ambiente virtual de ensino aprendizagem são exclusivamente para fins didáticos, sendo vedada a sua utilização para qualquer outra finalidade, sob pena de responder administrativa e judicialmente.
- Somente poderão ser gravadas pelos discentes as atividades síncronas propostas mediante concordância prévia dos docentes e colegas, sob pena de responder administrativa e judicialmente.

8. AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUENCIA

A avaliação será composta de três notas referente aos três módulos, gerando uma média $M = 0,3*N1 + 0,3*N2 + 0,4*N3$.

É considerado aprovado o aluno que obtiver média M igual ou superior a 6. Os alunos que não preencherem este requisito, mas com média superior a 3, serão submetidos a uma avaliação de recuperação. Após a recuperação, a nota final é calculada como $NF = (M + Rec.) / 2$, a qual deverá ser igual ou superior a 6 para a aprovação. Para ser aprovado o aluno deverá ter pelo menos 75% de frequência. A frequência será considerada pela presença nos encontros ou pela realização de atividades e trabalhos assíncronos postados no Moodle.

A nota do Módulo 1 (N1) será obtida pelo desenvolvimento e apresentação da solução de um problema de programação matemática. A nota do Módulo 2 (N2) será obtida a partir da entrega de duas tarefas relativas ao estudo de caso desse módulo. A nota do Módulo 3 (N3) será obtida a pelo desenvolvimento das atividades e apresentação do trabalho de formulação de um problema de decisão sequencial.

9. CRONOGRAMA

Semana	Data	Descrição do conteúdo	Tipo de interação
1	26/out	Apresentação do plano de ensino. Módulo 1: Conceitos básicos da Linguagem Python e IDE.	Síncrona (3h)
2	02/nov	Módulo 1: Familiarização com o ambiente de desenvolvimento.	Assíncrona (3h)
3	09/nov	Módulo 1: Introdução ao solver e realização de exercícios em sala de aula. Problemas a serem resolvidos como exercício.	Síncrona (2h) Assíncrona (1.5h)
4	16/nov	Módulo 1: Resolvendo problemas de Roteamento, Fluxo de Redes e Scheduling.	Síncrona (2h) Assíncrona (1h)
5	23/nov	Módulo 1: Resolvendo problemas de Roteamento, Fluxo de Redes e Scheduling.	Síncrona (2h) Assíncrona (1h)
6	30/nov	Módulo 1: Apresentação pelos alunos da solução dos problemas propostos (avaliação Módulo 1). Atividade remota: implementação dos ajustes sugeridos.	Síncrona (2.5h) Assíncrona (1h)
7	07/dez	Módulo 2: Outras abordagens em PO. Estudo de caso - Produtividade de Centros de Distribuição - Parte I. Atividade remota: implementação do caso (avaliação Módulo 2).	Síncrona (2h) Assíncrona (1h)

8	14/dez	Módulo 2: Outras abordagens em PO. Estudo de caso - Produtividade de Centros de Distribuição - Parte II. Atividade remota: implementação do caso (avaliação Módulo 2).	Síncrona (2h) Assíncrona (1h)
9	01/fev	Módulo 3: Introdução ao <i>Reinforcement Learning</i> (RL). Multi-Armed Bandits - <i>Exploration vs Exploitation</i> . Atividade Remota: Exercício em Python	Síncrona (2.5h) Assíncrona (1h)
10	08/fev	Módulo 3: RL - Processos markovianos de decisão. Atividade Remota: Resolvendo problemas de RL em Python	Síncrona (2.5h) Assíncrona (2h)
11	15/fev	Módulo 3: RL - Programação dinâmica. Atividade Remota: Resolvendo problemas de RL em Python (avaliação Módulo 3)	Síncrona (2.5h) Assíncrona (2h)
12	22/fev	Módulo 3: Modelando Problemas de decisão sequencial usando conceitos de RL. Atividade Remota: Proposta de Problemas/Modelagens	Síncrona (2.5h) Assíncrona (2h)
13	01/mar	Módulo 3: Desenvolvimento da tarefa de modelagem de problemas de decisão sequencial.	Assíncrona (3h)
14	08/mar	Módulo 3: Acompanhamento individual da tarefa de modelagem de problemas de decisão sequencial.	Síncrona (1.5h) Assíncrona (1.5h)
15	15/mar	Módulo 3: Apresentação final dos alunos (avaliação Módulo 3)	Síncrona (3h)
16	22/mar	Final do Período de Recuperação / Resultado Final	Síncrona (3h)

OBS.: Caso o cronograma precise ser alterado, os alunos serão avisados via Moodle junto com a publicação do novo cronograma.

10. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- Notas de aula disponibilizadas na plataforma Moodle.
- Artigos com estudos de caso disponibilizados na plataforma Moodle.
- *Jupyter Notebooks* (linguagem Python) que serão disponibilizados aos alunos via Google Drive/*Colaboratory*.
- Sutton, R.S.; Barto, A.G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2ª edição. Cambridge: MIT Press, 2018 (capítulos de interesse disponibilizados no formato pdf no site do curso).
- Notas do Prof. Warren Powell sobre “Sequential Decision Analytics” (disponibilizadas no formato pdf no site do curso).