

PMT3306 – Mecânica dos Materiais – Apresentação

Cláudio Geraldo Schön

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

24 de julho de 2023

Prólogo

- Esse documento foi escrito em \LaTeX , usando a classe beamer e pode ser visualizado em tela cheia com o comando `<CTRL-L>`. O mesmo comando retorna à exibição normal.
- Em caso de dúvidas, entre em contato comigo pelo e-mail (que pode ser obtido no moodle).

Retorno à normalidade

Ultrapassamos um período difícil, que conseguimos sobreviver. Um trauma desses sempre nos modifica e não poderia deixar de marcar o processo de ensino/aprendizagem. Eu já usava amplamente recursos de ensino em rede (como o **Prof. Ewout ter Haar** prefere chamar) antes da pandemia, mas mesmo eu aprendi muito no processo. Esse é o segundo oferecimento totalmente presencial desde 2019 e o primeiro em que nos sentimos um pouco mais seguros. Consistente com o que acredito, eu continuarei transmitindo as aulas presencias pelo sistema moodle. A infraestrutura ainda é capenga, portanto o aluno deve preferencialmente vir assistir a aula na sala, mas em caso de necessidade terá o acesso virtual também.

Objetivos

do aluno

Objetivos que você deve atingir ao final da disciplina são:

Objetivos

do aluno

Objetivos que você deve atingir ao final da disciplina são:

- Discutir com desenvoltura as propriedades mecânicas de todas as classes de materiais e sua relação com a estrutura e a microestrutura, trabalhando a competência de **Análise**

Objetivos

do aluno

Objetivos que você deve atingir ao final da disciplina são:

- Discutir com desenvoltura as propriedades mecânicas de todas as classes de materiais e sua relação com a estrutura e a microestrutura, trabalhando a competência de **Análise**
- Compreender os fundamentos da Mecânica da Fratura, trabalhando as competências de **Análise** e **Tomada de decisão**

Objetivos

do aluno

Objetivos que você deve atingir ao final da disciplina são:

- Discutir com desenvoltura as propriedades mecânicas de todas as classes de materiais e sua relação com a estrutura e a microestrutura, trabalhando a competência de **Análise**
- Compreender os fundamentos da Mecânica da Fratura, trabalhando as competências de **Análise** e **Tomada de decisão**
- Compreender e aplicar na engenharia os conceitos associados à resistência mecânica, à fadiga, à fluência e à tenacidade, trabalhando as competências para **Projetar** e para **Desenvolver**

Objetivos

do aluno

Objetivos que você deve atingir ao final da disciplina são:

- Discutir com desenvoltura as propriedades mecânicas de todas as classes de materiais e sua relação com a estrutura e a microestrutura, trabalhando a competência de **Análise**
- Compreender os fundamentos da Mecânica da Fratura, trabalhando as competências de **Análise** e **Tomada de decisão**
- Compreender e aplicar na engenharia os conceitos associados à resistência mecânica, à fadiga, à fluência e à tenacidade, trabalhando as competências para **Projetar** e para **Desenvolver**
- Compreender os fundamentos utilizados nos projetos mecânicos e estruturais, em particular naqueles associados a solicitações de fluência, fadiga e em estruturas contendo trincas, desenvolvendo a competência para **Projetar**

Objetivos

do aluno

Objetivos que você deve atingir ao final da disciplina são:

- Discutir com desenvoltura as propriedades mecânicas de todas as classes de materiais e sua relação com a estrutura e a microestrutura, trabalhando a competência de **Análise**
- Compreender os fundamentos da Mecânica da Fratura, trabalhando as competências de **Análise** e **Tomada de decisão**
- Compreender e aplicar na engenharia os conceitos associados à resistência mecânica, à fadiga, à fluência e à tenacidade, trabalhando as competências para **Projetar** e para **Desenvolver**
- Compreender os fundamentos utilizados nos projetos mecânicos e estruturais, em particular naqueles associados a solicitações de fluência, fadiga e em estruturas contendo trincas, desenvolvendo a competência para **Projetar**
- Compreender os fundamentos dos ensaios mecânicos e sua aplicabilidade, desenvolvendo a competência para **Gerenciar**

Objetivos

do aluno

Objetivos que você deve atingir ao final da disciplina são:

- Discutir com desenvoltura as propriedades mecânicas de todas as classes de materiais e sua relação com a estrutura e a microestrutura, trabalhando a competência de **Análise**
- Compreender os fundamentos da Mecânica da Fratura, trabalhando as competências de **Análise** e **Tomada de decisão**
- Compreender e aplicar na engenharia os conceitos associados à resistência mecânica, à fadiga, à fluência e à tenacidade, trabalhando as competências para **Projetar** e para **Desenvolver**
- Compreender os fundamentos utilizados nos projetos mecânicos e estruturais, em particular naqueles associados a solicitações de fluência, fadiga e em estruturas contendo trincas, desenvolvendo a competência para **Projetar**
- Compreender os fundamentos dos ensaios mecânicos e sua aplicabilidade, desenvolvendo a competência para **Gerenciar**
- Compreender como localizar dados na literatura sobre as propriedades mecânicas de materiais de engenharia, desenvolvendo as competências para **Analisar, Projetar e Gerenciar**.

Estrutura da disciplina

A disciplina será ministrada em duas aulas semanais presenciais de 100 minutos, que serão também transmitidas pelo sistema `mconf` do `moodle` (link para a sala de aula virtual situado no bloco de informações gerais da disciplina). As aulas serão, em parte, expositivas dialogadas, como você está acostumado(a), mas haverá também aulas diferenciadas com atividades em laboratório e de exercícios em aula e discussões sobre textos indicados pelo professor. É sua tarefa se preparar previamente para essas aulas. Um cronograma detalhado está divulgado pelo sistema moodle.

Estrutura da disciplina

A disciplina será ministrada em duas aulas semanais presenciais de 100 minutos, que serão também transmitidas pelo sistema `mconf` do `moodle` (link para a sala de aula virtual situado no bloco de informações gerais da disciplina). As aulas serão, em parte, expositivas dialogadas, como você está acostumado(a), mas haverá também aulas diferenciadas com atividades em laboratório e de exercícios em aula e discussões sobre textos indicados pelo professor. É sua tarefa se preparar previamente para essas aulas. Um cronograma detalhado está divulgado pelo sistema `moodle`. Em algumas semanas você receberá uma lista de exercício para resolver, essas listas não são obrigatórias, mas contribuem para a avaliação da sua participação na disciplina.

Módulos temáticos

Os tópicos da disciplina são agrupados em “módulos temáticos” que correspondem a alguns dos capítulos do livro-texto. Esses módulos procuram focalizar certos temas (por exemplo, elasticidade, plasticidade) para facilitar o aprendizado, mas isso não significa que os outros temas da disciplina não sejam discutidos nos módulos em que não são principais. Ao final de cada módulo haverá um teste *on line* que será empregado na avaliação da disciplina, esses testes serão descritos posteriormente e fazem parte das provas da disciplina.

Momentos de avaliação holística

Em três ocasiões durante o semestre haverá uma atividade de avaliação mais elaborada ("prova", que serão denominadas P1, P2 e P3 por tradição) que serão realizadas em dois momentos, no primeiro momento o aluno receberá uma questão pelo sistema moodle, com o tempo de uma semana para entregar. São exercícios mais elaborados, que requerem mais tempo para ser resolvidos, e que são customizados para serem únicos para cada aluno (o objetivo é induzir cada aluno a resolver o seu próprio). Não se trata de uma "prova" tradicional no sentido de que o aluno pode resolver os exercícios no tempo em que quiser, com o recurso que quiser usar (pode inclusive resolver em grupo). Também se espera que o aluno cumpra a tarefa de forma correta e completa, portanto, a "nota" é esperada em ser máxima para todos os casos. Os exercícios propostos buscam tratar de forma ampla os tópicos desenvolvidos nos módulos correspondentes. No segundo momento, que será realizado de forma presencial, o aluno receberá tipicamente três questões para resolver em sala, com níveis variáveis de dificuldade.

Até a P1

Fundamentos

- Revisão de Mecânica dos Sólidos (incluindo círculos de Mohr em 2D e 3D)
- Elasticidade Linear
- Mecânica da Fratura Elástica Linear
- Plasticidade
- Critérios de escoamento e de falha
- Mecânica da Fratura Elasto-plástica

Até a P2

Mecanismos e técnicas

- Mecanismos
 - Escorregamento de discordâncias
 - Fratura dúctil, fratura em polímeros
 - Maclação
 - Clivagem e fratura frágil
 - Fluência
- Ensaios de impacto
- Comportamento viscoso
- Fluência (Métodos de extrapolação)
- Comportamento mecânico de polímeros

Até a P3

Fadiga e outros processos de degradação

- **Fadiga**
 - Fratura em fadiga
 - Previsão de vida
 - Fadiga operacional
- **Mecanismos de degradação**
 - Corrosão sob tensão
 - Fragilização por hidrogênio
 - Fadiga estática de cerâmicas
 - Degradação radiativa de polímeros
- **Mecânica dos compósitos**

Critério de Avaliação

$$M = \frac{Q+P}{2} \geq 5 \quad (1)$$
$$F = M + T$$

Critério de Avaliação

$$M = \frac{Q+P}{2} \geq 5 \quad (1)$$

$$F = M + T$$

onde

- $Q = \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} Q_i$ é a média aritmética dos questionários *on line* de final de módulo

Critério de Avaliação

$$M = \frac{Q+P}{2} \geq 5 \quad (1)$$

$$F = M + T$$

onde

- $Q = \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} Q_i$ é a média aritmética dos questionários *on line* de final de módulo
- $P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i$ é a média aritmética das provas,

Critério de Avaliação

$$M = \frac{Q+P}{2} \geq 5 \quad (1)$$
$$F = M + T$$

onde

- $Q = \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} Q_i$ é a média aritmética dos questionários *on line* de final de módulo
- $P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i$ é a média aritmética das provas,
- $0 \leq T \leq 2$ é a nota de participação e

Critério de Avaliação

$$M = \frac{Q+P}{2} \geq 5 \quad (1)$$
$$F = M + T$$

onde

- $Q = \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} Q_i$ é a média aritmética dos questionários *on line* de final de módulo
- $P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i$ é a média aritmética das provas,
- $0 \leq T \leq 2$ é a nota de participação e
- F é a avaliação final.

Caso $M < 5 \Rightarrow T = 0$.

Questionários

Ao final de cada módulo o aluno será solicitado a responder ao questionário *on line* disponível pelo sistema moodle. Esses questionários incluem tipicamente de cinco a dez questões que trabalham os conceitos discutidos nas aulas correspondentes. Essas questões tem formatos diversos, incluindo questões de multipla escolha, questões de associacao, questões que exigem uma resposta numérica ou escrita (conforme os tipos disponíveis no sistema moodle). O aluno deverá resolver o questionário no período de uma semana iniciado no final da última aula do módulo (verifique no cronograma detalhado). Como algumas questões exigirão que o aluno realize cálculos fora do sistema, não será exigido ao aluno que complete o questionário em um período limitado. Também será permitido ao aluno corrigir uma vez respostas incorretas mediante uma penalidade de 50% na nota da questão. Como o questionário será disponível *on line* (podendo, portanto, ser respondido em qualquer lugar com uma conexão de internet) e como o aluno terá um período de vários dias para resolver o questionário, não haverá questionários substitutivos e o aluno não poderá responder o questionário fora do período previamente estipulado. Casos excepcionais (por exemplo, ausência por internação hospitalar) poderão ser resolvidos diretamente com o professor.

Questionários

Resumindo:

- disponível pelo moodle
- de cinco a dez questões
- período de uma semana iniciando ao final da última aula do módulo
- duração ilimitada (restrita ao período de aplicação do questionário)
- não haverá questionários substitutivos

Provas

As provas são organizadas em duas partes:

- Uma questão mais extensa, divulgada uma semana antes da data da prova presencial, que deve ser resolvida em casa, com consulta a qualquer meio. Esta questão deve ser entregue pelo sistema moodle na data da prova presencial, valendo até 25% do valor da prova
- Um conjunto de até três questões a serem resolvidas em classe, sem consulta, no período de 100 minutos, na data estipulada, valendo 75% do valor da prova.

A prova substitutiva é aberta e presencial, mas consiste de quatro questões a serem resolvidas sem consulta nos 100 minutos da data especificada sobre todo o conteúdo da disciplina.

Provas

As provas são organizadas em duas partes:

- Uma questão mais extensa, divulgada uma semana antes da data da prova presencial, que deve ser resolvida em casa, com consulta a qualquer meio. Esta questão deve ser entregue pelo sistema moodle na data da prova presencial, valendo até 25% do valor da prova
- Um conjunto de até três questões a serem resolvidas em classe, sem consulta, no período de 100 minutos, na data estipulada, valendo 75% do valor da prova.
- Novidade: Aproveitando minha recente estadia nos EUA estou adotando uma prática de lá: alunos insatisfeitos com a nota obtida na prova poderão refazê-la (toda a parte presencial da prova), entregando uma semana depois da divulgação do resultado, obtendo um ponto e meio adicionado à nota caso a prova refeita esteja completa.

A prova substitutiva é aberta e presencial, mas consiste de quatro questões a serem resolvidas sem consulta nos 100 minutos da data especificada sobre todo o conteúdo da disciplina.

Nota de participação

- Premia o aluno que se dedica à disciplina
- Só aumenta a média
- Não substitui as provas e questionários
- Avaliação subjetiva
- Participação inclui assistir as aulas ou a gravação delas
- Comparecimento nas datas de atividade de laboratório
- Entrega (voluntária) das listas de exercício conta para a nota de participação

Livro texto

O livro-texto da disciplina é:

C. G. Schön. Mecânica dos Materiais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

No início de 2021 por decisão unilateral da editora, o contrato foi rescindido e os direitos de publicação me foram retornados. Eu prontamente submeti o livro a apreciação da EDUSP para que assuma a publicação (que se iniciaria com uma segunda edição ampliada), tive resposta favorável, mas ainda estou trabalhando na edição revisada. Desta forma eu disponibilizarei o texto em formato pdf para os alunos baixarem de graça pelo sistema moodle. Caso haja algum desenvolvimento com relação à segunda edição eu comunicarei aos alunos durante o semestre. Ao longo da disciplina outros textos serão disponibilizados aos alunos pelo sistema moodle.