



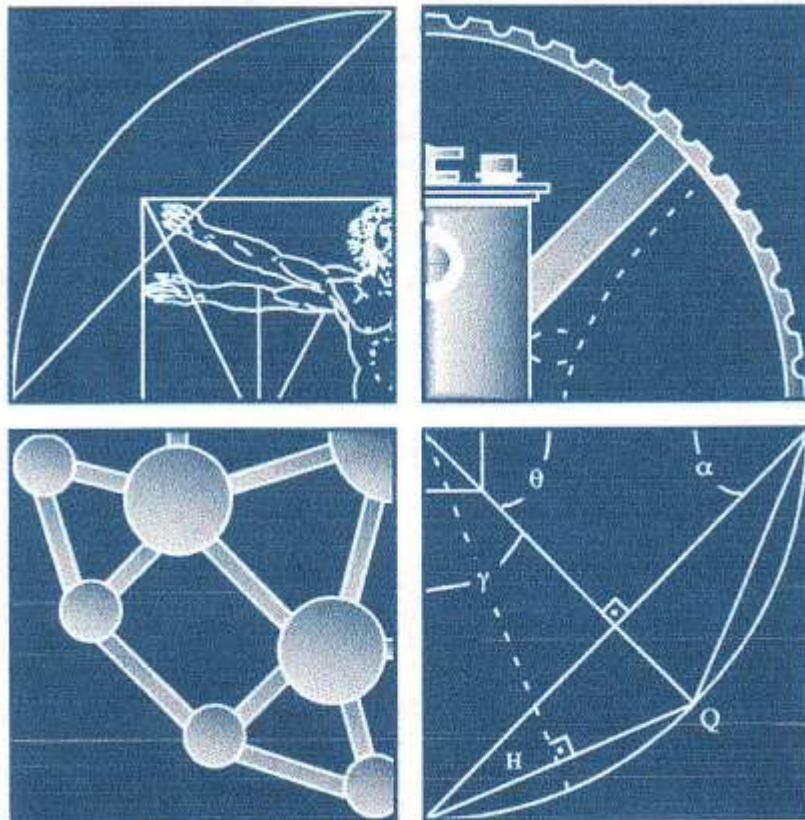
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

**PMT 3100**

**FUNDAMENTOS DE CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS**

*2º SEMESTRE DE 2018*

**INFORMAÇÕES GERAIS**



## ÍNDICE

DEFINIÇÕES	2
OBJETIVO	3
RELEVÂNCIA	3
METODOLOGIA	4
PROFESSORES	5
O MATERIAL DIDÁTICO e o e-DISCIPLINAS	5
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
HORÁRIOS e SALAS de AULA	8
AGENDA	9
ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO	11
REGRAS NAS ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO	12
NOTA FINAL - 1ª AVALIAÇÃO	12
REVISÃO DE NOTAS	13
NOTA FINAL - RECUPERAÇÃO	13
ATENDIMENTO	14

## DEFINIÇÕES

**Ciência dos Materiais** A Ciência dos Materiais nasceu na década de 1960, quando a necessidade de vincular as ciências básicas à Engenharia de Materiais se tornou premente. A Ciência dos Materiais é por natureza uma ciência interdisciplinar que estuda as relações entre a composição/estrutura e as propriedades dos materiais.

**Engenharia dos Materiais** A Engenharia dos Materiais visa projetar, desenvolver ou aperfeiçoar técnicas de processamento de materiais com base nas relações entre a composição/estrutura e as propriedades dos materiais.

**Ciência e Engenharia dos Materiais** A Ciência e a Engenharia dos Materiais são áreas do conhecimento intimamente interligadas e podem ser definidas em conjunto como *"a área da atividade humana associada com a geração e com a aplicação de conhecimentos que relacionem composição, estrutura e processamento dos materiais às suas propriedades e usos."* (Morris Cohen – segundo Ângelo F. Padilha – *Materiais de Engenharia*, Hemus Editora Ltda., 1997, pág.31).

**Quem faz?** Muitos são os tipos de profissionais envolvidos com o desenvolvimento da Ciência e Engenharia dos Materiais. Destes mencionamos: físicos, químicos, biólogos e engenheiros de todas as modalidades.

**Tecnologia** Conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade. Como determinante cultural, no que concerne à forma de viver dos homens, a tecnologia é tão importante quanto a filosofia, a religião, a organização social e os sistemas políticos. Num certo sentido, a tecnologia é o produto da engenharia e da ciência.

(Segundo Aurélio Buarque de Holanda Ferreira - *Novo Dicionário da Língua Portuguesa* - 2ª Edição – 18ª impressão e John B. Rae em "History of technology", H. M. Fried em "Physics" e Charles Susskind em "Technology", The 1996 Grolier Multimedia Encyclopedia, Version 8.0.3.)

## OBJETIVO

A disciplina **PMT3100 FUNDAMENTOS DE CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS** é obrigatória para muitos cursos de graduação da EPUSP e é oferecida nos dois semestres letivos para diferentes cursos de graduação.

A disciplina **PMT3100** *não é equivalente à disciplina PMT3110*, que é uma disciplina de 4 créditos.

Seu objetivo é dar ao estudante uma visão básica dos fundamentos da Ciência e da Engenharia dos Materiais. Procuramos mostrar aos alunos a relevância do estudo da estrutura dos sólidos em diversas escalas: subatômica (dimensões  $< 10^{-9}$  m), nanoestrutural ( $10^{-9}$  m -  $10^{-6}$  m), microestrutural ( $10^{-6}$  m -  $10^{-3}$  m) e macroestrutural ( $>10^{-3}$  m).

A relação das propriedades dos sólidos com sua estrutura será um dos principais pontos que serão abordados ao longo do curso. Por exemplo, tanto as propriedades ópticas dos materiais, quanto as elétricas podem ser explicadas pelas chamadas estruturas de bandas eletrônicas<sup>1</sup>. Note que, em ambos os casos, características de escala subatômica governam as propriedades consideradas. A deformação elástica dos sólidos<sup>2</sup> e sua dilatação térmica podem ser compreendidas estudando-se as interações atômicas (escala de  $\sim 10^{-9}$  m) presentes nos sólidos. A deformação plástica de um sólido metálico<sup>3</sup>, por outro lado, é influenciada, dentre outros fatores, pela presença de defeitos cristalinos nano e microestruturais (escala de  $\sim 10^{-9}$  m -  $10^{-6}$  m). A presença de trincas (defeitos macroestruturais) em sólidos diminui a resistência mecânica destes e pode causar seu rompimento.

Chamaremos também a atenção, durante o decorrer do semestre, para a influência do processamento dos materiais em suas propriedades (objeto de estudo da Engenharia de Materiais) e para a influência das propriedades dos materiais em seu desempenho em serviço.

## RELEVÂNCIA

O desenvolvimento de novos materiais e o aperfeiçoamento dos materiais já existentes visando satisfazer demandas específicas de desempenho e de economia de recursos estão entre os principais sustentáculos do progresso das tecnologias modernas. Um exemplo notável é o do papel da indústria de semicondutores no desenvolvimento e fabricação de CPUs (Unidades Centrais de Processamento). É reconhecida a importância estratégica dos materiais para o modo de vida atual e a relevância da Ciência e Engenharia dos Materiais para a forma como a Humanidade aspira viver no futuro.

---

<sup>1</sup> As bandas eletrônicas descrevem a distribuição dos níveis de energia dos elétrons em um sólido.

<sup>2</sup> Deformação elástica de um sólido: deformação que desaparece quando a solitação é retirada do sólido.

<sup>3</sup> Deformação plástica de um sólido: deformação permanente no sólido após a retirada da solitação mecânica.

Certo é que todo engenheiro, em alguma etapa de sua atividade profissional, será confrontado com a utilização, seleção e/ou processamento de algum material. Assim, o conhecimento dos fundamentos básicos da Ciência e da Engenharia de Materiais é de grande importância para a formação do engenheiro, qualquer que seja sua modalidade específica.

## METODOLOGIA

A disciplina PMT3100 possui uma carga horária de 02 créditos, o que equivale a uma aula semanal de 100 minutos de duração. Essas aulas terão um caráter expositivo.

**TODAS AS AULAS** serão disponibilizadas aos alunos regularmente matriculados por meio da página de PMT3100 no e-Disciplinas do Stoa-USP (<http://disciplinas.stoa.usp.br>). Além dos slides utilizados em aula, alguns outros conjuntos de slides, que não serão discutidos em aulas expositivas, serão disponibilizados na mesma página. A grande maioria desses conjuntos de slides extras **não** constituirão temas de prova. Esses conjuntos extras servem para que os alunos que desejarem ir além dos temas que serão “cobrados” em aula possam ter algum material de apoio. Os conjuntos de slides extras que deverão ser estudados porque constituem tema de prova serão claramente identificados.

Como atividade pedagógica a ser realizada fora da sala de aula, a disciplina oferece **LISTAS DE EXERCÍCIOS** que também serão disponibilizadas (*aos alunos regularmente matriculados na disciplina*) na página de PMT3100 no e-Disciplinas. Todas as listas serão disponibilizadas juntamente com os seus respectivos gabaritos.

Recomenda-se vivamente que os alunos procurem acompanhar as aulas teóricas com a realização das listas de exercícios, sem deixar que o conjunto dos conteúdos se acumule para as vésperas das provas. Isso permitirá que as dúvidas que forem surgindo ao longo da resolução dos exercícios sejam discutidas com os professores antes das provas... e além disso, *exercícios constantes das listas serão aproveitados nas provas.*

***Não será necessário entregar as listas de exercícios aos professores, uma vez que a elas não será atribuída nota.***

## PROFESSORES

A equipe de PMT3100 no 1º semestre de 2018 é composta pelos professores listados abaixo, todos docentes do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP.

Professor	e-mail
Ângelo Fernando Padilha	padilha@usp.br
Antonio Carlos Vieira Coelho ( <i>coordenador</i> )	acvcoelh@usp.br
Douglas Gouvêa	dgouvea@usp.br
Eduardo Franco de Monlevade	monlevade@usp.br
Elizabeth Grillo Fernandes	bethgrillo@usp.br

## O MATERIAL DIDÁTICO e o E-DISCIPLINAS

A disciplina PMT3100 disponibiliza seu material didático, as listas de exercícios e as notas de seus alunos em sua página no sistema e-Disciplinas do Stoa-USP (<http://disciplinas.stoa.usp.br>).

Todos os alunos regularmente matriculados em qualquer Unidade da USP podem ser usuários do e-Disciplinas, mas para ter acesso o aluno necessita primeiramente **cadastrar-se no sistema STOA** (<http://stoa.usp.br>). Esse sistema é sincronizado em tempo real com os sistemas JúpiterWeb (da graduação) e Janus (da pós-graduação) de forma que ele automaticamente identifica o aluno matriculado em uma dada disciplina e lhe dá permissão de acesso. Entretanto, para isso, não basta o aluno ter “conta” no STOA: o sistema somente reconhece o aluno quando ele efetua o **login no e-Disciplinas**.

Os arquivos que constituem material didático de apoio aos alunos e que serão disponibilizados para *download* no e-Disciplinas durante o semestre letivo são os seguintes:

- Conjuntos de slides dos conteúdos utilizados nas aulas expositivas.
- Alguns conjuntos de slides não utilizados nas aulas expositivas e que constituem temas de prova.
- Alguns conjuntos de slides não utilizados nas aulas expositivas e não que constituem temas de prova, sendo material extra de apoio para alunos interessados no aprofundamento e/ou ampliação do escopo dos conhecimentos da disciplina.
- Listas de exercícios, acompanhadas de seus respectivos gabaritos.

- Conjuntos de *links* para *sites* de interesse para a área de Ciência e Engenharia de Materiais, para alunos interessados no aprofundamento e/ou ampliação do escopo dos conhecimentos da disciplina.
- Listas das alternativas corretas (“gabaritos”) das questões das provas.

Dúvidas referentes à página da disciplina no e-Disciplinas devem ser encaminhadas por e-mail aos monitores da disciplina - os Engenheiros Cesar Yuji Narita e Leidy Hernández.

Monitor	e-mail
Cesar Yuji Narita (somente em agosto)	yuji.narita@gmail.com
Leidy Hernández (todo o semestre)	leidy0111@gmail.com

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

O **livro** adotado para a disciplina é o seguinte: **William D. Callister, Jr – Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Com uma linguagem simples, um conteúdo bastante completo para um livro introdutório e com uma abordagem sucinta, o livro indicado apresenta ao estudante os conceitos fundamentais abordados pela disciplina. Dessa forma, a leitura do livro é fortemente recomendada aos estudantes.

Esse livro encontra-se disponível nas bibliotecas da EPUSP e em várias outras bibliotecas da USP, em várias edições, em versão original em inglês ou em versão traduzida. Todas essas edições são aproximadamente equivalentes e podem ser utilizadas para o estudo dos conteúdos da disciplina.

Como bibliografia complementar, listamos a seguir alguns bons livros introdutórios que abordam os temas do curso. Esses livros também têm várias edições, em português e inglês, e todas elas abordam a maior parte dos temas estudados no curso.

- James F. Shackelford – *Ciência dos Materiais* – Tradução da 6ª edição americana, Pearson Prentice-Hall, São Paulo, 2011 (2ª impressão). [a edição mais recente em inglês é a seguinte: James F. Shackelford – *Introduction to Materials Science for Engineers*, 7<sup>th</sup> edition, Pearson, 2016 ].
- Donald R. Askeland e Pradeep P. Phulé – *Ciência e Engenharia dos Materiais*, Tradução da 4ª edição americana, Cengage Learning, 2008. [a edição mais recente em inglês é a seguinte: Donald R. Askeland and Wendelin J. Wright – *The Science and Engineering of Materials*, 7<sup>th</sup> edition, 2016 ].
- Angelo Fernando Padilha – *Materiais de Engenharia* – Hemus Editora Ltda., 1997.

- Lawrence H. Van Vlack – *Princípios de Ciência dos Materiais* – 13ª reimpressão, Editora Edgard Blücher Ltda, 2000.
- Milton Ohring – *Engineering Materials Science* – Academic Press, 1995.

## CONTEÚDOS

Os tópicos que compõem o programa de PMT3100 no 1º semestre de 2018 são indicados na Tabela I. Não se assustem se em alguns pontos da lista de tópicos existe uma falta de continuidade – nesses pontos existem unidades de conteúdo que poderão estar presentes no e-Disciplinas mas que **não** constituem temas de prova.

Tabela I - Módulo 1 - Temas Relativos à Prova P1

Aula Teórica	Tópicos	Extra-classe	Prova
1	Unidade 3 – Classificação dos Materiais	Unidade 1 – Conceitos Gerais da Disciplina  Unidade 2 – Ligações Químicas	Prova 1
2	Unidade 4 – Estrutura dos Sólidos Cristalinos		
3	Unidade 6 – Defeitos Cristalinos		
4	Unidade 7 – Difusão		

Tabela I - Módulo 2 - Temas Relativos à Prova P2

Aula Teórica	Tópicos	Extra-classe	Prova
5	Unidade 8 – Diagramas de Fase		Prova 2
6	Unidade 9 – Propriedades Mecânicas I		
7	Unidade 11 – Propriedades Mecânicas III		
8	Unidade 10 – Propriedades Mecânicas II		



Tabela I - Módulo 3 - Temas Relativos à Prova P3

Aula Teórica	Tópicos	Extra-classe	Prova
9	Unidade 12 – Estrutura e Propriedades dos Materiais Poliméricos		Prova 3
10	Unidade 14 – Estrutura e Propriedades dos Materiais Cerâmicos		
11	Unidade 19 – Materiais Compósitos		
12	Unidade 16 – Conformação dos Materiais		

### HORÁRIOS e SALAS de AULA

As aulas serão realizadas sempre às segundas-feira. Os professores das diferentes turmas são apresentados na Tabela II.

Tabela II

Aulas Expositivas		
HORÁRIO	PROFESSOR	TURMA
Segunda-feira 15h00 – 16h40	Elizabeth Grillo Fernandes	01
Segunda-feira 13h10 – 14h50	Eduardo Franco de Monlevade	02
Segunda-feira 15h00 – 16h40	Antonio Carlos Vieira Coelho	03
Segunda-feira 13h10 – 14h50	Ângelo Fernando Padilha	04
Segunda-feira 13h10 – 14h50	Douglas Gouvêa	05
Terça-feira 10h10 – 11h50 – <b>SANTOS</b>	Antonio Carlos Vieira Coelho	90

## AGENDA

As datas das atividades de PMT3100 (aulas expositivas e datas de provas) são apresentadas na agenda a seguir.

### AGOSTO 2018

<i>Segunda</i>	<i>Terça</i>	<i>Quarta</i>	<i>Quinta</i>	<i>Sexta</i>
		1	2	3
6 Aula Teórica 1 Campus SP	7 Aula Teórica 1 SANTOS	8	9	10
13 Aula Teórica 2 Campus SP	14 Aula Teórica 2 SANTOS	15	16	17
20 Aula Teórica 3 Campus SP	21 Aula Teórica 3 SANTOS	22	23	24
27 Aula Teórica 4 Campus SP	28 Aula Teórica 4 SANTOS	29 SEMANA DE PROVAS	30 SEMANA DE PROVAS	31 SEMANA DE PROVAS

### SETEMBRO 2018

<i>Segunda</i>	<i>Terça</i>	<i>Quarta</i>	<i>Quinta</i>	<i>Sexta</i>
3 SEMANA DA PÁTRIA RECESSO ESCOLAR	4 SEMANA DA PÁTRIA RECESSO ESCOLAR	5 SEMANA DA PÁTRIA RECESSO ESCOLAR	6 SEMANA DA PÁTRIA RECESSO ESCOLAR	7 SEMANA DA PÁTRIA RECESSO ESCOLAR
10 SEMANA DE PROVAS <b>P1</b> – SP e SANTOS	11 SEMANA DE PROVAS	12	13	14
17 Aula Teórica 5 Campus SP	18 Aula Teórica 5 SANTOS	19	20	21
24 Aula Teórica 6 Campus SP	25 Aula Teórica 6 SANTOS	26	27	28

## OUTUBRO 2018

<i>Segunda</i>	<i>Terça</i>	<i>Quarta</i>	<i>Quinta</i>	<i>Sexta</i>
1 Aula Teórica 7 Campus SP	2 Aula Teórica 7 SANTOS	3	4	5
8 Aula Teórica 8 Campus SP	9 Aula Teórica 8 SANTOS	10 SEMANA DE PROVAS	11 SEMANA DE PROVAS	12 N.S.APARECIDA RECESSO ESCOLAR
15 SEMANA DE PROVAS <b>P2 – SP e</b> SANTOS	16 SEMANA DE PROVAS	17 SEMANA DE PROVAS	18	19
22 Aula Teórica 9 Campus SP	23 Aula Teórica 9 SANTOS	24	25	26
29 Aula Teórica 10 Campus SP	30 Aula Teórica 10 SANTOS	31		

## NOVEMBRO 2018

<i>Segunda</i>	<i>Terça</i>	<i>Quarta</i>	<i>Quinta</i>	<i>Sexta</i>
			1 FINADOS RECESSO ESCOLAR	2 FINADOS RECESSO ESCOLAR
5 Aula Teórica 11 Campus SP	6 Aula Teórica 11 SANTOS	87	8	9
12 Aula Teórica 12 Campus SP	13 Aula Teórica 12 SANTOS	14	15 REPÚBLICA RECESSO ESCOLAR	16 REPÚBLICA RECESSO ESCOLAR
19 CONS. NEGRA - SP RECESSO ESCOLAR	20 CONS. NEGRA - SP RECESSO ESCOLAR	21	22	23
26 SEMANA DE PROVAS <b>P3 – SP e</b> SANTOS	27 SEMANA DE PROVAS	28 SEMANA DE PROVAS	29 SEMANA DE PROVAS	30 SEMANA DE PROVAS

## DEZEMBRO 2018

<i>Segunda</i>	<i>Terça</i>	<i>Quarta</i>	<i>Quinta</i>	<i>Sexta</i>
3 SEMANA DE PROVAS <b>PSub – SP e</b> SANTOS	4 SEMANA DE SUB	5 SEMANA DE SUB	6 SEMANA DE SUB	7 SEMANA DE SUB <b>FINAL DO SEMESTRE</b>

### ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO

Como atividades de avaliação, os alunos realizarão durante o semestre **TRÊS PROVAS REGULARES**.

Haverá também uma **PROVA SUBSTITUTIVA FECHADA** que será aplicada no final do semestre, e somente alunos que perderem uma das provas regulares terão o direito de realizá-la.

A **PROVA SUBSTITUTIVA** abordará **todo o conteúdo da disciplina**.

A frequência mínima exigida em aula, segundo regulamento da USP, é de 70%.

### REGRAS NAS ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO

As **PROVAS REGULARES**, a **PROVA SUBSTITUTIVA**, e a **PROVA DE RECUPERAÇÃO** são compostas, cada uma, por 20 questões de múltipla escolha, cada qual valendo 0,5 ponto.

A duração das provas é de 120 minutos e durante sua realização as regras abaixo listadas precisam ser observadas.

#### Os alunos devem trazer:

- calculadoras científicas básicas (isto é, aquelas que realizam as operações científicas mais comuns e possuem memória apenas para o armazenamento de números);
- régua;
- caneta esferográfica de tinta preta ou azul, ou lápis com grafite escuro;
- documento de identificação, que poderá ser solicitado pelo professor que acompanhará a aplicação da prova.

É responsabilidade de cada aluno a identificação adequada e o preenchimento apropriado da folha de respostas constante em cada caderno de questões.

Tanto o caderno de questões, quanto a folha de respostas, deverão ser entregues ao professor que acompanhará a aplicação da prova.

Os alunos deverão realizar as provas em suas respectivas turmas de aulas teóricas. O aluno que realizar uma prova fora da sala que lhe foi designada não terá direito à respectiva nota.

**Não será permitido:**

- o empréstimo de calculadoras;
- a utilização de telefones celulares, *tablets* e computadores, para qualquer que seja o fim;
- a consulta a materiais didáticos ou a colegas. Em caso de dúvida, consulte o professor responsável por sua sala de prova.

**NOTA FINAL - 1ª AVALIAÇÃO**

A nota mínima para aprovação na disciplina é 5,0.

A nota final de PMT3100 em primeira avaliação ( $N_F$ ) será obtida a partir da média aritmética das notas de três provas:

$$N_{1^a\text{aval.}} = \bar{P}_i = \frac{(P_1 + P_2 + P_3)}{3}$$

onde a nota de uma das provas  $P_i$  pode ser substituída pela nota da prova substitutiva.

É **RESPONSABILIDADE DO ALUNO**, ao longo do semestre letivo, certificar-se que suas notas de avaliação estão corretamente cadastradas no site da disciplina no e-Disciplinas da USP.

O cálculo e o lançamento das notas de PRIMEIRA AVALIAÇÃO no sistema JúpiterWeb da Graduação são de responsabilidade dos professores das respectivas turmas. Caso o aluno tenha algum problema de nota pendente ao final do semestre letivo, deve entrar em contato com seu respectivo professor.

Observação: Somente os alunos que estiverem regularmente matriculados em PMT3100 no Sistema JúpiterWeb da Graduação no 1º semestre letivo de 2018 terão direito às notas de avaliação de aproveitamento da disciplina.

## REVISÃO DE NOTAS

Alunos que desejarem **REVISÃO DE NOTA DAS PROVAS** deverão fazer suas **solicitações por e-mail aos seus respectivos professores**, dentro de um prazo máximo de duas semanas contado a partir da realização das provas no caso das provas P1 e P2. No caso da prova P3, esse prazo é reduzido a uma semana pela proximidade entre a prova P3 e o final do semestre letivo.

Os alunos que não estiverem satisfeitos com os resultados da revisão de notas via e-mail podem solicitar revisões presenciais. Revisões presenciais se realizarão em datas definidas em comum acordo entre o aluno e o professor.

**Observação:** Após a Terceira Prova, certifique-se de que todas as suas notas estão divulgadas corretamente na página da disciplina PMT3100 no e-Disciplinas USP. Caso haja algum equívoco, faça a **solicitação de retificação necessária ao seu professor de teoria**. Note que, por causa da proximidade do término do semestre letivo, o período de solicitação e atendimento de revisão de notas da Terceira Prova ocorre durante a semana das Provas Substitutivas.

## NOTA FINAL - RECUPERAÇÃO

Terão direito de participar da **PROVA DE RECUPERAÇÃO**, alunos regularmente matriculados na disciplina PMT3100:

- alunos que foram reprovados na primeira avaliação com nota maior ou igual a 3,0 e
- que tiveram pelo menos 70% de presença nas aulas.

A Prova de Recuperação versará sobre toda a matéria abordada durante o semestre. O local da realização da Prova de Recuperação será informado por email e na página da disciplina no e-Disciplinas USP em data próxima de sua realização.

A nota final de PMT3100 em segunda avaliação ( $N_{FR}$ ) será obtida a partir da média aritmética.

$$N_{FR} = \frac{(N_{1^{a}aval.} + P_{REC})}{2}$$

onde  $P_{REC}$  é a nota da prova de recuperação. Caso a  $N_{FR}$  seja inferior à  $N_{1^{a}aval.}$ , a nota da primeira avaliação permanecerá sendo aquela mencionada no sistema Jupiter.

## ATENDIMENTO

Caso você tenha alguma dúvida ou se algum problema surgir, você deve inicialmente entrar em contato com seu professor.

Persistindo dúvidas, entre em contato com o coordenador da disciplina – Prof. Antonio Carlos Vieira Coelho, <[acvcoelh@usp.br](mailto:acvcoelh@usp.br)>.

*...e repetindo: dúvidas referentes ao e-Disciplinas USP e à página da disciplina devem ser encaminhadas por e-mail aos monitores da disciplina.*

As suas observações (*críticas, sugestões... e elogios também, por que não?*) são importantes para a evolução de nosso trabalho didático. Assim, pedimos que não hesitem em se manifestar, seja para os seus professores, seja para a Coordenação da disciplina.

São Paulo, Março, A.D. 2018  
Prof. Antonio Carlos Vieira Coelho