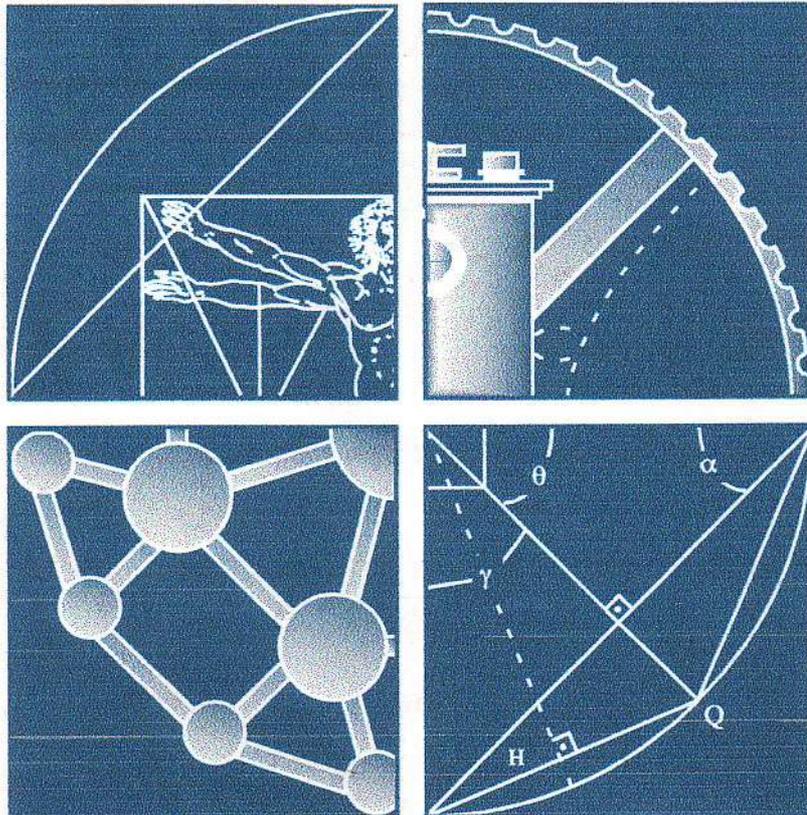




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DOS MATERIAIS
PARA ENGENHARIA – PMT3110
2º SEMESTRE DE 2019
ATUALIZAÇÃO 20 SETEMBRO 2019

FOLHETO DE INFORMAÇÕES



ÍNDICE

DEFINIÇÕES.....	02
OBJETIVO	03
RELEVÂNCIA	03
METODOLOGIA.....	04
PROFESSORES	05
O MATERIAL DIDÁTICO e o e-DISCIPLINAS USP.....	05
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	06
TURMAS, HORÁRIOS E PROFESSORES.....	07
CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS	07
AGENDA	08
NOTA FINAL DE 1ª AVALIAÇÃO.....	11
NOTA FINAL – RECUPERAÇÃO	12
REVISÃO DE NOTAS	12
ATENDIMENTO.....	13

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 Angelo 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

INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DOS MATERIAIS PARA ENGENHARIA – PMT3110 é disciplina obrigatória para os cursos de Engenharia Química, Engenharia de Produção, Engenharia Naval e Engenharia Metalúrgica e de Materiais e é oferecida no segundo semestre letivo do Curso de Graduação da Escola Politécnica.

Seu objetivo é dar ao estudante uma visão básica dos fundamentos da Ciência dos Materiais. Procuramos mostrar a relevância do estudo da estrutura dos sólidos em diversas escalas espaciais: subatômica ($< 10^{-9}$ m), nanoestrutural (10^{-9} m - 10^{-7} m, microestrutural (10^{-6} m - 10^{-3}) e macroestrutural ($> 10^{-3}$ m).

A relação das propriedades dos sólidos com sua estrutura é um dos principais pontos a serem abordados na disciplina. Por exemplo, tanto as propriedades elétricas dos materiais, quanto as ópticas podem ser explicadas pelas chamadas estruturas de bandas eletrônicas¹. Note que, em ambos os casos, características de escala subatômica governam as propriedades consideradas. A deformação elástica dos sólidos² e sua dilatação térmica podem ser compreendidas estudando-se as interações atômicas presentes nos sólidos (escala de $\sim 10^{-9}$ m). A deformação plástica de um sólido metálico³, por outro lado, é influenciada, dentre outros fatores, pela presença de defeitos cristalinos nano e microestruturais. A presença de trincas (defeitos macroestruturais) em sólidos diminui a resistência mecânica destes e pode causar seu rompimento.

Chamamos 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 atual de vida e a relevância da Ciência e Engenharia dos Materiais para a forma como a Humanidade aspira viver no futuro.

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 PMT3110 possui uma carga horária de 04 créditos, o que equivale a 200 minutos de aula semanais (duas aulas semanais de 100 minutos cada). Essas aulas têm um caráter expositivo, embora sempre que possível e adequado nelas se realizam exercícios e discussões sobre os temas expostos.

¹ As bandas eletrônicas descrevem a distribuição dos níveis energéticos dos elétrons em um sólido.

² Deformação elástica de um sólido: deformação que desaparece quando a solicitação é retirada do sólido.

³ Deformação plástica de um sólido: deformação remanescente no sólido após a retirada da solicitação.

Todos os slides utilizados nas aulas são disponibilizados via Internet aos alunos regularmente matriculados na disciplina por meio do ambiente de PMT3110 no e-Disciplinas (ou Moodle da USP): Sistema de Apoio às Disciplinas da USP (edisdisciplinas.usp.br).

Como atividade pedagógica realizada pelos alunos fora da sala de aula, a disciplina oferece LISTAS DE EXERCÍCIOS que também são disponibilizadas, juntamente com os seus respectivos gabaritos, no ambiente de PMT3110 no e-Disciplinas. Apesar de não ser atribuída nota às listas de exercícios, recomenda-se vivamente que os alunos procurem acompanhar as aulas teóricas com a realização das listas, 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.

Além das aulas teóricas e dos exercícios, os alunos têm uma outra atividade que é desenvolvida extra-classes: a resolução dos chamados TESTES ON-LINE. Estes testes, constituídos por questões objetivas, são aplicados por meio do ambiente de PMT3110 no e-Disciplinas e devem ser respondidos de forma individual. No corrente semestre ofereceremos um total de onze testes. A cada teste é atribuída uma nota e a média aritmética das dez melhores notas será considerada na composição da nota final de 1ª avaliação da disciplina (veja pág. 11). O calendário de oferecimento dos testes on-line e os conteúdos neles cobrados encontram-se na agenda da disciplina (ver págs. 8-10).

Também é realizada durante o semestre uma aula demonstrativa sobre ENSAIOS DO COMPORTAMENTO MECÂNICO de materiais sólidos. Essa aula demonstrativa é objeto de um relatório (elaborado em grupo), ao qual será atribuído uma nota que será considerada na composição da nota final de 1ª avaliação da disciplina (veja pág. 11). A aula demonstrativa é realizada em laboratório localizado no edifício do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP (PMT). O calendário dessa atividade encontra-se na Agenda de PMT3110 (veja págs. 8-).

Durante o semestre, são oferecidas três PROVAS REGULARES, uma PROVA SUBSTITUTIVA FECHADA e uma PROVA DE RECUPERAÇÃO. Cada uma das provas tem duração de 120 minutos e é composta por 20 questões de múltipla escolha, cada qual valendo 0,5 ponto. A prova substitutiva e a prova de recuperação abordam toda a matéria do semestre. O calendário de realização das provas regulares e os conteúdos nelas cobrados encontram-se nas págs. 7-8.

A abordagem da matéria exposta em aula, as listas de exercícios, os testes online e o livro texto auxiliam os alunos a definir o nível de conhecimento requerido nas provas. Também, como a aprovação no concurso vestibular da FUVEST é um pré-requisito para a disciplina, tópicos que constam do seu programa são considerados conhecidos dos alunos e podem ser abordados em provas.

PROFESSORES

A equipe de PMT3110 no 2º semestre de 2019 é composta por seis professores e um monitor monitores cujos nomes e endereços eletrônicos estão listados abaixo. Os professores são todos docentes do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP (PMT). O monitor é engenheiro com título de Mestre, aluno de Doutorado do Programa de Pós-Graduação do PMT.

Professor(a)	e-mail
Antonio Carlos Vieira Coelho	acvcoelh@usp.br
Elizabeth Grillo Fernandes	bethgrillo@usp.br
Fernando José Gomes Landgraf (<i>coordenador</i>)	f.landgraf@usp.br
Francisco Rolando Valenzuela Díaz	frrvdiaz@usp.br
Sérgio Duarte Brandi	sebrandi@usp.br
Wang Shu Hui	wangshui@usp.br

Monitor	e-mail
Victor Caso Moreira	victorcasomoreira@gmail.com

O MATERIAL DIDÁTICO E O e-DISCIPLINAS USP

A disciplina PMT3110 disponibiliza para visualização e *download* diversos materiais didáticos de apoio para os alunos em seu ambiente no e-Disciplinas (edisciplinas.usp.br):

- Conjuntos de slides utilizados nas aulas expositivas.
- Listas de exercícios, acompanhadas de seus gabaritos.
- Material de apoio e de orientação para a elaboração do relatório relativo à atividade demonstrativa de ensaios do comportamento mecânico de materiais sólidos.
- Listas das alternativas corretas das questões das provas (Gabaritos).
- Notas obtidas pelos alunos nas atividades de avaliação.
- Outros materiais que ao longo do semestre se mostrem de interesse dos alunos.

Além disso, como mencionado anteriormente, os testes on-line são realizados no ambiente de PMT3110 no e-disciplinas.

Observação:

Todos os alunos regularmente matriculados em PMT3110 no Sistema JúpiterWeb têm acesso automático ao ambiente da disciplina por meio do endereço <edisciplinas.usp.br>.

Alunos que ainda não tenham cadastro no Moodle devem acessar o endereço <wiki.stoa.usp.br/Ajuda:Moodle/Cadastro> e seguir as instruções. Posteriormente, devem solicitar ao monitor Victor Caso Moreira <victorcasomoreira@gmail.com> que os inscreva em sua respectiva Turma no ambiente de PMT3110.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

O LIVRO TEXTO adotado para a disciplina é:

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 texto indicado permite ao estudante esclarecer os conceitos apresentados na disciplina. Dessa forma, a leitura do livro texto é fortemente recomendada aos estudantes.

Esse livro encontra-se disponível não somente nas bibliotecas da Escola Politécnica, mas também em várias outras bibliotecas da USP, em várias edições, em versão original em inglês ou em tradução em português. Todas elas 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 grande 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: James F. Shackelford – *Introduction to Materials Science for Engineers*, 8th edition, Pearson, 2016].
- Donald R. Askeland e Wendelin J. Wright – *Ciência e Engenharia dos Materiais* – Tradução da 4ª edição americana, Cengage Learning, 2019. [a edição mais recente em inglês é: Donald R. Askeland and Wendelin J. Wright – *The Science and Engineering of Materials*, 7th edition, 2016].
- Ângelo 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.

TURMAS, HORÁRIOS e PROFESSORES

Os horários de aula e os professores das diversas turmas são apresentados a seguir.

TURMA	HORÁRIO		PROFESSOR
1	2ª feira 13h10-14h50	5ª feira 9h20-11h50	Wang Shu Hui
2	2ª feira 13h10-14h50	5ª feira 9h20-11h50	Antonio Carlos Vieira Coelho
3	2ª feira 13h10-14h50	5ª feira 9h20-11h50	Fernando José Gomes Landgraf
4	2ª feira 13h10-14h50	5ª feira 9h20-11h50	Francisco Rolando Valenzuela Díaz
5	2ª feira 15h00-16h40	5ª feira 9h20-11h50	Elizabeth Grillo Fernandes
6	2ª feira 15h00-16h40	5ª feira 13h10-14h50	Sérgio Duarte Brandi

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

Os tópicos que compõem o programa de PMT3110 no 2º semestre de 2019, bem como os conteúdos a serem abordados nos testes on-line e nas provas regulares acompanhados seus respectivos cronogramas de aplicação estão especificados nas tabelas apresentadas a seguir.

TEMA	Primeiro Módulo		
1	Ciência e Engenharia dos Materiais / Ligações Químicas / Classificação dos Materiais	Teste on-line 01/02 Abre: 12/08 às 18h Fecha: 18/08 às 23h	Prova P1 Data: 29/Ago Horário: 15:40h às 17:40h
2	Estrutura dos Sólidos Cristalinos		
3	Defeitos dos Sólidos Cristalinos	Teste on-line 03 Abre: 19/08 às 18h Fecha: 25/08 às 23h	
4	Difusão	Teste on-line 04 Abre: 26/08 às 18h Fecha: 01/09 às 23h	

Tópico	Segundo Módulo		
5	Diagrama da Fases e Transformações de Fases	Teste on-line 05 Abre: 16/09 às 18h Fecha: 22/09 às 23h	Prova P2 Data: 10/Out Horário: 15:40h às 17:40h
6	Comportamento Mecânico dos Materiais – Parte I	Teste on-line 06 Abre: 23/09 às 18h Fecha: 29/09 às 23h	
7	Defeitos Cristalinos e Deformação Plástica	Teste on-line 07 Abre: 30/09 às 18h Fecha: 06/10 às 23h	
8	Comportamento Mecânico dos Materiais – Parte II	Teste on-line 08 Abre: 07/10 às 18h Fecha: 20/10 às 23h	

Tópico	Terceiro Módulo		
9	Materiais Cerâmicos	Teste on-line 09 Abre: 21/10 às 18h Fecha: 27/10 às 23h	Prova P3 Data: 21/Nov Horário: 15:40h às 17:40h
10	Estrutura e Propriedades dos Polímeros	Teste on-line 10 Abre: 31/10 às 18h Fecha: 10/11 às 23h	
11	Propriedades Elétricas e Magnéticas dos Materiais	Teste on-line 11 Abre: 04/11 às 18h Fecha: 10/11 às 23h	
12	Propriedades Térmicas e Ópticas dos Materiais	Teste on-line 12 Abre: 11/11 às 18h Fecha: 17/11 às 23h	

AGENDA

As datas de realização das atividades de PMT3110 - aulas expositivas, abertura e fechamento dos testes on-line, provas, aulas demonstrativas, entrega e revisão dos relatórios - são apresentadas no calendário a seguir.

Agosto 2019

Se	Te	Qa	Qi	Sx	Sa	Do
			1 TEMA 1	2	3	4
5 TEMA 1	6	7	8 TEMA 2	9	10	11
12 TEMA 2 Abre T1/2 18h	13	14	15 TEMA 3	16	17	18 Fecha T1/2 23h
19 TEMA 3 Abre T3 18h	20	21	22 TEMA 4	23	24	25 Fecha T3 23h
26 TEMA 4 Abre T4 18h	27	28	29 P1	30	31	1º Set Fecha T4 23h

Setembro 2019

Se	Te	Qa	Qi	Sx	Sa	Do
2 a 7 de setembro SEMANA DA PÁTRIA – não haverá aula						8
29-30/09 + 9-11/09 Semana da P1			12 TEMA 5	13	14	15
16 TEMA 5 Abre T5 18h	17	18	19 TEMA 6	20	21	22 Fecha T5 23h
23 TEMA 6 Abre T6 18h	24	25	26 TEMA 7	27	28	29 Fecha T6 23h
30 TEMA 7 Abre T7 18h						

Outubro 2019

Se	Te	Qa	Qi	Sx	Sa	Do
	1	2	3 TEMA 8	4	5	6 Fecha T7 23h
7 TEMA 8 Abre T8 18h	8	9	10 P2	11	12	13
10-11/10 + 14-16/10 Semana da P2			17 TEMA 9 → turmas 3, 4 e 5 - BIÊNIO LAB → turmas 1, 2 e 6 - PMT	18	19	20 Fecha T8 23h
21 TEMA 9 → turmas 1,2 E 6 - BIÊNIO LAB → turmas 3,4 E 5 - PMT Abre T9 18h	22	23	24 TEMA 10	25	26	27 Fecha T9 23h
28 Não haverá aula	29	30	31 TEMA 10 Abre T10 18h			

DEMONSTRAÇÃO DE LABORATÓRIO – PROPS. MECÂNICAS			
Dia 17 de Outubro			
9h20 – 10h10	10h10 – 11h00	13h10 – 14h00	14h00 – 14h50
T1 – sala de aula	T2 - LAB	T6 – sala de aula	T6 - LAB
T2 - LAB	T1 – sala de aula		
Dia 21 de Outubro			
13h10 – 14h	14h00 – 14h50	15h00 – 15h50	15h50 – 16h40
T3 – sala de aula	T4 - LAB	T5 – sala de aula	T5 - LAB
T4 - LAB	T3 – sala de aula		

Novembro 2019

Se	Te	Qa	Qi	Sx	Sa	Do
				1	2	3
4 TEMA 11 Abre T11 18h	5	6	7 TEMA 11	8	9	10 Fecha T10/T11 23h
11 TEMA 12 Abre T12 18h	12	13	14 TEMA 12	15 Não haverá aula	16	17 Fecha T12 23h
18	19	20	21 P3	22	23	24
21-25/11 Semana da P3			28	29	30	

Dezembro 2019

Se	Te	Qa	Qi	Sx	Sa	Do
						1
2	3	4	5 PSUB	6	7	8

NOTA FINAL DE 1ª AVALIAÇÃO

Como atividades de avaliação, os alunos realizarão durante o semestre **TRÊS PROVAS REGULARES**, **ONZE TESTES ON-LINE** e **UM RELATÓRIO**. Haverá também uma **PROVA SUBSTITUTIVA FECHADA** que será aplicada no final do semestre e que abordará todo o conteúdo da disciplina. Somente alunos que perderem uma das provas regulares terão o direito de realizar a prova substitutiva. A nota da prova substitutiva ficará no lugar da nota da prova regular que o aluno perdeu.

Para o cômputo da nota correspondente aos testes on-line, a menor nota será descartada.

A nota do relatório só será considerada para os alunos que comparecerem à aula demonstrativa.

A nota final de PMT3110 em primeira avaliação (NF) será obtida a partir da média ponderada,

$$NF = 0,8 P + 0,2 A$$

onde P corresponde à média aritmética de três das provas oferecidas no semestre

e A é definida pela equação,

$$A = 0,5 T + 0,5 R$$

sendo T a média aritmética das dez melhores notas dos testes on-line e R a nota obtida no relatório da atividade demonstrativa de ensaios mecânicos.

As notas P, T e R variam de zero a dez e para obter aprovação na disciplina é necessário que $NF \geq 5,0$. Além disso, a frequência mínima exigida em aula para aprovação é de 70%.

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

O cálculo e o lançamento das notas finais de 1ª 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 PMT3110 no Sistema JúpiterWeb da Graduação no 2º semestre letivo de 2019 terão direito às notas finais de 1ª AVALIAÇÃO da disciplina.

NOTA FINAL - RECUPERAÇÃO

Terão direito de participar da **PROVA DE RECUPERAÇÃO**, alunos regularmente matriculados na disciplina PMT3110, que foram reprovados em 1ª Avaliação com $NF \geq 3,0$ e que tiveram pelo menos 70% de presença nas aulas. A prova de recuperação versará sobre toda a matéria abordada durante o semestre.

A nota final de PMT3110 em segunda avaliação (NR) será obtida a partir da média aritmética,

$$NR = 0,5 NF + 0,5 PR$$

onde PR é a nota da prova de recuperação.

O local e data de realização da prova de recuperação serão estipulados pela comissão do Ciclo Básico e informados mais adiante ao longo do semestre.

O fechamento das notas de recuperação será realizado pela Coordenação da disciplina. Caso algum aluno tenha problemas de notas pendentes após a prova de recuperação deve entrar em contato com a Coordenação da disciplina via email.

REVISÃO DE NOTAS

Alunos que desejarem revisão das notas de prova ou dos relatórios devem fazer suas solicitações por e-mail aos seus respectivos professores. 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 pelo aluno e o professor.

Observação: Após a Terceira Prova, certifique-se novamente de que todas as suas notas estão lançadas corretamente no ambiente de PMT3110. Caso haja algum equívoco, faça a solicitação de retificação necessária. Note que, por causa da proximidade do término do semestre letivo, os

períodos de solicitação e atendimento de revisão de notas da Terceira Prova deve ser feito durante a semana das Provas Substitutivas.

Os pedidos de revisão dos testes on-line devem ser encaminhados por e-mail ao monitor da disciplina - o Engenheiro Victor Caso Moreira <victorcasmoreira@gmail.com> - com cópia para o coordenador da disciplina

ATENDIMENTO

Caso você tenha alguma dúvida, ou se algum problema surgir durante o semestre, entre inicialmente em contato com seu professor. Persistindo dúvidas, entre em contato com o coordenador.

As suas observações sobre a disciplina (sugestões, comentários, críticas...) são importantes para a evolução de nosso trabalho didático e podem ser feitas para o seu professor, ou para o coordenador da disciplina. Temos todo o interesse em ouvi-lo!

São Paulo agosto de 2019