

# **PROJETO PEDAGÓGICO DO MÓDULO: TÓPICOS DE ENGENHARIA BIOMÉDICA**

## **MÓDULO EBM**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
– Agosto de 2017 –

## **Prefácio**

Este documento apresenta o projeto pedagógico do módulo de formação Tópicos de Engenharia Biomédica (EBM) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP).

O módulo EBM pode ser cursado por alunos de todos os cursos da EPUSP, nos últimos dois semestres dos cursos de Engenharia da EPUSP. Em cada semestre, sugere-se que o aluno curse pelo menos três disciplinas eletivas do módulo.

O capítulo 1 deste documento apresenta a justificativa para a criação do módulo EBM e os objetivos.

O capítulo 2 mostra a forma de acesso ao módulo EBM e os critérios de avaliação, assim como o perfil do egresso.

O capítulo 3 apresenta a estrutura curricular e a lista de disciplinas eletivas para cada um dos semestres. Detalhes das ementas estão nos apêndices.

O capítulo 4 traz informações sobre o corpo docente envolvido no módulo.

## Sumário

Prefácio .....	2
Sumário .....	3
Resumo executivo com informações básicas .....	4
1. Justificativa e objetivos do curso .....	6
2. Perfil do aluno.....	8
Perfil do Egresso.....	9
Habilidades .....	10
Atitudes .....	10
Competências.....	10
3. Estrutura Curricular.....	10
As disciplinas e o plano pedagógico do módulo EBM .....	16
Disciplinas adicionais previstas:.....	19
4. Corpo docente .....	21
5. Coordenação do módulo .....	32
6. Referências .....	32
7. Anexo F .....	33

## **Resumo executivo com informações básicas**

### **Título do módulo:**

**Tópicos de Engenharia Biomédica**

### **Sigla do módulo:**

EBM (módulo numero: 3032-5020)

### **Departamentos envolvidos:**

PTC-Engenharia de Telecomunicações e Controle

PME-Engenharia Mecânica

PMR-Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos

PSI-Engenharia de Sistemas Eletrônicos

### **Habilitações ou ênfases que abrigam o módulo:**

Automação e Controle - 3032-3150 (representação na CG/EPUSP)

Telecomunicações

Mecânica

Mecatrônica

Eletrônica e Sistemas

### **Número de vagas nas habilitações ou ênfases que abrigam:**

30

### **Número de vagas para outras habilitações ou ênfases:**

5

### **Condições para o ingresso e processo seletivo:**

A forma de ingresso no módulo de Engenharia Biomédica (EBM) é por opção do estudante ao módulo de EBM, e por meio de matrículas nas disciplinas eletivas de EBM. Para participar do processo seletivo, é requerido que o aluno tenha cumprido no mínimo 80% dos créditos (aula e trabalho) da estrutura do curso até o sétimo semestre.

O número de vagas do módulo é de 35, sendo que em caso de haver procura maior do que a oferta de vagas, a seleção se dará pela média ponderada de notas incluindo reprovações até o semestre imediatamente anterior à opção do módulo.

As disciplinas também têm número limitado de vagas e, e em caso de excesso de demanda, serão priorizados os matriculados no módulo e será utilizada a média ponderada com reprovações do candidato como critério para a seleção.

### **Periodicidade de ingresso:**

Anual

### **Objetivo:**

O módulo interdepartamental de EBM proposto envolve, nesta sua fase de criação, professores de quatro departamentos: PME, PMR, PSI e PTC, e será oferecido a todos os concluintes da EPUSP. O objetivo do módulo é a formação sólida para desenvolver soluções de Engenharia que atendam às demandas específicas das áreas biológicas e da saúde.

**Competências prévias desejadas:**

Os conhecimentos prévios mínimos desejáveis são os desenvolvidos nas disciplinas do núcleo comum da graduação da EPUSP, porém algumas disciplinas recomendam conhecimentos prévios em alguns temas para melhor aproveitamento.

**Estrutura curricular: número de disciplinas, créditos e carga horária:**

O módulo de EBM está associado aos cursos de Engenharia da EPUSP e pode ser cursado por alunos de todos os seus cursos.

A carga horária total do módulo é de 24 créditos distribuídos em seis disciplinas eletivas do Módulo de Formação em Engenharia Biomédica.

Os créditos são distribuídos entre o nono e o décimo semestres ideais dos cursos de Engenharia da EPUSP.

As disciplinas eletivas do módulo visam à formação específica em EBM. Constituem um elenco que engloba, mas não se restringe à formação em: (a) processamento de sinais e imagens médicas com características determinísticas e estocásticas; (b) biomecânica e bio-robótica; (c) modelagem de sistemas biológicos e redes neurais; (d) instrumentação biomédica; (e) reabilitação.

O quadro 2 apresenta a lista de disciplinas eletivas do módulo de EBM. Recomenda-se que doze créditos de disciplinas eletivas sejam cursados no nono semestre e outros doze créditos de disciplinas eletivas sejam cursados no décimo semestre.

**Coordenação do módulo**

Devido ao fato de ser um módulo interdisciplinar e interdepartamental, o EBM será coordenado por um representante da grande área da elétrica e um da grande área da mecânica, ambos docentes do módulo. O mandato será de 2 anos, permitida uma recondução sequencial. Os representantes de cada grande área serão eleitos pelos respectivos docentes da grande área e que lecionam no módulo EBM.

## 1. Justificativa e objetivos do curso

A Engenharia Biomédica (EB) é uma área em que conhecimentos de Engenharia, Matemática, Computação, Física e Química são utilizados para resolver problemas da Biologia e Medicina [1].

A EB é uma área bem consolidada nos países desenvolvidos. Já na década de 1960, havia publicações que discutiam o papel do engenheiro na pesquisa biomédica, a profissão do engenheiro biomédico, o ensino da EB e a criação de uma nova sociedade para a EB [2]–[9]. Atualmente, a maior sociedade internacional de engenheiros biomédicos, a Sociedade de Engenharia na Medicina e Biologia do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE-EMBS, do inglês *Institute of Electrical and Electronics Engineers – Engineering in Medicine and Biology Society*), tem nove mil e cem membros espalhados em 97 países [10]. Mas ainda assim, a EB pode ser considerada um campo científico emergente, com uma alta taxa de crescimento.

No caso do Brasil, há dezenas de centros de Engenharia Biomédica espalhados pelas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste do país, segundo a Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB) [11]. Esses centros podem prover soluções específicas para problemas únicos ao nosso país, cujas dimensões são gigantescas e cujos recursos são distribuídos de forma heterogênea.

A profissão de “engenheiro biomédico” foi regulamentada pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) em 2008 [3]. Os profissionais da EB podem atuar em diversas áreas: na pesquisa, no desenvolvimento e venda de equipamentos médicos e odontológicos, na gestão hospitalar, no desenvolvimento de bancos de dados para o gerenciamento de sistemas de saúde, dentre outras.

No caso da EPUSP, as primeiras pesquisas em EB iniciaram-se na década de 1970. No entanto, o Laboratório de Engenharia Biomédica (LEB) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) só foi fundado em 1981. A opção “Engenharia Biomédica” da área de concentração “Sistemas

Eletrônicos” foi inserida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, no ano de 1999. Desde 2012, a EB é uma área de concentração desse mesmo programa de pós-graduação. Quanto à graduação, a EPUSP oferece disciplinas optativas relacionadas ao tema.

No Brasil, há 14 cursos de graduação em EB reconhecidos pelo Ministério da Educação e Cultura, sendo a metade deles oferecidos por universidades públicas e a outra metade por instituições privadas [11].

No momento, a USP não tem nenhum curso de graduação em EB. Mas se verifica que há procura do corpo discente de graduação da EPUSP por formação mais específica em Engenharia Biomédica, comprovada por:

- Matrículas nas disciplinas optativas livres em EB oferecidas por vários departamentos da EPUSP: PTC (Processamento de Sinais Biomédicos; Princípios de Instrumentação Biomédica; e Princípios da Formação e Processamento de Imagens Médicas); PSI (Práticas em Reconhecimento de Padrões, Modelagem e Neurocomputação); PME (Introdução à Biomecânica; Técnicas Experimentais e Computacionais em Biomecânica e Sistemas Vasculares; Mecânica dos Fluidos Aplicada a Sistemas Vasculares); PMR (Técnica de Ultra-som e Suas Aplicações na Indústria e na Medicina; Biomecatrônica e Biorrobótica);
- Vários alunos da EPUSP que foram ao exterior cursar Engenharia Biomédica via programa duplo-diploma e Ciências sem Fronteiras.

Para suprir a demanda de formação sólida em Engenharia aliada ao conhecimento específico dos problemas biomédicos, propõe-se a criação de um módulo de formação em EB para os alunos dos cursos de graduação em Engenharia da EPUSP.

O módulo interdepartamental de EB proposto envolve, nesta sua fase de criação, professores de quatro departamentos: PME, PMR, PSI e PTC, e é oferecido a todos os concluintes da EPUSP. Não há pré-requisitos, além das disciplinas do núcleo comum da EPUSP, porém algumas disciplinas

recomendam conhecimentos prévios em alguns temas para melhor aproveitamento.

O objetivo do módulo de EB é formação sólida para desenvolver soluções de Engenharia que atendam às demandas específicas das áreas biológicas e da saúde.

## **2. Perfil do aluno**

O ingresso na EPUSP é feito pela seleção da Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST) em 12 cursos de Engenharia, implicando em um contingente de 870 ingressantes por ano.

Os alunos ingressantes nos cursos de “Engenharia de Materiais e Engenharia Metalúrgica” e de “Engenharia Elétrica” fazem as opções pelas habilitações ou ênfases ao final do 3º ano comum da estrutura curricular do respectivo curso. A média ponderada das notas obtidas nas disciplinas obrigatórias do curso é usada para priorizar os alunos na escolha das ênfases.

A forma de ingresso no módulo de EB, com periodicidade anual, será por opção do estudante ao módulo de EBM, e por meio de matrículas nas disciplinas eletivas de EB.

Para participar do processo seletivo, é requerido que o aluno tenha cumprido no mínimo 80% dos créditos (aula e trabalho) da estrutura do curso até o sétimo semestre.

O número de vagas do módulo é de 35, sendo que em caso de haver procura maior do que a oferta de vagas, a seleção se dará pela média ponderada de notas incluindo reprovações até o semestre imediatamente anterior à opção do módulo.

As disciplinas também têm número limitado de vagas e, e em caso de excesso de demanda, serão priorizados os matriculados no módulo e será utilizada a média ponderada com reprovações do candidato como critério para a seleção.



As disciplinas do módulo não apresentam requisitos, mas fazem recomendações de conhecimento prévio. O conteúdo das disciplinas recomendadas é fundamental para o aproveitamento das disciplinas do módulo.

Em termos de conhecimentos amplos e de habilidades e atitudes, espera-se que os alunos venham preparados e busquem o aprimoramento das seguintes competências:

- 1- Matemática
- 2- Ciências naturais
- 3- Ciências humanas e ciências socialmente aplicáveis
- 4- Experimentos
- 5- Identificação de problemas e formulação de soluções
- 6- Gerenciamento de empreendimentos (*Project Management*)
- 7- Projeto (*Design*)
- 8- Operação e manutenção
- 9- Perspectivas históricas e questões contemporâneas (Sustentabilidade e Globalização)
- 12- Comunicação
- 13- Política pública
- 14- Administração
- 15- Atitudes, liderança e trabalho em equipe
- 16- Aprendizagem contínua
- 17- Responsabilidade profissional e ética

O desempenho acadêmico é avaliado pela nota de aproveitamento e pela frequência. Em consonância com os critérios da USP, a nota de aproveitamento deve ser igual ou maior a 5,0 (numa escala de 0,0 a 10,0) e a frequência igual ou superior a 70% das aulas para que o aluno seja considerado aprovado na disciplina.

### **Perfil do Egresso**

O egresso terá uma formação sólida para desenvolver soluções de Engenharia que atendam às demandas específicas da área biológica e da

saúde. Poderá atuar na indústria, nos centros de pesquisa, nas instituições de ensino, nos hospitais e nas clínicas.

As habilidades, atitudes e competências apresentadas a seguir estabelecem o perfil almejado do egresso do módulo de EB.

#### Habilidades

- Saber se comunicar com profissionais de áreas diversas. Inclui o falar e o ouvir, assim como o escrever e o ler, tanto no idioma português quanto em outros idiomas que sejam usados na literatura internacional da área de Engenharia Biomédica.
- Saber trabalhar individualmente e em grupo. Buscar a independência e a autonomia quando a solução precisa ser obtida em casos de urgência. Também é capaz de integrar informações complementares e participar de soluções multidisciplinares.

#### Atitudes

- Buscar individual e continuamente o conhecimento, visando a sua atualização e seu aperfeiçoamento como profissional.
- Buscar compreender as características específicas dos problemas a serem resolvidos.

#### Competências

- Captar, condicionar e adquirir sinais biológicos e imagens médicas.
- Processar os dados com as ferramentas e os métodos apropriados.
- Analisar os resultados e apresentar uma conclusão.
- Especificar, desenvolver, testar e certificar equipamentos médicos.
- Modelar sistemas biológicos, realizar simulações computacionais, comparar os resultados com fenômenos fisiológicos, propor mecanismos neurais que justifiquem o comportamento dos modelos.
- Aplicar conceitos de mecânica e robótica a sistemas humanos.

### **3. Estrutura Curricular**

O módulo de EB está associado ao curso de Engenharia da EPUSP e pode ser cursado por alunos de todos os seus cursos.

A carga horária total do módulo é de 24 créditos distribuídos em seis disciplinas eletivas do Módulo de Engenharia Biomédica.

Os créditos são distribuídos entre o nono e o décimo semestres ideais dos cursos de Engenharia da EPUSP. Além disso, cada crédito equivale a 1 hora-aula.

Ressalta-se que há três tipos de disciplinas a serem consideradas: obrigatórias, optativas eletivas e optativas livres.

As disciplinas obrigatórias compõem os núcleos comuns dos semestres iniciais dos cursos de Engenharia da EPUSP, além do Estágio Supervisionado e do Trabalho de Conclusão de Curso. Também devem ser consideradas as disciplinas da habilitação selecionada pelo aluno, que são idealmente cursadas no sétimo e oitavo semestres. O Estágio Supervisionado e o Trabalho de Conclusão de Curso seguem as regras específicas da Ênfase/Curso de origem do aluno e não são estabelecidas pelo Módulo de EB.

As disciplinas optativas eletivas do módulo visam à formação específica em EB. Constituem um elenco que engloba, mas não se restringe à formação em: (a) processamento de sinais e imagens médicas com características determinísticas e estocásticas; (b) biomecânica e bio-robótica; (c) modelagem de sistemas biológicos e redes neurais; (d) instrumentação biomédica; (e) reabilitação.

E, por fim, as disciplinas optativas livres promovem a interdisciplinaridade e a liberdade de escolha aos alunos do módulo de EB. Essas disciplinas podem ser escolhidas não somente na EPUSP, mas também dentre todas oferecidas pela USP, incluindo na Educação Física, Biologia, Psicologia e demais unidades da área da saúde.

O quadro 1 apresenta como seria a matriz de disciplinas para um aluno do módulo de EB, considerando o nono e décimo semestres ideais. As disciplinas do módulo de EB (marcadas em vermelho) estão indicadas nos últimos dois semestres e podem ser escolhidas dentre as listadas no quadro 2. Constam também, além das optativas livres, o projeto de formatura (TF) e o

estágio supervisionado (E.S.), que são da responsabilidade do curso de origem dos alunos.

O quadro 2 apresenta a lista de disciplinas eletivas do módulo de EB. Sugere-se que doze créditos de disciplinas eletivas sejam cursados no nono semestre e outros doze créditos de disciplinas eletivas sejam cursados no décimo semestre. As recomendações de conhecimento prévio de cada disciplina estão nos respectivos anexos D.

Os quadros 3 e 4 apresentam, de forma preliminar, os horários de oferecimento das disciplinas eletivas do módulo de EB no nono e décimo semestres, respectivamente.

Quadro1 – Exemplo de matriz de disciplinas para aluno da EPUSP que queira seguir o Módulo de Engenharia Biomédica (EBM).

Créd./ Sem.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
9	Op. Livre				TF		E.S.	Op. Eletiva EBM				Op. Eletiva EBM				Op. Eletiva EBM			
10	Op. Livre				TF		Op. Eletiva EBM				Op. Eletiva EBM				Op. Eletiva EBM				

Quadro 2 – Lista de disciplinas eletivas do Módulo de Engenharia Biomédica

	<b>Código</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Docente Responsável</b>	<b>Créditos</b>	<b>Semestre</b>
1	PME3531	Mecânica dos Fluidos Aplicada a Sistemas Vasculares	Jayme Pinto Ortiz	4	Nono
2	PME3533	Introdução à Biomecânica	Raul G Lima/ Pai Chi Nan	4	Nono
3	PME3534	Técnicas Experimentais e Computacionais em Biomecânica e Sistemas Vasculares	Raul G Lima	4	Décimo
4	PSI3471	Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes	Emilio D M Hernandez	4	Nono
5	PTC3570	Engenharia Clínica	José Carlos T B Moraes	4	Nono
6	PTC3536	Bases para a Engenharia Neural	André F Kohn	4	Décimo
7	PTC3422	Modelos de Sistemas Biológicos	Luiz H A Monteiro/ José R C Piqueira	4	Nono
8	PTC3456	Processamento de Sinais Biomédicos	Cinthia Itiki/ Sérgio S Furuie	4	Nono
9	PTC3435	Princípios de Instrumentação Biomédica	Henrique T Moriya	4	Décimo
10	PTC3492	Princípios da Formação e Processamento de Imagens Médicas	Sergio S. Furuie	4	Décimo

Obs.: estão previstas 3 novas disciplinas a médio prazo: Robótica Médica; Biomecatrônica para Engenharia Biomédica; e Tecnologia Assistiva

Quadro 3 – Distribuição preliminar das disciplinas do módulo de EB no nono semestre.

	<b>Seg</b>	<b>Ter</b>	<b>Qua</b>	<b>Qui</b>	<b>Sex</b>
<b>07h30-08h20</b>			PME3531		PME3533
<b>08h20-09h10</b>			PME3531		PME3533
<b>09h20-10h10</b>			PME3533		PME3531
<b>10h10-11h00</b>			PME3533		PME3531
<b>11h10-12h00</b>					
<b>12h00-12h50</b>					
<b>12h50-13h40</b>					
<b>14h00-14h50</b>	PTC3570	PTC3456	PTC3570		PTC3422
<b>14h50-15h40</b>	PTC3570	PTC3456	PTC3570		PTC3422
<b>16h00-16h50</b>	PSI3471	PTC3456	PSI3471		PTC3422
<b>16h50-17h40</b>	PSI3471	PTC3456	PSI3471		PTC3422

PME3531 Mecânica dos fluidos aplicada a sistemas vasculares  
 PME3533 Introdução a biomecânica  
 PSI3471 Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes  
 PTC3570 Engenharia clínica  
 PTC3456 Processamento de sinais biomédicos  
 PTC3422 Modelos de sistemas biológicos

Quadro 4 – Distribuição preliminar das disciplinas do módulo de EB no décimo semestre.

	<b>Seg</b>	<b>Ter</b>	<b>Qua</b>	<b>Qui</b>	<b>Sex</b>
<b>07h30-08h20</b>	PME3534				
<b>08h20-09h10</b>	PME3534				
<b>09h20-10h10</b>			PME3534		
<b>10h10-11h00</b>			PME3534		
<b>11h10-12h00</b>					
<b>12h00-12h50</b>					
<b>12h50-13h40</b>					
<b>14h00-14h50</b>	PTC3492	PTC3435	PTC3536	PTC3435	
<b>14h50-15h40</b>	PTC3492	PTC3435	PTC3536	PTC3435	
<b>16h00-16h50</b>	PTC3492		PTC3536		
<b>16h50-17h40</b>	PTC3492		PTC3536		

PME3534

Técnicas experimentais e computacionais em biomecânica e sistemas vasculares

PTC3435

Princípios de instrumentação biomédica

PTC3492

Princípios de formação e processamento de imagens médicas

PTC3536

Base para a engenharia neural

## As disciplinas e o plano pedagógico do módulo EBM

As disciplinas eletivas do módulo EBM (quadro 2) permitem ao estudante configurar o módulo de acordo com o seu interesse específico, ou então com caráter mais generalista em Engenharia Biomédica. Pode-se notar que há disciplinas preponderantemente voltadas aos fundamentos em EB (ver detalhes nos anexos D), como “Modelos de Sistemas Biológicos”, “Processamento de Sinais Biomédicos”, “Princípios de Instrumentação Biomédica”, “Bases para a Engenharia Neural”, “Introdução à Biomecânica”; enquanto que há outras disciplinas mais específicas, tais como “Mecânica dos Fluidos Aplicada a Sistemas Vasculares”, “Técnicas Experimentais e Computacionais em Biomecânica e Sistemas Vasculares”, “Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes” e “Princípios da Formação e Processamento de Imagens Médicas”. Notam-se também disciplinas que visam diretamente a área terapêutica e hospitalar como é o caso da “Engenharia Clínica”.

Estão também previstas a inclusão de 3 outras disciplinas, a saber, “Biomecatrônica para Engenharia Biomédica”; “Robótica Médica”; e “Tecnologia Assistiva”.

É importante mencionar que muitas destas disciplinas cobrem simultaneamente os fundamentos e as aplicações, conforme se pode perceber pelos objetivos e programas resumidos de cada disciplina, listados a seguir, extraídos dos respectivos anexos D.

### “Modelos de Sistemas Biológicos”

**Objetivo:** modelar e analisar sistemas dinâmicos biológicos.

**Programa:** Conceitos preliminares da Teoria de Sistemas Dinâmicos (solução de equilíbrio, ciclo-limite, estabilidade segundo Lyapunov, equação característica para sistemas sem e com atraso, bifurcações); dinâmica populacional de única espécie (modelos de: Malthus, Verhulst); dinâmica populacional de espécies interagentes (modelos com: competição, predação); epidemiologia (modelos: SIR, SI, SIRS); cinética química (modelos de: Michaelis-Menten, Belousov-Zhabotinsky); neurodinâmica (modelos de: Hodgking-Huxley, FitzHugh-Nagumo, PLL, Hopfield, Wilson-Cowan); equações a derivadas parciais (movimento biológico, formação de padrão espacial).



### “Introdução à Biomecânica”

**Objetivo:** Aplicar fundamentos teóricos e práticos de anatomia funcional, fisiologia, cinemática, dinâmica, teoria de controle e resistência dos materiais na modelagem de sistemas biomecânicos.

**Programa:** Descrição de engenharia de tecidos biológicos, introdução à fisiologia pulmonar e modelagem de engenharia da contração muscular.

### “Bases para a Engenharia Neural”

**Objetivo:** A disciplina pretende fornecer fundamentos, tanto de fisiologia quanto de especificidades de engenharia e matemática, que sirvam como pontos de partida para estudos mais avançados na área de Engenharia Neural. Há uma mescla de ensinamentos de conceitos e apresentação de informações.

**Programa:** Neurofisiologia básica; Modelos matemáticos determinísticos e aleatórios de neurônios, circuitos neuronais, receptores sensoriais e músculos e sua simulação em computador; Estimulação de tecido nervoso e captação de sinais eletrofisiológicos por meios invasivos e não invasivos; Técnicas específicas de processamento de sinais de nervos, músculos e cérebro; Próteses neurais para restabelecimento de movimentos; Implantes neuroelétricos.

### “Processamento de Sinais Biomédicos”

**Objetivo:** Introduzir conceitos básicos da área de processamento de sinais de origem biológica.

**Programa:** Introdução ao processamento e análise de sinais biomédicos. Técnicas gerais, como filtragem digital, e específicas como média síncrona, são apresentadas, juntamente com exemplos da área biomédica.

### “Princípios de Instrumentação Biomédica”

**Objetivo:** Fornecer noções de sistemas de medição e instrumentação biomédica.

**Programa:** Sistemas de medição e instrumentação biomédica. Origem e medição de biopotenciais. Instrumentação de laboratório clínico. Dispositivos terapêuticos e protéticos. O conceito integrado de segurança elétrica.

### “Mecânica dos Fluidos Aplicada a Sistemas Vasculares”

**Objetivo:** Aplicação dos fundamentos teóricos e práticos da Mecânica dos

Fluidos na interpretação do escoamento sanguíneo através de sistemas vasculares, de modo a se obter subsídios no diagnóstico de patologias do sistema vascular.

**Programa:** Escoamento permanente e pulsátil em sistema vascular. Propriedades físicas e reologia do sangue. Fisiologia do sistema vascular. Ciclo cardíaco. Pulsos de pressão e velocidade. Bombas cardíacas como sistemas de assistência ventricular. Válvulas cardíacas naturais, mecânicas e biológicas. Modelagem computacional e *in vitro* de escoamentos em fístula arteriovenosa, válvulas cardíacas, aneurisma de aorta abdominal e endoprótese.

“Técnicas Experimentais e Computacionais em Biomecânica e Sistemas Vasculares”,

**Objetivo:** Expor o aluno a técnicas experimentais e computacionais utilizadas em biomecânica e na análise de sistemas vasculares.

**Programa:** Descrição de engenharia de tecidos biológicos, introdução à fisiologia pulmonar e modelagem de engenharia da contração muscular.

“Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes”

**Objetivo:** Aprendizagem dos fundamentos de sistemas eletrônicos inteligentes, conceitos, técnicas matemáticas e técnicas computacionais associadas, em conexão com temáticas relevantes ao módulo, como imagens, voz e fusão de informação em sistemas multisensores.

**Programa:** Aprendizagem de máquina supervisionada, reconhecimento de padrões, classificação e regressão não linear multivariada, com aplicações em voz, imagens e fusão de informação em matrizes de sensores; Extração e seleção de características; Técnicas de avaliação de qualidade em regressão e em reconhecimento; Controle de sobreaprendizado; Conceitos em imagens; Operações com *pixels*; operações de vizinhança; Transformações geométricas, multiresolução e casamento de padrões; Aplicações de aprendizagem de máquina em visão computacional.

“Princípios da Formação e Processamento de Imagens Médicas”

**Objetivo:** Introduzir conceitos básicos dos princípios físicos da formação e do processamento digital de imagens médicas.

**Programa:** Introdução a Processamento Digital de Imagens; Introdução a um ambiente computacional para desenvolvimento, exercícios e testes; Princípios

físicos da formação de imagens de raio-X; Princípios físicos da formação de imagens de Ultra-som; Princípios físicos da formação de imagens de Ressonância Magnética; Princípios físicos da formação de imagens de Medicina Nuclear; Características das principais imagens médicas: Medidas de qualidade; Formato DICOM. Sistema PACS; Processamento digital de imagens.

#### “Engenharia Clínica”

**Objetivo:** Introdução das noções básicas de Engenharia Clínica.

**Programa:** Engenharia Biomédica e Engenharia Clínica; Desenvolvimento, fabricação, certificação, registro, comercialização e utilização de equipamentos médicos e outros produtos para a Saúde; Gerenciamento de risco; Engenharia de fatores humanos para a segurança da tecnologia em Saúde; Gestão de manutenção.

#### Disciplinas adicionais previstas:

##### “Biomecatrônica”

**Objetivo:** Apresentar sistemas robóticos de inspiração biológica. Fornecer, em nível de graduação os conceitos, teorias e aplicações da mecânica, eletrônica e teoria de controle para o estudo do movimento biológico. Fornecer os conceitos básicos para o desenvolvimento de sistemas robóticos para terapias físicas e reabilitação funcional. Apresentar os conceitos de projeto biomimético em engenharia aplicados em robótica.

**Programa:** 1) Introdução. Apresentação do problema; 2) Conceitos básicos de anatomia e modelagem mecânica do corpo humano; 3) Revisão de Cinemática Direta e Inversa de Robôs Manipuladores; 4) Sensores do corpo humano e sensores em Biorrobótica; 5) Atuadores biológicos. O músculo; 6) Arquiteturas de Controle de Inspiração Biológica.; 7) Descrição e modelagem do controle motor biológico. Implementação; 8) O CPG como modelo de controle de movimento ciclico; 9) Compensação artificial das deficiências neuromotoras; 10) Exoesqueletos robóticos bioinspirados. Membros superiores; 11) Exoesqueletos robóticos bioinspirados. Membros inferiores; 12) Robôs com patas bioinspirados.

### “Tecnologia Assistiva”,

**Objetivo:** Introdução de conceitos de projetos de dispositivos de assistência a pessoas com deficiências ou necessidades especiais; exercitar a interdisciplinaridade no desenvolvimento de um projeto de engenharia, analisando os problemas de pessoas com deficiências ou necessidades especiais, avaliando as condições do meio ao seu redor, propondo e implementando soluções para as limitações encontradas.

**Programa:** Definições de deficiências e de tecnologia assistiva; introdução à anatomia e fisiopatologia; *design thinking* aplicada em projeto de dispositivos de assistência; automação residencial para pessoas com deficiências; órteses e próteses convencionais, eletromecânicas e esportivas; soluções para deficiência visual, auditiva e cognitiva; meios alternativos de comunicação; soluções para mobilidade.

### “Robótica Médica ”

**Objetivo:** Apresentar sistemas robóticos de aplicação médica. Fornecer os conceitos básicos para o desenvolvimento de sistemas robóticos para terapias físicas e reabilitação funcional.

**Programa:** Introdução aos robôs de uso médico: aplicação, tecnologias, estudo de caso; Análise dinâmica de manipuladores: cinemática direta e inversa de manipuladores robóticos, dinâmica de manipuladores robóticos, estudo de caso; Robôs cirúrgicos: estudo de caso, análise do espaço de trabalho; Robôs para reabilitação: sistemas de robôs para reabilitação, realidade virtual e aumentada na reabilitação, estudo de caso; Robôs assistivos: classificação de robôs assistivos, órteses e próteses mecatrônicas, Interfaces homem-máquina, estudo de caso: projeto de uma mão protética.

## 4. Corpo docente

O corpo docente envolvido na criação do módulo EBM está constituído, neste momento, por professores (Quadro 2) de 4 departamentos (PME, PMR, PSI, PTC) da EPUSP. Seguem os *links* para os currículos Lattes dos docentes e os respectivos resumos extraídos do sistema Lattes.

### André Fábio Kohn

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1A -CA EE -

Engenharia Elétrica e Biomédica

CV: <http://lattes.cnpq.br/2274011017142031>

### **Currículo resumido:**

O pesquisador possui graduação em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP (1973), mestrado em Engenharia Elétrica pela EPUSP (1976) e Ph.D. em Engineering pela University of California at Los Angeles - UCLA (1980). Na UCLA realizou pesquisas no Brain Research Institute. Em 1994 realizou pesquisas no National Institutes of Health (Bethesda), mais especificamente no NINDS. É professor titular de Engenharia Biomédica na EPUSP, desde 1993, onde co-coordena o Laboratório de Engenharia Biomédica (LEB/EPUSP). Na USP orienta alunos tanto de engenharia (no programa de Engenharia Elétrica da EPUSP) quanto de ciências biomédicas (no programa de Neurociência e Comportamento do IPUSP). É membro do corpo editorial, bem como revisor de artigos, de revistas nacionais e internacionais. Participou de comissões científicas de congressos nacionais e internacionais. Apresentou palestras como convidado em vários países. Tem experiência nas áreas de Engenharia Biomédica e Neurociência, com ênfases em Neurofisiologia Humana, Neurociência Computacional e Modelagem de Sistemas Biológicos, atuando atualmente nos seguintes temas: controle postural em humanos, modelagem matemática e simulação do sistema neuromuscular humano, neurociência computacional, neurofisiologia da medula espinhal humana, eletromiografia e eletroencefalografia. Foi membro fundador da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica, do Núcleo de Pesquisa em Neurociência e Comportamento da USP e do LEB/EPUSP. Foi idealizador

(com colegas do LEB/EPUSP) da área de concentração de Engenharia Biomédica no programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da EPUSP. Foi por duas gestões eleito para membro titular do Comitê Assessor de Engenharia Elétrica e Biomédica do CNPq, tendo sido seu coordenador por 1 ano na segunda gestão. Foi eleito membro titular da Academia Nacional de Engenharia (ANE) em 2014.

Arturo Forner Cordero

CV: <http://lattes.cnpq.br/5540432863582207>

### **Currículo resumido:**

O Prof Arturo Forner-Cordero, se formou em Ingeniería Superior de Telecomunicaciones pela Universidade Politécnica de Valencia, Espanha (1992), doutorado em Mechanical Engineering (Biomechanics) pela Twente University of Technology nos Países Baixos (2003) e pós-doutorado na Katholieke Universiteit Leuven em Bélgica (2005). Em 2006 ganhou uma prestigiosa vaga do programa Ramón y Cajal para o CSIC em Espanha. Atualmente é Professor Livre-Docente na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e dirige o Laboratório de Biomecatrônica do Departamento de Engenharia Mecatrônica e Sistemas Mecânicos. Suas linhas de atuação em pesquisa e desenvolvimento tecnológico envolvem os seguintes temas: Biomecatrônica, Biomecânica, Biorrobótica e Controle Motor. Publicou mais de 30 artigos científicos em revistas internacionais, foi co-autor de 10 livros e registrou duas patentes além de participar em múltiplos congressos como palestrante, convidado ou organizador. Foi coordenador científico do projeto europeu ESBiRRo desenvolvendo o controle da marcha de um robô bípede e um exoesqueleto de membro inferior. Em 2014 organizou a conferencia da IEEE BioRob o evento mundial mais importante sobre Biomecatrônica e Biorrobótica que depois da Europa, Estados Unidos e Japão teve lugar no Brasil. Orientou vários alunos de formatura, mestrado e uma tese doutoral sobre o estudo do controle motor por meio de exoesqueletos. Atualmente coordena vários projetos para o estudo do controle motor dos membros superiores e inferiores com fundos nacionais (CNPq) e internacionais além de

participar no Núcleo de Apoio a Pesquisa da USP Núcleo de Estudos Avançados em Reabilitação (NEAR).

Cinthia Itiki

CV: <http://lattes.cnpq.br/2926760178645863>

**Currículo resumido:**

Possui graduação em Engenharia de Eletricidade com ênfase Sistemas Digitais, mestrado em Sistemas Eletrônicos e livre-docência em Engenharia Biomédica, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). Também é Ph.D. em Engenharia Biomédica pela University of Southern California. Atua como docente da USP desde 1990 e atualmente é Professora Associada do Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle. Tem experiência no Processamento de Sinais Biológicos, atuando com modelagem, classificação (discriminantes lineares, memórias associativas, redes neurais artificiais) e análises espectral e de tempo-frequência de sinais cardíacos (ECG, pressão arterial), neuromusculares (EMG, ENG) e cerebrais (EEG, potenciais evocados, sinais do hipocampo). Também tem interesse no estudo do movimento descrito por sistemas mecânicos com vínculos (holônomos e não-holônomos) e na compressão de sinais captados por matrizes de alta densidade de eletrodos. Site [http://www.leb.usp.br/Arquivos/LEB-site-CI\\_PSB\\_projetos-2014.pdf](http://www.leb.usp.br/Arquivos/LEB-site-CI_PSB_projetos-2014.pdf)

Emilio Del Moral Hernandez

CV: <http://lattes.cnpq.br/2614557064095059>

**Currículo resumido:**

O Professor Emilio Del Moral Hernandez é Livre-Docente III (Associate Professor) na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1984), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1990) e mestrado e doutorado em Electrical Engineering pela University of Pennsylvania (1994 e 1998). Foi Presidente da Seção Sul Brasil (SP-PR-SC-

RS) do IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., na gestão 2005-2006, sendo também membro da diretoria das gestões 2007-2008, 2009-2010 e 2011-2012. É membro do Neural Networks Technical Committee da CIS-IEEE (de 2009 a 2016), tendo sido vice-chair desse comitê em 2012. Foi membro do Distinguished Lectures Program Sub-committee em 2010 e 2011, e em 2009 participou do Webinars Sub-committee dessa sociedade IEEE. Compôs o Comitê de Premiação do IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems Best Paper Award em 2012 e 2013. Serviu como membro do Conselho Superior da Sociedade Brasileira de Redes Neurais / Inteligência Computacional no período 2008-2013. É revisor técnico em vários periódicos do IEEE e de várias editoras, Associate Editor da Cognitive Research Systems (Elsevier), revisor técnico e membro de comitê de programa de congressos nacionais e internacionais, foi Program Co-Chair do IJCNN 2013 - Dallas, e é Technical Chair do IJCNN 2016 (IEEE WCCI 2016) - Vancouver. Realiza assessoria Adhoc para o CNPq, para a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e para a CAPES. Em 2006 obteve o título de Livre-Docente da Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, na especialidade Neurocomputação Eletrônica e Sistemas Adaptativos. É professor RDIDP da Escola Politécnica desde 1987. É membro da Congregação EPUSP, do Conselho de Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos (PSI-EPUSP) e entre 12/2009 e 12/2013 foi representante desse departamento na Comissão de Pesquisa da Escola Politécnica da USP, sendo ainda coordenador de Iniciação Científica da EPUSP em 2012 e 2013 e Coordenador do Comitê Executivo do SIICUSP 2012 em Ciências Exatas e Engenharias. Desde 2014 participa da COC - Comissão de Coordenação de Curso - da Ênfase de Eletrônica e Sistemas da EPUSP. Orienta trabalhos de mestrado e doutorado no programa de Engenharia Elétrica da EPUSP, em temas de microeletrônica e sistemas eletrônicos, e ministra disciplinas de pós-graduação nesse programa Stricto Sensu; também leciona redes neurais e reconhecimento de padrões no programa PECE-EPUSP em Engenharia Financeira e orienta trabalhos de conclusão relacionados. Mantém colaborações internacionais com diversas universidades, algumas delas derivadas da rede BioSenintg (Sensores e Biossensores Inteligentes) do programa ALFA de intercâmbio entre América Latina e União Européia,



incluindo o Instituto CINVESTAV-México, a Universidade Católica PUC-Lima (Peru), a Universidad Autónoma de Barcelona e a Universidad Complutense de Madrid. Atua nas áreas de Engenharia Elétrica e Computação, principalmente nos seguintes temas de ensino e pesquisa: teoria e aplicação de redes neurais, teoria do caos aplicada a redes neurais, neurocomputação e sistemas de computação bio-inspirados, aplicações de inteligência computacional, implementação eletrônica de modelos neurais, circuitos eletrônicos analógicos e digitais, processamento digital de sinais, sistemas sensores e medidas elétricas, sistemas dinâmicos não lineares, modelagem de sistemas não lineares e de sistemas complexos, mineração de dados, reconhecimento de padrões, sistemas de apoio à decisão e aplicação de neurocomputação à engenharia financeira. É coordenador do grupo de pesquisa ICONE-EPUSP, Grupo de Inteligência Computacional, Modelagem e Neurocomputação Eletrônica), cadastrado no CNPq (<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/6003454058965078>).

#### Henrique Takachi Moriya

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2 - CA EE -  
Engenharia Elétrica e Biomédica

CV: <http://lattes.cnpq.br/8298199857246323>

#### **Currículo resumido:**

Henrique Takachi Moriya possui graduação em Engenharia de Eletricidade pela Universidade de São Paulo (1996), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1999), doutorado-sanduíche na University of Vermont (2002) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2003). Atualmente é Professor Doutor do Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo onde leciona na graduação de Engenharia de Eletricidade e na pós-graduação em Engenharia Biomédica. É membro do Laboratório de Engenharia Biomédica da Universidade de São Paulo e realiza cooperações de pesquisas com o Laboratório de Fisiopatologia da Inflamação Experimental do Departamento de Farmacologia do Instituto de Ciências Biomédicas da

Universidade de São Paulo e com laboratórios da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Modelagem de Sistemas Biológicos, atuando principalmente nos seguintes temas: avaliação da mecânica respiratória, oscilações forçadas, modelamento matemático e instrumentação biomédica na área de Engenharia Respiratória.

Jayme Pinto Ortiz

CV: <http://lattes.cnpq.br/5094668880534974>

**Currículo resumido:**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1972); mestrado em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-EPUSP (1982); doutorado sanduíche em Engenharia Civil-Hidráulica pela EPUSP/University of Minnesota - SAFHL/USA (1989), onde foi Honorary Fellow no período de 1987 a 1989 e Livre-Docência em Mecânica dos Fluidos pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP (2011). Possui ainda Especialização na Università degli Studi di Padova-Italia (1977-1978). Atualmente é professor associado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e professor pleno do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. Coordena o Laboratório de Engenharia Ambiental e Biomédica - LAB do Departamento de Engenharia Mecânica da EPUSP. Tem experiência nas áreas de Engenharia Mecânica, Civil e Biomédica, com ênfase em Mecânica dos Fluidos, atuando principalmente nos seguintes temas: emissários submarinos e fluviais, dispersão de efluente, estruturas hidráulicas, turbulência, sistemas vasculares e modelagem física e computacional.

José Carlos Teixeira de Barros Moraes

CV: <http://lattes.cnpq.br/6191992572125867>

**Currículo resumido:**

Possui graduação em Engenharia Industrial Elétrica pela Faculdade de Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (FEI/PUCSP) (1969), graduação em Bacharelado em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (1970), mestrado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1976), doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1986) e pós-doutorado no Instituto de Bioengenharia da Universidade de Toronto/Canadá. Atualmente é professor titular da Universidade de São Paulo, um dos Coordenadores do Laboratório de Engenharia Biomédica da Escola Politécnica da USP, Diretor da Divisão de Ensaio e Calibração do Laboratório de Engenharia Biomédica da Escola Politécnica da USP, acreditado pelo INMETRO para ensaios de equipamentos médicos e pertencente à RBLE/INMETRO, coordenador de Comissões de Estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas/CB26, membro da Sociedade Brasileira de Metrologia e da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica, com experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Instrumentação, Metrologia e Modelagem de Sistemas Biológicos, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas dinâmicos biológicos, normalização, telemetria, marcha humana, certificação de equipamentos eletro-médicos.

José Roberto Castilho Piqueira

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1A - CA EE -  
Engenharia Elétrica e Biomédica

CV: <http://lattes.cnpq.br/6644721827442957>

**Currículo resumido:**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (1974), mestrado em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (1983), doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da

Universidade de São Paulo (1987) e livre-docência em Controle e Automação pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1997). Atualmente é professor titular (Concurso Público em 1999) e Diretor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, tem 105 artigos indexados na principal coleção da Web of Science (2 Editoriais, 85 em periódicos, 18 em congressos; h=12), orientou 23 mestrados, 24 doutorados e supervisionou 9 pós-doutorados. Participa do corpo editorial do periódico Journal of Control, Automation and Electrical Systems (Springer). É presidente do Conselho Superior do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e membro efetivo da Academia Nacional de Engenharia. Tem experiência nas áreas de Engenharia Elétrica e Biomédica, com ênfase em Teoria Geral dos Circuitos Elétricos, atuando principalmente nos seguintes temas: dinâmica, bifurcação, sincronismo, caos e modelos matemáticos.

#### Luiz Henrique Alves Monteiro

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1C - CA EE -  
Engenharia Elétrica e Biomédica

CV: <http://lattes.cnpq.br/1820487447148268>

#### **Currículo resumido:**

Concluiu graduação (1987) em Bacharelado em Física pelo Instituto de Física da USP, mestrado (1990) e doutorado (1995) em Física de Plasmas pelo Instituto de Física da USP, pós-doutorado (1996 e 1998) em Biomatemática pela Escola Politécnica da USP, e livre-docência (2005) em Controle e Automação pela Escola Politécnica da USP. É professor adjunto da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie e professor associado da Escola Politécnica da USP. É autor do livro Sistemas Dinâmicos, indicado ao Prêmio Jabuti em 2002 (e atualmente na terceira edição), do livro Sistemas Dinâmicos Complexos (na sua segunda edição), de 67 artigos publicados em periódicos internacionais indexados na base de dados bibliográficos Web of Science, além de diversos capítulos de livros e artigos publicados em revistas nacionais e em anais de congressos. Tem atuado como consultor ad hoc da CAPES e do CNPq, como revisor de artigos submetidos a periódicos e

congressos, e como editor associado do periódico Applied Mathematics and Computation (da Elsevier). Já orientou 37 dissertações de mestrado e 5 teses de doutorado. Atualmente, é bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq (nível 1C) pelo Comitê de Engenharias Elétrica e Biomédica, e tem trabalhado nas áreas de sistemas dinâmicos, sistemas complexos, modelagem de sistemas, controle e inteligência artificial, visando aplicações em engenharia, computação e biologia.

Pai Chi Nan

CV: <http://lattes.cnpq.br/4601183292806169>

**Currículo resumido:**

É professor do Departamento de Engenharia Mecatrônica da Escola Politécnica da USP. Possui graduação em Medicina pela Universidade de São Paulo (1999), graduação em Engenharia Mecatrônica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2005) e doutorado direto em Mechano-Micro Engineering - Tokyo Institute of Technology (2010). Tem experiência na área de Medicina e Engenharia Biomédica, atuando principalmente nos seguintes temas: coração artificial, dispositivos biomédicos e dispositivos relacionados a acústica/ultrassom.

Rafael Traldi Moura

CV: <http://lattes.cnpq.br/5846131329464125>

**Currículo resumido:**

Graduado em Engenharia Mecatrônica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2006), concluiu o doutorado no Grupo de Mecânica dos Sólidos e Impacto em Estruturas (GMSIE) pela mesma universidade em 2012, tendo passado 9 meses do doutoramento no grupo Structural Impact Laboratory (SIMLab) da universidade norueguesa NTNU. Contratado como Professor Doutor do departamento de engenharia mecatrônica e sistemas mecânicos da Universidade de São Paulo em 2013, aos 29 anos, atua em duas áreas de pesquisa: na áreas de mecânica dos sólidos e elementos finitos, especialmente

análise estrutural numérica, impacto em estruturas e comportamento mecânico de polímeros e na área de biomecatrônica, especialmente na construção de exoesqueletos, interface homem máquina e estudo do controle motor.

### Raul Gonzalez Lima

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1D - CA EM - Engenharia Mecânica, Naval e Oceânica e Aeroespacial

CV: <http://lattes.cnpq.br/4175936614766593>

### **Currículo resumido:**

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (1985), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (1990) e doutorado em Aerospace Engineering - University of Texas at Austin (1995). Atualmente é professor associado da Universidade de São Paulo. É Livre-Docente em Engenharia Biomecânica desde novembro de 2009. Tem experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Engenharia Médica, atuando principalmente nos seguintes temas: tomografia por impedância elétrica, dinâmica estrutural, biomecânica, elementos finitos, estimação de parâmetros, problemas inversos e monitoração do pulmão. Coordenou no Brasil o contrato NIH/Colorado State/Poli, contrato G-4553-1, Exploratory Innovations in Electrical Impedance Tomography, de 2013 a 2015. Coordenou na USP a Rede de Biomecânica CAPES sobre Contração Muscular, de 2012 a 2014. Coordenou o convênio Philips/Poli/FDTE sobre Tomografia de Impedância Elétrica para monitorar o Pulmão a beira de leito, em 2011 a 2012. Coordenou o Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP de agosto de 2012 a agosto de 2016. É responsável pela solução de problemas inversos na tecnologia de Tomografia por Impedância Elétrica licenciada para a Philips (no âmbito da América Latina) e posteriormente para a Timpel S.A., já disponível no mercado, equipamento que monitora o pulmão a beira de leito. É affiliate faculty no Departamento de Matemática da Colorado State University. É orientador de doutorado no Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da USP e participa como colaborador do programa de Pós-

graduação da Universidade Federal do ABC (UFABC). Eleito presidente da Comissão de Pós-graduação da Escola Politécnica da USP para o biênio 2016-2017. Eleito vice-chefe do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP para o biênio 2016 e 2017.

### Sergio Shiguemi Furuie

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1A - CA EE -

Engenharia Elétrica e Biomédica CV: <http://lattes.cnpq.br/3099066754531707>

#### **Currículo resumido:**

Sergio Furuie concluiu a graduação em Engenharia Eletrônica pelo ITA (1977), o mestrado em Engenharia Biomédica pela COPPE/UFRJ em 1980 e o doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo em 1990. Obteve o título de Livre-docente em 2002 (EPUSP). Atualmente é professor titular concursado (desde agosto de 2008) do Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e orientador credenciado na pós-graduação do Programa de Engenharia Elétrica da EPUSP. Ele está vinculado ao Laboratório de Engenharia Biomédica, e foi membro eleito da Comissão de Coordenação da Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da USP (2008-2014). Foi membro do Comitê de Assessoramento de Engenharias Elétrica e Biomédica (CNPq CA-EE, 2010 a 2013). Participou da Comissão de Avaliação da CAPES para a área de Engenharia IV nos triênios 1998-2000 e 2007-2009. Foi diretor da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Informática do Instituto do Coracao / HC.FMUSP de 1995 a agosto de 2008, e orientador credenciado no Programa de Cardiologia da FMUSP. Atua na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em processamento de imagens médicas e processamento de sinais biológicos. Tem interesse, entre outros, em análise de imagens médicas tridimensionais, reconstrução tomográfica, ultrassom, segmentação/classificação, quantificação e otimização em imagens.

## 5. Coordenação do módulo

Devido ao fato de ser um módulo interdisciplinar e interdepartamental, o EBM será coordenado por um representante da grande área da elétrica e um da grande área da mecânica, ambos docentes do módulo. O mandato será de 2 anos, permitida uma recondução sequencial. Os representantes de cada grande área serão eleitos pelos respectivos docentes da grande área e que lecionam no módulo EBM.

## 6. Referências

- [1] <http://www.leb.usp.br/> site da internet acessado em 11 de dezembro de 2015.
- [2] WELKOWITZ W. Education in biomedical engineering. *Am J Med Electron*. 1965. Jan-Mar;4:48-49.
- [3] Eden M. A new society for biomedical engineering? *Med Res Eng*. 1967;6(4):5-6.
- [4] RYAN LJ. The role of the engineer in biomedical engineering. *J Occup Med*. 1962. Nov;4:673-679.
- [5] BREWER CR, BROWN JH, HELLMAN LP, PAHL HB, TUVE TW. Ideas or instruments—the development of biomedical engineering. *J Med Educ*. 1962 Dec;37:1285-90.
- [6] STEVENSON EP. Engineering and biomedical research. *Biomed Sci Instrum*. 1963;1:63-5.
- [7] MERYMAN HT. Engineering in biomedical research. *Biomed Sci Instrum*. 1963;1:67-9.
- [8] WAGONER EV Jr. Biomedical engineering as a profession. *Biomed Sci Instrum*. 1963;1:71-3.
- [9] MERYMAN HT. Engineering in biomedical research. *Lect Rev Ser* NO. 64-1. Res Summ (Nav Med Res Inst). 1964 Jan 9;42:1-5.
- [10] <http://www.embs.org/>, site da internet acessado em 17 de dezembro de 2015.
- [11] <http://www.sbeb.org.br/centros.php>, site da internet acessado em 17 de dezembro de 2015.
- [12] <http://www.fuvest.br/vest2016/manual/carreiras.exatas.html>, site da internet acessado em 18 de dezembro de 2015.
- [13] Boletim da SBEB, edição 1, dezembro de 2015



## 7. Anexo F

Módulo acadêmico: Tópicos de Engenharia Biomédica (EBM)								
Módulo acadêmico: Tópicos de Engenharia Biomédica		Durações:		Ideal	2 sem.			
Período: Integral				Mínima	2 sem.			
Código de Módulo: 3032-5020				Máxima	4 sem.			
Ano de início de validade deste currículo: 2018								
Disciplinas em Sequência Aconselhada		Disciplina Requisito	Disciplina Conjunto	Créditos			Carga Horária	
Obrigatórias				Aula	Trab	Tot.		
<b>9º semestre</b>								
Não há disciplina obrigatória								0
<b>10º semestre</b>								
Não há disciplina obrigatória								0
Disciplinas em Sequência Aconselhada		Disciplina Requisito	Disciplina Conjunto	Créditos			Carga Horária	
Optativas eletivas				Aula	Trab	Tot.		
<b>9º semestre</b>								
PME3531	Mecânica dos fluídos aplicada a sistemas vasculares			E	4	0	4	60
PME3533	Introdução à biomecânica			E	4	0	4	60
PSI3471	Fundamentos de sistemas eletrônicos inteligentes			E	4	0	4	60
PTC3422	Modelos de sistemas biológicos			E	4	0	4	60
PTC3570	Engenharia clínica			E	4	0	4	60
PTC3456	Processamento de sinais biomédicos			E	4	0	4	60
<b>Subtotal:</b>					<b>24</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>360</b>
<b>10º semestre</b>								
PME3534	Técnicas experimentais e computacionais em biomecânica e sistemas vasculares			E	4	0	4	60
PTC3536	Bases para a engenharia neural			E	4	0	4	60
PTC3435	Princípios de instrumentação biomédica			E	4	0	4	60
PTC3492	Princípios de formação e processamento de imagens médicas			E	4	0	4	60
<b>Subtotal:</b>					<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>240</b>
<b>Informação Específica:</b>	Os alunos deverão cursar um total de seis disciplinas optativas eletivas.							

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Anexo D / Annex D

1 código <i>code</i>	PME 3531	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano <i>Year</i>	2018
-------------------------	----------	---	--------------------	------

2 Nome da Disciplina	Mecânica dos Fluidos Aplicada a Sistemas Vasculares <i>Fluid Mechanics Applied to Arterial Systems</i>		
3 Créditos / <i>Credits</i>	4	Aula / <i>Lessons</i>	(4 créditos = 60 h)
	0	Trabalho / <i>Assignment</i>	(0 créditos)
4 Vagas / <i>Places</i>	20	Alunos regulares / <i>Regular students</i>	
	10	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>	
5 Duração / <i>Duration</i>	15	(semanas / <i>weeks</i> )	
6 Tipo / <i>Type</i>	<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i> <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>		
7 Estágio / <i>Training</i>	0	(horas / <i>hous</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais	
<b>8 Objetivos:</b> Aplicação dos fundamentos teóricos e práticos da Mecânica dos Fluidos na interpretação do escoamento sanguíneo através de sistemas vasculares, de modo a se obter subsídios no diagnóstico de patologias do sistema vascular. <b>Goals:</b> <i>Application of theoretical and practical fundaments of Fluid Mechanics in the interpretation of blood flow in arteries to subsidize the diagnosis of vascular system pathologies.</i>			
9 Responsável / <i>Person in charge</i> (fornecer número funcional e nome)			
Nº	61260	Nome	Prof. Dr. Jayme Pinto Ortiz
10 Cursos atendidos: Todos os cursos da EPUSP			
<i>Courses served: EPUSP's courses</i>			
11 Programa (preenchimento obrigatório da versão em inglês)			
<b>Programa:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escoamento Laminar e Turbulento em condutos forçados.</li> <li>• Equações gerais, perdas de carga, aplicações a sistemas vasculares. Escoamento permanente e pulsátil. Relações pressão - velocidade.</li> <li>• Propriedades físicas do sangue. Influência de suas variações na geração de patologias. Considerações do escoamento do sangue como fluido newtoniano e não newtoniano. Reologia do sangue.</li> <li>• Fisiologia do sistema vascular. Hemodinâmica do sistema vascular e venoso e sua relação com doenças do sistema vascular periférico.</li> <li>• Escoamento através de fistulas artério-venosas. Técnicas cirúrgicas. Técnicas de modelagem numérica e simulações in vitro aplicadas à interpretação de campos de velocidade, de pressão e de tensões cisalhantes.</li> <li>• Ciclo cardíaco. Funcionamento do coração. Bombas cardíacas artificiais como sistemas complementares ao funcionamento do coração.</li> <li>• Válvulas cardíacas. Desenvolvimento e produção dos substitutos valvulares biológicos e mecânicos. Técnicas de modelagem numérica e simulações in vitro aplicadas à interpretação de campos de velocidade, vazão volumétrica, pressão e tensões cisalhantes do escoamento. Instrumentação aplicada à medição desses campos.</li> <li>• Escoamento através de aneurisma. Técnicas cirúrgicas. Técnicas de modelagem numérica e simulações in vitro de aneurisma de aorta abdominal e de endopróteses.</li> <li>• Ondas de pressão e velocidade no sistema arterial. Reflexão de ondas no sistema arterial.</li> </ul>			
<b>Program:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Laminar and turbulent pipe flow.</i></li> <li>• <i>General equations, head loss, application to arterial systems. Pulsatile flow. Pressure-velocity relationship.</i></li> <li>• <i>Blood properties and influence of its variation in pathology generation. Blood flow as Newtonian and Non Newtonian fluid. Blood reology.</i></li> <li>• <i>Physiology of vascular system. Homodynamic of vascular system and relation with diseases in the peripheral vascular system.</i></li> <li>• <i>Flow through arteriovenous fistulae. Cirurgical techniques. Numerical and in vitro simulations applied to the interpretation of the velocity, pressure and shear stress field flow.</i></li> <li>• <i>Cardiac cicle and heart function. Artificial cardiac pumps and complementary system as ventricular assistance.</i></li> </ul>			

- *Heart valves. Development and production of biological and mechanical valves. Techniques for numerical and in vitro simulations applied to interpretation of velocity, volumetric flow, pressure and shear stress fields. Instrumentation applied to these field measurements.*
- *Flow through aneurysm. Surgical techniques. Numerical and in vitro simulations techniques of abdominal aorta aneurysm and endoprosthesis.*
- *Wave reflection of pressure and velocity in the vascular system. Wave reflection in the vascular system.*

12 Programa resumido / *Abstract* (max. 1000 caracteres) - **NÃO É CÓPIA DO PROGRAMA**

**Programa Resumido:**

Escoamento permanente e pulsátil em sistema vascular. Propriedades físicas e reologia do sangue. Fisiologia do sistema vascular. Ciclo cardíaco. Pulsos de pressão e velocidade. Bombas cardíacas como sistemas de assistência ventricular. Válvulas cardíacas naturais, mecânicas e biológicas. Modelagem computacional e in vitro de escoamentos em fístula arteriovenosa, válvulas cardíacas, aneurisma de aorta abdominal e endoprótese.

**Abstract:**

*Steady and pulsatile flow in vascular system. Physical properties and blood reology. Physiology of vascular system. Cardiac cycle. Pressure and velocity pulses. Heart pump ventricular assistance devices. Heart valves (natural, mechanical and biological). Computational and in vitro modeling in arteriovenous fistulae, heart valves, abdominal aortic aneurysm and endoprosthesis.*

13 Método de avaliação:

A avaliação do curso será feita através de atividade individual de testes, atividade de trabalho em grupo com apresentação oral e presença em classe.

- T – nota de avaliação de testes individuais;
- G – nota de avaliação de grupos;
- P – nota de presença;
- MF = média final.

*Evaluation method:*

*Course grade evaluation will be done through activities of individual tests, group evaluation with oral presentation and presence in class.*

- T – grade of individual tests;*
- G – grade of group evaluation activity;*
- P – grade of presence;*
- MF – final grade*
- MF = (2T + 2G + P) / 5*

14 Critério de avaliação / *Criterion for approval*

$$MF = (2T + 2G + P) / 5$$

15 Normas de recuperação / *Norms for remedial work*

Prova de recuperação para os alunos com notas no intervalo  $3 \leq MF < 5$  que, portanto, não atingiram a nota de aprovação. A prova escrita poderá englobar o conteúdo de toda a matéria.

*A written exam which could cover all the course program for the students with grade in the interval*

$3 \leq MF < 5$ , below the necessary to be approved.

16 Bibliografia / *Bibliography*

- Munson, B.R.; Young, D.F.; Okiishi, T.H. (2008). Fundamentos da Mecânica dos Fluidos. Tradução da quarta edição americana. Editora Edgard Blucher, 572 páginas.
- Potter, M. C. e Wiggert, D. C.. Mecânica dos Fluidos, Editora Thomson, 3a. Edição.
- Wilmer, W.N.; O'Rourke, M.F.; Vlachopoulos, C. (2011). McDonald's Blood Flow in Arteries. Theoretical, Experimental and Clinical Principles. Hodder Arnold. Sixth Edition, 755p.
- Berger, S.A; Goldsmith, W. and Lewis, E.R. "Introduction to Bioengineering" – Oxford. University Press, 2000, 526p.
- Waite, L.; Fine, J. (2007) "Applied Biofluid Mechanics". McGraw-Hill Companies, 314 p.
- Bazan, O; Ortiz, J.P.; Fukumasu, K.; Pacifico, A. L.; Yanagihara, J. (2015) "Influence of tricuspid bioprosthesis hitrol valve orientation regarding the flow field inside left ventricle: in vitro

hydrodynamic characterization based on 2D PIV measurements” Artificial Organi, vol. 40, Issue 2, Feb 2016, p. 175 – 179.

- Bazan, O; Ortiz, J. P. (2011) “Design conception and experimental setup in vitro evaluation of mitral prosthetic valves” RBCCV – Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, V.2, p. 197 – 204.
- Berger, S.A.; Ju, L.D. (2000) “Flows in Stenotic Vessels”. Annual Review Fluid Mechanics. 32: 347-382.
- Galego,S.J.; Goldenberg,S.; Ortiz,J.P.; Gomes,P.O.; Ramacciotti,E. (2000) “Comparative study of arteriovenous fistulae in canine femoral arteries: modified latero-lateral and end lateral techniques”. Artificial Organs Magazine.Vol.24#3, pp.1-6.
- Ku, D.N. (1997) “Blood Flow in Arteries”. Annual Review Fluid Mechanics. 29: 399-434.
- Kleinstreuer,C. (1997) “Engineering Fluid Dynamics”. Cambridge University Press. First edition, 534págs.
- Leal, E. B.; Ortiz, J. P.; Silva, D. G. (2003) “Hydrodynamic simulator for studies "in vitro" of the cardiovascular system”. In: International Congress of Mechanical Engineering. COBEM 2003: proceedings. São Paulo: ABCM.
- Ortiz, J. P.; Bessa, K. L.. (2003) “Flow simulation through arteriovenous fistulae”. In: International Congress of Mechanical Engineering,. COBEM 2003: proceedings. São Paulo: ABCM.
- Ortiz, J. P.; Bessa, K. L.; Legendre,D.F; Prado, R.H. (2005) “Blood flow numerical simulation of an idealisedstenosed artery: finite element method and finite volume method comparison”. Proceedings of COBEM, 2005.
-

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

(cont.)

Anexo D / Annex D

ul código code	<b>PME3533</b>	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano Year	2018
----------------------	----------------	---	-------------	------

2 Nome da Disciplina	Introdução à Biomecânica / Introduction to Biomechanics													
3 Créditos / Credits	4	Aula / <i>Lessons</i> (1 crédito = 15 h)												
	0	Trabalho / <i>Assignment</i> (1 crédito = 30 h)												
4 Vagas / Places	35	Alunos regulares / <i>Regular students</i>												
	10	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>												
5 Duração / Duration	15	(semanas / <i>weeks</i> )												
6 Tipo / Type	<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i> <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>													
7 Estágio / Training	0	(horas / <i>hours</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais												
8 Objetivos / Goals	<p>Aplicar fundamentos teóricos e práticos de anatomia funcional, fisiologia, cinemática, dinâmica, teoria de controle e resistência dos materiais na modelagem de sistemas biomecânicos.</p> <p><i>Goals: To apply theoretical and practical fundamental knowledge from functional anatomy, physiology, kinematics, dynamics, control theory and strength of materials on modelling of biomechanical systems.</i></p>													
9 Responsável / Person in charge (fornecer número funcional e nome)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Nº</td> <td style="width: 20%;">92056</td> <td style="width: 10%;">Nome</td> <td colspan="2">Raul Gonzalez Lima</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1565660</td> <td></td> <td colspan="2">Pai Chi Nan</td> </tr> </table>				Nº	92056	Nome	Raul Gonzalez Lima			1565660		Pai Chi Nan	
Nº	92056	Nome	Raul Gonzalez Lima											
	1565660		Pai Chi Nan											
10 Cursos atendidos / Courses served (fornecer código e nome – um curso por linha)	Todos os cursos da EPUSP													
11 Programa (preenchimento obrigatório da versão em inglês)	<p>- Propriedades mecânicas e modelagem de tecidos biológicos.</p> <p>- Fisiologia pulmonar.</p> <p>- Anatomia funcional dos membros superiores e inferiores. Sistemas de referência anatômicos.</p> <p>- Modelos da contração muscular.</p> <p>- Introdução ao controle motor.</p> <p>- Técnicas de estimação de forças musculares.</p> <p><i>Syllabus</i></p> <p><i>PME3533 Introduction to Biomechanics</i></p> <p>- <i>Mechanical properties and biological tissue modelling.</i></p> <p>- <i>Lung physiology.</i></p> <p>- <i>Functional Anatomy of upper and lower limbs.</i></p> <p>- <i>Engineering muscle contraction models.</i></p> <p>- <i>Introduction to motor control.</i></p> <p>- <i>Muscle force estimation techniques.</i></p>													
12 Programa resumido / Abstract (max. 10 linhas)	<p>Descrição de engenharia de tecidos biológicos, introdução à fisiologia pulmonar e modelagem de engenharia da contração muscular.</p> <p><i>Description of biological tissue engineering, introduction to pulmonary physiology and engineering modeling of muscle contraction.</i></p>													
13 Método de avaliação / Evaluation method	Avaliações escritas.													
	<i>Written exams.</i>													
14 Critério de avaliação / Criterion for approval	Média aritmética de duas provas.													
	<i>Average grade of two exams.</i>													
15 Normas de recuperação / Norms for remedial work														

Uma prova.

*One exam*

16 Bibliografia / *Bibliography*

- West, J. B., & West, J. B. (1990). *Respiratory physiology--the essentials*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Bartel, D. L.; Davy, D. T. e Keanny, T. M. , (2007) *Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal System*, New Jersey, Pearson Prentice Hall.
- Merletti, R. e Parker, Philip, (2004) *Electromiography: Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications*, New Jersey, John Wiley and Sons.
- Winter, David A., *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*, segunda edição, Wiley Inter-Science, New York, 1990.

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

(cont.)

Anexo D / Annex D

1 código <i>code</i>	PME3534	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano <i>Year</i>	2018
-------------------------	---------	---	--------------------	------

2 Nome da Disciplina	Técnicas Experimentais e Computacionais em Biomecânica e Sistemas Vasculares / <i>Experimental and Computational Technics in Biomechanics and Vascular Systems</i>		
3 Créditos / <i>Credits</i>	4	Aula / <i>Lessons</i>	(1 crédito = 15 h)
	0	Trabalho / <i>Assignment</i>	(1 crédito = 30 h)
4 Vagas / <i>Places</i>	35	Alunos regulares / <i>Regular students</i>	
	10	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>	
5 Duração / <i>Duration</i>	15	(semanas / <i>weeks</i> )	
6 Tipo / <i>Type</i>	<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Semestral	<input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>
7 Estágio / <i>Training</i>	0	(horas / <i>hous</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais	
8 Objetivos / <i>Goals</i>	<p>Objetivos: Expor o aluno a técnicas experimentais e computacionais utilizadas em biomecânica e na análise de sistemas vasculares.</p> <p><i>Goals: To expose the student to experimental and computational techniques applied on Biomechanics and vascular systems analysis.</i></p>		
9 Responsável / <i>Person in charge</i> (fornecer número funcional e nome)	<p>Nº 92056 Nome Raul Gonzalez Lima</p>		
10 Cursos atendidos / <i>Courses served</i> (fornecer código e nome – um curso por linha)	<p>Todos os cursos da EPUSP</p>		
11 Programa (preenchimento obrigatório da versão em inglês)	<p>- O método dos elementos finitos na modelagem de tecidos biológicos.                      - Eletromiografia.                      - Tomografia por impedância elétrica.                      - Técnicas computacionais e experimentais de visualização de partículas.                      - Modelagem de articulações e músculos.                      - Anemometria laser.</p> <p><i>Syllabus</i>  <i>PME3534 Experimental and Computational Technics in Biomechanics and Vascular Systems</i>                      - <i>The finite elements method for modelling biological tissues</i>                      - <i>Electromiography.</i>                      - <i>Electrical Impedance Tomography</i>                      - <i>Experimental and computational techniques for particle visualization</i>                      - <i>Modelling of joints and muscles</i>                      - <i>Laser anemometry.</i></p>		
12 Programa resumido / <i>Abstract</i> (max. 10 linhas)	<p>Técnicas experimentais e computacionais aplicadas em biomecânica e na análise de sistemas vasculares.</p> <p><i>Experimental and computational techniques applied to Biomechanics and vascular systems analysis.</i></p>		
13 Método de avaliação / <i>Evaluation method</i>	<p>Avaliações escritas.</p> <p><i>Written exams.</i></p>		

<p>14 Critério de avaliação / <i>Criterion for approval</i> Média aritmética de duas provas.</p> <p><i>Average grade of two exams.</i></p>
<p>15 Normas de recuperação / <i>Norms for remedial work</i> Uma prova.</p> <p><i>One exam</i></p>
<p>16 Bibliografia / <i>Bibliography</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Logan, D. , A First Course in the Finite Element Method, 4<sup>th</sup> ed., Toronto, Thomson, 2007</li> <li>- Zienkiewicz, O. e Taylor, R. L., , <i>The Finite Element Method. Volume 1: The Basis</i>, 5<sup>th</sup> ed. , Oxford, Butterworth- Heinnemann, 2000.</li> <li>- Beckwith, Thomas G. e Roy D. Marangoni, <i>Mechanical Measurements</i>, Addison-Wesley Pub. Company, New York, 1990.</li> <li>- Gallagher, Richard H. , <i>Finite Element Analysis Fundamentals</i>, Prentice Hall, New Jersey, 1975.</li> <li>- Yorkey, Thomas J., John Webster e Willis J. Tompkins, <i>Comparing Reconstruction Algoritms for Electrical Impedance Tomography</i>, IEEE Trans. On Biomedical Engineering, v. BME-34, n. 11, novembro, 1987.</li> <li>- Vauhkonen, M., D. Vadasz, P. A. Karjalainene, E. Somersalo, e J. P. Kaipio, <i>Tikhonov Regularization and Prior Information in Electrical Impedance Tomography</i>, IEEE trans. On Medical Imaging, v. 17, n. 2, abril, 1998.</li> <li>- Winter, David A., <i>Biomechanics and Motor Control of Human Movement</i>, segunda edição, Wiley Inter-Science, New York, 1990.</li> </ul>



# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

(cont.)

Anexo D / Annex D

1 código <i>code</i>	PSI3471	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano <i>Year</i>	2017
2 Nome da Disciplina		Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes / <i>Foundations on Intelligent Electronic Systems</i>		
3 Créditos / <i>Credits</i>		4	Aula / <i>Lessons</i> (1 crédito = 15 h)	
		0	Trabalho / <i>Assignment</i> (1 crédito = 30 h)	
4 Vagas / <i>Places</i>		40	Alunos regulares / <i>Regular students</i>	
		0	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>	
5 Duração / <i>Duration</i>		15	(semanas / <i>weeks</i> )	
6 Tipo / <i>Type</i>		<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i> <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>		
7 Estágio / <i>Training</i>		0	(horas / <i>hours</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais	
8 Objetivos / <i>Goals</i>				
<p>Aprendizado dos fundamentos de sistemas eletrônicos inteligentes, conceitos, técnicas matemáticas e técnicas computacionais associadas, em conexão com temáticas relevantes à ênfase de Eletrônica e Sistemas, como imagens, voz e fusão de informação em sistemas multisensores.</p> <p><i>To learn the foundations of intelligent electronic systems, the conceptual elements and the relevant mathematical and computational techniques, in connection with the relevant areas in Electronic and Systems, such as images, sound, and multi-sensor systems.</i></p>				
9 Responsável / <i>Person in charge</i> (fornecer número funcional e nome)				
Nº	51283	Nome	Emilio Del Moral Hernandez	
Nº	2700915	Nome	Hae Yong Kim	
Nº	51324	Nome	Márcio Lobo Netto	
Nº	54251	Nome	Roseli de Deus Lopes	
Nº	81151	Nome	Sérgio Takeo Kofuji	
10 Cursos atendidos / <i>Courses served</i> (fornecer código e nome – um curso por linha)				
Todos os cursos da EPUSP				
11 Programa (preenchimento obrigatório da versão em inglês)				

Tópicos:

- Aprendizagem de máquina supervisionada: redes neurais, classificação por vizinhos mais próximos e técnicas supervisionadas similares.
- Reconhecimento de padrões, classificação e regressão não linear multivariada, com aplicações em voz, imagens e fusão de informação em matrizes de sensores.
- Extração de características de informações complexas (imagens, vídeo, voz, sistemas multissensores, sinais biológicos) e técnicas de redução de dimensionalidade: análise de componentes principais; análise harmônica; análise wavelet; ganho de informação.
- Técnicas de avaliação de qualidade: validação cruzada; k-fold cross validation; curvas ROC em sistemas com limiar de decisão variável; matrizes de confusão; sensibilidade e especificidade; medidas de qualidade em regressão não linear multivariada.
- Seleção de características e dimensionamento de reconhedores e regressores para limitação do sobreaprendizado (overfitting).
- Operações com pixels: sistemas de cores; histograma; limiarização.
- Operações de vizinhança: filtro linear; convolução; derivadas; Fourier; correlação cruzada normalizada; “template matching”; morfologia; filtro mediana.
- Transformações geométricas. Multi-resolução: pirâmide e espaço de escala; detecção de objetos robusta a mudança de escala.
- Uso de aprendizagem de máquina em visão computacional (ex: reconhecimento de dígitos manuscritos, projeto automático de filtros).

**SYLLABUS**

*Topics:*

- *Supervised Machine Learning: neural networks, nearest neighbors classification and other supervised techniques.*
- *Pattern Recognition, classification and nonlinear multivariate regression, with applications in voice, images and information fusion in multi-sensor arrays.*
- *Feature extraction in complex information (images, video, voice, data from multisensor systems, and biological signals) and techniques for dimensionality reduction: principal component analysis; harmonic analysis; wavelets; information gain.*
- *Performance evaluation techniques: cross validation and k-fold cross validation; ROC curves in decision systems with variable threshold; confusion matrices; sensitivity and specificity; quality measures in nonlinear multivariate regression.*
- *Feature selection and design of pattern recognition and regression systems with limited overfitting.*
- *Pixel operations: color systems; histograms; thresholding.*
- *Neighborhood operations: linear filter; convolution; derivatives; Fourier; normalized cross correlation; template matching; morphology; median filter.*
- *Geometric transformations. Multi-resolution: pyramids and scale space; robust detection of objects and change of scale.*
- *Use of machine learning in computer vision (ex: recognition of manuscript digits, automatic filter design).*

**12 Programa resumido / Abstract (max. 10 linhas)**

Aprendizagem de máquina supervisionada, reconhecimento de padrões, classificação e regressão não linear multivariada, com aplicações em voz, imagens e fusão de informação em matrizes de sensores; Extração e seleção de características; Técnicas de avaliação de qualidade em regressão e em reconhecimento; Controle de sobreaprendizado; Conceitos em imagens; Operações com pixels; operações de vizinhança; Transformações geométricas, multiresolução e casamento de padrões; Aplicações de aprendizagem de máquina em visão computacional.

*Machine learning and supervised learning. Pattern recognition, classification and non linear multivariate regression, with applications in speech, images and information fusion in multi sensor systems; Feature extraction and feature selection; Techniques for quality evaluation in regression and pattern recognition; Overfitting – concept and control techniques; Concepts on images; Pixel operations and neighborhood operations; Geometric transformations, multiresolution and pattern matching; Applications of machine learning in computer vision.*

**13 Método de avaliação / Evaluation method**

Exercícios e provas / *Problems and examinations.*

14 Critério de avaliação / *Criterion for approval*

Média ponderada de exercícios e provas. / *Weighted average of problems and exams.*

15 Normas de recuperação / *Norms for remedial work*

Uma prova. / *One exam.*

16 Bibliografia / *Bibliography*

- [1] Simon Haykin, "Redes Neurais: Princípios e Práticas", Bookman, 2001.
- [2] Simon Haykin, "Neural Networks and Learning Machines," Prentice Hall 2008.
- [3] R. O. Duda, P. E. Hart and D. G. Stork. "Pattern Classification", Wiley, 2001.
- [4] Cesare Alippi, "Intelligence for Embedded Systems, a Methodological Approach", Springer 2014.
- [5] André Fábio Kohn, "Reconhecimento de Padrões: uma Abordagem Estatística", Edição PEE/USP, 1998.
- [6] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing, Second Edition," Prentice-Hall, 2002.
- [7] G. Bradski and A. Kaehler, "Learning OpenCV - Computer Vision with the OpenCV Library," O'Reilly, 2008.
- [8] Richard Szeliski, "Computer Vision: Algorithms and Applications," (Texts in Computer Science), Springer, 2010.

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Anexo D / Annex D

1 código <i>code</i>	PTC3422	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano <i>Year</i>	2018
-------------------------	---------	---	--------------------	------

2 Nome da Disciplina	Modelos de Sistemas Biológicos / Models of Biological Systems											
3 Créditos / Credits	4	Aula / <i>Lessons</i> (1 crédito = 15 h)										
	0	Trabalho / <i>Assignment</i> (1 crédito = 30 h)										
4 Vagas / Places	35	Alunos regulares / <i>Regular students</i>										
	10	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>										
5 Duração / <i>Duration</i>	15	(semanas / <i>weeks</i> )										
6 Tipo / <i>Type</i>	<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i> <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>											
7 Estágio / <i>Training</i>	0	(horas / <i>hours</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais										
8 Objetivos / <i>Goals</i>	Modelar e analisar sistemas dinâmicos biológicos.  <i>Modeling and analysis of biologic dynamical systems.</i>											
9 Responsável / <i>Person in charge</i> (fornecer número funcional e nome)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Nº 937760</td> <td style="width: 15%;">Nome</td> <td colspan="2">Luiz Henrique Alves Monteiro</td> </tr> <tr> <td>Nº 53650</td> <td>Nome</td> <td colspan="2">José Roberto Castilho Piqueira</td> </tr> </table>				Nº 937760	Nome	Luiz Henrique Alves Monteiro		Nº 53650	Nome	José Roberto Castilho Piqueira	
Nº 937760	Nome	Luiz Henrique Alves Monteiro										
Nº 53650	Nome	José Roberto Castilho Piqueira										
10 Cursos atendidos / <i>Courses served</i> (fornecer código e nome – um curso por linha)	Todos os cursos da EPUSP / <i>All EPUSP courses</i>											
11 Programa	<b>PROGRAMA</b>  Conceitos preliminares da Teoria de Sistemas Dinâmicos (solução de equilíbrio, ciclo-limite, estabilidade segundo Lyapunov, equação característica para sistemas sem e com atraso, bifurcações); dinâmica populacional de única espécie (modelos: Malthus, Verhulst); dinâmica populacional de espécies interagentes (modelos com competição e/ou predação); epidemiologia (modelos: SI, SIR, SEIR); cinética química (modelos de Michaelis-Menten e Belousov-Zhabotinsky); neurodinâmica (modelos de Hodgking-Huxley, FitzHugh-Nagumo, PLL, Hopfield, Wilson-Cowan); equações a derivadas parciais (movimento biológico, formação de padrão espacial).  <b>SYLLABUS</b>  <i>Preliminary concepts on Dynamical System Theory (equilibrium solution, limit cycle, Lyapunov stability, characteristic equation for systems without and with delay, bifurcations); population dynamics of single species (models: Malthus, Verhulst); population dynamics of interacting species (models with competition and/or predation); epidemiology (models: SI, SIR, SEIR), chemical kinetics (models: Michaelis-Menten, Belousov-Zhabotinsky); neurodynamics (models: Hodgking-Huxley, FitzHugh-Nagumo, PLL, Hopfield, Wilson-Cowan); partial differential equations (biological movement, spatial pattern formation).</i>											
12 Programa resumido / <i>Abstract</i>	Conceitos preliminares da Teoria de Sistemas Dinâmicos (solução de equilíbrio, ciclo-limite, estabilidade segundo Lyapunov, equação característica para sistemas sem e com atraso, bifurcações); dinâmica populacional de única espécie (modelos de: Malthus, Verhulst); dinâmica populacional de espécies interagentes (modelos com: competição, predação); epidemiologia (modelos: SIR, SI, SIRS); cinética química (modelos de: Michaelis-Menten, Belousov-Zhabotinsky); neurodinâmica (modelos de: Hodgking-Huxley, FitzHugh-Nagumo, PLL, Hopfield, Wilson-Cowan); equações a derivadas parciais (movimento biológico, formação de padrão espacial).  <i>Preliminary concepts on Dynamical System Theory (equilibrium solution, limit cycle, Lyapunov stability, characteristic equation for systems without and with delay, bifurcations); population dynamics of single species (models: Malthus, Verhulst); population dynamics of interacting species</i>											

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

(cont.)

Anexo D / Annex D

*(models with competition and/or predation); epidemiology (models: SI, SIR, SEIR), chemical kinetics (models: Michaelis-Menten, Belousov-Zhabotinsky); neurodynamics (models: Hodgkin-Huxley, FitzHugh-Nagumo, PLL, Hopfield, Wilson-Cowan); partial differential equations (biological movement, spatial pattern formation).*

13 Método de avaliação / *Evaluation method*  
Provas e trabalhos.

*Exams and works.*

14 Critério de avaliação / *Criterion for approval*  
Nota média de duas provas e um trabalho.

*Average grade of two exams and one work.*

15 Normas de recuperação / *Norms for remedial work*  
Uma prova.

*One exam.*

16 Bibliografia / *Bibliography*

1. Monteiro, L.H.A. *Sistemas Dinâmicos*, 3ª ed., Livraria da Física, 2011.
2. Britton, N.F. *Essential Mathematical Biology*, Springer, 2003
3. Murray, J.D. *Mathematical Biology*, volumes I e II, Springer, 2003.

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Anexo D / Annex D

1 código <i>code</i>	PTC3435	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano <i>Year</i>	2018
-------------------------	---------	---	--------------------	------

2 Nome da Disciplina	Princípios de Instrumentação Biomédica / Foundations of Medical Instrumentation		
3 Créditos / <i>Credits</i>	4	Aula / <i>Lessons</i> (1 crédito = 15 h)	
	0	Trabalho / <i>Assignment</i> (1 crédito = 30 h)	
4 Vagas / <i>Places</i>	30	Alunos regulares / <i>Regular students</i>	
	10	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>	
5 Duração / <i>Duration</i>	15	(semanas / <i>weeks</i> )	
6 Tipo / <i>Type</i>	<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i> <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>		
7 Estágio / <i>Training</i>	0	(horas / <i>hours</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais	
8 Objetivos / <i>Goals</i>	<p>Fornecer noções de sistemas de medição e instrumentação biomédica.</p> <p>To give basic concepts of measurement system and biomedical instrumentation.</p>		
9 Responsável / <i>Person in charge</i> (fornecer número funcional e nome)	<p>Nº 1146099     Nome Henrique Takachi Moriya</p>		
10 Cursos atendidos / <i>Courses served</i> (fornecer código e nome – um curso por linha)	<p>Todos os cursos da EPUSP</p>		
11 Programa (preenchimento obrigatório da versão em inglês)	<p><b>PROGRAMA</b>            Introdução a Sistemas de Medição. Conceitos Básicos de Instrumentação Biomédica. Biosensores e Transdutores. A Origem dos Biopotenciais. Eletrodos de Biopotenciais. Amplificadores e Processadores de Sinais Biológicos. Medições do Sistema Cárdio-respiratório. Instrumentação de Laboratório Clínico. Dispositivos Terapêuticos e Protéticos. O Conceito Integrado de Segurança Elétrica.</p> <p><b>SYLLABUS</b>            Introduction to Measurement Systems. Basic Concepts of Biomedical Instrumentation. Biosensors and Transducers. The Origin of Biopotentials. Biopotential Electrodes. Amplifiers and Biopotential Processing. Cardio-respiratory Measurements. Clinical Laboratory Instrumentation. Therapeutic and prosthetic Devices. The Integrated Concept of Electrical Safety.</p>		
12 Programa resumido / <i>Abstract</i>	<p>Sistemas de Medição e Instrumentação Biomédica. Origem e medição de Biopotenciais. Instrumentação de Laboratório Clínico. Dispositivos Terapêuticos e Protéticos. O Conceito Integrado de Segurança Elétrica.</p> <p>Measurement Systems and Biomedical Instrumentation. Origin and Measurement of Biopotentials. Clinical Laboratory Instrumentation. Therapeutic and prosthetic Devices. The Integrated Concept of Electrical Safety.</p>		
13 Método de avaliação / <i>Evaluation method</i>	<p>Média ponderada de Provas, Seminários e Exercícios Domiciliares / Weighted average of Exams, Seminars and Homeworks.</p> <p><b>Recomendações de conhecimento para a disciplina: circuitos elétricos e eletrônica analógica</b></p>		
14 Critério de avaliação / <i>Criterion for approval</i>	<p>Média Ponderada de Provas (peso 3) , Seminários (peso 2) e Exercícios Domiciliares (peso 1) / Weighted Average of Exams (weight 3), Seminars (weight 2) and Homeworks (weight 1)..</p>		
15 Normas de recuperação / <i>Norms for remedial work</i>	<p>Uma Prova Final / One Final Exam.</p>		
16 Bibliografia / <i>Bibliography</i>	<p>Webster, J.G (editor) , Medical Instrumentation: Application and Design, Houghton Mifflin Co, Boston, 4a Edição, 2009.</p> <p>Chatterjee, S.; Miller, A. Biomedical Instrumentation Systems, Delmar, 2010.</p>		

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Anexo D / Annex D

1 código code	PTC3456	Programa Completo de Disciplina <i>Complete Discipline Program</i>	Ano Year	2018
2 Nome da Disciplina		Processamento de Sinais Biomédicos		
3 Créditos / Credits		4	Aula / Lessons (1 crédito = 15 h)	
		0	Trabalho / Assignment (1 crédito = 30 h)	
4 Vagas / Places		35	Alunos regulares / Regular students	
		5	Alunos especiais / Special regime students	
5 Duração / Duration		15	(semanas / weeks)	
6 Tipo / Type		<input type="checkbox"/> Anual / Annual <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / 4-month		
7 Estágio / Training		0	(horas / hours) – referente aos cursos quadrimestrais	
8 Objetivos / Goals Introduzir conceitos básicos da área de processamento de sinais de origem biológica. Introduction of basic concepts of the area of biomedical signals processing.				
9 Responsável / Person in charge (fornecer número funcional e nome)				
Nº	63773	Nome	Cinthia Itiki	
Nº	2024608	Nome	Sergio Shiguemi Furuie	
10 Cursos atendidos / Courses served (fornecer código e nome – um curso por linha) Todos os cursos da EPUSP				
11 Programa (preenchimento obrigatório da versão em inglês) / Syllabus				
<p>1) Origem e características dos principais sinais biomédicos.</p> <p>2) O potencial de ação, o potencial de ação composto, o potencial evocado cerebral. Sinais biomédicos apresentados incluem: eletroencefalograma, eletromiograma, eletroencefalograma, eletrocardiograma, fonocardiograma, pressão arterial, torque e força gerados por músculos, oscilação postural e outros.</p> <p>3) Objetivos da análise de sinais biomédicos. Exemplos.</p> <p>4) Dificuldades na aquisição e análise de sinais biomédicos. Nível DC e oscilações de linha de base, artefatos de estímulo e de movimento, interferência da rede, reatamento na amostragem. Captação dos sinais, filtragem analógica, conversão analógico-digital.</p> <p>5) Projeto de filtros digitais FIR e IIR e exemplos de aplicação a sinais biomédicos.</p> <p>6) Técnicas variadas de processamento digital de sinais biomédicos: média síncrona para melhoria de relação sinal-ruído, ajuste de curvas, detecção de sinais como potenciais musculares e batimentos cardíacos no eletrocardiograma.</p> <p>7) Sinais aleatórios e conceitos básicos: estrutura probabilística, estacionaridade, média, autocorrelação, correlação cruzada, espectro de potência. Aplicações a sinais biomédicos.</p> <p>1) Origin and characteristics of several biomedical signals.</p> <p>2) The action potential, the compound action potential and the evoked potential. Electroneurogram, electromyogram, electroencephalogram, electrocardiogram, phonocardiogram, arterial pressure, torque and force generated by muscles, postural oscillations, etc.</p> <p>3) Objectives in the analyses of biomedical signals. Examples.</p> <p>4) Difficulties in the acquisition and analysis of biomedical signals. DC level and baseline oscillations, artifacts due to stimuli and muscular activity, interference from external signals, aliasing. Signal recording, analog filtering, A/D conversion.</p> <p>5) Design of FIR and IIR filters and applications to biomedical signals.</p> <p>6) Selected digital signal processing techniques applied to biomedical signals: synchronous averaging for signal-to-noise ratio improvement, curve fitting, signal detection such as muscle potentials or QRS complexes in the ECG.</p> <p>7) Random signals and basic concepts: probabilistic structure, stationarity, mean, autocorrelation, cross-correlation, power spectrum.</p> <p>Applications to biomedical signals.</p>				
12 Programa resumido / Abstract				
<p>Introdução ao processamento e análise de sinais biomédicos. Técnicas gerais, como filtragem digital, e específicas como média síncrona, são apresentadas, juntamente com exemplos da área biomédica.</p> <p><b>RECOMENDA-SE FORTEMENTE O CONHECIMENTO PREVIO DE “SISTEMAS E SINAIS” E “PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS”</b></p> <p>Introduction to the processing and analysis of biomedical signals. General techniques, such as digital filtering, and specific techniques, such as synchronous averaging, are presented together with examples from the biomedical field.</p> <p><b>WE STRONGLY SUGGEST A PREVIOUS BACKGROUND ON “SIGNALS AND SYSTEMS” AND “DIGITAL SIGNAL PROCESSING”</b></p>				
13 Método de avaliação / Evaluation method				
Média ponderada de provas, projetos e exercícios Weighed average of written exams, projects and quizzes				
14 Critério de avaliação / Criterion for approval				
Média maior ou igual a 5,0 e frequência maior ou igual a 70% das aulas / Grade greater than 5.0 and attendance greater than 70%				
15 Normas de recuperação / Norms for remedial work				
Uma prova escrita / One written examination				
16 Bibliografia / Bibliography				
<p>1) R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis. John Wiley, 2002.</p> <p>2) M. Akay, Biomedical Signal Processing. Academic, 1994.</p> <p>3) R. Weitkunat, Digital Biosignal Processing. Elsevier, 1991.</p> <p>4) M. Akay (Editor), Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering. John Wiley, 2006) W.J. Tompkins (Editor) Biomedical Digital Signals Processing. Prentice-Hall, 1993</p> <p>5) W.J. Tompkins (Editor) Biomedical Digital Signals Processing. Prentice-Hall, 1993.</p>				

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

(cont.)

Anexo D / Annex D

1 código code	PTC3492	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano Year	2018
---------------------	---------	---	-------------	------

2 Nome da Disciplina	Princípios da Formação e Processamento de Imagens Médicas/ Principles of Medical Image Generation and Processing			
3 Créditos / Credits	4	Aula / Lessons (1 crédito = 15 h)		
	0	Trabalho / Assignment (1 crédito = 30 h)		
4 Vagas / Places	15	Alunos regulares / Regular students		
	5	Alunos especiais / Special regime students		
5 Duração / Duration	15	(semanas / weeks)		
6 Tipo / Type	<input type="checkbox"/> Anual / Annual <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / 4-month			
7 Estágio / Training	0	(horas / hours) – referente aos cursos quadrimestrais		
8 Objetivos / Goals	Introduzir conceitos básicos dos princípios físicos da formação e do processamento digital de imagens médicas.  <i>Basic concepts in medical image generation and digital processing.</i>			
9 Responsável / Person in charge (fornecer número funcional e nome)	N° 2024608     Nome Sergio Shiguemi Furuie			
10 Cursos atendidos / Courses served (fornecer código e nome – um curso por linha)	03 Todos os cursos da EPUSP			
11 Programa	<p>a) Introdução a Processamento Digital de Imagens: percepção, sensores, amostragem, quantização, representação matricial, suavização, histograma, cores; b) Introdução a um ambiente computacional para desenvolvimento, exercícios e testes: ImageJ e Java; c) Princípios físicos da formação de imagens de raio-X; d) Princípios físicos da formação de imagens de Ultra-som; e) Princípios físicos da formação de imagens de Ressonância Magnética; f) Princípios físicos da formação de imagens de Medicina Nuclear; g) Características das principais imagens médicas: Medidas de qualidade, resolução, contraste, relação sinal/ruído; h) Leitura de arquivos de imagens. Introdução a compressão de imagens e formato DICOM. Sistema PACS; i) Pré-processamento de imagens: filtros digitais, detetores de bordas, realce, contraste; j) Introdução a operadores numéricos em imagens: gradiente, laplaciano, divergente; k) Introdução à segmentação; l) Introdução à visualização 3D.</p> <p>Metodologia de aprendizagem: aulas expositivas com demonstração e exemplos interativos no computador; discussão e implementações computacionais. Atividades discentes: exercícios individuais, discussão de artigos e projeto-desafio.</p> <p><i>Syllabus</i></p> <p><i>a) Introduction to digital image processing: perception, sensors, sampling, quantization, matrix representation, smoothing, histogram, colors; b) Computational environment for development, exercises and tests: ImageJ and Java; c) Basic Physics of X-ray; d) Basic Physics of Ultrasound; e) Basic Physics of Magnetic Resonance; f) Basic Physics of Nuclear Medicine; g) Characteristics of medical images: quality, resolution, contrast, signal-to-noise ratio; h) Image files reading, DICOM format, compression and PACS systems; i) Pre-processing of images: digital filters, edge detectors, enhancement, contrast correction; j) Some numerical operators in images: gradient, laplacian, divergent; k) introduction to segmentation; l) introduction to 3D visualization.</i></p>			
12 Programa resumido / Abstract (max. 1000 caracteres)	<p>a) Introdução a Processamento Digital de Imagens;</p> <p>b) Introdução a um ambiente computacional para desenvolvimento, exercícios e testes;</p> <p>c) Princípios físicos da formação de imagens de raio-X;</p> <p>d) Princípios físicos da formação de imagens de Ultra-som;</p> <p>e) Princípios físicos da formação de imagens de Ressonância Magnética;</p> <p>f) Princípios físicos da formação de imagens de Medicina Nuclear;</p> <p>g) Características das principais imagens médicas: Medidas de qualidade;</p> <p>h) Formato DICOM. Sistema PACS;</p> <p>i) Processamento digital de imagens;</p> <p><i>a) Introduction to digital image processing;</i></p> <p><i>b) Computational environment for development, exercises and tests;</i></p>			



c) *Physics of image formation: X-ray; Ultrasound; Magnetic Resonance; Nuclear Medicine;*  
 g) *Characteristics of medical images: quality;*  
 h) *DICOM format and PACS systems;*  
 i) *Digital image processing.*

13 Método de avaliação / *Evaluation method*

1) Avaliação continuada individual baseada em listas de exercícios e participação nas discussões. 2) projeto; 3) prova individual.

(Obs.: são recomendados conhecimentos em: cálculo; álgebra linear; computação; sistemas e sinais)

*1) Evaluation based on series of exercises and student participation; 2) project; 3) test.*

*(Attention: recommended knowledge in calculus; linear algebra; computing; system and signals)*

14 Critério de avaliação / *Criterion for approval*

[30%] Avaliação continuada individual baseada em listas de exercícios e participação nas discussões.

[40%] projeto;

[30%] prova individual.

*[30%] Evaluation based on series of exercises and student participation;*

*[40%] project;*

*[30%] test.*

15 Normas de recuperação / *Norms for remedial work*

Prova de recuperação realizada na semana que precede o início das aulas do semestre seguinte. Nota final é a média entre a média anteriormente obtida e a nota da prova de recuperação.

*A test applied a week before the beginning of the next semester. Final grade will be the average between the previous final grade and this test.*

16 Bibliografia / *Bibliography*

1. R C Gonzalez, R E Woods. *Processamento de Imagens Digitais*. 3ª. Edição. Pearson Prentice Hall, 2010

2. H K Huang. *PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications*. Wiley-Liss Inc, 2004. ISBN 0-471-25123-2, 649 pgs.

3. J.L. Semmlow. *Biosignal and biomedical image processing: Matlab-based applications*. CRC Press, segunda edição, 2009

4. Rangaraj M. Rangayyan. *Biomedical Image Analysis*. Publicado por CRC Press, 2005. ISBN 0849396956, 9780849396953. 1272 páginas;

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

(cont.)

Anexo D / Annex D

1 código <i>code</i>	PTC3536	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano <i>Year</i>	2018
-------------------------	---------	---	--------------------	------

2 Nome da Disciplina	Bases para a Engenharia Neural / <i>Bases for Neural Engineering</i>			
3 Créditos / <i>Credits</i>	4	Aula / <i>Lessons</i> (1 crédito = 15 h)		
	0	Trabalho / <i>Assignment</i> (1 crédito = 30 h)		
4 Vagas / <i>Places</i>	20	Alunos regulares / <i>Regular students</i>		
	0	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>		
5 Duração / <i>Duration</i>	15	(semanas / <i>weeks</i> )		
6 Tipo / <i>Type</i>	<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i> <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>			
7 Estágio / <i>Training</i>	0	(horas / <i>hours</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais		
8 Objetivos / <i>Goals</i>	<p>A disciplina pretende fornecer fundamentos, tanto de fisiologia quanto de especificidades de engenharia e matemática, que sirvam como pontos de partida para estudos mais avançados na área de Engenharia Neural. Há uma mescla de ensinamentos de conceitos e apresentação de informações.</p> <p>The course presents some foundations of physiology and topics of engineering that prepare the students for further studies in the field of Neural Engineering. Theoretical issues and new information are presented in an intermingled manner.</p>			
9 Responsável / <i>Person in charge</i> (fornecer número funcional e nome)				
Nº	2083866	Nome	André Fabio Kohn	
10 Cursos atendidos / <i>Courses served</i> (fornecer código e nome – um curso por linha)	Todos os cursos da EPUSP			
11 Programa (preenchimento obrigatório da versão em inglês)	<p>As aulas da disciplina serão expositivas e eventualmente algumas com discussão de tópicos especiais envolvendo os alunos em apresentações orais. Quando possível, e dependendo do interesse da turma, poderá haver demonstrações em laboratório. O conteúdo é apresentado a seguir, podendo em cada ano haver ênfases maiores em alguns dos itens da lista abaixo.</p> <p>1 – Potencial de repouso e potencial de ação de neurônios e fibras musculares, ação sináptica, mecanorreceptores e sistema somatosensorial, cóclea e sistema auditivo, labirinto e sistema vestibular, retina e sistema visual, músculos e sistema motor, cérebro.</p> <p>2 – Potencial de equilíbrio segundo a teoria de Nernst. Potencial de repouso segundo a teoria de Goldman-Hodgkin-Katz. Potencial de ação pelo modelo de Hodgkin-Huxley. Modelos matemáticos não lineares, mas mais simples, de neurônios pontuais. Teoria do cabo. Modelos de compartimentos para neurônios. Modelos de dinâmica sináptica. Simuladores de circuitos neuronais. Modelos de músculos.</p> <p>3 – Estimulação elétrica (AC e DC), magnética, mecânica e luminosa. Captação de atividade elétrica de células excitáveis por eletrodos invasivos ou de superfície, simples ou matriciais.</p> <p>4 – Técnicas de discriminação e análise de trens de potenciais de ação, processamento de potenciais relacionados a evento, análise de ERD/ERS, análise espectral e de coerência, análise de componentes principais, análise de agrupamentos.</p> <p>5 – Estimulação elétrica funcional, membros artificiais, interfaces cérebro-máquina.</p> <p>6 – Implantes para atenuação de dor, implantes para atenuar efeitos de Parkinson, implantes para restabelecer audição (implantes cocleares).</p>			
<i>SYLLABUS</i>				

*The course will consist of lectures and possibly some discussion classes of special topics involving oral presentations by the students. When feasible and depending on the interests of the students, lab demonstrations can be arranged. The content is presented below. In a given year, there may be a greater emphasis in some of the items.*

*1 - Resting potential and action potential of neurons and muscle fibers, synaptic action, mechanoreceptors and somatosensory system, cochlea and auditory system, labyrinth and vestibular system, retina and visual system, muscles and motor system, brain.*

*2 - Equilibrium potential according to the Nernst theory. Resting potential according to the Goldman-Hodgkin-Katz theory. Action potential mechanisms according to the Hodgkin-Huxley model. Simpler nonlinear models of point neurons. Cable theory. Compartmental models of neurons. Models of synaptic dynamics. Simulators of neuronal circuits. Muscle models.*

*3 - Stimulation of nervous tissue: electrical (AC and DC), magnetic, mechanical and light. Recording of electrical activity of excitable cells by invasive electrodes or surface electrodes, including matrix electrodes.*

*4 - Techniques of spike train sorting and analyses, event-related potentials, ERD/ERS analysis, spectral and coherence analyses, principal component analysis, cluster analysis.*

*5 - Functional electrical stimulation, artificial limbs, brain-machine interfaces.*

*6 - Electrical neuromodulation for pain, implants to alleviate Parkinson's effects, implants to restore hearing (cochlear implants).*

## 12 Programa resumido / *Abstract*

1 - Neurofisiologia básica

2 - Modelos matemáticos determinísticos e aleatórios de neurônios, circuitos neuronais, receptores sensoriais e músculos e sua simulação em computador

3 - Estimulação de tecido nervoso e captação de sinais eletrofisiológicos por meios invasivos e não invasivos

4 - Técnicas específicas de processamento de sinais de nervos, músculos e cérebro

5 - Próteses neurais para restabelecimento de movimentos

6 - Implantes neuroelétricos

(São necessários conhecimentos prévios de física, equações diferenciais, sistemas e sinais, probabilidade e processos estocásticos, álgebra linear, rudimentos de circuitos elétricos e eletrônicos)

*1 - Basic neurophysiology*

*2 - Deterministic and stochastic mathematical models of neurons , neuronal circuits , sensory receptors and muscles and their computer simulation*

*3 - Nerve tissue stimulation and recording of electrophysiological signals by invasive and non-invasive means*

*4 - Specific techniques for signal processing from nerves, muscle and brain*

*5 - Neural prostheses for restoring movement*

*6 - Neuro-electrical implants*

*(Previous knowledge of physics, differential equations, signals and systems, probability and stochastic processes, linear algebra and basics of electric and electronic circuits is desirable)*

## 13 Método de avaliação / *Evaluation method*

Provas escritas e trabalhos envolvendo redação e apresentação oral. / *Written examinations and oral presentation of essays.*

14 Critério de avaliação / *Criterion for approval*

Média de provas e trabalhos. / *Average of written examinations and essays with oral presentation.*

15 Normas de recuperação / *Norms for remedial work*

Uma prova escrita. / *One written exam*

16 Bibliografia / *Bibliography*

1) M.F. Bear, B.W. Connors & M.A. Paradiso; Neuroscience, Exploring the Brain, 4<sup>th</sup> Edition. Wolters Kluwer, 2016

2) J. Feher; Quantitative Human Physiology: An Introduction. Academic Press, 2012

3) C. Koch; Biophysics of Computation. Oxford U. Press, 1999

4) B. He (editor); Neural Engineering, 2<sup>nd</sup> Edition. Springer, 2013

5) A. F. Kohn; Reconhecimento de Padrões, uma abordagem estatística, 1998.

[http://www.leb.usp.br/andfkohn/Livro\\_Rec\\_Pad\\_AFK.pdf](http://www.leb.usp.br/andfkohn/Livro_Rec_Pad_AFK.pdf) ou na Biblioteca da Engenharia Elétrica da Poli-USP.

6) D. Farina, W. Jensen & M. Akay; Introduction to Neural Engineering for Motor Rehabilitation. IEEE/Wiley, 2013

7) artigos da literatura especializada / *papers*

# ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Anexo D / Annex D

1 código <i>code</i>	PTC3570	PROGRAMA COMPLETO DE DISCIPLINA <i>Complete Discipline Program</i>	Ano <i>Year</i>	2018
-------------------------	---------	---	--------------------	------

2 Nome da Disciplina	Engenharia Clínica / <i>Clinical Engineering</i>		
3 Créditos / <i>Credits</i>	4	Aula / <i>Lessons</i> (1 crédito = 15 h)	
	0	Trabalho / <i>Assignment</i> (1 crédito = 30 h)	
4 Vagas / <i>Places</i>	40	Alunos regulares / <i>Regular students</i>	
	10	Alunos especiais / <i>Special regime students</i>	
5 Duração / <i>Duration</i>	15	(semanas / <i>weeks</i> )	
6 Tipo / <i>Type</i>	<input type="checkbox"/> Anual / <i>Annual</i> <input checked="" type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Quadrimestral / <i>4-month</i>		
7 Estágio / <i>Training</i>	0	(horas / <i>hours</i> ) – referente aos cursos quadrimestrais	
8 Objetivos:	<p>Introdução das noções básicas de Engenharia Clínica.</p> <p><i>Goals:</i> <i>Introduction to basic concepts of Clinical Engineering.</i></p>		
9 Responsável:	<p>Nº 30672     Nome Prof. José Carlos Teixeira de Barros Moraes</p>		
10 Cursos atendidos :	<p>Todos os cursos da EPUSP</p> <p><i>Courses served :</i> <i>EPUSP's courses</i></p>		
11 Programa	<p>PROGRAMA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Engenharia Biomédica e Engenharia Clínica</li> <li>b) Desenvolvimento, fabricação, comercialização e utilização de equipamentos médicos. Equipamentos médicos e o conceito integrado de segurança. Desempenho essencial. As séries de Normas Técnicas 601. Registro e Certificação de equipamentos médicos e outros produtos para a Saúde</li> <li>c) Gerenciamento de risco</li> <li>d) Engenharia de fatores humanos para a segurança da tecnologia em Saúde</li> <li>e) Gestão de manutenção</li> </ul> <p><i>SYLLABUS:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <i>Biomedical Engineering and Clinical Engineering</i></li> <li>b) <i>Development, manufacturing, commercialization and use of medical equipment. Medical equipment and the integrated concept of safety. Essential performance. The technical standard series 601. Registration and certification of medical equipment and other health devices</i></li> <li>c) <i>Risk Management</i></li> <li>d) <i>Human factors Engineering for health technology safety</i></li> <li>e) <i>Maintenance Management</i></li> </ul>		
12 Programa resumido / <i>Abstract</i>	<p>PROGRAMA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Engenharia Biomédica e Engenharia Clínica.</li> <li>b) Desenvolvimento, fabricação, certificação, registro, comercialização e utilização de equipamentos médicos e outros produtos para a Saúde</li> <li>c) Gerenciamento de risco</li> <li>d) Engenharia de fatores humanos para a segurança da tecnologia em Saúde</li> <li>e) Gestão de manutenção</li> </ul>		

*SYLLABUS:*

- a) *Biomedical Engineering and Clinical Engineering*
- b) *Development, manufacturing, certification, registration, commercialization and use of medical equipment and other health devices*
- c) *Risk Management*
- d) *Human factors Engineering for health technology safety*
- e) *Maintenance Management*

13 Método de avaliação:

A avaliação é calculada pela seguinte expressão:

$$A = ( 3P + 2S + E ) / 6$$

sendo,

A= média final de avaliação da disciplina;

P= média aritmética de duas Provas individuais, realizadas na 1.<sup>a</sup> e na 3.<sup>a</sup> semanas de provas;

S= nota resultante da avaliação de um projeto em grupo com Seminário individual;

E= nota resultante de avaliação continuada por meio de listas de Exercícios domiciliares resolvidos individualmente e participação em discussões.

*Evaluation method:*

*The evaluation is done by:*

$$A = ( 3P + 2S + E ) / 6$$

*where:*

*A = Final grade*

*P = arithmetic average of two individual tests carried on 1st and 3rd test weeks;*

*S = score resulting of an evaluation of group Project with individual oral presentation;*

*E = score resulting of home works and group discussions*

14 Critério de avaliação :

Aprovação: A maior ou igual a 5

Reprovação: A menor que 5

*Criterion for approval :*

*Approval: A bigger than or equal to 5*

*Fail: A smaller than 5*

15 Normas de recuperação:

Prova de recuperação realizada na semana que precede o início das aulas do semestre seguinte. Nota final é a média entre a média anteriormente obtida e a nota da prova de recuperação.

*Norms for remedial work:*

*A test carried on a week before the beginning of the next semester. Final grade will be the average between the previous final grade and this test.*

16 Bibliografia / *Bibliography*

- ANVISA, RDCs / INs

- ABNT, Séries de Normas Técnicas ABNT NBR IEC 60601/ ABNT NBR ISO 80601

- IEC, Technical Standard Series 60601

- ISO, Technical Standard Series 80601

- Feldman, Liliane Bauer, Gestão de Risco e Segurança Hospitalar, Editora: Martinari, 2008

- ABNT, ABNT NBR ISO 14971, Produtos para a Saúde – Aplicação de Gerenciamento de Risco a Produtos para a Saúde, 2009

- Cassano- Piché, Andrea; Trbovich, Patricia; Griffin, Melissa; Lin, Ying Ling; Easty, Toni; Human factors for health technology safety: Evaluation and improving the use of health technology in the real world, IFMBE, 2015

- Ministério da Saúde, Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção, 2002