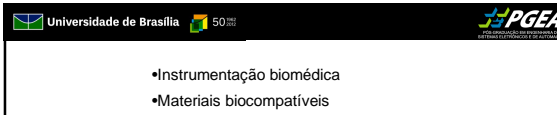




Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA  
 POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS ELETRÔNICOS E DE AUTOMAÇÃO


## Engenharia Biomédica

Ícaro dos Santos, Antônio P. L. Bó e  
 João Luiz A. Carvalho




Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA  
 POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS ELETRÔNICOS E DE AUTOMAÇÃO

- Instrumentação biomédica
- Materiais biocompatíveis
- Biomecânica
- Sinais biológicos
- Sistemas biológicos
- Biotransporte
- Engenharia celular
- Engenharia clínica
- Engenharia de tecidos
- Engenharia de reabilitação



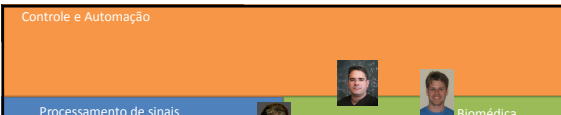
Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA  
 POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS ELETRÔNICOS E DE AUTOMAÇÃO

- Agricultura – Monitoramento de solo
- Botânica - Medição de metabolismo
- Genética– Projeto de genoma humano
- Medicina - Anestesiologia
- Microbiologia – Análise de tecidos
- Farmácia – Monitoração de reações químicas
- Veterinária – Parâmetros fisiológicos



Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA  
 POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS ELETRÔNICOS E DE AUTOMAÇÃO

- Indústria
- Governo
- Instituições clínicas
- Universidade

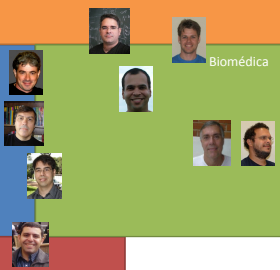


Controle e Automação

Processamento de sinais

Biomédica

Microeletrônica




Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA  
 POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS ELETRÔNICOS E DE AUTOMAÇÃO

## Laboratório de Engenharia Biomédica

Ensaios em Equipamentos Eletromédicos  
 Prof. Icaro dos Santos  
[icaro@pgea.unb.br](mailto:icaro@pgea.unb.br)

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Laboratório para certificação de equipamentos



Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

- Instrumentação biomédica
- Materiais biocompatíveis
- Biomecânica
- Sinais biológicos
- Sistemas biológicos
- Biotransporte
- Engenharia celular
- Engenharia clínica
- Engenharia de tecidos
- Engenharia de reabilitação

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

- Agricultura – Monitoramento de solo
- Botânica - Medição de metabolismo
- Genética– Projeto de genoma humano
- Medicina - Anestesiologia
- Microbiologia – Análise de tecidos
- Farmácia – Monitoração de reações químicas
- Veterinária – Parâmetros fisiológicos

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

- Indústria
- Governo
- Instituições clínicas
- Universidade

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Laboratório para certificação de equipamentos



LaB oferece o ambiente ideal para:

- Avaliar as condições de seu protótipo
- Executar testes de desempenho, segurança elétrica, compatibilidade eletromagnética em equipamentos eletro-eletrônicos

De acordo com as normas preconizadas pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia Industrial).

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Laboratório para certificação de equipamentos

- Atualmente, estamos em processo de acreditação do LaB junto ao Inmetro





Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

### Projeto Telemikro

- Uso de videoconferência para transmissão de parâmetros e sinais biomédicos

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

### Validação do aparelho HandBankImage

- 100 mil leituras de cheques
- Elaboração relatório de erros e defeitos ocorridos durante o processo de validação
- Tratamento estatístico
- 2 equipamentos Tipo scanner de cheques e documentos HandBankImage
- Software de teste
- 303 documentos de cheques de bancos.

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

### Validação do aparelho HandBankImage

- condições ambientais de temperatura, umidade relativa e alimentação elétrica para fazer as leituras.

Diferentes tipos de procedimentos experimentais de leitura de cheques mais comuns no banco, procurando analisar como o aparelho responde a diferentes tipos de situações trabalhando em um ambiente mais parecido com a aplicação real

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

### Projeto ARMED

- Desenvolvimento de um equipamento multiparamétrico portátil com conexão wireless
- Utilização de um ARM para aquisição de sinais biomédicos

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

### Projeto Smartphone

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

### Projeto Smartphone



Universidade de Brasília 50 PGEA

### Projeto MTR

- Detecção em Tempo-Real do Estado de Alerta de Condutores Veiculares

The slide contains two images: on the left, a photograph of a hardware circuit board with various components; on the right, a photograph of a person driving a car with a sensor mounted on the dashboard.

Universidade de Brasília 50 PGEA

### Projeto MTR

- Porcentagem de Acerto acima de 95%
- Coeficientes iguais para dia e noite

The slide features two side-by-side photographs of a person wearing a sensor on their forehead. The left photo is taken during the day, and the right photo is taken at night, demonstrating the system's performance in different lighting conditions.

Universidade de Brasília 50 PGEA

### Projeto Intelbras

- Pesquisa e desenvolvimento de solução de arquitetura de hardware e software para telefonia IP com características de acessibilidade

Universidade de Brasília 50 PGEA

### Projeto Intelbras

The screenshot shows a software development environment with a project structure. It includes folders for 'Intelbras Super' and 'Intelbras Super', along with sub-folders for 'Arquitetura v1' and 'Arquitetura v2'.

Universidade de Brasília 50 PGEA

### Projeto WEM Ablação

- Sistema de ablação hepática de tumores

The diagram illustrates a 3D model of a liver with a central vessel and surrounding structures. It includes a coordinate system (X, Y, Z) and a vertical scale from 0 to 50. The diagram is used to represent the system for hepatic tumor ablation.

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Projeto Astus

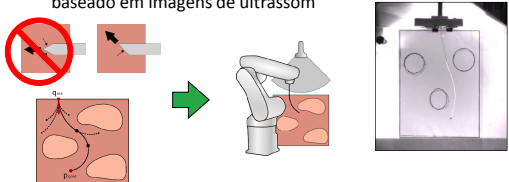
- Sistema de endoscopia controlada por comando de voz



Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Robótica médica

- Guiagem de agulhas flexíveis auxiliada por robô
  - Perspectivas futuras: minituarização do sistema e controle baseado em imagens de ultrassom



Mariana Bernardes et al.

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Robótica de reabilitação

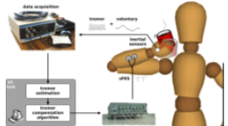
- Próteses robóticas para amputados de membro inferior
  - De 2004 a 2011: ensaios em bancada experimental
  - De 2011 até hoje: adaptação do protótipo para experimentos com indivíduos amputados



Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA


## Estimulação elétrica funcional

- Uso de estimulação elétrica para reabilitação e assistência
  - E.g. compensação de tremores patológicos
  - Controle em malha fechada
  - Perspectivas futuras: avaliação clínica



Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Prof. João Luiz A. Carvalho



- Ph.D., University of Southern California, 2008
- Linhas de pesquisa:
  - Processamento de sinais biomédicos
    - Variabilidade da frequência cardíaca
    - Eletromiografia
  - Ressonância magnética cardiovascular
    - Aquisição
    - Reconstrução
    - Processamento

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Orientandos

Doutorado	Mestrado	Graduação		
				
				

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Variabilidade da frequência cardíaca

Average Heart Rate = 60 BPM

.85 sec .90 sec 1 sec .95 sec

HRV = 60 (Excellent)

HEART RATE (BPM)

TIME (SECONDS)

- Controle do sistema nervoso autônomo sobre a frequência cardíaca
  - Ramo simpático: ↑ frequência cardíaca
  - Ramo parassimpático: ↓ frequência cardíaca

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Variabilidade da frequência cardíaca: análise

Fernanda S. Leite  
projeto final de graduação

Daniel L. F. Almeida  
iniciação científica

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Variabilidade da frequência cardíaca: classificação neural

Rosana R. Lima  
projeto final de graduação

1) extração de parâmetros

2) Redução de dimensionalidade: rede auto-organizável ou análise de componentes principais

3) Classificação: rede perceptron multi-camada

Classificação	Acerto médio usando PCA (%)	Acerto médio usando SOM (%)
A	98,50	97,50
B	91,15	87,50
C	97,83	92,85
D	88,48	—

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Eletromiografia de superfície (S-EMG)

- Sinais elétricos musculares medidos com eletrodos
  - Estudos sobre fadiga muscular
  - Localização de zonas de inervação

vetor de eletrodos

canal número

tempo (s)

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Velocidade de condução (CV) dos potenciais de ação das unidades motoras (MUs)

estimação usando processamento de imagens

Fabiano A. Soares  
doutorado

Universidade de Brasília 50<sup>th</sup> PGEA

## Estudo multidimensional da fadiga muscular usando matriz de eletrodos

Gustavo Mendonça  
projeto final de graduação

Fabiano Soares  
doutorado

Universidade de Brasília 50 PGEA

## Fluxo sanguíneo

**Ultrassom**

Fluxo a cores  
→ visualização

Doppler espectral  
→ quantificação

**Ressonância**

contraste de fase

FVE

0 3.5  
time, s

200  
0  
-200  
velocity, cm/s

Universidade de Brasília 50 PGEA

## Ressonância magnética de fluxo: aquisição dos dados

a b c d

seqüência de pulsos

dados adquiridos: espaço-k

Universidade de Brasília 50 PGEA

## Ressonância magnética de fluxo

- Objetivos:
  - Reduzir tempo de aquisição dos dados
  - Reduzir tempo de reconstrução das imagens
- Desafios
  - Amostragem não uniforme
  - Amostragem abaixo da taxa de Nyquist
  - Multi-dimensionalidade
- Oportunidades:
  - Informação a priori / redundância
  - Esparsidade → compressed sensing
  - Reconstrução usando placas gráficas (GPU/CUDA)

Universidade de Brasília 50 PGEA

## RM de fluxo: reconstrução

Universidade de Brasília 50 PGEA

## Redução do tempo de reconstrução de RM de fluxo

Antes: 5 minutos

Thales H. Dantas  
mestrado

Reduzindo ainda mais: placas gráficas (GPU)

Método proposto: 5 segundos

Em GPU/CUDA: 135 ms (instantâneo!)

Universidade de Brasília 50 PGEA

## Redução do tempo de aquisição: explorar redundâncias nos dados

Davi M. Lyra Leite  
ex-bolsista de iniciação científica  
atualmente: doutorado nos EUA

100% dos dados

25% dos dados (aliasing)

25% dos dados (imageamento paralelo)

Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA

## Redução do tempo de aquisição: explorar esparsidade dos dados

**Gabriel L. S. L. Oliveira**  
iniciação científica

representação esparsa  
↓  
reconstrução por compressed sensing

100% coeffs	no transform		
1% coefficients	$\ h_{i,j}(x,y)\ $ $\ h_{i,j}(x,y)\ $ $\ h_{i,j}(x,y)\ $		error (x2)
0.1% coefficients	$\ h_{i,j}(x,y)\ $ $\ h_{i,j}(x,y)\ $ $\ h_{i,j}(x,y)\ $		

Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA

## Processamento de imagens de fluxo: segmentação

**Gustavo M. Q. Mendonça**  
iniciação científica

ANTES

AGORA

Universidade de Brasília 50 1962 2012 PGEA

## Obrigado!

<http://pgea.unb.br/~icaro>  
<http://lara.unb.br/~antonio>  
<http://pgea.unb.br/~joaoluiz>