



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA**  
COLEGIADO DO CAMPUS JOINVILLE

**RESOLUÇÃO Nº01/2013/COLEGIADO**

Joinville, 18 de abril de 2013.

**O PRESIDENTE DO COLEGIADO DO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA – CAMPUS JOINVILLE**, órgão superior de caráter normativo e deliberativo no âmbito do Campus, no uso de suas atribuições legais:

Considerando a reunião ordinária realizada em 17 de abril de 2013:

**RESOLVE:**

**Art. 1º** Aprovar o Projeto de Pesquisa: “Formação e Pesquisa em Engenharia Biomédica: do Nível Técnico à Graduação e a Pós-Graduação”, conforme o anexo.

Publique-se e

Cumpra-se.

**MAURICIO MARTINS TAQUES**

*Presidente do Colegiado*

## Chamada CNPq/VALE S.A. Nº 05/2012 – Forma-Engenharia

### 1 - Dados Gerais do Projeto

Título do Projeto	Preenchimento obrigatório do título do projeto.	
Nome do Coordenador do Projeto	Jefferson Luiz Brum Marques	
Titulação Máxima do Coordenador do Projeto	PhD.	
Curso de graduação em engenharia a ser estimulado (conforme Anexo I da Chamada)	Engenharia Elétrica e Eletrônica.	
Instituição de Execução do Projeto (IES)	Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis.	
Instituição Co-Executora do Projeto	Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Joinville.	<input checked="" type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada

### Título do Projeto

**Formação e Pesquisa em Engenharia Biomédica: do Nível Técnico à Graduação e a Pós-graduação**

Julho 2012

## 2 - Descrição do Projeto

### a) Problema abordado.

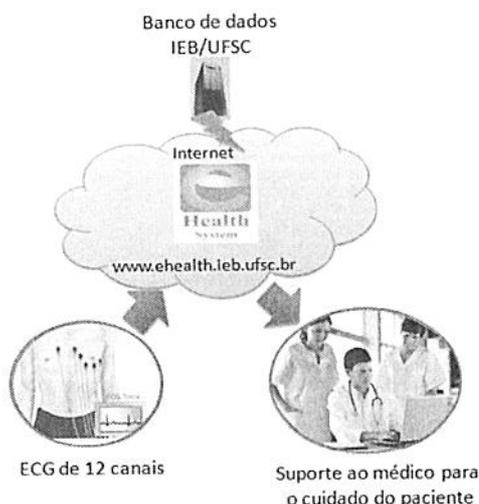


Fig. 1 - Estrutura do projeto. O equipamento de ECG de 12 canais (localizado remoto) onde os sinais são adquiridos e enviados para o servidor via web. O servidor, localizado fisicamente no IEB-UFSC, onde serão processados e analisados os dados. Esta página da web fornece a análise do diagnóstico dos níveis de neuropatia autonômica (inexistente, subclínica e clínica)

mão e pernas, entre outros. A neuropatia afeta os órgãos internos e como consequência, a qualidade de vida do indivíduo, induzindo a um aumento da morbidade e da mortalidade em pacientes com diabetes. Uma das formas de detectar a neuropatia autonômica é através da análise da variabilidade de frequência cardíaca que são as variações nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos.

Aproximadamente um terço dos pacientes com enfartes agudos do miocárdio tem Diabetes Mellitus. Mudanças nos tecidos cardíacos, na região basal do ventrículo esquerdo, têm sido observadas em pacientes com diabetes [2]. Através da leitura do eletrocardiograma (ECG) de 12 canais é possível detectar a neuropatia autonômica e as alterações no ECG que podem sugerir enfartes.

Com o uso da informática e das telecomunicações para auxiliar a medicina, surge a telemedicina, seja para diagnóstico, tratamento ou treinamento (treinamento no uso de recursos de

A diabetes (Diabetes Mellitus) é uma doença crônica que ocorre quando o pâncreas não produz suficientemente insulina. Os estudos recentes mostram que no ano 2000 a população total de portadores de diabetes no Brasil foi estimada em 4,6 milhões de pessoas, ocupando o oitavo lugar entre os países de maior prevalência de diabetes no mundo. Para 2030, a previsão é de que o Brasil atinja uma população de 11,3 milhões de pessoas, subindo para o sexto lugar nessa lista [1].

A neuropatia autonômica é uma das complicações mais presentes no Diabetes Mellitus, e afeta o sistema nervoso autonômico. Este sistema tem a função de controlar a frequência das batidas do coração, a respiração, trato digestivo (diarréia ou constipação), provoca o adormecimento ou mesmo dor nos pés,

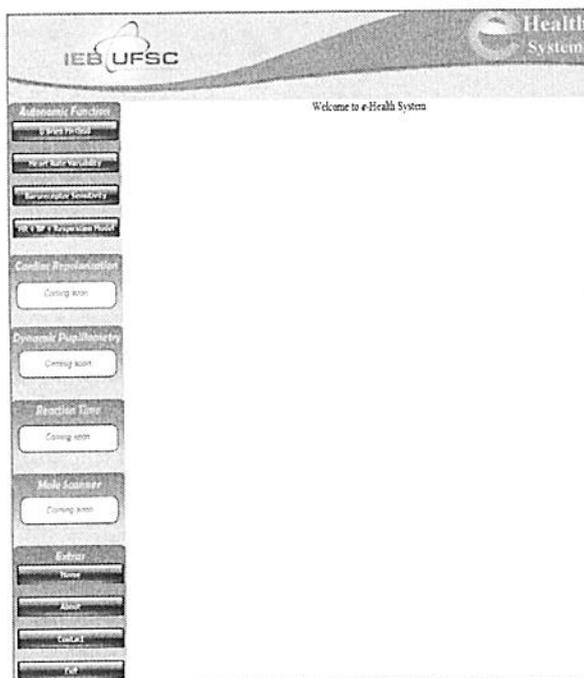


Fig. 2 - Tela principal do Website [chris].

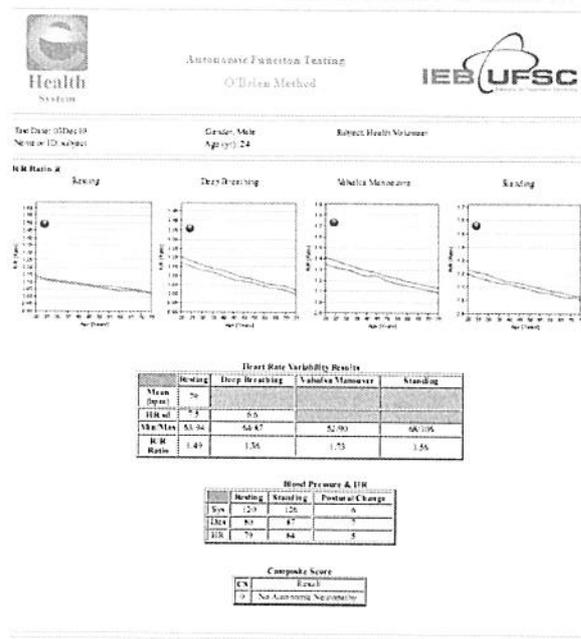


Fig. 3 - Tela de impressão dos resultados do Método de O'Brien [chris].

Em um trabalho prévio, um software ubíquo para auxiliar a detecção da neuropatia autonômica em indivíduos com diabetes. Este sistema utilizou um ECG de 3 canais. Sua implementação dividiu-se em três processos: Módulo de aquisição; Módulo de armazenamento; Módulo de re-análise. O Módulo de aquisição é composto por um sistema *desktop* o qual realiza a aquisição e processamento dos sinais para cada tipo de teste, e envia os sinais adquiridos e processados ao servidor de dados e os resultados para o banco de dados. O servidor de dados e o banco de dados correspondem ao Módulo de armazenamento. Por último o Módulo de Re-análise é composto por um sistema web, onde é possível rever os testes realizados, e para os testes de estímulos ainda reprocessar o resultado. As ferramentas implementadas foram testadas através de estudo entre voluntários sem diabetes, Figura 3.

A engenharia biomédica é uma área com grande potencial para aplicações das engenharias. E o impacto social dos seus projetos cativa os alunos através de realizações pessoais e responsabilidade social. Acreditamos que este projeto apresenta as aplicações práticas das teorias ensinadas em sala de aula e colaboram em incentivar os alunos na área científica e nas indústrias de equipamentos serviços da área média, assistencial, biológica e hospitalar. Cria vínculo científico entre a UFSC e o IFSC para que os alunos sejam incentivados a continuar os estudos na área de engenharias. As melhores formas de incentivar os alunos é a busca por conhecimentos para as soluções de problemas práticos encontrados nestes projetos de colaborações científicas.

Este projeto tem por objetivo expandir o sistema e-Health, através da instrumentação, aquisição, processamento e análise do eletrocardiograma de 12 canais focando no sistema web já desenvolvido.

equipamentos e sistemas). As vantagens deste sistema são: Análise continuada dos pacientes (dados armazenados no banco de dados); tempo para o resultado da análise reduzido (segundos a minutos); acessibilidade em localizações remotas.

Este projeto é parte de um projeto maior desenvolvido no IEB - UFSC, e-Health (<https://www.ehealth.ieb.ufsc.br>, Figura 1). A idéia central deste projeto é de auxiliar no diagnóstico de doenças cardíacas, através das últimas técnicas de processamento de sinais. Atualmente, os projetos estão focados em neuropatias autonômicas em diabéticos de forma remota. Isto é, com o equipamento desenvolvido neste projeto, será possível viabilizar para os postos de saúde, hospitais e clínicas um diagnóstico através da internet da neuropatia.

## b) Objetivos

O objetivo geral deste projeto é fornecer o diagnóstico de neuropatia autonômica, para a população brasileira e mesmo mundial, Figura 4. Pretende-se utilizar a Variabilidade da Frequência Cardíaca no intuito de utilizar como indicador para o estudo da atividade do Sistema Nervoso Autônomo, bem como a detecção precoce da Neuropatia Autonômica Cardiovascular em indivíduos com Diabetes Mellitus.

Além do projeto específico do desenvolvimento dos equipamentos e programas, pretendemos através de nossas viagens de estudo fortalecer vínculos com o IFSC-Joinville. Este vínculo será efetivado através de cursos práticos de eletrônica, aplicados ao contexto da engenharia biomédica.

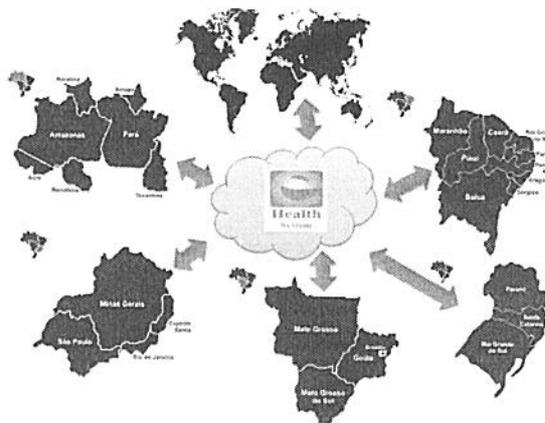


Fig. 4 - Abrangência do projeto.

### Objetivos específicos

- ✓ Desenvolver hardware e software desktop para a aquisição e processamento de eletrocardiograma (ECG) de 12 canais;
- ✓ Estudar a relação entre variação de sinais fisiológicos e neuropatia autonômica;
- ✓ Desenvolver e adaptar na aplicação Web já existente: visualização e reprocessamento dos sinais; banco de dados; e servidor de dados para armazenamento;
- ✓ Validar o sistema desenvolvido num estudo piloto investigando a variação dos parâmetros analisados em indivíduos saudáveis e diabéticos com diferentes níveis de neuropatia autonômica.
- ✓ Elaborar e ministrar cursos para incentivar os alunos de ensino médio à engenharia elétrica e eletrônica, e conseqüentemente, a área de pesquisa em engenharia biomédica.

## c) Metas e resultados esperados

Entre os indicadores de desempenho possíveis para atestar o mérito do projeto e o atendimento das metas propostas, sugere-se:

Indicadores de desempenho	
A	Número de artigos publicados em congressos científicos nacionais e internacionais.
B	Equipamento de 12 canais de ECG.
C	Software para aquisição do sinal de ECG em notebook.
D	Análise dos dados no <i>website</i> .
E	Cursos ministrados no IFSC-Joinville.
F	Criação de outros projetos comuns envolvendo os membros da equipe, em decorrência de interesses mútuos desenvolvidos.

#### d) Metodologia

O sistema é dividido em três grandes módulos, Aquisição, Re-análise/*Review* e Armazenamento, todos interligados através da Internet.

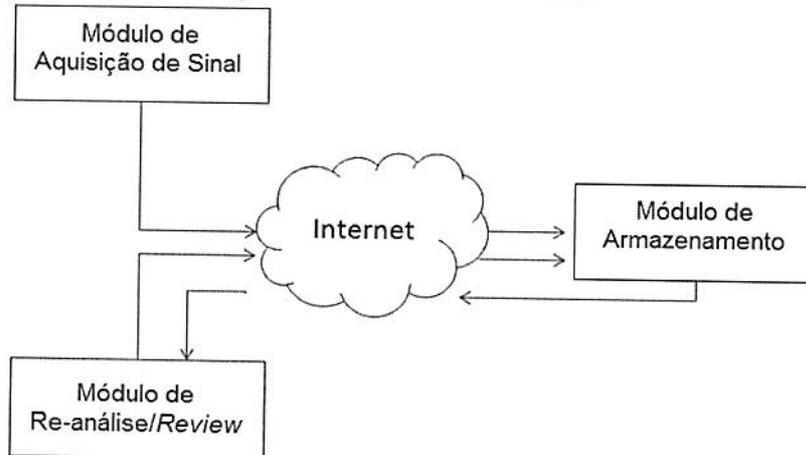


Fig. 6– Diagrama de bloco do sistema desenvolvido.

#### Sistema on-line para detecção de neuropatia autonômica em diabéticos

A **equipe executora** (UFSC) efetuará o desenvolvimento com o *website* (re-análise/*Review* dos dados), módulo de armazenamento, segurança na comunicação dos dados médicos.

A equipe **co-executora** (IFSC) desenvolverá a parte de aquisição da Figura 6. O fluxograma da Figura 7 mostra concepção da arquitetura do projeto. Para segurança do paciente é preciso isolar as partes do circuito da rede elétrica. Na fonte será utilizado um conversor isolador DC/DC (DCP021212DP) e para isolar as vias de dados foi utilizado um isolador digital (ADuM1200). Esta etapa será desenvolvida em com PIC18F4550.

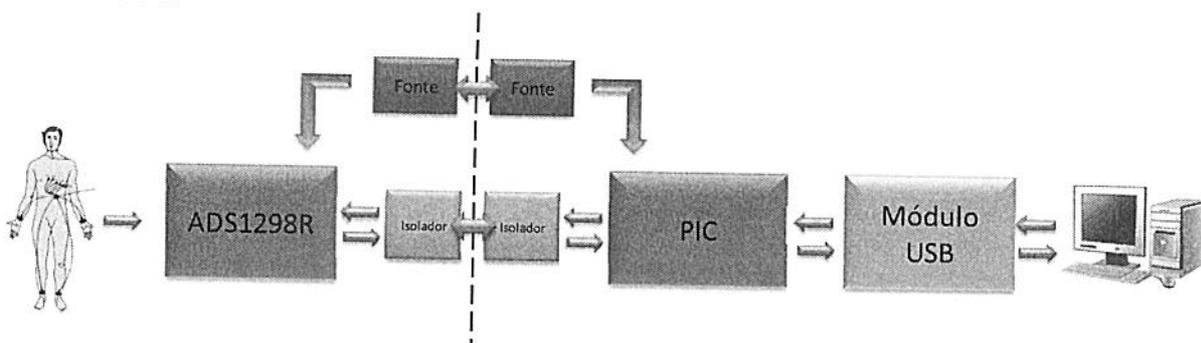


Figura 7 - Fluxograma do sistema de aquisição, ao lado direito da linha tracejada está parte não isolada da rede e que alimenta o PIC, ao lado esquerdo está o ADS1298R interligado ao paciente que permanece totalmente isolado.

### Cursos didáticos

A **equipe executora** (UFSC) preparará a estruturação e material didático, esta etapa é importante a assessoria do professor do IFSC para que o material esteja adequado às matérias lecionadas no curso. A equipe executora deverá fornecer idéias para a elaboração dos circuitos eletrônica para a montagem prática dos conceitos tratados no material didático.

A equipe **co-executora** (IFSC) fará os testes e eventuais adequações dos circuitos eletrônicos para os cursos (em termos de custos e facilidades de montagens). Vale ressaltar que o objetivo destes cursos é uma posterior disseminação para os cursos técnicos do estado ou mesmo do país para que possa criar a curiosidade dos alunos. Estas aplicações práticas de leituras de sinais bio-elétricos (ECG, EMG, eletro-oculograma) estimulam a curiosidade em aplicações da engenharia elétrica, eletrônica e biomédica.

#### **e) Equipe do projeto e plano de trabalho**

##### EQUIPE DO PROJETO

**Coordenador: Prof. Jefferson Luiz Brum Marques, PhD.** - Instituto de Engenharia Biomédica - Departamento de Engenharia Elétrica (UFSC). Professor associado I da Universidade Federal de Santa Catarina. Publicou 39 artigos em periódicos especializados e 128 citações, dos quais podemos destacar:

FERRARI, G. L. ; **MARQUES, J. L. B.** ; GANDHI, R. A. ; HELLER, S. R. ; SCHNEIDER, F. K. ; TESFAYE, S. ; GAMBA, H. R. . Using Dynamic Pupillometry as a Simple Screening Tool to Detect Autonomic Neuropathy in Patients with Diabetes: a pilot study. *BioMedical Engineering Online*, v. 9, p. 26, 2010.

GANDHI, R. A. ; **MARQUES, J. L. B.** ; SELVARAJAH, D. ; EMERY, C. J. ; TESFAYE, S. Painful Diabetic Neuropathy Is Associated With Greater Autonomic Dysfunction Than Painless Diabetic Neuropathy. *Diabetes Care*, v. 33, p. 1585-1590, 2010.

ROBINSON, E. J. ; **MARQUES, J. L. B.** ; MACDONALD, I. A. ; NEWMAN, C. M. ; HELLER, S. R. . Investigating Cardiac Autonomic Neuropathy and Sudden Death. The Effect of Neuropathy on Abnormal Cardiac Repolarisation during Sympatho-Adrenal Activation in Type 1 Diabetes. *Diabetes (New York, N.Y.)*, v. 58, p. A170-A170, 2009.

**Profa. Bárbara Ogliari, MSc.** – Instituto Federal de Educação (IFSC). Possui graduação e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1996 e 1999). Professora de ensino técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Engenharia Biomédica, atuando principalmente nos seguintes temas: diabetes mellitus,

intervalo RR, instrumentação e neuropatia autonômica. Possui 3 trabalhos em congressos relacionados com a área de neuropatia autonômica em diabetes.

**Profa. Dra. Daniela Ota Hisayasu Suzuki** possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1996, 2003 e 2009, respectivamente). Atualmente é professora adjunta do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina, atuando principalmente nos seguintes temas: sensores, eletrônica aplicada, experimentos e modelamento matemático de fenômenos biológicos, eletroporação, bioeletromagnetismo.

### PLANO DE ATIVIDADES

**Tarefas da Equipe Executora:** Trabalho com *website* e segurança na comunicação. Elaboração da estrutura e conteúdos dos cursos, circuitos eletrônicos e material didático.

- ✓ Desenvolver aplicação Web;
- ✓ Visualização e processamento dos sinais;
- ✓ Banco de dados e servidor de dados para armazenamento;
- ✓ Estrutura e conteúdo de material didático. Elaboração dos circuitos eletrônicos para os cursos

**Tarefas da Equipe Co-Executora:** Desenvolvimento de equipamento de aquisição, comunicação USB, programa em desktop para visualização e comunicação web dos dados. Colaborar na elaboração de circuitos eletrônicos para a montagem dos cursos (Engenharia Biomédica na Prática, *e.g.*, ECG de baixo custo, estetoscópio digital).

- ✓ Equipamento de aquisição (aluno 1);
- ✓ Comunicação USB (aluno 2);
- ✓ Programa no desktop para comunicação web (aluno 2);

A tabela a seguir representa o plano de atividades desenvolvido para este projeto de pesquisa. Ao longo do período de 1 anos, cada atividade foi organizada em módulos de trimestres.

**Tabela 2:** Plano de atividades previstas para todo o período de vigência do projeto.

<b>Atividades Professores UFSC e IFSC</b>	
(1)	Definições da estrutura e conteúdo dos cursos.
(2)	Elaboração de material didático para os cursos.
(3)	Estudo e desenvolvimento de circuitos eletrônicos de baixo custo.
(4)	Realização do curso.
(5)	Elaboração e submissão de artigo dos resultados dos cursos para disponibilização do material.
(6)	Orientação nos trabalhos do sistema on-line para detecção de neuropatia autonômica em diabéticos.
(7)	Redação de relatório final e prestação de contas.

Atividades	Trimestres				
	1	2	3	4	5
1.	X	X			
2.	X	X			X
3.		X	X	X	X
4.			X		
5.					X
6.	X	X	X	X	X
7.					X

**Aluno de graduação em engenharia elétrica ou eletrônica (UFSC)**

- (1) Desenvolver aplicação Web. Colaboração na laboração de material didático para os cursos.
- (2) Visualização e processamento dos sinais. Pesquisa de circuitos eletrônicos (ECG, EMG, eletro-oculograma, estetoscópio digital) e sensores de baixo custo aplicados a biomédica (piezoelétricos, acelerômetros, sensores de temperatura, entre outros).
- (3) Banco de dados e servidor de dados para armazenamento. Aquisição e montagem dos circuitos propostos.
- (4) Elaboração e submissão de artigo dos resultados. Colaboração no planejamento e execução dos cursos.
- (5) Redação de relatório final.

Atividades	Trimestre				
	1	2	3	4	5
1.	X	X	X		
2.		X	X	X	X
3.				X	X
4.					X
5.					X

**Aluno de nível médio/técnico 1 (IFSC) - Hardware para aquisição dos  
sinais de ECG**

- (1) Estudo da linguagem C para microprocessador PIC.
- (2) Elaboração, montagem e teste em protoboard do ECG.
- (3) Desenvolvimento de documentação, produção de placa para montagem de protótipo e testes.
- (4) Colaboração no planejamento, execução e participação dos cursos.
- (5) Elaboração e submissão de artigo dos resultados.
- (6) Redação de relatório final.

Atividades	Trimestre				
	1	2	3	4	5
1.	X				
2.	X	X	X		
3.			X	X	X
4.			X		X
5.					X
6.					

**Aluno de nível médio/técnico 2 (IFSC) – Software para aquisição dos sinais de ECG**

- (1) Estudo de linguagem C para plataforma Builder C e envio dos dados via web.
- (2) Estudo de comunicação USB através de módulo de comunicação desenvolvido pela FTDI (*Future Technology Devices International Ltd.*).
- (3) Desenvolvimento de software com interface gráfica para comunicação USB e *website*.
- (4) Colaboração no planejamento, execução e participação dos cursos.
- (5) Elaboração e submissão de artigo dos resultados.
- (6) Redação de relatório final.

Atividades	Trimestre				
	1	2	3	4	5
1.	X				
2.	X	X			
3.		X	X	X	X
4.			X		X
5.					X
6.					X

**f) Orçamento Detalhado**

Orçamento		
CUSTEIO		
	Passagens e diárias <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte entre as instituições para reuniões e ministrar cursos</li> </ul>	R\$ 2.000,00
	Material de consumo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes eletrônicos para os cursos e elaboração dos protótipos.</li> <li>• Peças de reposição de computadores para o desenvolvimento dos projetos.</li> </ul>	R\$ 2.500,00
CAPITAL		
	Equipamentos e materiais permanentes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador para servidor para web;</li> <li>• Notebook para portabilidade do sistema.</li> </ul>	R\$ 2.890,00 R\$ 2.600,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$9.990,00</b>

**g) Recursos de outras fontes**

O Instituto de Engenharia Biomédica - UFSC dispõem da infra-estrutura adequada para a realização das atividades relacionadas ao desenvolvimento do projeto. No prédio do Centro Tecnológico da UFSC, o Instituto de Engenharia Biomédica (IEB - UFSC) possui uma área de 300 m<sup>2</sup> onde ficam salas de professores e de estudos, a secretaria acadêmica, laboratório com computadores e instrumentação biomédica (osciloscópios, geradores de funções, fontes, multímetros, estações de solda, ferramentas de uso geral). A sede própria do Instituto fica próximo ao Hospital Universitário da UFSC. Com 2.220 m<sup>2</sup>, o prédio abriga laboratórios, uma incubadora tecnológica, auditório, sala de aula e de reuniões, biblioteca, além de toda a estrutura de atendimento aos pesquisadores, estudantes e visitantes. O bolsista terá a sua disposição os laboratórios do IEB - UFSC (de ambos os prédios), sala individual, ar-condicionado, telefone com ramal, computadores atualizados, softwares, rede internet, acesso a Biblioteca Universitária e acesso irrestrito à Biblioteca Setorial do Instituto de Engenharia Biomédica. Os laboratórios possuem osciloscópios digitais (Tektronix), geradores de funções, fontes reguladas, multímetros digitais (FLUKE) e analógicos, microscópio para SMD, estações de solda, estação de solda SMD, ponteira de corrente -A622 (Tektronix) e alta tensão - P5102 (Tektronix), componentes eletrônicos, bancadas ferramentas de uso geral. Ferramenta de

desenvolvimento FPGA (Spartan 3A - XILINX), ferramenta de desenvolvimento com placa de aquisição (NI 6251, National Instruments Corp., Austin, TX) e programa gráfico LABVIEW (National Instruments Corp., Austin, TX), ferramentas de desenvolvimento para microcontroladores (Arduino, Microchip, entre outros), ferramentas de desenvolvimento para comunicação wireless (XBEE).

O IFSC-Joinville possui Laboratório de Eletrônica Digital, Laboratório de Informática, Laboratório de Eletrônica Analógica, Laboratório de Automação, Laboratório de fabricação mecânica, Laboratório de robótica. Possui ainda, laboratório de enfermagem que fornecerá suporte a este trabalho.

### 3 - Perspectivas

#### a) Motivacional

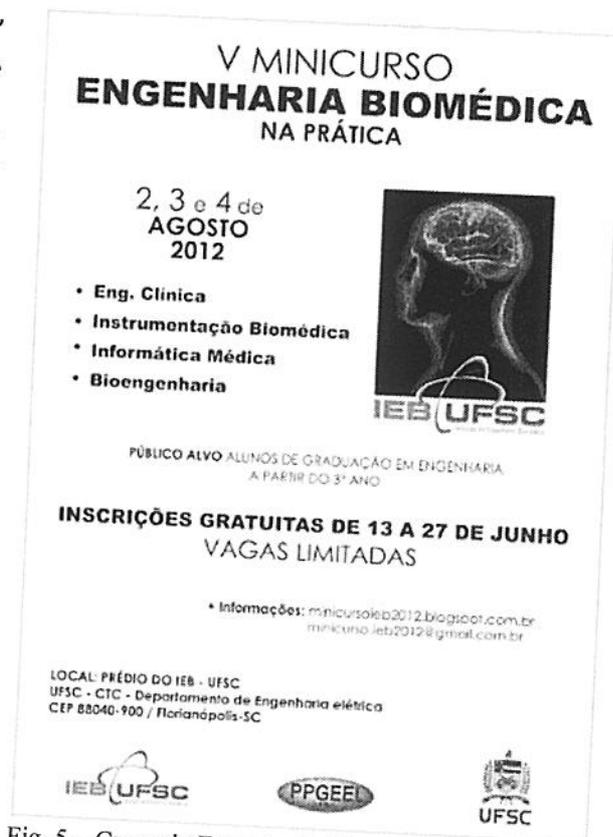
Similar aos cursos oferecidos para os alunos de engenharia, mas com enfoque do curso técnico e tecnólogo, Figura 5. Este curso tem o intuito de estimular e diminuir a evasão dos cursos de engenharia. Pequenos cursos poderiam ser adaptados e planejados para serem ministrados em um período da viagem de estudos. Com estes cursos pretende-se ampliar o interesse na área de engenharia elétrica, eletrônica e eletrônica ao maior número de alunos do IFSC-Joinville possível.

Uma contrapartida interessante deste projeto é que poderemos oferecer os cursos de biomédica na prática para alunos iniciantes das engenharias. Esta é uma dificuldade atual porque a montagem dos circuitos eletrônicos oferecidos tem graus de dificuldade e custos elevados.

Alguns dos cursos de férias serão oferecidos com o foco em alunos de escolas técnicas. Estes cursos irão abrir os horizontes dos alunos para as aplicações dos seus conhecimentos e de novas necessidades de aprendizado.

#### b) Potencial de disseminação

A proposta deste projeto terá alcance em várias instituições tanto de engenharia como as de ensino técnico. Pois, os circuitos eletrônicos do curso, uma vez elaborados, serão apresentados e disponibilizados via internet para os professores interessados em engenharia biomédica ou mesmo em criar cursos que motivam os alunos.



V MINICURSO  
**ENGENHARIA BIOMÉDICA**  
NA PRÁTICA

2, 3 e 4 de  
AGOSTO  
2012

- Eng. Clínica
- Instrumentação Biomédica
- Informática Médica
- Bioengenharia

**IEB UFSC**

PÚBLICO ALVO: ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
A PARTIR DO 3º ANO

**INSCRIÇÕES GRATUITAS DE 13 A 27 DE JUNHO**  
VAGAS LIMITADAS

• Informações: [minicursoieb2012.blogspot.com.br](http://minicursoieb2012.blogspot.com.br)  
[minicurso-ieb2012@gmail.com.br](mailto:minicurso-ieb2012@gmail.com.br)

LOCAL: PRÉDIO DO IEB - UFSC  
UFSC - CTC - Departamento de Engenharia elétrica  
CEP 88040-900 / Florianópolis-SC

**IEB UFSC** **PPGEEI** **UFSC**

Fig. 5 – Curso de Engenharia Biomédica atual, com o intuito de motivar os alunos de engenharia.  
<http://minicursoieb2012.blogspot.com.br/>

## Referências

- [1] S. Wild,, et al. **Global prevalence of diabetes**. Diabetes Care 27:1047-1053, 2004.
- [2] S. Stern, S. Sclarowsky. The ECG in diabetes mellitus, Circulation, 120, pp. 1633-1636, 2009.