



## PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA CLÍNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

**Manuel Leonel da Costa Neto** – [manuel.leonel@gmail.com](mailto:manuel.leonel@gmail.com)

**José Roberto Quezada Peña** - [jrkezada@yahoo.com](mailto:jrkezada@yahoo.com)

**Maria de Fátima Santos** – [profafatima@hotmail.com](mailto:profafatima@hotmail.com)

**Francimary Macêdo Martins** - [francimary@dee.ufma.br](mailto:francimary@dee.ufma.br)

Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Engenharia de Eletricidade

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966

CEP: 65080-805 – São Luís – Maranhão

**Resumo:** Neste artigo é apresentado o novo Projeto Pedagógico do Curso de Especialização em Engenharia Clínica do Departamento de Engenharia de Eletricidade em conjunto com o Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão - UFMA. O Projeto Pedagógico foi elaborado com base nas diversas discussões entre trabalhos apresentados em Congressos de Engenharia Clínica e, sobretudo a partir dos resultados obtidos na II Oficina de Trabalho para Harmonização do Currículo de Engenharia Clínica no Brasil, como parte do V Congresso Brasileiro de Engenharia Clínica realizado em São Paulo - SP em 2009. O Curso tem como finalidade atender uma carência de profissionais na área de Engenharia Clínica no Nordeste e de forma mais acentuada no Estado do Maranhão.

**Palavras-chave:** Engenharia Clínica, Projeto Pedagógico, Estado do Maranhão.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos decênios acentuou-se a incorporação de novas tecnologias, produtos e equipamentos (médicos, odontológicos, laboratoriais, etc.) de elevada complexidade, direcionados ao diagnóstico e terapêutico, tornando os procedimentos mais exatos, menos evasivos, com riscos reduzidos aos pacientes e, portanto, mais seguros (BRASIL, 2008). Isto permitiu um aumento intensivo do uso de tais equipamentos, o que gerou um crescimento nos gastos com assistência médica, correlacionados aos dispêndios com aquisição e manutenção dos mesmos (CALIL, 2006).

Existe, portanto, atualmente uma premente exigência do mercado em incorporar aos serviços de assistência à saúde com tecnologias apropriadas, sobretudo para garantir a segurança aos usuários. A manutenção dos equipamentos odontológicos e médico-hospitalares requer mão-de-obra especializada local, para que haja uma autonomia maior no uso desses equipamentos.

Na final da década de 60 e início da década de 70 do século passado, foi estruturada nos Estados Unidos da América uma carreira técnica capaz de integrar conhecimentos das áreas de ciências médicas, exatas e humanas, com capacidade para solucionar problemas de planejamento, gerenciamento e treinamento em equipamentos odontológicos e médico-hospitalares, sendo conhecida internacionalmente como Engenharia Clínica (BLUMBERG, 1987; BRONZINO, 1990).



Esta carreira teve início em nosso país na década de 90, do século passado, na UNICAMP (Campinas-SP), USP (São Paulo- SP), UFPA (João Pessoa - PB) e UFRS (Porto Alegre - RS) (RAMIREZ; CALIL, 2000), com a criação das primeiras turmas de Especialização em Engenharia Clínica e só se tornou mais evidente com a criação da Associação Brasileira de Engenharia Clínica<sup>1</sup> em outubro de 2003.

No Brasil, a especialização em Engenharia Clínica traz grandes contribuições uma vez que além de proporcionar economia de expressivos recursos financeiros que seriam gastos com manutenção, orienta na aquisição de equipamentos, buscando desta forma tecnologias apropriadas aos quadros médico-hospitalares, principalmente em hospitais e clínicas de médio e grande porte (HOLSBACH, SILVA, VARANI, 2001; NÓBREGA, SILVA, 2003; SILVA, SILVA, 1999).

Assim, a oferta de um curso de Especialização em Engenharia Clínica pela UFMA é de extrema importância, pelas razões apresentadas anteriormente e também considerando a carência de profissionais nesta área no Nordeste e de forma mais acentuada no Estado do Maranhão.

Apresentamos, portanto, o novo Projeto Pedagógico (PP) do Curso de Especialização em Engenharia Clínica do Departamento de Engenharia de Eletricidade em conjunto com o Hospital Universitário da UFMA (HUUFMA). Esse projeto é fruto das discussões iniciadas com a II Oficina de Trabalho para Harmonização do Currículo de Engenharia Clínica no Brasil, como parte do V Congresso Brasileiro de Engenharia Clínica realizado no Expo Center Norte, em São Paulo - SP em 2009, e início de implantação do PP da 1ª turma do Curso, divulgado no COBENGE 2009 (COSTA NETO; CALDAS; SILVA, 2009).

## 2. HARMONIZAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CLÍNICA

Em maio de 2009 foi realizado o V Congresso Brasileiro em Engenharia Clínica em São Paulo – SP. Como parte do evento foi realizada a II Oficina de Trabalho para Harmonização do Currículo de Engenharia Clínica no Brasil com o objetivo definir um Currículo Mínimo do curso a partir dos pontos abordados neste congresso.

A Oficina contou com a participação dos coordenadores de cursos de especialização nessa área, que estavam ativos ou em processo de inicialização em várias instituições como: Universidade Federal do Amazonas, Universidade Federal do Maranhão, a Universidade Católica de Brasília, a UNICAMP e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A oficina foi coordenada pelo Professor Said Jorge Calil da UNICAMP, um dos fundadores da Associação Brasileira de Engenharia Clínica e coordenador do Curso de Especialização na UNICAMP por vários anos.

Foram observados os conteúdos das palestras dos diversos segmentos que atuam na área de saúde e acordados os pontos abordados em cada segmento, conforme relacionado no “Quadro 1”:

Quadro 1 – Pontos abordados e acordados em cada segmento

<b>PRESTADORES DE SERVIÇO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulamentações;</li> <li>• Certificação e Acreditação;</li> <li>• Fluxos e Processos internos em ambientes Hospitalares;</li> <li>• Avaliação dos Impactos (financeiros e ambientais) que os</li> </ul>
-------------------------------	---

<sup>1</sup> ABECLIN - <http://abeclin.org.br/>



	<p>equipamentos provocam para sua utilização;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento técnico básico e abrangente sobre o princípio de funcionamento de equipamentos médico-hospitalares;</li> <li>• Planejamento Estratégico;</li> <li>• Administração e Gestão de equipamentos e do parque de equipamentos;</li> <li>• Análise da viabilidade técnica e econômica (avaliação tecnológica para incorporação de equipamentos);</li> <li>• Análise de projetos para tecnologias (equipamentos) em saúde;</li> <li>• Gestão de pessoas;</li> <li>• Software de Gerenciamento;</li> <li>• Análise crítica/análise de desempenho;</li> <li>• Conhecimento de ferramentas de qualidade;</li> <li>• Gerenciamento de riscos.</li> </ul>
SEGMENTO HOSPITALAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão de Tecnologias;</li> <li>• Conhecimento da organização – Conhecer um Hospital;</li> <li>• Nominamédica (termos médicos para patologias e administração de pacientes e administração hospitalar);</li> <li>• Entendimento de Processos Hospitalares;</li> <li>• Gerenciamento econômico;</li> <li>• Capacidade de montar e trabalhar em equipe;</li> <li>• Capacidade de utilização do ferramental gerencial;</li> <li>• Tecnologia da Informação</li> </ul>
SEGMENTO INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa e Inovação;</li> <li>• Normas (segurança e desempenho);</li> <li>• Avaliação de tecnologias;</li> <li>• Incorporação de Tecnologias (avaliação e processo para incorporação);</li> <li>• Gerenciamento de Risco na produção;</li> <li>• Boas práticas de Fabricação.</li> </ul>
SEGMENTO GOVERNAMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição e especificação técnica;</li> <li>• Processos licitatórios;</li> <li>• Avaliação de Projetos de P&amp;D;</li> <li>• Elaboração de portarias.</li> </ul>

Considerando-se os pontos acordados acima como fundamentais para abordagem em cada seguimento, e também a carga-horária mínima de 360 horas que deve ter um curso de especialização<sup>2</sup>, chegou-se ao consenso de organização do quadro de disciplinas, no “Quadro 2”, com as devidas cargas-horárias e conteúdos:

<sup>2</sup> Resolução CNE/CES nº 1/07 - [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces001\\_07.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces001_07.pdf)



## Quadro 2 – Disciplinas essenciais ao Curso de Especialização em Engenharia Clínica

GESTÃO DE TECNOLOGIAS (105h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciamento de Projetos;</li> <li>• Gerenciamento de Processos;</li> <li>• Gerenciamento de Custos;</li> <li>• Gerenciamento de Riscos;</li> <li>• Gerenciamento de Pessoas.</li> </ul>
FUNDAMENTOS DE ANATOMIA E FISILOGIA (30h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principais órgãos do corpo humano;</li> <li>• Biologia celular;</li> <li>• Sistema músculo-esquelético;</li> <li>• Sistema Cardiocirculatório;</li> <li>• Sistemas nervoso, cardiorrespiratório, digestivo.</li> </ul>
EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES (120h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos de física médica;</li> <li>• Sistemas de instrumentação biomédica (introdução à instrumentação biomédica, processamento de sinais, transdução de grandezas biomédicas, eletrônica);</li> <li>• Equipamentos para terapia e radioterapia;</li> <li>• Equipamentos para diagnósticos;</li> <li>• Tecnologias de Informação e Comunicação (<i>hardware e software</i> de integração de processos e sistemas, redes, <i>wireless</i>).</li> </ul>
IMAGENS MÉDICAS (30h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamentos de Diagnóstico por Imagem;</li> <li>• Tecnologias de informação e Comunicação de Imagens (protocolos, PACS, DICOM, RIS, HL7, etc.).</li> </ul>
REGULAÇÃO E METROLOGIA (45h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metrologia (Fundamentos);</li> <li>• Normas e regulamentações;</li> <li>• Registro e certificação.</li> </ul>
FUNDAMENTOS DE AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA (15h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação de tecnologias em geral (princípios);</li> <li>• Avaliação de tecnologias para sua Incorporação;</li> <li>• Epidemiologia;</li> <li>• Bioestatística.</li> </ul>
RESPONSABILIDADE PROFISSIONAL (30 Horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioética e Ética profissional;</li> <li>• Administração em saúde (basicamente princípios de administração hospitalar);</li> <li>• Atribuições profissionais do Eng. Clínico;</li> <li>• Sistema de Saúde e Políticas de Saúde.</li> </ul>

### 3. NOVO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA CLÍNICA

Este novo PP foi desenvolvido para atender as necessidades do setor de Engenharia Clínica e visa formar profissionais da região em novas tecnologias, proporcionando conhecimentos técnicos, sistêmicos e gerenciais dos serviços atualizados em gerenciamento e manutenção de equipamentos médico-hospitalares.



O Curso tem duração média de 18 meses, sendo 15 para cursar disciplinas e três para elaboração e defesa de um trabalho monográfico de conclusão de curso. As aulas serão ministradas por professores do Departamento de Engenharia de Eletricidade da UFMA, do Departamento de Enfermagem e do Departamento de Saúde Pública da UFMA e de outras Instituições, como: IFMA, IFBA e UNB, fortalecendo assim a troca de experiências e conhecimentos entre essas Instituições.

Uma das principais vantagens que o Curso apresenta para os profissionais participantes está no seu horário de funcionamento nas quartas, quintas e sextas-feiras à noite, e aos sábados pela manhã e à tarde, em uma semana por mês. Esta sistemática visa permitir ao aluno que trabalhe em outra instituição ou em outro setor na UFMA frequentar normalmente o curso de especialização e assim melhorar sua qualificação.

### 3.1. Carga Horária do Curso

A delimitação da carga horária do Curso foi realizada com base nas resoluções internas da UFMA e através de consulta a instituições de Ensino Superior que desenvolvem ou desenvolveram tarefas de ensino nesta área, como, por exemplo, a Universidade Católica de Brasília - UCB.

Assim, no curso de Especialização em Engenharia Clínica consta uma carga horária total de 495 horas-aula, distribuídas conforme a “Tabela 1”.

Tabela 1 – Carga horária do curso de Engenharia Clínica

Carga Horária	Horas/aula
Aulas Teóricas	435
Aulas Práticas	60
Total:	495

Através da Tabela I observa-se que a carga horária mínima para cursos de especialização de 360 horas foi obedecida, e os acréscimos foram em determinadas disciplinas teóricas incluídas no Módulo: IV – Metrologia, Calibração e Regulação, no Módulo: V – e nas aulas práticas, conforme discriminado na Grade Curricular do Curso no tópico seguinte.

### 3.2. Grade Curricular

O Curso está estruturado em cinco módulos, de modo a fornecer aos participantes um conjunto harmônico de disciplinas, iniciando por aquelas de caráter básico e seguidas pelas de caráter específico.

Os módulos estão divididos em: Introdução; Ambiente Hospitalar; Equipamentos Médico-Hospitalares (EMHO); Metrologia, Calibração e Regulação; e Gestão de Tecnologias Médico-Hospitalares.

Além das disciplinas teóricas, o participante deverá realizar uma prática supervisionada dos conhecimentos adquiridos entre Hospitais Públicos e Privados e elaborar e defender um TCC (Trabalho de Conclusão do Curso) orientado por professor do Curso ou por profissionais indicados pela Coordenação. O rol das disciplinas da Grade Curricular está disposto na “Tabela 2”, com as respectivas cargas-horárias:



Tabela 2 – Grade Curricular do Curso de Especialização em Engenharia Clínica

<b>MÓDULOS/DISCIPLINAS</b>	<b>CH</b>
<b>Módulo I - Introdução</b>	
Fundamentos de Anatomia e Fisiologia Humana	30
Fundamentos de Eletrônica	30
<b>Módulo II – Ambiente Hospitalar</b>	
Políticas em Saúde do SUS e Administração Hospitalar	15
Instalações Hospitalares e Arquitetura	15
Microbiologia e Biossegurança	15
Higiene e Segurança Hospitalar	15
<b>Módulo III – Equipamentos Médico-Hospitalares (EMHO)</b>	
Física Médica	15
Equipamentos de Diagnóstico por Imagem	15
Instrumentação Biomédica	30
Equipamentos para fins Terapêuticos	30
Equipamentos para fins de Diagnósticos	30
Tecnologias da Informação e Comunicação	30
<b>Módulo IV – Metrologia, Calibração e Regulação</b>	
Metrologia Aplicada a EMHO	15
Normas, Regulamentações, Registros e Certificações de EMHO	15
Metodologia da Pesquisa	15
<b>Módulo V – Gestão de Tecnologias Médico-Hospitalares</b>	
Bioética e Ética Profissional	15
Gerenciamento de Projetos e Processos	30
Gerenciamento de Custos e Riscos	30
Gerenciamento de Pessoas	30
Bioestatística	15
Prática Supervisionada	60

Como se observa na “Tabela 2”, além de cursar as disciplinas teóricas, o aluno realiza a prática supervisionada com 60 horas, divididas em quatro hospitais, sendo dois da rede pública e dois da rede privada.

A prática supervisionada possibilita ao aluno observar o funcionamento de equipamentos de vários setores dos hospitais, como: Radiologia, Ressonância Magnética, Hemodinâmica, UTI Neonatal, Nefrologia, dentre outros, e estabelecer um paralelo entre o público e o privado.

Ao final do Curso, o aluno deve elaborar, defender e ser aprovado em um projeto orientado, o TCC. O trabalho é orientado, em princípio, por um professor do Curso e deve abordar um tema relacionado com a área de Engenharia Clínica.



### 3.3. Metodologia

A metodologia das aulas baseia-se na aplicação dos conteúdos de forma mais prática possível, ou seja, na adoção de técnicas e exercícios que levem o profissional a uma aprendizagem mais rápida e a uma aplicação direta na área de Engenharia Clínica. Assim, são utilizados exercícios individuais e em grupo, simulações computacionais e seminários, conforme a disciplina.

As aulas são ministradas em um dos auditórios do HUUFMA, em ambientes climatizados, utilizando-se equipamentos e recursos multimídia, onde os participantes acompanham os assuntos abordados através de apostilas individuais de cada matéria, além da disponibilidade da bibliografia recomendada.

São realizadas visitas técnicas aos vários setores de atendimento médico do Hospital Universitário da UFMA e de outras instituições privadas de saúde, como também aos laboratórios do Curso de Engenharia Elétrica da UFMA, visando o aperfeiçoamento dos conteúdos estudados em sala de aula.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto Pedagógico do Curso de Especialização em Engenharia Clínica apresentado neste trabalho tem por objetivo principal atender a uma carência de profissionais desta natureza na rede hospitalar pública e privada no Estado do Maranhão. Ele foi reestruturado com base em informações das demais instituições de ensino superior que ministraram ou ministram cursos dessa natureza, na legislação vigente na UFMA e nos resultados obtidos na II Oficina de Trabalho para Harmonização do Currículo de Engenharia Clínica no Brasil em 2009.

O Curso já foi ofertado na UFMA em 2008, e em 2012, após reformulação do PP do Curso oferecemos a segunda turma. A turma de 2012, que tem previsão de término para 2014 tem 20 alunos frequentando regularmente, desde o início do Curso. Dois alunos são provenientes do Estado do Pará, o que comprava a carência desse profissional não só no Maranhão como em estados mais próximos, justificando a oferta do Curso.

Até o presente, o Curso tem sido desenvolvido da melhor forma possível, com professores mestres ou doutores da UFMA, IFMA e IFBA, com visita a setores de hospitais públicos e privados, e conforme avaliação feita a cada módulo pelos alunos os conceitos de qualidade têm sido de bom a excelente, com raras exceções.

Espera-se, portanto, que o profissional formado neste Curso venha desempenhar suas funções de forma plena e satisfatória em qualquer órgão ou instituição de saúde do Estado do Maranhão e de forma mais abrangente em qualquer estado da federação.

Em função dos resultados já alcançados, pretende-se lançar uma nova turma no próximo ano, em 2014, envolvendo uma turma presencial e várias turmas em polos estratégicos usando-se as metodologias e tecnologias adequadas à Educação a Distância.

### *Agradecimentos*

Agradecemos ao Hospital Universitário Presidente Dutra e Materno Infantil pela iniciativa e apoio dado para a realização do Curso de Especialização de Engenharia Clínica no Estado do Maranhão; a Universidade Federal do Maranhão - UFMA pelo incentivo dado para a elaboração do Curso e a aprovação legal no Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão; e a Fundação Sôsândrade, no gerenciamento dos recursos financeiros.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUMBERG, D. F. Strategic Oportunities for Independent Equipment Maintenance Repair Service in the Hospital Market. Second Source, 1987. vol.(2) 3: 6-9

BRASIL, L. M. Informática em Saúde. Taguatinga e Londrina: Universa e Eduel, 2008.

BRONZINO, J. D. Education of Clínicl engineers in the 1990's. J. Clin. Eng. 1990. Vol.15 (3): 185-89.

CALIL, S. J. Caminhos para a incorporação de Tecnologias em Saúde. Debates GVSAÚDE, FGV. Volume 3, 2006.

COSTA NETO, M. L.; CALDAS, A. de J. M; SILVA, J. F. da. A Engenharia Clínica no estado do Maranhão. Anais: XXXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Fortaleza: UFC, 2009.

HOLSBACH, L. R.; SILVA, J. F.; VARANI, M. L. Metodologia de manutenção preventiva em equipamentos de anestesia. Anais do II Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica, Cuba, 2001. v. 1. p. 1.

NÓBREGA, M. V da; SILVA, J. F. Verificação e calibração em unidades eletrocirúrgicas na Paraíba: um estudo de caso. Anais do III Congresso Brasileiro de Metrologia. Recife: 2003.

RAMIREZ, E. F. F; CALIL, S. J. Engenharia Clínica: Parte I - Origens (1942-1996). Semina: Ci. Exatas/ Tecnol. Londrina, v. 21, n. 4, p. 27-33, dez. 2000.

SILVA, M. S. R.; SILVA, J. F. Etapas para o dimensionamento e projeto de oficina de manutenção para equipamentos médico-hospitalares - Um estudo de caso, Hospital das clínicas, Recife - Pernambuco - Brasil. In: XII - Congresso Argentino de Bioengenharia, 1999, Buenos Aires. Anais do XII Congresso Argentino de Bioengenharia, 1999. v. 1.

## INSTRUCTIONAL DESIGN COURSE OF EXPERTISE IN CLINICAL ENGINEERING OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF MARANHÃO

**Abstract:** *This paper presents a new pedagogical project Specialization Course in Clinical Engineering Department of Electrical Engineering in conjunction with the University Hospital of the Federal University of Maranhão - UFMA. The Educational Project was based on several discussions between papers presented at Congress of Engineering Clinic and especially from the results obtained in the II Workshop for Harmonisation in Curriculum Engineering Clinic in Brazil as part of the V Brazilian Congress of Clinical Engineering held in São Paulo - SP in 2009. The course aims to meet a shortage of professionals in the field of Clinical Engineering in the Northeast and more sharply in the state of Maranhão.*

**Key-words:** *Clinical Engineering, Educational Project, State of Maranhão.*